



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΜΠΣ: «Αντισεισμική και Ενεργειακή Αναβάθμιση Κατασκευών και Αειφόρος Ανάπτυξη»



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΤΙΤΛΟ:

«ΑΝΑΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΛΙΘΟΚΤΙΣΤΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΣΗΡΑΓΓΑΣ – ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΕΥΡΥΝΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ»

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΚΑΛΤΣΗΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Δρ. ΚΥΡΙΑΖΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ

ΑΘΗΝΑ, ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2019

Περιεχόμενα

Εισαγωγή.....	5
1 ^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ.....	6
Τεχνικές διάνοιξης σηράγγων – Εξόρυξη – Μέθοδοι Εκσκαφής.....	6
Εισαγωγή.....	7
1.1 Γενικά.....	7
1.2 Εκσκαφή με Μηχανικά Μέσα.....	8
1.3 Εκσκαφή με Ανατινάξεις.....	8
1.3.1 Γενικά.....	8
1.3.2 Εκσκαφή με Συνδυασμό Ανατινάξεων - Μηχανικών Μέσων.....	9
1.3.3 Μέθοδοι Ελεγχόμενης Ανατίναξης - Ελαχιστοποίηση Διαταραχής Πετρώματος - Μείωση Υπερεκσκαφών.....	9
1.4 Διαστάσεις Εκσκαφής - Ανοχές Ασφαλείας.....	10
1.4.1 Διαστάσεις εκσκαφής.....	10
1.5 Φάσεις Εκσκαφής.....	12
1.5.1 Γενικά.....	12
1.5.2 Λεπτομέρειες για τις Φάσεις Εκσκαφών.....	13
1.6 Αντιμετώπιση Δυσχερών Περιοχών - Γεωλογικές Καταπτώσεις.....	14
1.7 Μέτρα ασφάλειας - Ζημιές.....	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο	17
Γεωτεχνικός Σχεδιασμός Σηράγγων.....	17
Εισαγωγή.....	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο	20
Μέτρα Άμεσης Υποστήριξης.....	20
Εισαγωγή.....	21
Άμεση Υποστήριξη.....	22
3.1 Έλεγχος Χαλαρών Υλικών.....	22
3.2 Μέτρα Άμεσης Υποστήριξης.....	22
3.3 Επιλογή Μέσων Άμεσης Υποστήριξης.....	23
3.3.1 Γενικά.....	23
3.3.2 Μέθοδοι Επιλογής Μέτρων Άμεσης Υποστήριξης.....	24

3.4 Τρόπος, Φάσεις και Χρόνος Εφαρμογής των Μέσων Άμεσης Υποστήριξης στις Διάφορες Κατηγορίες Εδάφους	25
3.4.1 Αλληλουχία Εργασιών Υποστήριξης.....	25
3.5 Συμπληρωματική Ενίσχυση Άμεσης Υποστήριξης	26
3.6 Προενίσχυση Πετρώματος ή και Προήγηση Στοιχείων Άμεσης Υποστήριξης	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ^ο	28
Εξειδίκευση στο έργο	28
Εισαγωγή	29
4.1 Γενικά στοιχεία	30
4.2 Τεχνικογεωλογικές συνθήκες.....	34
4.2.1 Αξιολόγηση Εδαφοτεχνικών Ερευνών	34
4.2.2 Υδρογεωλογία	35
4.2.3 Περιγραφή κατά μήκος της σήραγγας	35
4.2.4 Αξιολόγηση αποτελεσμάτων γεωτεχνικής έρευνας	38
4.3 Αποστράγγιση και στεγανοποίηση σηράγγων.....	41
Γενικά.....	41
4.3.1 Παράγοντες που Επηρεάζουν τις Εργασίες Στεγάνωσης.....	41
4.3.2 Απαιτήσεις Στεγάνωσης του Παρόντος Εργου.....	41
4.3.3 Υδρομαστευτική στρώση - Στεγανωτική μεμβράνη - Υλικά.....	41
4.3.4 Απαιτήσεις για την Κατασκευή της Στεγάνωσης	42
4.3.5 Απαιτήσεις για την Κατασκευή της Υδρομαστευτικής Στρώσης.....	43
4.3.6 Στεγανωτική Μεμβράνη	45
4.3.7 Έλεγχος Νερών - Μεθοδολογία Κατασκευής - Αλληλουχία Εργασιών	47
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ^ο	51
Ειδικές κατασκευαστικές εφαρμογές - Λεπτομέρειες συνδέσεων.....	51
5.1 Κατασκευαστικοί αρμοί	52
5.2 Στεγάνωση μετώπων εισόδων	52
5.3 Διελεύσεις στοιχείων διαμέσου της μεμβράνης	52
5.4 Γενικές συνθήκες εργοταξίου.....	53
Ποιοτικός έλεγχος	53
Εκτέλεση και παραλαβή εργασιών στεγάνωσης	54

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6ο	55
Διερευνήσεις και εξετάσεις κατά τη διάνοιξη – μετρήσεις κατά τη διάνοιξη και άμεση υποστήριξη	55
Εισαγωγή	56
6.1 Γενικά.....	56
6.2 Μετρήσεις κατά τη Διάνοιξη και Άμεση Υποστήριξη.....	57
6.3 Έλεγχος Εδαφικών Συνθηκών κατά τη Διάνοιξη	58
6.4 Ποιοτικός Έλεγχος Υλικών	59
Γενική Προδιαγραφή Σηράγγων (Γ.Π.Σ.) που κατασκευάζονται με υπόγεια διάνοιξη.....	60
Στην προδιαγραφή αυτή, περιέχονται:.....	60
6.5 Διερευνήσεις και εξετάσεις κατά τη διάνοιξη – μετρήσεις κατά τη διάνοιξη και άμεση υποστήριξη	61
6.5.1 Εισαγωγή	61
6.5.2 Γενικά.....	61
6.5.3 Μετρήσεις κατά τη Διάνοιξη και Άμεση Υποστήριξη.....	62
6.5.4 Έλεγχος Εδαφικών Συνθηκών κατά τη Διάνοιξη	63
6.5.5 Ποιοτικός Έλεγχος Υλικών	64
6.6 Μετρήσεις μετά την τελική επένδυση στη σήραγγα και στα στόμια αυτής	65
6.7 Αποκομιδή υλικών.....	66
6.8 Αερισμός – Φωτισμός κατά τη διάνοιξη	66
6.8.1 Αερισμός Σηράγγων κατά τη Διάνοιξη	67
6.8.1.1 Γενικά.....	67
6.8.1.2 Εκσκαφή με Συμβατικά Μέσα (Διάνοιξη-Ανατίναξη)	68
6.8.1.3 Εκσκαφή με Μηχανικά Μέσα.....	69
6.8.2 Φωτισμός Σηράγγων και Πέριξ Χώρων	70
6.8.2.1 Εξωτερικός Φωτισμός Σηράγγων	70
6.8.2.2 Εσωτερικός Φωτισμός Σηράγγων.....	70
6.9 Έλεγχος νερών κατά τη διάνοιξη.....	71
6.9.1 Γενικά.....	71
6.9.2 Χρήση αντλήσεων.....	71
6.9.3 Αποδέκτης των νερών της σήραγγας	71
6.9.4 Μέτρηση παροχής νερού	72
6.10 Μέτρα ασφαλείας κατά την κατασκευή	72

6.10.1 Μέτρα Ασφαλείας Προσωπικού - Γενικά Μέτρα.....	72
6.10.1.1 Γενικές Υποχρεώσεις Αναδόχου.....	72
6.10.1.2 Ομάδα Έκτακτης Επέμβασης.....	73
6.10.1.3 Τηλεφωνικές Συνδέσεις.....	73
6.10.1.4 Μέτρα Πυρασφάλειας.....	73
6.10.1.5 Εξοπλισμός Παροχής Πρώτων Βοηθειών.....	74
6.10.2 Αντιμετώπιση Αερίων.....	74
6.10.2.1 Έλεγχος Σκόνης και Πυριτίου.....	74
6.10.2.2 Δηλητηριώδη Αέρια.....	75
6.10.3 Ετοιμότητα Εφεδρικών Υλικών και Μηχανημάτων.....	76
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 ^ο	78
Εφαρμογή στο έργο.....	78
7.1 Τεχνική Περιγραφή.....	79
7.2 Περιγραφή Έργου.....	80
7.2.1 Γενικά.....	80
7.3 Σήραγγα.....	81
7.3.1 Γενικά.....	81
7.3.2 Φάσεις κατασκευής σήραγγας.....	81
Τοίχος αντιστήριξης.....	84
7.3.3 Υλικά κατασκευής.....	85
7.3.4 Ενόργανη Παρακολούθηση.....	86
7.4 Μέθοδος αποκατάστασης σήραγγας.....	87
7.4.1 Σήραγγα ανόδου.....	87
7.4.1.1 Γενικά.....	87
7.4.1.2 Περιγραφή επιλεγείσας λύσης.....	88
Συμπεράσματα.....	116
Βιβλιογραφία.....	117

Εισαγωγή.

Η παρούσα διπλωματική εργασία με τίτλο «Ανακατασκευή υφιστάμενης λιθόκτιστης σιδηροδρομικής σήραγγας – ενίσχυση και διεύρυνση της διατομής» μελετά τις τεχνικές διάνοιξης σιδηροδρόμων και τους τρόπους κατασκευής τους, βάση των γεωλογικών δεδομένων του εδάφους τις περιοχής που κατασκευάζεται η εκάστοτε σήραγγα.

Η πρωτοτυπία της συγκεκριμένης εργασίας είναι ότι μελετά πιο συγκεκριμένα την ανακατασκευή μιας υφιστάμενης σήραγγας εξαιτίας βλαβών που προέκυψαν στην λιθοδομή, που αποτελεί το φορέα μόνιμης επένδυσης της και διεύρυνση της διατομής της, ώστε να είναι σύμφωνη με τα νέα πρότυπα που ισχύουν για σιδηροδρομική γραμμή ταχύτητας έως 120km/h.

1° ΚΕΦΑΛΑΙΟ

Τεχνικές διάνοιξης σηράγγων – Εξόρυξη – Μέθοδοι Εκσκαφής.

Εισαγωγή

- Μέθοδος Ανοικτού Ορύγματος (Cut and Cover) . Η μέθοδος του ανοικτού ορύγματος επιτυγχάνεται αρχικώς με επιφανειακή εκσκαφή (cut) και εν συνεχεία με επανεπίχωση (cover).
- Μέθοδος Επικάλυψης – Εκσκαφής (Cover and Cut). Πρόκειται για παραλλαγή της μεθόδου Ανοικτού Ορύγματος όπου κατασκευάζεται η πλάκα οροφής της σήραγγας και οι λοιπές εργασίες πραγματοποιούνται υπογείως.
- Μέθοδος NATM.
- Μηχανές ολομέτωπης διάνοιξης(TBM)

Η πρώτη και η δεύτερη μέθοδος εφαρμόζονται σε περιπτώσεις μικρού ή μεσαίου βάθους και κατασκευάζονται συνήθως σε εδάφη όπως διάφοροι εδαφικοί σχηματισμοί ή σε μαλακούς βράχους, ενώ η τρίτη και τέταρτη μέθοδος κατασκευής σιηράγγων χρησιμοποιούνται κυρίως σε αστικές περιοχές λόγω των μικρότερων επιδράσεων – οχλήσεων που προκαλεί στο κυκλοφοριακό δίκτυο και στην καθημερινή ζωή των πολιτών. Αυτές εφαρμόζονται στους περισσότερους τύπους εδαφών όταν το βάθος εκσκαφής είναι σημαντικό και σχεδόν πάντοτε όταν η διάνοιξη πραγματοποιείται σε βραχώδες υλικό.

1.1 Γενικά

Η επιλογή της μεθόδου διάνοιξης των σιηράγγων, δηλαδή εκσκαφή με ανατινάξεις ή με μηχανικά μέσα, εκσκαφή ολόκληρης της διατομής σε μια φάση ή σε περισσότερες και με προήγηση, δείχνονται στην εγκεκριμένη μελέτη και μετά από έλεγχο των γεωτεχνικών παραμέτρων.

Ο Ανάδοχος οφείλει, με βάση τα γεωλογικά και γεωτεχνικά στοιχεία να πραγματοποιήσει τις αναγκαίες έρευνες και ελέγχους στην περιοχή των σιηράγγων, τις υφιστάμενες επί τόπου συνθήκες και ανάλογα με την εμπειρία, που διαθέτει από την εκτέλεση άλλων παρεμφερών έργων και σύμφωνα με τις εφαρμοζόμενες σήμερα τεχνικές, να υποβάλει στην Υπηρεσία, για έγκριση, λεπτομερή παρουσίαση της μεθόδου ή των μεθόδων εκσκαφής, που επέλεξε και τον εξοπλισμό και τα μέσα που προτίθεται να χρησιμοποιήσει. Η υποβολή της πρότασης αυτής και η έγκριση από την Υπηρεσία αποτελεί προϋπόθεση για την έναρξη των εκσκαφών και δεν απαλλάσσει τον Ανάδοχο από τις πλήρεις συμβατικές ευθύνες και υποχρεώσεις του, δεδομένου ότι για την ανάληψη του έργου διαθέτει τα μέσα και την εμπειρία για την εκτέλεσή του.

Η επιλογή του αναγκαίου εξοπλισμού αποτελεί αποκλειστική ευθύνη του Αναδόχου. Εάν ο εξοπλισμός και η μέθοδος εκσκαφής, που επιλέχθηκαν από τον Ανάδοχο, δεν δύνανται να εφαρμοστούν σε όλο το μήκος ή σε ορισμένα τμήματα των σιηράγγων, ο Ανάδοχος δεν δικαιούται πρόσθετης αποζημίωσης σε σχέση με την προσφορά του.

Γενικότερα τονίζεται ότι όλες οι δαπάνες, που οφείλονται ή συνδέονται γενικά με αλλαγές της μεθόδου εκσκαφής, που επέλεξε ο Ανάδοχος (απομάκρυνση εξοπλισμού, προσκόμιση νέου εξοπλισμού, καθυστερήσεις, ημιαπασχόληση ή ημεραργίες προσωπικού και μηχανημάτων κλπ.), λόγω συνάντησης δυσμενών συνθηκών (ρήγματα, κακή ποιότητα εδάφους, έντονη παρουσία υδάτων κλπ.), περιλαμβάνονται στην προσφορά του για την εκτέλεση της σιηράγγας.

Η διάνοιξη των σιηράγγων θα γίνει σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στις εγκεκριμένες οριστικές μελέτες της Υπηρεσίας.

1.2 Εκσκαφή με Μηχανικά Μέσα

Η εκσκαφή με μηχανικά μέσα περιλαμβάνει, αλλά όχι περιοριστικά, την εκσκαφή πάσης φύσεως εδαφικών υλικών όπως αργίλων, ιλύων, άμμων, χαλίκων, αμμοχαλίκων, κροκαλών, σκληρών και συμπαγών υλικών όπως τσιμεντωμένων αμμοχαλίκων, μαλακού ή αποσασθρωμένου βράχου, που μπορεί να εκσκαφεί αποτελεσματικά με εκσκαπτικά μηχανήματα. Η εκσκαφή με μηχανικά μέσα περιλαμβάνει επίσης όλους τους ογκόλιθους ή αποσπασμένα τμήματα συμπαγούς βράχου, με όγκο όχι μεγαλύτερο από ένα (1) κυβικό μέτρο.

1.3 Εκσκαφή με Ανατινάξεις

1.3.1 Γενικά

Η μέθοδος διατρημάτων και εκρηκτικών είναι ευπροσάρμοστη γενικά στα διάφορα είδη πετρωμάτων.

Για την ελαχιστοποίηση των υπερεκσκαφών και συνεπειών ο Ανάδοχος οφείλει να προσαρμόζει την τεχνική και τις μεθόδους ανατινάξεων ανάλογα με την φύση των συναντώμενων πετρωμάτων, ελέγχοντας κατάλληλα τη σχέση μεταξύ των διαφόρων συντελεστών επιρροής, όπως 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 κλπ.

Κατά τη διάνοιξη των σηράγγων θεωρείται σημαντικό να πυροδοτούνται πρώτα τα διατρήματα προεκσκαφής (στο μέσον συνήθως της διατομής προς ανατίναξη), που έχουν ως σκοπό τη δημιουργία μιας βοηθητικής ελεύθερης επιφάνειας και ακολούθως τα διατρήματα της κυρίας εκσκαφής και τα περιμετρικά.

Για τη διάτρηση των διατρημάτων πρέπει να διατεθεί από τον Ανάδοχο κατάλληλος διατρητικός εξοπλισμός, με ανάλογο εξοπλισμό πεπιεσμένου αέρα, ώστε να παρέχεται η απαιτούμενη παροχή πεπιεσμένου αέρα για τη μέγιστη απόδοση του διατρητικού εξοπλισμού. Η εκλογή του εξοπλισμού θα πρέπει να έχει το σύμφωνο της γνώμης του Ο.Π.Ε.(εάν υπάρχει) και να εγκρίνεται από την Υπηρεσία.

Εκτέλεση ανατινάξεων θα επιτρέπεται μόνο εφόσον έχουν ληφθεί προηγουμένως από την Ανάδοχο όλα τα επιβαλλόμενα από τους Κανονισμούς Ασφαλείας προφυλακτικά μέτρα για την προστασία και ασφάλεια του προσωπικού και του έργου. Δεν επιτρέπεται εκτέλεση ανατίναξης σε απόσταση μικρότερη από 25m, από οποιοδήποτε σκυρόδεμα, εκτός εάν εγκριθεί διαφορετικά από την Υπηρεσία.

1.3.2 Εκσκαφή με Συνδυασμό Ανατινάξεων - Μηχανικών Μέσων

Η ως άνω μέθοδος αποσκοπεί στην επίτευξη εκσκαφής, που το περίγραμμά της να είναι όσο το δυνατό πιο κανονικό και λείο και να ευρίσκεται, 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 εξουδετερώνεται πλήρως ή ελαχιστοποιείται η υπερεκσκαφή, που προκαλείται με τη συμβατική μέθοδο εκσκαφής (διατρήματα - ανατινάξεις).

Το κόστος του μηχανικού εξοπλισμού, που απαιτείται για την εν λόγω μέθοδο, αντισταθμίζεται, σε κάποιο βαθμό, από το κόστος πλήρωσης, με σκυρόδεμα ή εκτοξευμένο σκυρόδεμα, της υπερεκσκαφής, καθώς και από τις λοιπές δαπάνες, που ενδέχεται να συνεπάγονται οι υπερεκσκαφές (υποστυλώσεις, αποκομιδή μπάζων κλπ.).

1.3.3 Μέθοδοι Ελεγχόμενης Ανατίναξης - Ελαχιστοποίηση Διαταραχής Πετρώματος - Μείωση Υπερεκσκαφών

Ο Ανάδοχος οφείλει να εκτελεί τις ανατινάξεις κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να αποφεύγεται η διαταραχή και χαλάρωση του πετρώματος, πέρα από τις προβλεπόμενες από την μελέτη γραμμές εκσκαφής και το πέτρωμα ή η βραχομάζα, που παραμένει μετά την ανατίναξη, να διατηρεί, στο μέτρο του εφικτού, την ανθεκτικότητά του και να αποτελεί, όσο το δυνατό, ασφαλές και αυτοστηριζόμενο σύστημα.

Σε περιπτώσεις όπου, λόγω της φύσης των πετρωμάτων, δεν αποφεύγονται οι παραπάνω δυσμενείς καταστάσεις (υπερεκσκαφές, διαταραχές πετρώματος κλπ.) με τη συμβατική μέθοδο των ανατινάξεων, επιβάλλεται να εφαρμοστούν μέθοδοι ελεγχόμενης ανατίναξης, που έχουν ως σκοπό:

- Τη μείωση της ρηγμάτωσης του πετρώματος με το σχηματισμό μιας επιφάνειας πρότμησης, επί της οποίας ανακλώνται τα κρουστικά κύματα της έκρηξης και κατευθύνονται προς την επιθυμητή διεύθυνση.
- Τη μείωση της υπερβάλλουσας εκσκαφής.
- Την καλύτερη εκμετάλλευση της ενέργειας της έκρηξης, για θρυμματισμό του εξορυσσόμενου υλικού.
- Τη μείωση των παραγομένων δονήσεων.

Οι πλέον διαδεδομένες σήμερα μέθοδοι ελεγχόμενης ανατίναξης θεωρούνται οι ακόλουθοι, αλλά υπάρχουν και παραλλαγές αυτών.

- Απαλή Μετάτμηση (SMOOTH BLASTING).
- Τελική μετάτμηση (CUSHION BLASTING).
- Γραμμική διάτρηση (LINE DRILLING).
- Προρρηγμάτωση (PRESPLITTING).

Το κόστος εφαρμογής των μεθόδων ελεγχόμενης ανατίναξης είναι υψηλότερο, σε σχέση με τις συμβατικές μεθόδους ανατίναξης, αλλά αυτή η διαφορά αντισταθμίζεται

πλήρως, σε πολλές περιπτώσεις, από τα καλά αποτελέσματα της ελεγχόμενης ανατίναξης.

1.4 Διαστάσεις Εκσκαφής - Ανοχές Ασφαλείας

1.4.1 Διαστάσεις εκσκαφής

Ο Ανάδοχος είναι υποχρεωμένος να τηρεί τις διαστάσεις της εκσκαφής, που δείχνονται στην εγκεκριμένη μελέτη. Οποιοδήποτε σφάλμα και τα επακόλουθα για την αποκατάσταση βαρύνουν αποκλειστικά τον ίδιο.

(1) Η εκσκαφή των διατομών της σήραγγας θα γίνει, με ελάχιστη υπερεκσκαφή, στις γραμμές, κλίσεις και διαστάσεις, που δείχνονται στα σχέδια της εγκεκριμένης μελέτης εκσκαφής και άμεσης υποστήριξης.

Κατά τη διαστασιολόγηση της σήραγγας έχουν ορισθεί λεπτομερώς τα στοιχεία εκείνα, που καθορίζουν την γεωμετρία των χαρακτηριστικών γραμμών της διατομής της σήραγγας, τα οποία είναι τα παρακάτω και διαφέρουν για κάθε κατηγορία εδάφους.

(2) **Γραμμή Ελάχιστης Εκσκαφής “Α”** είναι η γραμμή εκείνη μέσα από την οποία δεν επιτρέπεται η παραμονή μη εκσκαφθέντος τμήματος του εδάφους, οποιουδήποτε είδους και διαστάσεων.

Οι θεωρητικές ακτίνες, που καθορίζουν σε κάθε θέση των διατομών της σήραγγας, τη Γραμμή “Α” περιλαμβάνουν:

- Την ακτίνα της διατομής χρήσης
- Το στατικά απαιτούμενο πάχος της τελικής επένδυσης
- Το στατικά απαιτούμενο πάχος της άμεσης υποστήριξης
- Την πρόβλεψη για σύγκλιση

Ο έλεγχος της Γραμμής “Α” δύναται να γίνεται σε οποιαδήποτε φάση της εργασίας, αλλά θα έχει διαφορετική θεώρηση ως προς τη σύγκλιση. Όταν ο έλεγχος γίνεται πριν αρχίσουν τα φαινόμενα σύγκλισης, θα υπολογίζεται ολόκληρη η σύγκλιση, ενώ, αντίθετα, αν γίνει μετά την ολοκλήρωση των συγκλίσεων, η σύγκλιση θα μηδενίζεται. Σε ενδιάμεση φάση θα γίνεται εκτίμηση της σύγκλισης από τα αποτελέσματα των μετρήσεων και σύμφωνα με τις εντολές της Υπηρεσίας.

Οι παραπάνω διαστάσεις για τις διάφορες διατομές σηράγγων έχουν καθορισθεί στην εγκεκριμένη μελέτη, σε συσχετισμό με την αντίστοιχη κατηγορία εδάφους.

(3) **Γραμμή Έντεχνης Εκσκαφής “Β”** είναι η γραμμή που εμφανίζεται στη Μελέτη και καθορίζει τη μέγιστη αποδεκτή εκσκαφή για την έντεχνη κατασκευή της σήραγγας με βάση την εγκεκριμένη οριστική μελέτη. Προφανώς, η Γραμμή «Β» βρίσκεται πέραν της Γραμμής “Α”. Η τυχόν εκσκαφή πέραν των ορίων της Γραμμής “Β” χαρακτηρίζεται ως «υπερεκσκαφή».

Η Γραμμή Μέγιστης Αποδεκτής Εκσκαφής “Β” απέχει από τη Γραμμή Ελάχιστης Εκσκαφής “Α” απόσταση, η οποία, έχει καθορισθεί στην εγκεκριμένη μελέτη.

(4) Ο Ανάδοχος θα λαμβάνει κάθε μέτρο για την αποφυγή χαλάρωσης υλικού έξω από τη Γραμμή “Β”.

Μόλις γίνει η εκσκαφή σε αστήρικτες διατομές, όλο το χαλαρωμένο υλικό, εντός της Γραμμής "B", το οποίο ενδέχεται να πέσει ή να μετακινηθεί, θα πρέπει να απομακρύνεται.

Όλα τα υλικά, που θα προεξέχουν μέσα από τη Γραμμή "A", θα απομακρύνονται από τον Ανάδοχο με δαπάνη του. Η απομάκρυνση των προεξοχών αυτών δύναται να γίνεται οποτεδήποτε κατά την διάρκεια των εργασιών, πάντως, όμως, πριν από τις εργασίες τοποθέτησης της υδρομαστευτικής στρώσης και της μονωτικής μεμβράνης, όπως προβλέπουν οι προδιαγραφές της παρούσας Τ.Σ.Υ. - Τ.Π. Εάν, κατά την αφαίρεση των υλικών, που προεξέχουν, προξενηθούν βλάβες στην αντιστήριξη, θα αποκαθίστανται πλήρως με ευθύνη και δαπάνη του Αναδόχου.

Οι πραγματοποιούμενες εκσκαφές των υπογείων έργων θα ελέγχονται με λήψη διατομών, των οποίων οι θέσεις και τα διαστήματα θα καθορίζονται σύμφωνα με τις οδηγίες της Υπηρεσίας. Οι διατομές αυτές θα λαμβάνονται με χρήση τοπογραφικών οργάνων ή με χρήση ηλεκτρονικών μηχανημάτων μέτρησης και μέσων και μεθόδων, που θα προτείνει ο Ανάδοχος και θα εγκρίνει η Υπηρεσία.

Ανοχές ασφάλειας

- (1) Κατά την διάρκεια των εργασιών εκσκαφής και άμεσης υποστήριξης, ο Ανάδοχος θα πρέπει να έχει κατά νου, ότι οι διαστάσεις των πραγματοποιούμενων εκσκαφών θα πρέπει να εξασφαλίζουν το εσωτερικό περιτύπωμα των σηράγγων, το οποίο θα προκύψει μετά την κατασκευή της άμεσης υποστήριξης και της τελικής επένδυσης και το οποίο θα πρέπει να έχει τις προβλεπόμενες, από τα εγκεκριμένα σχέδια κατασκευής, διαστάσεις. Τυχόν αποκλίσεις από τις διαστάσεις αυτές, σε οποιαδήποτε διατομή, θα πρέπει να είναι τέτοιες, ώστε το περιτύπωμα των σηράγγων, να μην αποκλίνει περισσότερο από τις αναφερόμενες στην παρακάτω υποπαράγραφο (2) ανοχές, οι οποίες έχουν ενσωματώσει τις απαιτήσεις ασφαλούς απόστασης του δυναμικού περιτυπώματος των οχημάτων από το περιτύπωμα της σήραγγας και τα διάφορα στοιχεία εξοπλισμού αυτής.
- (2) Εκτός από τις ανοχές σε κάθε διατομή της σήραγγας, θα πρέπει να 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), σύμφωνα με όσα θα αναφέρονται στους ειδικούς όρους δημοπράτησης (Ε.Σ.Υ., Τ.Π., κλπ.).

Αν δεν γίνεται διαφορετική αναφορά στους ειδικούς όρους δημοπράτησης, τότε θα ισχύουν, σαν μέγιστες σχετικές αποκλίσεις, οι ακόλουθες:

- Για σήραγγες μήκους $L \leq 500$ m

- Μέγιστη οριζοντιογραφική απόκλιση άξονα = $\pm 0,02$ m
- Μέγιστη υψομετρική απόκλιση άξονα = $\pm 0,01$ m

- Για σήραγγες μήκους $L \geq 1.000 \text{ m}$
 - Μέγιστη οριζοντιογραφική απόκλιση άξονα = $\pm 0,05\text{m}$
 - Μέγιστη υψομετρική απόκλιση άξονα = $\pm 0,03\text{m}$
- Για ενδιάμεσα μήκη θα ισχύει γραμμική παρεμβολή

Ο προσδιορισμός του άξονα της πραγματικά κατασκευασμένης διατομής της σήραγγας προσδιορίζεται με αποτύπωση της εσωτερικής παρείας των τοιχωμάτων της σήραγγας ανά διατομή.

1.5 Φάσεις Εκσκαφής

1.5.1 Γενικά

Στα σχέδια της εγκεκριμένης μελέτης δείχνονται τα προβλεπόμενα όρια των φάσεων εκσκαφής της διατομής της σήραγγας και οι απαιτούμενες μέγιστες αποστάσεις των μετώπων των διαφόρων φάσεων εκσκαφής. Ο Μελετητής της Υπηρεσίας είναι δυνατόν να προτείνει, με βάση τα στοιχεία της επί τόπου ενόργανης παρακολούθησης της συμπεριφοράς της προσωρινής υποστήριξης - εδάφους και των εδαφικών συνθηκών, που θα συναντηθούν κατά την κατασκευή της προσωρινής υποστήριξης της σήραγγας, εναλλακτικά όρια φάσεων εκσκαφής ή του βήματος προχώρησης κάθε φάσης για την εν λόγω Σήραγγα.

Επίσης ο Ανάδοχος, με βάση τα στοιχεία της επί τόπου ενόργανης παρακολούθησης της συμπεριφοράς της προσωρινής υποστήριξης - εδάφους και των εδαφικών συνθηκών, που θα συναντηθούν κατά την κατασκευή της προσωρινής υποστήριξης της σήραγγας, δύναται να προτείνει εναλλακτικά όρια φάσεων εκσκαφής ή του αριθμού των φάσεων εκσκαφής και των επιμέρους σταδίων αυτών για την εν λόγω σήραγγα, με την υποβολή γραπτής πρότασης, συνοδευόμενη από την απαραίτητη μελέτη, την οποία θα συντάξει με αποκλειστικά δικές του δαπάνες. Η εν λόγω μελέτη πρέπει να έχει συνταχθεί από Γραφείο, το οποίο να διαθέτει αποδεδειγμένη εμπειρία σε μελέτες διάνοιξης - υποστήριξης σιηράγγων και το οποίο προηγουμένως θα έχει τύχει της έγκρισης της Υπηρεσίας. Η πρόταση αυτή πρέπει να συνοδεύεται από όλα τα αναγκαία στοιχεία και υπολογισμούς και την αναγκαία τεκμηρίωση για το οικονομοτεχνικό όφελος του Έργου και θα υπόκειται στην έγκριση της Υπηρεσίας. Δεν θα γίνει αποδεκτή πρόταση, η οποία θα οδηγεί σε εκσκαφές εκτός των ορίων των διατομών εκσκαφής, που δείχνονται στα σχέδια της εγκεκριμένης μελέτης. Εφόσον η μελέτη - πρόταση εγκριθεί και η υλοποίησή της προϋποθέτει την τοποθέτηση μέτρων υποστήριξης, πλέον αυτών που δείχνονται στα σχέδια της εγκεκριμένης μελέτης, η πληρωμή θα γίνεται μόνον για τα προβλεπόμενα στα σχέδια της εγκεκριμένης μελέτης μέτρα και τα επιπλέον θα βαρύνουν αποκλειστικά τον Ανάδοχο.

1.5.2 Λεπτομέρειες για τις Φάσεις Εκσκαφών

Στην παράγραφο αυτή αναφέρονται ενδεικτικά, χωρίς καμιά ευθύνη της Υπηρεσίας και χωρίς να περιορίζουν τον Ανάδοχο για την εφαρμογή τους επί μέρους, τρεις (3) βασικές μέθοδοι προσβολής σηράγγων. Κάθε μία από τις μεθόδους αυτές έχει δοκιμαστεί, με επιτυχία, σε ανάλογες περιπτώσεις σηράγγων στη Ελλάδα και στο εξωτερικό.

(1) Ολομέτωπη Προσβολή

Κατά την μέθοδο αυτή, η εκσκαφή πραγματοποιείται με ανατινάξεις διατεταγμένες σε όλη την επιφάνεια της διατομής, σύμφωνα με μια από τις μεθόδους ανατινάξεων της παραπάνω παραγράφου 1.1.1.

Συνήθως η ολομέτωπη προσβολή εφαρμόζεται σε συμπαγή βράχο και σε σήραγγες μικρού μήκους, όπου τα προβλήματα αερισμού, κατά την κατασκευή, δεν επηρεάζουν σχεδόν καθόλου το πρόγραμμα των εργασιών.

(2) Τμηματική Εκσκαφή Σήραγγας

Η τμηματική εκσκαφή σήραγγας δύναται να εφαρμοσθεί γενικά σε περιπτώσεις σηράγγων μεγάλου μήκους σε ασθενείς κατηγορίες πετρωμάτων ή εν γένει σε εδαφικές συνθήκες με μειωμένα μηχανικά χαρακτηριστικά και εφ' όσον κριθεί ότι εξυπηρετεί την άρτια οργάνωση και την έντεχνη διάνοιξη της σήραγγας.

Κατά τη διάνοιξη της σήραγγας με τμηματική εκσκαφή συνιστάται:

- α. Η διάνοιξη όλου του άνω τμήματος της σήραγγας, έτσι ώστε να λειτουργήσουν επί περισσότερο χρόνο φορτισμένα τα μέτρα άμεσης υποστήριξης του θόλου, και να φθάσουμε στο στάδιο κατασκευής της τελικής επένδυσης με πλήρως αποτονωμένη τη βραχομάζα.
- β. Να ληφθεί ιδιαίτερη μέριμνα κατά την σύνδεση των μέτρων άμεσης υποστήριξης του άνω τμήματος της διατομής με εκείνα του κάτω τμήματος, ώστε να αποφευχθούν τυχόν αστοχίες των μέσων άμεσης υποστήριξης στην ευαίσθητη περιοχή της σύνδεσής τους.

Από καθαρά κατασκευαστικής πλευράς η μέθοδος αυτή πλεονεκτεί έναντι των άλλων διότι:

- α. Στην περίπτωση εξόρυξης με ανατινάξεις μειώνει σημαντικά τη χρήση ειδικού εξοπλισμού (διατρητικά φορεία, JUMBO), διότι το κάτω τμήμα της διατομής δύναται να εκσκαφτεί με συνήθη διατρητικά μέσα (CRAWLAIR, WAGON DRILL).
- β. Μειώνει σημαντικά τη δαπάνη εξαερισμού της σήραγγας κατά το δεύτερο και τρίτο στάδιο των εργασιών διάνοιξης.

(3) Εκσκαφή με Προήγηση Σήραγγας Πιλότου

Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται, συνήθως, σε βράχους αποσαθρωμένους ή ψευδοβράχους ή σε χαλαρούς σχηματισμούς με μειωμένα μηχανικά χαρακτηριστικά και

ιδιαίτερα σε περιπτώσεις, όπου τα αποτελέσματα της γεωλογικής έρευνας, που θα έχει διαθέσει στον Ανάδοχο η Υπηρεσία και εκείνα της έρευνας, που κάνει ο Ανάδοχος κατά τη διάρκεια της κατασκευής, οδηγούν στην διαπίστωση των προαναφερομένων συνθηκών.

Τότε δύναται να επιλεγεί η εκτέλεση της διάνοιξης και εκσκαφής της σήραγγας αυτής με προήγηση σήραγγας πιλότου, διαστάσεων της επιλογής του Αναδόχου, πάντως, όμως, με διατομή μικρότερη των 15m².

Η μέθοδος αυτή πλεονεκτεί των άλλων μεθόδων, κάτω από τις παραπάνω προϋποθέσεις, διότι:

- α. Επιτρέπει άμεση αναγνώριση και αντιμετώπιση των εδαφικών συνθηκών.
- β. Δίνει στον Ανάδοχο την ευχέρεια να εκτιμήσει τις συνθήκες της βραχομάζας ή του εδάφους έγκαιρα και να προετοιμασθεί κατάλληλα για το δεύτερο στάδιο της διερεύνησης της διατομής.

Κατά την εκτέλεση εργασιών με το σύστημα αυτό θα πρέπει να καθορισθεί το μήκος προήγησης της σήραγγας πιλότου και να διαταχθεί κατάλληλα η σήραγγα πιλότος μέσα στην τελική διατομή της διάνοιξης, ώστε να καταστεί δυνατή η χρησιμοποίηση μέρους των μέτρων άμεσης υποστήριξης της σήραγγας πιλότου κατά την ολοκλήρωση της οριστικής διατομής. Δεν θα καταβληθεί αποζημίωση στον Ανάδοχο για υλικά αντιστήριξης που καταστρέφονται.

Τοπικές διευρύνσεις των υπόγειων εκσκαφών ή βοηθητικές σήραγγες, που θα κατασκευασθούν από τον Ανάδοχο για εξυπηρέτησή του θα υπόκεινται στην έγκριση της Υπηρεσίας. Ο Ανάδοχος δεν θα δικαιούται αποζημίωση για τις εκσκαφές, τα μέτρα υποστήριξης και το σκυρόδεμα πλήρωσης των διευρύνσεων και των βοηθητικών σηράγγων, που προέβλεψε στην προσφορά του ως μέρος της μεθόδου διάνοιξης της σήραγγας.

Από τα υφιστάμενα στοιχεία και την εκπονηθείσα μελέτη από τον αρμόδιο μελετητή στο παρόν έργο δεν προβλέπεται εκσκαφή με προήγηση.

1.6 Αντιμετώπιση Δυσχερών Περιοχών - Γεωλογικές Καταπτώσεις

Ως **δυσχερείς περιοχές** χαρακτηρίζονται ζώνες ρηγμάτων ή/και ζώνες διάτμησης ικανού εύρους, περιοχές μεγάλων καρστικών εγκοίλων καθώς και η ύπαρξη εξαιρετικά δυσμενών γεωτεχνικών συνθηκών, όπως μεγάλων εισροών νερού ή παρουσίας γεωϋλικών με δυσμενή καταπίπτουσα ή καταρρέουσα συμπεριφορά κατά την εκσκαφή, οι οποίες εν μέρει ή στο σύνολο τους έχουν σαν αποτέλεσμα την ανεξέλεγκτη δημιουργία υπερεκσκαφών όπως φαινόμενα καπνοδόχου, σπηλαιώσεων κ.λ.π.

Σαν **γεωλογικές καταπτώσεις** ορίζονται οι αστοχίες που συμβαίνουν στο περιβάλλον γεωϋλικό μόνον στην διάρκεια του βήματος εκσκαφής σε ανυποστήρικτη σήραγγα και οι οποίες παρατηρούνται είτε **α)** με τη μορφή αστοχίας τύπου σφήνας (wedge failure) ή / και επίπεδης αστοχίας (plane failure) ή αστοχίας σφήνας από ελεύθερη πτώση (block fall-out) λόγω ιδίου βάρους στη περιοχή του θόλου της σήραγγας και οφείλονται στη πρισματική δομή μιάς βραχομάζας και κυρίως στον δυσμενή γεωμετρικό προσανατολισμό των ασυνεχειών της βραχομάζας σε σχέση με τον άξονα της σήραγγας και τη φορά εκσκαφής, είτε **β)** με τη μορφή απώλειας

υπερκείμενου γεωϋλικού που οφείλεται σε καταρρέουσα ή και ρέουσα συμπεριφορά κατά την εκσκαφή ενός μη συνεκτικού γεωϋλικού σαν αποτέλεσμα ενίοτε της συγκυρίας μη προβλέψιμων δυσμενών συνθηκών όπως σημαντικές εισροές νερού ή ύπαρξη ισχυρών τεκτονικών τάσεων πεδίου.

Οι υπερεκσκαφές που προκύπτουν σαν αποτέλεσμα γεωλογικών καταπτώσεων θα θεωρούνται εκείνες που εκτείνονται εξήντα εκατοστά (60 cm) πέραν του καθορισμένου ορίου της θεωρητικής γραμμής Β.

Καταπτώσεις που οφείλονται ή συνδέονται με την ευρύτερη γεωλογική και τεκτονική δομή της περιοχής εντός της οποίας διανοίγεται η σήραγγα δεν μπορούν να χαρακτηρισθούν σαν αιτιολογημένες γεωλογικές καταπτώσεις καθ' όσον αυτές μπορούν να αντιμετωπισθούν με προσαρμογή της μεθοδολογίας διάνοιξης η την εφαρμογή ειδικών μέτρων υποστήριξης.

Οι γεωλογικές καταπτώσεις για να αναγνωρισθούν προς πληρωμή θα πρέπει να αποτελούν έκτακτο και απρόβλεπτο συμβάν τα δε αίτια που τις προκάλεσαν να μην ήταν δυνατόν να προβλεφθούν και να προκύψουν από τα υπάρχοντα στοιχεία της γεωλογικής/γεωτεχνικής έρευνας ούτε να εντοπισθούν από τα δεδομένα των διατρήσεων που εκτελούνται για την τοποθέτηση αγκυρίων προστασίας μετώπου, αποτονωτικών οπών ή των ερευνητικών διατρήσεων προπορείας.

Οι γεωλογικές καταπτώσεις για να αναγνωρισθούν προς πληρωμή θα πρέπει ο Ανάδοχος αμέσως μετά το συμβάν να ειδοποιήσει την Υπηρεσία, να προβεί σε γεωλογική και τοπογραφική αποτύπωση της κατάπτωσης παρουσία των εκπροσώπων της Υπηρεσίας και να συντάξει και υποβάλει για έγκριση προς την Υπηρεσία γραπτό αίτημα αποζημίωσης της υπερεκσκαφής στο οποίο να στοιχειοθετείται και να τεκμηριώνεται η αιτιολόγηση της κατάπτωσης καθώς και Τεχνική Έκθεση στην οποία θα περιγράφονται και θα προτείνονται μέτρα της έντεχνης αποκατάστασης της υπερεκσκαφής.

Αν κατά τη διάνοιξη των σηράγγων αποκαλυφθούν δυσμενείς περιπτώσεις γεωτεχνικών συνθηκών, όπως αυτές που περιγράφονται παραπάνω ή εντοπιστούν τέτοιες από ερευνητικές εργασίες, που διεξάγονται κατά την κατασκευή, θα πρέπει κάθε μία από τις περιπτώσεις αυτές να εξεταστεί ξεχωριστά από τον Ανάδοχο, ανάλογα με τη φύση, τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της, την έκταση και τη σοβαρότητά της, και τα σχετικά στοιχεία να υποβληθούν υπό μορφήν Τεχνικής Έκθεσης στην Υπηρεσία, προκειμένου να ληφθούν, όσο το δυνατόν ταχύτερα, τα πλέον κατάλληλα και αποτελεσματικά μέτρα για την προληπτική αντιμετώπισή της.

Υπερεκσκαφές που οφείλονται σε μη έντεχνη εφαρμογή της εγκεκριμένης μεθοδολογίας διάνοιξης δεν θα αναγνωρισθούν σαν υπερεκσκαφές οφειλόμενες σε γεωλογικά αίτια.

Η αιτιολογημένη υπερεκσκαφή που έχει προκύψει από κατάπτωση λόγω γεωλογικών αιτιών θα επιμετράται για πληρωμή μόνο εάν εκτείνεται τουλάχιστον 60 cm πέραν της γραμμής Β και σύμφωνα με τα όσα αναφέρονται παραπάνω. Σ' αυτές τις περιπτώσεις ο όγκος της πρόσθετης εκσκαφής θα μετρηθεί από τη γραμμή Β μέχρι το περιτύπωμα της πραγματικής εκσκαφής.

1.7 Μέτρα ασφάλειας - Ζημιές

Ο Ανάδοχος θα πρέπει να εξασφαλίσει τον κατάλληλο φωτισμό και επαρκή εξαερισμό των υπόγειων εκσκαφών καθ' όλη τη διάρκεια των εργασιών, όπως περιγράφεται στο υποάρθρο 1.6 και να αποστραγγίσει τις περιοχές υπογείων εκσκαφών, με άντληση, όπου είναι απαραίτητο, ώστε να εξασφαλίζονται ικανοποιητικές συνθήκες εργασίας. Η διαδοχή των εργασιών και τα μέτρα ασφάλειας για τις υπόγειες εκσκαφές θα πρέπει να εγκριθούν από την Υπηρεσία, τηρούμενης, σε κάθε περίπτωση, της ειδικής Νομοθεσίας περί Μέτρων Ασφαλείας και Υγιεινής των Εργαζομένων και των Ειδικών Όρων Δημοπράτησης, που ισχύουν στη σύμβαση (π.χ. τήρηση όρων τυχόν επιβαλλομένου "ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟΥ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ", κλπ.). Πάντως, ανεξάρτητα από την έγκριση των μέτρων αυτών, ο Ανάδοχος θα είναι ο μόνος και αποκλειστικός υπεύθυνος για την ασφάλεια κατά την εκτέλεση των εργασιών υπογείων εκσκαφών.

Ο Ανάδοχος θα λάβει όλα τα απαραίτητα μέτρα, ώστε να αποκλειστούν καταπτώσεις και μετακινήσεις των υλικών της περιβάλλουσας εδαφικής μάζας, αμέσως μετά την εκσκαφή ή μετά το πέρας της. Ο Ανάδοχος σε όλες τις περιπτώσεις υπάρχοντος ή πιθανού κινδύνου, θα πρέπει να λάβει όλα τα απαραίτητα μέτρα ασφάλειας και μέτρα προστασίας.

Η ασφάλεια των εκτεθειμένων επιφανειών εδάφους-μαλακού βράχου θα πρέπει να εξασφαλίζεται συνεχώς με κατάλληλο ξεσκάρωμα και απομάκρυνση όλων των χαλαρών υλικών, που μπορεί να καταπέσουν. Κατάλληλη φροντίδα θα πρέπει να λαμβάνεται κατά τη διάρκεια των εργασιών εκσκαφής, για την προστασία του προσωπικού, του εξοπλισμού και του Έργου. Επιπλέον ο Ανάδοχος θα λάβει όλα τα απαραίτητα μέτρα, για τον επαρκή αερισμό και φωτισμό της σήραγγας κατά τη διάρκεια διάνοιξης, το επαρκές «ξεκάπνισμα» μετά από κάθε ανατίναξη (στην περίπτωση εφαρμογής μεθόδου διάνοιξης με ανατινάξεις) και εν γένει για την εξασφάλιση συνθηκών εργασίας σε ατμόσφαιρα απαλλαγμένη από υπερβολική σκόνη και επιβλαβή αέρια για τους εργαζόμενους στο Έργο.

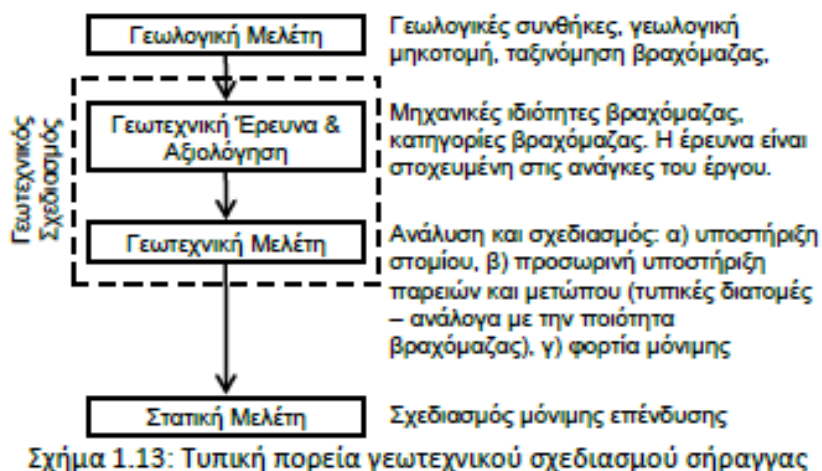
Οποιαδήποτε ζημιά στο έργο, συμπεριλαμβανομένης της παραμόρφωσης, χαλάρωσης ή μετακίνησης των χαλύβδινων πλαισίων υποστήριξης, καθώς και κάθε άλλη ζημιά σε οποιοδήποτε άλλο τμήμα του έργου, λόγω των ανατινάξεων ή άλλων εργασιών του Αναδόχου, θα αποκαθίσταται από τον Ανάδοχο με δικά του έξοδα και με τρόπο εγκεκριμένο από την Υπηρεσία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

Γεωτεχνικός Σχεδιασμός Σηράγγων.

Εισαγωγή

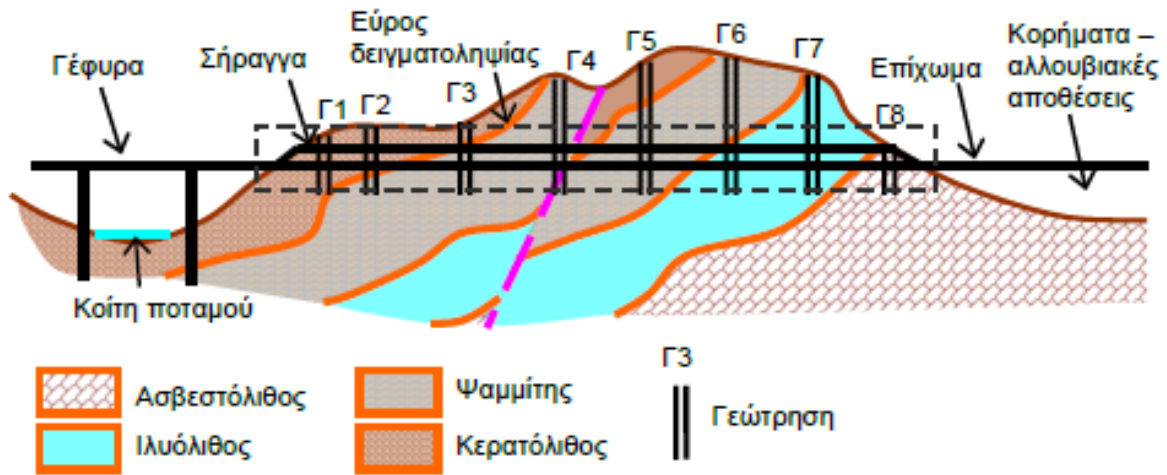
Μια τυπική πορεία γεωτεχνικού σχεδιασμού μιας σήραγγας έχοντας δεδομένη τη χάραξη περιλαμβάνει την ακόλουθη διαδικασία:



Η **γεωτεχνική έρευνα** περιλαμβάνει τις επί τόπου και τις εργαστηριακές δοκιμές και μας δίνει σημειακή πληροφόρηση κατά μήκος της γεώτρησης. Για το λόγο αυτό η **γεωτεχνική αξιολόγηση**, η οποία μας δίνει το γεωτεχνικό προσομοίωμα πρέπει να συνεκτιμά και τα γεωλογικά δεδομένα.

Το **γεωτεχνικό προσομοίωμα** είναι αυτό που μας δίνει τη στρωματογραφία με τις γεωτεχνικές μηχανικές ιδιότητες και τις παραμέτρους σχεδιασμού. Διαφέρει από το **γεωλογικό προσομοίωμα** στο γεγονός ότι το γεωλογικό προσομοίωμα μας δίνει τους γεωλογικούς σχηματισμούς και στην περίπτωση των βραχωδών σχηματισμών το βαθμό αποσάθρωσής τους και κερματισμού τους και τον προσανατολισμό των ασυνεχειών.

Η γεωτεχνική και η γεωλογική έρευνα πρέπει να είναι σχεδιασμένες, ώστε να καλύπτουν τις ανάγκες του έργου (π.χ. κατάλληλο εύρος δειγματοληψίας και είδη δοκιμών). Κατά τη γεωτεχνική μελέτη, ο γεωτεχνικός μηχανικός συνεργάζεται στενά με τον τεχνικό γεωλόγο, ώστε να κατανοήσει τις ειδικές γεωλογικές συνθήκες που επηρεάζουν το γεωτεχνικό σχεδιασμό του έργου. Για παράδειγμα, η γεωλογική μηκοτομή προκύπτει από τα δεδομένα της γεωτεχνικής έρευνας και της γεωλογικής χαρτογράφησης:



Σχήμα 1.14: Παράδειγμα γεωλογικής μηκοτομής

(Εκπαιδευτικές Σημειώσεις για το μάθημα:
ΒΡΑΧΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΚΑΙ ΣΗΡΑΓΓΕΣ Γ. ΜΠΕΛΟΚΑΣ)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

Μέτρα Άμεσης Υποστήριξης.

Εισαγωγή

Με τον όρο “Μέτρα Άμεσης Υποστήριξης” γίνεται αναφορά σε όλα εκείνα τα μέτρα, που πρέπει να ληφθούν κατά την διάρκεια τις εκσκαφής ή αμέσως μετά από αυτή, και τα οποία θα επιτρέψουν να εκσκαφτεί η διατομή ασφαλώς, σύμφωνα με τις ισχύοντες συμβατικούς όρους και τις προβλέψεις τις εγκεκριμένης οριστικής μελέτης, των προδιαγραφών και των σχεδίων. Επί πλέον, τα μέτρα άμεσης υποστήριξης θα εμποδίζουν την πιθανή κατάρρευση τις περιβάλλουσας εδαφικής μάζας ή την εκδήλωση παραμορφώσεων, που δεν είναι αποδεκτές, πριν ολοκληρωθεί η κατασκευή τις τελικής επένδυσης. Ακόμα, τα μέτρα άμεσης υποστήριξης προστατεύουν από κινδύνους καταστροφών τις κατασκευές και εξασφαλίζουν το εργαζόμενο προσωπικό από τον κίνδυνο ατυχημάτων γενικά.

Παρακάτω αναφέρονται τα μέτρα άμεσης υποστήριξης, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή τις σήραγγας, ανάλογα με τη διατομή της, την κατηγορία του πετρώματος και τις λοιπές τοπικές συνθήκες:

- (1) Ηλώσεις.
- (2) Εκτοξευμένο σκυρόδεμα (ινοπλισμένο με χαλύβδινες ίνες ή μη ινοπλισμένο).
- (3) Μεταλλικό πλέγμα.
- (4) Σιδηρούς οπλισμός St III (S400) ή St IV(S500s)
- (5) Μεταλλικά πλαισιωτά υποστηρίγματα από μορφοχάλυβα.
- (6) Μεταλλικά ελάσματα, επίπεδα ή πτυχωτά, διάτρητα ή μη.
- (7) Μόνιμες ηλώσεις βράχου τύπου SWELLEX
- (8) Απλές ηλώσεις βράχου με ράβδους St IV (S500)
- (9) Μόνιμες ηλώσεις βράχου τύπου SELF DRILLING
- (10) Αγκύρια Υαλονήματος (fiber glass).
- (11) Προτοποθετούμενα ελάσματα ή ράβδοι προαγκύρωσης (spiles) ή δοκοί προπορείας (forepoling).
- (12) Στοιχεία έγχυτου ή προκατασκευασμένου σκυροδέματος.
- (13) Προενίσχυση πετρώματος (ενέσεις σταθεροποίησης), κλπ.

Άμεση Υποστήριξη

3.1 Έλεγχος Χαλαρών Υλικών

Κατά τη διάρκεια των εργασιών εκσκαφής και διάνοιξης των διατομών της σήραγγας, ο Ανάδοχος θα καταβάλλει ιδιαίτερη προσπάθεια να απομακρύνει όλο το χαλαρωμένο υλικό, το οποίο ενδέχεται να πέσει ή να μετακινηθεί, με κάθε πρόσφορο μέσο (λοστούς ξεσκαρώματος, μηχανικούς εκσκαφείς κλπ.), ώστε η διατομή να παραδίδεται ελεύθερη και έτοιμη για να δεχθεί τα μέτρα άμεσης υποστήριξης κατά τρόπο αποτελεσματικό και ασφαλή για την διενέργεια των επομένων φάσεων εργασιών.

3.2 Μέτρα Άμεσης Υποστήριξης

Με τον όρο “*Μέτρα Άμεσης Υποστήριξης*” γίνεται αναφορά σε όλα εκείνα τα μέτρα, που πρέπει να ληφθούν κατά την διάρκεια της εκσκαφής ή αμέσως μετά από αυτή, και τα οποία θα επιτρέψουν να εκσκαφτεί η διατομή ασφαλώς, σύμφωνα με τους ισχύοντες συμβατικούς όρους και τις προβλέψεις της εγκεκριμένης οριστικής μελέτης, των προδιαγραφών και των σχεδίων. Επί πλέον, τα μέτρα άμεσης υποστήριξης θα εμποδίζουν την πιθανή κατάρρευση της περιβάλλουσας εδαφικής μάζας ή την εκδήλωση παραμορφώσεων, που δεν είναι αποδεκτές, πριν ολοκληρωθεί η κατασκευή της τελικής επένδυσης. Ακόμα, τα μέτρα άμεσης υποστήριξης προστατεύουν από κινδύνους καταστροφών τις κατασκευές και εξασφαλίζουν το εργαζόμενο προσωπικό από τον κίνδυνο ατυχημάτων γενικά.

Παρακάτω αναφέρονται τα μέτρα άμεσης υποστήριξης, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή της σήραγγας, ανάλογα με τη διατομή αυτής, την κατηγορία του πετρώματος και τις λοιπές τοπικές συνθήκες:

- (1) Ηλώσεις.
- (2) Εκτοξευμένο σκυρόδεμα (ινοπλισμένο με χαλύβδινες ίνες ή μη ινοπλισμένο).
- (3) Μεταλλικό πλέγμα.
- (4) Σιδηρούς οπλισμός St III (S400) ή St IV(S500s)
- (5) Μεταλλικά πλαισιωτά υποστηρίγματα από μορφοχάλυβα.
- (6) Μεταλλικά ελάσματα, επίπεδα ή πτυχωτά, διάτρητα ή μη.
- (7) Μόνιμες ηλώσεις βράχου τύπου SWELLEX

- (8) Απλές ηλώσεις βράχου με ράβδους St IV (S500)
- (9) Μόνιμες ηλώσεις βράχου τύπου SELF DRILLING
- (10) Αγκύρια Υαλονήματος (fiber glass).
- (11) Προτοποθετούμενα ελάσματα ή ράβδοι προαγκύρωσης (spiles) ή δοκοί προτοπορείας (forepoling).
- (12) Στοιχεία έγχυτου ή προκατασκευασμένου σκυροδέματος.
- (13) Προενίσχυση πετρώματος (ενέσεις σταθεροποίησης), κλπ.

Με την παρούσα προδιαγραφή καλύπτεται η εκτέλεση του συνόλου των εργασιών, σε συσχετισμό με τις εργασίες εκσκαφής, που απαιτούνται για την ασφαλή υποστήριξη των εκσκαφών κατά τη διάρκεια της διάνοιξης της σήραγγας και συμπεριλαμβάνει την παροχή του συνόλου των μηχανημάτων και του εξοπλισμού, του εργατικού δυναμικού, όλων των απαιτούμενων υλικών και κάθε άλλης εργασίας, που απαιτείται, σύμφωνα με τα σχέδια, τις προδιαγραφές και τις εντολές της Υπηρεσίας.

3.3 Επιλογή Μέσων Άμεσης Υποστήριξης

3.3.1 Γενικά

Οι λεπτομέρειες υποστήριξης και σταθεροποίησης της διατομής της σήραγγας θα ποικίλλουν, κατά περίπτωση εδαφικού υλικού μέσα στο οποίο γίνεται η διάνοιξη. Τα μέτρα υποστήριξης καθορίζονται στην εγκεκριμένη οριστική μελέτη του έργου για κάθε κατηγορία γεωυλικών και κάθε διατομή σήραγγας.

Ο Ανάδοχος θα είναι πάντοτε μόνος και αποκλειστικά υπεύθυνος για την ορθή τοποθέτηση και επιτυχή λειτουργία των μέτρων υποστήριξης των εκσκαφών και σταθεροποίησης του περιβάλλοντος εδάφους, κατά τη διάρκεια εκτέλεσης των εργασιών διάνοιξης και οποιαδήποτε έγκριση από την Υπηρεσία των μεθόδων, που θα χρησιμοποιήσει δεν τον απαλλάσσει από την πλήρη και αποκλειστική του ευθύνη για την ασφάλεια του προσωπικού και την επαρκή υποστήριξη των υπογείων εκσκαφών.

Κανένα στοιχείο η διατύπωση κειμένου, που περιλαμβάνονται σ' αυτή τη Σύμβαση ή / και μεταγενέστερη εντολή δεν εμποδίζει τον Ανάδοχο από το να τοποθετεί τα θεωρούμενα από αυτόν αναγκαία μέτρα υποστήριξης, σε έκταση και μέγεθος ή από το να χρησιμοποιεί υποστηρίγματα περισσότερο από αυτά, που εγκρίθηκαν ή καθορίστηκαν με οδηγίες της Υπηρεσίας, ούτε η οποιαδήποτε σχετική εντολή από την Υπηρεσία σχετικά με τα μέτρα υποστήριξης θα ερμηνευθεί ότι απαλλάσσει τον Ανάδοχο από την αποκλειστική του ευθύνη για την ασφάλεια των υπόγειων εργασιών ή από την ευθύνη για σωματικές βλάβες ή θάνατο ανθρώπων ή από φθορά περιουσιακών στοιχείων ή από οποιαδήποτε υποχρέωσή του, που απορρέει από τη σύμβαση.

Για να απαιτήσει όμως ο Ανάδοχος την πληρωμή των τυχόν αναγκαίων πρόσθετων μέτρων, που θα τοποθετήσει σε έκτακτη κατά την άποψη του ανάγκη, θα πρέπει, εντός δέκα (10) ημερολογιακών ημερών, μετά την λήψη τέτοιων πρόσθετων μέτρων, να υποβάλλει όλα τα στοιχεία, που απαιτούνται (εκθέσεις, σχέδια, υπολογισμούς, αξιολογήσεις από μετρήσεις οργάνων κλπ.) και όποια πρόσθετα στοιχεία του ζητηθούν

από την Υπηρεσία, προκειμένου να εγκριθεί σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία η αιτούμενη τροποποίηση.

Χωρίς την γραπτή έγκριση της Υπηρεσίας, που θα δοθεί με βάση τα στοιχεία αυτά, ουδεμία πληρωμή δεν θα δικαιούται ο Ανάδοχος για πρόσθετα μέτρα υποστήριξης εκσκαφών, τα οποία τοποθετήθηκαν με πρωτοβουλία του ίδιου σε έκτακτη ανάγκη.

3.3.2 Μέθοδοι Επιλογής Μέτρων Άμεσης Υποστήριξης

Κατά τη διάρκεια της κατασκευής η ευθύνη για την λήψη των προβλεπόμενων από την οριστική μελέτη μέτρων άμεσης υποστήριξης της σήραγγας ανήκει αποκλειστικά στον Ανάδοχο του Έργου. Ο Ανάδοχος, αν προκύψει ανάγκη λήψης πρόσθετων μέτρων θα ενημερώνει την Υπηρεσία σχετικά και, μετά την έγκρισή της, θα προχωρεί στη λήψη των απαιτούμενων πρόσθετων μέτρων, για την αντιμετώπιση κάθε περίπτωσης. Οι παραπάνω εξειδικεύσεις, που θα γίνονται κατά τη φάση των εκσκαφών και άμεσης υποστήριξης, προσαρμοσμένες στις επιτόπιες συνθήκες συνιστούν την **μελέτη εφαρμογής**. Δεν δικαιολογείται καμιά καθυστέρηση στη λήψη επί τόπου αποφάσεων, διότι τα θέματα, που αφορούν στην άμεση υποστήριξη της σήραγγας, θα επιλύονται σε σύντομο χρόνο, απ' ευθείας από τους παριστάμενους συνεχώς στο έργο και με δεδομένη την πάντοτε σαφή και πλήρως τεκμηριωμένη και αιτιολογημένη λήψη αμέσων μέτρων περιορισμένης έκτασης.

Κάθε τύπος διατομής επιβάλλει ιδιαίτερο τρόπο τοποθέτησης των μέτρων άμεσης υποστήριξης και προστασίας, ανάλογα με την ποιότητα του εδάφους.

Σε κάθε νέο τμήμα γεωλογικών – γεωτεχνικών συνθηκών θα εφαρμόζεται κατ' αρχήν η επικρατούσα κατηγορία αντιστήριξης που προκύπτει από την εγκεκριμένη Οριστική Μελέτη και στη συνέχεια θα γίνονται οι απαιτούμενες προσαρμογές.

Τα στοιχεία, τα οποία θα ληφθούν υπ' όψη κατά τη λήψη των επί τόπου αποφάσεων, είναι τα παρακάτω:

α. Η εγκεκριμένη **οριστική μελέτη εκσκαφής και άμεσης υποστήριξης** της σήραγγας, με τις εξειδικεύσεις που προκύπτουν ως αναγκαίες από τις επιτόπιες συνθήκες, κατά τη φάση εκσκαφής και άμεσης υποστήριξης, που θα περιέχουν όλες τις βασικές πληροφορίες για την εφαρμογή των μέτρων άμεσης υποστήριξης, όπως π.χ. τον αριθμό, τη θέση και το είδος των αγκυρίων καθώς και το χρόνο τοποθέτησής τους, τα πάχη των στρώσεων του εκτοξευομένου σκυροδέματος, τη διάταξη και το μέγεθος των πλαισίων, κλπ.

β. Τα αποτελέσματα δοκιμών και μετρήσεων, που γίνονται για την ποιοτική και ποσοτική εκτίμηση των χαρακτηριστικών του εδάφους. Η ερμηνεία των αποτελεσμάτων αυτών θα γίνεται από τον Ανάδοχο και από την Υπηρεσία με τη βοήθεια των μελετητών και τυχόν συμβούλων της. Περαιτέρω η Υπηρεσία θα αποφασίζει επί της εφαρμοστέας λύσης, σύμφωνα με τα προβλεπόμενα από την ισχύουσα Νομοθεσία και τους όρους της παρούσας σύμβασης.

Το πρόγραμμα των μετρήσεων, που εκτελούνται μέσα στην σήραγγα, όπως αναλυτικά αναφέρεται στα υποάρθρα 1.3 και 1.4 του παρόντος άρθρου 1, καλύπτει όλα τα θέματα και είναι αρκετά ευρύ ώστε να δώσει όλες τις πληροφορίες, που είναι απαραίτητες.

γ. Οι εμπειρίες και οι παρατηρήσεις του πεπειραμένου προσωπικού των συνεργείων διάνοιξης και άμεσης υποστήριξης, που θα πρέπει να διαθέτει ο Ανάδοχος, είναι αποφασιστικής σημασίας για τη συνέχιση των εκσκαφών και για την επιλογή των μέτρων

άμεσης υποστήριξης των τμημάτων που διανοίγονται ή για την ενίσχυση των τμημάτων, που έχουν ήδη υποστηριχθεί. Οι εμπειρίες αυτές και οι παρατηρήσεις θα καταγράφονται, από τον Ανάδοχο και θα γνωστοποιούνται στην Υπηρεσία μετά των μελετητών και των τυχόν συμβούλων της.

3.3.3 Μέτρα Άμεσης Υποστήριξης ανά Κατηγορία Εδάφους

Τα μέσα άμεσης υποστήριξης ευρίσκονται σε άμεση συνάρτηση με την κατηγορία εδάφους, στην οποία κατατάσσεται το κάθε τμήμα της σήραγγας, ανάλογα με τη διατομή αυτής και ανάλογα προς τις τοπικές συνθήκες, σύμφωνα με την **εγκεκριμένη οριστική μελέτη**, λαμβανομένης υπόψη της διαδικασίας που αναφέρεται στους όρους δημοπράτησης του έργου.

3.4 Τρόπος, Φάσεις και Χρόνος Εφαρμογής των Μέσων Άμεσης Υποστήριξης στις Διάφορες Κατηγορίες Εδάφους

Σε κάθε περίπτωση το βήμα διάνοιξης, οι φάσεις και ο κύκλος εργασιών κάθε φάσης θα εκτελούνται σύμφωνα με τα συμβατικά τεύχη και την οριστική μελέτη του Έργου.

Η συμπεριφορά του εδάφους στο μέτωπο και πίσω από το μέτωπο απαιτεί, σχεδόν πάντοτε, ταχείες επεμβάσεις για τη σταθεροποίησή του. Εξ άλλου είναι σαφές ότι ο κάθε τύπος διατομής επιβάλλει ιδιαίτερο τρόπο τοποθέτησης των μέτρων άμεσης υποστήριξης. Οι περιπτώσεις ευστάθειας του εδάφους καθώς και η ύπαρξη ή όχι υπερκείμενων κατασκευών / οδών επηρεάζουν τον ρυθμό τοποθέτησης των μέτρων άμεσης υποστήριξης, καθώς επίσης το είδος και τη μορφή των μέτρων αυτής, που θα εφαρμοσθούν. Στην εγκεκριμένη οριστική μελέτη δίνονται όλα τα αναγκαία μέτρα και οι περιορισμοί, έναντι του χρόνου τοποθέτησης αυτών, ώστε να εξασφαλίζεται επιτυχής διάνοιξη αναφορικά με τις εν δυνάμει αστοχίες και καθιζήσεις και στα οποία ο Ανάδοχος οφείλει να συμμορφώνεται.

3.4.1 Αλληλουχία Εργασιών Υποστήριξης

Για να αντιμετωπισθεί η παραπάνω αλληλεξάρτηση του τρόπου εκσκαφής και της επιλογής των καταλλήλων μέτρων άμεσης υποστήριξης και του επιβαλλόμενου χρόνου εφαρμογής τους, σε συνάρτηση με τις συνθήκες ευστάθειας του εδάφους, πρέπει να εφαρμόζεται η προβλεπόμενη στην **Οριστική Μελέτη Εκσκαφής και Άμεσης Υποστήριξης** αλληλουχία των εργασιών υποστήριξης της σήραγγας. Η εν λόγω αλληλουχία πρέπει να αντιστοιχεί στα βήματα προχώρησης και να ολοκληρώνεται όπως ορίζεται από την μελέτη για κάθε διατομή

3.5 Συμπληρωματική Ενίσχυση Άμεσης Υποστήριξης

Σύμφωνα με τις παραδοχές της οριστικής μελέτης σε ορισμένη απόσταση από το μέτωπο θεωρείται ότι θα έχει αναληφθεί το σύνολο των αναμενόμενων γεωστατικών φορτίων και ήδη έχουν γίνει φανερές, τυχόν ενδεχόμενες αδυναμίες και ανεπάρκεια των έργων υποστήριξης. Ως εκ τούτου, στην περιοχή αυτή, είναι δυνατόν να διαγνωσθεί η ανάληψη λήψης πρόσθετων μέτρων και η εκτέλεση εργασιών ενίσχυσης της άμεσης υποστήριξης. Οι εργασίες αυτές είναι:

α. Συμπληρωματικές στρώσεις εκτοξευόμενου σκυροδέματος, για ενίσχυση της άμεσης υποστήριξης, αν αυτό προβλέπεται από την εγκεκριμένη **οριστική μελέτη εκσκαφής και άμεσης υποστήριξης** ή αν προκύπτει από την επανεκτίμηση των στοιχείων του εδάφους, που γίνεται κατά τη φάση εκσκαφής και άμεσης υποστήριξης αυτής.

β. Ενίσχυση και πύκνωση των αγκυρίων, εφ' όσον αυτό προκύπτει από τις μετρήσεις των τάσεων λειτουργίας τους ή / και την εκτίμηση της συμπεριφοράς της εδαφικής μάζας.

γ. Ενίσχυση της θεμελίωσης των χαλύβδινων πλαισίων κατά την ολοκλήρωση της Β' Φάσης των εκσκαφών, εφ' όσον προβλέπεται κατασκευή δοκού έδρασης τους από σκυρόδεμα, κλπ. Αύξηση, ενδεχομένως, των διαμήκων ράβδων στήριξής τους, τοποθέτηση πλαισίων σε ενδιάμεσες θέσεις ή αγκύρωση των ίδιων των τοποθετημένων πλαισίων, αν αυτό απαιτηθεί από τη συμπεριφορά της εδαφικής μάζας.

δ. Αποκαταστάσεις των τυχόν αστοχιών των μέτρων άμεσης υποστήριξης.

3.6 Προενίσχυση Πετρώματος ή και Προήγηση Στοιχείων Άμεσης Υποστήριξης

Στις περιπτώσεις κατηγοριών χαλαρών εδαφών, που παρουσιάζουν μικρό χρόνο αυτοϋποστήριξης, απαιτείται, πολλές φορές, η ενίσχυση του θόλου της εκσκαφής με ορισμένα συστήματα, που προχωρούν εμπρός από την κυρίως διάνοιξη όπως π.χ.:

(1) Προήγηση Μεταλλικών Λαμαρίνων

Αυτή εφαρμόζεται, εφόσον εγκριθεί από την Υπηρεσία, σε μέτριας συνεκτικότητας εδάφη, όπου γίνεται χρήση μεταλλικών πλαισίων. Μετά την τοποθέτηση του τελευταίου πλαισίου, κατά την έναρξη της επόμενης φάσης εκσκαφής, σκάπτεται προσεκτικά, περιμετρικό αυλάκι μέσα στην εδαφική μάζα, στο οποίο και σφηνώνονται οι λαμαρίνες προπορείας. Προς την πλευρά του πλαισίου, που έχει ήδη εγκατασταθεί, έχουν περαστεί, πάνω από το εξωρράχιό του και έτσι λειτουργούν σαν ένα στέγαστρο, που προστατεύει τους εργαζόμενους στις επόμενες φάσεις της διάνοιξης.

(2) Προενίσχυση με ράβδους προαγκύρωσης με τσιμεντένεμα ή όχι

Το σύστημα αυτό εφαρμόζεται, σύμφωνα με τη μελέτη ή/ και τις εντολές της Υπηρεσίας και περιλαμβάνει έπιξη ράβδων σιδήρου σε οπές, που διανοίγονται αμέσως πριν την εκσκαφή, είτε με ώθηση με μηχανικά μέσα, σε διάταξη που να σχηματίζεται μια κωνοειδής επιφάνεια, ομπρέλα, υπό την προστασία της οποίας γίνονται αρκετά βήματα προχώρησης της εκσκαφής της σήραγγας με ασφάλεια. Οι ράβδοι προαγκύρωσης, μπορεί να περιβάλλονται με τσιμεντένεμα, είτε όχι, ανάλογα των τοπικών συνθηκών.

(3) Χαλύβδινοι Δοκοί Προπορείας (FOREPOLING)

Το σύστημα αυτό εφαρμόζεται, σύμφωνα με τη μελέτη ή/ και τις εντολές της Υπηρεσίας και περιλαμβάνει τη χρήση μεταλλικών δοκών προπορείας (σιδηροσωλήνες τούμπο ή χαλύβδινες δοκοί διαφόρων διατομών), που τοποθετούνται, είτε σε οπές, που διανοίγονται αμέσως πριν από την εκσκαφή, είτε με ώθηση με μηχανικά μέσα, σε διάταξη που να σχηματίζεται μία κωνοειδής επιφάνεια, υπό την προστασία της οποίας γίνονται αρκετά βήματα προχώρησης της εκσκαφής της σήραγγας με ασφάλεια. Πριν εξαντληθεί το μήκος της «ομπρέλας», αρχίζει να τοποθετείται η επόμενη «ομπρέλα» κ.ο.κ. Έτσι, οι εργασίες στη σήραγγα εκτελούνται υπό τη συνεχή προστασία της «ομπρέλας».

(4) Προενίσχυση Εδάφους

Η εργασία αυτή εκτελείται, ύστερα από τις εκτιμήσεις της γεωτεχνικής μελέτης, κυρίως με τσιμεντενέσεις σταθεροποίησης του εδάφους, σύμφωνα με το αντίστοιχο άρθρο 4 της παρούσας Τ.Σ.Υ. - Τ.Π.

(5) Αγκύρια υαλονήματος (fiberglass) ενίσχυσης του μετώπου

Τοποθέτηση αγκυρίων υαλονήματος (fiberglass) για την ενίσχυση του μετώπου εκσκαφής εμποτισμένων από τσιμεντένεμα. Τα αγκύρια αυτού του τύπου δίνουν την δυνατότητα ενίσχυσης του εδάφους, στη περιοχή του μετώπου με την εύκολη κοπή των αγκυρίων κατά την εκσκαφή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

Εξειδίκευση στο έργο

Εισαγωγή

Η μελέτη – κατασκευή η οποία μελετάται στη διπλωματική αυτή γίνεται με τη Μέθοδο Επικάλυψης – Εκσκαφής (Cover&Cut), όπου κατασκευάζεται η πλάκα οροφής της σήραγγας και οι λοιπές εργασίες πραγματοποιούνται υπογείως.

Πιο συγκεκριμένα η υφιστάμενη σήραγγα ανόδου Αγ. Στεφάνου εκτείνεται από τη Χ.Θ. εισόδου 35+747,64 έως τη Χ.Θ. 35+897,88 και έχει μήκος 150,22μ. Στην είσοδο υπάρχει κοινό στόμιο με τη σήραγγα καθόδου ενώ στην έξοδο υπάρχει απόσταση μεταξύ των στομιών των σηράγγων περίπου 20μ. στην οποία υπάρχει διαμόρφωση με τοίχο αντιστήριξης στον οποίο παρατηρείται προοδευτική αστοχία.

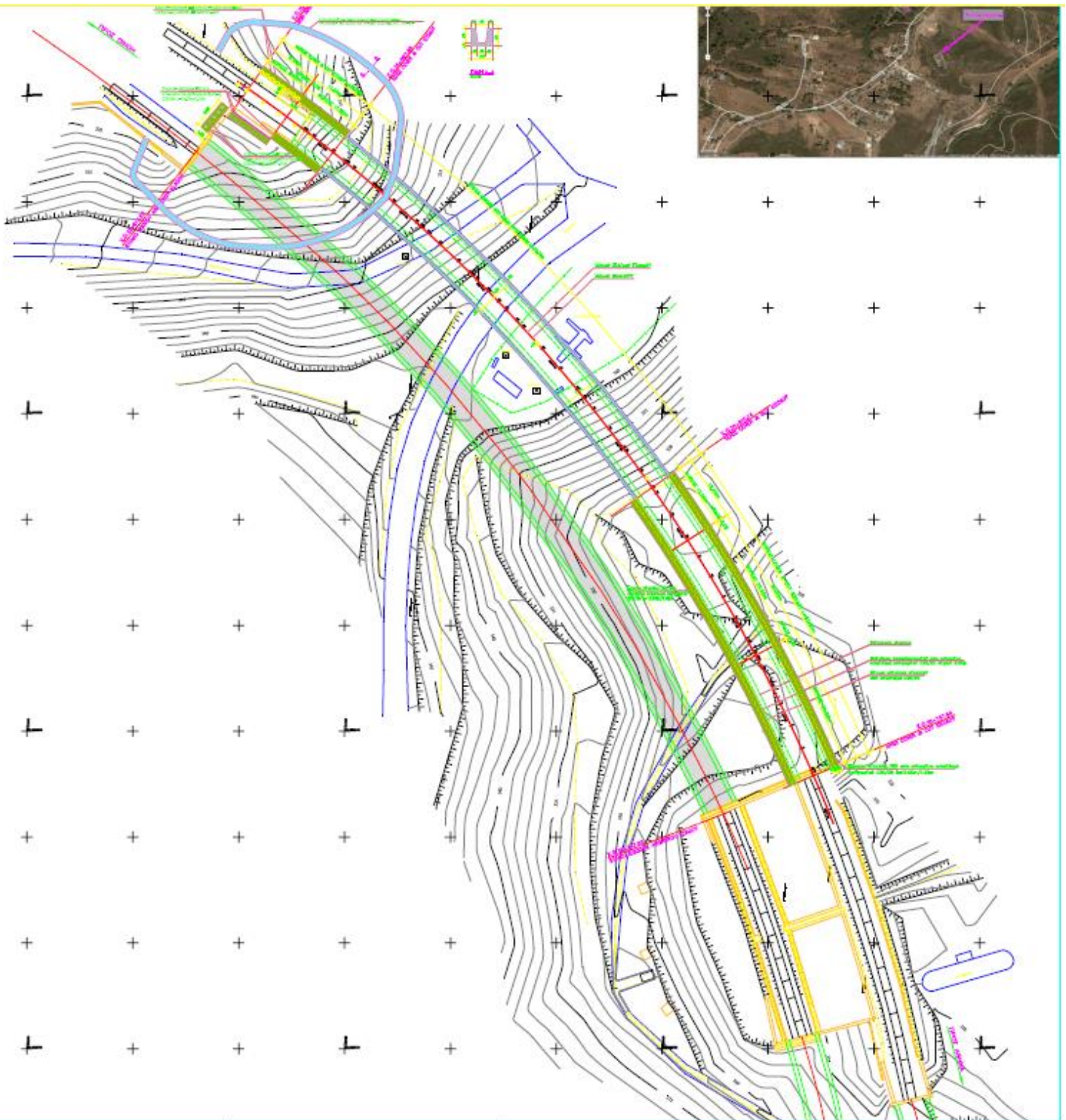
Η λύση που επιλέγεται για την ανακατασκευή-ενίσχυση της σήραγγας ανόδου Αγ. Στεφάνου περιλαμβάνει την πλήρη ανακατασκευή της μόνιμης επένδυσης σε όλο το μήκος της σήραγγας με διευρυμένη διατομή χρήσης. Η ανακατασκευή προβλέπει την κατασκευή της διευρυμένης σήραγγας με τη μέθοδο cover&cut μήκους 62,50μ. στο τμήμα από τη Χ.Θ. 35+747,64 ως τη Χ.Θ. 35+810,14 όπου το κάλυμμα της σήραγγας είναι πολύ μικρό και με υπόγεια διάνοιξη μήκους 87,74μ. στο τμήμα μεταξύ Χ.Θ. 35+810,14 και 35+897,88. Επιπλέον προβλέπεται η κατασκευή ενός τεχνικού εξόδου με τη μέθοδο cover&cut μήκους 20,00μ. από τη Χ.Θ. 35+897,88 έως τη Χ.Θ. 35+917,88 με σκοπό να αντιμετωπιστεί η αστοχία του υφιστάμενου τοίχου αντιστήριξης και να διαμορφωθεί και στην έξοδο της σήραγγας κοινό στόμιο μεταξύ των δύο σηράγγων.

Οι φορείς cover&cut κατασκευάζονται από πασσαλοστοιχίες Φ80 ανά 1,20μ. περίπου επί των οποίων μορφώνονται κεφαλοδοκοί σύνδεσης συνολικού ύψους 2,00μ. επί των οποίων σκυροδετείτε πλάκα πάχους 0,80μ. Για τους πασσάλους χρησιμοποιείται σκυρόδεμα C20/25 και για την πλάκα και τις κεφαλοδοκούς σκυρόδεμα C30/37. Οι πασσαλοστοιχίες απέχουν μεταξύ τους απόσταση 7,54μ. (καθαρό άνοιγμα). Επενδύονται εσωτερικά μετά την εκσκαφή του υπογείου με τοιχίο από οπλισμένο σκυρόδεμα C20/25 συνολικού πάχους 0,50μ.

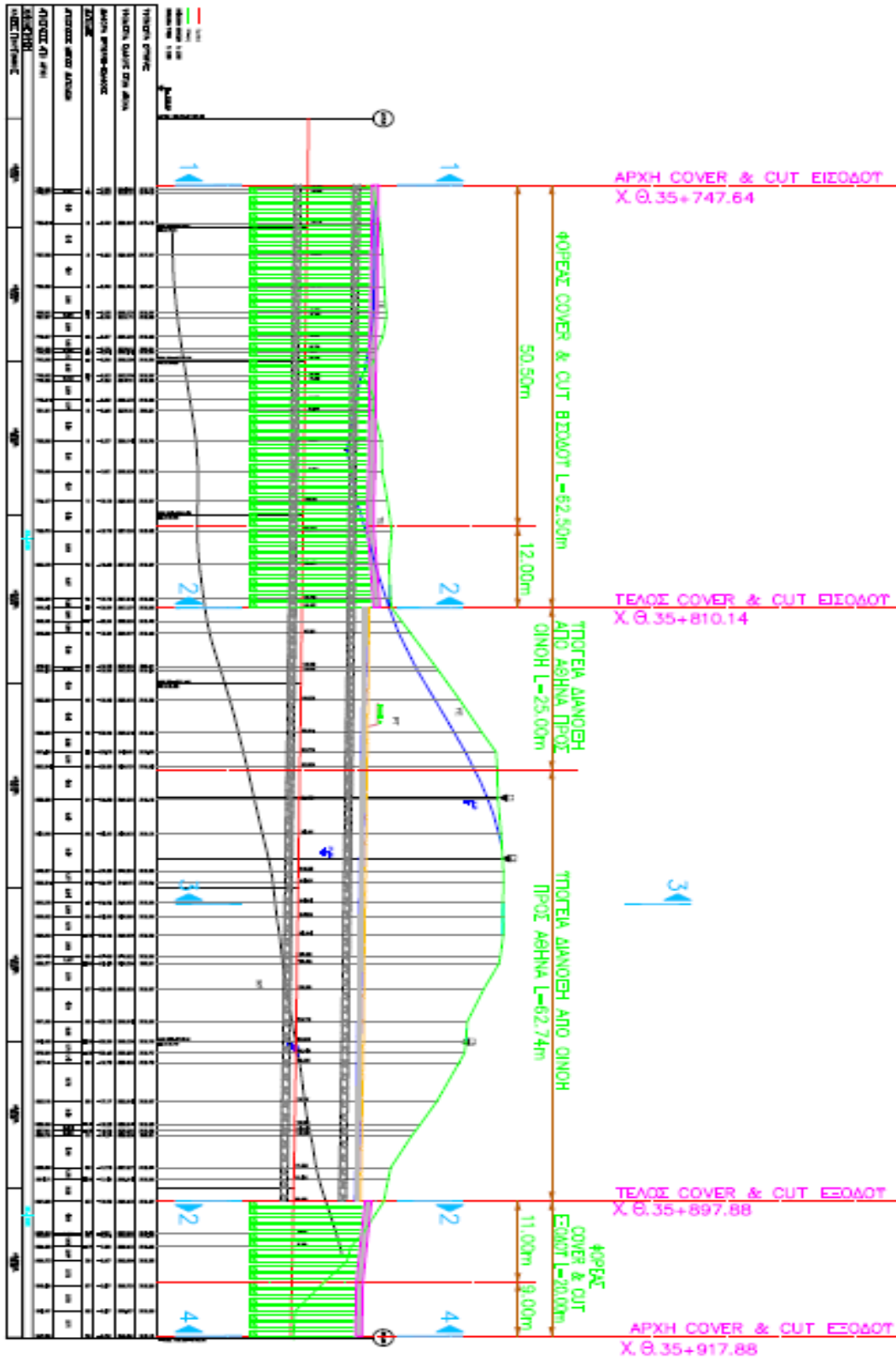
Ο φορέας της μόνιμης επένδυσης της σήραγγας στο τμήμα της διεύρυνσης με υπόγεια διάνοιξη έχει συμμετρική πεταλοειδή διατομή και μορφώνεται από δύο κυκλικά τόξα με ακτίνες εσωρραχίου 3,40μ. στο θόλο και 9,25μ. στις παρειές. Το πάχος του φορέα είναι 35εκ. στη στέψη.

4.1 Γενικά στοιχεία.

ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ.



MHKOTOMH



4.2 Τεχνικογεωλογικές συνθήκες

4.2.1 Αξιολόγηση Εδαφοτεχνικών Ερευνών

Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης για την αποκατάσταση της αστοχίας εκτελέστηκαν τρεις (3) ερευνητικές γεωτρήσεις.

Στον Πιν. 2 που ακολουθεί, παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα της τεχνικογεωλογικής αξιολόγησης των ερευνητικών γεωτρήσεων.

Τα αναλυτικά δελτία των τομών δίδονται στο παράρτημα Ι. Πιν. 2 Τεχνικογεωλογική αξιολόγηση γεωτρήσεων

Τεχνικογεωλογικές Ενότητες

Με βάση τα αποτελέσματα των ερευνητικών γεωτρήσεων και των στοιχείων της γεωλογικής χαρτογράφησης προκύπτει ότι το μεγαλύτερο τμήμα της σήραγγας έχει διανοιχθεί στα υλικά των αργίλων – πηλίων (PT). Μικρό τμήμα στην περιοχή εξόδου της σήραγγας έχει διανοιχθεί στο βραχώδη σχηματισμό των σχιστόλιθων (sch)

Πιν. 2 Τεχνικογεωλογική αξιολόγηση γεωτρήσεων

A/A	ΚΩΔΙΚΟΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ	A.Y.	ΒΑΘΟΣ ΑΠΟ	ΒΑΘΟΣ ΕΩΣ	ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ	ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ	ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΟΡΓΑΝΟΥ
1	Γ1	340.568	0.00	1.30	Υλικά Επιχώσεων	TE	ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΟ
			1.30	26.70	Αργίλοι - Πηλοί	PT	
			26.70	36.00	Σχιστόλιθοι	sch	
2	Γ2	340.886	0.00	24.10	Αργίλοι - Πηλοί	PT	ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΟ
			24.10	35.10	Σχιστόλιθοι	sch	
3	Γ3	335.895	0.00	15.65	Αργίλοι - Πηλοί	PT	ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΟ
			15.65	30.60	Σχιστόλιθοι	sch	

Παρακάτω περιγράφονται αναλυτικά τα τεχνικογεωλογικά χαρακτηριστικά των σχηματισμών αυτών.

Αργίλοι και πηλίτες (PT)

Πρόκειται για αργιλικής κυρίως σύστασης σχηματισμό με μικρούς οριζόντες χαλαρών κροκαλοπαγών και παρουσιάζουν πτωχά μηχανικά χαρακτηριστικά. Ο

Κύριο χαρακτηριστικό του σχηματισμού είναι η εμφάνιση φαινομένων διόγκωσης με την παρουσία νερού. Αναμένεται να αποτελεί σχηματισμό πολύ χαμηλής διαπερατότητας.

Ως προς τη σεισμική επικινδυνότητα, τα υλικά των αργίλων – πηλίων κατατάσσονται στην κατηγορία εδαφών “B” ως στρώσεις σκληρής προσυμπιεσμένης αργίλου πάχους μεγαλύτερου των 70m..

Σχιστόλιθοι (sch)

Αποτελεί βραχώδη σχηματισμό, ο οποίος εκσκάπτεται δύσκολα με μηχανικά μέσα και πιθανά να απαιτείται τοπική χρήση εκρηκτικών για την χαλάρωση της βραχώμαζας. Παρουσιάζει γενικά καλά μηχανικά χαρακτηριστικά.

Ως προς τη σεισμική επικινδυνότητα κατατάσσεται στην κατηγορία εδαφών A, ως “Βραχώδεις σχηματισμοί εκτεινόμενοι σε αρκετή έκταση και βάθος χωρίς να παρουσιάζουν έντονη αποσάθρωση”.

4.2.2 Υδρογεωλογία

Υδρολιθολογία

Η διερεύνηση των υδρογεωλογικών συνθηκών της περιοχής μελέτης γίνεται προκειμένου να εντοπισθούν τα αίτια εκδήλωσης των αστοχιών και να εντοπιστούν αναμενόμενα προβλήματα στα προβλεπόμενα έργα λόγω δράσης του υπόγειου νερού.

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί που απαντώνται στην περιοχή του έργου παρουσιάζουν αναλυτικά την ακόλουθη υδρολιθολογική συμπεριφορά. Η ταξινόμηση των γεωλογικών σχηματισμών ως προς την κατηγορία του συντελεστή διαπερατότητας k έγινε με βάση την ταξινόμηση κατά Terzaghi and Peck (1967) και παρουσιάζεται στον Πιν. 3 που ακολουθεί.

4.2.3 Περιγραφή κατά μήκος της σήραγγας

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφονται κατ' αρχή οι τεχνικογεωλογικές συνθήκες κατά μήκος της σήραγγας, τα αίτια και ο μηχανισμός εκδήλωσης των αστοχιών. Οι ακριβείς θέσεις εμφάνισης των αστοχιών παρουσιάζονται στο γεωλογικό ανάπτυγμα του εσωτερικού της σήραγγας στο τμήμα από Χ.Θ. 35+747,65 έως Χ.Θ. 35+805.

Παρατηρήσεις στο Εσωτερικό της Σήραγγας

Συνοπτικά οι παρατηρήσεις στο εσωτερικό της σήραγγας είναι οι παρακάτω:
Ρωγμές: Εντοπίστηκε μια εγκάρσια ρωγμή σε όλο το πλάτος της διατομής της σήραγγας, 1 μ περίπου από την είσοδο της σήραγγας. Η ρωγμή αυτή με βάση τους μάρτυρες παρακολούθησης άνοιξε σε μια θέση το 1972 και σήμερα δεν παρουσιάζει ενδείξεις ότι συνεχίζεται η διεύρυνσή της.

Παραμορφώσεις: Δεν εντοπίζονται παραμορφώσεις στο τμήμα αυτό.

Παρουσία υγρασίας: Εντοπίζεται στην αριστερή πλευρά της οροφής της σήραγγας στο τμήμα από Χ.Θ. 35+795 έως Χ.Θ. 35+800.

Τεχνικογεωλογικές Συνθήκες

Λιθολογία

Η σήραγγα στο τμήμα αυτό εκτιμάται ότι έχει διανοιχθεί στο σχηματισμό των αργίλων – πηλιτών (PT). Επιφανειακά καλύπτεται από υλικά τεχνητών επιχώσεων (TE).

Το ύψος των υπερκειμένων στο τμήμα αυτό είναι πολύ μικρό, της τάξης των 0.5 – 3.0 m. Με βάση μορφολογικά κριτήρια, εκτιμάται ότι περί τη Χ.Θ. 35+790, η σήραγγα είχε βγει στην επιφάνεια και στη συνέχεια επανεπιχώθηκε.

Αίτια και Μηχανισμός Αστοχίας

Εκτιμάται ότι η παρουσία της ρωγμής στην είσοδο της σήραγγας σχετίζεται με τις εργασίες κατασκευής της σήραγγας του αριστερού κλάδου και τη διαμόρφωση της εισόδου κατά τη φάση αυτή.

Η παρουσία υγρασίας στο τμήμα αυτό εκτιμάται ότι συνδέεται με κατείσδυση του επιφανειακού νερού μέσω των υλικών των τεχνητών επιχώσεων (ΤΕ) αλλά και των γειτονικών υλικών επίχωσης (ΥΕ) της παιδικής χαράς με δεδομένο και το μικρό ύψος υπερκειμένων. Στη συνέχεια το νερό κινείται στην αποσαθρωμένη ζώνη των Πλειοκαινικών αργιλικών σχηματισμών και ακολουθώντας το ανάγλυφο εκδηλώνεται στη θέση της των μαρτύρων Α16 (Διατομή 10)

Τμήμα από Χ.Θ. 35+805 έως Χ.Θ. 35+865

Παρατηρήσεις στο Εσωτερικό της Σήραγγας

Συνοπτικά οι παρατηρήσεις στο εσωτερικό της σήραγγας είναι οι παρακάτω:
Ρωγμές: Εντοπίζονται σε όλο σχεδόν το μήκος του τμήματος. Πρόκειται κυρίως για οριζόντιες ρωγμές σε ύψος 2 με 2.5 m και στις δυο παρειές της σήραγγας. Τοπικά εντοπίζονται ρωγμές με διάφορες κατευθύνσεις.

Παραμορφώσεις: Οι παραμορφώσεις της μόνιμης επένδυσης της σήραγγας εντοπίζονται κυρίως στην αριστερά παρειά στα τμήματα από Χ.Θ. 35+810 έως Χ.Θ. 35+820 και από Χ.Θ. 35+838 έως Χ.Θ. 35+858. Στην δεξιά παρειά εντοπίζονται παραμορφώσεις περί τη Χ.Θ. 35+807. Παρουσία υγρασίας: Εντοπίζεται κατά θέσεις κυρίως στην αριστερή πλευρά της οροφής της σήραγγας.

Τεχνικογεωλογικές Συνθήκες

Λιθολογία

Η σήραγγα στο τμήμα αυτό εκτιμάται ότι έχει διανοιχθεί στο σχηματισμό των αργίλων – πηλιτών (ΡΤ). Επιφανειακά καλύπτεται από υλικά πρόσφατων επιχώσεων της παιδικής χαράς (ΥΕ).

Η σχετικά σύντομη σε χρόνο εκτόνωση των νερών των ερευνητικών γεωτρήσεων, υποδηλώνει ότι για κάποιο λόγο έχουμε αυξημένη περατότητα κοντά στη μόνιμη επένδυση παρά την πολύ χαμηλή διαπερατότητα των υλικών. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε διατάραξη του σχηματισμού είτε κατά τη φάση της διάνοιξης της σήραγγας είτε σε πιθανή μεταγενέστερη σεισμική διέγερση της εδαφικής μάζας.

Αίτια και Μηχανισμός Αστοχίας

Εκτιμάται ότι η παραμορφώσεις στη μόνιμη επένδυση της σήραγγας και η παρουσία των ρωγμών στο τμήμα αυτό οφείλεται στη διόγκωση των αργιλικών υλικών μέσα στα οποία έχει διανοιχθεί η σήραγγα.

Η διόγκωση των αργιλικών υλικών συντελείται λόγω της παρουσίας νερού, είτε με μορφή υγρασίας είτε με τη μορφή μικρής ροής (περίοδος έντονων βροχοπτώσεων).

Η επιδείνωση των φαινομένων αστοχίας στη σήραγγα τα τελευταία χρόνια εκτιμάται ότι οφείλεται σε αύξηση της τροφοδοσίας των αργίλων σε νερό. Στο φαινόμενο αυτό εκτιμάται ότι συνέβαλαν τα εξής:

Α) η κάλυψη των επιφανειακών αγωγών αποχέτευσης με χώματα και Κλαδιά που είχε σα συνέπεια την παρεμπόδιση της απομάκρυνσης των ομβρίων με αποτέλεσμα την αύξηση των νερών κατείσδυσης.

Β) τα υλικά επίχωσης (ΥΕ) της παιδικής χαράς, μέσω των οποίων ευνοείται η κυκλοφορία και η επιλεκτική κατείσδυση των ομβρίων προς τις υποκείμενες αργίλους.

Γ) η τροφοδοσία νερού από την περιοχή της παιδικής χαράς το οποίο προέρχεται από πότισμα ή πιθανή βλάβη του δικτύου άρδευσης.

Δεν θα πρέπει επίσης να αποκλειστεί η πιθανότητα τροφοδοσίας των αργίλων με οικιακά απόβλητα των παρακείμενων οικιών μέσω των αποχετεύσεων.

Τμήμα από Χ.Θ. 35+865 έως Χ.Θ. 35+905.52

Παρατηρήσεις στο Εσωτερικό της Σήραγγας

Στο τμήμα αυτό δεν εντοπίστηκαν αστοχίες.

Τεχνικογεωλογικές Συνθήκες

Λιθολογία

Η σήραγγα στο τμήμα αυτό εκτιμάται ότι έχει διανοιχθεί στο σχηματισμό των αργίλων – πηλιτών (PT) και στο σχηματισμό των σχιστολίθων (sch). Η διεπιφάνεια μεταξύ των αργίλων και των σχιστολίθων αξιολογείται ως επιφάνεια ρήγματος. Το ρήγμα αυτό με βάση γεωλογικά κριτήρια χαρακτηρίζεται ως πιθανά ενεργό.

Από την αξιολόγηση των διαθέσιμων στοιχείων δεν προκύπτει σχέση μεταξύ της παρουσίας του ρήγματος και της εμφάνισης των φαινομένων αστοχίας στη σήραγγα.

Περιοχή Εξόδου Σήραγγας

Παρατηρήσεις

Διαπιστώθηκε αστοχία του τοίχου αντιστήριξης μεταξύ των σηράγγων των δυο κλάδων της σιδηροδρομικής γραμμής. Στον τοίχο παρατηρείται τάση για ανατροπή με εκδήλωση μετακίνησης στη στέψη της τάξης των 0.30 μ.

Το φαινόμενο αυτό είχε ξεκινήσει στα μέσα του 1972 όπως φαίνεται και από μάρτυρες από κονίαμα που είχαν τοποθετηθεί τότε στις ρωγμές.

Τεχνικογεωλογικές Συνθήκες

Λιθολογία

Στην περιοχή εξόδου της σήραγγας συναντώνται οι σχιστόλιθοι (sch). Η περιοχή πίσω από τον τοίχο αντιστήριξης, εκτιμάται ότι έχει επιχωθεί με διογκώσιμα υλικά των αργίλων – πηλιτών.

Αίτια και Μηχανισμός Αστοχίας

Εκτιμάται ότι η αστοχία του τοίχου αντιστήριξης οφείλεται στη διόγκωση των αργιλικών υλικών που βρίσκονται πίσω από αυτόν.

Η διόγκωση των αργιλικών υλικών συντελείται λόγω της παρουσίας νερού πίσω από τον τοίχο αντιστήριξης.

4.2.4 Αξιολόγηση αποτελεσμάτων γεωτεχνικής έρευνας

ΓΕΝΙΚΑ ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ – ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η περιοχή ενδιαφέροντος τοποθετείται στο Νομό Αττικής και αποτελεί τμήμα της ευρύτερης λεκάνης του Κηφισού ποταμού. Εντοπίζεται βόρεια του οικισμού του Αγ. Στεφάνου σε απόσταση 1,5Km περίπου. Η υφιστάμενη σιδηροδρομική γραμμή διέρχεται μεταξύ δύο αυχένων στην περιοχή Πευκόφυτου. Η στενή περιοχή ενδιαφέροντος αναπτύσσεται σε σχετικά ήπιο λοφώδες ανάγλυφο με υψόμετρα που κυμαίνονται μεταξύ 320m και 345m περίπου. Η χάραξη στο τμήμα που εξετάζεται διέρχεται σε υψόμετρο 315m-317m. Η αποστράγγιση της περιοχής γίνεται μέσω ρεμάτων εποχιακής λειτουργίας, με γενική διεύθυνση NNA-BBΔ και εκβάλλουν βορειότερα στο Ρέμα Ζαστάνη και στη συνέχεια στη λίμνη του Μαραθώνα.

ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Οι γεωλογικές σχηματισμοί που αποτελούν το βραχώδες αλπικό υπόβαθρο της περιοχής ανήκουν στην αλλόχθονη μεταμορφωμένη ενότητα του Αγ. Γεωργίου (Λόζιος Στ. 1993). Οι αλπικοί σχηματισμοί καλύπτονται ασύμφωνα από μεταλπικά ιζήματα του Νεογενούς και Τεταρτογενούς. Οι νεογενείς σχηματισμοί ανήκουν στο σχηματισμό Αγ. Στεφάνου. Οι γεωλογικοί σχηματισμοί είναι οι εξής από τους αρχαιότερους προς τους νεότερους:

ΑΛΠΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ – ΕΝΟΤΗΤΑ ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ

Σχιστόλιθοι (Sch): Πρόκειται για μαρμαρυγιακούς-γλαυκοφανικούς σχιστολίθους γκριζοπράσινου χρώματος. Τοπικά πιθανά να συναντώνται ενστρώσεις σκουρόχρωμων μαρμάρων.

ΝΕΟΓΕΝΕΣ – ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΑΓ. ΣΤΕΦΑΝΟΥ

Αργίλοι και πηλίτες (PT): Πρόκειται για χερσαία αργιλοπηλιτικά ιζήματα καστανέρυθρου χρώματος με μικρούς οριζόντες χαλαρών κροκαλοπαγών μικρού πάχους. Στην επαφή του σχηματισμού με το βραχώδες υπόβαθρο εντοπίζονται γραμμές ολίσθησης που υποδηλώνουν πρόσφατες κινήσεις.

ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΕΣ

Κορήματα (SM): Πρόκειται για εδαφικά υλικά αργιλοαμμώδους έως αργιλικής σύστασης με διάσπαρτες λατύπες καστανού έως κοκκινοκάστανου χρώματος, τα οποία προέρχονται από την αποσάθρωση των σχιστολίθων.

Σημαντικό τμήμα της περιοχής καλύπτεται επιφανειακά από τεχνητές επιχώσεις (TE) που αποτέθηκαν κατά τη φάση κατασκευής των σηράγγων. Στο μέσο περίπου της περιοχής έχουν αποθεθεί πρόσφατα υλικά επιχώσεων (YE) για την κατασκευή παιδικής χαράς. Τα υλικά των τεχνικών επιχώσεων και των πρόσφατων υλικών επιχώσεων εκτιμάται ότι έχουν αργιλική σύσταση.

ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Στην περιοχή του τεχνικού έργου της σήραγγας, η αλληλουχία των σχηματισμών του υπεδάφους προσδιορίζεται με βάση τα αποτελέσματα των εδαφοτεχνικών ερευνών με δειγματοληπτικές γεωτρήσεις και μέσω εργαστηριακών δοκιμών.

Ο διαχωρισμός των επί μέρους ενοτήτων γίνεται με βάση τη μακροσκοπική τους δομή, την κοκκομετρική τους διαβάθμιση και την εκτέλεση εργαστηριακών δοκιμών σε χαρακτηριστικά δείγματα σε συνδυασμό με τα αποτελέσματα της πρότυπης δοκιμής διείσδυσης (αριθμός κρούσεων NSPT).

Συγκεκριμένα στην περιοχή εμφάνισης της σήραγγας πρόκειται να συναντηθούν κυρίως δύο σχηματισμοί, ένας εδαφικός (άργιλος) και ένας βραχώδης (σχιστόλιθος).

Επιφανειακά συναντώνται υλικά επιχώσεων και γενικά μικρού πάχους τεχνητές επιχώσεις. Πιο αναλυτικά οι κυριότεροι σχηματισμοί που συνθέτουν το υπέδαφος της περιοχής του έργου είναι οι ακόλουθοι:

ΣΤΡΩΜΑ I: Ισχνή άργιλος και ισχνή άργιλος με άμμο έως αμμώδης ισχνή άργιλος και τοπικά ιλυώδης και αργιλώδης άμμος. (CL), (SM), (SC)

Πρόκειται για στρώμα που συναντάται στην περιοχή του έργου τόσο επιφανειακά όσο και σε μεγαλύτερα βάθη και στις τρεις γεωτρήσεις που εκτελέστηκαν Γ1, Γ2 και Γ3. Συγκεκριμένα ο σχηματισμός συναντάται στη γεώτρηση Γ1 από το βάθος των 3,20m έως το βάθος των 26,70m, στη γεώτρηση Γ2 από την επιφάνεια σχεδόν του εδάφους έως το βάθος των 24,10m και στη γεώτρηση Γ3 ο σχηματισμός εμφανίζεται από την επιφάνεια σχεδόν του εδάφους έως το βάθος των 15,65m.

Ο σχηματισμός κοκκομετρικά χαρακτηρίζεται κυρίως ως ισχνή άργιλος και ισχνή άργιλος με άμμο έως αμμώδης ισχνή άργιλος και τοπικά ιλυώδης και αργιλώδης άμμος (CL), (SM), (SC) με λίγα λεπτά χαλίκια κατά τόπους, πολύ σφιγρή έως σκληρή, καστανοκόκκινου χρώματος, κυρίως μέσης πλαστικότητας, με ίχνη από φυτικά ριζίδια στα ανώτερα στρώματα κάποιων γεωτρήσεων. Σε διάφορα βάθη διακρίνονται ασυνέχειες με κλίσεις από 30ο έως 50ο και ίχνη γράμμωσης.

Η περιεκτικότητα του σχηματισμού σε χάλικες και άμμο κυμαίνεται από 0% και 11,8% έως 9% και 55,4% αντίστοιχα, ενώ σε ιλύ και άργιλο κυμαίνεται από 37,6% έως 89,5%. Ο δείκτης πλαστικότητας (IP) κυμαίνεται από 12,6% έως 22,1% με ένα (1) δείγμα από τα δεκαεννέα δείγματα να είναι μη πλαστικό (NP). Τέλος, η φυσική υγρασία (W) κυμαίνεται από 4,6% έως 21,9%.

Η εκτέλεση της πρότυπης δοκιμής διείσδυσης έδωσε αριθμό κρούσεων που κυμαίνεται από NSPT=11 έως NSPT=55 με μέση θεωρούμενη αριθμητική τιμή ίση με NSPT,aver=39 κρούσεις.

ΣΤΡΩΜΑ II: Σχιστόλιθος

Πρόκειται για στρώμα που συναντάται σε όλες τις γεωτρήσεις που εκτελέστηκαν στην περιοχή του έργου, κυρίως σε βάθη μεγαλύτερα των 15,00m και αποτελεί το βραχώδες υπόβαθρο της περιοχής. Συγκεκριμένα στη γεώτρηση Γ1 ο σχηματισμός εμφανίζεται από το βάθος των 26,70m έως το βάθος των 36,00m (τέλος της γεώτρησης), στη γεώτρηση Γ2 από το βάθος των 24,10m έως το βάθος των 35,10m (τέλος της

γεώτρησης) και στη γεώτρηση Γ3 ο σχηματισμός εμφανίζεται από το βάθος των 15,65m έως το βάθος των 30,60m.

Πρόκειται για σχιστολιθικό σχηματισμό, πρασινωπού χρώματος, μέτρια κερματισμένου έως κερματισμένου, ελαφρά αποσαθρωμένου (IB) και τοπικά αποσάθρωσης (II-III) (γεώτρηση Γ2), οξειδωμένος στις επιφάνειες ασυνεχειών με χαλαζιακές φλέβες και τοπικά πληρωμένες με υλικό κοκκινωπού χρώματος.

Παρατηρούνται επίσης ασυνέχειες με κλίσεις 40°–60° κυρίως, αλλά και μερικές με κλίσεις 20°-30°, 60°-70° και 80°-90°, με ίχνη γράμμωση και με επιφάνειες ελαφρώς τραχείες κυρίως επίπεδες και μερικές κυματοειδείς.

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΣΤΡΩΜΑΤΩΝ ΑΝΑ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟ

Στην παρούσα παράγραφο παρουσιάζονται οι φυσικές και μηχανικές ιδιότητες των κύριων γεωλογικών σχηματισμών, που αναμένονται στην περιοχή του τεχνικού με βάση τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών σε εδαφικά και βραχώδη δείγματα από τις εκτελεσθείσες στην περιοχή γεωτρήσεις.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ

Στους ακόλουθους πίνακες 5.1 και 5.2 συνοψίζονται οι χαρακτηριστικές γεωτεχνικές παράμετροι των εμφανιζόμενων γεωτεχνικών σχηματισμών στην περιοχή του έργου.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ, ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ

Α/Α	ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ	Α. ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ					Β. ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ			ΣΥΜΠΙΕΣΤΟΤΗΤΑ				Τάση διόγκωσης (kPa)
		Αριθμός κρούσεων N ₅₀	Όριο υδαρότητας W _L (%)	Δείκτης πλαστικότητας I _p (%)	Υγρό φαινόμενο βάρος γ _υ (kN/m ³)	Φυσική υγρασία w (%)	ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ		c _u (kPa)	ΕΝΕΡΓΕΣ ΑΣΤΡΑΓΓΙΣΤΗ				
							φ' (°)	c' (kPa)		E _s (kPa)	C _s	e _s	c _v (m ² /year)	
1	I. Ισχνή άργιλος και ισχνή άργιλος με άμμο έως αμώδης ισχνή άργιλος και τοπικά ιλυώδης και αργιλώδης άμμος.	39	34	17	22,5	14,5	28±3	25±4	200±50	14000±3000	0,167	0,486	116	30 έως 80
2	Υλικά Επίχωση	---	---	---	22	---	32±2	5±3	---	6000±2000	---	---	---	---

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΒΡΑΧΩΔΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ

Α/Α	ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ	Β. ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ						GSI
		Α. ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ		Β.2. ΣΥΜΠΙΕΣΤΟΤΗΤΑ - ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΘΛΙΨΗ ΒΡΑΧΟΥ				
		ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ γ (kN/m ³)	ΓΩΝΙΑ ΕΣΩΤ. ΤΡΙΒΗΣ φ (°)	ΣΥΝΟΧΗ c (kPa)	ΜΕΤΡΟ ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ E _d (MPa)	ΑΝΤΟΧΗ ΥΓΙΟΥΣ ΠΕΤΡΩΜΑΤΟΣ σ _{ci} (MPa)	ΑΝΤΟΧΗ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ q _m (MPa)	
1	II. Σχιστόλιθος	26	63±3	240±20	3000±200	35±2	6,65	45-55

4.3 Αποστράγγιση και στεγανοποίηση σηράγγων

Γενικά

Απαιτήσεις Στεγάνωσης

Κατά την κατασκευή των σηράγγων προκύπτουν απαιτήσεις στεγανότητας αυτών από τα νερά της βραχομάζας. Η ικανοποίηση της βασικής απαίτησης στεγανότητας επιτρέπει τον υπολογισμό της τελικής επένδυσης των σηράγγων χωρίς να λαμβάνεται υπ' όψη φορτίο από υδροστατική πίεση, λόγω συγκέντρωσης νερών, γεγονός που τελικά σημαίνει εξοικονόμηση δαπάνης κατά την κατασκευή της τελικής επένδυσης.

Ο βαθμός της στεγανότητας και η έκταση των εργασιών στεγάνωσης καθορίζονται, σύμφωνα με την ελάχιστη επιτρεπόμενη ποσότητα νερών, που είναι δυνατόν να γίνει ανεκτή από τον Κύριο του Έργου, γι' αυτό και οι απαιτήσεις στεγανότητας διαφέρουν κατά περίπτωση.

4.3.1 Παράγοντες που Επηρεάζουν τις Εργασίες Στεγάνωσης

Τον καθορισμό των απαιτήσεων στεγάνωσης επηρεάζουν, όχι όμως περιοριστικά, οι ακόλουθοι παράγοντες του έργου :

- Γεωλογικές συνθήκες.
- Αναμενόμενες φορτίσεις από τη περιβάλλουσα εδαφική μάζα
- Χημικές ιδιότητες του νερού και του εδάφους.
- Τρόπος κατασκευής του έργου.
- Απαιτήσεις στεγανότητας σε σχέση με τη χρήση της σήραγγας (οδική σήραγγα, σιδηροδρομική σήραγγα, σήραγγα METRO).
- Αναμενόμενες παραμορφώσεις, καθιζήσεις και σχετικές μετακινήσεις των στεγανοποιημένων τμημάτων της σήραγγας.
- Αντιμετώπιση υδροστατικής πίεσης από τις εργασίες στεγάνωσης.

4.3.2 Απαιτήσεις Στεγάνωσης του Παρόντος Έργου

Κατά την κατασκευή του παρόντος έργου απαιτείται πλήρης στεγάνωση του θόλου της διατομής χρήσης της σήραγγας, διότι τούτο εξυπηρετεί καλύτερα τις ανάγκες κυκλοφορίας της σήραγγας και την ασφάλεια των κατασκευών της από την παρουσία νερών (διάβρωση κατασκευών από σκυρόδεμα, κίνδυνοι βραχυκυκλωμάτων Η/Μ εγκαταστάσεων κλπ).

4.3.3 Υδρομαστευτική στρώση - Στεγανωτική μεμβράνη - Υλικά

Γενικά

Πλήρης στεγάνωση των κατασκευών επιτυγχάνεται με χρήση γεωφασμάτων (GEOTEXTILES) για την υδρομαστευτική στρώση και στεγανωτικών μεμβρανών, από

υψηλά πολυμερή, συνήθως από χλωριούχο πολυβινύλιο ή από πολυαιθυλένιο, μεθοδολογία η οποία έχει αναπτυχθεί τα τελευταία χρόνια στον ευρωπαϊκό χώρο και έχει επεκταθεί και στις ΗΠΑ (WASHINGTON METRO και τμήματα METRO NEW YORK).

Ο ρόλος του γεωυφάσματος είναι διπτός. Αφενός προστατεύει τη μεμβράνη, η οποία κινδυνεύει να πληγωθεί από πιθανές καταπονήσεις μηχανικής, χημικής, θερμικής και υδραυλικής πίεσης, από πίεση της επάνω σε κάποιο προεξέχον τμήμα της άμεσης υποστήριξης, αφετέρου προσφέρει τη δυνατότητα στράγγισης των νερών πίσω από την εσωτερική επένδυση, οδηγώντας τα νερά στους κατά μήκος της σήραγγας συλλεκτήριους αγωγούς και ως εκ τούτου αποφεύγεται η αύξηση της υδροστατικής πίεσης.

Η μεθοδολογία εφαρμογής, που αναπτύχθηκε ειδικά για σήραγγες, με πλήρη μηχανοποιημένη τεχνική στερέωσης και συγκόλλησης των μεμβρανών, με πρακτικές και αποτελεσματικές διατάξεις ελέγχου της επιτυγχανόμενης στεγανότητας και, τέλος, με επακριβή αντιμετώπιση όλων των μηχανολογικών λεπτομερειών, αντιπροσωπεύουν σήμερα την πιο τεχνολογικά εξελιγμένη μέθοδο στεγάνωσης, όσον αφορά :

- (1) Τα υλικά
- (2) Τη μεθοδολογία εφαρμογής
- (3) Την ασφάλεια και την ακρίβεια της κατασκευής

4.3.4 Απαιτήσεις για την Κατασκευή της Στεγάνωσης

Η μεμβράνη στεγάνωσης πρέπει να τοποθετηθεί σωστά και εύκολα, ιδιαίτερα στην περιοχή του εσωραχίου και στις ανωμαλίες, που δημιουργούνται κατά την εκσκαφή των σήραγγων και παραμένουν μετά τη διάστρωση εκτοξευόμενου σκυροδέματος και να είναι δυνατό να επιδιορθώνεται και να δοκιμάζεται. Η τεχνική της κατασκευής της πρέπει να ανταποκρίνεται στις εκάστοτε απαιτήσεις ασφαλείας του έργου.

Η στερέωση της στεγανοποιητικής μεμβράνης δύναται να γίνει πάνω στις στρώσεις του εκτοξευόμενου σκυροδέματος της άμεσης υποστήριξης της σήραγγας. Γενικότερα, η διάταξη των εργασιών στεγάνωσης, που προβλέπεται με την παρούσα προδιαγραφή είναι η ακόλουθη :

- (1) Υπάρχει, κατ' αρχήν, η επιφάνεια της εκσκαφής
- (2) Πάνω στην επιφάνεια έχει διαστρωθεί το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα της άμεσης υποστήριξης
- (3) Μέσα στο εκτοξευόμενο σκυρόδεμα αναπτύσσεται το δίκτυο των πλαστικών σωλήνων των υδρομαστεύσεων, οι οποίες πραγματοποιούνται στις περιοχές μεγάλης υδροφορίας
- (4) Πάνω στην επιφάνεια του εκτοξευόμενου σκυροδέματος τοποθετείται η υδρομαστευτική στρώση του γεωυφάσματος.
- (5) Ακολουθούν τα μέσα στερέωσης της μονωτικής μεμβράνης πάνω στο γεωύφασμα (ροδέλες)

- (6) Τοποθετείται, με θερμοσυγκόλληση, η στεγανωτική μεμβράνη
- (7) Τέλος, ακολουθεί η κατασκευή της τελικής επένδυσης της σήραγγας

4.3.5 Απαιτήσεις για την Κατασκευή της Υδρομαστευτικής Στρώσης

Η Υδρομαστευτική στρώση προβλέπεται να τοποθετηθεί έξω και πριν από τη στεγανωτική μεμβράνη προς το έδαφος και σκοπός της είναι:

- (1) Να προστατεύσει τη στεγανωτική μεμβράνη, που τοποθετείται στη συνέχεια, από βλάβες που δύνανται να προκληθούν από ανωμαλίες του πετρώματος ή των στοιχείων της άμεσης υποστήριξης. Για τον ίδιο λόγο, ο Ανάδοχος πρέπει να λάβει υπ' όψη ότι η υδρομαστευτική στρώση θα πρέπει να τοποθετηθεί αφού θα έχει προηγηθεί εξομάλυνση του εσωραχίου της άμεσης υποστήριξης της σήραγγας, με αφαίρεση τεμαχίων του εκτοξευόμενου σκυροδέματος, που προεξέχουν, με άμβλυση απότομων ακμών, με κάλυψη ηλώσεων / αγκυρίων με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα και με κοπή κάθε μεταλλικού αντικειμένου, που προεξέχει.
- (2) Να εξασφαλίσει ταχεία απαγωγή των νερών της περιβάλλουσας εδαφικής μάζας προς τους σωλήνες αποχέτευσης, ώστε να μην υπάρξει κίνδυνος ανάπτυξης υδροστατικών πιέσεων. Ο ρόλος αυτός της υδρομαστευτικής στρώσης είναι ο περισσότερο σοβαρός και γι' αυτό θα πρέπει το σύστημα και το είδος των υλικών και των μεθόδων, που θα επιλεγούν, να ανταποκρίνονται, με τον καλλίτερο δυνατό τρόπο, σε μόνιμη στραγγιστική λειτουργία της υδρομαστευτικής στρώσης.

Συνήθως για την υδρομαστευτική στρώση επιλέγεται τύπος γεωφάσματος (GEOTEXTILE), από αυτούς που κυκλοφορούν στο εμπόριο και τα επιθυμητά χαρακτηριστικά των οποίων δίνονται στον παρακάτω Πίνακα 1.

Επισημαίνεται, ιδιαίτερα, ότι βασικό χαρακτηριστικό της υδρομαστευτικής στρώσης είναι η διαπερατότητα της και μάλιστα κάτω από συνθήκες συμπίεσης (πίεση σκυροδέματος, νερού κλπ.) και κάτω από συνθήκες θερμοκρασιακών αλλαγών.

Ο Ανάδοχος θα πρέπει να υποβάλει, συνοδευόμενα από το σύμφωνο της γνώμης του Ο.Π.Ε. (εάν υπάρχει), πριν προβεί σε εισκόμιση των υλικών της υδρομαστευτικής στρώσης :

- (1) Πίνακα χαρακτηριστικών, σύμφωνα με τα προαναφερθέντα.
- (2) Δείγματα του υλικού της υδρομαστευτικής στρώσης.
- (3) Πιστοποιητικά ελέγχου από έγκυρο εργαστήριο, ελληνικό ή αλλοδαπό.

Η Υπηρεσία, κατά την πρώτη εισκόμιση του υλικού, θα λάβει δείγματα και θα τα αποστείλει για έλεγχο και επιβεβαίωση των ιδιοτήτων τους σε εργαστήριο, της έγκρισής της, με δαπάνη του Αναδόχου.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΥΔΡΟΜΑΣΤΕΥΤΙΚΗΣ ΣΤΡΩΣΗΣ (ΓΕΩΥΦΑΣΜΑΤΟΣ)

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	Μέθοδος Ελέγχου	Μονάδα	Χαρακτηριστικά
Αναλλοίωτο		-	Απεριόριστα
Μη διαλυτότητα σε οποιοδήποτε είδος υπογείων νερών		-	Απόλυτα
Μη βλαπτικότητα σε πόσιμο νερό		-	Ουδέτερο
Ευφλεκτικότητα		-	Δύσκολη
Διαπερατότητα κάθετα προς την επιφάνεια της στρώσης (ροή υπό πίεση στήλης νερού 10 m)	ASTM D.4491	lt/sec/m ²	≥ 60
Συντελ. διαπερατότητας κάθετα και παράλληλα προς την επιφάνεια στρώσης υπό κάθετη πίεση 2 kPa	ASTM D.4716	cm/sec	≥ 10 ⁻¹
Βάρος/μονάδα επιφάνειας	DIN 53854	gr/m ²	≥ 380
Ανεκτή διαφορά από το ονομαστικό βάρος ανά μονάδα επιφάνειας		%	≤ 10
Ελάχιστο πάχος	DIN 53855	mm	≥ 3
Ανεκτή διαφορά από το ονομαστικό πάχος		%	≤ 10
Αντοχή σε εφελκυσμό κατά τη διαμήκη, εγκάρσια και διαγώνια έννοια (σε λωρίδα πλάτους 50 mm)	DIN 53857 ¹	kN/m	≥ 16
Επιμήκυνση ρηγμάτωσης κατά τη διαμήκη, εγκάρσια και διαγώνια έννοια	DIN 53857 ³	%	≥ 60
Αντοχή σε διάτρηση	ASTM D.4883	N	≥ 550

Σημείωση: Ο προμηθευτής και το υλικό πρέπει να διαθέτουν υποχρεωτικά Πιστοποιητικό Ποιοτικού Ελέγχου κατά ISO 9000

¹ ή ισοδύναμο ASTM

4.3.6 Στεγανωτική Μεμβράνη

Η στεγανωτική μεμβράνη, η οποία εξασφαλίζει την πλήρη στεγάνωση της διατομής χρήσης της σήραγγας, συνήθως είναι από πολυβινύλιο, πολυαιθυλένιο ή πολυπροπυλένιο και διατίθεται στο εμπόριο σε φύλλα τυποποιημένων διαστάσεων. Η ένωση των πλαστικών φύλλων, μεταξύ τους, γίνεται με θερμοσυγκόλληση και η στερέωση τους στο γεώφασμα γίνεται μέσω ειδικών καρφιών με κυκλικούς δίσκους (ροδέλες), από το ίδιο πλαστικό υλικό.

Λεπτομέρειες για τον τρόπο στερέωσης και συγκόλλησης της μεμβράνης δίνονται στις παρακάτω παραγράφους της παρούσας προδιαγραφής.

Οι επιθυμητές ιδιότητες της στεγανωτικής μεμβράνης δίνονται στον παρακάτω Πίνακα 2.

Σημειώνεται ότι οι μονωτικές μεμβράνες πρέπει να ανθίστανται στην καταστροφή από πυρκαϊά και ειδικότερα πρέπει:

- (1) Να μην είναι εύφλεκτες.
- (2) Όταν καίονται να μην δημιουργούν καπνό και οι απελευθερούμενες ουσίες και τα τυχόν τοξικά αέρια θα πρέπει να είναι αποδεκτά από τις συνθήκες κατασκευής του έργου.
- (3) Να μην ρευστοποιούνται στις υψηλές θερμοκρασίες.

Κατά τη διάρκεια της κατασκευής θα πρέπει :

- (1) Να μη γίνονται εργασίες με φλόγα στις περιοχές στις οποίες είναι ακάλυπτα τα μονωτικά υλικά.
- (2) Να υπάρχουν κατάλληλες εγκαταστάσεις πυρασφάλειας.
- (3) Να περιορίζεται το μήκος των τμημάτων της σήραγγας, στο οποίο γίνονται εργασίες μόνωσης και όπου υπάρχουν υλικά μόνωσης εκτεθειμένα σε κινδύνους πυρκαϊάς.
- (4) Να υπάρχουν αρκετοί δρόμοι φυγής από τα εκτεθειμένα τμήματα.

Πριν από την εισκόμιση των υλικών της στεγανωτικής μεμβράνης, ο Ανάδοχος θα πρέπει να υποβάλει, για έγκριση από την Υπηρεσία:

- (1) Πίνακα χαρακτηριστικών της μεμβράνης, σύμφωνα με τα προαναφερθέντα.
- (2) Δείγματα της μεμβράνης και των ειδικών τεμαχίων που θα χρησιμοποιηθούν (στερέωσης, συνδέσεων κλπ.).
- (3) Πρόσφατα πιστοποιητικά ελέγχου από έγκυρο εργαστήριο.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΕΓΑΝΩΤΙΚΗΣ ΜΕΜΒΡΑΝΗΣ

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	Μέθοδος Ελέγχου	Μονάδα	Χαρακτηριστικά
Πάχος	DIN 53370 ²	mm	≥ 2
Αντοχή σε θραύση (διαμήκης και εγκάρσια)	DIN 53455 ⁴	MPa (N/mm ²)	≥ 15
Επιμήκυνση σε θραύση (διαμήκη και εγκάρσια)	DIN 53455 ⁴	%	≥ 300
Απομένουσα αντοχή θραύσης (διαμήκης και εγκάρσια)	DIN 53455 ⁴	N/mm	≥ 50
Θλιπτική τάση για 20% παραμόρφωση	DIN 53454 ⁴	MPa (N/mm ²)	≥ 20
Πλαστική παραμένουσα παραμόρφωση μετά από 20% θλιπτική παραμόρφωση		%	≤ 5
Αντοχή θλίψης σε χάραξη (σχισμή)	DIN 53454 ⁴	MPa (N/mm ²)	≥ 10
Μεταβολή διαστάσεων (διαμήκων και εγκαρσίων) λόγω γήρανσης	ASTM D1204	%	≤ ±2
Μέτρο ελαστικότητας	ASTM D882	MN/ m ²	≥ 120
Αντίσταση σε διάτρηση για ύψος πτώσης 750mm	BS 6906 ASTM D1922	-	ουδεμία διάτρηση
Υδροαπορροφητικότητα	DIN 53472 ⁴	%	≤ 2
Αντοχή σε σχίσιμο	ASTM D1922	kN/m	≥ 30
Αντοχή σε διάδοση σχισίματος	DIN 53363 ⁴	N	≥ 250
Αντοχή σε κρούση	ASTM D1709	kN/m	≥ 150
Συρρίκνωση	DIN 16729 ⁴	%	≤ 2
Αντοχή σε θραύση από υδροστατική πίεση	ASTM D751	Bars	≥ 10

² ή ισοδύναμο ASTM

--	--	--	--

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	Μέθοδος Ελέγχου	Μονάδα	Χαρακτηριστικά
Ποιότητα κατά τη διάρκεια και μετά τη φύλαξη σε 1°C [Μη ρηγμάτωση (διαμήκης και εγκάρσια) σε χαμηλές θερμοκρασίες]	DIN 16729 ⁴	°C	-20
Ανθεκτικότητα σε όξινα και αλκαλικά εδάφη	DIN 16729 ⁴	%	ανεπηρέαστη
Συμπεριφορά των αρμών συγκόλλησης (πίεση αέρα μέχρι 0,5bar, εφαρμοζόμενη τουλάχιστον για 10min)	ASTM D4885	-	ουδεμία διαφυγή
Αποβολή πτητικών	ASTM D4885	%	≤ 1
Σκληρότητα		SHORE	≥75

4.3.7 Έλεγχος Νερών - Μεθοδολογία Κατασκευής - Αλληλουχία Εργασιών

Περιοχές Μεγάλης Υδροφορίας - Υδρομάστευση

Στις περιοχές μεγάλης υδροφορίας, τις οποίες θα πρέπει να επισημαίνει κατά τη διάρκεια των εργασιών διάνοιξης ο Ανάδοχος, και ύστερα από σχετική εντολή της Υπηρεσίας, θα πρέπει να διαταχθεί σύστημα αποστραγγιστικών οπών, σύμφωνα με το υποάρθρο 4 του άρθρου 4 της Τ.Σ.Υ. - Τ.Π. και το άρθρο 1.1 της Τ.Σ.Υ. - Τ.Π. Οι ποσότητες των νερών, που θα μαζεύονται από τις αποστραγγιστικές οπές, θα συγκεντρώνονται σε ειδικό δίκτυο πλαστικών σωλήνων, καταλλήλων διαμέτρων, και θα οδηγούνται στο διάτρητο αποστραγγιστικό αγωγό ή όπου αλλού αποφασίσει η Υπηρεσία, χωρίς να παραβλάπτεται η στεγανότητα της διατομής χρήσης της σήραγγας. Η τοποθέτηση των πλαστικών σωλήνων θα γίνει ταυτόχρονα με τις εργασίες εκτοξευόμενου σκυροδέματος, ώστε οι σωλήνες να ενσωματωθούν στο εκτοξευόμενο σκυροδέμα.

Κατασκευή Υδρομαστευτικής Στρώσης και Στεγανωτικής Μembrάνης

Απαιτήσεις Επιφάνειας Εκτοξευόμενου Σκυροδέματος

Η ποιότητα της επιφάνειας του εκτοξευόμενου σκυροδέματος συμβάλλει σημαντικά στην καλή λειτουργία του όλου συστήματος της στεγάνωσης, γιατί πάνω σ'

αυτή γίνεται η στερέωση του συστήματος. Συμπληρωματικά με όσα αναφέρονται στο κεφάλαιο για το εκτοξευόμενο σκυροδέμα, σημειώνονται τα εξής:

Είναι επιβεβλημένο το στρώμα του εκτοξευόμενου σκυροδέματος όχι μόνο να εξασφαλίζει την ευστάθεια της περιβάλλουσας εδαφικής μάζας, αλλά συγχρόνως να καλύπτει όλες τις αιχμές, προεξοχές και κοιλώματά της, καθώς επίσης και τις στερεώσεις ή τα αγκύρια, που χρησιμοποιούνται και μάλιστα με τρόπο, που να εξασφαλίζονται οι εξής προϋποθέσεις :

- (1) Επαρκή αντοχή και σταθερότητα.
- (2) Τελική στρώση εκτοξευόμενου σκυροδέματος απαραίτητα από λεπτόκοκκο αδρανές υλικό, μεγίστης διαμέτρου έξι (6) mm.
- (3) Σχέση (λόγος) μήκους προς ύψος, στις τοπικές προεξοχές, τουλάχιστον πέντε (5) προς ένα (1), στην περίπτωση ελαστικών μεμβρανών, πάχους μέχρι δύο (2) mm, ενώ για σκληρότερες ή χονδρότερες μεμβράνες χρειάζεται σχέση δέκα (10) προς ένα (1), τουλάχιστον.
- (4) Ακτίνα "στρογγυλεμάτων" τουλάχιστον είκοσι (20) cm.

Συνιστάται στον Ανάδοχο να οργανώσει την κατασκευή της στρώσης του εκτοξευόμενου σκυροδέματος σύμφωνα με τα ακόλουθα:

- (1) Να κατασκευάζει το εκτοξευόμενο σκυροδέμα στο πάχος που απαιτείται για τη στατική λειτουργία της άμεσης υποστήριξης σε πρώτη φάση.
- (2) Αφού σταθεροποιηθεί η εδαφική μάζα και εκτονωθούν οι τυχόν παραμορφώσεις μετά τη διάνοιξη, να επανέλθει σε δεύτερη φάση και να κατασκευάσει τη δεύτερη στρώση του εκτοξευόμενου σκυροδέματος, με διαβάθμιση κόκκων 0 - 6mm.

Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζεται η άριστη συνεργασία του γεωφάσματος με την υποκείμενη στρώση του εκτοξευόμενου σκυροδέματος.

Πριν την έναρξη της εργασίας για την τοποθέτηση των υλικών υδατοστεγάνωσης, θα γίνεται, τμηματικά, η παραλαβή της επιφάνειας του εκτοξευόμενου σκυροδέματος από την Επίβλεψη, μαζί με τον έλεγχο για τις ελάχιστες διαστάσεις της διατομής. Σε όσα σημεία υποδείξει η Υπηρεσία, ο Ανάδοχος υποχρεούται να βελτιώσει, με δαπάνες της, την επιφάνεια του εκτοξευόμενου σκυροδέματος, εάν αυτή δεν κριθεί ικανοποιητική.

Στερέωση Γεωφάσματος

Η στεγάνωση του θόλου γίνεται, για τεχνικούς λόγους, ακτινικά προς τον άξονα της σήραγγας και απολήγει στη σύνδεση με τον αποστραγγιστικό σωλήνα, στη βάση της διατομής.

Είναι αυτονόητο ότι το γεωφάσμα πρέπει να στηρίζεται σταθερά πάνω στα τοιχώματα της σήραγγας. Ο αριθμός των σημείων στήριξης πρέπει να περιορίζεται, όσο είναι δυνατό περισσότερο, ώστε το "σεντόνι" στεγάνωσης να "απλώνεται", πάνω στα τοιχώματα της σήραγγας, ελεύθερο τάσεων, όσο είναι δυνατό, κατά την εφαρμογή της καταπόνησης από την εσωτερική σκυροδέτηση. Μεταξύ των λωρίδων του γεωφάσματος δεν πρέπει να μένει ακάλυπτη επιφάνεια εκτοξευόμενου σκυροδέματος, αλλά πρέπει να επικαλύπτεται κατά 20-30cm.

Σε περίπτωση ανατινάξεων, η ανώμαλη επιφάνεια, που προκύπτει από τις ανατινάξεις, συνεπάγεται την ανάγκη στήριξης στα βαθύτερα σημεία, ώστε να εξασφαλίζεται ύπαρξη επαρκούς υλικού και να αποκλείεται η δημιουργία κοιλωμάτων.

Μετά την εκτέλεση διαφόρων πειραματικών εφαρμογών, έχει αποδειχθεί ότι το πιο αποτελεσματικό σύστημα στερέωσης είναι το εξής:

Το γεωύφασμα (πλάτους 2 έως 4m) στερεώνεται πάνω στην επιφάνεια του εκτοξευομένου σκυροδέματος με τη χρήση ταινιών ή δίσκων (ροδελών) από συνθετική ύλη, οι οποίες καρφώνονται, πάνω στο εκτοξευόμενο σκυρόδεμα, με χαλύβδινο καρφί. Πάνω σ' αυτές τις ροδέλες στερεώνεται, με θερμοκόλληση, η μονωτική μεμβράνη.

Οι ροδέλες στερέωσης πρέπει να παρουσιάζουν εσοχή τεσσάρων (4) mm βάθους, για την υποδοχή της κεφαλής του καρφιού, και διάμετρο ή εύρος κατ' ελάχιστο ογδόντα (80) mm.

Κάτω από τις ροδέλες της συνθετικής ύλης και από την κεφαλή του καρφιού, προβλέπεται η τοποθέτηση μεταλλικής ροδέλας, με ελάχιστη διάμετρο είκοσι (20) mm και ελάχιστο πάχος ένα (1) mm, έτσι ώστε κατά το χτύπημα των καρφιών να μην παρουσιάζεται "σταμπάρισμα".

Γενικά, σε περιπτώσεις ομοιόμορφων εκσκαφών, τρία σημεία στερέωσης, κατά μέσο όρο ανά τετραγωνικό μέτρο, επαρκούν. Σε περιπτώσεις, πάντως, εκτεταμένων ανωμαλιών στις εκσκαφές, ιδίως στην περιοχή της οροφής της σήραγγας, καθίσταται αναγκαία η χρήση μεγαλύτερου αριθμού σημείων στήριξης.

Ο αριθμός των σημείων στερέωσης πρέπει να ανέρχεται, κατ' ελάχιστο, σε :

- α. Ένα (1) τεμάχιο ανά m^2 στην περιοχή του δαπέδου.
- β. Δύο (2) τεμάχια ανά m^2 στην περιοχή των παρειών.
- γ. Τρία (3) τεμάχια ανά m^2 στην περιοχή της οροφής.

Συγκόλληση των Στεγανωτικών Μεμβρανών

Οι λωρίδες της μεμβράνης αλληλεπικαλύπτονται υποχρεωτικά, για τη συγκόλληση μεταξύ τους κατά απόλυτα στεγανό τρόπο. Η συγκόλληση γίνεται με τη μέθοδο του θερμού πυρήνα (hot air double welding).

Το ελάχιστο πλάτος της επικάλυψης εξαρτάται από τον τρόπο εργασίας του Αναδόχου και θα εγκριθεί από την Υπηρεσία, αφού υποβάλλει ο Ανάδοχος τα απαραίτητα στοιχεία συνοδευόμενα από το σύμφωνο της γνώμης του Ο.Π.Ε. (εάν υπάρχει). Σημειώνεται ότι η συνήθης επικάλυψης φύλλων ανέρχεται σε 13-15cm. Η θερμοκόλληση της μεμβράνης γίνεται στην επιφάνεια των δίσκων. Έτσι σε μία αύξηση των φορτίων της περιβάλλουσας εδαφικής μάζας (π.χ. λόγω δυναμικής καταπόνησης) η μεμβράνη απλά θα αποκολληθεί από κάποιους δίσκους, χωρίς να σχισθεί.

Η ποιότητα της συγκόλλησης των ραφών προκύπτει σαν συνισταμένη της σωστής θερμοκρασίας συγκόλλησης και της κατάλληλης μηχανικής πίεσης, που ασκείται πάνω στη θέση τοπικής τήξης του υλικού των μεμβρανών στο σημείο της συγκόλλησης. Η ραφή θα είναι υποχρεωτικά διπλή, για λόγους ασφαλείας της στεγάνωσης και για να είναι δυνατός ο έλεγχος της στεγανότητάς της.

Σήμερα χρησιμοποιούνται αυτόματες μηχανές συγκόλλησης δι' επαφής με μεταλλικό θερμαντικό στοιχείο. Οι αυτόματες αυτές μηχανές διαθέτουν ειδικό σύστημα, με μόνιμη διάταξη αντιστήριξης, που κινείται με χωριστό μικροκινητήρα. Σαν αποτέλεσμα

αυτού, η συγκόλληση είναι δυνατό να πραγματοποιηθεί ανεξάρτητα από την ύπαρξη ή όχι υπόβαθρου στήριξης των μεμβρανών.

Η ταχύτητα της συσκευής ρυθμίζεται σύμφωνα με την απαιτούμενη θερμοκρασία και μάλιστα με δυνατότητα συνεχούς διαβάθμισης (ηλεκτρονική ρύθμιση) και κατά συνέπεια στο χειριστή απομένει απλώς να καθοδηγεί τη συσκευή και να επιμελείται για τη διατήρηση επαρκούς επικάλυψης και για την ακινητοποίηση του μηχανήματος, σε περίπτωση κάποιας ανωμαλίας. Η συγκολλητική ραφή, με το παραπάνω μηχανήμα, δύναται να αρχίσει είτε από το ένα είτε από το άλλο άκρο της μεμβράνης στο μήκος της και, σε γενική περίπτωση, συνεχίζεται "μια και έξω", δηλαδή σε μια διαρκή φάση, μέχρι το άλλο άκρο.

Το θερμαντικό στοιχείο έχει εσοχή, πλάτους δέκα (10) mm περίπου στο κέντρο, ώστε να δημιουργείται μια γεωμετρική, εκ των προτέρων προσδιορισμένη, διακοπή της συνεχούς ραφής στο σημείο αυτό. Με τον τρόπο αυτό δημιουργείται, καθ' όλο το μήκος της ραφής, ένα "αυλάκι" ενώ η ραφή καθίσταται διπλή.

Σύμφωνα με το DIN 1295, το ολικό πλάτος της διπλής ραφής πρέπει να είναι τριάντα (30) mm, εφ' όσον χρησιμοποιείται αυτόματη μηχανή, ή σαράντα (40) mm, προκειμένου για χρήση μονάδων θερμού αέρα.

Το αυλάκι, μεταξύ των δυο ραφών, χρησιμεύει στη συνέχεια στον έλεγχο της στεγανότητας και της μηχανικής αντοχής της ραφής με τη βοήθεια πεπιεσμένου αέρα, που πρεσάρεται μέσα σ' αυτό υπό πίεση διακοσίων (200) kPa επί δέκα (10) λεπτά της ώρας. Πριν από τον έλεγχο πρέπει κανείς να βεβαιωθεί ότι οι ραφές έχουν κρυώσει επαρκώς. Στην πράξη, οι ραφές ελέγχονται όλες μαζί, προς το τέλος κάθε βάρδιας εργασίας.

Σκαλωσιές

Η όλη εκτέλεση της στεγάνωσης, όπως περιγράφηκε ήδη, πραγματοποιείται με τη βοήθεια κινητού φορείου (σκαλωσιάς).

Η διάταξη του φορείου αυτού είναι τέτοια, ώστε να μην παρεμποδίζεται η ροή των άλλων εργασιών, που γίνονται στην σήραγγα. Ο κατάλληλος σχεδιασμός του φορείου είναι ουσιαστικής σημασίας για την επίτευξη ικανοποιητικού ρυθμού εργασίας.

Η ασφάλεια στον χώρο της εργασίας επιβάλλει, εξ άλλου, συνεχή και επαρκή φωτισμό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

Ειδικές κατασκευαστικές εφαρμογές - Λεπτομέρειες συνδέσεων

5.1 Κατασκευαστικοί αρμοί

Οι κατασκευαστικοί αρμοί στην εσωτερική επένδυση με σκυρόδεμα αντιπροσωπεύουν μια επικίνδυνη περιοχή στην όλη στεγάνωση. Συνήθως στην περιοχή αυτή αναπτύσσονται μεγαλύτερες διατμητικές τάσεις πάνω στις μεμβράνες. Εξ άλλου δημιουργούνται κίνδυνοι και κατά την φάση της τοποθέτησης και εφαρμογής του σιδηρού καλουπιού της σκυροδέτησης. Γι' αυτόν τον λόγο χρειάζεται πρόσθετη εξασφάλιση της στεγανωτικής μεμβράνης στη θέση των κατασκευαστικών αρμών, που επιτυγχάνεται με επικόλληση πρόσθετης προστατευτικής λωρίδας από το ίδιο υλικό πλάτους 50cm., που τοποθετείται πάνω στην κυρίως ραφή, περιφερειακά και συγκολλάται με χειροκίνητη μηχανή.

5.2 Στεγάνωση μετώπων εισόδων

Η σύνδεση των στεγανωτικών κατασκευών εντός της σήραγγας με αυτές των εισόδων γίνεται σε περιοχή ευαίσθητη σε καθιζήσεις και γι' αυτό θα πρέπει να διαμορφωθεί ιδιαίτερα. Κατά κανόνα οι κατασκευές εισόδου διαμορφώνονται μετά την ολοκλήρωση της εσωτερικής επένδυσης με σκυρόδεμα και κατά συνέπεια στο χρόνο που μεσολαβεί θα πρέπει να προστατεύεται η στεγάνωση με βοηθητικά μέσα.

Μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής της εισόδου, απομακρύνεται η βοηθητική στερέωση και σφραγίζεται ο αρμός. Η είσοδος που κατασκευάζεται με ανοικτή μέθοδο στεγανώνεται αφού περιληφθεί η μεμβράνη μεταξύ δύο γεωφασμάτων προστασίας. Εάν αργότερα επικαλυφθεί με κονίαμα τότε συνίσταται προστατευτική επικάλυψη με σκυρόδεμα πάχους τουλάχιστον 5cm.

Η τελική στερέωση της στεγανωτικής μεμβράνης περιμετρικώς της εισόδου πραγματοποιείται μηχανικά με κατάλληλη λάμα ή με συγκόλληση σε ειδικά προφίλ ενσωματούμενα στο σκυρόδεμα κατά την έγχυση.

5.3 Διελεύσεις στοιχείων διαμέσου της μεμβράνης

Διαπεράσεις διαφόρων στοιχείων (σωλήνων κλπ.) αντιμετωπίζονται βασικώς με κατασκευές φλαντζών (συνδυασμός τρελής-σταθερής). Η στρώση προστασίας (γεώφασμα) δεν πρέπει να παρεμβληθεί μεταξύ των φλαντζών. Η μεμβράνη στεγάνωσης συσφίγγεται μεταξύ δύο στρώσεων NEOPREN 5mm πάχους

Οι διαστάσεις των φλαντζών, ανάλογα με τις επιδράσεις (νερό υπό πίεση ή όχι) πρέπει να κατασκευάζονται, σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή της μεμβράνης και τα σχετικά σχέδια εφαρμογής και θα πρέπει να έχουν το σύμφωνο της γνώμης του Ο.Π.Ε. (εάν υπάρχει).

5.4 Γενικές συνθήκες εργοταξίου

Είναι γνωστό ότι κατά την κατασκευή της σήραγγας επικρατούν δύσκολες συνθήκες και τα απρόοπτα επηρεάζουν ουσιαδώς τις κατασκευαστικές εργασίες. Σαν αποτέλεσμα αυτού είναι ότι οι εργασίες στεγάνωσης εξαρτώνται ουσιαδώς από το κατά πόσον υπάρχουν οι εξειδικευμένες γνώσεις αντιμετώπισης των αντίξωων καταστάσεων από όλους τους συμμετέχοντες του έργου.

Είναι προτιμότερο οι εργασίες στεγάνωσης να αρχίζουν μόνο αφού η σήραγγα έχει πλήρως ανοιγεί. Στην περίπτωση που τούτο δεν είναι εφικτό προκύπτουν ουσιαδεις δυσκολίες για τη μεταφορά των υλικών και απαιτούνται ενισχυμένα μέτρα ασφάλειας.

Το μέτωπο της στεγάνωσης πρέπει να απέχει τουλάχιστον 200m από το μέτωπο της σήραγγας ώστε να αποφεύγονται παρενοχλήσεις και να εξασφαλίζεται ομαλή εξέλιξη των εργασιών.

Ο αγωγός αερισμού στην οροφή μπορεί να αποδειχθεί σοβαρό εμπόδιο. Γι' αυτό συνιστάται να διατίθεται στο φορείο εργασίας ένας εναλλάξιμος εύκαμπτος αγωγός που να μπορεί να προσαρμοσθεί στον κυρίως αγωγό ώστε η συγκόλληση των ραφών των μεμβρανών να μπορεί να πραγματοποιηθεί χωρίς διακοπές.

Ποιοτικός έλεγχος

Απαιτήσεις υλικών

Επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται μόνο κατάλληλα υλικά στεγάνωσης. Αυτά πρέπει έναντι του υπογείου νερού να είναι διαρκούς σταθερότητας και δεν επιτρέπεται να απολεσθεί η προστατευτική τους ικανότητα λόγω αναμενόμενων μετακινήσεων ή τμημάτων της κατασκευής από συστολές, αλλαγές θερμοκρασίας και καθιζήσεις.

Συμβατές ιδιότητες των υλικών

Όλα τα στεγανοποιητικά υλικά πρέπει να είναι συμβατά μεταξύ τους όπως επίσης και με όλα τα άλλα γειτονικά υλικά κατασκευής κύρια και βοηθητικά και πρέπει να συμπεριφέρονται ομοιόμορφα απέναντι στις εξωτερικές επιδράσεις και να έχουν την ανάλογη αντοχή σε διάρκεια ζωής έναντι του χρόνου ζωής του έργου. Δεν επιτρέπεται να υφίσταται καμία δυσμενής αλληλεπίδραση μεταξύ των υλικών κατασκευής ενός και του αυτού φορέα.

Δοκιμές - Έλεγχος των υλικών

Για όλα τα χρησιμοποιούμενα υλικά στεγάνωσης πρέπει να γίνει μια αρχική εξέταση σε ένα αναγνωρισμένο υπηρεσιακό εργαστήριο δοκιμασίας υλικών ή σε αναγνωρισμένο ιδιωτικό εργαστήριο δοκιμασίας υλικών ελληνικό ή ξένο ώστε να αποδεικνύεται η τήρηση των ελάχιστων μηχανικών ιδιοτήτων, σύμφωνα με τους συνημμένους στην παρούσα προδιαγραφή πίνακες 1 και 2. Οι δοκιμασίες αυτές θα γίνονται σύμφωνα με τα κεφ. 36 και 37 του DIN 18200. Σημειώνεται ότι ο προμηθευτής

και τα υλικά θα πρέπει να διαθέτουν υποχρεωτικά πιστοποιητικό ποιοτικού ελέγχου κατά ISO 9000.

Παραλαβή Εργοταξιακών Ενώσεων (ραφών) Μονωτικής Μεμβράνης

Όλες οι ραφές της χαλαρά τοποθετημένης μονωτικής μεμβράνης πρέπει να υποβληθούν σε μια (συνεχή) δοκιμή στεγανότητας σύμφωνα με το DS 835 κεφ. 9.3.

Η πίεση της δοκιμής του πεπιεσμένου αέρα της δοκιμής δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 2,5bar. Η διάρκεια της δοκιμής πρέπει κατ' ελάχιστον να ανέρχεται στα 10 λεπτά και κατά μέγιστο στα 30 λεπτά.

Σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να μειώνονται τα μήκη των ενώσεων (ραφών) που δοκιμάζονται.

Οι δοκιμές των ραφών της χαλαρής μονωτικής μεμβράνης πρέπει να εκτελούνται παρουσία εκπροσώπου του Αναδόχου και της Υπηρεσίας Επίβλεψης.

Επίσης θα πρέπει να τηρηθεί Πρωτόκολλο Δοκιμών, το οποίο, κατ' ελάχιστον, θα περιέχει τις παρακάτω ενδείξεις :

- (1) Έργο
- (2) Θέση
- (3) Ανάδοχος
- (4) Υπεργολάβος στεγάνωσης αν υπάρχει
- (5) Μέθοδος δοκιμής
- (6) Αποτέλεσμα δοκιμής, σχόλια, κρίσεις
- (7) Γενική κατάσταση της στεγάνωσης
- (8) Θερμοκρασία κατά την τοποθέτηση
- (9) Υπογραφή της Υπηρεσίας
- (10) Υπογραφή του Αναδόχου
- (11) Υπογραφή του Οίκου Ποιοτικού Ελέγχου (εάν υπάρχει)
- (12) Υπογραφή του Υπεργολάβου στεγάνωσης

Εκτέλεση και παραλαβή εργασιών στεγάνωσης

Συνιστάται την εκτέλεση εργασιών στεγάνωσης σε σήραγγες να εκτελεί ικανό και εκπαιδευμένο προσωπικό που να έχει εκτελέσει με επιτυχία παρόμοιες εργασίες.

Είναι δυνατόν οι εργασίες στεγάνωσης να εκτελεστούν από συνεργείο του Αναδόχου που θα εκπαιδευθεί κατάλληλα από τεχνικούς του οίκου που προμηθεύει τα υλικά, τουλάχιστον για χρονικό διάστημα δύο μηνών, εφόσον τούτο κριθεί επαρκές από τον Οίκο Ποιοτικού Ελέγχου (εάν υπάρχει), και εν συνεχεία από την Υπηρεσία Επίβλεψης.

Η παραλαβή της υδρομαστευτικής στρώσης (γεωύφασμα) και της μονωτικής μεμβράνης, οι οποίες μαζί αποτελούν τον στεγανοποιητικό φορέα, γίνεται με τη σύνταξη ιδιαίτερου πρωτοκόλλου παραλαβής, το οποίο θα συνυπογράφει και ο Ο.Π.Ε. (εάν υπάρχει), όπου πρέπει να επιβεβαιώνεται ότι ο στεγανοποιητικός φορέας εκπληρώνει τις απαιτήσεις που προβλέπει η τεχνική της στεγάνωσης και αναφέρονται στις παρούσες προδιαγραφές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6ο

Διερευνήσεις και εξετάσεις κατά τη διάνοιξη – μετρήσεις κατά τη διάνοιξη και άμεση υποστήριξη

Εισαγωγή

Σκοπός του παρόντος άρθρου των προδιαγραφών είναι να περιγράψει τους ελέγχους και τις μετρήσεις, που πρέπει να πραγματοποιηθούν στη διάρκεια της κατασκευής της σήραγγας. Οι μετρήσεις αυτές θα δώσουν στοιχεία για την προσαρμογή του συστήματος υποστήριξης στις συνθήκες της βραχομάζας, που θα διαπιστωθούν κατά τη διάνοιξη. Τέλος, θα δώσουν μέσα παρακολούθησης του έργου στη φάση της λειτουργίας του.

Για την προδιαγραφή των συστημάτων μετρήσεων ελήφθησαν υπ' όψη συστάσεις από τη διεθνή βιβλιογραφία, τη διεθνή πρακτική και τις εμπειρίες από την κατασκευή άλλων σηράγγων στον Ελληνικό χώρο, και αναλυτικά προσδιορίζονται στην εγκεκριμένη μελέτη του έργου.

6.1 Γενικά

Όταν χρησιμοποιούνται τεχνικές εύκαμπτης υποστήριξης, τα αποτελέσματα των μετρήσεων στη φάση της κατασκευής δίνουν στοιχεία για την προσαρμογή της αντιστήριξης της σήραγγας στις διαπιστούμενες συνθήκες του εδάφους. Δεδομένου ότι οι μετρήσεις είναι αναπόσπαστο μέρος των συγχρόνων κατασκευαστικών μεθόδων, ο Ανάδοχος μπορεί να προτείνει τις δικές του απαιτήσεις και τεχνικές, που προτιμά, εφ' όσον θα ικανοποιούν τις ελάχιστες απαιτήσεις, που έχει διατυπώσει η Υπηρεσία.

Οι δραστηριότητες αυτές, που θα έχουν το σύμφωνο της γνώμης της Υπηρεσίας και του Ο.Π.Ε. (εάν υπάρχει) και που περιλαμβάνουν πρόγραμμα παρακολούθησης κατά την εκσκαφή, την κατασκευή και τη λειτουργία της σήραγγας, διαιρούνται στις παρακάτω κύριες κατηγορίες:

- (1) Όργανα εγκαθιστάμενα κατά τη διάρκεια της κατασκευής, για λειτουργική ασφάλεια και για την παρακολούθηση της συμπεριφοράς της εκσκαφής και της άμεσης υποστήριξης.
- (2) Έλεγχος των υλικών και των κατασκευαστικών στοιχείων, που χρησιμοποιούνται και της ποιότητας των έργων που πραγματοποιούνται.
- (3) Όργανα, που τοποθετούνται στην τελική επένδυση και τα στόμια, προκειμένου να εξακριβωθεί η λειτουργία της υποστήριξης και να ελέγχεται η απόδοση του αποστραγγιστικού συστήματος για την εξασφάλιση της παρακολούθησης της συμπεριφοράς της σήραγγας κατά τη λειτουργία της.
- (4) Όργανα προειδοποίησης για τη λήψη διορθωτικών μέτρων.

Οι δραστηριότητες των τελευταίων δύο κατηγοριών αφορούν κυρίως στην παρακολούθηση της κατασκευής και της συμπεριφοράς της σήραγγας μετά την παράδοσή της σε χρήση και, για το λόγο αυτό, γίνονται κυρίως κατ' εντολή του εργοδότη. Υπάρχει βέβαια, μεγάλη επικάλυψη ενδιαφέροντος, διότι στη σύγχρονη πρακτική κατασκευής σηράγγων υπεισέρχεται στη διαδικασία της μελέτης και της κατασκευής η συμπεριφορά των υλικών και του τρόπου της εκσκαφής. Ο έμπειρος Ανάδοχος θα χρειασθεί μετρήσεις και γι' αυτό έχουν προβλεφθεί κονδύλια βασικών μετρήσεων στους όρους δημοπράτησης. Είναι σκόπιμο να υπάρχουν τιμές μονάδας, ώστε να είναι σε θέση η Υπηρεσία να ζητά πρόσθετες τοποθετήσεις ή αναγνώσεις.

6.2 Μετρήσεις κατά τη Διάνοιξη και Άμεση Υποστήριξη

Η παρακολούθηση της εκσκαφής, καθώς προχωρεί η διάνοιξη, είναι απαραίτητο στοιχείο για την ασφάλεια της κατασκευής και για τη μελέτη. Ο κύριος σκοπός της είναι να προσδιορίσει την επάρκεια ή όχι της υποστήριξης και τους ρυθμούς προχώρησης της εκσκαφής και της εφαρμογής της επένδυσης. Τα κυριότερα μέσα για αυτό το σκοπό περιλαμβάνουν τη μέτρηση της μετακίνησης, τόσο στα τοιχώματα όσο και μέσα στο περιβάλλον έδαφος, με μάρτυρες παρακολούθησης των μετακινήσεων των τοιχωμάτων και με επιμηκυσσιόμετρα.

Για να προσδιορισθεί κατά προσέγγιση το μέγεθος των μετακινήσεων, που αναμένονται σε μια σήραγγα, γίνονται υπολογισμοί των παραμορφώσεων με “συνοριακά στοιχεία” για τα τμήματα της σήραγγας που είναι αντιπροσωπευτικά των εδαφικών συνθηκών που θα συναντηθούν. Τα αποτελέσματα καταγράφονται σε σχέδια σαν καμπύλες ίσης μετακίνησης. Αυτές αντιστοιχούν σε γραμμική άμεση συμπεριφορά του υλικού χωρίς κανένα παρεμπόδιση από την υποστήριξη. Δεν αποτελούν το ελάχιστο μέτρο της παραμόρφωσης, γιατί έχουν βγει με συνολικά μέτρα παραμόρφωσης, όπου έχουν περιληφθεί διορθώσεις για να ληφθεί υπ’ όψη η υπάρχουσα κατάσταση του εδάφους, αλλά ούτε περιλαμβάνουν ερπυσμό ή πλαστική συμπεριφορά στο δακτύλιο “διαρροής” του χαλαρωμένου υλικού.

Οι μετακινήσεις δείχνουν ότι χρειάζονται πλήρεις δακτύλιοι μέτρησης της σύγκλισης συνήθους ακριβείας (ακρίβεια χιλιοστού) και ότι το βαθύτερο άκρο του επιμηκυσσιόμετρου (μηδενικό σημείο αναφοράς) θα πρέπει να τοποθετηθεί σε βάθος περίπου μιας διαμέτρου σήραγγας από το τοίχωμα της σήραγγας.

- Αναφορικά με τη συχνότητα εκτέλεσης των μετρήσεων σημειώνονται τα ακόλουθα:
- Η πρώτη μέτρηση παραμόρφωσης (σύγκλιση, επιμήκυνση, χωροστάθμηση) θα πρέπει να εκτελείται σε απόσταση μικρότερη των 3 m από το μέτωπο εκσκαφής
 - Μετά την πρώτη μέτρηση θα πρέπει να διενεργούνται καθημερινά μετρήσεις παραμόρφωσης και για μία εβδομάδα, στη συνέχεια ανά χρονικά διαστήματα (3) τριών έως επτά (7) ημερών και για διάρκεια ενός (1) μηνός, ενώ ακολούθως θα πρέπει να διενεργούνται μετρήσεις ανά 25 έως 35 ημέρες μέχρι τη σταθεροποίηση των μετακινήσεων.
 - Η πυκνότητα λήψης μετρήσεων θα αυξάνει εάν η μετακίνηση μεταξύ δύο διαδοχικών μετρήσεων, είναι μεγαλύτερη από 5mm ή εάν υπάρχουν ενδείξεις αποσταθεροποίησης της βραχόμαζας της περιοχής.
 - Η πρώτη μέτρηση πίεσης και παραμόρφωσης στο εκτοξευόμενο σκυρόδεμα της άμεσης υποστήριξης θα διενεργείται αμέσως μετά τη διάστρωσή τους. Η πυκνότητα λήψης των μετρήσεων θα είναι όπως και για τις μετρήσεις μετακίνησης.
 - Εφόσον συντρέχουν λόγοι ασφαλείας, θα αυξάνεται η συχνότητα λήψης των μετρήσεων.

Αν δεν γίνεται διαφορετική αναφορά στην εγκεκριμένη μελέτη και στους Ειδικούς Όρους Δημοπράτησης (Ε.Σ.Υ., Τ.Π. κλπ.), οι δακτύλιοι μετρήσεων πρέπει να τοποθετηθούν το συντομότερο δυνατό μετά την εκσκαφή, σε εσοχή και προστατευμένα από τυχαία ζημιά. Οι κεφαλές, που είναι στο θόλο και στο ανώτερο τμήμα των πλευρικών τοιχωμάτων, θα τοποθετηθούν στην προήγηση εκσκαφής της οροφής, και οι κεφαλές που είναι στο κατώτερο τμήμα των πλευρικών τοιχωμάτων θα τοποθετηθούν στον αναβαθμό.

Η αξιολόγηση θα γίνεται τόσο από τον Ανάδοχο, με τη σύμφωνη γνώμη του Ο.Π.Ε. (εάν υπάρχει), όσο και από την Υπηρεσία με τους μελετητές και τους τυχόν συμβούλους της. Περαιτέρω η Υπηρεσία θα αποφασίζει επί της εφαρμοστέας λύσης, αναλαμβάνοντας

και τις σχετικές ευθύνες, στην περίπτωση κατά την οποία η εφαρμοστέα λύση διαφέρει από την πρόταση του Αναδόχου.

Στις επιλεγμένες διατομές, μετά από έγκριση της Υπηρεσίας, θα τοποθετηθούν τρία (3) τριπλά επιμηκυνσιόμετρα, ένα στην κλείδα και ανά ένα στο άνω μέρος των πλευρών προς το τοίχωμα. Τα μήκη των ράβδων σε διατομή συγκοινωνιακών έργων θα είναι 3m, 6m και 9m, εκτός αν ορίζεται διαφορετικά στους ειδικούς όρους δημοπράτησης (Ε.Σ.Υ., Τ.Π., εγκεκριμένη μελέτη, κλπ.) ή αποφασισθεί διαφορετικά. Οι κεφαλές πρέπει να είναι εξ' ολοκλήρου σε εσοχή και προστατευμένες. Είναι χρήσιμο να χρησιμοποιηθούν επιμηκυνσιόμετρα με σύστημα μέτρησης από απόσταση (τηλεχειρισμό), για να αποφευχθεί η δυσχέρεια προσέγγισης του θόλου και για να επεκταθεί η λειτουργία των επιμηκυνσιόμετρων, με τη σφράγισή τους μέσα στη μόνιμη επένδυση.

Στα σχέδια της μελέτης παρουσιάζονται το πλήθος, το είδος, ο τύπος και η θέση των οργάνων μέτρησης.

6.3 Έλεγχος Εδαφικών Συνθηκών κατά τη Διάνοιξη

(1) Ο έλεγχος των εδαφικών συνθηκών κατά τη φάση της διάνοιξης της σήραγγας αποσκοπεί, αφενός μεν στην επιβεβαίωση των παραδοχών, που έχουν γίνει στην οριστική μελέτη, αφετέρου δε στην πλήρη τεκμηρίωση της πραγματικής κατάστασης του εδάφους, που χρειάζονται για τη μελλοντική παρακολούθηση τόσο της σήραγγας, όσο και του συνολικού αποστραγγιστικού συστήματος αυτής. Δεδομένου ότι η οριστική μελέτη της τελικής επένδυσης έχει γίνει, θα πρέπει να καθορισθεί και αντίστοιχο πρόγραμμα μετρήσεων από το οποίο να επιβεβαιωθούν οι παραδοχές της μελέτης.

Αναμένεται ότι ένα τέτοιο πρόγραμμα θα περιλαμβάνει την εκτέλεση των παρακάτω, οι οποίες δοκιμές δεν είναι δεσμευτικές.

- α. Τακτική δειγματοληψία και εργαστηριακές και επί τόπου δοκιμές.
 - β. Δοκιμές φόρτισης πλάκας σε δοκιμαστικά πλευρικά ανοίγματα.
 - γ. Δοκιμές πλακοειδούς (επίπεδου) γρύλου στα τοιχώματα της σήραγγας.
 - δ. Δοκιμές προσδιορισμού χαρακτηριστικών που αναφέρονται παρακάτω (πίεση νερού κλπ)
- (2) Η τελική επένδυση θα υπόκειται σε χρόνια εξελισσόμενες επιδράσεις, που είναι προτιμότερο να καθορισθούν στη διάρκεια της κατασκευής, παρά να βασίζεται κανείς σε νομικές διαδικασίες, αν τα προβλήματα εμφανισθούν μετά την παράδοση του έργου.
- α. **Οι πιέσεις του νερού.** Πρέπει να υπάρχει πρόβλεψη για τη μέτρηση της πίεσης του νερού πριν και κατά τη διάνοιξη, ώστε να είναι δυνατός ο καθορισμός της απομένουσας πίεσης νερού, που πρέπει να χρησιμοποιηθεί στον υπολογισμό ή να τεκμηριώνει τις παραδοχές των υπολογισμών, που έχουν πραγματοποιηθεί.
 - β. **Η πίεση διόγκωσης του εδάφους.** Πρέπει να υπάρχει πρόβλεψη για να εκτιμηθεί το μέγεθος και η επίδραση της όποιας πίεσης διόγκωσης πάνω στο συνδυασμό της τελικής επένδυση και υποστήριξης.

- γ. **Η παρουσία συστατικών επιβλαβών ή διαβρωτικών στοιχείων στο υπόγειο νερό ή οι ασυνήθιστες θερμοκρασιακές συνθήκες.** Τα στοιχεία αυτά δύνανται να επηρεάσουν την ποιότητα του σκυροδέματος ή των άλλων υλικών.

Θεωρείται ότι οι παραπάνω παράγοντες είναι δυνατό να προσδιοριστούν εύκολα με χρήση πιεζομετρικών γεωτρήσεων (εξωτερικά και από μέσα από τη σήραγγα) και με δειγματοληψία. Η δοκιμασία για τις πιέσεις διόγκωσης, πέρα από τις εργαστηριακές δοκιμές, δύναται να εκτελεστεί καλύτερα σε ένα πειραματικό θάλαμο, με άκαμπτη επένδυση, και εξοπλισμό με όργανα, που θα κατασκευασθεί αμέσως μόλις συναντηθεί έδαφος με δυναμικό διόγκωσης. Σε ακραία περίπτωση, το πρόγραμμα της κατασκευής θα πρέπει να δεσμευθεί ώστε να επιτρέψει να ληφθούν υπ' όψη στη μελέτη επένδυσης περίπτωση μισού έτους αποτελέσματα μετρήσεων.

6.4 Ποιοτικός Έλεγχος Υλικών

(1) Ο σκοπός της παρακολούθησης της συμπεριφοράς των υλικών αφορά δύο κατηγορίες:

- α. Εφαρμογή ποιοτικού ελέγχου στα έργα. Αυτό ενδιαφέρει τον Κύριο του Έργου (Κ.Τ.Ε.) και εφαρμόζεται από τον Ανάδοχο με δικές του δαπάνες, σε συνδυασμό με τον(τους) Οίκο(ους) Ποιοτικού Ελέγχου (Ο.Π.Ε.) [εάν υπάρχει(ουν)], του(των) οποίου(ων) η αμοιβή (εφ' όσον έχει γίνει σχετική πρόβλεψη στους Όρους Δημοπράτησης) μπορεί να βαρύνει, όμοια, τον Ανάδοχο.
- β. Διαπίστωση της συμπεριφοράς των υλικών, που χρησιμοποιούνται, ώστε να ελέγχεται η σχέση της μελέτης με την κατασκευή, εφ' όσον κριθεί απαραίτητο. Το σχετικό πρόγραμμα, που θα δοθεί από την Υπηρεσία και αφορά σε ελέγχους πέραν των απαιτητών σε αριθμό και είδος για τον ποιοτικό έλεγχο του έργου, θα αποζημιώνεται ιδιαίτερα.

(2) Οι δοκιμές για τον έλεγχο της μελέτης ενδεικτικά είναι:

- α. Δοκιμές τάνυσης και χαλάρωσης των ηλώσεων.
- β. Δοκιμές φορτίου επιμήκυνσης για ηλώσεις και βλήτρα.
- γ. Συνάφεια ηλώσεως και ρητίνης ή ενέματος.
- δ. Δοκιμές προσδιορισμού μέτρου ελαστικότητας εκτοξευόμενου σκυροδέματος, όπως παραπάνω.
- ε. Δοκιμές θραύσης και προσδιορισμού μέτρου ελαστικότητας σκυροδέματος, όπως παραπάνω.
- στ. Παρακολούθηση ορισμένων μεταλλικών πλαισίων με ηλεκτρονικά μηκυσιόμετρα (STRAIN GAUGES).
- ζ. Αποτελέσματα παρακολούθησης της εκσκαφής, όπως παραπάνω.

(3) Ο Κύριος του Έργου (Κ.Τ.Ε.) έχει την απαίτηση να λαμβάνονται τακτικά μέτρα ελέγχου της ποιότητας, για να βεβαιώνεται η τήρηση των πρότυπων προδιαγραφών για τα υλικά.

Ο εκπρόσωπος του Κ.Τ.Ε. δύναται να κάνει δικές του, κατ' επιταγή, δοκιμές και δειγματοληψίες. Αυτά τα μέτρα δύνανται να περιλαμβάνουν:

- α. Τάνυση και επανακοχλίωση ηλώσεων.
- β. Εξόλκευση ηλώσεων.
- γ. Λήψη δοκιμών εκτοξευόμενου (ινοπλισμένου ή μη ινοπλισμένου) και έγχυτου σκυροδέματος από οποιαδήποτε θέση κατά την έγχυση.
- δ. Λήψη πυρήνων εκτοξευόμενου (άοπλου και οπλισμένου) και έγχυτου σκυροδέματος από τα τοιχώματα κατά χρονικά διαστήματα.
- ε. Χημική ανάλυση των παραπάνω μιγμάτων και των συστατικών τους.
- στ. Κοκκομετρήσεις αδρανών και έλεγχο προσμίξεων στα σημεία παράδοσης.
- ζ. Αντοχή σε εφελκυσμό, στρέψη, λυγισμό κλπ. του χάλυβα οπλισμού και των πλαισίων που χρησιμοποιούνται.

Γενική Προδιαγραφή Σηράγγων (Γ.Π.Σ.) που κατασκευάζονται με υπόγεια διάνοξη

Στην προδιαγραφή αυτή, περιέχονται:

- (1) Οι επιθυμητές μέθοδοι κατασκευής.
- (2) Τα υλικά, που πρέπει να χρησιμοποιηθούν και οι κανονισμοί και οι προδιαγραφές που διέπουν τα υλικά αυτά.
- (3) Οι μετρήσεις, οι επί τόπου έρευνες και τα στοιχεία.
- (4) Οι οδηγίες για την εκτέλεση των εργασιών, των μετρήσεων κλπ., σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς και προδιαγραφές.
- (5) Οι κανονισμοί ασφάλειας, που πρέπει να εφαρμοσθούν κατά την κατασκευή και τα μέτρα, για την ορθή και έντεχνη κατασκευή.

6.5 Διερευνήσεις και εξετάσεις κατά τη διάνοιξη – μετρήσεις κατά τη διάνοιξη και άμεση υποστήριξη

6.5.1 Εισαγωγή

Σκοπός του παρόντος υποάρθρου των προδιαγραφών είναι να περιγράψει τους ελέγχους και τις μετρήσεις, που πρέπει να πραγματοποιηθούν στη διάρκεια της κατασκευής της σήραγγας. Οι μετρήσεις αυτές θα δώσουν στοιχεία για την προσαρμογή του συστήματος υποστήριξης στις συνθήκες της βραχομάζας, που θα διαπιστωθούν κατά τη διάνοιξη. Τέλος, θα δώσουν μέσα παρακολούθησης του έργου στη φάση της λειτουργίας του.

Για την προδιαγραφή των συστημάτων μετρήσεων ελήφθησαν υπ' όψη συστάσεις από τη διεθνή βιβλιογραφία, τη διεθνή πρακτική και τις εμπειρίες από την κατασκευή άλλων σηράγγων στον Ελληνικό χώρο, και αναλυτικά προσδιορίζονται στην εγκεκριμένη μελέτη του έργου.

6.5.2 Γενικά

Όταν χρησιμοποιούνται τεχνικές εύκαμπτης υποστήριξης, τα αποτελέσματα των μετρήσεων στη φάση της κατασκευής δίνουν στοιχεία για την προσαρμογή της αντιστήριξης της σήραγγας στις διαπιστούμενες συνθήκες του εδάφους. Δεδομένου ότι οι μετρήσεις είναι αναπόσπαστο μέρος των συγχρόνων κατασκευαστικών μεθόδων, ο Ανάδοχος μπορεί να προτείνει τις δικές του απαιτήσεις και τεχνικές, που προτιμά, εφ' όσον θα ικανοποιούν τις ελάχιστες απαιτήσεις, που έχει διατυπώσει η Υπηρεσία.

Οι δραστηριότητες αυτές, που θα έχουν το σύμφωνο της γνώμης της Υπηρεσίας και του Ο.Π.Ε. (εάν υπάρχει) και που περιλαμβάνουν πρόγραμμα παρακολούθησης κατά την εκσκαφή, την κατασκευή και τη λειτουργία της σήραγγας, διαιρούνται στις παρακάτω κύριες κατηγορίες:

- (1) Όργανα εγκαθιστάμενα κατά τη διάρκεια της κατασκευής, για λειτουργική ασφάλεια και για την παρακολούθηση της συμπεριφοράς της εκσκαφής και της άμεσης υποστήριξης.
- (2) Έλεγχος των υλικών και των κατασκευαστικών στοιχείων, που χρησιμοποιούνται και της ποιότητας των έργων που πραγματοποιούνται.
- (3) Όργανα, που τοποθετούνται στην τελική επένδυση και τα στόμια, προκειμένου να εξακριβωθεί η λειτουργία της υποστήριξης και να ελέγχεται η απόδοση του αποστραγγιστικού συστήματος για την εξασφάλιση της παρακολούθησης της συμπεριφοράς της σήραγγας κατά τη λειτουργία της.
- (4) Όργανα προειδοποίησης για τη λήψη διορθωτικών μέτρων.

Οι δραστηριότητες των τελευταίων δύο κατηγοριών αφορούν κυρίως στην παρακολούθηση της κατασκευής και της συμπεριφοράς της σήραγγας μετά την παράδοσή της σε χρήση και, για το λόγο αυτό, γίνονται κυρίως κατ' εντολή του εργοδότη. Υπάρχει βέβαια, μεγάλη επικάλυψη ενδιαφέροντος, διότι στη σύγχρονη πρακτική κατασκευής σηράγγων υπεισέρχεται στη διαδικασία της μελέτης και της κατασκευής η συμπεριφορά

των υλικών και του τρόπου της εκσκαφής. Ο έμπειρος Ανάδοχος θα χρειασθεί μετρήσεις και γι' αυτό έχουν προβλεφθεί κονδύλια βασικών μετρήσεων στους όρους δημοπράτησης. Είναι σκόπιμο να υπάρχουν τιμές μονάδας, ώστε να είναι σε θέση η Υπηρεσία να ζητά πρόσθετες τοποθετήσεις ή αναγνώσεις.

6.5.3 Μετρήσεις κατά τη Διάνοιξη και Άμεση Υποστήριξη

Η παρακολούθηση της εκσκαφής, καθώς προχωρεί η διάνοιξη, είναι απαραίτητο στοιχείο για την ασφάλεια της κατασκευής και για τη μελέτη. Ο κύριος σκοπός της είναι να προσδιορίσει την επάρκεια ή όχι της υποστήριξης και τους ρυθμούς προχώρησης της εκσκαφής και της εφαρμογής της επένδυσης. Τα κυριότερα μέσα για αυτό το σκοπό περιλαμβάνουν τη μέτρηση της μετακίνησης, τόσο στα τοιχώματα όσο και μέσα στο περιβάλλον έδαφος, με μάρτυρες παρακολούθησης των μετακινήσεων των τοιχωμάτων και με επιμηκυνσιόμετρα.

Για να προσδιορισθεί κατά προσέγγιση το μέγεθος των μετακινήσεων, που αναμένονται σε μια σήραγγα, γίνονται υπολογισμοί των παραμορφώσεων με “συνοριακά στοιχεία” για τα τμήματα της σήραγγας που είναι αντιπροσωπευτικά των εδαφικών συνθηκών που θα συναντηθούν. Τα αποτελέσματα καταγράφονται σε σχέδια σαν καμπύλες ίσης μετακίνησης. Αυτές αντιστοιχούν σε γραμμική άμεση συμπεριφορά του υλικού χωρίς κανένα παρεμποδισμό από την υποστήριξη. Δεν αποτελούν το ελάχιστο μέτρο της παραμόρφωσης, γιατί έχουν βγει με συνολικά μέτρα παραμόρφωσης, όπου έχουν περιληφθεί διορθώσεις για να ληφθεί υπ' όψη η υπάρχουσα κατάσταση του εδάφους, αλλά ούτε περιλαμβάνουν ερπυσμό ή πλαστική συμπεριφορά στο δακτύλιο “διαρροής” του χαλαρωμένου υλικού.

Οι μετακινήσεις δείχνουν ότι χρειάζονται πλήρεις δακτύλιοι μέτρησης της σύγκλισης συνήθους ακριβείας (ακρίβεια χιλιοστού) και ότι το βαθύτερο άκρο του επιμηκυνσιομέτρου (μηδενικό σημείο αναφοράς) θα πρέπει να τοποθετηθεί σε βάθος περίπου μιας διαμέτρου σήραγγας από το τοίχωμα της σήραγγας.

Αναφορικά με τη συχνότητα εκτέλεσης των μετρήσεων σημειώνονται τα ακόλουθα:

- Η πρώτη μέτρηση παραμόρφωσης (σύγκλιση, επιμήκυνση, χωροστάθμιση) θα πρέπει να εκτελείται σε απόσταση μικρότερη των 3 m από το μέτωπο εκσκαφής
- Μετά την πρώτη μέτρηση θα πρέπει να διενεργούνται καθημερινά μετρήσεις παραμόρφωσης και για μία εβδομάδα, στη συνέχεια ανά χρονικά διαστήματα (3) τριών έως επτά (7) ημερών και για διάρκεια ενός (1) μηνός, ενώ ακολούθως θα πρέπει να διενεργούνται μετρήσεις ανά 25 έως 35 ημέρες μέχρι τη σταθεροποίηση των μετακινήσεων.
- Η πυκνότητα λήψης μετρήσεων θα αυξάνει εάν η μετακίνηση μεταξύ δύο διαδοχικών μετρήσεων, είναι μεγαλύτερη από 5mm ή εάν υπάρχουν ενδείξεις αποσταθεροποίησης της βραχομάζας της περιοχής.
- Η πρώτη μέτρηση πίεσης και παραμόρφωσης στο εκτοξευόμενο σκυρόδεμα της άμεσης υποστήριξης θα διενεργείται αμέσως μετά τη διάστρωσή τους. Η πυκνότητα λήψης των μετρήσεων θα είναι όπως και για τις μετρήσεις μετακίνησης.
- Εφόσον συντρέχουν λόγοι ασφαλείας, θα αυξάνεται η συχνότητα λήψης των μετρήσεων.

Αν δεν γίνεται διαφορετική αναφορά στην εγκεκριμένη μελέτη και στους Ειδικούς Όρους Δημοπράτησης (Ε.Σ.Υ., Τ.Π. κλπ.), οι δακτύλιοι μετρήσεων πρέπει να τοποθετηθούν το συντομότερο δυνατό μετά την εκσκαφή, σε εσοχή και προστατευμένα από τυχαία ζημιά. Οι κεφαλές, που είναι στο θόλο και στο ανώτερο τμήμα των πλευρικών τοιχωμάτων, θα τοποθετηθούν στην προήγηση εκσκαφής της οροφής, και οι κεφαλές που είναι στο κατώτερο τμήμα των πλευρικών τοιχωμάτων θα τοποθετηθούν στον αναβαθμό.

Η αξιολόγηση θα γίνεται τόσο από τον Ανάδοχο, με τη σύμφωνη γνώμη του Ο.Π.Ε. (εάν υπάρχει), όσο και από την Υπηρεσία με τους μελετητές και τους τυχόν συμβούλους της. Περαιτέρω η Υπηρεσία θα αποφασίζει επί της εφαρμοστέας λύσης, αναλαμβάνοντας και τις σχετικές ευθύνες, στην περίπτωση κατά την οποία η εφαρμοστέα λύση διαφέρει από την πρόταση του Αναδόχου.

Στις επιλεγμένες διατομές, μετά από έγκριση της Υπηρεσίας, θα τοποθετηθούν τρία (3) τριπλά επιμηκυνσιόμετρα, ένα στην κλείδα και ανά ένα στο άνω μέρος των πλευρών προς το τοίχωμα. Τα μήκη των ράβδων σε διατομή συγκοινωνιακών έργων θα είναι 3m, 6m και 9m, εκτός αν ορίζεται διαφορετικά στους ειδικούς όρους δημοπράτησης (Ε.Σ.Υ., Τ.Π., εγκεκριμένη μελέτη, κλπ.) ή αποφασισθεί διαφορετικά. Οι κεφαλές πρέπει να είναι εξ' ολοκλήρου σε εσοχή και προστατευμένες. Είναι χρήσιμο να χρησιμοποιηθούν επιμηκυνσιόμετρα με σύστημα μέτρησης από απόσταση (τηλεχειρισμό), για να αποφευχθεί η δυσχέρεια προσέγγισης του θόλου και για να επεκταθεί η λειτουργία των επιμηκυνσιόμετρων, με τη σφράγισή τους μέσα στη μόνιμη επένδυση.

Στα σχέδια της μελέτης παρουσιάζονται το πλήθος, το είδος, ο τύπος και η θέση των οργάνων μέτρησης.

6.5.4 Έλεγχος Εδαφικών Συνθηκών κατά τη Διάνοιξη

(1) Ο έλεγχος των εδαφικών συνθηκών κατά τη φάση της διάνοιξης της σήραγγας αποσκοπεί, αφενός μεν στην επιβεβαίωση των παραδοχών, που έχουν γίνει στην οριστική μελέτη, αφετέρου δε στην πλήρη τεκμηρίωση της πραγματικής κατάστασης του εδάφους, που χρειάζονται για τη μελλοντική παρακολούθηση τόσο της σήραγγας, όσο και του συνολικού αποστραγγιστικού συστήματος αυτής. Δεδομένου ότι η οριστική μελέτη της τελικής επένδυσης έχει γίνει, θα πρέπει να καθορισθεί και αντίστοιχο πρόγραμμα μετρήσεων από το οποίο να επιβεβαιωθούν οι παραδοχές της μελέτης.

Αναμένεται ότι ένα τέτοιο πρόγραμμα θα περιλαμβάνει την εκτέλεση των παρακάτω, οι οποίες δοκιμές δεν είναι δεσμευτικές.

- α. Τακτική δειγματοληψία και εργαστηριακές και επί τόπου δοκιμές.
- β. Δοκιμές φόρτισης πλάκας σε δοκιμαστικά πλευρικά ανοίγματα.
- γ. Δοκιμές πλακοειδούς (επίπεδου) γρύλου στα τοιχώματα της σήραγγας.
- δ. Δοκιμές προσδιορισμού χαρακτηριστικών που αναφέρονται παρακάτω (πίεση νερού κλπ)

(2) Η τελική επένδυση θα υπόκειται σε χρόνια εξελισσόμενες επιδράσεις, που είναι προτιμότερο να καθορισθούν στη διάρκεια της κατασκευής, παρά να βασίζεται κανείς σε νομικές διαδικασίες, αν τα προβλήματα εμφανισθούν μετά την παράδοση του έργου

- α. **Οι πιέσεις του νερού.** Πρέπει να υπάρχει πρόβλεψη για τη μέτρηση της πίεσης του νερού πριν και κατά τη διάνοιξη, ώστε να είναι δυνατός ο καθορισμός της απομένουσας πίεσης νερού, που πρέπει να χρησιμοποιηθεί στον υπολογισμό ή να τεκμηριώνει τις παραδοχές των υπολογισμών, που έχουν πραγματοποιηθεί.

β. **Η πίεση διόγκωσης του εδάφους.** Πρέπει να υπάρχει πρόβλεψη για να εκτιμηθεί το μέγεθος και η επίδραση της όποιας πίεσης διόγκωσης πάνω στο συνδυασμό της τελικής επένδυση και υποστήριξης.

γ. **Η παρουσία συστατικών επιβλαβών ή διαβρωτικών στοιχείων στο υπόγειο νερό ή οι ασυνήθιστες θερμοκρασιακές συνθήκες.** Τα στοιχεία αυτά δύνανται να επηρεάσουν την ποιότητα του σκυροδέματος ή των άλλων υλικών.

Θεωρείται ότι οι παραπάνω παράγοντες είναι δυνατό να προσδιοριστούν εύκολα με χρήση πιεζομετρικών γεωτρήσεων (εξωτερικά και από μέσα από τη σήραγγα) και με δειγματοληψία. Η δοκιμασία για τις πιέσεις διόγκωσης, πέρα από τις εργαστηριακές δοκιμές, δύνανται να εκτελεστεί καλύτερα σε ένα πειραματικό θάλαμο, με άκαμπτη επένδυση, και εξοπλισμό με όργανα, που θα κατασκευασθεί αμέσως μόλις συναντηθεί έδαφος με δυναμικό διόγκωσης. Σε ακραία περίπτωση, το πρόγραμμα της κατασκευής θα πρέπει να δεσμευθεί ώστε να επιτρέπει να ληφθούν υπ' όψη στη μελέτη επένδυσης περίπου μισού έτους αποτελέσματα μετρήσεων.

6.5.5 Ποιοτικός Έλεγχος Υλικών

(1) Ο σκοπός της παρακολούθησης της συμπεριφοράς των υλικών αφορά δύο κατηγορίες:

α. Εφαρμογή ποιοτικού ελέγχου στα έργα. Αυτό ενδιαφέρει τον Κύριο του Έργου (Κ.Τ.Ε.) και εφαρμόζεται από τον Ανάδοχο με δικές του δαπάνες, σε συνδυασμό με τον(τους) Οίκο(ους) Ποιοτικού Ελέγχου (Ο.Π.Ε.) [εάν υπάρχει(ουν)], του(των) οποίου(ων) η αμοιβή (εφ' όσον έχει γίνει σχετική πρόβλεψη στους Όρους Δημοπράτησης) μπορεί να βαρύνει, όμοια, τον Ανάδοχο.

β. Διαπίστωση της συμπεριφοράς των υλικών, που χρησιμοποιούνται, ώστε να ελέγχεται η σχέση της μελέτης με την κατασκευή, εφ' όσον κριθεί απαραίτητο. Το σχετικό πρόγραμμα, που θα δοθεί από την Υπηρεσία και αφορά σε ελέγχους πέραν των απαιτητών σε αριθμό και είδος για τον ποιοτικό έλεγχο του έργου, θα αποζημιώνεται ιδιαίτερα.

(2) Οι δοκιμές για τον έλεγχο της μελέτης ενδεικτικά είναι:

α. Δοκιμές τάνυσης και χαλάρωσης των ηλώσεων.

β. Δοκιμές φορτίου επιμήκυνσης για ηλώσεις και βλήτρα.

γ. Συνάφεια ηλώσεως και ρητίνης ή ενέματος.

δ. Δοκιμές προσδιορισμού μέτρου ελαστικότητας εκτοξευόμενου σκυροδέματος, όπως παραπάνω.

ε. Δοκιμές θραύσης και προσδιορισμού μέτρου ελαστικότητας σκυροδέματος, όπως παραπάνω.

στ. Παρακολούθηση ορισμένων μεταλλικών πλαισίων με ηλεκτρονικά μηκυσιόμετρα (STRAIN GAUGES).

ζ. Αποτελέσματα παρακολούθησης της εκσκαφής, όπως παραπάνω.

(3) Ο Κύριος του Έργου (Κ.τ.Ε.) έχει την απαίτηση να λαμβάνονται τακτικά μέτρα ελέγχου της ποιότητας, για να βεβαιώνεται η τήρηση των πρότυπων προδιαγραφών για τα υλικά.

Ο εκπρόσωπος του Κ.τ.Ε. δύναται να κάνει δικές του, κατ' επιταγή, δοκιμές και δειγματοληψίες. Αυτά τα μέτρα δύνανται να περιλαμβάνουν:

α. Τάνυση και επανακοχλίωση ηλώσεων.

β. Εξόλκευση ηλώσεων.

γ. Λήψη δοκιμών εκτοξευόμενου (ινοπλισμένου ή μη ινοπλισμένου) και έγχυτου σκυροδέματος από οποιαδήποτε θέση κατά την έγχυση.

δ. Λήψη πυρήνων εκτοξευόμενου (άοπλου και οπλισμένου) και έγχυτου σκυροδέματος από τα τοιχώματα κατά χρονικά διαστήματα.

ε. Χημική ανάλυση των παραπάνω μιγμάτων και των συστατικών τους.

στ. Κοκκομετρήσεις αδρανών και έλεγχο προσμίξεων στα σημεία παράδοσης.

ζ. Αντοχή σε εφελκυσμό, στρέψη, λυγισμό κλπ. του χάλυβα οπλισμού και των πλαισίων που χρησιμοποιούνται.

6.6 Μετρήσεις μετά την τελική επένδυση στη σήραγγα και στα στόμια αυτής

Ο κύριος σκοπός της εγκατάστασης οργάνων στην τελική επένδυση της σήραγγας είναι η εξασφάλιση, για τη διάρκεια ζωής της σήραγγας, έγκαιρης προειδοποίησης για οποιαδήποτε αστοχία ή επιδείνωση στη λειτουργία, λόγω χρόνιων αναπτυσσόμενων φορτίσεων, έκτακτων φορτίσεων, φραξίματος των στραγγιστηρίων της επένδυσης κλπ.

Η μέτρηση των πιέσεων, πίσω από την επένδυση, έχει την πρόσθετη χρησιμότητα, σε συνδυασμό με τα γενικά μέτρα, στην εκτίμηση της αλληλεπίδρασης με τις πιέσεις της υποστήριξης.

Οι απαιτήσεις εγκατάστασης οργάνων για την τελική επένδυση και οι ακριβείς θέσεις των οργάνων θα καθορισθούν από την Υπηρεσία. Αυτά αποτελούνται, κυρίως, από εσωτερικούς μετρητές τάσεων - παραμορφώσεων και εξωτερικά πιεζόμετρα.

Αν δεν γίνεται διαφορετική αναφορά στους ειδικούς όρους δημοπράτησης (Ε.Σ.Υ., Τ.Π., Εγκεκριμένη μελέτη, κλπ.), για τις σήραγγες συγκοινωνιακών έργων (οδικές, σιδηροδρομικές), θα προβλέπεται ενσωμάτωση, στην επένδυση, μετρητών παραμορφώσεων με παλλόμενες χορδές (οποιοδήποτε έγκυρου κατασκευαστή) σε ακτινική (επτά, 7), εφαπτομενική (επτά, 7) και αραιότερα αξονική (τέσσερις, 4) διεύθυνση [ήτοι δεκαοκτώ (18) τεμάχια για κάθε δακτύλιο]. Στην ίδια θέση, αν δεν γίνεται διαφορετική

αναφορά στους ειδικούς όρους δημοπράτησης (Ε.Σ.Υ., Τ.Π., εγκεκριμένη μελέτη, κλπ.), θα τοποθετούνται στερεά ενσωματωμένες κυψέλες φορτίου, στην εξωτερική πλευρά της επένδυσης (κυψέλες GLOETZL ή παρόμοιες).

Όπου αντιμετωπίζονται προβλήματα από το συνδυασμό του υπόγειου ορίζοντα, σε συσχετισμό με την κατηγορία του εδάφους, αν δεν γίνεται διαφορετική αναφορά στους ειδικούς όρους δημοπράτησης (Ε.Σ.Υ., Τ.Π., εγκεκριμένη μελέτη, κλπ.), θα πρέπει να τοποθετούνται δύο πιεζόμετρα σε οριζόντιες γεωτρήσεις, σε κάθε πλευρικό τοίχωμα, σε απόσταση 6m και 30m από την σήραγγα.

Τα πρηνή των στομίων πρέπει να παρακολουθούνται με επιμηκυνσιόμετρα κατά μήκος των μετωπικών και πλευρικών τομών. Ενδεικτικά δύνανται να χρησιμοποιηθούν όργανα τριπλής κεφαλής με το τερματικό σημείο αναφοράς αγκυρωμένο στα 20m και τις άλλες κεφαλές στα 10m και 5m βάθος.

6.7 Αποκομιδή υλικών

Αν δεν γίνεται διαφορετική αναφορά στους ειδικούς όρους δημοπράτησης (Ε.Σ.Υ., Τιμολόγιο, κλπ.) και υπό την αίρεση τήρησης των όρων της Απόφασης Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων του Έργου, τα προϊόντα εκσκαφής, από υπαίθριες ή υπόγειες εκσκαφές, θα μεταφέρονται προς κατασκευήν επιχωμάτων ή / και χρήση αυτών για την παραγωγή αδρανών του έργου ή θα αποτίθενται από τον Ανάδοχο σε προκαθορισμένους αποθεσιοθαλάμους ή / και περιοχές, που θα υποδειχθούν από αυτόν και θα εγκριθούν από την Υπηρεσία, τηρουμένων όλων των όρων περί προστασίας του περιβάλλοντος. Γενικά τα άχρηστα προϊόντα εκσκαφής και τα λοιπά άχρηστα ή ακατάλληλα υλικά θα εναποτίθενται σε θέσεις τέτοιες, που να μην εμπλέκονται με οποιοδήποτε τμήμα του έργου.

Οι αποθέσεις των ως άνω υλικών θα ισοπεδώνονται θα εξομαλύνονται και θα διαμορφώνονται, ώστε να έχουν ευσταθή και ομοιόμορφα πρηνή με κατάλληλες κλίσεις και καλαίσθητη εμφάνιση και θα αποστραγγίζονται, ώστε να αποφεύγεται η διάβρωση ή η συσσώρευση νερού.

Αν δεν γίνεται διαφορετική αναφορά στους ειδικούς όρους δημοπράτησης (Ε.Σ.Υ. κλπ.), η διάστρωση των υλικών στους αποθεσιοθαλάμους θα γίνεται σε στρώσεις, πάχους όχι μεγαλύτερου από 1,50m, χωρίς άλλη ιδιαίτερη συμπύκνωση πέρα από αυτή, που προκαλείται από τα μηχανήματα μεταφοράς και διάστρωσης.

Για τη φορτοεκφόρτωση, μεταφορά και διάστρωση, όπως περιγράφεται παραπάνω, των προϊόντων εκσκαφής και των λοιπών άχρηστων υλικών, ο Ανάδοχος δεν δικαιούται ιδιαίτερης αποζημίωσης, (εκτός αν άλλως αναφέρεται στα αντίστοιχα άρθρα του τιμολογίου και στους λοιπούς Ειδικούς Όρους Δημοπράτησης).

6.8 Αερισμός – Φωτισμός κατά τη διάνοιξη

Οι απαιτήσεις του παρόντος υποάρθρου είναι συμπληρωματικές των απαιτήσεων, που προβλέπονται από τη σχετική Ελληνική Νομοθεσία (περί "Μέτρων Ασφάλειας και Υγιεινής των εργαζομένων"), των ειδικών μέτρων ασφάλειας, που επιβάλλονται με τους όρους δημοπράτησης (π.χ. τυχόν επιβαλλόμενοι όροι "ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟΥ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ", κλπ.) και τους διεθνείς Κανονισμούς Πρόληψης Ατυχημάτων.

6.8.1 Αερισμός Σηράγγων κατά τη Διάνοιξη

6.8.1.1 Γενικά

Ο Ανάδοχος θα μελετήσει, θα προμηθεύσει, θα εγκαταστήσει και θα λειτουργήσει συστήματα αερισμού κατά τη διάνοιξη της σήραγγας. Επίσης θα προμηθεύσει σύστημα παρακολούθησης της ποιότητας του αέρα μέσα στις σήραγγες. Λεπτομέρειες για τα προτεινόμενα από τον Ανάδοχο συστήματα θα πρέπει να υποβληθούν, με το σύμφωνο της γνώμης του Ο.Π.Ε. (εάν υπάρχει), στην Υπηρεσία για έγκριση, μετά την εγκατάστασή του στο έργο και το αργότερο ένα (1) μήνα πριν από την έναρξη των εκσκαφών στις σήραγγες.

Η σύσταση του αέρα στις σήραγγες, σε όλο το μήκος τους, πρέπει να πληρεί ποιοτικά και ποσοτικά τους όρους, που είναι απαραίτητοι για την ασφάλεια και υγιεινή των εργαζομένων. Η ποσότητα οξυγόνου στον αέρα δεν πρέπει να είναι λιγότερη από 20% και η συγκέντρωση αερίων, ατμών, σκόνης, κλπ. να μην υπερβαίνει τα επιτρεπτά όρια. Όταν, από τους σχετικούς ελέγχους, διαπιστώνεται ότι ο φυσικός αερισμός στις σήραγγες δεν επαρκεί, πρέπει αμέσως να γίνεται εξυγίανση της ατμόσφαιρας με τεχνητό αερισμό. Ο τεχνητός αερισμός αποσκοπεί στα ακόλουθα:

- α. Να δώσει στους εργαζόμενους αέρα καθαρό, σε αντικατάσταση αυτού, που έχει χρησιμοποιηθεί από τους ίδιους, τα μηχανήματα, τα οχήματα ή έχει απορροφηθεί από τα αέρια και τα νερά, που τυχόν αναβλύζουν.
- β. Να διαλύσει και να απομακρύνει αέρια και κονιορτούς, που παράγονται κατά την εργασία, τις εκρήξεις ή αναδίδονται από το έδαφος.
- γ. Να αντικαταστήσει το ζεστό αέρα των υπογείων χώρων με αέρα χαμηλότερης θερμοκρασίας.
- δ. Να εξισορροπήσει την πίεση στο εργασιακό περιβάλλον.

Το σύστημα αερισμού θα πρέπει να διατηρηθεί σε λειτουργία και μετά την διάνοιξη των σηράγγων. Ενδιάμεσοι ανεμιστήρες, προσαρμοσμένοι στον κύριο αγωγό αερισμού, θα προβλέπονται, όπου απαιτείται, ώστε να επιτυγχάνεται ικανοποιητική απομάκρυνση του μολυσμένου αέρα.

Οι αγωγοί αερισμού πρέπει να είναι στερεωμένοι στο θόλο και σε τέτοια θέση ώστε να εξασφαλίζεται καθαρή απόσταση τουλάχιστο 20cm μεταξύ του αγωγού και των άκρων του εξοπλισμού, που διακινείται στη σήραγγα.

Ο Ανάδοχος θα ελέγχει την ποσότητα και ποιότητα του παρεχομένου φρέσκου αέρα στο μέτωπο της υπόγειας εκσκαφής για κάθε 100m προχώρησης και τουλάχιστο μία φορά κάθε 15 ημέρες ή συχνότερα, ανάλογα με τις υφιστάμενες συνθήκες. Επίσης, θα εκτελείται τακτικά έλεγχος των αρμών των αεραγωγών για διαρροές και οποιαδήποτε βλάβη διαπιστώνεται θα επιδιορθώνεται αμέσως.

Αν η ποσότητα του παρεχομένου φρέσκου αέρα δεν είναι η απαιτούμενη, όλο το σύστημα των αεραγωγών θα ελέγχεται, όσον αφορά πίεση και παροχή, ανά τμήματα. Τα σημεία μέτρησης δεν θα είναι τοποθετημένα σε απόσταση μικρότερη από δέκα (10) διαμέτρους του αγωγού από οποιοδήποτε ανεμιστήρα ή άλλη ανωμαλία στη ροή στον αγωγό.

Το προσωπικό του έργου δεν επιτρέπεται να επιστρέψει στις θέσεις απασχόλησης του στη σήραγγα μετά την ανατίναξη, προτού απομακρυνθούν τα αέρια της έκρηξης και οπωσδήποτε πριν παρέλθουν τουλάχιστον 15 λεπτά.

Ο αέρας που εισάγεται πρέπει να είναι σε κάθε περίπτωση απαλλαγμένος από κάθε μόλυνση, σκόνη και καπνούς και για το σκοπό αυτό θα πρέπει η θέση λήψης του αέρα να ευρίσκεται μακριά από κάθε πηγή ενδεχόμενης μόλυνσης.

Θεωρείται αναγκαία η εξασφάλιση, εφεδρικών ανεμιστήρων και εφεδρικής πηγής ηλεκτρισμού, για την αντιμετώπιση βλαβών ή διακοπής λειτουργίας του συστήματος αερισμού από κάθε αιτία (Δ.Ε.Η., κλπ.). Σε περίπτωση διακοπής του αερισμού, η σήραγγα θα πρέπει να εκκενώνεται.

6.8.1.2 Εκσκαφή με Συμβατικά Μέσα (Διάτρηση-Ανατίναξη)

(1) Στις υπόγειες εκσκαφές, όπου πρόκειται να εφαρμοσθεί η μέθοδος εκσκαφής με ανατινάξεις, το σύστημα αερισμού θα αποτελείται από δύο (2) μέρη:

α. Κύριο σύστημα αερισμού.

β. Δευτερεύον σύστημα αερισμού.

(2) Το σύστημα αερισμού θα έχει τέτοια απόδοση, ώστε η μέση ταχύτητα αέρα στην μεγαλύτερη διατομή εκσκαφής να μην είναι μικρότερη από 30cm/sec. Σε περίπτωση, που έχει ανιχνευθεί ή αναμένεται παρουσία μεθανίου, η παραπάνω τιμή θα είναι 50cm/sec.

(3) Επί πλέον, το κύριο σύστημα αερισμού θα είναι σχεδιασμένο, ώστε να είναι εξασφαλισμένη η παροχή των παρακάτω ποσοτήτων αέρα κάθε στιγμή:

α. Έξι (6) m³/min, για κάθε άτομο, που απασχολείται στα υπόγεια έργα.

β. Τρία (3) m³/min, για κάθε μετρικό ίππο (HP) ντιζελοκίνητου εξοπλισμού, που χρησιμοποιείται στα υπόγεια έργα. Η παραπάνω τιμή μπορεί να μειωθεί στα δύο (2) m³/min με την προϋπόθεση ότι χρησιμοποιείται πετρέλαιο με μικρό ποσοστό περιεκτικότητας σε θείο (μέγιστο 0,2% θείο κατ' όγκο).

(4) Αυτές οι παροχές φρέσκου αέρα θα είναι αθροιστικές και ο Ανάδοχος θα πρέπει να υποθέσει στους υπολογισμούς του το μέγιστο αριθμό ατόμων και ντιζελοκίνητου εξοπλισμού, που μπορεί να χρησιμοποιείται στα υπόγεια έργα κάθε χρονική στιγμή. Τυχόν εκτιμώμενες απώλειες, π.χ. λόγω διαρροών στους αγωγούς, θα πρέπει να προστεθούν στις τιμές, που δίνονται παραπάνω.

(5) Το κύριο σύστημα αερισμού θα είναι έτσι σχεδιασμένο ώστε να επιτρέπει αναστροφή της ροής και θα λειτουργεί ως ακολούθως:

α. Πριν από την ανατίναξη, το σύστημα θα λειτουργεί σαν σύστημα απαγωγής. Τα αέρια της ανατίναξης θα απορροφούνται, όσο είναι δυνατόν, πιο κοντά στο μέτωπο εκσκαφής.

Ο αέρας απαγωγής και τα αέρια της ανατίναξης θα εκφορτίζονται στην έξοδο, κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να μην εισέρχονται σε άλλη θέση εργασίας και να μην επανακυκλοφορούν στο σύστημα παροχής φρέσκου αέρα.

β. Πριν από την έναρξη της αποκομιδής των προϊόντων εκσκαφής το σύστημα θα λειτουργεί, σαν σύστημα προσαγωγής αέρα, μέχρι το πέρας της αποκομιδής των προϊόντων εκσκαφής.

(6) Το δευτερεύον σύστημα αερισμού, που θα λειτουργεί σαν σύστημα προσαγωγής θα είναι εγκατεστημένο, ώστε να εξασφαλίζει επαρκή αερισμό της περιοχής μεταξύ του μετώπου εκσκαφής και της εξόδου - εισόδου του κυρίου συστήματος. Το σύστημα αυτό θα αρχίζει να λειτουργεί, μέχρις ότου το κύριο σύστημα αρχίσει να λειτουργεί, σαν σύστημα προσαγωγής αέρα. Η είσοδος του συστήματος αυτού θα είναι τοποθετημένη σε επαρκή απόσταση από το μέτωπο εκσκαφής, ώστε να εξασφαλίζεται ότι τα αέρια ανατίναξης δεν θα φθάνουν σε αυτή την περιοχή, και δεν θα προκαλείται έτσι επανακυκλοφορία των αερίων ανατίναξης. Η έξοδος του συστήματος αυτού θα είναι τοποθετημένη κοντά στο μέτωπο εκσκαφής, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η προώθηση των αερίων ανατίναξης και σκόνης, από το μέτωπο εκσκαφής στο κύριο σύστημα αερισμού. Η ελάχιστη δυναμικότητα θα είναι τουλάχιστον 70% της δυναμικότητας του κύριου συστήματος αερισμού. Η τελική διάμετρος του αεραγωγού θα είναι τέτοια, ώστε η ταχύτητα εξόδου του αέρα να μην είναι μικρότερη από 20m/sec.

(7) Η είσοδος στο χώρο του μετώπου εκσκαφής και η επανέναρξη της εργασίας δεν θα επιτρέπεται νωρίτερα από 15 λεπτά μετά από κάθε ανατίναξη.

6.8.1.3 Εκσκαφή με Μηχανικά Μέσα

(1) Όπου οι υπόγειες εκσκαφές εκτελούνται με μηχανικά μέσα π.χ. μηχανήματα ολομέτωπης διάνοιξης (full-facer) ή σημειακής κοπής (roadheader, κλπ.), μόνο ένα σύστημα αερισμού θα εγκαθίσταται. Το σύστημα αερισμού θα έχει τέτοια δυναμικότητα, ώστε και οι δύο ελάχιστες απαιτήσεις παροχής φρέσκου αέρα, που αναφέρονται παρακάτω να ικανοποιούνται κάθε χρονική στιγμή:

α. Ενάμισι (1,5) m³/min, για κάθε άτομο που απασχολείται, κάποια στιγμή, στις υπόγειες εργασίες.

β. Οι ίδιες απαιτήσεις για ντιζελοκίνητο εξοπλισμό, που προδιαγράφονται για μέθοδο εκσκαφής με συμβατική διάτρηση - ανατίναξη παραπάνω.

(2) Οι παραπάνω παροχές αέρα θα προστίθενται και ο Εργολάβος θα πρέπει να λάβει υπόψη, στους υπολογισμούς σχεδιασμού, το μέγιστο αριθμό ατόμων και ντιζελοκίνητου εξοπλισμού, που θα εργάζεται στα υπόγεια έργα κάποια στιγμή, καθώς και τις εκτιμώμενες απώλειες π.χ. διαρροή στους αγωγούς, κλπ.

(3) Το σύστημα αερισμού μπορεί να είναι σύστημα απαγωγής, σύστημα προσαγωγής ή και συνδυασμός των δύο.

(4) Σε περίπτωση εγκατάστασης συστήματος απαγωγής, το στόμιο αναρρόφησης θα είναι τοποθετημένο μεταξύ της διατηρητικής κεφαλής και της πλατφόρμας του χειριστή. Το σύστημα θα είναι τέτοιας δυναμικότητας, ώστε να μην αποτίθεται σκόνη στον αεραγωγό.

(5) Σε περίπτωση που εγκατασταθεί σύστημα προσαγωγής, ένας δευτερεύων αγωγός απαγωγής, με συλλεκτήρα σκόνης, θα εγκατασταθεί στο μέτωπο εκσκαφής.

6.8.2 Φωτισμός Σηράγγων και Πέριξ Χώρων

6.8.2.1 Εξωτερικός Φωτισμός Σηράγγων

Τα μέτωπα εισόδου και εξόδου των σηράγγων, οι προσπελάσεις και οι πέριξ των σηράγγων χώροι εργασίας πρέπει να είναι επαρκώς φωτισμένοι κατά τη νύκτα με ηλεκτρικούς λαμπτήρες και όπου αυτό δεν είναι πρακτικά δυνατό, με λαμπτήρες θυέλλης ή λαμπτήρες καρβιδίου. Ο ελάχιστος απαιτούμενος φωτισμός για τους παραπάνω χώρους είναι 32 lux.

6.8.2.2 Εσωτερικός Φωτισμός Σηράγγων

Κάθε μέτωπο εργασίας πρέπει να φωτίζεται άπλετα από μια ή περισσότερες λάμπες θυέλλης.

Ο θόλος, σ' όλο το μήκος της σήραγγας, θα φωτίζεται με ηλεκτρικούς λαμπτήρες καθ' όλη τη διάρκεια των εργασιών. Οι λαμπτήρες θα είναι τοποθετημένοι ανά αποστάσεις τέτοιες, ώστε να παρέχεται ο ακόλουθος φωτισμός:

α. Περιοχές εξόρυξης, αποκομιδής, αφαίρεσης επικίνδυνων όγκων και λίθων, θέσεις εργασιών σκυροδέτησης ή υποστήριξης και γενικά θέσεις εργασίας: 54lux

β. Λοιπές θέσεις ή περιοχές σήραγγας: 22lux

Κάθε λαμπτήρας θα είναι τουλάχιστον 40W. Οι λαμπτήρες θα τοποθετούνται αμέσως μετά την εγκατάσταση των μέτρων προστασίας.

Τα ηλεκτρικά καλώδια θα είναι καλά μονωμένα, προστατευμένα και σταθερά στερεωμένα στα τοιχώματα της σήραγγας, με ικανό αριθμό μονωτικών σωμάτων. Οι λαμπτήρες, και ιδιαίτερα εκείνοι που ευρίσκονται σε επικίνδυνες θέσεις, θα προστατεύονται από ζημιές.

Ο Ανάδοχος θα πρέπει να έχει διαθέσιμο ικανό αριθμό κινητών λαμπτήρων για φωτισμό θέσεων εργασίας, επιθεωρήσεις και ελέγχους από το προσωπικό της Υπηρεσίας, κλπ.

Οι κινητές λυχνίες (μπαλαντέζες) πρέπει να τροφοδοτούνται με πολύ χαμηλή τάση (36 έως 46V το πολύ), μέσω μετασχηματιστών.

Μέσα στις σήραγγες επιβάλλεται να υπάρχει εφεδρικός φωτισμός ασφαλείας, εξυπηρετούμενος από ιδιαίτερα κυκλώματα και αυτόνομη γεννήτρια ή άλλη πηγή ανεξάρτητης και ασφαλούς λειτουργίας - άμεσης ανταπόκρισης, για την κάλυψη των αναγκών ασφαλούς εκκένωσης σε περίπτωση διακοπής της κανονικής ηλεκτροδότησης των εγκαταστάσεων.

Για την αντιμετώπιση των ηλεκτρικών κινδύνων, που είναι αυξημένοι στις σήραγγες λόγω της υγρασίας, στενότητας χώρων, σκληρής μεταχείρισης του υλικού των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων και φωτισμού, θα πρέπει να τηρούνται οι προβλέψεις των διατάξεων περί “βεβρεγμένων χώρων” του “Κανονισμού Εσωτερικών Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων” και των σχετικών τυποποιήσεων της Δ.Ε.Η.

6.9 Έλεγχος νερών κατά τη διάνοιξη

6.9.1 Γενικά

Με τον έλεγχο νερών κατά τη διάνοιξη νοείται η παροχή όλων των μηχανικών μέσων και των εργατικών χειρών, που απαιτούνται για την απομάκρυνση των υπογείων υδάτων από την περιοχή του μετώπου και από τη ζώνη προσβολής και την προσωρινή απαγωγή τους εκτός σήραγγας, κατά τρόπο που να μην εμποδίζει τη διεξαγωγή των εργασιών διάνοιξης και άμεσης υποστήριξης της σήραγγας. Η απαγωγή αυτή, γίνεται, συνήθως με τη δημιουργία κατάλληλου τοπικού αύλακος, διαστάσεων ανάλογων με τις εμφανιζόμενες ποσότητες υπογείου νερού και δικτύου σωληνώσεων με αντλίες για τη μεταφορά του νερού εκτός της σήραγγας.

Εφιστάται, ιδιαίτερα, η προσοχή του Αναδόχου, ότι σε περιπτώσεις εδάφους, το οποίο πιθανώς να παρουσιάσει συμπτώματα διόγκωσης, θα επιβάλλεται η απαγωγή των νερών να γίνεται κατά τον ταχύτερο δυνατό τρόπο και έτσι ώστε να μην παραμένει το έδαφος αυτό σε επαφή με το νερό για πολύ χρόνο. Ο Ανάδοχος είναι υποχρεωμένος να εκτελεί τις εντολές της επίβλεψης για την απαγωγή των νερών.

6.9.2 Χρήση αντλήσεων

Σε περίπτωση που οι σήραγγες θα διανοιχτούν και από μέτωπα, στα οποία, λόγω της κατά μήκος κλίσης του έργου (οδός, Σιδ. Γραμμή), θα συσσωρεύονται νερά, πρέπει να προβλεφθεί η άντληση των νερών προς την έξοδο και τον αποδέκτη των νερών. Για τα άλλα μέτωπα ο Ανάδοχος θα πρέπει να μεριμνήσει για την κατάλληλη διαμόρφωση της κατά μήκος κλίσης της αύλακος απαγωγής, έτσι ώστε να μη παρεμποδίζεται η ροή των νερών προς τον αποδέκτη τους. Σε κάθε περίπτωση ο Ανάδοχος δεν δικαιούται καμίας πρόσθετης αποζημίωσης για τυχόν άντληση κατά την εκσκαφή και άμεση υποστήριξη της Σήραγγας.

6.9.3 Αποδέκτης των νερών της σήραγγας

Τα υπόγεια νερά, τα οποία οδηγούνται, όπως περιγράφεται παραπάνω, στην έξοδο της σήραγγας, είναι συνήθως ανακατεμένα με λάδια μηχανημάτων και άλλες ακαθαρσίες, που προέρχονται από τις εργασίες διάνοιξης της σήραγγας. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να οδηγούνται σε ειδική στεγανή δεξαμενή συγκέντρωσης, όπου σε πρώτη φάση να αφήνονται να καθιζήσουν τα στερεά υπολείμματα σε ειδικό χώρο και μετά, το καθαρισμένο νερό, θα αφήνεται ελεύθερο να τρέχει στο φυσικό αποδέκτη, είτε μέσω αγωγών, είτε απ' ευθείας από την δεξαμενή καθίζησης με μικρή κατάντη διαρρύθμιση. Η δεξαμενή καθίζησης πρέπει να καθαρίζεται από τα στερεά κατάλοιπα σε τακτικά χρονικά διαστήματα, έτσι ώστε να διευκολύνεται η λειτουργία της.

Παρόμοια δεξαμενή καθίζησης θα κατασκευαστεί σαν μόνιμη κατασκευή στα στόμια των σήραγγων για τη συγκέντρωση, σε μόνιμη βάση, των νερών του καταστρώματος της σήραγγας (Βλέπε υποάρθρο 1.15 του παρόντος άρθρου 1). Αν δεν γίνεται ειδική αναφορά στην εγκεκριμένη μελέτη, αφήνεται στη διάκριση του Αναδόχου ο

συνδυασμός της μόνιμης και της προσωρινής δεξαμενής καθίζησης, που περιγράφεται παραπάνω.

Ο έλεγχος των νερών συνεχίζει να αποτελεί υποχρέωση του Αναδόχου και κατά τη διάρκεια των εργασιών κατασκευής της μόνωσης και στράγγισης και της τελικής επένδυσης, όπως αναφέρεται στα υποάρθρα 1.9 και 1.10 του παρόντος άρθρου 1.

6.9.4 Μέτρηση παροχής νερού

Η μέτρηση της παροχής του νερού θα γίνεται με ειδικό μετρητή, τύπου VENTOURI ή άλλο ανάλογο τύπου, τον οποίο θα προτείνει η Ανάδοχος, σύμφωνα με όσα αναφέρονται στο υποάρθρο 5.7 της παρούσας Τ.Σ.Υ. - Τ.Π.

6.10 Μέτρα ασφαλείας κατά την κατασκευή

Οι απαιτήσεις του παρόντος υποάρθρου είναι συμπληρωματικές των απαιτήσεων των Ελληνικών Νόμων, Προεδρικών Διαταγμάτων και Κανονισμών, που είναι σχετικοί με την ασφάλεια και υγιεινή των εργαζομένων σε υπόγεια τεχνικά έργα [π.χ. Π.Δ.1073/16-9-2 "Περί μέτρων ασφαλείας κατά την εκτέλεση εργασιών εις εργοτάξια οικοδομικών και πάσης φύσεως έργων αρμοδιότητας Πολιτικού Μηχανικού", Κανονισμός Μεταλλευτικών και Λατομικών Εργασιών, (ΦΕΚ 931Β/ 31.12.84), Π.Δ.252/89 "Περί υγιεινής και ασφαλείας στα υπόγεια τεχνικά έργα", (ΦΕΚ 106Β/ 12.5.89), "Κανονισμός Εσωτερικών Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων" (ΦΕΚ 59Β/11.5.65) και (ΦΕΚ 293Β/ 11.5.63) κλπ., Π.Δ. 305/96 "Ελάχιστες προδιαγραφές ασφαλείας και υγείας, που πρέπει να εφαρμόζονται στα προσωρινά ή κινητά εργοτάξια, σε συμμόρφωση προς την οδηγία 92/57/ΕΟΚ" (ΦΕΚ 212Α/29-8-96), σε συνδυασμό με την υπ' αριθμ. 130159/7-5-97 Εγκύκλιο του Υπουργείου Εργασίας και την ΕΓΚΥΚΛΙΟ 11 (Αρ. Πρωτ. Δ16α/165/10/258/ΑΦ/19-5-97) του ΥΠΕΧΩΔΕ, σχετικά με το εν λόγω Π.Δ., καθώς και των αναγνωρισμένων διεθνών κανονισμών πρόληψης ατυχημάτων.

6.10.1 Μέτρα Ασφαλείας Προσωπικού - Γενικά Μέτρα

6.10.1.1 Γενικές Υποχρεώσεις Αναδόχου

Ο Ανάδοχος είναι υποχρεωμένος να φροντίζει και να μεριμνά για τα ακόλουθα:

α. Να διευθετεί και να συντηρεί τους χώρους εργασίας, εγκαταστάσεων, μηχανημάτων, υλικών, κλπ. και να οργανώνει την εργασία με τρόπο ώστε οι εργαζόμενοι να προστατεύονται από κάθε κίνδυνο ατυχήματος ή προσβολής της υγείας τους.

β. Να διενεργεί τακτικές επιθεωρήσεις όλων των έργων, χώρων εργασίας, παραγωγικών διαδικασιών, κλπ.

γ. Να απαγορεύσει την είσοδο και χρήση υπόγειων έργων, όταν υπάρχουν σε αυτά επικίνδυνες βλάβες και καταστάσεις, μέχρις ότου αυτές αποκατασταθούν.

δ. Να εξασφαλίζει ώστε οι εργαζόμενοι να εκτελούν την εργασία τους με τις καλύτερες συνθήκες από άποψη υγιεινής και ασφάλειας.

ε. Να γνωστοποιεί στους εργαζόμενους τις προβλέψεις της νομοθεσίας για την υγιεινή και ασφάλεια αυτών όπως και τους κανόνες για την ασφάλεια του έργου.

στ. Να εξασφαλίζει ότι όλοι οι νεοπρολαμβανόμενοι να πληροφορούνται τους γενικούς και ειδικούς κινδύνους από τις εργασίες, που τους ανατίθενται και τα μέτρα αποτροπής αυτών.

ζ. Να χορηγεί στους εργαζόμενους τα αναγκαία και κατάλληλα μέσα ατομικής προστασίας, ανάλογα με τη φύση της εκτελούμενης από αυτούς εργασίας.

6.10.1.2 Ομάδα Έκτακτης Επέμβασης

Ο Ανάδοχος πρέπει να οργανώσει ομάδα έκτακτης ανάγκης από το προσωπικό του. Η ομάδα αυτή θα είναι κατάλληλα οργανωμένη, ώστε επαρκής αριθμός μελών της να είναι διαθέσιμος για δράση και βοήθεια, οποτεδήποτε κατά τη διάρκεια των εργασιών.

Η υπόψη ομάδα θα εκπαιδευτεί από ειδικευμένο πρόσωπο. Κάθε μέλος της ομάδας θα είναι ικανό να δώσει πρώτες βοήθειες, να λειτουργήσει τον εξοπλισμό τεχνητής αναπνοής και τον εξοπλισμό πυρόσβεσης και να έχει γνώση των τοπικών συνθηκών. Στη διάθεση της ομάδας θα βρίσκεται εξοπλισμός και μηχανήματα για την προσπέλαση και του πιο απομακρυσμένου χώρου εργασίας.

6.10.1.3 Τηλεφωνικές Συνδέσεις

Τα μέτωπα εκσκαφής σήραγγας θα συνδέονται τηλεφωνικά με τα μέτωπα (στόμια) αυτών. Τα τηλέφωνα θα είναι αναρτημένα στα τοιχώματα των σηράγγων, κοντά στο μέτωπο εκσκαφής, πάνω σε ανθεκτικά κιβώτια, κατάλληλα σημασμένα για χρήση σε περίπτωση ανάγκης. Τα τηλέφωνα στα στόμια των σηράγγων θα είναι εφοδιασμένα με σειρήνα. Επί πλέον ο Ανάδοχος θα πρέπει να εξασφαλίσει τη δυνατότητα επικοινωνίας των εργαζομένων στο μέτωπο της σήραγγας, με τα γραφεία του εργοταξίου, είτε μέσω εγκατάστασης τηλεφώνου, είτε με οποιονδήποτε άλλο τρόπο τηλεπικοινωνίας.

6.10.1.4 Μέτρα Πυρασφάλειας

Ο Ανάδοχος θα λάβει τα κατάλληλα μέτρα για την πρόληψη και την καταστολή πυρκαϊών στις θέσεις εργασίας, κατασκευές, αποθήκες, μηχανήματα κλπ. και θα διαθέσει όλο τον απαιτούμενο για το σκοπό αυτό εξοπλισμό.

Ο εξοπλισμός πυρόσβεσης θα αποτελείται από φορητούς πυροσβεστήρες τύπου αερίου, σκόνης ή άλλων κατάλληλων χημικών καθώς και από αυτόνομες αντλίες νερού, ανάλογης παροχής και μανομετρικού ύψους, συνοδευόμενες από τους απαραίτητους σωλήνες. Ο εξοπλισμός πυρόσβεσης θα συντηρείται και θα ευρίσκεται πάντοτε σε ετοιμότητα.

6.10.1.5 Εξοπλισμός Παροχής Πρώτων Βοηθειών

Όπως ο σχετικός κανονισμός προβλέπει, ενδεικτικά αλλά όχι περιοριστικά, για την αντιμετώπιση έκτακτων περιστατικών και παροχή πρώτων βοηθειών, θα διατίθενται τουλάχιστον τα παρακάτω υλικά:

- α. Ένα (1) φορείο τραυματιών.
- β. Μία (1) μάλλινη κουβέρτα.
- γ. Μία (1) συσκευή για τεχνητή αναπνοή.
- δ. Μία (1) φιάλη οξυγόνου.
- ε. Υλικά για επίδεση τραυμάτων, απολύμανση, κλπ.
- στ. Ενέσεις αναλγητικές.
- ζ. Αναπνευστικές συσκευές, με φίλτρα για την παρακράτηση σκόνης.
- η. Τρεις (3) λαμπτήρες ανθεκτικούς σε έκρηξη.

6.10.2 Αντιμετώπιση Αερίων

6.10.2.1 Έλεγχος Σκόνης και Πυριτίου

Για τον περιορισμό της σκόνης μέσα στις σήραγγες θα πρέπει, παράλληλα με την εγκατάσταση ικανοποιητικού συστήματος αερισμού, οι διατρήσεις σε περίπτωση εκσκαφής με ανατινάξεις να εκτελούνται με νερό και οι σωροί των προϊόντων ανατίναξης να διατηρούνται συνεχώς υγροί, με κατάβρεγμα με νερό, που δεν θα έχει υψηλή πίεση.

Η συγκέντρωση λεπτής σκόνης και της περιεκτικότητας αυτής σε διοξείδιο του πυριτίου (SiO_2) θα μετράται από την ανάδοχο σε όλες τις δραστηριότητες (μέσα στις σήραγγες), που προκαλούν δημιουργία σκόνης, με μέθοδο εγκεκριμένη από την Υπηρεσία.

Δείγματα αέρα θα λαμβάνονται 10 ημέρες μετά την έναρξη των υπόγειων εκσκαφών, κατόπιν ανά διαστήματα 90 ημερών και 30 ημερών τουλάχιστον μετά από σημαντικές αλλαγές στη μέθοδο εκσκαφής ή όταν απαιτηθεί από την Υπηρεσία. Τα δείγματα θα λαμβάνονται από πραγματικούς χώρους εργασίας. Η δειγματοληψία και οι δοκιμές θα εκτελούνται από ειδικευμένο άτομο ή εργαστήριο. Αντίγραφο των αποτελεσμάτων των δοκιμών θα υποβάλλεται στην Υπηρεσία, μέσα σε 2 εβδομάδες από την ημερομηνία δειγματοληψίας.

Η συγκέντρωση λεπτής σκόνης (διάμετρος μικρότερη από 0,005mm) δεν θα πρέπει να είναι γενικά μεγαλύτερη από 3mg/m³ αέρα και σε σχέση με την περιεκτικότητα διοξειδίου του πυριτίου, αυτή η τιμή μεταβάλλεται ως εξής:

Ποσοστό SiO ₂ στη λεπτή σκόνη κατά βάρος	Συγκέντρωση λεπτής σκόνης στον αέρα σε mg/m ³ αέρα
1 - 15%	8,0
20%	6,0
30%	4,0
60%	2,0
80%	1,5
100%	1,3

Εάν η συγκέντρωση λεπτής σκόνης υπερβεί τα παραπάνω όρια, ο Ανάδοχος θα πρέπει να λάβει όλα τα απαραίτητα μέτρα και να εγκαταστήσει πρόσθετο εξοπλισμό με το σκοπό να εξασφαλισθεί ότι η συγκέντρωση σκόνης είναι μέσα στα προδιαγραφόμενα ασφαλή όρια.

6.10.2.2 Δηλητηριώδη Αέρια

Η χρήση μηχανών εσωτερικής καύσης, που χρησιμοποιούν ως καύσιμο βενζίνη ή υγραέριο, όπως προπάνιο, βουτάνιο, προπυλένιο ή βουτυλένιο, δεν θα επιτρέπεται στους υπόγειους χώρους εργασίας.

Στην περίπτωση χρήσης εκρηκτικών για τη διάνοιξη της σήραγγας και λόγω των ιδιαίτερα τοξικών αερίων, που παράγονται κατά την ανατίναξή τους, προτείνεται να χρησιμοποιηθούν τέτοιες εκρηκτικές ύλες (π.χ. γαλακτώματα), που δεν παράγουν πολλά επικίνδυνα για το εργαζόμενο προσωπικό αέρια προϊόντα μετά την έκρηξή τους.

Επίσης, στην περίπτωση χρήσης εκρηκτικών για τη διάνοιξη της σήραγγας, για την αποφυγή ανεξέλεγκτης πυροδότησης των εκρηκτικών υλών, λόγω ηλεκτροστατικών φορτίων του ηλεκτρικού εξοπλισμού και των ηλεκτρικών εκκενώσεων της ατμόσφαιρας, προτείνεται η χρησιμοποίηση καψυλίων μη ηλεκτρικής πυροδότησης, για την διασφάλιση του προσωπικού της σήραγγας.

Ο Ανάδοχος πρέπει να προμηθεύσει και να συντηρεί εξοπλισμό για τη μέτρηση της περιεκτικότητας του αέρα σε δηλητηριώδη αέρια και οξυγόνο σε κάθε μέτωπο εκσκαφής.

Δοκιμές για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης μονοξειδίου του άνθρακα, διοξειδίου του άνθρακα, μεθανίου, άλλων εύφλεκτων αερίων και οξυγόνου, θα γίνονται, πριν και μετά από κάθε ανατίναξη και στην αρχή κάθε βάρδιας, από πεπειραμένο προσωπικό. Θα τηρείται αρχείο των μετρήσεων, που θα είναι διαθέσιμο στη Υπηρεσία, ανά πάσα στιγμή.

Οι συγκεντρώσεις αερίων στους υπόγειους χώρους εργασίας δεν θα υπερβαίνουν τα παρακάτω όρια:

Μονοξειδίο του άνθρακα	: 0,005% (50ppm)
Διοξειδίο του άνθρακα	: 0,5% (5000ppm)
Υδροθείο	: (5 ppm)
Μεθάνιο	: 1,0% (10000 ppm)
Νιτρικό οξείδιο	: 0,01% (mg/lt)

Συγκέντρωση άλλων εύφλεκτων αερίων δεν θα υπερβαίνει το 40% του LEL (Lower Explosive Limit) στο μέτωπο εκσκαφής και 20% του LEL στην ατμόσφαιρα γενικά των σηράγγων.

Ο Ανάδοχος θα χρησιμοποιεί τουλάχιστον δύο όργανα σε κάθε σήραγγα που θα δείχνουν συνεχώς σε βαθμονομημένη κλίμακα, τη συγκέντρωση υδροθείου σε θέσεις 15cm από το δάπεδο των σηράγγων.

Τα όργανα αυτά αυτόματα θα θέτουν σε λειτουργία σειρήνα που θα είναι δυνατόν να ακουστεί, από όλο το προσωπικό, στις σήραγγες, όταν η συγκέντρωση υδροθείου υπερβαίνει τα 5mg/lt.

Ο Ανάδοχος θα προμηθεύσει και εγκαταστήσει άλλα όργανα για την παρακολούθηση του LEL αερίων σε απόσταση μικρότερη από 30cm από την κλείδα της σήραγγας. Επίσης θα προμηθεύσει και εγκαταστήσει τουλάχιστον δύο όργανα που θα δείχνουν συνεχώς, σε βαθμονομημένη κλίμακα, το ποσοστό του LEL που επικρατεί σε δύο τουλάχιστον θέσεις σε κάθε σήραγγα, όπως θα εγκριθεί από την Υπηρεσία.

Σύστημα σειρήνας και φωτισμού συναγερμού θα είναι εγκατεστημένο, ώστε να προειδοποιείται το προσωπικό σε θέσεις εργασίας στις σήραγγες, όταν το ποσοστό 5% του LEL καταγράφεται.

Όλα τα παραπάνω όργανα για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης αερίων θα εγκρίνονται και θα βαθμονομούνται από ειδικευμένο εργαστήριο, της έγκρισης της Υπηρεσίας.

Όταν η συγκέντρωση δηλητηριωδών αερίων ή άλλων εύφλεκτων αερίων υπερβεί τα επιτρεπόμενα όρια που προδιαγράφονται παραπάνω, όλες οι δραστηριότητες θα διακοπούν αμέσως και το προσωπικό θα μετακινηθεί άμεσα σε ασφαλή περιοχή. Όλες οι πηγές σπινθήρων ή φλογών θα απομακρυνθούν ή θα διακοπούν. Η λειτουργία όλου το εξοπλισμού, με εξαίρεση τον εξοπλισμό αερισμού, θα διακοπεί.

Τα απαιτούμενα μέτρα θα καθορισθούν αμοιβαία από τον Ανάδοχο και την Υπηρεσία. Σε περίπτωση ανάγκης, ο Ανάδοχος θα απασχολήσει ανεξάρτητο σύμβουλο, πεπειραμένο σε εργασίες σε σήραγγες με αέρια. Επανείσοδος του προσωπικού και επανέναρξη της εργασίας απαγορεύεται, μέχρις ότου η Υπηρεσία δώσει γραπτή άδεια.

6.10.3 Ετοιμότητα Εφεδρικών Υλικών και Μηχανημάτων

Ο Ανάδοχος οφείλει να διαθέτει και να διατηρεί σε ετοιμότητα στο εργοτάξιο εφεδρικό εξοπλισμό και επαρκείς ποσότητες υλικών και εφοδίων, ώστε να καταστεί δυνατό να αντιμετωπιστούν, αποτελεσματικά και χωρίς σοβαρές καθυστερήσεις, έκτακτες ή απρόβλεπτες καταστάσεις και προβλήματα κατά τη διάνοιξη και την κατασκευή της σήραγγας, βλάβες εξοπλισμού, κλπ..

Για την έγκαιρη εφαρμογή των επιβαλλομένων εκάστοτε, από τις αποκαλυπτόμενες και συναντώμενες συνθήκες, μέτρων σταθεροποίησης και υποστήριξης των επιφανειών εκσκαφής των σηράγγων και των μετώπων αυτών, θα πρέπει να

διατίθενται επί τόπου των έργων εφεδρικές ποσότητες αγκυρίων και ήλων διαφόρων τύπων, χαλύβδινων πλαισίων, μεταλλικών δικτυωτών υποστηριγμάτων, μεταλλικών πλεγμάτων, υλικών παραγωγής εκτοξευόμενου σκυροδέματος, κλπ..

Επίσης, θα πρέπει να διατίθεται ο απαιτούμενος εξοπλισμός για την τοποθέτηση αγκυρίων (διάτρηση οπών) και την εφαρμογή του εκτοξευόμενου σκυροδέματος, καθώς και μια λογική ποσότητα ανταλλακτικών για την αντιμετώπιση φθορών, βλαβών, κλπ. του εξοπλισμού.

Η επιλογή από τον Ανάδοχο μιας μεθόδου εργασίας, όπως π.χ. εκσκαφή με μηχανικά μέσα και η έγκριση αυτής από την Υπηρεσία δεν απαλλάσσει τον Ανάδοχο από την ευθύνη να διατηρεί εφεδρικό εξοπλισμό και υλικά για την συνέχιση των εργασιών με άλλη κατάλληλη μέθοδο (διατρήσεις και ανατινάξεις), εφ' όσον η μέθοδος, που επέλεξε δεν παρέχει ικανοποιητικά αποτελέσματα ή αποδεικνύεται ακατάλληλη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο
Εφαρμογή στο έργο.

7.1 Τεχνική Περιγραφή.

Γενικά

Το παρόν Έργο αφορά στην ανακατασκευή της σήραγγας (ανόδου) Αγ. Στεφάνου Αττικής μεταξύ Χ.Θ. 35+747 έως και 35+918 της γραμμής σύνδεσης Βι.Πε. Θίσβης Βοιωτίας και των Οινοφύτων με το σιδηροδρομικό δίκτυο.

Αντικείμενο έργου

Το φυσικό αντικείμενο του έργου αφορά την πλήρης ανακατασκευή της μόνιμης επένδυσης σε όλο το μήκος της σήραγγας με διευρυμένη διατομής χρήσης.

Υφιστάμενη Κατάσταση

Η σήραγγα Αγ. Στεφάνου Αττικής βρίσκεται μεταξύ Χ.Θ. 35+747 έως και 35+918 της γραμμής Πειραιώς-Πλατέως (σύνδεση Βι.Πε. Θίσβης Βοιωτίας και των Οινοφύτων με το σιδηροδρομικό δίκτυο). Πρόκειται για σήραγγα μονού κλάδου και εξυπηρετεί την κυκλοφορία των συρμών με κατεύθυνση από Αθήνα προς Θεσσαλονίκη. (άνοδος). Σε απόσταση περίπου 18μ. από αυτήν βρίσκεται η σήραγγα που εξυπηρετεί την κυκλοφορία από Θεσσαλονίκη προς Αθήνα (κάθοδος). Στην είσοδο υπάρχει κοινό στόμιο με τη σήραγγα καθόδου ενώ στην έξοδο υπάρχει απόσταση μεταξύ των στομιών των σηράγγων περίπου 20μ. στην οποία υπάρχει διαμόρφωση με τοίχο αντιστήριξης στον οποίο παρατηρείται προοδευτική αστοχία. Κατά το χρόνο εκπόνησης της μελέτης η κυκλοφορία διεξάγεται αποκλειστικά από τη σήραγγα καθόδου, λόγω βλαβών της σήραγγας ανόδου.

Η χάραξη στην περιοχή της σήραγγας βρίσκεται οριζοντιογραφικά σε καμπύλη ακτίνας περίπου 300μ. Μηκοτομικά βρίσκεται σε ήπια κατωφέρεια περίπου 1%. Το μέγιστο υπερκείμενο της σήραγγας είναι της τάξεως των 19.0 m περίπου.

Η διατομή της υφιστάμενης σήραγγας δεν καλύπτει το ισχύον περιτύπωμα της ΕΡΓΑ ΟΣΕ. Η ανακατασκευή της μόνιμης επένδυσης της σήραγγας γίνεται με διεύρυνση της διατομής χρήσης ώστε να είναι σύμφωνη με τα πρότυπα της ΕΡΓΑ ΟΣΕ Α.Ε. καθώς και το DIN-RIL-853 για γραμμή ταχύτητας έως 120km/h.

Ο φορέας της μόνιμης επένδυσης της σήραγγας ανόδου αποτελείται από λιθοδομή.

7.2 Περιγραφή Έργου.

7.2.1 Γενικά

Στο πλαίσιο της παρούσας εργολαβίας ανακατασκευάζεται η μόνιμη επένδυση σε όλο το μήκος της σήραγγας (ανόδου) Αγ. Στεφάνου Αττικής με διευρυμένη διατομή χρήσης. Ειδικότερα :

- Η ανακατασκευή προβλέπει την κατασκευή της διευρυμένης σήραγγας με τη μέθοδο cover&cut μήκους 62,50μ. στο τμήμα από τη Χ.Θ. 35+747,64 ως τη Χ.Θ. 35+810,14 όπου το κάλυμα της σήραγγας είναι πολύ μικρό.
- Στο τμήμα μεταξύ Χ.Θ. 35+810,14 και 35+897,88 γίνεται υπόγεια διάνοιξη μήκους 87,74μ. με συμβατικά μέσα, διευρύνοντας τη διατομή χρήσης σύμφωνα με τα σχέδια διατομών της μελέτης.
- Επιπλέον προβλέπεται η κατασκευή ενός τεχνικού εξόδου με τη μέθοδο cover&cut μήκους 20,00μ. από τη Χ.Θ. 35+897,88 έως τη Χ.Θ. 35+917,88 με σκοπό να αντιμετωπιστεί η αστοχία του υφιστάμενου τοίχου αντιστήριξης και να διαμορφωθεί και στην έξοδο της σήραγγας κοινό στόμιο μεταξύ των δύο σηράγγων.

Οι φορείς cover&cut κατασκευάζονται από πασσαλοστοιχίες Φ80 ανά 1,20μ. περίπου επί των οποίων μορφώνονται κεφαλοδοκοί σύνδεσης συνολικού ύψους 2,00μ. επί των οποίων σκυροδετείται πλάκα πάχους 0,80μ. Για τους πασσάλους χρησιμοποιείται σκυρόδεμα C20/25 και για την πλάκα και τις κεφαλοδοκούς σκυρόδεμα C30/37. Οι πασσαλοστοιχίες απέχουν μεταξύ τους απόσταση 7,54μ. (καθαρό άνοιγμα) και σε ένα τμήμα του τεχνικού εξόδου απόσταση 9,04μ.. Επενδύονται εσωτερικά μετά την εκσκαφή του υπογείου με τοιχείο από οπλισμένο σκυρόδεμα C20/25 συνολικού πάχους 0,50μ.

Ο φορέας της μόνιμης επένδυσης της σήραγγας στο τμήμα της διεύρυνσης με υπόγεια διάνοιξη έχει συμμετρική πεταλοειδή διατομή και μορφώνεται από δύο κυκλικά τόξα με ακτίνες εσωρραχίου 3,40μ. στο θόλο και 9,25μ. στις παρειές. Το πάχος του φορέα είναι 35εκ. στη στέψη. Εξωτερικά της μόνιμης επένδυσης τοποθετείται γεώφασμα και στεγανωτική μεμβράνη ενώ κατασκευάζεται σύστημα αποστράγγισης της σήραγγας σύμφωνα με τα σχέδια της μελέτης.

Αναλυτική περιγραφή των φορέων φαίνεται στο σχέδιο τυπικών διατομών που συνοδεύει τη μελέτη.

Λόγω της συνεχούς κυκλοφορίας μέσω της σήραγγας καθόδου δεν έχει εκτελεστεί πρόγραμμα αποτύπωσης και καταγραφής της κατάστασης της σήραγγας, όπως έγινε στη σήραγγα ανόδου. Αναμένεται να βρίσκεται σε καλύτερη κατάσταση από τη σήραγγα ανόδου αλλά είναι γνωστό ότι υπάρχουν διαμήκεις ρωγμές στην κλείδα της μόνιμης επένδυσης στο θόλο από σκυρόδεμα.

Επειδή κατά τη φάση κατασκευής του έργου ο κλάδος καθόδου (Οινόη προς Αθήνα) θα βρίσκεται σε κυκλοφορία θα πρέπει να δοθεί μεγάλη έμφαση στην τήρηση του προγράμματος παρακολούθησης και οργανομέτρησης που περιγράφεται στη μελέτη.

Σημειώνεται ότι πριν από κάθε επέμβαση στη σήραγγα ανόδου θα πρέπει να ληφθούν όλα τα μέτρα που θα εξασφαλίσουν ασφαλή διέλευση της κυκλοφορίας από τη σήραγγα καθόδου, η οποία εξυπηρετεί σήμερα και τις δύο κατευθύνσεις (άνοδο-κάθοδο).

7.3 Σήραγγα

7.3.1 Γενικά

Γίνεται ανακατασκευή της μόνιμης επένδυση σε όλο το μήκος της σήραγγας (ανόδου) Αγ. Στεφάνου Αττικής με διευρυμένη διατομή χρήσης.

7.3.2 Φάσεις κατασκευής σήραγγας

Στο παρόν κεφάλαιο περιγράφονται οι φάσεις κατασκευής για την αποκατάσταση της μόνιμης επένδυσης της σήραγγας ανόδου. Οι φάσεις κατασκευής παρουσιάζονται αναλυτικά σε σχέδιο το οποίο συνοδεύει τη μελέτη και αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα αυτής. Σημειώνεται ότι πριν από κάθε επέμβαση στη σήραγγα ανόδου θα πρέπει να ληφθούν όλα τα μέτρα που θα εξασφαλίσουν ασφαλή διέλευση της κυκλοφορίας από τη σήραγγα καθόδου, η οποία εξυπηρετεί σήμερα και τις δύο κατευθύνσεις (άνοδο-κάθοδο).

Λόγω της συνεχούς κυκλοφορίας μέσω της σήραγγας καθόδου δεν έχει εκτελεστεί πρόγραμμα αποτύπωσης και καταγραφής της κατάστασης της σήραγγας, όπως έγινε στη σήραγγα ανόδου. Αναμένεται να βρίσκεται σε καλύτερη κατάσταση από τη σήραγγα ανόδου αλλά είναι γνωστό ότι υπάρχουν διαμήκεις ρωγμές στην κλείδα της μόνιμης επένδυσης στο θόλο από σκυρόδεμα.

Οι αναλύσεις που διεξήχθησαν στα πλαίσια της παρούσας μελέτης για την προσομοίωση της διεύρυνσης της σήραγγας ανόδου (δεξιού κλάδου) δεν κατέδειξαν επιρροή από αλληλεπίδραση στη σήραγγα καθόδου (αριστερού κλάδου). *Δεδομένης όμως της αναγκαιότητας για ασφαλή διέλευση της κυκλοφορίας από τη σήραγγα καθόδου, θα ήταν ενδεδειγμένο, πριν την έναρξη της αποκατάστασης της σήραγγας ανόδου, να προηγηθεί η ενίσχυση της σήραγγας καθόδου με ινοπλισμένο εκτοξευόμενο σκυρόδεμα στατικού πάχους 10εκ. ή εφόσον δεν είναι δυνατή η εφαρμογή του με ανθρακονήματα (σύμφωνα με αντίστοιχο σχέδιο της παρούσας μελέτης), με ταυτόχρονο λεπτομερή τοπογραφικό έλεγχο του περιτυπώματος κυκλοφορίας.* Επειδή θεωρείται πολύ πιθανό να μην είναι εφικτή αυτή η προενίσχυση της σήραγγας καθόδου, τονίζεται ιδιαίτερως, ότι θα πρέπει να τηρείται με απόλυτη ακρίβεια το πρόγραμμα παρακολούθησης μέσω

οργανομετρήσεων, το οποίο περιγράφεται σε επόμενο κεφάλαιο, ώστε σε περίπτωση που χρειαστεί να ληφθούν εγκαίρως τα κατάλληλα μέτρα.

Οι φάσεις κατασκευής της σήραγγας ανόδου είναι:

1η ΦΑΣΗ

- Απομάκρυνση της σιδηροδρομικής γραμμής, των καλωδίων ηλεκτροκίνησης και του έρματος καθώς και αποκάλυψη της θεμελίωσης της λιθοδομής
- Συστηματική διάνοιξη αποστραγγιστικών οπών Φ3" με διάτρητο σωλήνα PVC Φ2" στο υπόγειο έργο μήκους 8μ. σε κλίμακα 3x3μ και απορροή των υδάτων.
- Ενίσχυση της σήραγγας ανόδου με ινοπλισμένο εκτοξευόμενο σκυρόδεμα στατικού πάχους 10εκ.
- Εκσκαφή για την κατασκευή των πασσαλοστοιχιών στο τμήμα cover&cut εισόδου μήκους 62,50μ. στο τμήμα από τη Χ.Θ. 35+747,64 ως τη Χ.Θ. 35+810,14.
- Εκσκαφή για την κατασκευή των πασσαλοστοιχιών στο τμήμα cover&cut εξόδου μήκους 20,00μ. στο τμήμα από τη Χ.Θ. 35+897,88 έως τη Χ.Θ. 35+917,88.

2η ΦΑΣΗ

- Κατασκευή των πασσάλων Φ80 ανά 1,20μ. περίπου σύμφωνα με τα σχέδια.

3η ΦΑΣΗ

- Κατασκευή των κεφαλοδοκών και σκυροδέτηση της πλάκας στέψης των φορέων cover&cut.

Σημειώνεται ότι για την κατασκευή των πασσαλοστοιχιών θα χρησιμοποιηθούν δύο ανεξάρτητα συνεργεία που θα εργάζονται ταυτόχρονα από την είσοδο και από την έξοδο.

4η ΦΑΣΗ: Η εργασία αυτή εκτελείται από την έξοδο προς την είσοδο της σήραγγας (από Οινόη προς Αθήνα) για μήκος 62,74μ. και από την είσοδο προς την έξοδο (από Αθήνα προς Οινόη) για μήκος 25μ. και θα χρησιμοποιηθούν δύο ανεξάρτητα συνεργεία.

- Καθαίρεση του φορέα λιθοδομής σε βήματα μήκους 1,00μ. αναλόγως των συνθηκών.
- Εκσκαφή του εσωτερικού της διατομής του φορέα cover & cut.

- Κατασκευή τοιχείου επένδυσης των πασσαλοστοιχιών και συστήματος αποστράγγισης.
- Ειδικά στις διατομές που σταματά ο φορέας cover&cut και αρχίζει η υπόγεια διάνοιξη γίνεται διαμόρφωση με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα μετώπου για την κατασκευή προστατευτικού τόξου δοκών προπορείας (forepoling).

5η ΦΑΣΗ: Στις θέσεις που γίνεται η υπόγεια διάνοιξη δηλ. στις Χ.Θ. 35+810,14 από Αθήνα προς Οινόη και Χ.Θ. 35+897,88 από Οινόη προς Αθήνα θα γίνει η τοποθέτηση των δοκών προπορείας.

- Τοποθέτηση δοκών προπορείας (forepoling) για την έναρξη της υπόγειας διάνοιξης

6η ΦΑΣΗ

Εκτελούνται οι ακόλουθες εργασίες για την ολοκλήρωση της προσωρινής υποστήριξης στο τμήμα υπόγειας διάνοιξης (επαναλαμβάνονται για το μήκος της υπόγειας διάνοιξης):

- (i) Καθαίρεση της λιθοδομής και εκσκαφή έως το όριο της γραμμής Α σε βήματα μήκους 1,00μ. αναλόγως των συνθηκών.
- (ii) Εφαρμογή εκτοξευόμενου σκυροδέματος πάχους 10εκ.
- (iii) Τοποθέτηση και στήριξη εύκαμπτων πλαισίων τύπου LATTICE GIRDER 70/30/D20.
- (iv) Εφαρμογή εκτοξευόμενου σκυροδέματος πάχους 25εκ. σε δύο στρώσεις των 15 και 10 εκ.

Μετά από κάθε βήμα προχώρησης θεωρείται ότι υπάρχει πλήρως υποστηριγμένη διατομή από το μέτωπο εκτέλεσης των εργασιών καθαίρεσης της λιθοδομής και διεύρυνσης της διατομής της σήραγγας ανόδου.

Επισημαίνεται ότι επειδή δεν πρόκειται για διάνοιξη νέας σήραγγας αλλά για διεύρυνση υφιστάμενης δεν προβλέπεται γραμμή Β, δηλ. η γραμμή Α και η γραμμή Β ταυτίζονται. Για την περίπτωση που υπάρχουν υπερεκσκαφές λόγω γεωλογικών καταπτώσεων έχει προβλεφθεί στη μελέτη διατομή υποστήριξης με στοιχεία προπορείας spiling, η οποία θα χρησιμοποιείται εφόσον απαιτηθεί.

Η υπόγεια διάνοιξη θα γίνεται από δύο μέτωπα προσβολής, με δύο ανεξάρτητα συνεργεία. Η έναρξη της υπόγειας διάνοιξης αναμένεται να γίνει από την έξοδο και τα δύο

συνεργεία θα συναντηθούν σε απόσταση περίπου 25μ, από το μέτωπο προσβολής της εισόδου, δηλ. περί τη Χ.Θ. 35+835.

Επισημαίνεται ότι η σήραγγα καθόδου βρίσκεται σε κυκλοφορία κατά την διεύρυνση της σήραγγας ανόδου. Θεωρείται επομένως αναγκαίο για τη διασφάλιση της κυκλοφορίας να διεξάγονται οι προβλεπόμενες από τη μελέτη οργανομετρήσεις στη σήραγγα καθόδου μετά από την ολοκλήρωση κάθε βήματος προχώρησης της υπόγειας διάνοιξης της σήραγγας ανόδου, ώστε σε περίπτωση που υπάρξουν παραμορφώσεις του κελύφους της σήραγγας καθόδου να παρατηρηθούν εγκαίρως και να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα.

Μετά την ολοκλήρωση της υπόγειας διάνοιξης συμπληρώνεται η κατασκευή του συστήματος στεγάνωσης και αποστράγγισης και ακολουθεί η κατασκευή της μόνιμης επένδυσης,

Τελική φάση – Κατασκευή μόνιμης επένδυσης

Στη φάση αυτή ολοκληρώνεται η κατασκευή της σήραγγας με την κατασκευή της μόνιμης επένδυσης απο οπλισμένο σκυρόδεμα και την τοποθέτηση του έρματος, της σιδηροδρομικής γραμμής καθώς και της ηλεκτροκίνησης (στήριξη καλωδίων κλπ.)

- (i) Κατασκευή της μόνιμης επένδυσης της σήραγγας από οπλισμένο σκυρόδεμα σε καλούπια των 12,50 μ.
- (ii) Τοποθέτηση έρματος, σιδηροδρομικής γραμμής, ηλεκτροκίνησης κλπ.

Τοίχος αντιστήριξης

Ο τοίχος αντιστήριξης μεταξύ των δύο κλάδων στο στόμιο εξόδου της σήραγγας (προς Οινόη) εμφανίζει αστοχία, που εκφράζεται με τάση προς ανατροπή, με μετακίνηση στην στέψη της τάξης των 30 εκ. Κατά τη φάση εκπόνησης της παρούσας μελέτης ο τοίχος αντιστηρίζεται από προσωρινή μεταλλική κατασκευή. Το πρόβλημα αντιμετωπίζεται αφενός με την κατασκευή τεχνικού εξόδου με τη μέθοδο cover&cut μήκους 20,00μ. από τη Χ.Θ. 35+897,88 έως τη Χ.Θ. 35+917,88 και τη διαμόρφωση στην έξοδο της σήραγγας κοινού στομίου μεταξύ των δύο σήραγγων, αφετέρου με την κατασκευή μετωπικού τοίχου αντιστήριξης.

Ο τοίχος αντιστήριξης κατασκευάζεται επί μονής πασσαλοστοιχίας με κεφαλόδεσμο σύμφωνα με το αντίστοιχο σχέδιο της μελέτης. Η κατασκευή των πασσάλων θα γίνει με τμηματική αφαίρεση της προσωρινής κατασκευής. Στον υφιστάμενο τοίχο αντιστήριξης θα διανοιγούν ανακουφιστικές αποστραγγιστικές οπές και θα γίνει προαγκύρωση με προεντεταμένα αγκύρια, σύμφωνα με τα σχέδια.

7.3.3 Υλικά κατασκευής

Υπόγεια διάνοιξη

Για τις σήραγγες που κατασκευάζονται με υπόγεια διάνοιξη η ποιότητα του εκτοξευομένου σκυροδέματος αντιστήριξης θα είναι B25 των Γερμανικών Κανονισμών σύμφωνα με το DIN 1045 ή το αντίστοιχο C20/25 των Ελληνικών Κανονισμών, ενώ τα αγκύρια θα είναι ράβδοι οπλισμού, από χάλυβα ποιότητας BSt 500/550 σύμφωνα με το DIN 1045, πλήρως τσιμενταρισμένες, κυκλικής διατομής.

Τα πλαίσια που θα χρησιμοποιηθούν στη σήραγγα είναι τύπου Lattice Girder LG70/30/D20 και τοποθετούνται ανά βήμα προχώρησης. Η ποιότητα του χάλυβα θα είναι St37 (Fe360).

Η μόνιμη επένδυση, τόσο στο υπόγειο τμήμα σήραγγας, όσο και στα τμήματα Cover and Cut, στα στόμια και στα μέτωπα, θα κατασκευαστεί από επί τόπου έγχυτο σκυρόδεμα B25. Ο χάλυβας οπλισμού θα είναι BSt 500/550 κατά τους Γερμανικούς Κανονισμούς DIN 1045.

COVER AND CUT

Η πλάκα καταστρώματος κατασκευάζεται από επί τόπου έγχυτο σκυρόδεμα B35 ή το αντίστοιχο C30/37 των Ελληνικών Κανονισμών. Οι πάσσαλοι της μηκοτομικής πασσαλοστοιχίας και οι εγκάρσιοι πάσσαλοι θα κατασκευαστούν από σκυρόδεμα B25 (C20/25). Ο χάλυβας οπλισμού είναι BSt 500/550 κατά τους Γερμανικούς Κανονισμούς DIN 1045 ή το αντίστοιχο S500/550 των Ελληνικών Κανονισμών.

ΤΟΙΧΟΣ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ

Το σκυρόδεμα του τοίχου αντιστήριξης και των πασσάλων είναι B25 και τα U160 από χάλυβα St37. Ο χάλυβας οπλισμού θα είναι BSt 500/550 κατά τους Γερμανικούς Κανονισμούς DIN 1045.

Επίσης προβλέπεται και η εφαρμογή τρίκλωνων προεντεταμένων αγκυρίων σε δύο σειρές φορτίου λειτουργίας 480KN μήκους 20m ($L_{\text{ελευθ}}=5\text{m}$, $L_{\text{πακτ}}=15\text{m}$), σε αξονική απόσταση 1,50m τα οποία τοποθετούνται με κλίση 5°.

Η επανεπίχωση των μετώπων θα γίνεται με κανονικό επίχωμα έως την αρχική στάθμη εδάφους.

7.3.4 Ενόργανη Παρακολούθηση

Λόγω της επικινδυνότητας της περιοχής προβλέπεται η κατασκευή πλήρους συστήματος παρακολούθησης, σύμφωνα με τις προδιαγραφές και τα λοιπά Συμβατικά Τεύχη.

Ειδικότερα προβλέπεται η προμήθεια, εγκατάσταση και λειτουργία πλήρους συστήματος ενόργανης παρακολούθησης τόσο της σήραγγας ανόδου όσο και της σήραγγας καθόδου, σύμφωνα με την εγκεκριμένη μελέτη.

Οι μετρήσεις και τα όργανα που προβλέπεται να εγκατασταθούν είναι :

- συγκλισιομετρήσεις,
- χωροσταθμικό έλεγχο - τοπογραφικές αποτυπώσεις,
- ενδοδιατρηματικά επιμηκυσιόμετρα πέντε σημείων,
- κυψέλες φορτίου εκτοξευομένου σκυροδέματος,
- κυψέλες φορτίου πλαισίων,
- μετρήσεις πιέσεων νερού
- ηλεκτρικά μηκυσιόμετρα μεταλλικών τόξων,

Εκτός από τις δοκιμές αυτές, κρίνεται σκόπιμη και η εκτέλεση οπτικού ελέγχου των παραμορφώσεων με αυτόματο σύστημα σε τρεις διαστάσεις (3D Optical Monitoring-LASER), που βασίζεται σε γεωδαιτικές αρχές και αξιοποιεί τις πιο πρόσφατες εξελίξεις στον τομέα των γεωδαιτικών οργάνων και της ανάπτυξης κατάλληλων προγραμμάτων Η/Υ.

Ένα σημαντικό πλεονέκτημα της μεθόδου, εκτός των άλλων, είναι ότι η εκτέλεση των μετρήσεων μπορεί να γίνει κατά τρόπο που να μη παρεμβαίνει ή παρεμποδίζει τις εργασίες στις σήραγγες, όπως συμβαίνει με τα συνήθη συμβατικά συστήματα μετρήσεων σε σήραγγες.

Οι μετρήσεις και δοκιμές θα πρέπει να προσαρμόζονται κατάλληλα στις επί τόπου συνθήκες, να διενεργούνται με πυκνότητα και συχνότητα τέτοια ώστε να σχηματίζεται η καλύτερη κατά το δυνατόν εικόνα για τις αντιμετωπιζόμενες και διαμορφούμενες μετά την εκσκαφή συνθήκες. Για την εκτέλεση των μετρήσεων θα πρέπει να εγκατασταθούν κατάλληλα γεωτεχνικά ή άλλα όργανα σε συγκεκριμένες διατομές κατά μήκος του άξονα της σήραγγας. Ανάλογα με το είδος των μετρήσεων που θα πρέπει να διενεργούνται κατά θέση θα εγκαθίστανται διάφοροι σταθμοί μέτρησης.

7.4 Μέθοδος αποκατάστασης σήραγγας

7.4.1 Σήραγγα ανόδου

7.4.1.1 Γενικά

Ανακεφαλαιώνοντας τα ευρήματα των ερευνών που έχουν εκτελεστεί σε προηγούμενες μελέτες για την σήραγγα καθώς και τα συμπεράσματα της μελέτης επάρκειας της υφιστάμενης μόνιμης επένδυσης από λιθοδομή προκύπτουν τα εξής:

A) Η λιθοδομή παρουσιάζει σε όλο το μήκος παραμορφώσεις στο κέλυφος των οποίων η μέγιστη τιμή στη δυσμενέστερη θέση ανέρχεται σε 30εκ. περίπου.

Επιπλέον σε δύο θέσεις παρουσιάζονται αστοχίες του κελύφους με διάρρηξη της συνέχειάς του.

B) Οι αναλύσεις που διεξήχθησαν στη φάση εκπόνησης της μελέτης επάρκειας επιβεβαίωσαν τα ανωτέρω με υπερβάσεις των μέγιστων επιτρεπομένων τάσεων και ανάπτυξη αδρανούς περιοχής στη λιθοδομή μεγαλύτερης της επιτρεπόμενης. Συμπερασματικά η αντοχή της λιθοδομής, η οποία αποτελεί το κέλυφος της μόνιμης επένδυσης της σήραγγας ανόδου, πρέπει να αναβαθμιστεί. Για την αποκατάσταση της σήραγγας εξετάστηκαν διάφορες εναλλακτικές λύσεις:

1. Κατασκευή νέων σηράγγων
2. Ενίσχυση με κατασκευή νέας εσωτερικής επένδυσης με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα
3. Μερική ανακατασκευή της μόνιμης επένδυσης και ενίσχυση της επένδυσης Λιθοδομής
4. Πλήρης ανακατασκευή της μόνιμης επένδυσης σε όλο το μήκος της σήραγγας με διεύρυνση της διατομής χρήσης ώστε να είναι σύμφωνη με τα πρότυπα της ΕΡΓΑ ΟΣΕ Α.Ε. καθώς και το DIN-RIL-853 για γραμμή ταχύτητας έως 120km/h.

Από αυτές τις λύσεις προτιμήθηκε η λύση (4) διότι:

1. η λύση (1) απαιτεί νέα χάραξη και για τις δύο γραμμές (ανόδου και καθόδου), η οποία απαιτεί τροποποίηση της υφιστάμενης γραμμής σε μεγάλο μήκος. Απαιτείται μεγάλος χρόνος για να γίνει αντιστοιχη μελέτη χάραξης, χώρος για την ανάπτυξη της λύσης αυτής καθώς και ανακατασκευή της ηλεκτροκίνησης, της οποίας η κατασκευή έχει ήδη ολοκληρωθεί στο τμήμα αυτό, το δε μήκος στο οποίο θα επηρεαστεί η υφιστάμενη γραμμή είναι μεγάλο όπως και το κόστος αυτής της λύσης.

2. η λύση (2) θα είχε ως πλεονέκτημα την γρήγορη εφαρμογή και αντιμετώπιση του προβλήματος, όμως μειονεκτεί αφενός λόγω του περιορισμένου χώρου εντός της σήραγγας (ήδη λόγω των αστοχιών το περιτύπωμα για την κυκλοφορία των σιδηροδρομικών συρμών είναι οριακό) αφετέρου η διεθνής εμπειρία αποκαταστάσεων σε σήραγγες με μόνη την εφαρμογή εκτοξευόμενου σκυροδέματος έχει δείξει ότι η μέθοδος

σε βάθος χρόνου προκαλεί περισσότερα προβλήματα, όταν αρχίσει η γήρανση του νέου υλικού.

3. η λύση (3) συνδυάζει την επέμβαση στη λιθοδομή η οποία είναι σε καλή κατάσταση με την αντικατάστασή της στο τμήμα όπου έχει αστοχήσει

4. η λύση (4) αντιμετωπίζει το πρόβλημα όπως και η (3) αλλά το τελικό παραγόμενο έργο είναι αναβαθμισμένης ασφάλειας και λειτουργικότητας και για το λόγο αυτό είναι τελικά προτιμότερη.

7.4.1.2 Περιγραφή επιλεγείσας λύσης

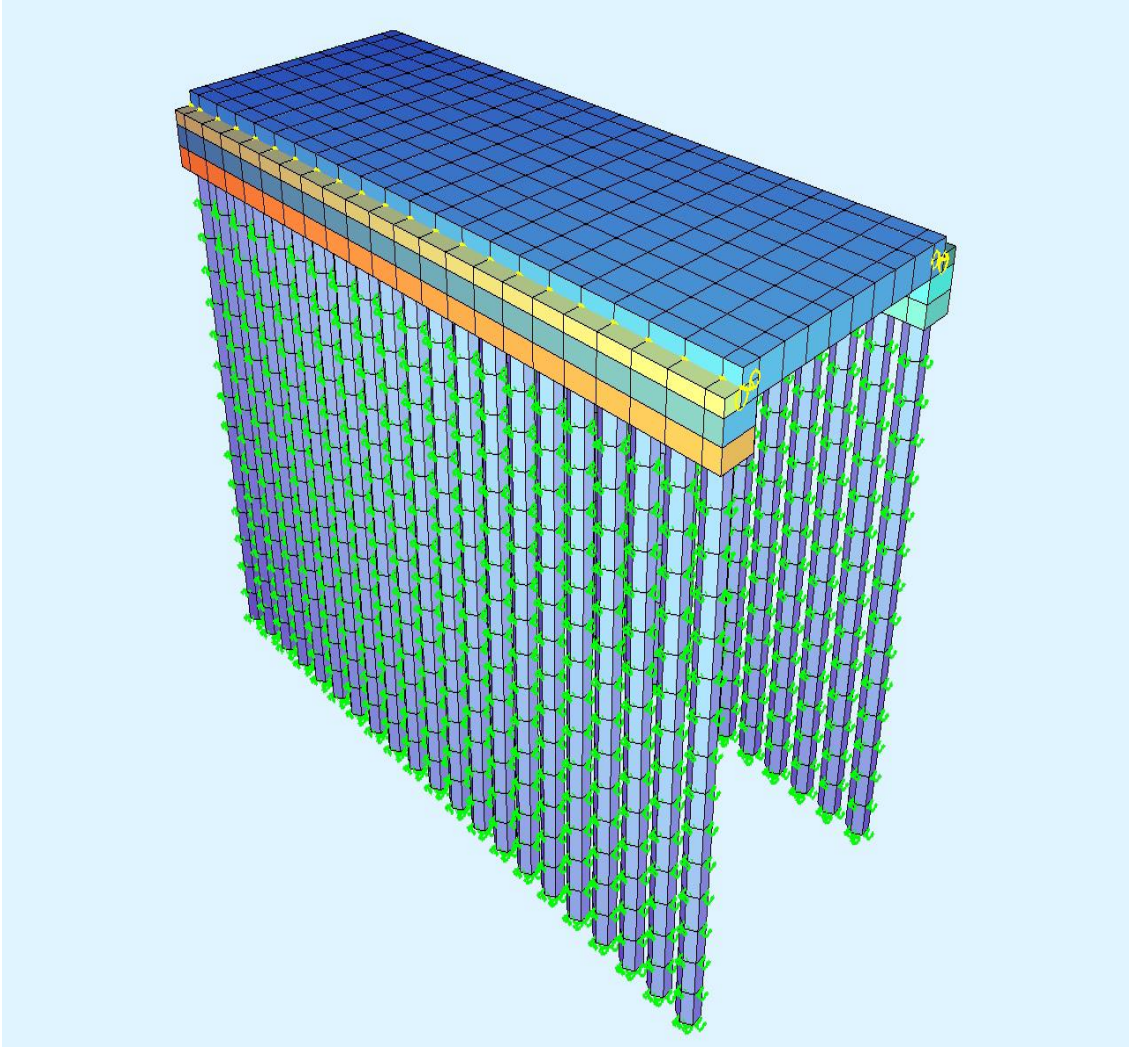
Η υφιστάμενη σήραγγα ανόδου Αγ. Στεφάνου εκτείνεται από τη Χ.Θ. εισόδου 35+747,64 έως τη Χ.Θ. 35+897,88 και έχει μήκος 150,22μ. Στην είσοδο υπάρχει κοινό στόμιο με τη σήραγγα καθόδου ενώ στην έξοδο υπάρχει απόσταση μεταξύ των στομιών των σηράγγων περίπου 20μ. στην οποία υπάρχει διαμόρφωση με τοίχο αντιστήριξης στον οποίο παρατηρείται προοδευτική αστοχία.

Η λύση που επιλέγεται για την ανακατασκευή-ενίσχυση της σήραγγας ανόδου Αγ. Στεφάνου περιλαμβάνει την πλήρη ανακατασκευή της μόνιμης επένδυσης σε όλο το μήκος της σήραγγας με διευρυμένη διατομή χρήσης. Η ανακατασκευή προβλέπει την κατασκευή της διευρυμένης σήραγγας με τη μέθοδο cover&cut μήκους 62,50μ. στο τμήμα από τη Χ.Θ. 35+747,64 ως τη Χ.Θ. 35+810,14 όπου το κάλυμα της σήραγγας είναι πολύ μικρό και με υπόγεια διάνοιξη μήκους 87,74μ. στο τμήμα μεταξύ Χ.Θ. 35+810,14 και 35+897,88. Επιπλέον προβλέπεται η κατασκευή ενός τεχνικού εξόδου με τη μέθοδο cover&cut μήκους 20,00μ. από τη Χ.Θ. 35+897,88 έως τη Χ.Θ. 35+917,88 με σκοπό να αντιμετωπιστεί η αστοχία του υφιστάμενου τοίχου αντιστήριξης και να διαμορφωθεί και στην έξοδο της σήραγγας κοινό στόμιο μεταξύ των δύο σηράγγων. Οι φορείς cover&cut κατασκευάζονται από πασσαλοστοιχίες Φ80 ανά 1,20μ. περίπου επί των οποίων μορφώνονται κεφαλοδοκοί σύνδεσης συνολικού ύψους 2,00μ. επί των οποίων σκυροδετείτε πλάκα πάχους 0,80μ. Για τους πασσάλους χρησιμοποιείται σκυρόδεμα C20/25 και για την πλάκα και τις κεφαλοδοκούς σκυρόδεμα C30/37. Οι πασσαλοστοιχίες απέχουν μεταξύ τους απόσταση 7,54μ. (καθαρό άνοιγμα).

Επενδύονται εσωτερικά μετά την εκσκαφή του υπογείου με τοίχιο από οπλισμένο σκυρόδεμα C20/25 συνολικού πάχους 0,50μ.

Ο φορέας της μόνιμης επένδυσης της σήραγγας στο τμήμα της διεύρυνσης με υπόγεια διάνοιξη έχει συμμετρική πεταλοειδή διατομή και μορφώνεται από δύο κυκλικά τόξα με ακτίνες εσωρραχίου 3,40μ. στο θόλο και 9,25μ. στις παρειές. Το πάχος του φορέα είναι 35εκ. στη στέψη.

Αναλυτική περιγραφή των φορέων φαίνεται στο σχέδιο τυπικών διατομών που συνοδεύει τη μελέτη.

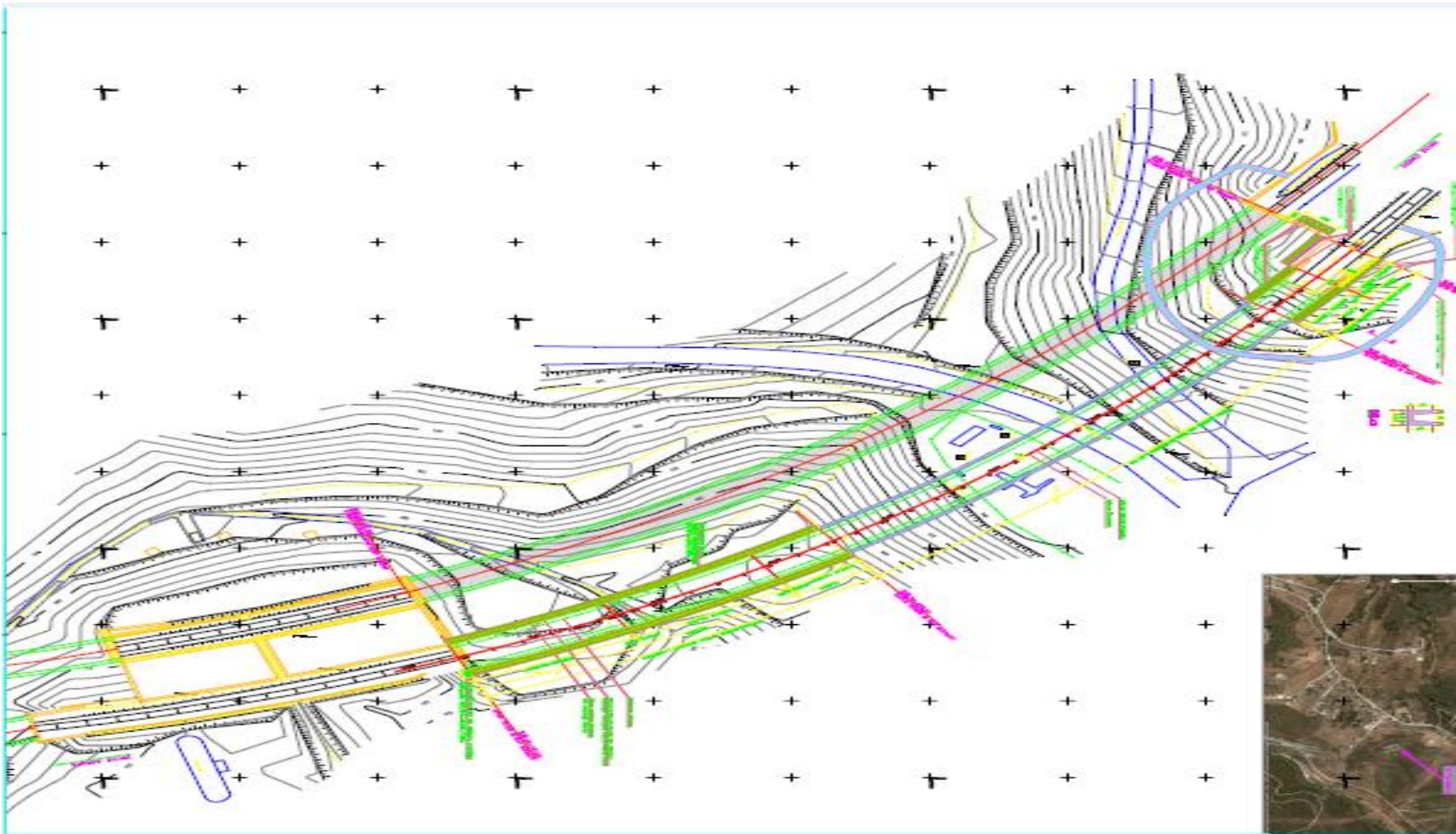


Προσομοίωμα Φορέα 1ου & 2ου Τμήματος Τεχνικού Εξόδου

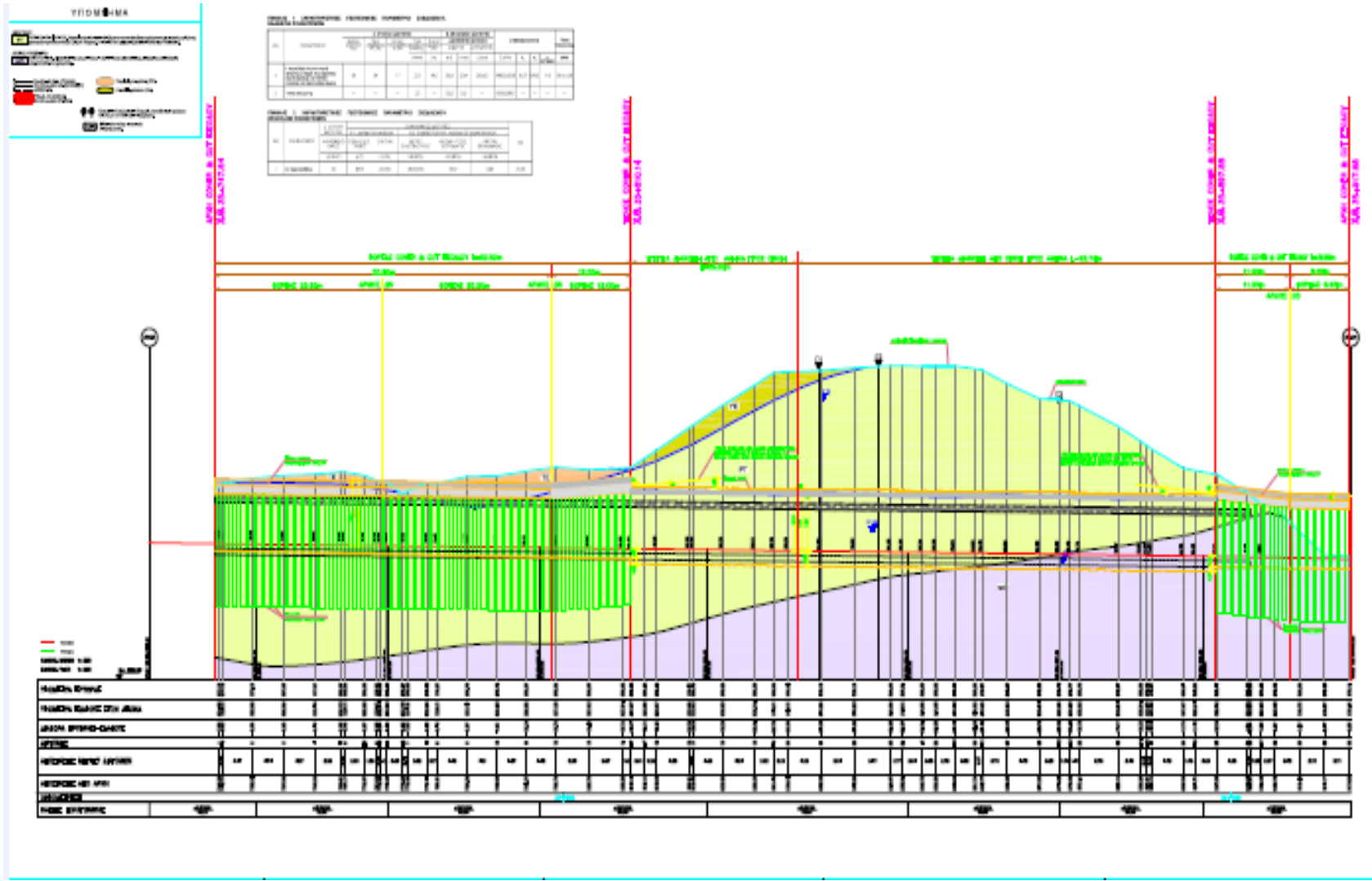
ΣΧΕΔΙΑ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΕΔΙΩΝ

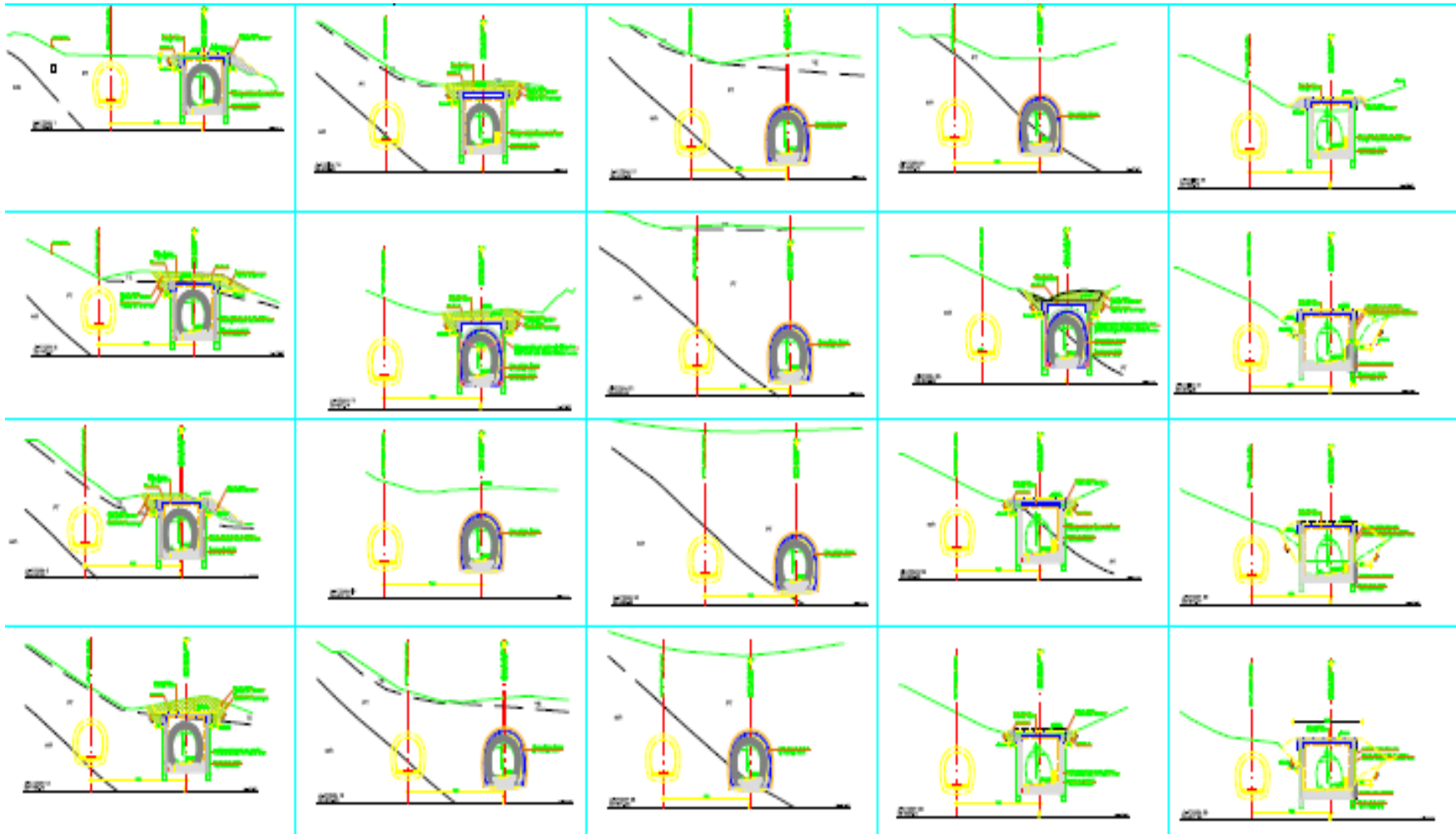
Α/Α	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΚΛΙΜ. ΣΧΕΔΙΟΥ	ΑΡ. ΣΧΕΔΙΟΥ
1.	ΑΠΟΣΠΑΣΜΑ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	1/250	01
2.	ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΗΚΟΤΟΜΗ ΔΕΞΙΟΥ ΚΛΑΔΟΥ	1/200	02
3.	ΔΙΑΤΟΜΕΣ - ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ	1/200	03
4.	ΤΥΠΙΚΕΣ ΔΙΑΤΟΜΕΣ	1/50	04
5.	ΦΑΣΕΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	1/100	05
6	ΜΕΤΡΑ ΑΜΕΣΗΣ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ	1/50	06
7	ΟΠΛΙΣΜΟΙ ΜΟΝΙΜΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	1/50	07
8	ΟΠΛΙΣΜΟΙ ΠΛΑΚΑΣ COVER & CUT (ΕΙΣΟΔΟΥ - ΕΞΟΔΟΥ)	1/100	08
9	ΟΠΛΙΣΜΟΙ ΤΟΙΧΕΙΟΥ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΣΣΑΛΩΝ - ΕΙΣΟΔΟΥ COVER & CUT	1/50	09
10	ΟΠΛΙΣΜΟΙ ΤΟΙΧΕΙΟΥ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΣΣΑΛΩΝ - ΕΞΟΔΟΥ COVER & CUT	1/50	10
11	ΦΑΣΕΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΙΧΟΥ ΕΞΟΔΟΥ	1/100	11
12	ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΠΡΟΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΑΡΙΣΤΕΡΟΥ ΚΛΑΔΟΥ	1/50	12
13	ΜΕΤΑΛΛΟΤΥΠΟΙ ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΣΗΣ	1/500	13
14	ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΠΛΑΙΣΙΩΝ LG 70/30/20	1/50	14
15	ΤΥΠΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ - ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΦΡΕΑΤΙΩΝ	1/50	15
16	ΟΡΓΑΝΑ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΣΗΡΑΓΓΩΝ	1/50	16



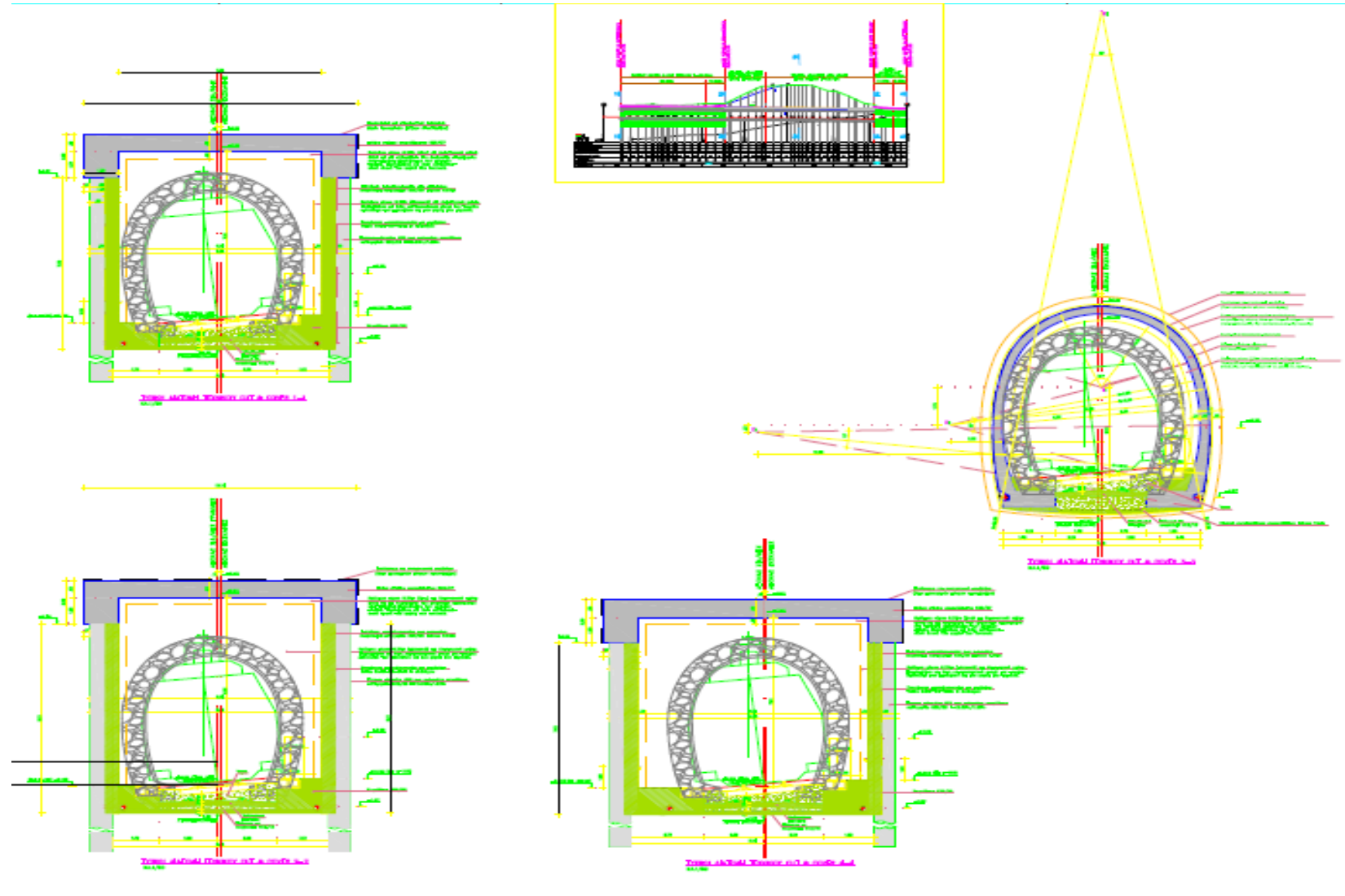
ΑΠΟΣΠΑΣΜΑ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑΣ



ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΗΚΟΤΟΜΗ ΔΕΞΙΟΥ ΚΛΑΔΟΥ

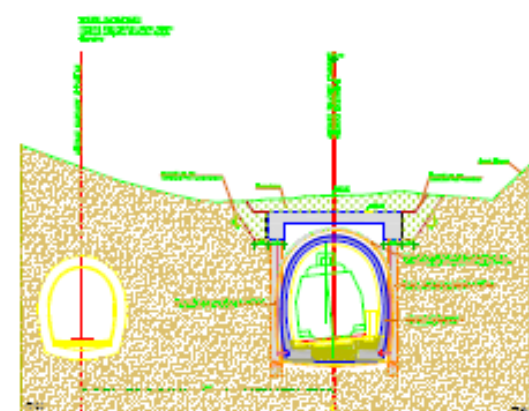
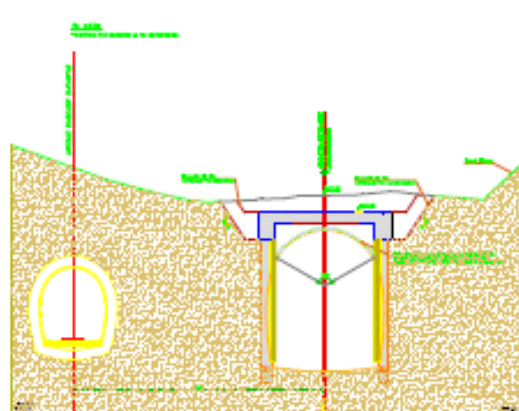
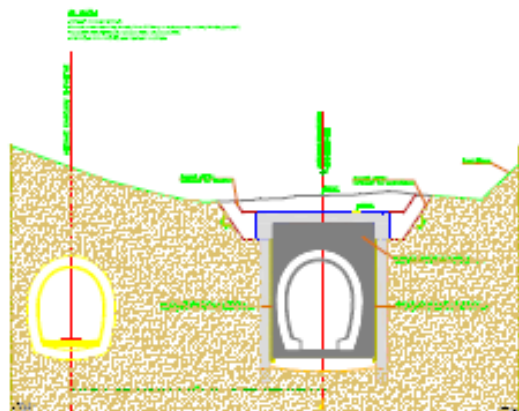
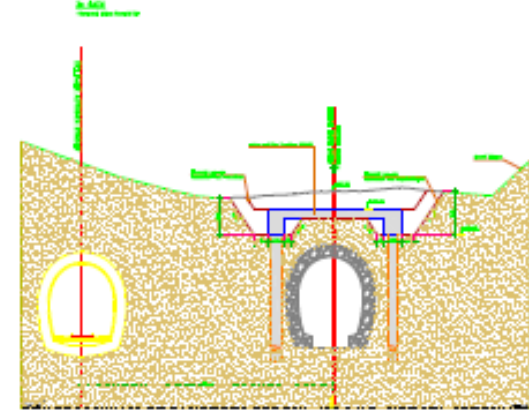
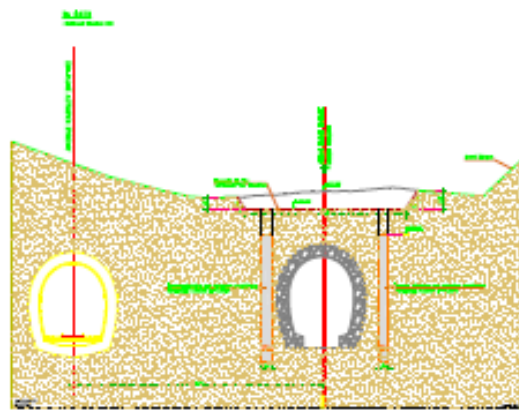
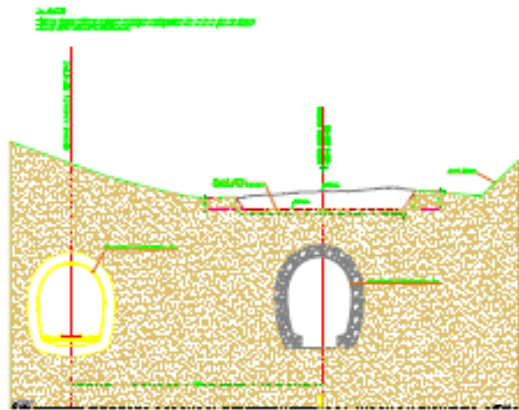


ΔΙΑΤΟΜΕΣ - ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ

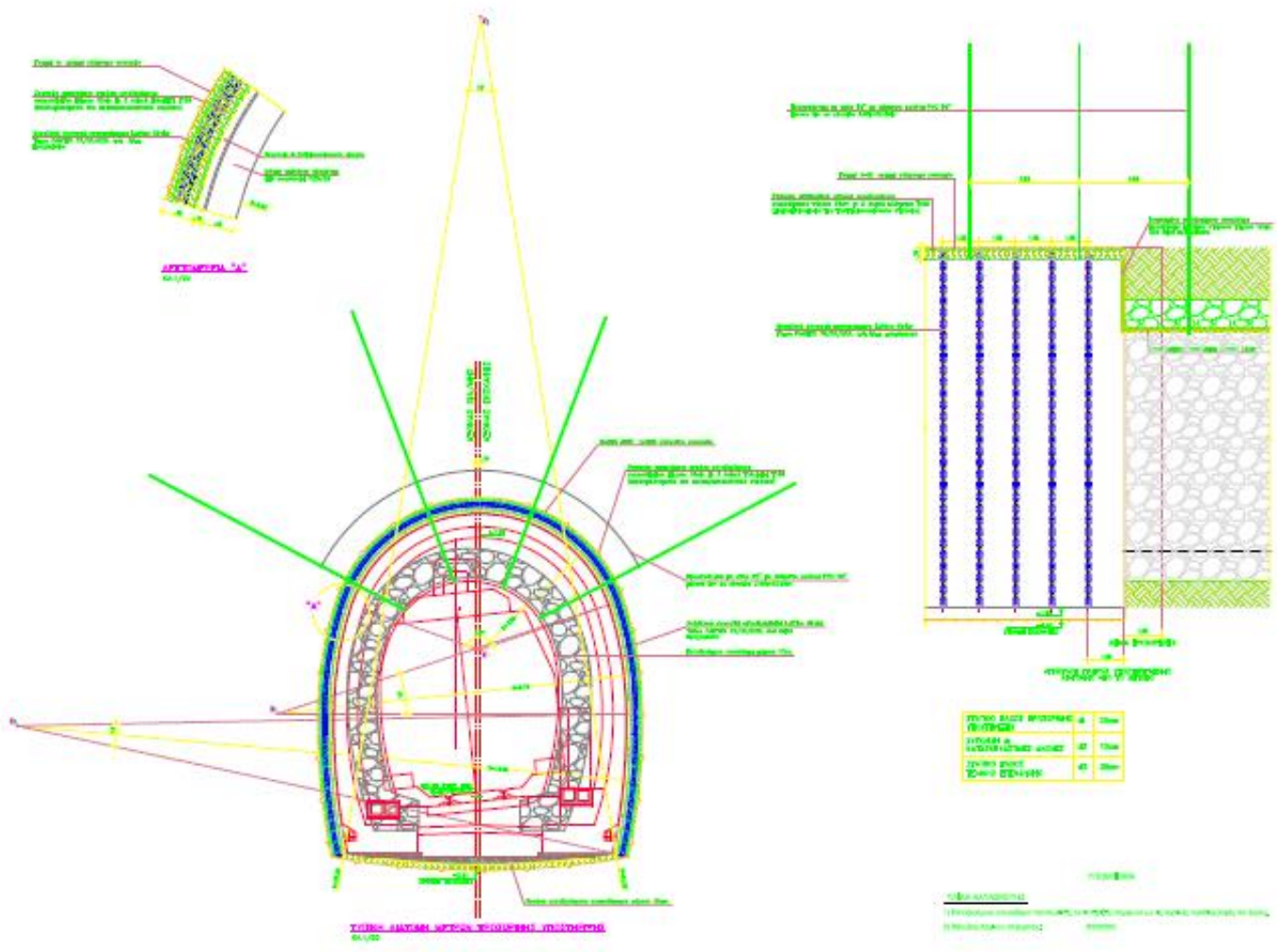


ΤΥΠΙΚΕΣ ΔΙΑΤΟΜΕΣ

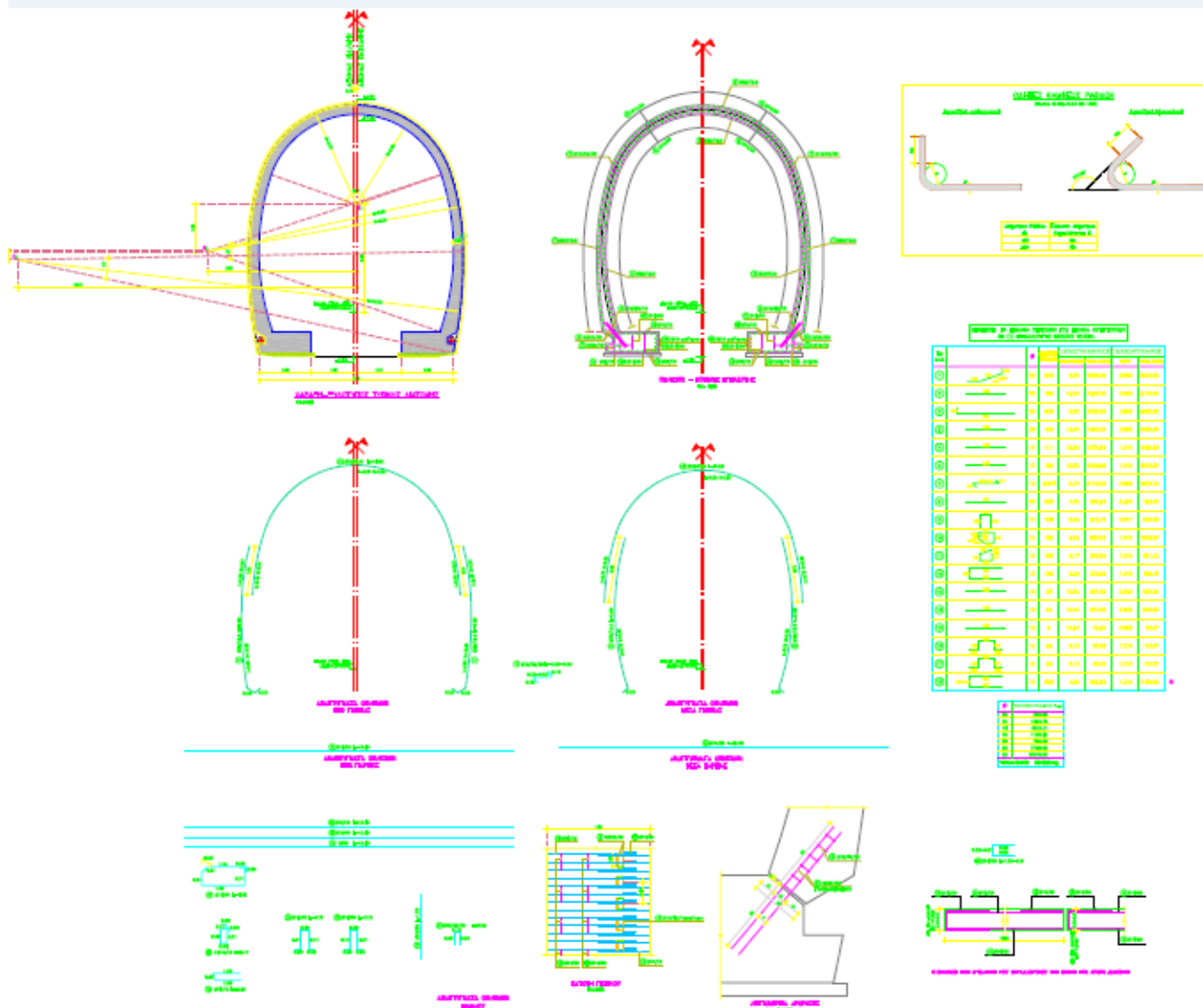
ΔΙΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΗΣ ΚΑΥΣΗΤΡΙΑΣ



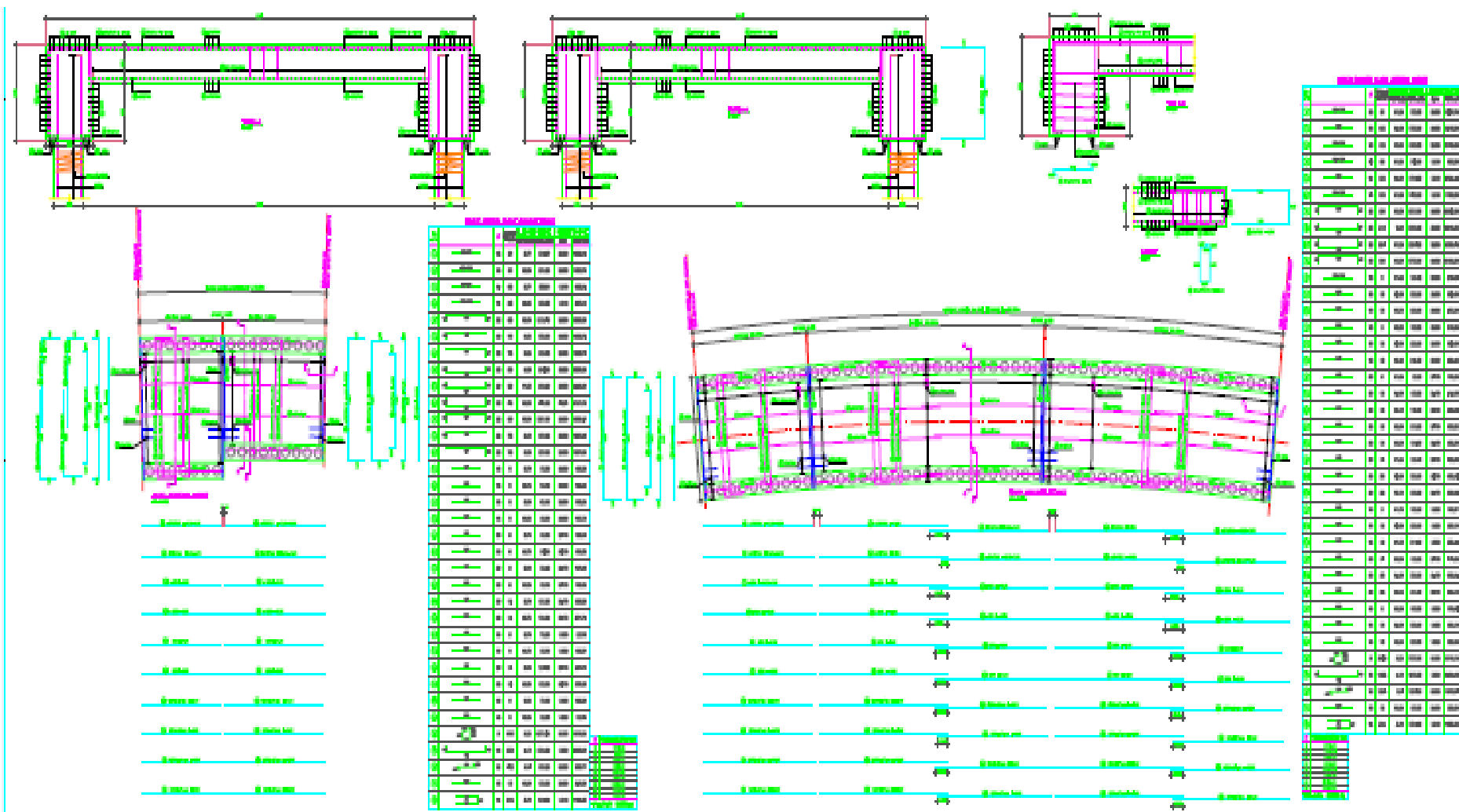
ΦΑΣΕΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ



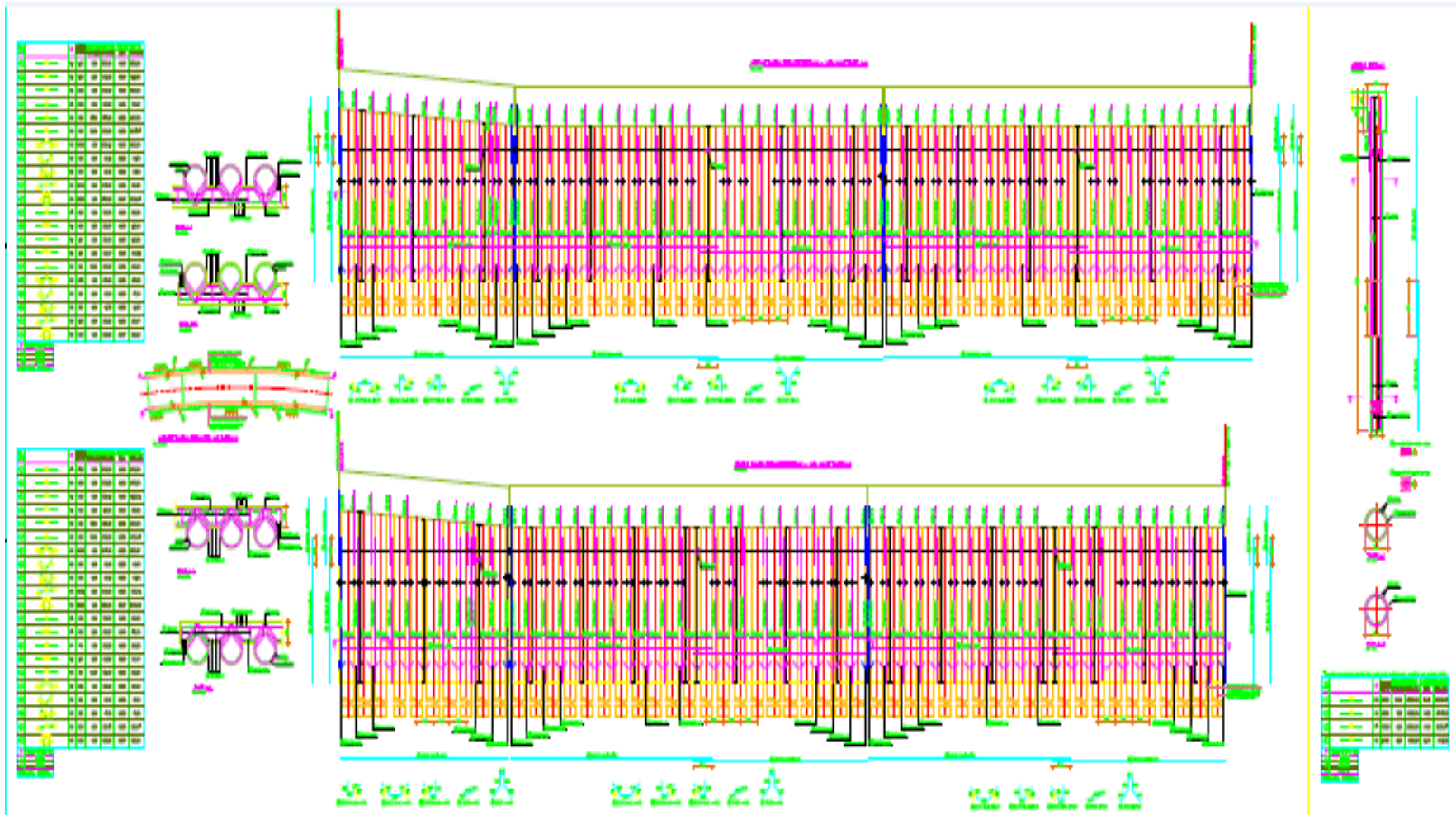
ΜΕΤΡΑ ΑΜΕΣΗΣ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ



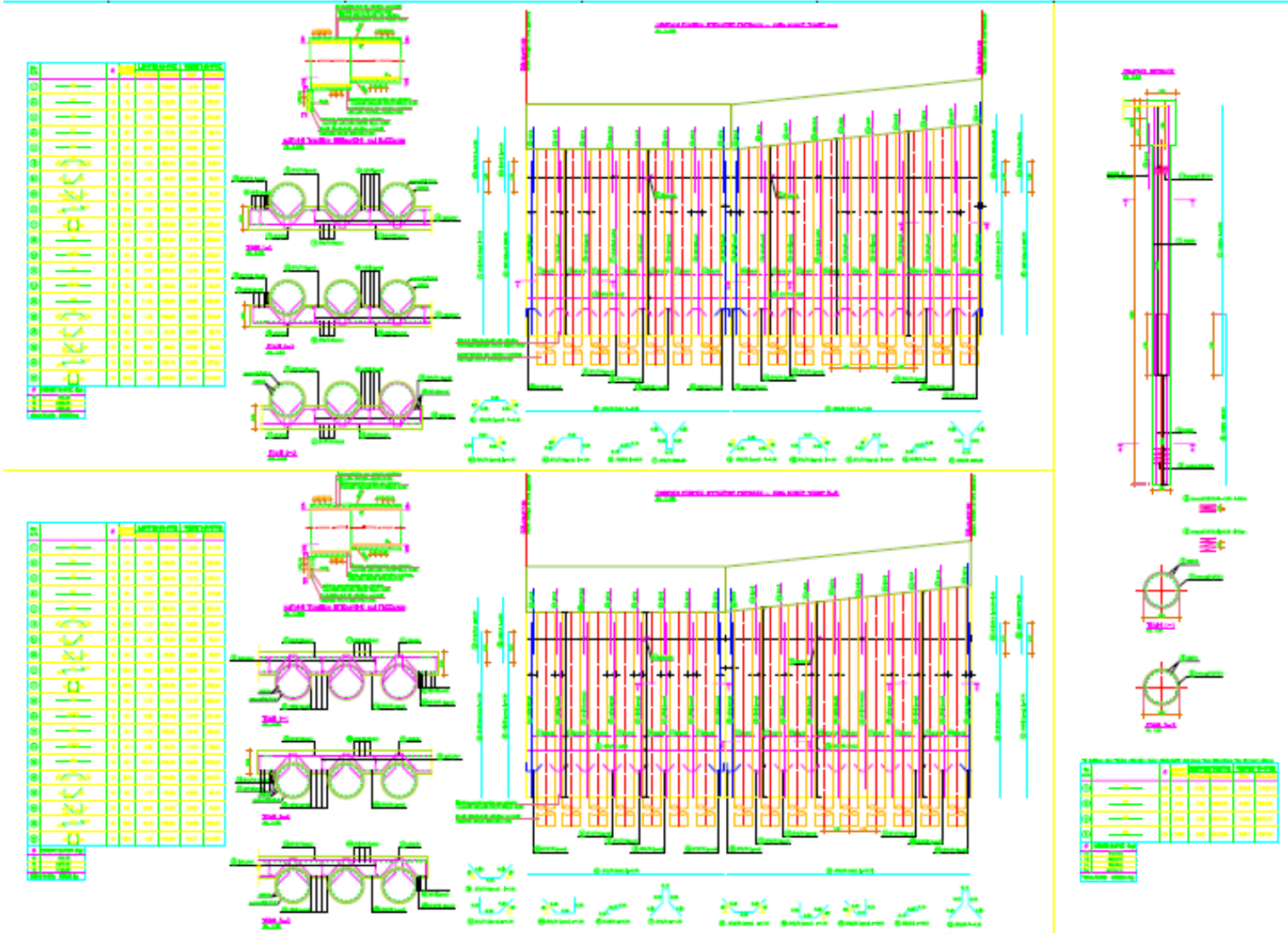
ΟΠΛΙΣΜΟΙ ΜΟΝΙΜΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ



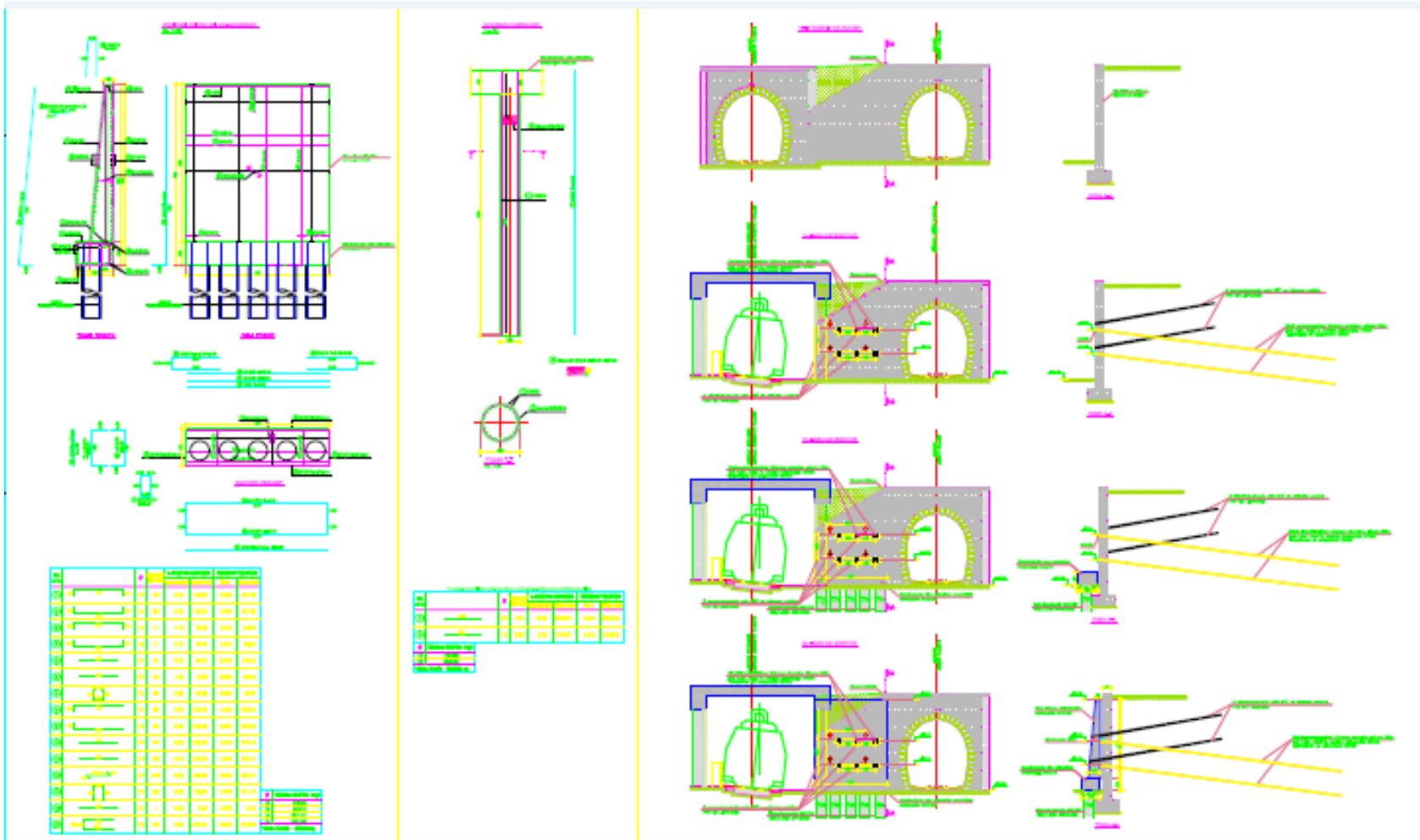
ΟΠΛΙΣΜΟΙ ΠΛΑΚΑΣ COVER & CUT (ΕΙΣΟΔΟΥ - ΕΞΟΔΟΥ)



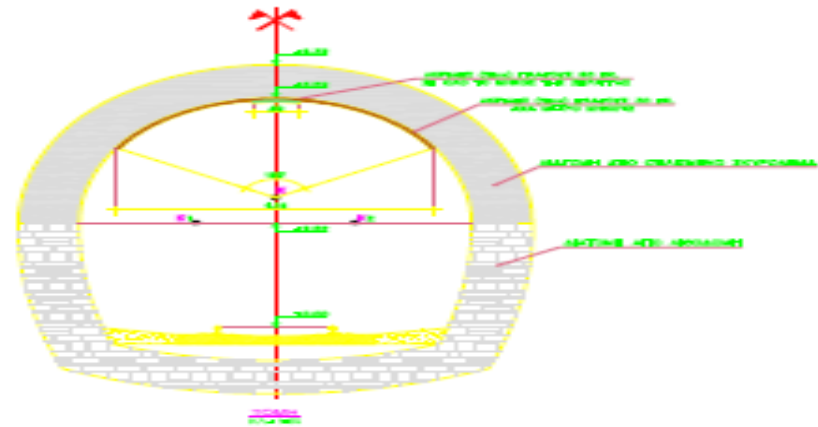
ΟΠΛΙΣΜΟΙ ΤΟΙΧΕΙΟΥ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΣΣΑΛΩΝ - ΕΙΣΟΔΟΥ COVER & CUT



ΟΠΛΙΣΜΟΙ ΤΟΙΧΕΙΟΥ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΣΣΑΛΩΝ - ΕΞΟΔΟΥ COVER & CUT

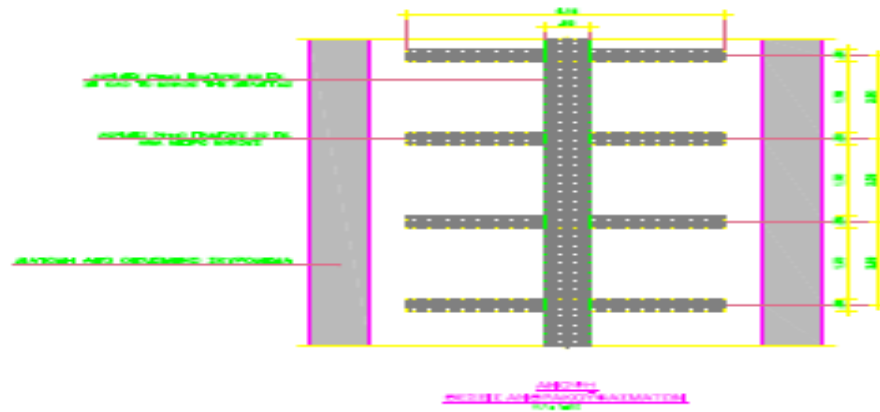


ΦΑΣΕΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΙΧΟΥ ΕΞΟΔΟΥ



ΒΗΜΑΤΑ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ

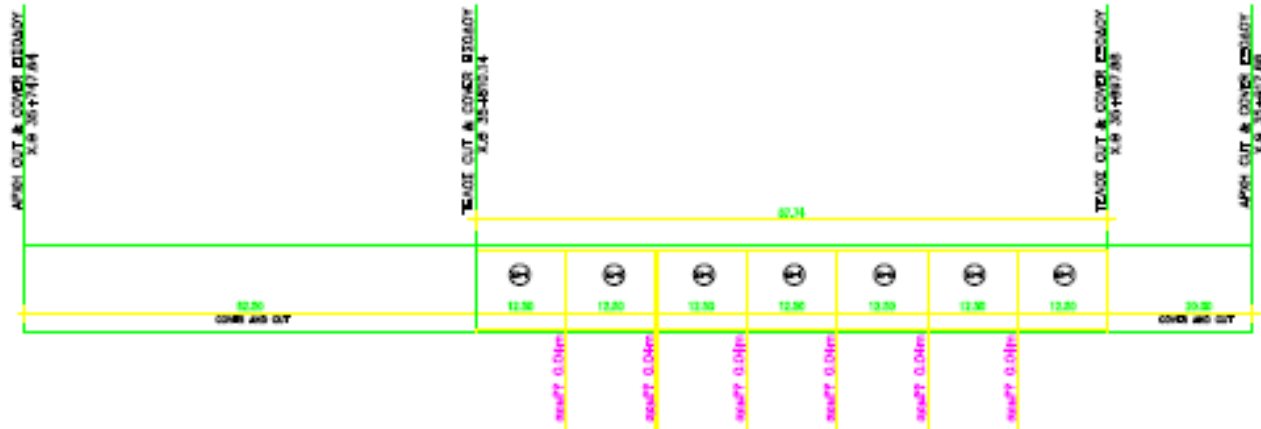
1. ΑΝΑΘΕΣΗ ΣΕ ΟΔΟ ΤΟ ΕΚΔΟΜΕΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ
2. ΕΠΕΜΒΑΣΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΕΣΤΕΡΗΣ ΟΡΑΤΗΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΤΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ
3. ΕΠΕΜΒΑΣΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΤΗΣ ΒΑΛΤΩΝΗΣ ΤΩΝ ΒΑΛΤΩΝ ΣΤΟ ΣΤΡΩΣ



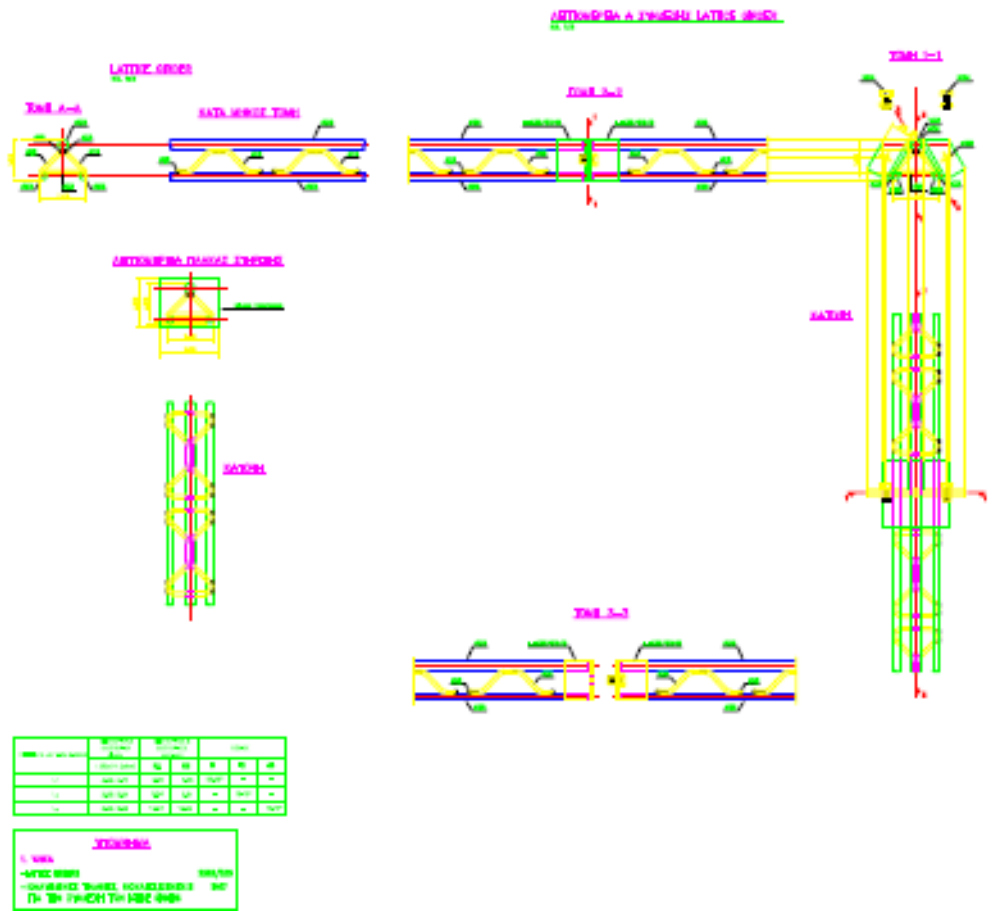
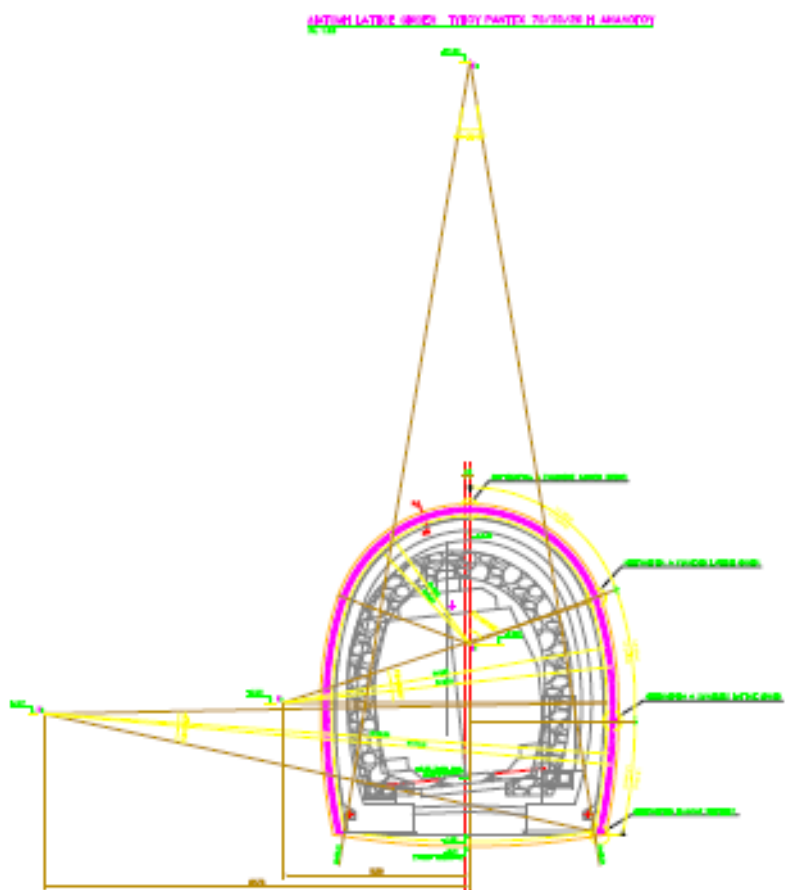
ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΠΡΟΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΑΡΙΣΤΕΡΟΥ ΚΛΑΔΟΥ

ΣΠΙΛΗΜΑ – ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

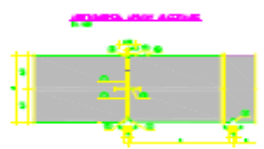
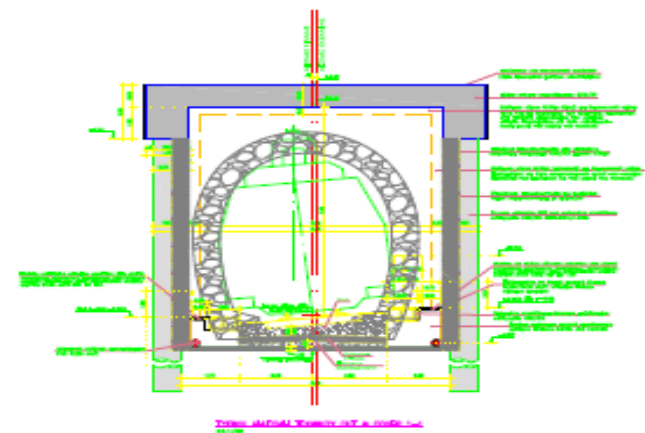
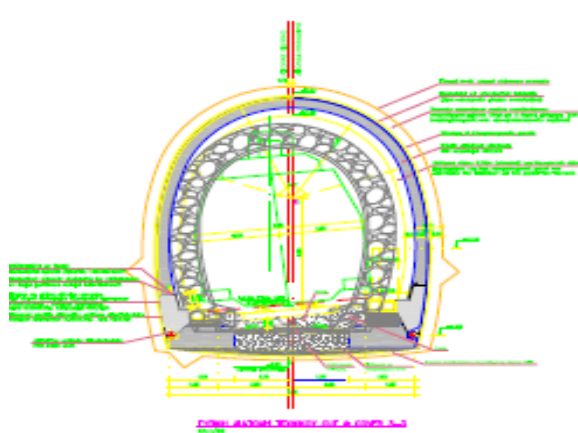
- Σε κάθε θέση μεταλλοτύπου κατασκευάζονται οργιάς
- Η απόβληση των υαλοκύβων δεν υποβιβάζεται παρά σε 30ημέρη σκυροδέτηση.



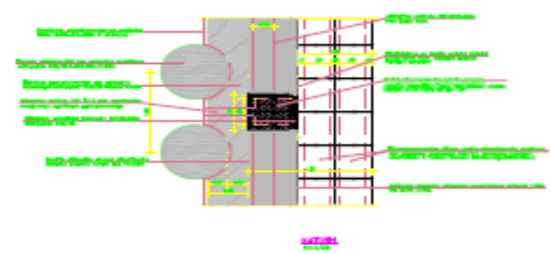
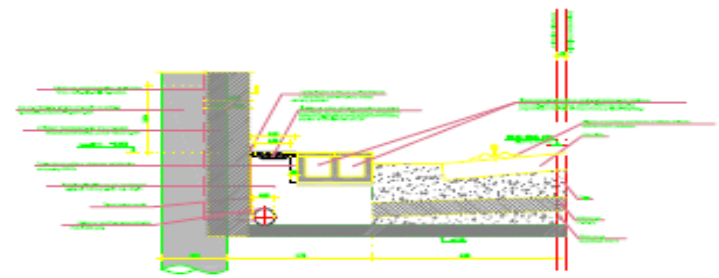
ΜΕΤΑΛΛΟΤΥΠΟΙ ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΣΗΣ



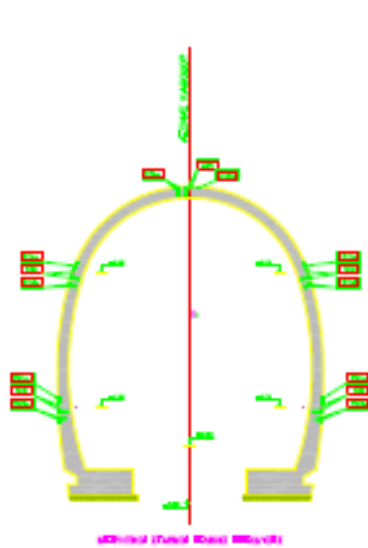
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΠΛΑΙΣΙΩΝ LG 70/30/20



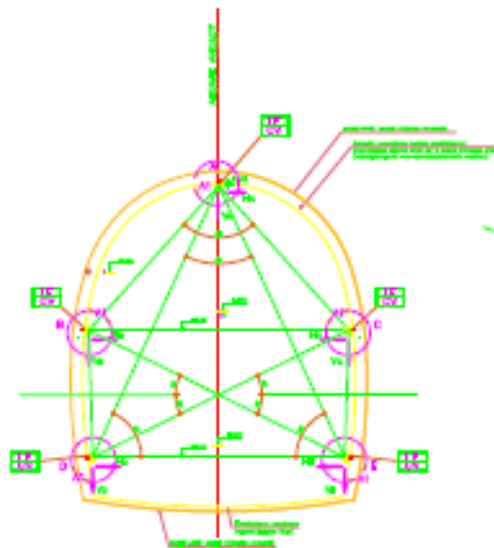
- ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΑΣ**
1. Στρώμα άμμου 10cm πάχος
 2. Στρώμα άμμου 10cm πάχος
 3. Στρώμα άμμου 10cm πάχος
 4. Στρώμα άμμου 10cm πάχος
 5. Στρώμα άμμου 10cm πάχος
 6. Στρώμα άμμου 10cm πάχος
 7. Στρώμα άμμου 10cm πάχος



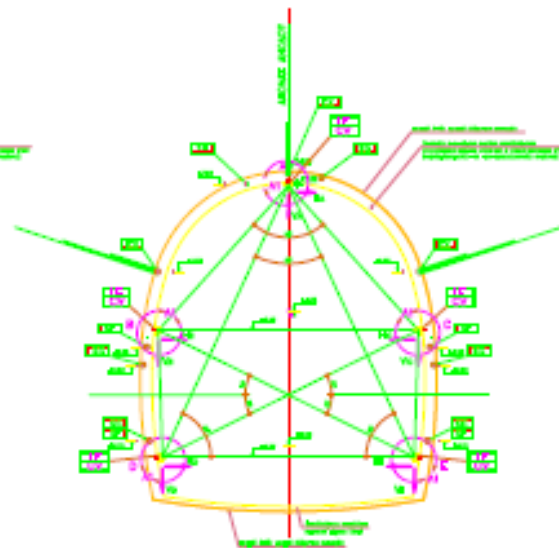
ΤΥΠΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ - ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΦΡΕΑΤΙΩΝ



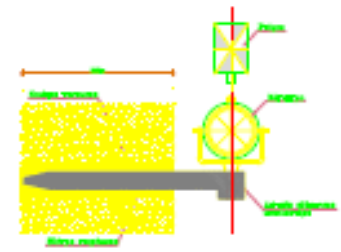
ΣΤΕΡΕΟΤΗΤΑ ΣΤΑΘΕΡΑ ΣΗΡΑΓΓΩΝ



ΣΤΕΡΕΟΤΗΤΑ ΣΤΑΘΕΡΑ 1
ΚΩΔ. ΣΗΡΑΓΓΗΣ: 470001 (ΣΤΑΘΕΡΑ ΣΗΡΑΓΓΗ) σε 10'



ΣΤΕΡΕΟΤΗΤΑ ΣΤΑΘΕΡΑ 2
ΚΩΔ. ΣΗΡΑΓΓΗΣ: 470002 (ΣΤΑΘΕΡΑ ΣΗΡΑΓΓΗ) σε 10'



ΣΤΕΡΕΟΤΗΤΑ ΣΤΑΘΕΡΑ 2
ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΣΗΡΑΓΓΟΥ ΑΝΗΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

ΣΤ. ΣΗΡΑΓΓΗΣ	ΣΤ. ΣΗΡΑΓΓΗΣ	ΣΤ. ΣΗΡΑΓΓΗΣ	ΣΤ. ΣΗΡΑΓΓΗΣ	ΣΤ. ΣΗΡΑΓΓΗΣ
1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25
26	27	28	29	30

ΣΗΜΑΝΣΕΙΣ
 1. Σημείωση για τον τρόπο με τον οποίο είναι να τοποθετηθούν οι σταθμοί μέτρησης στα σημεία που είναι υποχρεωτικό να τοποθετηθούν.

ΣΗΜΑΝΣΕΙΣ
 1. Σημείωση για τον τρόπο με τον οποίο είναι να τοποθετηθούν οι σταθμοί μέτρησης στα σημεία που είναι υποχρεωτικό να τοποθετηθούν.

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΗΡΑΓΓΗΣ - ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ			
ΚΩΔ. ΣΗΡΑΓΓΗΣ	ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16
17	18	19	20
21	22	23	24
25	26	27	28
29	30	31	32
33	34	35	36
37	38	39	40
41	42	43	44
45	46	47	48
49	50	51	52
53	54	55	56
57	58	59	60
61	62	63	64
65	66	67	68
69	70	71	72
73	74	75	76
77	78	79	80
81	82	83	84
85	86	87	88
89	90	91	92
93	94	95	96
97	98	99	100

ΣΗΜΑΝΣΕΙΣ
 1. Σημείωση για τον τρόπο με τον οποίο είναι να τοποθετηθούν οι σταθμοί μέτρησης στα σημεία που είναι υποχρεωτικό να τοποθετηθούν.

ΟΡΓΑΝΑ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΣΗΡΑΓΓΩΝ

ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

Α/Α	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	ΧΡΟΝΟΣ ΣΕ ΕΒΔΟΜΑΔΕΣ																																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32				
1	Χρόνος εγκατάστασης εργοταξίου - προγραμματισμός έργου	■	■	■	■	■	■																														
2	Ενίσχυση της σήραγγας ανόδου με ινοπλισμένο εκτοξευόμενο σκυρόδεμα στατικού πάχους 10εκ.							■	■	■																											
3	Απομάκρυνση της σιδηροδρομικής γραμμής, των καλωδίων ηλεκτροκίνησης και του έρματος καθώς και αποκάλυψη της θεμελίωσης της λιθοδομής							■	■	■	■																										
4	Εκσκαφή και κατασκευή των πασσαλοστοιχιών στο τμήμα cover&cut εισόδου μήκους 62,50μ. στο τμήμα από τη Χ.Θ. 35+747,64 ως τη Χ.Θ. 35+810,14.							■	■	■	■	■	■	■	■																						
5	Εκσκαφή και κατασκευή των πασσαλοστοιχιών στο τμήμα cover&cut εξόδου μήκους 20,00μ. στο τμήμα από τη Χ.Θ. 35+897,88 έως τη Χ.Θ. 35+917,88.							■	■	■	■	■	■	■																							
6	Κατασκευή των κεφαλοδοκών και σκυροδέτηση της πλάκας στέψης του φορέα cover&cut εξόδου														■	■																					
7	Κατασκευή των κεφαλοδοκών και σκυροδέτηση της πλάκας στέψης του φορέα cover&cut εισόδου														■	■	■	■	■	■	■	■															
8	Καθαίρεση του φορέα λιθοδομής σε βήματα μήκους 1,00μ. και εκσκαφή του εσωτερικού της διατομής έως το περίγραμμα της υπόγειας διάνοιξης (γραμμή Α) από Οινόη προς Αθήνα															■	■	■	■	■	■	■	■														
9	Κατασκευή τοιχείου επένδυσης των πασσαλοστοιχιών και συστήματος αποστράγγισης.																				■	■	■	■	■												
10	Κατασκευή της μόνιμης επένδυσης απο σπλισμένο σκυρόδεμα																									■	■	■	■	■	■						
11	Τοποθέτηση του έρματος, της σιδηροδρομικής γραμμής καθώς και της ηλεκτροκίνησης (στήριξη καλωδίων κλπ.)																																	■	■	■	■

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ

Χ.Θ. 35+747.64 ΕΩΣ 35+917.88

ΤΙΜΟΛΟΓΙΑ Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.

ΑΤ	Εργασία	Άρθρο Αναθ.	Άρθρο ΥΠΕΧΩΔΕ	Μονάδα	Ποσότητες				Ολική Ποσότητα	Τιμή μονάδος	Μ. Σύνολο	Σύνολο
					CC ΕΙΣΟΔΟΥ	CC ΕΞΟΔΟΥ	ΥΠΟΓΕΙΟ ΤΜΗΜΑ	ΣΗΡΑΓΓΑ ΚΑΘΟΔΟΥ				
	A. ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΑ											
A.1	Αποξήλωση και επανατοποθέτηση έρματος ΣΓ & ηλεκτροκίνησης				κατ' αποκοπήν				1,00	25.000,00	25.000,00	
A.2	Εκσκαφές σε έδαφος γαιώδες-ημιβραχώδες	ΟΔΟ-1123Α	ΟΔΟ Α-2	m ³	4.668,83	720,67			5.389	0,61	3.287,59	
A.2.1	Μεταφορά εκσκαφών (10 km)			m ³ k m	46.688,29	7.206,67			53.895	0,30	16.168,49	
A.3	Επίχωση C&C	ΟΔΟ-1530	ΟΔΟ Α-21	m ³	1.306,52	27,55			1.334	0,77	1.027,23	
A.4	Διάνοιξη τάφρου σε έδαφος πάσης φύσεως στο φρύδι ορυγμάτων	ΟΔΟ-1220	ΟΔΟ Α-4.3	m ³		112,50			113	5,56	625,50	
A.5	Κατασκευή επιχώματος για τη δημιουργία δαπέδου εργασίας	ΟΔΟ-1510 ΟΔΟ-1530	ΟΔΟ Α-18.1 ΟΔΟ Α-21	m ³		2.600,00			2.600,00	2,00	5.200,00	
					Μ. Σύνολο ΟΜΑΔΑ Α							51.308,81

Β. ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ (ΑΝΟΙΚΤΑ)												
ΦΡΕΑΤΟΠΑΣΣΑΛΟΙ												
B.1	Φρεατοπάσσαλοι Φ80 Σκυροδέματος Κατηγορίας C20/25	ΟΔΟ- 2731	ΟΔΟ Β-26.2	μμ	1.590,0 0	530,00			2.120,00	118,80	251.856,00	
ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΑ												
B.2	Εκτοξευόμενο Σκυρόδεμα εκτός υπογείων έργων	ΥΔΡ- 7017	ΟΔΟ Β29.7	m ³	101,63	32,52			134,15	91,30	12.247,44	
B.3	Σκυρόδεμα C12/15 καθαριότητας - εξομαλυντικών στρώσεων	ΟΔΟ- 2531	ΟΔΟ Β29.2.2	m ³	70,69	22,62			93,31	75,20	7.016,72	
B.4	Σκυρόδεμα C12/15 εγκιβωτισμού σωλήνα	ΟΔΟ- 2531	ΟΔΟ Β29.2.2	m ³	127,50	40,80			168,30	75,20	12.656,16	
B.5	Σκυρόδεμα C16/20 υποδομής σιδ. Γραμμής αντί ΚΘΑ	ΟΔΟ- 2532	ΟΔΟ Β-29.3.4	m ³	126,25	75,60			201,85	121,00	24.423,85	
	σε μεταφορά										308.200,17	51.308,81
	από μεταφορά										308.200,17	51.308,81
B.6	Σκυρόδεμα Β25 (C20/25) μόρφωσης πεζοδρομίων	ΟΔΟ- 2551	Ν.ΟΔΟ Β-29.4.4	m ³	125,00	67,00			192,00	124,30	23.865,60	
B.7	Σκυρόδεμα C20/25 πασσαλοστοιχίας -τοιχείο επένδυσης +τοίχου αντιστήριξης	ΟΔΟ- 2551	ΟΔΟ Β-29.4.5	m ³	516,25	201,80			718,05	118,80	85.304,34	
B.8	Σκυρόδεμα C20/25 βάρων Φ80	ΟΔΟ- 2551	ΟΔΟ Β-29.4.5	m ³		26,98			26,98	118,80	3.205,52	

B.9	Σκυρόδεμα C30/37 πλάκας - κεφαλοδοκών C&C	ΟΔΟ-2551	ΟΔΟ B-29.4.12	m ³	701,88	233,87			935,75	104,30	97.598,20	
B.10	Σκυρόδεμα C30/37 προκατασ. δίδυμου καναλιού	ΟΔΟ-2551	ΟΔΟ B-29.5.6	m	62,50	20,00			82,50	22,40	1.848,00	
ΣΙΔΗΡΟΙ ΟΠΛΙΣΜΟΙ												
B.11	Σιδηροί οπλισμοί B500C (Bst 50/55. S500s)	ΟΔΟ-2612	N.ΟΔΟ B30.2.1	kg	319.05 0,00	112.91 1,00			431.961	1,10	475.157,10	
ΜΟΝΩΣΕΙΣ - ΣΤΕΓΑΝΩΣΕΙΣ - ΓΕΩΥΦΑΣΜΑΤΑ												
B.12	Γεώφασμα στεγάνωσης C&C	ΟΙΚ-7914	ΟΔΟ B64.4.1	m ²	976,25	312,40			1.288,65	2,08	2.680,39	
B.13	Στεγανωτική μεμβράνη πάχους >2μm για τη στεγάνωση C&C	ΟΔΟ-2412	ΟΔΟ B-39	m ²	976,25	312,40			1.288,65	11,30	14.561,75	
B.14	Σφράγιση οριζοντίων αρμών με Plastic 77 ή αναλόγου	ΥΔΡ-6370	ΟΔΟ B-43.1	m	52,00	26,00			78,00	3,15	245,70	
B.15	Σφράγιση κατακορύφων αρμών με Plasti Joint ή αναλόγου	ΥΔΡ-6370	ΟΔΟ B-43.2	m	68,00	34,00			102,00	3,28	334,56	
B.16	Στεγάνωση αρμών με ταινία τύπου Hydrofoil ή αναλόγου	ΥΔΡ-6373	ΟΔΟ B-44	m	120,00	60,00			180,00	10,18	1.832,40	
B.17	Μόρφωση αρμών με προκατασκευσ. Πλάκες 12mm τύπου Flexcell	ΥΔΡ-6370	ΟΔΟ B-43.3	m ²	75,60	37,80			113,40	11,72	1.329,05	

ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗ - ΑΓΚΥΡΙΑ

B.18	Αγωγοί αποχέτευσης Φ250 από PVC	ΥΔΡ-6620.4	ΟΔΟ Β-57.4	m	125,00	40,00			165,00	17,45	2.879,25	
B.19	Προεντεταμένες αγκυρώσεις πρανών ανοικτών εκσκαφών (φορτίο λειτουργίας 400-500KN)	ΥΔΡ-7024	ΟΔΟ Β-21.2	m		120,00			120,00	79,10	9.492,00	
					M. Σύνολο ΟΜΑΔΑ Β						1.028.534,03	
Γ. ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ (ΥΠΟΓΕΙΑ)												
ΕΚΣΚΑΦΕΣ-ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΑ												
Γ.1	Καθαίρεση λιθοδομής & απαιτούμενη υπερεκσκαφή σήραγγας	ΟΙΚ-2227	Ν.ΟΔΟ Α-12.1	m ³			4.413,32		4.413	22,10	97.534,42	
Γ.2	Αποκομιδή προϊόντων γεωλογικών καταπτώσεων	ΟΔΟ-1420	ΥΔΡ-3.11	m ³			88,27		88,27	5,80	511,95	
	σε μεταφορά										98.046,36	1.079.842,85
	από μεταφορά										98.046,36	1.079.842,85
ΑΓΚΥΡΙΑ - ΗΛΟΙ - ΣΩΛΗΝΕΣ ΠΡΟΠΟΡΕΙΑΣ												
Γ.3	Προϋποστήριξη σήραγγας (spiling) με βλήτρα (self drilling) τύπου Ischebeck ή αναλόγου Φ40/20 μήκους 12μ	ΥΔΡ-7025	Ν.ΥΔΡ 4.14.2	μμ			936,00		936,00	21,00	19.656,00	
Γ.4	Προϋποστήριξη σήραγγας (spiling) με βλήτρα (self drilling) τύπου Ischebeck ή αναλόγου Φ32/11 μήκους 6μ	ΥΔΡ-7025	Ν.ΥΔΡ 4.14.3	μμ			1.488,00		1.488,00	18,00	26.784,00	

	ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ											
Γ.5	Μεταλλικά πλαίσια/τα Lattice Girder τύπου Pantex 70/30/D20	ΥΔΡ-7027	ΥΔΡ 4.18	kg			27.170,00		27.170,00	1,58	42.928,60	
	ΕΚΤΟΞΕΥΟΜΕΝΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΑ											
Γ.6	Εκτοξευόμενο Σκυρόδεμα εντός υπογείων έργων	ΥΔΡ-7016	Ν.ΥΔΡ 4.20.02.1	m ³			1.096,31	97,60	1.193,91	94,50	112.824,62	
Γ.7	Ίνες εκτοξευόμενου σκυροδέματος	ΥΔΡ-7018	Ν.ΥΔΡ 4.21.1	kg				3.904,00	3.904,00	1,80	7.027,20	
Γ.8	Σκυρόδεμα C20/25 πλήρωσης γεωλογικών καταπτώσεων	ΥΔΡ-7016.9	Ν.ΥΔΡ 4.20.02	m ³			88,27		88,27	70,00	6.178,65	
	ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΑ											
Γ.9	Σκυρόδεμα C12/15 καθαριότητας - εξομαλυντικών στρώσεων	ΟΔΟ-2522	Ν.ΟΔΟ Β29.3.1.2	m ³			37,73		37,73	81,80	3.086,17	
Γ.10	Σκυρόδεμα C12/15 εγκιβωτισμού σωλήνα	ΟΔΟ-2522	Ν.ΟΔΟ Β29.3.1.2	m ³			89,49		89,49	81,80	7.320,67	
Γ.11	Σκυρόδεμα C16/20 υποδομής σιδ. Γραμμής αντί ΚΘΑ	ΟΔΟ-2532	Ν. ΟΔΟ Β-29.3.4.1	m ³			98,27		98,27	121,00	11.890,52	
Γ.12	Σκυρόδεμα Β25 (C20/25) μόρφωσης πεζοδρομίων	ΟΔΟ-2551	Ν.ΟΔΟ Β-29.4.4.1	m ³			84,23		84,23	124,30	10.469,84	
Γ.13	Σκυρόδεμα C20/25 Μόνιμης Επένδυσης	ΥΔΡ-6327	Ν.ΥΔΡ 8.02.1	m ³			967,77		967,77	105,00	101.616,08	
	ΚΑΝΑΛΙΑ ΚΑΛΩΔΙΩΝ											
Γ.14	Σκυρόδεμα C30/37 προκατασ. δίδυμου καναλιού σιδ. Σηράγγων	ΟΔΟ-2551	ΟΔΟ Β-29.5.6.3	m			87,74		87,74	22,40	1.965,38	

ΣΙΔΗΡΟΙ ΟΠΛΙΣΜΟΙ												
Γ.15	Σιδηροί οπλισμοί B500C (Bst 50/55. S500s) Μόνιμης επένδυσης σήραγγας	ΥΔΡ-6311	N.ΥΔΡ 8.05.1	kg			216.941		216.941	0,95	206.093,61	
Γ.16	Ανοξειδωτοι Σιδηροί οπλισμοί B500C	ΟΙΚ-3873	ΟΙΚ-38.30.02	kg			5.856		5.856	7,50	43.923,60	
Γ.17	Σιδηρούν Δομικό πλέγμα B500C (Bst 50/55. S500s)	ΥΔΡ-7018	N.ΥΔΡ 4.22.02.1	kg			14.589		14.589	0,95	13.859,97	
ΔΙΑΦΟΡΑ												
	σε μεταφορά										713.671,27	1.079.842,85
	από μεταφορά										713.671,27	1.079.842,85
Γ.18	Αποκατάσταση ρηγματώσεων με ενέσεις εποξειδικής ρητίνης	ΟΙΚ-3211	N.T.	m				170,00	170,00	77,00	13.090,00	
Γ.19	Εφαρμογή εύκαμπτου υφάσματος ινών τύπου Tyfo® SCH-41 (βάρους 644 gr/m2) σε 1η στρώση	ΟΙΚ-7912	N.T.	m ²				228,23	228,23	300,80	68.650,08	
Γ.20	Τσιμεντένεμα πλήρωσης οροφής μόνιμης επένδυσης Σηράγγων	ΥΔΡ-7104	N.ΥΔΡ 5.26.1	m ³			21,94		21,94	67,20	1.474,03	
Γ.21	Γεώφασμα υδρομάστευσης και προστασίας στεγανωτικής μεμβράνης	ΥΔΡ-6361	N.ΥΔΡ 14.05.03.1	m ²			2.383,90		2.383,90	2,50	5.959,74	
Γ.22	Στεγανωτική μεμβράνη πάχους >2μm για τη στεγάνωση σηράγγων	ΥΔΡ-6361	N.ΥΔΡ 14.04.03.1	m ²			2.383,90		2.383,90	12,80	30.513,87	
Γ.23	Στεγανωτική ταινία αρμού πάχους 4mm waterstop	ΥΔΡ-6373	N.ΥΔΡ 14.04.03.2	m			225,00		225,00	10,10	2.272,50	

ΔΙΚΤΥΟ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ											
Γ.24	Αποστραγγιστικές οπές 3" με ενσωματωμένο διάτρητο σωλήνα PVC 2	ΥΔΡ-7107.1	Ν.ΥΔΡ 5.09.1.2	m			960,00		960,00	17,50	16.800,00
Γ.25	Φρεάτιο επίσκεψης στραγγιστηρίων	ΟΔΟ-2548	ΟΔΟ Β-66.7	τεμ			14,00		14,00	348,20	4.874,80
ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗ											
Γ.26	Αγωγοί αποχέτευσης Φ250 από PVC	ΥΔΡ-6620.4	Ν.ΟΔΟ Β-57.8.1	m			175,48		175,48	16,75	2.939,29
ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ - ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ											
Γ.27	Προμήθεια και τοποθέτηση ανακλαστήρων μέτρησης σύγκλισης	ΥΔΡ-7113	Ν.ΥΔΡ 6.15.1.1	τεμ			120,00		120,00	7,90	948,00
Γ.28	Μετρήσεις συγκλίσεων και παρουσίαση αποτελεσμάτων	ΥΔΡ-7113	Ν.ΥΔΡ 6.15.1.2	τεμ			1.200,00		1.200,00	4,50	5.400,00
Γ.29	Διατρήσεις για την τοποθέτηση εκτασιομέτρων (μηκυνσιομέτρων) μήκους μικρότερου ή ίσου των 15μ	ΥΔΡ-7107.1	Ν.ΥΔΡ 5.18.1.1	τεμ			9,00		9,00	336,00	3.024,00
Γ.30	Προμήθεια και εγκατάσταση Εκτασιομέτρων 4 ή 3 Ράβδων	ΥΔΡ-7113	Ν.ΥΔΡ 6.12.2.1	τεμ			27,00		27,00	1.150,00	31.050,00
Γ.31	Μετρήσεις εκτασιομέτρων ή μηκυνσιομέτρων και παρουσίαση αποτελεσμάτων (περιλαμβάνεται η προμήθεια φορητής συσκευής μηχανικών μετρήσεων)	ΥΔΡ-7113	Ν.ΥΔΡ 6.12.1.1	τεμ			270,00		270,00	2,24	604,80
Γ.32	Προμήθεια και εγκατάσταση Κυψελών Πίεσης (Pressure cells)	ΥΔΡ-7113	Ν.ΥΔΡ 6.12.1.1	τεμ			30,00		30,00	64,40	1.932,00

Γ.33	Μετρήσεις Κυψελών Πίεσης (Pressure cells) και παρουσίαση αποτελεσμάτων	ΥΔΡ-7113	Ν.ΥΔΡ 6.12.1.1	τεμ			300,00		300,00	2,24	672,00	
					Μ. Σύνολο ΟΜΑΔΑ Γ							903.876,38
							ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ (ΟΜΑΔΕΣ Α-Γ)					1.983.719,22 €

Συμπεράσματα

Η συγκεκριμένη εργασία έχει την πρωτοτυπία ότι αφορά μια υφιστάμενη λιθόκτιστη σήραγγα και όχι μια νέα κατασκευαζόμενη εξ αρχής, η οποία πρέπει να ανακατασκευασθεί – ενισχυθεί η μόνιμη επένδυση της και να διευρυνθεί η διατομή της έτσι ώστε να καλύπτει τις ισχύουσες προδιαγραφές του σιδηροδρομικού δικτύου της χώρας μας, για γραμμή ταχύτητας έως 120km/h.

Κατασκευαστικά έχει όλα τα τεχνικά χαρακτηριστικά μιας νέας σήραγγας, που αφορούν την επιλογή της ανάλογης μεθόδου εκσκαφής, τα μέτρα άμεσης υποστήριξης, τις ειδικές κατασκευαστικές λεπτομέρειες (τρόπος κατασκευής, απαιτήσεις στεγάνωσης της σήραγγας κλπ.), τα γεωλογικά χαρακτηριστικά τα οποία προκύπτουν από την γεωλογική έρευνα που πραγματοποιήθηκε, έτσι ώστε αξιολογηθούν τα αποτελέσματα και να πραγματοποιηθεί ο γεωτεχνικός σχεδιασμός και να προκύψουν όλα τα παραπάνω, σύμφωνα πάντα με τις Ελληνικές Τεχνικές Προδιαγραφές-ΕΤΕΠ και συγκεκριμένα την Γενική Προδιαγραφή Σηράγγων (Γ.Π.Σ.). Επιπρόσθετα λόγω της ιδιαιτερότητας της διέλευσης συρμών του ΟΣΕ παράλληλα με τις εργασίες ανακατασκευής της σήραγγας, απαιτείται η ενόργανη παρακολούθηση καθ' όλο το μήκος των εργασιών για τη διασφάλιση της κυκλοφορίας, μετά από την ολοκλήρωση κάθε βήματος προχώρησης της υπόγειας διάνοιξης της σήραγγας, ώστε σε περίπτωση που υπάρξουν παραμορφώσεις του κελύφους της σήραγγας να παρατηρηθούν εγκαίρως και να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα.

Εν κατακλείδι, οι γνώσεις και οι εμπειρίες που αποκόμισα από την εκπόνηση της συγκεκριμένης εργασίας, λόγω της πρωτοτυπίας της, καθώς και από την συνολική έρευνα για την ολοκλήρωσή της, είναι εξαιρετικά εφόδια για την επαγγελματική μου εξέλιξη καθώς απέκτησα γνώσεις σχετικά με την μελέτη, την κατασκευή και την οικονομική διαχείριση ενός τέτοιου έργου, οπότε μελλοντικά θα μου είναι ευκολότερο να διαχειριστώ ένα αντίστοιχο ή παρόμοιο έργο, καθώς και για την απόκτηση και την ανάπτυξη γνώσεων, δεξιοτήτων και ικανοτήτων για την εξέλιξη μου προσωπικά, στα πλαίσια της δια βίου μάθησης.

Βιβλιογραφία

- Καββαδάς, Μ. 2005. Σημειώσεις Σχεδιασμού Υπόγειων Έργων. Εκδόσεις Ε.Μ.Π.
- Γ. Μπελόκας, 2012. Βραχομηχανική και Σήραγγες. Εκδόσεις Τει Αθήνας. 2η έκδοση.
- Εξαδάκτυλος Γ., Σταυροπούλου Μ., 2006. Κατασκευή και Μηχανική των Σηράγγων και των Υπογείων Έργων. Πανεπιστημιακές παραδόσεις, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά.
- Κ.Λουπασάκης, Δ. Ρόζος, Γεωτεχνική Μηχανική, Πανεπιστημιακές παραδόσεις, ΕΜΠ.
- Γ. Συριόπουλος, 2007. Ανάλυση σηράγγων – εμπειρικές, αναλυτικές και αριθμητικές μέθοδοι, Διπλωματική εργασία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Α. Παπαευαγγέλου, 2009. Μεθοδολογία διαμόρφωσης σηράγγων, συρμών υψηλών ταχυτήτων, προδιαγραφές, κατασκευαστικά στοιχεία, περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις, Διπλωματική εργασία, ΤΕΙ Πειραιά.
- Ελληνικές Τεχνικές Προδιαγραφές-ΕΤΕΠ (ΦΕΚ Β' 2221/2012), Γενική Προδιαγραφή Σηράγγων (Γ.Π.Σ.).
- Έργα ΟΣΕ, 2009. Μελέτη ανακατασκευής σήραγγας ανόδου Αγ. Στεφάνου Αττικής.
- <https://www.ametro.gr/> , ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε.