

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-12-02-01-01:2009

**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ
ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗ**

**HELLENIC TECHNICAL
SPECIFICATION**



Υπόγεια εκσκαφή σηράγγων με συμβατικά μέσα

Tunnel excavation with conventional means

Κλάση τιμολόγησης: 11

Πρόλογος

Η παρούσα Ελληνική Τεχνική Προδιαγραφή ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-12-02-01-01 «Υπόγεια εκσκαφή σηράγγων με συμβατικά μέσα» βασίζεται στην Προσωρινή Εθνική Τεχνική Προδιαγραφή (ΠΕΤΕΠ) που συντάχθηκε από το Ινστιτούτο Οικονομίας Κατασκευών (ΙΟΚ) υπό την εποπτεία της 2^{ης} Ομάδας Διοίκησης Έργου (2^η ΟΔΕ) του Υπουργείου Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων (ΥΠΕΧΩΔΕ).

Την επεξεργασία και την έκδοση της παρούσας Ελληνικής Τεχνικής προδιαγραφής ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-12-02-01-01, ανέλαβε η Ειδική Ομάδα Έργου ΕΟΕ ΣΤ της ΕΛΟΤ ΤΕ 99 «Προδιαγραφές τεχνικών έργων», την γραμματεία της οποίας έχει η Διεύθυνση Τυποποίησης του Ελληνικού Οργανισμού Τυποποίησης (ΕΛΟΤ).

Το κείμενο της παρούσας Ελληνικής Τεχνικής Προδιαγραφής ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-12-02-01-01 εγκρίθηκε την 23^η 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

Εισαγωγή.....	5
1 Αντικείμενο	7
2 Τυποποιητικές παραπομπές.....	7
3 Όροι και ορισμοί	8
3.1 Ορισμοί	8
4 Απαιτήσεις.....	11
4.1 Χρησιμοποιούμενα υλικά.....	11
4.2 Γεωμετρία των εκσκαφών	11
4.3 Γραμμές εκσκαφής και γραμμές επιμέτρησης.....	11
5 Μέθοδος εκτέλεσης της εργασίας	12
5.1 Γενικά	12
5.2 Εκσκαφή με συμβατικά μηχανικά μέσα.....	14
5.3 Εκσκαφή με διατρήσεις και ανατινάξεις.....	14
5.4 Μέθοδοι ελεγχόμενης ανατίναξης	15
5.5 Εκσκαφή με συνδυασμό διατρήσεων – ανατινάξεων και μηχανικών μέσων.....	15
5.6 Εκσκαφή σε περιοχές γειτνίασης με μόνιμες κατασκευές	16
5.7 Εκσκαφή σε περιοχές με διογκούμενους ή συνθλιβόμενους σχηματισμούς	16
5.8 Διαχείριση προϊόντων εκσκαφής	17
5.9 Αντιμετώπιση γεωλογικών καταπτώσεων (γεωλογικές υπερεκσκαφές) και ειδικών μη κανονικών καταστάσεων.....	17
5.10 Γεωλογικές χαρτογραφήσεις.....	19
5.11 Συμβατικές κατηγορίες υπόγειας εκσκαφής και άμεσης υποστήριξης	19
5.12 Τήρηση στοιχείων υπόγειων εκσκαφών	20
6 Αποδοχή περαιωμένης εργασίας - Ανοχές	21
7 Όροι και απαιτήσεις υγείας - ασφάλειας εργαζομένων και προστασίας περιβάλλοντος	22
7.1 Πηγές κινδύνου κατά την εκτέλεση των εργασιών.	22
7.2 Μέτρα υγείας - ασφάλειας.....	22

8	Τρόπος επιμέτρησης εργασιών	24
8.1	Εκσκαφή σήραγγας.....	24
8.2	Γεωλογικές καταπτώσεις (γεωλογικές υπερεκσκαφές) και περιπτώσεις ειδικών μη κανονικών καταστάσεων.....	26
8.3	Ελεγχόμενη ανατίναξη.	27
8.4	Ειδικοί τρόποι εκσκαφής.....	27

Εισαγωγή

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



Υπόγεια εκσκαφή σηράγγων με συμβατικά μέσα

1 Αντικείμενο

Οι εργασίες που προδιαγράφονται στην παρούσα Προδιαγραφή αφορούν στη διάθεση του συνόλου του εργατικού δυναμικού, των υλικών, του εξοπλισμού, των εγκαταστάσεων, καθώς και στην εκτέλεση όλων των εργασιών που έχουν σχέση με την εκσκαφή (διάνοιξη) σήραγγας με χρήση εκσκαπτικών μηχανημάτων (π.χ. με πολύστρεπτη τσάπα ή φορτωτή υπογείων) ή με χρήση υδραυλικής κρούστικής σφύρας ή με τη μέθοδο διατρήσεων – ανατίναξης ή και συνδυασμό αυτών με μέθοδο μηχανικής κοπής (π.χ. στρεφόμενη φρέζα άλεσης) σε οποιαδήποτε θέση της διατομής της (θόλος, παρειές, θεμέλια), σε ευθύγραμμα ή/και καμπύλα τμήματα (σε οριζοντιογραφία ή/και μηκοτομή), σύμφωνα με την εγκεκριμένη Μελέτη και τις εντολές της Διευθύνουσας Υπηρεσίας.

Οι εργασίες κατασκευής των έργων άμεσης υποστήριξης ή ενίσχυσης καλύπτονται από άλλες Προδιαγραφές αλλά στη θεώρηση της παρούσας Προδιαγραφής περιλαμβάνονται και όλες οι έμμεσες επιπτώσεις (π.χ. καθυστερήσεις για την πραγματοποίηση απαραίτητων υποστηρίξεων) ή προϋποθέσεις (π.χ. αντλήσεις) για την έντεχνη και ασφαλή ολοκλήρωση της εκσκαφής. Στην κατηγορία αυτών των εκσκαφών δεν περιλαμβάνονται εκσκαφές που γίνονται αποκλειστικά με μηχανήματα κοπής του πετρώματος (ολομέτωπης ή σημειακής κοπής), οι οποίες καλύπτονται από άλλη Προδιαγραφή.

2 Τυποποιητικές παραπομπές

Η παρούσα Προδιαγραφή ενσωματώνει, μέσω παραπομπών, προβλέψεις άλλων δημοσιεύσεων, χρονολογημένων ή μη. Οι παραπομπές αυτές αναφέρονται στα αντίστοιχα σημεία του κειμένου και κατάλογος των δημοσιεύσεων αυτών παρουσιάζεται στη συνέχεια. Προκειμένου περί παραπομπών σε χρονολογημένες δημοσιεύσεις, τυχόν μεταγενέστερες τροποποιήσεις ή αναθεωρήσεις αυτών θα έχουν εφαρμογή στην παρούσα όταν θα ενσωματωθούν σε αυτή, με τροποποίηση ή αναθεώρησή της. Όσον αφορά τις παραπομπές σε μη χρονολογημένες δημοσιεύσεις ισχύει η τελευταία έκδοσή τους.

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-12-01-01-00	Tunnel worksite ventilation – Εργοταξιακός αερισμός σηράγγων
ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-12-01-02-00	Tunnel worksite lighting – Εργοταξιακός φωτισμός σηράγγων
ΕΛΟΤ EN 13631.16	Explosives for civil uses - High explosives - Part 16: Detection and measurement of toxic gases - Εκρηκτικά για εμπορικές χρήσεις - Ισχυρά εκρηκτικά - Μέρος 16: Ανίχνευση και μέτρηση τοξικών αερίων
ΕΛΟΤ EN 13631.01	Explosives for civil uses - High explosives - Part 1: Requirements - Εκρηκτικά για εμπορικές χρήσεις - Ισχυρά εκρηκτικά - Μέρος 1: Απαιτήσεις
ΕΛΟΤ EN 13763.01	Explosives for civil uses - Detonators and relays - Part 1: Requirements - Εκρηκτικά για εμπορικές χρήσεις - Πυροκροτητές και επιβραδυντές - Μέρος 1: Απαιτήσεις
ΕΛΟΤ EN 863	Protective clothing - Mechanical properties - Test method: Puncture resistance - Προστατευτική ενδυμασία. Μηχανικές ιδιότητες. Δοκιμή αντοχής σε διάτρηση.

ΕΛΟΤ EN 397 A1	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
ΕΛΟΤ EN 136 E2	Respiratory protective devices - Full face masks - Requirements, testing, marking - Μέσα προστασίας της αναπνοής - Μάσκες ολοκλήρου προσώπου - Απαιτήσεις, δοκιμές, σήμανση
ΕΛΟΤ EN 140 E2	Respiratory protective devices - Gas filters and combined filters - Requirements, testing, marking - Μέσα προστασίας της αναπνοής - Φίλτρα αερίων και φίλτρα συνδυασμού - Απαιτήσεις, δοκιμές, σήμανση
ΕΛΟΤ EN 143/A1	Respiratory protective devices - Particle filters - Requirements, testing, marking - Μέσα προστασίας της αναπνοής - Φίλτρα για σωματίδια - Απαιτήσεις, δοκιμές, σήμανση
ΕΛΟΤ EN 149 E2 + AC	Respiratory protective devices - Filtering half masks to protect against particles - Requirements, testing, marking - Μέσα προστασίας της αναπνοής - Φιλτρώμασκες για προστασία έναντι σωματιδίων - Απαιτήσεις, δοκιμές, σήμανση
ΕΛΟΤ EN 405 E2	Respiratory protective devices - Valved filtering half masks to protect against gases or vapours and particles - Requirements, testing, marking - Μέσα προστασίας της αναπνοής - Φιλτρώμασκες με βαλβίδα για προστασία από αέρια ή αέρια και σωματίδια - Απαιτήσεις, δοκιμές, σήμανση
ΕΛΟΤ EN 352.01 E2	Hearing protectors - General requirements - Part 1: Ear-muffs - Μέσα προστασίας της ακοής - Γενικές απαιτήσεις - Μέρος 1: Ωτοασπίδες
ΕΛΟΤ EN 352.02 E2	Hearing protectors - General requirements - Part 2: Ear-plugs - Μέσα προστασίας της ακοής - Γενικές απαιτήσεις - Μέρος 2: Ωτοβύσματα
ΕΛΟΤ EN 352.03 E2	Hearing protectors - General requirements - Part 3: Ear-muffs attached to an industrial safety helmet - Μέσα προστασίας της ακοής - Γενικές απαιτήσεις - Μέρος 3: Ωτοασπίδες επί βιομηχανικού κράνους ασφαλείας
ΕΛΟΤ EN 352.04	Hearing protectors - Safety requirements and testing - Part 4: Level-dependent ear-muffs - Μέσα προστασίας της ακοής - Απαιτήσεις ασφάλειας και δοκιμές - Μέρος 4: Ωτοασπίδες με εξασθένιση εξαρτώμενη από τη στάθμη του θορύβου

3 Όροι και ορισμοί

3.1 Ορισμοί

Για τους σκοπούς της παρούσας Προδιαγραφής εφαρμόζονται οι ακόλουθοι όροι και ορισμοί.

3.1.1 Άμεση ή αρχική υποστήριξη (primary support): Η υποστήριξη της διατομής της σήραγγας που τοποθετείται για να εξασφαλίσει τη διατήρηση του ανοίγματος και να παρέχει ασφάλεια στη διάνοιξη μέχρι να τοποθετηθεί η τελική επένδυση. Αποτελείται συνήθως από εκτοξευμένο σκυρόδεμα, αγκύρια και χαλύβδινα πλαίσια.

3.1.2 Ανάδοχος (contractor) είναι η Εργοληπτική Επιχείρηση ή Κοινοπραξία που συνάπτει σύμβαση εκτέλεσης με τον κύριο του έργου.

3.1.3 Άσκαφος πυρήνας (dumpling): Γεωυλικό του μετώπου που παραμένει για να προσφέρει προσωρινή αντιστήριξη σε αυτό.

3.1.4 Βαθμίδα (bench): Η ενδιάμεση διατομή /ές μεταξύ της άνω ημιδιατομής και του αναστρόφου κατά την εκσκαφή μιας σήραγγας σε οριζόντια κλιμακωτά στάδια.

3.1.5 Βήμα (προχώρησης) (step, round): Το μήκος προχώρησης της διάνοιξης, είτε για κάθε τμηματικό μέτωπο είτε για ολόκληρη τη διατομή.

3.1.6 Γεωυλικό ή γεωμάζα (ground): Κάθε φυσικό υλικό μέσα στο οποίο εκσκάπτεται η σήραγγα. Σαν όρος περιέχει το έδαφος και το βράχο.

3.1.7 Γραμμή Ελάχιστης Απαιτούμενης Εκσκαφής “Α” είναι η γραμμή που, καθορίζει τη θέση μέσα από την οποία (δηλαδή προς το εσωτερικό της διατομής) δεν επιτρέπεται η παραμονή μη εκσκαφθέντος τμήματος του γεωυλικού, οποιουδήποτε είδους και διαστάσεων. Οι θεωρητικές ακτίνες, που καθορίζουν σε κάθε θέση των διατομών της σήραγγας τη Γραμμή “Α”, παρουσιάζονται στη Μελέτη και πρέπει να περιλαμβάνουν (Σχήμα 1):

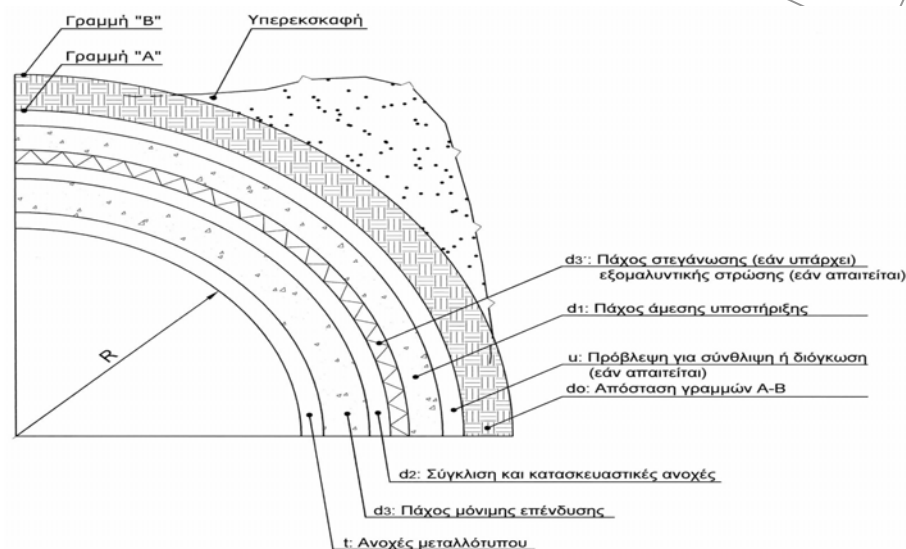
- Την ακτίνα της διατομής χρήσης R που είναι τέτοια ώστε να εξυπηρετείται πλήρως η λειτουργικότητα του έργου.
- Το στατικώς απαιτούμενο πάχος της μόνιμης επένδυσης, d_3 .
- Το πάχος της στεγάνωσης (εάν υπάρχει) d_3' και της αναγκαίας εξομαλυντικής στρώσης για κάλυψη ανωμαλιών ή προεξοχών κεφαλών αγκυρίων αν υπάρχουν.
- Το στατικώς απαιτούμενο πάχος της άμεσης υποστήριξης, d_1 .
- Την πρόβλεψη για τη σύγκλιση της υποστηριγμένης διατομής, καθώς και περιθώριο για κατασκευαστικές ανοχές d_2 . Οι κατασκευαστικές ανοχές εξαρτώνται από τη διάμετρο και το πάχος της μόνιμης επένδυσης και εν γένει δεν υπερβαίνουν (εκτός αν προδιαγράφεται διαφορετικά από την Μελέτη) τα 3 cm.
- Την πρόβλεψη για μετακίνηση του περιβάλλοντος την διατομή γεωυλικού εξαιτίας υψηλού δυναμικού σύνθλιψης ή διόγκωσής του, u (εφόσον τέτοιο θέμα υφίσταται), στην οποία πρόβλεψη θα περιλαμβάνεται και χώρος για τυχόν αναγκαία συμπληρωματική ενίσχυση της άμεσης υποστήριξης.
- Τη συνολική πρόβλεψη για τις επιτρεπτές κατασκευαστικές ανοχές του μεταλλότυπου, t .

Συνεπώς η θέση της γραμμής Α δίνεται από την σχέση που ακολουθεί:

$$L_A = R + d_3 + d_3' + d_1 + d_2 + u + t$$

3.1.8 Γραμμή Μέγιστης Αποδεκτής Εκσκαφής “Β” είναι η γραμμή που εμφανίζεται στη Μελέτη και καθορίζει το εξωτερικό (θεωρητικό) όριο, μέχρι το οποίο είναι δυνατόν να δικαιολογηθεί εκσκαφή. Προφανώς, η Γραμμή «Β» βρίσκεται πέραν της Γραμμής “Α”. Η τυχόν εκσκαφή πέραν των ορίων της Γραμμής “Β” χαρακτηρίζεται ως «υπερεκσκαφή». Η Γραμμή “Β” απέχει από τη Γραμμή “Α” απόσταση d_0 («αθέλητη υπερεκσκαφή»), η οποία καθορίζεται στη Μελέτη (Σχήμα 1). Συνεπώς η θέση της γραμμής “Β” δίνεται από την σχέση που ακολουθεί:

$$L_B = L_A + d_0$$



Σχήμα 1 - Καθορισμός Γραμμής Ελάχιστης Απαιτούμενης Εκσκαφής «Α» και Γραμμής Μέγιστης Αποδεκτής Εκσκαφής

Η αθέλητη υπερεκσκαφή εξαρτάται από το είδος του πετρώματος, την κατάσταση της βραχώμαζάς του, τον τρόπο και τα μέσα εκσκαφής και την καταβαλλόμενη προσπάθεια (προσαρμογή με δοκιμές των μεθόδων, ελεγχόμενη ανατίναξη κ.λπ.). Στον πυθμένα των διατομών της σήραγγας, η γραμμή «Α» ταυτίζεται με τη γραμμή «Β». Στις παρειές, κατά την εκβάθυνση της σήραγγας μετά την εκσκαφή του θόλου, η αθέλητη υπερεκσκαφή d_0 μπορεί να ορίζεται στο 50% εκείνης του θόλου.

3.1.9 Διευρυμένο πέλμα (elephant's foot): Διευρυμένη επιφάνεια έδρασης της βάσης συνήθως της άνω ημιδιατομής.

3.1.10 Διογκούμενος σχηματισμός (swelling formation): Σχηματισμός με συμπεριφορά διόγκωσης δηλαδή με χρονικά συντηρημένη αύξηση του όγκου του γεωυλικού γύρω από την εκσκαπτόμενη σήραγγα που προκαλεί αύξηση των συγκλίσεων της περιμέτρου. Ο μηχανισμός διόγκωσης είναι συνδυασμός φυσικοχημικών αντιδράσεων και διεργασιών σε συνδυασμό με το εντατικό και υδρολογικό καθεστώς, ιδιαίτερα δε τις διαφοροποιήσεις τους.

3.1.11 Εξωράχειο (extrados): Το εξωτερικό περίγραμμα της επένδυσης (άμεσης ή τελικής) της σήραγγας.

3.1.12 Εσωράχειο (intrados): Το εσωτερικό περίγραμμα της επένδυσης (άμεσης ή τελικής) της σήραγγας.

3.1.13 Κύκλος (round): Η πλήρης σειρά εργασιών διάνοιξης, είτε για κάθε τμηματικό μέτωπο είτε για ολόκληρη τη διατομή.

3.1.14 Μέτωπο εκσκαφής (face): Η εκάστοτε επιφάνεια του γεωυλικού, από την οποία γίνεται η προσβολή του για την προχώρηση της εκσκαφής. Μπορεί να αναφέρεται στο σύνολο της διατομής ή σε τμήματά της.

3.1.15 Συνθλιβόμενος σχηματισμός (squeezing formation): Σχηματισμός με συμπεριφορά σύνθλιψης, δηλαδή με χρονικά συντηρημένες μεγάλες διατμητικές παραμορφώσεις του γεωυλικού γύρω από την εκσκαπτόμενη σήραγγα και σχετίζονται ουσιαστικά με ερπυσμό που προκαλείται από την υπέρβαση μιας οριακής διατμητικής τάσης. Οι παραμορφώσεις αυτές μπορεί να συνεχίζονται για μεγάλο χρονικό διάστημα.

3.1.16 Στέψη ή κλείδα (crown): Το ανώτατο τμήμα του περιγράμματος μιας σήραγγας.

3.1.17 Στόμιο (Portal): Μία είσοδος ή έξοδος της σήραγγας.

3.1.18 Τελική επένδυση (final lining): Το δομικό σύστημα που έχει σκοπό τη διασφάλιση της επιτελεστικότητας της σήραγγας για την τεχνική διάρκεια ζωής της.

4 Απαιτήσεις

4.1 Χρησιμοποιούμενα υλικά

Εκρηκτικές ύλες και συναφή υλικά

Όλες οι εκρηκτικές ύλες και τα λοιπά υλικά (π.χ. πυροκροτητές, επιβραδυντές) που χρησιμοποιούνται θα ικανοποιούν, σε ότι αφορά τις απαιτήσεις και τις χαρακτηριστικές τους ιδιότητες, τις προβλέψεις των προτύπων: ΕΛΟΤ EN 13631.01, ΕΛΟΤ EN 13763.01,

4.2 Γεωμετρία των εκσκαφών

Τα απαιτούμενα από τη Μελέτη γεωμετρικά στοιχεία των διατομών εκσκαφής της σήραγγας, πέρα από το εσωράχιο της τελικής επένδυσης, καθορίζονται στα σχέδια και διαμορφώνονται κατά τις εργασίες διάνοιξης, έτσι ώστε να ελαχιστοποιούνται οι αποκλίσεις από τις γραμμές, τις κλίσεις και τις διαστάσεις που δείχνονται σε αυτά.

Από τη Μελέτη της σήραγγας καθορίζονται λεπτομερώς τα στοιχεία που ορίζουν τη γεωμετρία των χαρακτηριστικών γραμμών "Α" και "Β" της διατομής της σήραγγας, οι οποίες περιγράφονται αναλυτικά στο άρθρο 3. Οι γραμμές αυτές είναι ενδεχόμενο να διαφοροποιούνται κατά την εφαρμογή και με τις προβλέψεις της μελέτης και των λοιπών συμβατικών τευχών, αναλόγως (α) των επικρατουσών γεωλογικών και γεωτεχνικών συνθηκών, (β) της μεθόδου εκσκαφής.

Στη διάνοιξη παρουσιάζονται ανάγκες ειδικών διευρύνσεων για διάφορους λόγους όπως π.χ.:

- Εσοχές, φρέατα ή τάφρους για ειδικές εγκαταστάσεις (Η/Μ εγκαταστάσεις, συστήματα, εξυπηρετήσεις, φωλεές φρεατίων κ.λπ.).
- Ειδικές διατομές (για στάθμευση κ.λπ.).
- Κατασκευαστικές απαιτήσεις (για προσωρινούς θαλάμους εξυπηρέτησης έναρξης εκσκαφών, διαπλάτυνσεις, χώρους απόθεσης μηχανημάτων κ.λπ.).
- Κατασκευαστικές ανάγκες κατά την εκσκαφή (διευρύνσεις συνεπακόλουθες του τρόπου κατασκευής ράβδων προτομείας κ.λπ.).

Οι διευρύνσεις αυτές ορίζονται από τη Μελέτη. Διευρύνσεις που γίνονται για κατασκευαστική διευκόλυνση δεν είναι αποδεκτές και οι συνέπειές τους βαρύνουν τον Ανάδοχο.

4.3 Γραμμές εκσκαφής και γραμμές επιμέτρησης

Στη διατομή της σήραγγας ορίζονται όπως αναλύεται στο άρθρο 3 οι ακόλουθες γραμμές:

Γραμμή Ελάχιστης Απαιτούμενης Εκσκαφής "Α"

Γραμμή Μέγιστης Αποδεκτής Εκσκαφής "Β"

Ο Ανάδοχος θα λαμβάνει κάθε μέτρο για την έντεχνη εκσκαφή προς αποφυγή χαλάρωσης του γεωυλικού έξω από τη Γραμμή "Β".

Αμέσως μετά την ολοκλήρωση των εργασιών εκσκαφής και σε ανυποστήρικτη διατομή το σύνολο του χαλαρωμένου υλικού, εντός της Γραμμής "Β", το οποίο ενδέχεται να πέσει ή να μετακινηθεί, θα απομακρύνεται.

Οι πραγματοποιούμενες εκσκαφές των υπογείων έργων θα ελέγχονται σε σχέση με τις γραμμές «Α» και «Β» με αποτύπωση της γεωμετρίας των διατομών εκσκαφής με τοπογραφικές ή άλλες εγκεκριμένες μεθόδους από τη Διευθύνουσα Υπηρεσία.

5 Μέθοδος εκτέλεσης της εργασίας

5.1 Γενικά

Η διεξαγωγή των εκσκαφών θα είναι συντονισμένη με την εφαρμογή των μέσων άμεσης υποστήριξης ή ενίσχυσης. Πριν την έναρξη των εργασιών εκσκαφής, ο Ανάδοχος, με βάση τις προβλέψεις της Μελέτης, θα συντάξει και θα υποβάλλει στη Διευθύνουσα Υπηρεσία για έγκριση πλήρη μεθοδολογία, τεχνική και διαδικασίες υλοποίησης των εργασιών όπου θα περιγράφεται ο τρόπος (μέσα και αλληλουχία) πραγματοποίησης των επί μέρους δραστηριοτήτων.

Καθ' όλη τη διάρκεια των διαφόρων σταδίων διεξαγωγής των εργασιών εκσκαφής θα είναι εξασφαλισμένες συνθήκες υγιεινής, άνετης και αποτελεσματικής εργασίας των εργαζομένων. Πέραν των απαιτήσεων που ορίζονται σε άλλες Προδιαγραφές ο Ανάδοχος θα εξασφαλίσει χαμηλά επίπεδα ρύπων (παιπάλη, σκόνη, αέρια, καυσαέρια κ.λπ.) και υψηλά επίπεδα ορατότητας σε όλο το μήκος της σήραγγας και ιδιαιτέρως στη θέση του μετώπου εκσκαφής. Εργασία υπό διαφορετικές συνθήκες δεν επιτρέπεται, μέχρις ότου τα συστήματα αερισμού και καταιονισμού επιτύχουν την αποκατάσταση των παραπάνω συνθηκών.

Αμέσως μετά την ολοκλήρωση ορισμένου τμήματος εκσκαφής σε κάθε βήμα και πριν αρχίσει η διαδικασία απαγωγής των προϊόντων εκσκαφής, έμπειρος και λίαν ειδικευμένος τεχνίτης θα ελέγχει τη σταθερότητα των ελεύθερων επιφανειών του πετρώματος που έχουν αποκαλυφθεί κατά την εκσκαφή. Αυτός ο έλεγχος θα γίνεται με ειδικό μηχανήμα (μηχανικός – υδραυλικός ξεσκαρωτής κρουστικής σφύρας ή μηχανικών νυχιών) ή με αποξέσεις του κάδου μηχανήματος (π.χ. τσάπα ή σφύρα) ή με δοκιμαστικές κρούσεις στελέχους διατηρητικού μηχανήματος ή με δοκιμαστικές κρούσεις βαρείας χαλύβδινης ράβδου, ή με άλλο παρόμοιος ή καλύτερης αποτελεσματικότητας τρόπο. Οποιαδήποτε χαλαρωμένη ή αμφίβολης σταθερότητας μάζα θα καθαιρείται. Προσέγγιση και εργασία οποιουδήποτε άλλου από τα συναφή συνεργεία δεν επιτρέπεται πριν ολοκληρωθεί η εργασία αυτή (ξεσκάρωμα).

Οι μέθοδοι, η τεχνική και οι διαδικασίες που θα χρησιμοποιηθούν από τον Ανάδοχο για τις εκσκαφές της σήραγγας θα είναι τέτοιες, ώστε το περίγραμμα της αποπερατωμένης διατομής να είναι κατά το δυνατόν ομαλό και να ανταποκρίνεται στις καθορισμένες από την Μελέτη γραμμές «Α» και «Β» (άρθρο 3 και παρ.4.2), με το μέγιστο δυνατό περιορισμό των εκσκαφών πέραν της γραμμής «Α» και την αποφυγή χαλάρωσης του γεωυλικού πέραν της γραμμής «Β».

Το μέτωπο εκσκαφής της σήραγγας θα είναι εξασφαλισμένο στο μέγιστο δυνατό βαθμό, μέχρι να επαναληφθεί η διαδικασία εκσκαφής στο επόμενο βήμα. Είναι απαραίτητη, σαν ελάχιστο υποχρεωτικό προστατευτικό μέσο, η διατήρηση αναβαθμού από άσκαπτο υλικό στη μισή τουλάχιστον επιφάνεια του μετώπου. Η μη διατήρηση τέτοιου αναβαθμού μπορεί να γίνει μόνον εάν, από την εμπειρία του Αναδόχου και σύμφωνη γνώμη της Υπηρεσίας, είναι απολύτως περιττή λόγω καλής ευστάθειας του πετρώματος ή εάν εφαρμόζονται μέτρα αντιστήριξης (εκτοξευόμενο σκυρόδεμα, ηλώσεις, αντηρίδες, αποστραγγιστικές οπές κ.λπ.) στο μέτωπο. Τα δάπεδα της προσωρινής υποστήριξης της σήραγγας θα διαμορφώνονται και θα προστατεύονται απαραίτητα και θα συντηρούνται σε ικανοποιητικό βαθμό.

Σε υδροφόρα στρώματα θα λαμβάνεται μέριμνα ελέγχου των ροών και εξασφάλισης της ευστάθειας της κατασκευής.

Το γεωυλικό, το οποίο βρίσκεται στην περιοχή κάθε ενδιάμεσου και του τελικού πυθμένα της σήραγγας, θα προστατεύεται σε κάθε περίπτωση από χαλάρωση. Τυχόν χαλαρωμένο γεωυλικό στον τελικό πυθμένα θα αφαιρείται εντελώς και θα αντικαθίσταται από σκυρόδεμα, ενώ σε περιοχές με υπόγεια νερά θα αντικαθίσταται με ελεύθερως στραγγιζόμενο υλικό, μετά από έγκριση της Διευθύνουσας Υπηρεσίας. Ωστόσο δεν θα γίνεται ποτέ διακοπή του τελικού δαπέδου από εκτοξευόμενο σκυρόδεμα, εφόσον η παρουσία του προβλέπεται από τη Μελέτη. Οι βλάβες του τελικού δαπέδου, που οφείλονται στην κυκλοφορία των μηχανημάτων και στη ροή των υδάτων της σήραγγας, θα αποκαθίστανται άμεσα. Σε κάθε περίπτωση τα

συστήματα αποστράγγισης νερών (τάφροι, φρέατα, εκροές σωλήνων κ.λπ.) θα βρίσκονται μακριά από τα κρίσιμα σημεία της εκσκαφής (πέλματα αντιστήριξης, μέτωπο εκσκαφής κ.λπ.).

Ιδιαίτερα προσοχή πρέπει να δίνεται στην ασφαλή έδραση των πλαισίων και όλου του κελύφους της άμεσης υποστήριξης στο δάπεδο της εκσκαφής, η οποία θα γίνεται επί μη διαταραγμένου φυσικού γεωυλικού, μετά από καλό καθαρισμό και απομάκρυνση κάθε χαλαρού, σαθρού και μαλακού υλικού και με παρεμβολή χαλύβδινης πλάκας διανομής και πλήρη ενσωμάτωση σε πέλμα εκτοξευόμενου ή εγχύτου σκυροδέματος ή και με παρεμβολή προχύτων τεμαχίων σκυροδέματος.

Σε περιπτώσεις σχηματισμών που παρουσιάζουν μεγάλη ευαισθησία στην επαφή τους με το νερό, η Διευθύνουσα Υπηρεσία δύναται να ζητήσει την εφαρμογή διάτρησης χωρίς νερό και με ανάλογα μέτρα καλού εξαερισμού (παρ. 5.6. «Εκσκαφή σε περιοχές με διογκούμενους ή συνθλιβόμενους σχηματισμούς»).

Σε περίπτωση που διαπιστωθεί ότι, από αίτια που οφείλονται σε κατασκευαστικούς λόγους, οι τελικές διαστάσεις της εκσκαφθείσας διατομής της σήραγγας είναι τέτοιες που το προκύπτον πάχος του σκυροδέματος της τελικής επένδυσης είναι μικρότερο από το ελάχιστο στατικώς απαιτούμενο κατά τη Μελέτη, ο Ανάδοχος θα προβεί με δαπάνες του στις απαιτούμενες αποκαταστάσεις των διαστάσεων της διατομής, συμπεριλαμβανομένης της αφαίρεσης τμήματος ή ολόκληρων πλαισίων, της καθαίρεσης εκτοξευόμενου σκυροδέματος κ.λπ., ώστε να εξασφαλισθεί το απαιτούμενο ελάχιστο πάχος της τελικής επένδυσης. Ο Ανάδοχος επίσης με δικές του δαπάνες θα προβεί στην αποκατάσταση (επανατοποθέτηση) όλων εκείνων των μέτρων προστασίας τα οποία θα καταστραφούν κατά τη διάρκεια των εργασιών αποκατάστασης των διατομών της σήραγγας.

Δεν θα επιτραπεί στον Ανάδοχο να τροποποιεί τις μεθόδους εκσκαφής χωρίς την έγκριση της Διευθύνουσας Υπηρεσίας. Η έγκριση δε αυτή κατά κανένα τρόπο δεν απαλλάσσει τον Ανάδοχο από τις συμβατικές υποχρεώσεις του, ούτε αποκλείει την εφαρμογή πιο συντηρητικών μεθόδων εκσκαφής με στόχο π.χ. τον περιορισμό του κρουστικού κύματος στο περιβάλλον γεωυλικό.

Σε περίπτωση διακοπής των εργασιών εκσκαφής για διάστημα μεγαλύτερο από μία βάρδια ή για διακοπές του προσωπικού ή για οποιονδήποτε άλλο λόγο, οι περιοχές των υπογείων μετώπων θα υποστηρίζονται με κατάλληλα μέτρα, σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στη Μελέτη και τις πραγματικές γεωλογικές συνθήκες ή σύμφωνα με τις εντολές της Διευθύνουσας Υπηρεσίας και με αποκλειστική ευθύνη του Αναδόχου. Στο διάστημα αυτό θα εξασφαλίζεται αδιάλειπτα η απαγωγή των αποστραγγιζόμενων υδάτων και η αποστράγγιση/απομάκρυνση των υπογείων νερών του γεωυλικού πίσω από τις επιφάνειες εκσκαφής και μέτρων άμεσης υποστήριξης.

Η εκσκαφή θα γίνεται συνεχώς χωρίς διακοπή μέρα και νύχτα, εάν το επιβάλλουν λόγοι που σχετίζονται με την ασφάλεια και την ευστάθεια της σήραγγας.

Η επιλογή του τρόπου διάνοιξης των σηράγγων, δηλαδή η εκσκαφή ολόκληρης της διατομής σε μια φάση ή σε περισσότερες αποτελεί αντικείμενο της Μελέτης. Ο απαιτούμενος μηχανικός εξοπλισμός αποτελεί αποκλειστική επιλογή και ευθύνη του Αναδόχου και θα περιγράφεται στη μεθοδολογία κατασκευής.

Μετά την εκσκαφή του θόλου, οι υπόλοιπες φάσεις εκσκαφής της διατομής της σήραγγας που γίνονται με εν συνεχεία εκβάθυνση ή εκβαθύνσεις, γίνονται, χρονικώς και γεωμετρικώς, σύμφωνα με τις προβλέψεις της Μελέτης και του αποδεκτού από τη Διευθύνουσα Υπηρεσία προγράμματος κατασκευής του Αναδόχου. Η διαδικασία εκσκαφής γίνεται κατά κανόνα με διαφορετική μέθοδο από εκείνη της εκσκαφής του θόλου. Περιλαμβάνει «οριζόντια» αφαίρεση αναβαθμών, με κατακόρυφα κυρίως διατρήματα όταν χρησιμοποιούνται ανατινάξεις ή με κατακορύφως ενεργούντα σκαπτικά εργαλεία. Η εκσκαφή γίνεται σε συντονισμό, με την επέκταση της υποστήριξης προς τα κάτω και με κατασκευή, όπου απαιτείται, διευρύνσεων πελμάτων έδρασης της υποστήριξης του θόλου ("Elephant foot"). Τα βήματα προόδου της εκσκαφής αυτής γίνονται σύμφωνα με τις προβλέψεις της Μελέτης και με όσες προσαρμογές κρίνονται αναγκαίες βάσει της πραγματικής συμπεριφοράς του πετρώματος. Σε κάθε περίπτωση πρέπει να εξασφαλίζεται (κάνοντας χρήση της διατιθέμενης αντοχής και ακαμψίας του κελύφους του θόλου) η ευστάθεια του κελύφους υποστήριξης του θόλου της σήραγγας στο βήμα εκσκαφής των υπολοίπων φάσεων.

Ειδικότερα τονίζεται ότι όλες οι δαπάνες που οφείλονται ή συνδέονται γενικά με αλλαγές της μεθόδου εκσκαφής (π.χ. δαπάνες για την απομάκρυνση εξοπλισμού, προσκόμιση νέου εξοπλισμού, καθυστέρησης,

ημιαπασχόληση ή ημεραργίες προσωπικού και μηχανημάτων κ.λπ.) περιλαμβάνονται στη συμβατική τιμή για τη διάνοιξη της σήραγγας.

5.2 Εκσκαφή με συμβατικά μηχανικά μέσα

Σε περίπτωση που οι προς εκσκαφή σχηματισμοί είναι «πτωχής» ποιότητας και εκτιμάται ότι θα υπάρξουν σοβαρά προβλήματα ευστάθειας της διατομής της σήραγγας, τότε η εκσκαφή θα εκτελείται μόνον με μηχανικά μέσα, χωρίς τη χρήση εκρηκτικών, έτσι ώστε η διαταραχή των περιβαλλόντων σχηματισμών να είναι η ελάχιστη δυνατή. Χρήση μηχανικών και μόνον μέσων γίνεται και στην περίπτωση που η εκσκαφή πραγματοποιείται σε μαλακά υλικά όπου δεν είναι αποδοτική η χρήση εκρηκτικών. Επίσης χρήση μηχανικών και μόνο μέσων εκσκαφής (π.χ. σφυρών ή φρεζών) εφαρμόζεται όταν σύμφωνα με τη Μελέτη ή σύμφωνα με εντολή ή/και με σύμφωνη γνώμη της Διευθύνουσας Υπηρεσίας απαγορεύεται για οποιοδήποτε λόγο η χρήση εκρηκτικών.

5.3 Εκσκαφή με διατρήσεις και ανατινάξεις.

Εκσκαφή με ανατινάξεις επιτρέπεται να εκτελείται μόνον από ικανό και κατάλληλα εκπαιδευμένο προσωπικό του Αναδόχου, εφοδιασμένο με τις απαραίτητες άδειες, κάτω από την επίβλεψη πεπειραμένων τεχνικών και μόνον αν έχουν ληφθεί τα εγκεκριμένα και σύμφωνα με τις ισχύουσες διατάξεις μέτρα ασφαλείας για την προστασία προσώπων και έργων δημόσιας ή ιδιωτικής περιουσίας. Οι εργασίες ανατινάξεων μπορεί να υπόκεινται σε έλεγχο από φορητό επιταχυνσιογράφο. Ο Ανάδοχος οφείλει να υποβάλλει έγκαιρα ειδική μελέτη για την εκτέλεση κάθε εργασίας ανατινάξεων προς έγκριση από τη Διευθύνουσα Υπηρεσία. Η έγκριση από τη Διευθύνουσα Υπηρεσία της τεχνικής και των μεθόδων ανατίναξης δεν απαλλάσσει τον Ανάδοχο από την ευθύνη του για το σύνολο της εργασίας, που οφείλει να εκτελεστεί σύμφωνα με την παρούσα Προδιαγραφή.

Η μέθοδος με διατρήσεις και ανατινάξεις είναι ευπροσάρμοστη γενικά στα διάφορα είδη σχηματισμών. Επισημαίνεται ότι ο Ανάδοχος οφείλει να εκτελεί τις ανατινάξεις κατά τρόπο, ώστε να αποφεύγεται η διαταραχή και η χαλάρωση του σχηματισμού εκτός των ορίων που καθορίζονται από τις προβλεπόμενες στη Μελέτη γραμμές εκσκαφής, και το γεωυλικό που παραμένει μετά την ανατίναξη να διατηρεί, στο μέτρο του εφικτού, την ανθεκτικότητά του ώστε να αποτελεί, όσο το δυνατό, ασφαλές και αυτοϋποστηριζόμενο σύστημα έως και το χρόνο τοποθέτησης των μέτρων άμεσης υποστήριξης. Επίσης ο Ανάδοχος οφείλει να λαμβάνει όλα τα απαραίτητα μέτρα ώστε να αποφεύγονται «υπερεκσκαφές» πέραν των ορίων των προβλεπόμενων γραμμών εκσκαφής, όπως αυτές καθορίζονται στα σχέδια της Μελέτης, ώστε να αποφεύγεται η εξασθένηση του περιβάλλοντος γεωυλικού και η εφαρμογή πρόσθετων μέτρων υποστήριξης και γενικότερων πρόσθετων εργασιών (π.χ. πλήρωση των κοιλοτήτων με σκυρόδεμα ή εκτοξευόμενο σκυρόδεμα, φόρτωση και αποκομιδή των προϊόντων των «υπερεκσκαφών», πιθανή εφαρμογή πρόσθετων μέτρων υποστήριξης κ.λπ.) για την επίτευξη ικανοποιητικών συνθηκών ασφαλείας. Για την ελαχιστοποίηση των πιο πάνω μειονεκτημάτων και συνεπειών, ο Ανάδοχος οφείλει να προσαρμόζει την τεχνική και τις μεθόδους ανατινάξεων ανάλογα με τη φύση των συναντώμενων γεωυλικών, ελέγχοντας κατάλληλα τη σχέση μεταξύ των διαφόρων συντελεστών επιρροής, όπως είναι η θέση, οι διαστάσεις και τα στάδια εκσκαφής, το εκάστοτε φορτίο, οι αποστάσεις και το μέγεθος των οπών των διατρημάτων, η ποσότητα και ο τύπος του εκρηκτικού, το βάθος τοποθέτησης της γόμωσης, οι σχετικοί χρόνοι πυροδότησης κ.λπ.

Η εκτέλεση όλων των αναγκαίων επιμέρους εργασιών για την υλοποίηση των εκσκαφών με ανατινάξεις θα γίνεται με βάση μελέτη του Αναδόχου, που θα υποβάλλεται έγκαιρα στη Διευθύνουσα Υπηρεσία για έγκριση. Η εκτέλεση των ανατινάξεων θα επιτρέπεται μόνο εφόσον έχουν ληφθεί προηγουμένως από τον Ανάδοχο όλα τα επιβαλλόμενα από τους Κανονισμούς Ασφαλείας προφυλακτικά μέτρα για την προστασία και ασφάλεια του προσωπικού και του έργου. Μετά την ανατίναξη και πριν προσεγγίσει προσωπικό μέσα στη σήραγγα για τη συνέχιση των εργασιών, θα τηρείται ο απαραίτητος χρόνος αναμονής ώστε, με το διαθέσιμο σύστημα αερισμού, να επιτευχθεί καλός καθαρισμός της σήραγγας. Οι μετρήσεις τοξικών αερίων από τη χρήση εκρηκτικών υλών θα ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις του Προτύπου ΕΛΟΤ EN 13631.16.

Στα στόμια και σε περιπτώσεις διάνοιξης της σήραγγας πλησίον ζωνών κατολίσθησης ή περιοχών με διαπιστωμένα προβλήματα αστάθειας, απαιτείται η σύνταξη ειδικής μελέτης ανατινάξεων, η οποία θα λαμβάνει υπόψη τις προαναφερθείσες ιδιαιτερότητες και θα αποσκοπεί στην αποφυγή της επιδείνωσης των υφισταμένων συνθηκών ευσταθείας.

5.4 Μέθοδοι ελεγχόμενης ανατίναξης

Σε περιπτώσεις όπου, λόγω της φύσης των πετρωμάτων, με τη συμβατική μέθοδο των ανατινάξεων δεν αποφεύγονται οι προαναφερθείσες δυσμενείς καταστάσεις (υπερεκσκαφές, διαταραχές πετρώματος κ.λπ.), θα εφαρμόζονται μέθοδοι ελεγχόμενης ανατίναξης που έχουν ως σκοπό:

- Τη μείωση της διατάραξης του γεωυλικού με τον σχηματισμό μιας επιφάνειας πρότμησης, επί της οποίας ανακλώνται τα κρουστικά κύματα της έκρηξης και κατευθύνονται προς την επιθυμητή διεύθυνση.
- Τη μείωση της «υπερεκσκαφής».
- Την καλύτερη εκμετάλλευση της ενέργειας της έκρηξης για θρυμματισμό του εξορυσσόμενου υλικού.
- Τη μείωση των παραγομένων δονήσεων.

Οι πλέον διαδεδομένες σήμερα μέθοδοι ελεγχόμενης ανατίναξης (δηλ. με κατάλληλη επιλογή της διάταξης των διατρημάτων, της ποσότητας των εκρηκτικών και των χρόνων ανατίναξης) θεωρούνται οι ακόλουθοι, αλλά υπάρχουν και παραλλαγές αυτών.

- **Περιμετρική ανατίναξη.** Η διάμετρος των διατρημάτων κυμαίνεται από σαράντα έξι (46) μέχρι εβδομήντα έξι (76) χιλιοστά. Τα διατρήματα θα γομώνονται με φυσίγγια, συνδεδεμένα με θρυαλλίδα. Η απόσταση και ο τύπος των φυσιγγίων, το γέμισμα, το τάπωμα και άλλες λεπτομέρειες γόμωσης και πυροδότησης θα προκύπτουν από δοκιμαστικές ανατινάξεις και υπόκεινται στην έγκριση της Υπηρεσίας. Τα διατρήματα της περιμετρικής ανατίναξης θα πυροδοτούνται με ελάχιστη υστέρηση μεταξύ τους, ώστε να δημιουργούν διατμητικές δυνάμεις και διαρρήξεις κατά μήκος της περιφέρειας της ανατίναξης.
- **Γραμμική διάτρηση.** Γραμμική διάτρηση θα χρησιμοποιηθεί σε ειδικές περιπτώσεις, σε περιοχές στις οποίες επιβάλλεται η ελάχιστη δυνατή διατάραξη των σχηματισμών και οι οποίες θα υποδειχθούν ειδικά και θα εγκριθούν από την Υπηρεσία. Τα διατρήματα θα έχουν διάμετρο κυμαινόμενη από σαράντα έξι (46) μέχρι εβδομήντα έξι (76) χιλιοστά, δεν θα γομώνονται, η δε απόσταση μεταξύ τους θα είναι τέτοια, ώστε να είναι δυνατός ο διαχωρισμός του πετρώματος κατά μήκος υγιούς επιφάνειας βράχου όταν γίνει η κύρια ανατίναξη, μπροστά από τη γραμμή των διατρημάτων. Ενδέχεται να απαιτηθεί η χρήση λωστών και σφηνών. Η διάμετρος, το μήκος, η θέση και η απόσταση των διατρημάτων της γραμμικής διάτρησης, υπόκεινται στην έγκριση της Διευθύνουσας Υπηρεσίας.

Οι λεπτομέρειες των μεθόδων και τα σχετικά μέσα που θα χρησιμοποιηθούν θα εγκρίνονται από τη Διευθύνουσα Υπηρεσία, η οποία έχει το δικαίωμα να απαιτήσει την εκτέλεση δοκιμαστικής ελεγχόμενης ανατίναξης, προκειμένου να επιλεγεί η βέλτιστη διαδικασία.

Για τη διαμόρφωση των μετώπων προσβολής των σήραγγων καθώς και τη διάνοιξη των πρώτων μέτρων από τα στόμια (δηλ. σε απόσταση της τάξης των δύο έως τριών διαμέτρων της σήραγγας), θα χρησιμοποιούνται μέθοδοι ελεγχόμενης ανατίναξης, εκτός αν εγκριθεί διαφορετικά από τη Διευθύνουσα Υπηρεσία.

5.5 Εκσκαφή με συνδυασμό διατρήσεων – ανατινάξεων και μηχανικών μέσων.

Η ως άνω μέθοδος αποσκοπεί στην επίτευξη εκσκαφής που το περίγραμμά της θα είναι όσο το δυνατόν πιο κανονικό και θα βρίσκεται συγχρόνως πλησιέστερα προς την προβλεπόμενη θεωρητική γραμμή εκσκαφής.

Η τεχνική της υπ' όψη μεθόδου βασίζεται στο συνδυασμό ανατινάξεων και μηχανικών μέσων για την εκτέλεση της εκσκαφής. Η βασική εκσκαφή πραγματοποιείται με λάξευση των παρειών, χρησιμοποιώντας κοπτήρες βράχου με αρθρωτή κεφαλή.

Με την παραπάνω μέθοδο ελαχιστοποιείται ή σχεδόν μηδενίζεται η υπερεκσκαφή που προκαλείται με τη μέθοδο εκσκαφής με διατρήματα - ανατινάξεις.

5.6 Εκσκαφή σε περιοχές γειτνίασης με μόνιμες κατασκευές

Οι ανατινάξεις κοντά σε μόνιμες κατασκευές θα ελέγχονται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε οι ταλαντώσεις των θεμελίων τους να μην έχουν ταχύτητα (p.p.v.) μεγαλύτερη από πενήντα (50) mm/sec για εμπορικά και βιομηχανικά κτίρια, είκοσι (20) mm/sec για κτίρια μονοκατοικιών και δέκα (10) mm/sec για ευαίσθητα σε δονήσεις κτίρια, διατηρητέα κτίρια κ.λπ., εκτός εάν προβλέπεται διαφορετικά από τη Μελέτη.

Σε περιπτώσεις που οι ανατινάξεις γίνονται πλησίον κατασκευών από νωπό σκυρόδεμα, αναφέρονται ενδεικτικά τα παρακάτω όρια της μέγιστης επιτρεπόμενης ταχύτητας ταλάντωσης:

- Μέχρι 5 ώρες μετά την σκυροδέτηση δεν τίθεται όριο.
- Μετά τις 5 ώρες από την σκυροδέτηση και μέχρις ότου το σκυρόδεμα αποκτήσει το 25% της θλιπτικής του αντοχής (περίπου 2 ημέρες), $p_{rn} = 12 \text{ mm/sec}$.
- Μέχρις ότου το σκυρόδεμα αποκτήσει το 50% της θλιπτικής του αντοχής (περίπου 4 ημέρες), $p_{rn} = 25 \text{ mm/sec}$.
- Μέχρις ότου το σκυρόδεμα αποκτήσει το 80% της θλιπτικής του αντοχής, $p_{rn} = 35 \text{ mm/sec}$.

Σε κάθε περίπτωση, εκτός εάν προβλεφθεί διαφορετικά από τη Διευθύνουσα Υπηρεσία, δεν θα επιτραπεί η χρήση εκρηκτικών σε απόσταση μικρότερη των είκοσι (20) μέτρων από άλλες υπόγειες ή υπαίθριες κατασκευές. Οι αναφερόμενοι στο παρόν εδάφιο περιορισμοί δεν εφαρμόζονται σε προσωρινώς υποστυλωμένες, γειτονικές υπόγειες διανοίξεις, στις οποίες εν γένει γίνεται αποδεκτή η εμφάνιση επιδιορθώσιμων διαρρήξεων.

Στις περιπτώσεις γειτνίασης με αρχαιολογικούς χώρους και έργα ιδιαίτερης πολιτιστικής ή/και ιστορικής σημασίας απαιτείται η σύνταξη ειδικής μελέτης ανατινάξεων, η οποία τελικώς θα καθορίζει το όριο της μέγιστης επιτρεπόμενης ταχύτητας ταλάντωσης.

Με βάση τα αποτελέσματα των μετρήσεων των δονήσεων ή μετά από παρατηρήσεις, οι μέθοδοι ανατινάξεων θα τροποποιούνται, αν κρίνεται απαραίτητο, α) για να περιοριστούν στο ελάχιστο οι διαταραχές στο περιβάλλον γεωυλικό στις γειτονικές περιοχές του έργου και β) για να αποφευχθεί τυχόν ζημία σε δημόσια ή ιδιωτική περιουσία.

Τυχόν ζημιές που θα προκληθούν στο έργο ή σε δημόσια ή ιδιωτική περιουσία από τις ανατινάξεις, θα αποκαθίστανται από τον Ανάδοχο με δικά του έξοδα.

Ο Ανάδοχος είναι υποχρεωμένος να τηρήσει τα προαναφερθέντα όρια μέγιστης επιτρεπόμενης ταχύτητας ταλάντωσης χωρίς καμία άλλη αποζημίωση πέραν της συμβατικής τιμής για τη διάνοιξη της σήραγγας.

5.7 Εκσκαφή σε περιοχές με διογκούμενους ή συνθλιβόμενους σχηματισμούς

Σε περιοχές όπου οι σχηματισμοί διέλευσης της σήραγγας παρουσιάζουν σοβαρά φαινόμενα διογκωσης, ο κατασκευαστής θα λαμβάνει κάθε δυνατό μέτρο για την αποτροπή και αντιμετώπιση φαινομένων της διογκωσης. Ενδεικτικά αλλά όχι περιοριστικά, αναφέρεται η εφαρμογή των παρακάτω μέτρων (εκτός εάν προβλέπεται διαφορετικά από την Μελέτη):

- Χρησιμοποίηση ξηρών μεθόδων διάτρησης και παραγωγής εκτοξευόμενου σκυροδέματος (ή υγρών μεθόδων με κατάλληλα όμως βελτιωτικά).
- Κατάλληλη ενίσχυση του αερισμού.
- Άμεση επίχριση/σφράγιση των επιφανειών με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα.
- Έλεγχος των ροών υπογείου και επιφανειακού νερού για την αποφυγή επαφής του με τους διογκούμενους σχηματισμούς.
- Γενικά οποιοδήποτε άλλο μέτρο το οποίο κρίνεται απαραίτητο για την αποφυγή δημιουργίας παραγόντων που θα ήταν δυνατόν να επιδεινώσουν τη συμπεριφορά του σχηματισμού ως προς τη διογκωσιμότητά του, όπως π.χ. η σωστή τήρηση του χρονισμού της τοποθέτησης των μέτρων άμεσης υποστήριξης.

Εδώ δεν θα πρέπει να γίνει σύγχυση με τους συνθλιβόμενους σχηματισμούς που εκδηλώνουν μεγάλες συγκλίσεις σε μικρής αντοχής γεωυλικά όταν ο λόγος αντοχής του γεωυλικού με τις επί τόπου αναπτυσσόμενες τάσεις είναι μικρός. Η πρόβλεψη και η αντιμετώπιση των συνθηκών συνθλιβόμενου πετρώματος δίδονται από την εγκεκριμένη Μελέτη και ελέγχονται με την παρακολούθηση των συγκλίσεων σύμφωνα με οδηγίες που περιλαμβάνονται στη Μελέτη (π.χ. άκαμπτη υποστήριξη, ή αντίθετα με ελεγχόμενη ενδοτικότητα και σύγκλιση, χρονισμοί εγκατάστασης στοιχείων υποστήριξης κ.λπ.).

5.8 Διαχείριση προϊόντων εκσκαφής

Τα κατάλληλα προϊόντα των υπογείων εκσκαφών είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή των μόνιμων έργων. Όπου είναι πρακτικά δυνατό, υλικά κατάλληλα για χρήση στην κατασκευή θα αποθεθούν χωριστά από τα ακατάλληλα προϊόντα που πρόκειται να απορριφθούν. Τα κατάλληλα υλικά εκσκαφής θα επιλέγονται, κατά το δυνατόν, κατά τη διάρκεια της εκσκαφής και θα αποτίθενται στις καθορισμένες οριστικές και εγκεκριμένες από τη Διευθύνουσα Υπηρεσία θέσεις αποθεσιοθαλάμων, ή θα αποτίθενται σε προσωρινούς χώρους αποθήκευσης, από όπου αργότερα θα μεταφέρονται στις καθορισμένες οριστικές και εγκεκριμένες θέσεις.

Τα πλεονάζοντα προϊόντα εκσκαφής που δεν θα χρησιμοποιηθούν σε μόνιμες κατασκευές θα απορριφθούν σε θέσεις σύμφωνα με την Περιβαλλοντική Μελέτη, χωρίς να επηρεάζουν τη ροή των επιφανειακών υδάτων, να δημιουργούν εμπόδια στην ομαλή ροή τους ή να δημιουργούν κίνδυνο πλημμύρας στην ευρύτερη περιοχή. Τα υλικά αυτά είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν για προσωρινές επιχώσεις εφ' όσον αυτό εγκριθεί από τη Διευθύνουσα Υπηρεσία.

Κατά την απόθεσή τους τα ως άνω προϊόντα θα διαστρώνονται, θα εξομαλύνονται και θα διαμορφώνονται, ώστε να διαμορφώνονται ευσταθή και ομοιόμορφα πρανή με κατάλληλες κλίσεις και καλαίσθητη εμφάνιση οι δε χώροι απόθεσης θα αποστραγγίζονται, ώστε να αποφεύγεται η διάβρωσή τους ή η συσσώρευση νερού.

Αν δεν γίνεται διαφορετική αναφορά στα τεύχη δημοπράτησης, η διάστρωση των υλικών στους αποθεσιοθαλάμους θα γίνεται σε στρώσεις πάχους όχι μεγαλύτερου από 1,00 m, χωρίς άλλη ιδιαίτερη συμπύκνωση πέρα από αυτή που προκαλείται από τα μηχανήματα μεταφοράς και διάστρωσης.

5.9 Αντιμετώπιση γεωλογικών καταπτώσεων (γεωλογικές υπερεκσκαφές) και ειδικών μη κανονικών καταστάσεων

Ως γεωλογικές υπερεκσκαφές ορίζονται οι γεωλογικές καταπτώσεις βραχώμαζας ή εδαφικού υλικού που εκτείνονται σε απόσταση πέραν των εβδομήντα εκατοστών (70 cm) από τη Γραμμή «Α» ή τη γραμμή «Β» οι οποίες οφείλονται αποκλειστικά σε γεωλογικά αίτια (δηλ. καταπτώσεις εξαιτίας της παρουσίας ανοικτών ασυνεχειών με δυσμενή προσανατολισμό ή της ύπαρξης λεπτών διατμημένων ζωνών κ.λπ.) και όχι σε κακοτεχνίες του Αναδόχου, παρουσιάζονται δε μόνο κατά τη διάρκεια των εργασιών υπόγειας εκσκαφής (του βήματος προχώρησης) σε πλήρως ανυποστήρικτη σήραγγα. Στην κατηγορία αυτή δεν περιλαμβάνονται οι καταπτώσεις σε περιοχές που δεν εμφανίζουν ασυνέχειες ή όπου έχουν εφαρμοσθεί πλήρως τα μέτρα άμεσης υποστήριξης ή που έχουν διαπιστωθεί κακοτεχνίες από πλευράς του Αναδόχου. Η επιλογή κατά τα ανωτέρω για το χαρακτηρισμό των υπερεκσκαφών, της γραμμής «Α» ή της γραμμής «Β» είναι δυνατότητα του Κυρίου του Έργου, υλοποιείται στη Μελέτη και τα Συμβατικά Τεύχη και δεν μπορεί να διαφοροποιείται εκτός και αν προβλέπεται στη Σύμβαση..

Μεμονωμένες γεωλογικές υπερεκσκαφές αναγνωρίζονται για πληρωμή εφόσον είναι τοπικού χαρακτήρα και συνιστούν έκτακτο και απρόβλεπτο συμβάν και τα αίτιά τους δεν ήταν δυνατόν να προβλεφθούν από τη Μελέτη και να εντοπισθούν από:

- διατρήσεις που γίνονται για τη γόμωση των εκρηκτικών,
- διατρήσεις που γίνονται για την τοποθέτηση των αγκυρίων,
- ερευνητικές διατρήσεις,
- ενδείξεις ή παρατηρήσεις προηγούμενων εκσκαφών.

Συνεχείς ή συχνές καταπτώσεις που οφείλονται ή συνδέονται άμεσα με τη γενικότερη γεωλογική και τεκτονική δομή τμήματος της περιοχής διέλευσης της σήραγγας δεν είναι δυνατό να

χαρακτηρισθούν/αιτιολογηθούν ως γεωλογικές καταπτώσεις, διότι αυτές οφείλουν να αντιμετωπίζονται είτε με ανάλογη προσαρμογή της μεθόδου εκσκαφής, είτε με εφαρμογή αντιστοίχων μέτρων υποστήριξης.

Μετά την εκδήλωση των καταπτώσεων και προκειμένου να στοιχειοθετηθεί η αναγνώριση του αιτήματος του Αναδόχου για την πληρωμή τους, θα πρέπει:

- Να ειδοποιηθεί αμέσως η Διευθύνουσα Υπηρεσία.
- Να γίνει γεωλογική χαρτογράφηση και τοπογραφική αποτύπωσή τους παρουσία και των εκπροσώπων της Διευθύνουσας Υπηρεσίας.
- Να υποβληθεί από τον Ανάδοχο στη Διευθύνουσα Υπηρεσία σχετικό γραπτό αίτημα, το οποίο θα συνοδεύεται και από πλήρη αιτιολόγηση/ τεκμηρίωση.
- Να εγκριθεί εγγράφως από τη Διευθύνουσα Υπηρεσία το προαναφερθέν αίτημα.

Επισημαίνεται ότι πριν από τη συνέχιση των εργασιών εκσκαφής της σήραγγας είναι αναγκαίο να υποβληθεί από τον Ανάδοχο και να εγκριθεί από τη Διευθύνουσα Υπηρεσία συνοπτική Τεχνική Έκθεση, στην οποία θα περιγράφεται ο τρόπος αποκατάστασης της εκδηλωθείσας κατάπτωσης και συνέχισης της εκσκαφής.

Δεν αναγνωρίζονται για πληρωμή ως γεωλογικές υπερεκσκαφές οι υπερεκσκαφές που οφείλονται σε μη έντεχνη εφαρμογή από τον Ανάδοχο της μεθόδου εκσκαφής ή σε κακοτεχνίες του, ούτε οι υπερεκσκαφές λόγω γεωλογικών συνθηκών, οι οποίες όμως οφείλονται στην μέθοδο εκσκαφής του Αναδόχου.

Ως ειδικές μη κανονικές καταστάσεις θεωρούνται περιπτώσεις κατά την υπόγεια διάνοιξη, όπως π.χ.:

- Συνάντηση εγκοίλων karst του πετρώματος.
- Συνάντηση σημαντικών ρηγμάτων. Ως τέτοια χαρακτηρίζονται κύρια ή/και ενεργά ρήγματα που μπορούν να ενεργοποιηθούν σε σεισμό δίνοντας τεκτονικές μετατοπίσεις μεγαλύτερες των 10 cm. Δεν χαρακτηρίζονται ως σημαντικά ρήγματα διακλάσεις, διαρρήξεις ή δευτερεύοντα ρήγματα.
- Τεκτονικά λατυποπαγή με χαλαρό χαρακτήρα που αποτελούνται από μεγάλα μπλοκ.
- Τεχνητά, μη προεντοπισμένα εμπόδια (π.χ. αγωγοί, υπόγειες κατασκευές κ.λπ.).
- Πολύ μεγάλης ποσότητας εισροές υπόγειου νερού με παροχή που ξεπερνά τα 100 m³/h και για μήκος τουλάχιστον 1 m κατά τη διεύθυνση του άξονα της σήραγγας.
- Μαλακή ή και υδαρής, (πολτώδης) μάζα στο πέτρωμα σε επιφάνεια μεγαλύτερη από το 20% του εμβαδού του μετώπου εκσκαφής εφόσον δεν αποτελεί διακριτό κατά μήκος της σήραγγας γεωλογικό σχηματισμό.

Κάποιες τέτοιες περιπτώσεις και σε κάποιον βαθμό ενδεχομένως μπορεί να έχουν προβλεφθεί, με τρόπους αντιμετώπισης, από τη Μελέτη. Αυτό όμως δεν είναι πάντα εφικτό και μάλιστα πλήρως. Για ορισμένες τέτοιες περιπτώσεις μπορεί να είναι δυνατό να υπάρχουν χρήσιμες προειδοποιητικές ενδείξεις μέσω πληροφοριών από προδιατρήσεις πίσω από το εκάστοτε μέτωπο εκσκαφής. Σε όλες όμως τις περιπτώσεις, η εικόνα παρουσιάζεται πληρέστερη όταν εμφανίζεται στο μέτωπο του τελευταίου βήματος εκσκαφής. Εν πάση περιπτώσει, μόλις διαπιστωθεί το πρόβλημα θα γίνουν τα ακόλουθα:

- Ανάσχεση της κανονικής διαδικασίας εκσκαφής και προόδου του έργου στη θέση που διαπιστώνεται το πρόβλημα. Ο Ανάδοχος δεν αποζημιώνεται για αργούν προσωπικό και σταλίες μηχανημάτων και εξοπλισμού μέχρι να επαναληφθεί η κανονική διαδικασία εκσκαφής.
- Ενημέρωση της Διευθύνουσας Υπηρεσίας ώστε να συμφωνηθεί από κοινού το είδος και η έκταση του προβλήματος καθώς και η διαδικασία του τρόπου αντιμετώπισης.
- Ενδεχομένως συμπληρωματικές διερευνήσεις.
- Σύνταξη ταχείας μελέτης για τον τρόπο αντιμετώπισης των ειδικών μη κανονικών καταστάσεων. Η μελέτη αυτή μπορεί να γίνει από τον ίδιο τον Ανάδοχο ή από τη Διευθύνουσα Υπηρεσία ή από Ειδικό Μελετητή. Η εφαρμογή θα γίνεται με εντολή ή/και με σύμφωνη γνώμη της Διευθύνουσας Υπηρεσίας.

5.10 Γεωλογικές χαρτογραφήσεις

Ο Ανάδοχος θα συντάξει τη γεωλογική χαρτογράφηση όλων των επιφανειών των υπόγειων εκσκαφών. Η γεωλογική χαρτογράφηση γίνεται επί συγκεκριμένου εντύπου, όπου αναγράφονται τα χαρακτηριστικά και η γεωμηχανική κατάταξη του γεωυλικού με ή χωρίς παρουσία νερού κατά περίπτωση. Το συμπληρωμένο έντυπο της χαρτογράφησης θα υποβάλλεται στη Διευθύνουσα Υπηρεσία για έγκριση. Ο Ανάδοχος θα τοποθετεί πινακίδες ανά πενήντα (50) μέτρα, στις οποίες θα αναγράφεται η χιλιομετρική θέση της διατομής της σήραγγας, με σκοπό, εκτός των άλλων, τη διευκόλυνση της αντιστοίχισης των στοιχείων των χαρτογραφήσεων με την κατά μήκος όδευση του άξονα της σήραγγας.

Ο Ανάδοχος θα προμηθεύσει όλα εκείνα τα μέσα, τον εξοπλισμό και τη βοήθεια, ώστε να υπάρχει πρόσβαση στις επιφάνειες εκσκαφής του γεωυλικού για την εκτέλεση των γεωλογικών χαρτογραφήσεων.

5.11 Συμβατικές κατηγορίες υπόγειας εκσκαφής και άμεσης υποστήριξης

Οι προβλεπόμενες στη Μελέτη συμβατικές κατηγορίες υπόγειας εκσκαφής και άμεσης υποστήριξης βασίζονται στην ποιότητα του γεωυλικού (γεωμηχανική κατάταξη), τις λοιπές τεχνικογεωλογικές συνθήκες, την παρουσία νερού, τη δυνατότητα εξόρυξης με ανατινάξεις ή μηχανικά μέσα, τη διογκωσιμότητα ή συνθλιψιμότητα του περιβάλλοντος γεωυλικού, το ύψος των υπερκειμένων, την ευστάθεια του μετώπου εκσκαφής, την ευστάθεια του βήματος εκσκαφής της ανεπένδυτης διατομής, τα αποτελέσματα των μετρήσεων σε παρόμοιες συνθήκες, τις τελικές διαστάσεις εκσκαφής κ.λπ. Οι συμβατικές κατηγορίες υπόγειας εκσκαφής και άμεσης υποστήριξης, ορίζονται σε Παράρτημα της Μελέτης με λεπτομερή απεικόνιση και περιγραφή.

Τυχόν μεταγενέστερα ή πρόσθετα μέτρα ενίσχυσης της άμεσης υποστήριξης της διατομής της σήραγγας με υλικά και μεθόδους, που πιθανόν υπερκαλύπτουν τα προβλεπόμενα για μια συμβατική κατηγορία εκσκαφής και εφαρμόζονται είτε για ενίσχυση της άμεσης υποστήριξης είτε σαν τμήμα της τελικής επένδυσης, δεν θεμελιώνουν διεκδίκηση αλλαγής της εν λόγω συμβατικής κατηγορίας για την αποζημίωση της εκσκαφής και υποστήριξης.

Τυχόν χρήση υλικών και μεθόδων υποστήριξης επί πλέον των προβλεπόμενων σε κάθε κατηγορία θα αποζημιωθεί εφόσον εγκριθεί από τη Διευθύνουσα Υπηρεσία.

Κατά τη διάρκεια των εργασιών διάνοιξης της σήραγγας, η επιλογή της κάθε συμβατικής κατηγορίας εκσκαφής και άμεσης υποστήριξης (εκ των διατομών που προβλέπονται στη Μελέτη), θα γίνεται από Ειδική Ομάδα που ορίζεται από τη Διευθύνουσα Υπηρεσία, παρουσία εξειδικευμένου και εξουσιοδοτημένου εκπροσώπου του Αναδόχου.

Μετά την επιλογή της συμβατικής κατηγορίας εκσκαφής από την ειδική ομάδα και εκπρόσωπο του Αναδόχου, ο Ανάδοχος προχωρεί άμεσα στην εφαρμογή των καθορισμένων στη Μελέτη μέτρων άμεσης υποστήριξης, τα οποία αντιστοιχούν σε αυτή την κατηγορία. Καμία καθυστέρηση στη λήψη επιτόπου αποφάσεων δεν δικαιολογείται, διότι τα μέτρα υποστήριξης πρέπει να εφαρμόζονται άμεσα στον προβλεπόμενο από τη Μελέτη χρόνο.

Σε περίπτωση διαφωνίας μεταξύ των μελών της ειδικής ομάδας και του εκπροσώπου του Αναδόχου ως προς την επιλογή της συμβατικής κατηγορίας εφαρμόζεται η εξής διαδικασία:

1. Εκτελείται δοκιμαστική διάνοιξη μήκους 8 έως 15 μέτρων, βάσει της προταθείσης από την ειδική ομάδα ή από τον Ανάδοχο συμβατικής κατηγορίας εκσκαφής και άμεσης υποστήριξης, η οποία όμως θα περιλαμβάνει τα λιγότερα ποσοτικά μέτρα άμεσης υποστήριξης.
2. Στη δοκιμαστική διάνοιξη σήραγγας, εγκαθίστανται από τον Ανάδοχο όργανα μετρήσεων της μηχανικής συμπεριφοράς του γεωυλικού, τα οποία θα παρακολουθούνται συστηματικά δύο φορές την ημέρα και θα καταγράφονται οι μετρήσεις. Από τα αποτελέσματα των μετρήσεων και με βάση τα προβλεπόμενα στη Μελέτη μεγέθη (π.χ. ρυθμός εξέλιξης συγκλίσης, σύγκλιση και παραμόρφωση), θα καθορίζεται αμετάκλητα η προς εφαρμογή κατηγορία εκσκαφής και υποστήριξης.
3. Ο συνολικός αριθμός δοκιμαστικών διανοίξεων σε μία σήραγγα δεν μπορεί να υπερβαίνει τις δύο για κάθε συμβατική κατηγορία εκσκαφής και υποστήριξης.

Σε τοπική μόνον κλίμακα, για την αντιμετώπιση ειδικών γεωλογικών/ γεωτεχνικών συνθηκών (εν δυνάμει καταπτώσεις μεγάλων όγκων), τη μείωση γεωλογικών υπερεκσκαφών κλπ., η Υπηρεσία θα εγκρίνει την εφαρμογή πρόσθετων μέτρων άμεσης υποστήριξης περιορισμένης κλίμακας.

Τα στοιχεία τα οποία θα λαμβάνονται υπόψη συνδυαστικά κατά τη λήψη των αποφάσεων ως προς την επιλογή της συμβατικής κατηγορίας εκσκαφής και άμεσης υποστήριξης είναι τα εξής:

1. Η Μελέτη της σήραγγας, η οποία περιέχει τα σχετικά κριτήρια χαρακτηρισμού των συμβατικών κατηγοριών εκσκαφής και άμεσης υποστήριξης, το σύνολο των βασικών πληροφοριών για τις αναμενόμενες γεωλογικές - γεωτεχνικές συνθήκες, το είδος, το πλήθος, τον τρόπο και το χρονισμό κατασκευής των μέτρων άμεσης υποστήριξης.
2. Τα αποτελέσματα των γεωλογικών και γεωτεχνικών ερευνητικών εργασιών που γίνονται κατά τη φάση εκσκαφής της σήραγγας (π.χ. ερευνητικές διατρήσεις προτορείας).
3. Τα στοιχεία των γεωλογικών χαρτογραφήσεων οι οποίες πρέπει να συντάσσονται σε κάθε βήμα εκσκαφής και των οποίων η ερμηνεία θα γίνεται απαραίτητως από όλους τους εμπλεκόμενους στην κατασκευή της σήραγγας.
4. Τα αποτελέσματα του προγράμματος μετρήσεων των εγκατεστημένων οργάνων.
5. Οι εμπειρίες και οι παρατηρήσεις των πεπειραμένων μελών του προσωπικού των συνεργείων διάνοιξης και άμεσης υποστήριξης, τους οποίους θα πρέπει να διαθέτει ο Ανάδοχος.

Η επιλογή της κάθε συμβατικής κατηγορίας εκσκαφής και άμεσης υποστήριξης θα γίνεται καθημερινά βάσει των επιτόπου παρατηρήσεων κατά την διάρκεια των εκσκαφών, με δυνατότητα αναπροσαρμογής της εν λόγω κατηγορίας σύμφωνα με τα προαναφερθέντα.

5.12 Τήρηση στοιχείων υπόγειων εκσκαφών

Ο Ανάδοχος τηρεί ακριβή στοιχεία για όλες τις υπόγειες εκσκαφές. Τα στοιχεία αυτά θα είναι πλήρη, ώστε να επιτρέπουν τον ακριβή σχεδιασμό, σε κάτοψη και τομή, στο γενικό δελτίο καταγραφής των στοιχείων εκσκαφής των θέσεων και των ορίων κάθε προχώρησης.

Στο τέλος κάθε βάρδιας ο Ανάδοχος θα παραδίδει στη Διευθύνουσα Υπηρεσία δύο (2) αντίγραφα των στοιχείων εκσκαφής, που καταγράφηκαν στη βάρδια αυτή. Τα στοιχεία αυτά θα καταγράφονται σε έντυπα εγκεκριμένα από τη Διευθύνουσα Υπηρεσία, και θα φέρουν τις υπογραφές των εκπροσώπων του Αναδόχου, οι οποίοι θα ελέγχουν και θα πιστοποιούν τα στοιχεία των σχετικών εντύπων στο τέλος κάθε βάρδιας, φροντίζοντας να εξασφαλιστεί ότι αυτά δεν συγκρούονται με τα στοιχεία που καταγράφηκαν στην προηγούμενη βάρδια.

Χωρίς να περιορίζεται η γενικότητα των προαναφερθέντων, οι εκθέσεις κάθε βάρδιας θα περιλαμβάνουν τα ακόλουθα στοιχεία:

1. Τη χιλιομετρική θέση στο μέτωπο κατά την έναρξη και στο τέλος κάθε βήματος προχώρησης, καθώς επίσης και τη θέση και διεύθυνση της πλευράς ή των πλευρών της προχώρησης, σε συσχετισμό με τον άξονα της σήραγγας ή με άλλη κατάλληλη γραμμή αναφοράς, στην περίπτωση που η προχώρηση δεν γίνεται μέχρι τις τελικές γραμμές της εκσκαφής.
2. Τη μεθοδολογία και τα μέσα εκσκαφής κάθε βήματος. Σε περίπτωση εκσκαφής με ανατινάξεις, τη διάταξη των διατρήσεων, τον αριθμό, τις θέσεις, το μέγεθος και το μήκος των οπών.
3. Τον τύπο και την ποσότητα των εκρηκτικών για κάθε προχώρηση, τον τύπο, τη θέση και τη διαδοχή πυροδότησης των πυροκροτητών και το χρόνο της ανατίναξης, σε περίπτωση εκσκαφής με ανατινάξεις.
4. Τον αριθμό, το μήκος, την θέση και τον τύπο των χαλύβδινων πλαισίων υποστήριξης, των δικτυωτών πλαισίων υποστήριξης και των αγκυριών που τοποθετήθηκαν, το χρόνο στον οποίο τελείωσε η εγκατάσταση κάθε αγκυρίου, καθώς και τη θέση, την έκταση και έναν ενδεικτικό αριθμό των χαλύβδινων συνδετηρίων δοκών και του μεταλλικού πλέγματος που τοποθετήθηκε. Επίσης, όλα τα στοιχεία του εκτοξευόμενου σκυροδέματος που χρησιμοποιήθηκε.

5. Την τυχόν τοποθέτηση οργάνων.
6. Τον αριθμό και τις ειδικότητες των εργαζομένων και τον αριθμό και τις κατηγορίες του εξοπλισμού που χρησιμοποιήθηκε.
7. Τον χρόνο έναρξης και αποπεράτωσης κάθε κύκλου εργασίας, δηλ. της μετακίνησης και εγκατάστασης του εξοπλισμού εκσκαφής, αερισμού, ξεσκαρώματος, της τοποθέτησης των μέτρων άμεσης υποστήριξης, της αποκομιδής των προϊόντων εκσκαφής, καθώς και το χρόνο αναμονής ή διακοπής της εργασίας.
8. Ασυνήθη περιστατικά που θα περιλαμβάνουν, ενδεικτικά και όχι περιοριστικά, καταπτώσεις γεωυλικού, παρουσία ασταθούς ή χαλαρού γεωυλικού, εισροές νερού ή αερίων κ.λπ.

Επιπλέον των ανωτέρω, ο Ανάδοχος θα καταγράφει (θα αποτυπώνει), αμέσως μετά από κάθε βήμα προχώρησης, τις διατομές εκσκαφής, ώστε να μπορούν να αξιολογηθούν οι διαδικασίες εκσκαφής, να εξακριβωθούν και να προσδιοριστούν γεωμετρικά οι προεξοχές του βράχου μέσα από τη γραμμή «Α», που θα απαιτηθεί να απομακρυνθούν, και να συγκριθούν οι γραμμές εκσκαφής που δείχνονται στα σχέδια της Μελέτης με τις πραγματικές γραμμές εκσκαφής που επιτεύχθηκαν μετά το ξεσκάρωμα. Το σύστημα καταγραφής πρέπει να είναι ικανό να καθορίζει με ακρίβεια την έκταση των εκσκαφών επί πλέον ή λιγότερο σε σχέση με τη θεωρητική διατομή της σήραγγας. Οι διατομές αυτές θα λαμβάνονται κάθετα προς τον άξονα της σήραγγας και σε αποστάσεις που δεν θα υπερβαίνουν τα δύο (2) μέτρα ή το μήκος κάθε προχώρησης, ή όπως θα εγκρίνει η Διευθύνουσα Υπηρεσία. Σταδιακά, με την πρόοδο των εργασιών και εφόσον αποδειχθεί η σταθερότητα των διαμορφουμένων διατομών σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Μελέτης, θα μπορεί να αυξηθεί η απόσταση λήψης των διατομών, όπως θα ορίσει η Διευθύνουσα Υπηρεσία.

Οι εργασίες για την αποτύπωση της διατομής εκσκαφής για κάθε προχώρηση, στα αρχικά στάδια της εργασίας, θα εκτελούνται άμεσα μετά το ξεσκάρωμα. Διαγράμματα των διατομών σε μορφή αποδεκτή από τη Διευθύνουσα Υπηρεσία θα σχεδιάζονται από τον Ανάδοχο την επόμενη ημέρα μετά την αποτύπωση. Αντίγραφα των διαγραμμάτων αυτών θα υποβάλλονται στη Διευθύνουσα Υπηρεσία για έγκριση μέσα σε δύο (2) εργάσιμες ημέρες από την εκτέλεση της αποτύπωσης.

Αδυναμία του Αναδόχου να τηρήσει τέτοια στοιχεία, όπως αναλυτικά περιγράφονται παραπάνω, αποτελεί λόγο για τη Διευθύνουσα Υπηρεσία να μην εγκρίνει για πληρωμή οποιαδήποτε πιστοποίηση που περιέχει κονδύλια σχετικά με τη διάνοιξη, ή να προβαίνει σε προσωρινή περικοπή από την αποζημίωση του Αναδόχου για την διάνοιξη της σήραγγας, μέχρι να συνταχθούν και να υποβληθούν τα στοιχεία.

6 Αποδοχή περαιωμένης εργασίας - Ανοχές

Κατά τη διάρκεια των εργασιών εκσκαφής και άμεσης υποστήριξης, ο Ανάδοχος θα φροντίζει έτσι ώστε οι διαστάσεις των πραγματοποιούμενων εκσκαφών να εξασφαλίζουν το εσωτερικό περιτύπωμα των σήραγγων, όπως αυτό προβλέπεται από τα σχέδια της Μελέτης και τη Σύμβαση, και το οποίο θα προκύψει μετά την κατασκευή της άμεσης υποστήριξης, την επισυμβείσα σύγκλιση και την τοποθέτηση της μόνιμης επένδυσης (οι διαστάσεις της άμεσης υποστήριξης και της μόνιμης επένδυσης νοούνται όπως προέκυψαν από τις αντίστοιχες διαστασιολογήσεις των μελετών). Η εξασφάλιση αυτή επιτυγχάνεται με την υλοποίηση της γραμμής ελάχιστης εκσκαφής Α στην οποία έχουν ενσωματωθεί και όλες οι αποδεκτές ανοχές όπως ορίζεται στο άρθρο 3.

Ο έλεγχος της Γραμμής «Α» θα πραγματοποιείται σε οποιαδήποτε φάση της εργασίας, αλλά θα έχει διαφορετική θεώρηση ως προς τις προβλέψεις των μεγεθών της σύγκλισης d_2 και της μετακίνησης του περιβάλλοντος γεωυλικού u . Όταν ο έλεγχος γίνεται πριν αρχίσουν τα φαινόμενα σύγκλισεων/ μετακινήσεων, υπολογίζονται ολόκληρα τα μεγέθη d_2 και u , ενώ όταν γίνεται μετά την ολοκλήρωση των σύγκλισεων/ μετακινήσεων, τα d_2 και u μηδενίζονται. Σε ενδιάμεση φάση θα γίνονται κατάλληλες εκτιμήσεις των μεγεθών d_2 και u με βάση τα αποτελέσματα των εκτελεσθεισών οργανομετρήσεων και σύμφωνα με τις εντολές της Διευθύνουσας Υπηρεσίας.

Εκτός από τις ανοχές σε κάθε διατομή της σήραγγας, θα λαμβάνονται υπόψη και οι τυχόν αποκλίσεις του άξονα της πραγματικής εκσκαφής της σήραγγας σε σχέση με τον θεωρητικό άξονα της σήραγγας, ώστε να εξασφαλισθεί η απαιτούμενη, σύμφωνα με τη Μελέτη, γεωμετρία του θεωρητικού άξονα της σήραγγας

(οριζοντιογραφικά και υψομετρικά). Μέγιστες σχετικές αποκλίσεις είναι οι ακόλουθες, εκτός εάν προβλέπεται διαφορετικά από την Μελέτη:

Για σήραγγες μήκους $L \leq 500$ m

Μέγιστη οριζοντιογραφική απόκλιση άξονα = $\pm 0,01$ m

Μέγιστη υψομετρική απόκλιση άξονα = $\pm 0,005$ m

Για σήραγγες μήκους $L \geq 1.000$ m

Μέγιστη οριζοντιογραφική απόκλιση άξονα = $\pm 0,02$ m

Μέγιστη υψομετρική απόκλιση άξονα = $\pm 0,01$ m

Για ενδιάμεσα μήκη ισχύει γραμμική παρεμβολή.

Η διαπίστωση μη συμμόρφωσης των γεωμετρικών στοιχείων κάθε διατομής με τα παραπάνω, συνεπάγεται την μη παραλαβή της εργασίας και την υποχρέωση του Αναδόχου να λάβει διορθωτικά μέτρα σύμφωνα με τις εντολές της Διευθύνουσας Υπηρεσίας.

7 Όροι και απαιτήσεις υγείας - ασφάλειας εργαζομένων και προστασίας περιβάλλοντος

7.1 Πηγές κινδύνου κατά την εκτέλεση των εργασιών.

- Καταπτώσεις γεωυλικών ή στοιχείων της άμεσης υποστήριξης
- Θόρυβος από τη λειτουργία του μηχανικού εξοπλισμού, ο οποίος αυξάνεται με την ανάκλαση στα τοιχώματα της σήραγγας
- Εργασία σε περιορισμένο χώρο, με παρουσία εμποδίων και με την υποχρέωση εξασφάλισης ασφαλών συνθηκών διακίνησης στη σήραγγα κατά τη διάρκεια της κατασκευής
- Εργασία σε περιορισμένο χώρο, μεταφοράς δια χειρός ή μηχανικών μέσων αντικειμένων μεγάλου βάρους
- Εργασία με πεπιεσμένο αέρα
- Χρήση εκρηκτικών υλών
- Εργασία σε περιβάλλον με παρουσία σκόνης, καπνού, επιβλαβών αερίων
- Ηλεκτροπληξία
- Βραχυκύκλωμα και πυρκαγιά ή επέκταση της πυρκαγιάς σε υδραυλικά λάδια
- Εργασία σε ύψος

7.2 Μέτρα υγείας - ασφάλειας

Είναι υποχρεωτική η συμμόρφωση προς τις ακόλουθες ή και άλλες ισχύουσες σχετικές διατάξεις σχετικά με την ασφάλεια και υγιεινή των εργαζομένων σε υπόγεια τεχνικά έργα:

- 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 ελαχίστων 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.252/89 “Περί υγιεινής και ασφαλείας στα υπόγεια τεχνικά έργα” (ΦΕΚ 106Β/ /2.5.89).
- ΕΛΟΤ HD 384-E2: Απαιτήσεις για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις.
- Κανονισμός Μεταλλευτικών και Λατομικών Εργασιών (ΦΕΚ 931Β/ 31.12.84).
- 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” σε συνδυασμό με την υπ’ αριθμ. 130159/7-5-97 Εγκύκλιο του Υπουργείου Εργασίας και την Εγκύκλιο 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 την χρήση από τους εργαζόμενους εξοπλισμών ατομικής προστασίας κατά την εργασία, σε συμμόρφωση προς την Οδηγία του Συμβουλίου 89/656/ΕΟΚ”.
- Π.Δ. 85/91 (ΦΕΚ 38/Α91) “Σχετικά με την προστασία των εργαζομένων από τους κινδύνους που διατρέχουν λόγω της έκθεσής τους στον 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”.

Τα χρησιμοποιούμενα εκρηκτικά και οι διαδικασίες διαχείρισής τους θα ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις του ισχύοντος νομικού και κανονιστικού πλαισίου και ειδικότερα των:

- Π.Δ. 455/95 (ΦΕΚ268Α): “Προσαρμογή της Ελληνικής Νομοθεσίας στην Οδηγία 93/15/ΕΟΚ του συμβουλίου της 5^{ης} Απριλίου 1993, σχετικά με την εμπορία και τον έλεγχο των εκρηκτικών υλών εμπορικής χρήσεως”.
- Π.Δ. 2/2006 - Τροποποίηση – συμπλήρωση των διατάξεων του π.δ 455/95 «Προσαρμογή της Ελληνικής Νομοθεσίας στην οδηγία 93/15/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 5ης Απριλίου 1993, σχετικά με την εμπορία και τον έλεγχο των εκρηκτικών υλών εμπορικής χρήσεως» (268/Α) σε συμμόρφωση προς την οδηγία 2004/57/ΕΚ της Επιτροπής της 23ης Απριλίου 2004, για την ταυτοποίηση των πυροτεχνημάτων και ορισμένων πυρομαχικών για τους σκοπούς της οδηγίας 93/15/ΕΟΚ του Συμβουλίου και προς την απόφαση Ε (2004) 1332/15-4-2004 της Επιτροπής, σχετικά με το έγγραφο ενδοκοινοτικής μεταφοράς εκρηκτικών υλών
- Υ.Α. 5905/Φ.15/839/95 (ΦΕΚ 611/Β): “Λήψη μέτρων πυροπροστασίας στις βιομηχανικές – βιοτεχνικές εγκαταστάσεις και στις αποθήκες αυτών καθώς και σε αποθήκες εύφλεκτων και εκρηκτικών υλών”.
- Υ.Α. 3329/89 (ΦΕΚ 132Β): “Κανονισμοί για την παραγωγή, αποθήκευση και διάθεση σε κατανάλωση εκρηκτικών υλών”.
- Υ.Α. Φ.28/18787/1032/00 (ΦΕΚ 1035/Β): Τροποποίηση της κοινής Υ.Α. 3329/89 (ΦΕΚ 132Β) “Κανονισμοί για την παραγωγή, αποθήκευση και διάθεση σε κατανάλωση εκρηκτικών υλών.”
- Ν. 2168/93 (ΦΕΚ 147Α): “Ρύθμιση θεμάτων που αφορούν σε όπλα, πυρομαχικά, εκρηκτικές ύλες, εκρηκτικούς μηχανισμούς και άλλες διατάξεις”.
- Υ.Α. 3009/2/21-γ/94 (ΦΕΚ 301Β): “Όροι, προϋποθέσεις και διαδικασία εκδόσεως αδείας διαμετακόμισης όπλων, πυρομαχικών, εκρηκτικών υλών και λοιπών αντικειμένων καθώς και ασφαλούς πραγματοποίησης αυτής”.

Όλες οι εκρηκτικές ύλες που χρησιμοποιούνται θα ικανοποιούν τις απαιτήσεις των ανωτέρω νομικών κειμένων και θα φέρουν τις απαραίτητες και προβλεπόμενες σημάνσεις.

Η διαχείριση των εκρηκτικών υλών θα γίνεται από άτομα που κατέχουν την ειδική άδεια σύμφωνα με την Υ.Α. 2254/230/Φ.6.9/94 (ΦΕΚ 73Β): “Προϋποθέσεις, διαδικασία και τα απαιτούμενα δικαιολογητικά για την χορήγηση άδειας γομωτή και πυροδότη διατρημάτων με εκρηκτικές ύλες”, όπως τροποποιήθηκε με τις Υ.Α. Φ.6.9/13370/1560/1995 (ΦΕΚ 677/Β/31-7-95) και Υ.Α. Φ.6.9/25068/1183/1996 (ΦΕΚ 1035/Β/15-11-1996)

Υποχρεωτική επίσης είναι η χρήση μέσων ατομικής προστασίας (ΜΑΠ) κατά την εκτέλεση των εργασιών. Οι ελάχιστες απαιτήσεις είναι οι εξής (σε ότι αφορά τα ΜΑΠ της αναπνοής η επιλογή θα γίνεται με βάση τις αναμενόμενες ή επικρατούσες περιβαλλοντικές συνθήκες):

Πίνακας 1 - 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
Προστασία της αναπνοής	ΕΛΟΤ EN 136 E2
Προστασία της αναπνοής	ΕΛΟΤ EN 140 E2
Προστασία της αναπνοής	ΕΛΟΤ EN 143/A1
Προστασία της αναπνοής	ΕΛΟΤ EN 149 E2 + AC
Προστασία της αναπνοής	ΕΛΟΤ EN 405 E2
Προστασία της ακοής	ΕΛΟΤ EN 352.01 E2
Προστασία της ακοής	ΕΛΟΤ EN 352.02 E2
Προστασία της ακοής	ΕΛΟΤ EN 352.03 E2
Προστασία της ακοής	ΕΛΟΤ EN 352.04

8 Τρόπος επιμέτρησης εργασιών

Η επιμέτρηση, όταν απαιτείται, γίνεται ως εξής:

8.1 Εκσκαφή σήραγγας.

Α. Η επιμέτρηση εκσκαφής της σήραγγας θα γίνεται σε κυβικά μέτρα (προ της εκσκαφής του γεωυλικού) της αντίστοιχης συμβατικής κατηγορίας, όπως αυτή προβλέπεται στη Μελέτη. Για λόγους επιμέτρησης, σαν αρχή και τέλος της σήραγγας θεωρείται το σημείο εκείνο, όπου τουλάχιστον το μέσον του ύψους στον άξονα της διατομής είναι μέσα στο ανάγλυφο του στομίου.

Η επιμέτρηση της εκσκαφής της σήραγγας καθορίζεται με τις ακόλουθες διακριτοποιήσεις:

- Αναλόγως της κατηγορίας του γεωυλικού. Η διάκριση γίνεται με βάση την κατηγοριοποίηση των τεχνικογεωλογικών ενοτήτων και των ζωνών ομοιογενούς συμπεριφοράς της Μελέτης (Γενικά στα σκληρά πετρώματα υπάρχουν μεγαλύτερες απαιτήσεις στην εκσκαφή αλλά μικρότερες για την υποστήριξη ενώ οι σχετικώς μικρότερες απαιτήσεις εκσκαφής στα μαλακά πετρώματα συνοδεύονται με μεγαλύτερες για την υποστήριξη.)

- ii. Συναρτήσσει του μεγέθους της διατομής ολικής εκσκαφής της σήραγγας. Προβλέπεται διακριτοποίηση της επιμέτρησης σε σήραγγες με εμβαδόν διατομής μικρότερο των 15 m^2 , σε σήραγγες με εμβαδόν μεταξύ 15 και 40 m^2 και σε σήραγγες με εμβαδόν μεγαλύτερο των 40 m^2 . (Για διατομές ολικής εκσκαφής με πλάτος ή/και ύψους μικρότερο από $4,0 \text{ m}$, οι δυσκολίες εκσκαφής είναι μεγαλύτερες λόγω περιορισμένου χώρου στη διακίνηση του εξοπλισμού)
- iii. Η εκσκαφή της συνολικής διατομής της σήραγγας όταν υλοποιείται σε φάσεις (εκσκαφή θόλου ή τμημάτων του και εν συνεχεία εκβαθύνσεων υπό μορφή βαθμίδων) επιμετρώνται σε ενιαία διατομή για λόγους απλοποίησης της διαδικασίας επιμέτρησης. Στις περιπτώσεις που στα πλαίσια της σύμβασης εκτελείται εκσκαφή μίας μόνο φάσης, η επιμέτρηση θα διακρίνει αυτή την εκσκαφή. {Ενδεικτικά οι δυσκολίες είναι αυξημένες εάν εκσκάπτεται μόνον ο θόλος (εκσκαφή οριζοντίως διεξαγόμενη εάν εκσκάπτεται μόνον ο θόλος ή εκσκάπτεται υποχρεωτικώς η διατομή σε μία μόνον ενιαία φάση). ενώ θα είναι μειωμένες εάν εκσκάπτεται μόνον εκβάθυνση (όταν έχει προηγηθεί με άλλη σύμβαση ο θόλος)}.
- iv. Ειδικές εκσκαφές μικρού πλάτους (μικρότερου ή ίσου των $3,0 \text{ m}$) όπως π.χ. φρέατα, τάφροι, εσοχές ή θάλαμοι.
- v. Ειδικές περιπτώσεις υπογείων διανοίξεων με ιδιαίτερη δυσκολία όπως μεγάλων διαστάσεων θάλαμοι, υπόγειες αίθουσες κ.λπ.

Η επιμέτρηση της εργασίας εκσκαφής της σήραγγας θα γίνεται σε κυβικά μέτρα (m^3) εκσκαπτόμενου υλικού, στο όριο το οποίο θα καθορίζεται ως εξής (εναλλακτικά, ένας από τους δύο ακόλουθους τρόπους, της επιλογής της Υπηρεσίας στα συμβατικά τεύχη):

A. Στη Γραμμή «Α».

B. Στη «Γραμμή Επιμέτρησης Γ», η οποία θα απέχει απόσταση ίση με $d_0/2$ από την Γραμμή «Α» προς τη Γραμμή «Β» (δηλαδή βρίσκεται στη μέση απόσταση των γραμμών «Α» και «Β»).

Επισημαίνεται ότι η επιλογή ενός από τους ανωτέρω δύο τρόπους συνεπάγεται αντίστοιχη επιλογή στην επιμέτρηση του εκτοξευόμενου σκυροδέματος. Τονίζεται ότι οι τυχόν επί πλέον των ανωτέρω ορίων ποσότητες της εργασίας εκσκαφής της σήραγγας δεν θα επιμετρώνται.

Επισημαίνεται επίσης ότι:

- στον πυθμένα των διατομών (προσωρινό ή τελικό δάπεδο) της σήραγγας,
- στην περιοχή της διατομής όπου κατασκευάζονται δοκοί προπορείας βαρέως τύπου,

οι γραμμές «Α» και «Β» συμπίπτουν εκτός εάν προβλέπεται διαφορετικά από τη Μελέτη.

Στις παρείς, κατά την εκβάθυνση της σήραγγας μετά την εκσκαφή του θόλου, η απόσταση των γραμμών «Α» «Β» μπορεί να ορίζεται από τη Μελέτη στο 50% εκείνης του θόλου.

Η επιμέτρηση θα γίνεται ανά συμβατική κατηγορία στην οποία έχει καταταχθεί το κάθε τμήμα της σήραγγας. Διευκρινίζεται ότι η κατάταξη κάθε διατομής σε συμβατική κατηγορία εκσκαφής αφορά σε ολόκληρη την διατομή και δεν επιτρέπεται να κατατάσσεται ένα ποσοστό αυτής σε μία συμβατική κατηγορία και το υπόλοιπο σε μία άλλη.

Όλες οι εργασίες για την κατασκευή των διευρύνσεων, δόδων διαφυγής, εγκαρσίων συνδέσεων κ.λπ. θα αποζημιώνονται με την ίδια τιμή μονάδας της αντίστοιχης συμβατικής κατηγορίας.

Η μεταφορά των προϊόντων εκσκαφής σε απόσταση μεγαλύτερη των 50 m από το στόμιο της σήραγγας, για την οποία απαιτείται σύμφωνη γνώμη ή εντολή της Διευθύνουσας Υπηρεσίας, επιμετρώνται σε κυβοχιλιόμετρα, για την επιπλέον απόσταση της νέας θέσης από τη συμβατική (50 m από το στόμιο της σήραγγας). Εναλλακτικά και αν ορίζεται στα λοιπά τεύχη δημοπράτησης, στην παραπάνω μονάδα μέτρησης ανάγονται οι εργασίες των Προδιαγραφών ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-12-01-01-00, ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-12-01-02-00 και ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-12-02-02-00

Δεν επιμετρώνται χωριστά, διότι είναι ενσωματωμένες, όλες οι επιμέρους εργασίες υπόγειας εκσκαφής, φόρτωσης, μεταφοράς εκτός σήραγγας, σε απόσταση 50 m από το στόμιο της, και απόθεσης των προϊόντων

εκσκαφής, η διάθεση της απαραίτητης ενέργειας, το προσωπικό και ο απαιτούμενος μηχανικός εξοπλισμός καθώς και το αργούν προσωπικό και κάθε είδους σταλίες ολόκληρου του εξοπλισμού εκσκαφής, φόρτωσης, μεταφοράς, διάστρωσης και εφαρμογής των μέτρων άμεσης υποστήριξης, τα πάσης φύσεως υλικά και εξοπλισμός, καθώς και κάθε άλλη συμπαρομαρτούσα δράση απαιτούμενη για την πλήρη και έντεχνη κατά τα ανωτέρω εκσκαφή σήραγγων με συμβατικά μέσα. Ειδικότερα (ενδεικτικά αλλά όχι περιοριστικά), δεν επιμετρώνται χωριστά τα παρακάτω:

- Η προμήθεια των απαραίτητων εκρηκτικών και σχετιζόμενων υλικών και εξαρτημάτων
- Η διαχείριση αυτών και η χρησιμοποίησή τους στο έργο σύμφωνα με τις προβλέψεις της παρούσας
- Οι εργασίες διάτρησης των κύριων διατρημάτων. Οι περιμετρικές οπές θα επιμετρώνται κατά την πρόβλεψη της παρ.8.3
- Οι εργασίες φόρτωσης και μεταφοράς εκτός σήραγγας, σε απόσταση 50 m από το στόμιό της, και απόθεσης των προϊόντων εκσκαφής
- Οι εργασίες ξεσκάρωματος της διατομής
- Η απόσβεση και οι σταλίες του εξοπλισμού και το τυχόν αργούν προσωπικό
- Η πραγματοποίηση όλων των απαιτούμενων καταγραφών, ελέγχων, οι εργασίες μετρήσεων συγκέντρωσης αερίων (προμήθεια και χρήση απαιτούμενων οργάνων, απασχόληση για την καταγραφή και παρουσίαση των μετρήσεων) 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.
- Η διαμόρφωση των προσωρινών αποθέσεων, η διάστρωση και συμπύκνωση των προϊόντων στις τελικές τους θέσεις

Β. Εναλλακτικά, αν ορίζεται στα λοιπά τεύχη δημοπράτησης, η επιμέτρηση όλων των ανωτέρω και επί πλέον των μέτρων άμεσης υποστήριξης θα γίνεται σε τρέχοντα μέτρα μήκους σήραγγας ανάλογα με την κατηγορία της διατομής της, και στη μονάδα μέτρησης ανάγονται και οι εργασίες άμεσης υποστήριξης, δηλαδή πλαίσια, εκτοξευόμενο σκυρόδεμα, αγκύρια, δοκοί προπορείας, και πλέγματα.

8.2 Γεωλογικές καταπτώσεις (γεωλογικές υπερεκσκαφές) και περιπτώσεις ειδικών μη κανονικών καταστάσεων.

Η επιμέτρηση θα γίνεται σε κυβικά μέτρα υπερεκσκαφής με μέτρηση του όγκου του γεωυλικού προ της κατάπτωσής του, σύμφωνα με σχετικό πρωτόκολλο που θα συντάσσεται, και στο οποίο θα αναφέρονται οι λόγοι και οι παράγοντες που συνετέλεσαν στην κατάπτωση και ως εκ τούτου θα τεκμηριώνεται η επιμέτρηση των εν λόγω προϊόντων. Στο πρωτόκολλο θα φαίνονται η θέση και οι ακριβείς διαστάσεις της κατάπτωσης και θα υπολογίζεται ο όγκος της προ της κατάπτωσης.

Η αιτιολογημένη υπερεκσκαφή, εξαιτίας των συντελεσθεισών καταπτώσεων λόγω γεωλογικών αιτιών, θα επιμετράται μόνον εφόσον εκτείνεται τουλάχιστον 70 cm πέραν της γραμμής «Α» ή της γραμμής «Β», και σύμφωνα με όσα αναφέρονται προηγουμένως παραπάνω και στην παρ. 5.8. Σε αυτές τις περιπτώσεις ο όγκος της πρόσθετης εκσκαφής επιμετράται σε όλο το τμήμα του πέραν της γραμμής «Α» ή της γραμμής «Β».

Δεν επιμετρώνται χωριστά, διότι είναι ενσωματωμένες, όλες οι επιμέρους εργασίες, φόρτωσης, μεταφοράς εκτός σήραγγας, και απόθεσης των προϊόντων εκσκαφής, η διάθεση της απαραίτητης ενέργειας, το προσωπικό και ο απαιτούμενος μηχανικός εξοπλισμός καθώς και το αργούν προσωπικό και κάθε είδους σταλίες ολόκληρου του εξοπλισμού εκσκαφής, φόρτωσης, μεταφοράς, διάστρωσης και εφαρμογής των μέτρων άμεσης υποστήριξης, τα πάσης φύσεως υλικά και εξοπλισμός, καθώς και κάθε άλλη συμπαρομαρτούσα δράση απαιτούμενη για την πλήρη και έντεχνη κατά τα ανωτέρω διαχείριση των αιτιολογημένων υπερεκσκαφών. Ειδικότερα (ενδεικτικά αλλά όχι περιοριστικά), δεν επιμετρώνται χωριστά τα παρακάτω:

- Οι εργασίες φόρτωσης και μεταφοράς και απόθεσης των προϊόντων εκσκαφής
- Οι εργασίες τυχόν προσωρινών αποθέσεων και οι ενδιάμεσες φορτοεκφορτώσεις και μεταφορές

- Οι εργασίες ξεσκαρώματος της περιοχής της διατομής που εντοπίζονται οι υπερεκσκαφές
- Η απόσβεση και οι σταλίες του εξοπλισμού και το τυχόν αργούν προσωπικό
- Η πραγματοποίηση όλων των απαιτούμενων καταγραφών, ελέγχων, 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.
- Η διαμόρφωση των προσωρινών αποθέσεων, η διάστρωση και συμπύκνωση των προϊόντων στις τελικές τους θέσεις

Στην περίπτωση εμφάνισης ειδικών μη κανονικών καταστάσεων που έχουν περιγραφεί στην § 5.8, για την επιμέτρηση της εκσκαφής ισχύουν τα ακόλουθα:

- α) Όταν απαιτούνται πρόσθετες ειδικές, μικρού πλάτους ή ύψους εκσκαφές, αυτές επιμετρώνται ως ειδικές εκσκαφές.
- β) Αργία του εξοπλισμού και του προσωπικού εκσκαφών κατά τη διάρκεια των ενεργειών αντιμετώπισης του προβλήματος δεν επιμετρώνται.
- γ) Εργασίες διερεύνησης και εφαρμογής προσθέτων μέσων αντιμετώπισης και ενίσχυσης, επιμετρώνται με τις αντίστοιχες των εργασιών αυτών Προδιαγραφές, βάσει των πραγματικών, αποδεκτών από τη Διευθύνουσα Υπηρεσία ποσοτήτων.

8.3 Ελεγχόμενη ανατίναξη.

A. Η επιμέτρηση των εργασιών της περιμετρικής ανατίναξης και της γραμμικής διάτρησης θα γίνονται ανά μέτρο μήκους διατρήματος όλων των περιμετρικών οπών.

Δεν επιμετρώνται χωριστά, διότι είναι ενσωματωμένες, όλες οι επιμέρους εργασίες της υπόγειας διάτρησης, η διάθεση της απαραίτητης ενέργειας, το προσωπικό και ο απαιτούμενος μηχανικός εξοπλισμός καθώς και το αργούν προσωπικό και κάθε είδους μεταφορές και σταλίες ολόκληρου του εξοπλισμού εκσκαφής, φόρτωσης, μεταφοράς, διάστρωσης και εφαρμογής των μέτρων άμεσης υποστήριξης, τα πάσης φύσεως υλικά και εξοπλισμός, καθώς και κάθε άλλη συμπαραγοματούσα δράση απαιτούμενη για την πλήρη και έντεχνη κατά τα ανωτέρω περιμετρική ανατίναξη και γραμμική διάτρηση σήραγγων με συμβατικά μέσα. Ειδικότερα (ενδεικτικά αλλά όχι περιοριστικά), δεν επιμετρώνται χωριστά τα παρακάτω:

- Η προμήθεια των απαραίτητων εκρηκτικών και σχετιζόμενων υλικών και εξαρτημάτων (όπου απαιτούνται)
- Η διαχείριση αυτών και η χρησιμοποίησή τους στο έργο σύμφωνα με τις προβλέψεις της παρούσας
- Οι εργασίες διάτρησης των περιμετρικών οπών
- Η απόσβεση και οι σταλίες του εξοπλισμού και το τυχόν αργούν προσωπικό
- Η πραγματοποίηση όλων των απαιτούμενων καταγραφών, ελέγχων, 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.

B. Εναλλακτικά δεν θα επιμετρώνται χωριστά οι εργασίες της περιμετρικής ανατίναξης και της γραμμικής διάτρησης, διότι είναι ενσωματωμένες στην επιμέτρηση της εκσκαφής της σήραγγας της παρ. 8.1

8.4 Ειδικόι τρόποι εκσκαφής.

Εάν επιβάλλεται για οποιοδήποτε λόγο, με εντολή ή/και με σύμφωνη γνώμη της Διευθύνουσας Υπηρεσίας, η εφαρμογή ειδικών τρόπων εκσκαφής όπως είναι:

- α) εκσκαφή χωρίς χρήση εκρηκτικών, ενώ το είδος του πετρώματος καθιστά συμφέρουσα ή καταλληλότερη τη χρήση εκρηκτικών,

β) συμπλήρωση της εκσκαφής, που γίνεται στο κύριο (πάνω από 80%) μέρος της διατομής, με εκρηκτικά, δια μηχανικών μέσων (σφύρα, φρέζα κ.λπ.) για εξομάλυνση επιφανειών ή για περιορισμό των διαταράξεων,

τότε η εκσκαφή επιμετράται ιδιαίτερα σε κυβικά μέτρα για το σύνολο της εκσκαπτόμενης διατομής και κατά τα λοιπά περιλαμβάνοντας όλα τα καθοριζόμενα στην παρ. 8.1, εκτός αν άλλως ορίζεται από τα λοιπά τεύχη δημοπράτησης.

