

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

ΤΕΧΝΙΚΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ-ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΤΗΣ
ΝΕΑΣ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΤΟΥ Ο.Σ.Ε. ΣΤΗΝ
ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΑΙΓΙΟΥ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:

ΔΑΒΡΑΖΟΣ

ΚΩΝ/ΝΟΣ

ΔΙΑΜΑΝΤΗΣ

ΣΤΑΜΑΤΗΣ

ΚΑΡΑΒΑΤΑΣ

ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

κ. ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΠΟΥΛΟΣ ΣΤΑΥΡΟΣ

ΠΑΤΡΑ ΙΟΥΝΙΟΣ 2008

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ:

1.ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΓΕΝΙΚΑ - ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΕΡΓΟΥ σελ.1-3

2.ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΕΡΓΟΥ σελ.4-7

3.ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΡΓΟΥ

3.1 Γενική Περιγραφή σελ.8-15

3.2 Τυπική Διατομή Ν.Σ.Γ. Ανοικτού Ορύγματος σελ.15

3.3 Υδραυλικά Έργα σελ. 16-17

3.4 Περιβαλλοντικοί Όροι σελ. 17

3.5 Γεωλογική Δομή της Περιοχής του Δημοπρατούμενου Έργου σελ.18-19

3.6 Υδρογεωλογικές Συνθήκες σελ.19

3.7 Σεισμική Επικινδυνότητα σελ.19

3.8 Χωματουργικές Εργασίες σελ.20

4.ΚΕΦΑΛΑΙΟ

4.1 ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΕΡΓΩΝ σελ.21-25

Η μέθοδος ανοικτού ορύγματος (CUT and COVER)

Η μέθοδος κλειστής διανοίξης

4.2 ΥΠΟΓΕΙΑ ΕΡΓΑ ΣΕ ΒΡΑΧΩΔΕΙΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥΣ. ΜΕΘΟΔΟΣ NATM

σελ.26-31

5.ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΣΗΡΑΓΓΑ ΑΙΓΙΟΥ (Χ.Θ. 85+728,57 – 89+246,40)

5.1 Τοπική Διατομή της Σήραγγας σελ.32-34

5.2 Cover & Cut (Χ.Θ. 85+728,57 – Χ.Θ. 85+833,73) σελ.34-37

5.3 Ανατολικό Cut & Cover (Χ.Θ. 85+833,73 – Χ.Θ. 85+953,73) σελ.37-41

5.4 Διάνοιξη και Υποστήριξη Υπογείου Έργου (Χ.Θ. 85+953,73 – 89+205,73)
σελ.42-46

5.5 Διάνοιξη και Υποστήριξη Υπογείου Έργου Στοών Διαφυγής σελ.47-50

5.6 Προγραμματισμός Κατασκευής Της Σήραγγα–Χρονοδιάγραμμα σελ.50-53

5.7 Μέτωπα Προσβολής Υπογείου Έργου Σήραγγας σελ.53-59

5.8 Γεωτεχνική Παρακολούθηση σελ.59-61

5.9 Μόνιμη Επένδυση σελ.61-63

5.10 Δυτικό Cut & Cover (Χ.Θ. 89+205,73 – Χ.Θ. 89+246,40) σελ.63-71

5.11 Η/Μ Εγκαταστάσεις Σήραγγας σελ.72-75

6.ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ σελ.76-94

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ σελ.95

1.ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΓΕΝΙΚΑ - ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΕΡΓΟΥ

Το παρόν Έργο εντάσσεται στο τμήμα χάραξης από Χ.Θ. 75+000 έως Χ.Θ. 90+000 της Ν.Σ.Γ. Κορίνθου - Πατρών, το οποίο τμήμα αρχίζει στην περιοχή δυτικά του σταθμού του Διακόπτου και καταλήγει δυτικά της πόλης του Αιγίου. Ο προσανατολισμός της χάραξης είναι γενικά στον άξονα ανατολή-δύση και η χιλιομέτρηση αρχίζει από το Διακοπτό (αφετηρία 75+000) και αυξάνει κατά την φορά προς Πάτρα. Η μελέτη χάραξης προβλέπει την βελτίωση της υφιστάμενης σιδηροδρομικής γραμμής σε ορισμένα τμήματα αλλά και νέα χάραξη σε άλλα τμήματα.

Γενικά η χάραξη κινείται σε πεδινές περιοχές, που χαρακτηρίζονται από ήπιες κλίσεις εδάφους, με εξαίρεση την περιοχή μετά τον νέο σιδηροδρομικό σταθμό του Αιγίου, όπου κατασκευάζεται η σήραγγα του Αιγίου. Η χάραξη συναντά τέσσερα (4) σημαντικά ποτάμια: τον Βουραϊκό, τον Κερυνίτη, τον Σελινούντα και το Μεγανείτη. Μετά το νέο σιδηροδρομικό σταθμό του Αιγίου, η χάραξη διέρχεται κάτω από την Παλαιά Ε.Ο. (Π.Ε.Ο.) Κορίνθου-Πατρών, με σήραγγα (κατασκευή τεχνικού Cover & cut.) και κάτω από την νέα Ε.Ο. Κορίνθου-Πατρών (στα νοτιοδυτικά της πόλης του Αιγίου) με έργο υπόγειας διάνοιξης (σήραγγα).

Το παρόν Έργο αφορά την κατασκευή της υποδομής στο υπόμνημα από Χ.Θ. 85+728,57 έως Χ.Θ. 89+246,40 με την κατασκευή της σιδηροδρομικής σήραγγας του Αιγίου, συνολικού μήκους 3518 m περίπου, των τριών στοών διαφυγής αυτής, ενός μικρού αριθμού τεχνικών στις περιοχές εισόδου και εξόδου της σήραγγας και των στοών διαφυγής, την κατασκευή τμήματος της υποδομής της ανοικτής σιδηροδρομικής γραμμής, επί μήκους 190 m περίπου, από την αρχή της εργολαβίας μέχρι το στόμιο εισόδου της σήραγγας Αιγίου, καθώς επίσης και την κατασκευή παράπλευρου οδικού δικτύου, εξυπηρέτησης της σιδηροδρομικής γραμμής και αποκατάστασης της κυκλοφορίας.

Η σήραγγα του Αιγίου διέρχεται από την ευρύτερη περιοχή της πόλης του Αιγίου, ειδικότερα, το υπόγειο τμήμα της χάραξη της νέας σιδηροδρομικής γραμμής διέρχεται αρχικά κάτω από την κατοικημένη περιοχή «Κουλούρα», συνεχίζει κάτω από το νότιο άκρο της πόλης του Αιγίου, καταλήγοντας στην περιοχή του εργοστασίου «Κουνινιώτης». Ειδικότερα στο αντικείμενο του παρόντος έργου περιλαμβάνονται:

- Η κατασκευή σήραγγας διπλής σιδηροδρομικής γραμμής με υπόγεια διάνοιξη, μήκους 3252 m από Χ.Θ. 85+953,73 έως Χ.Θ.89+205,73.
- Η κατασκευή τριών στοών διαφυγής, ανά 1000m περίπου μήκους της κύριας σήραγγας, των Σ.Δ.1 μήκους 140,00 m, Σ.Δ.2 μήκους 434,78 m και Σ.Δ.3 μήκους 223,21m, στις Χ.Θ. 86+747,70, Χ.Θ.87+763,58 και Χ.Θ. 88+686,61 (Χ.Θ. της Σήραγγας Αιγίου),καθώς και η κατασκευή των οδών πρόσβασης σ'αυτές μήκους 73,32 m, 14,02 m και 17,37 m αντίστοιχα.
- Η κατασκευή του τεχνικού διπλής σιδηροδρομικής γραμμής με τη μέθοδο της κάλυψης και εκσκαφής (Cut & cover),μήκους 105.16 m, από Χ.Θ.85+728,57 έως Χ.Θ. 85+833,73 και του τεχνικού διπλής σιδηροδρομικής γραμμής με τη μέθοδο της εκσκαφής και επανεπίχωσης (Cut & cover), μήκους 120,00 m,από Χ.Θ. 85+833,73 έως Χ.Θ.85+953,73 στην είσοδο της σήραγγας.
- Η κατασκευή του τεχνικού διπλής σιδηροδρομικής γραμμής μετη μέθοδο της εκσκαφής και επανεπίχωσης (Cut & cover), μήκους 40,67 m, από Χ.Θ. 89+205,73 έως Χ.Θ. 89+246,40 στην έξοδοτης σήραγγας.
- Η κατασκευή δύο πασσαλότοιχων μόνιμης αντιστήριξης των κατακόρυφων πρανών του ορύγματος μετά το νέο σιδηροδρομικό σταθμό του Αιγίου, ο προς τα δεξιά πασσαλότοιχος (ως προς τη φορά χιλιομέτρησης), μήκους190,35 m, από Χ.Θ. 85+538,22 έως Χ.Θ. 85+728,57 και ο προς τα αριστερά πασσαλότοιχος (ως προς τη φορά χιλιομέτρησης),μήκους 89,50 m , από Χ.Θ. 85+667,55 έως Χ.Θ.85+738,15.
- Η κατασκευή των παράπλευρων ΟΔΩΝ 1 και 2 (δεξιά και αριστερά αντίστοιχα του ορύγματος ως προς τη φορά χιλιομέτρησης), μήκους 858,06 m και 504,44 m αντίστοιχα.
- Η κατασκευή τεχνικού Άνω Διάβασης (ΤΟ3), μήκους 32 m στην Χ.Θ. 85+667,31 και η κατασκευή της ΟΔΟΥ 3 και της ΟΔΟΥ 3B, μήκους 389,90 m και 141,68 m αντίστοιχα, για την αποκατάσταση της κυκλοφορίας στις περιοχές, εκατέρωθεν του ορύγματος της Ν.Σ.Γ., μετά το νέο σιδηροδρομικό σταθμό του Αιγίου.

- Η κατασκευή ενός πασσαλότοιχου μήκους 88,20 m, για την μόνιμη αντιστήριξη του πρανούς ανάντη του δυτικού κτιρίου Η/Μ, η κατασκευή οδού πρόσβασης προς το κτίριο Η/Μ εγκαταστάσεων, μήκους 96 m περίπου και η κατασκευή της ΟΔΟΥ 3Α , μήκους 471,79 m, από υφιστάμενη οδό προς το δυτικό μέτωπο της σήραγγας Αιγίου.

2.ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΕΡΓΟΥ

Στο παρόν έργο συνοπτικά και ανά περιοχή αυτού περιλαμβάνονται:

- Στο τμήμα από Χ.Θ. 85+538,22 (Αρχή Έργου) έως Χ.Θ. 85+728,57 (Τέλος ανοικτού Έργου)

1. Η κατασκευή δύο (2) πασσαλότοιχων μόνιμης αντιστήριξης των εκατέρωθεν κατακόρυφων πρανών του ορύγματος της Ν.Σ.Γ., που διανοίγεται στα όρια της υπό ένταξη στο πολεοδομικό σχέδιο περιοχής μετά το νέο σιδηροδρομικό σταθμό του Αιγίου. Ειδικότερα ο προς τα δεξιά πασσαλότοιχος (ως προς τη φορά χλιομέτρησης) προβλέπεται να κατασκευασθεί στο τμήμα από την Χ.Θ. 85 + 538,22 έως την Χ.Θ. 85 + 728,57 (αρχή του τεχνικού Cover & Cut) επί μήκους 190,35m, ενώ ο προς τα αριστερά πασσαλότοιχος στο τμήμα από την Χ.Θ. 85 + 667,55 έως την Χ.Θ. 85 + 738,15 (κτίριο Η/Μ ανατολικού στομίου σήραγγας) επί μήκους 89,50m.

2. Η κατασκευή δύο (2) παράπλευρων οδών (Οδός 1 και 2, δεξιά και αριστερά αντίστοιχα του ορύγματος ως προς τη φορά χλιομέτρησης), μήκους 858,06m και 504,44m αντίστοιχα, καθώς επίσης και η διαμόρφωση εργοταξιακού χώρου, στο τέλος της Οδού 2, στη θέση του προβλεπόμενου χώρου συγκέντρωσης.

3. Η κατασκευή τεχνικού Άνω Διάβασης (ΤΟ3), μήκους 32m στην Χ.Θ. 85+667,31 και η κατασκευή των οδών 3 και 3B, μήκους 389,90m και 141,68m αντίστοιχα, για την αποκατάσταση της κυκλοφορίας μεταξύ των περιοχών εκατέρωθεν του ορύγματος της Ν.Σ.Γ., μετά το νέο σιδηροδρομικό σταθμό του Αιγίου.

- Στη περιοχή από Χ.Θ. 85+728,57 έως Χ.Θ. 85+953,73 (Ανατολικό Μέτωπο Σήραγγας)

1. Η κατασκευή τεχνικού διπλής σιδηροδρομικής γραμμής με τη μέθοδο της κάλυψης και εκσκαφής (Cover & Cut) στο τμήμα από την Χ.Θ. 85 + 728,57 έως την Χ.Θ. 85 + 833,73 (αρχή τεχνικού Cut & Cover), μήκους 105,16m, για την διέλευση της Ν.Σ.Γ. υπογείως της Π.Ε.Ο. Αθηνών – Πατρών, προκειμένου να μην διαταραχθεί η λειτουργία της οδού, κατά τη φάση κατασκευής της Ν.Σ.Γ.

2. Η κατασκευή τεχνικού διπλής σιδηροδρομικής γραμμής (Ανατολικό Cut & Cover) με τη μέθοδο εκσκαφής και επανεπίχωσης (Cut & Cover) στο τμήμα από την Χ.Θ. 85 + 833,73 έως την Χ.Θ. 85 + 953,73 (Ανατολικό Μέτωπο Σήραγγας) μήκους 120,00m.

• Στη περιοχή από Χ.Θ. 85+953,73 (Ανατολικό Μέτωπο Σήραγγας) έως Χ.Θ. 89+205,73 (Δυτικό Μέτωπο Σήραγγας)

1. Η κατασκευή της σήραγγας διπλής σιδηροδρομικής γραμμής με υπόγεια διάνοιξη στο τμήμα από την Χ.Θ. 85+953,73 έως την Χ.Θ. 89+205,73, μήκους 3252m.

2. Η κατασκευή τριών (3) στοών διαφυγής, ανά 1000m περίπου μήκους της σήραγγας, των Σ.Δ.1 μήκους υπογείου τμήματος 140,00m, Σ.Δ.2 μήκους υπογείου τμήματος 434,78m και Σ.Δ.3 μήκους υπογείου τμήματος 223,21m, οι οποίες συνδέονται με την κύρια σήραγγα στις Χ.Θ. 86+747,70, Χ.Θ. 87+763,58 και Χ.Θ. 88+686,61 αντίστοιχα. Επίσης επί πλέον θα κατασκευασθούν οι οδοί πρόσβασης προς τα μέτωπα των στοών διαφυγής, μήκους 73,32m, 14,02m και 17,37m αντίστοιχα.

• Στη περιοχή από Χ.Θ. 89+205,73 έως Χ.Θ. 89+246,40 (Τέλος Έργου)

Η κατασκευή τεχνικού διπλής σιδηροδρομικής γραμμής (Δυτικό Cut & Cover) με τη μέθοδο εκσκαφής και επανεπίχωσης (Cut & Cover) στο τμήμα από

την Χ.Θ. 89 + 205,73 (Δυτικό Μέτωπο Σήραγγας) έως την Χ.Θ. 89 + 246,40, μήκους 40,67m.

- Στη περιοχή από Χ.Θ. 0+00 έως Χ.Θ. 0+86,00 της Οδού πρόσβασης στο δυτικό στόμιο

1. Η κατασκευή της ΟΔΟΥ 3Α, μήκους 471,79m, από υφιστάμενη οδό προς το δυτικό στόμιο της σήραγγας Αιγίου και η κατασκευή της Οδού πρόσβασης προς το δυτικό κτίριο Η/Μ εγκαταστάσεων, από την Οδό 3Α, μήκους 96m περίπου.

2. Η κατασκευή ενός (1) πασσαλότοιχου μόνιμης αντιστήριξης του πρανούς ανάντη του δυτικού κτιρίου Η/Μ και του προβλεπόμενου χώρου συγκέντρωσης, μήκους 88.20m, καθώς και η διαμόρφωση εργοταξιακού χώρου στον προβλεπόμενο χώρο συγκέντρωσης.

Διάκριση εργασιών για την κατασκευή του δημοπρατούμενου έργου:

- Εργασίες για τη Ν.Σ.Γ, ήτοι:

1. Τα χωματουργικά έργα για την κατασκευή της υποδομής της Ν.Σ.Γ. μέχρι του σταδίου κατασκευής της στρώσης διαμόρφωσης χωματουργικών και υποστρώματος επιδομής.

2. Τα έργα υπόγειας διάνοιξης, προσωρινής υποστήριξης και μόνιμης επένδυσης της κύριας σήραγγας, των τριών στοών διαφυγής, καθώς και των σχετικών με αυτές τεχνικών έργων εισόδου και εξόδου.

3. Τις πρόδρομες εργασίες των Ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων της σήραγγας

Επισημαίνεται ότι οι εργασίες για την κατασκευή της υποδομής της Ν.Σ.Γ. με την παρούσα εργολαβία θα φθάσουν μέχρι και την στρώση διαμόρφωσης χωματουργικών και υποστρώματος επιδομής. Οι υπολειπόμενες εργασίες για την ολοκλήρωση αυτής, ήτοι στρώση επιδομής και ολοκλήρωση

των Η/Μ εγκαταστάσεων της σήραγγας, θα εκτελεσθούν στα πλαίσια άλλης σύμβασης.

- Εργασίες για τα Οδικά Έργα, ήτοι:

Οι αναγκαίες εργασίες για την ολοκλήρωση των έργων και απόδοση αυτών στην κυκλοφορία, χωματουργικά έργα, τοίχοι αντιστήριξης, έργα αποχέτευσης όμβριων (οχετοί, τάφροι, κλπ.), λοιπά τεχνικά έργα, οδοστρωσία, ασφαλτικά, προσωρινά και οριστικά έργα σήμανσης (οριζόντιας και κατακόρυφης), έργα ασφάλισης και προσωρινές παραλλαγές οδών (Π.Ε.Ο. Αθηνών – Πατρών), που γίνονται λόγω των έργων της Ν.Σ.Γ. κλπ.

- Τα υδραυλικά έργα και τις παραλλαγές δικτύων, ήτοι:

Τα έργα αποχέτευσης-αποστράγγισης της Ν.Σ.Γ. και του παράπλευρου οδικού δικτύου καθώς και τη παραλλαγή των υφιστάμενων δικτύων Ο.Κ.Ω.

3.ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΡΓΟΥ

3.1 Γενική Περιγραφή

Το δημοπρατούμενο υποτιμήμα της Ν.Σ.Γ. εκκινεί από την έξοδο του νέου σιδηροδρομικού σταθμού του Αιγίου και περατούται στην έξοδο της σήραγγας του Αιγίου. Η αρχή του δημοπρατούμενου έργου της Ν.Σ.Γ. έχει ορισθεί στη Χ.Θ. 85+538,22 και το τέλος του στη Χ.Θ. 89+246,40 και έχει συνολικό μήκος 3708,18m.

Στο εν λόγω υποτιμήμα ο άξονας της Ν.Σ.Γ. ακολουθεί οριζοντιογραφικά κατ' αρχήν την ευθυγραμμία μέχρι την Χ.Θ. 86+586 περίπου, στην συνέχεια ακολουθεί αριστερή (ως προς την φορά χιλιομέτρησης) καμπύλη, ακτίνας $R=1500m$, μέχρι την Χ.Θ. 87+963 και στη συνέχεια ευθυγραμμίζεται σ' όλο το υπόλοιπο τμήμα μέχρι το τέλος της σήραγγας. Δηλαδή όπως προκύπτει η κύρια σήραγγα έχει καμπύλη χάραξη.

Όσον αφορά δε την υψομετρική διάταξη ο άξονας της Ν.Σ.Γ. παρουσιάζει, σύμφωνα με την οριστική μελέτη χάραξης, αρχικά ανωφερική διαμήκη κλίση 0,53‰, μέχρι την Χ.Θ. 85+930,00, στη συνέχεια ανωφερική κλίση 6,4‰, μέχρι τη Χ.Θ. 87+760,07 και στη συνέχεια κατηφορική κλίση 3,6‰, μέχρι το τέλος της σήραγγας Αιγίου (Τέλος Έργου).

Μεταξύ των Χ.Θ. 85+538,22 και Χ.Θ. 85+728,57 η Ν.Σ.Γ. κατασκευάζεται σε ανοικτό όρυγμα. Στο τμήμα αυτό προβλέπεται επίσης η κατασκευή τεσσάρων (4) παράπλευρων οδών (Οδοί 1, 2, 3 και 3B), καθώς και η κατασκευή του τεχνικού Άνω Διάβαση (ΤΟ3) στη Χ.Θ. 85+667,31, για τη σύνδεση των περιοχών εκατέρωθεν του ορύγματος, που αποκόπονται λόγω της κατασκευής της Ν.Σ.Γ., δια μέσου της Οδού 3.

Στη Χ.Θ. 85+728,57 η Ν.Σ.Γ. εισέρχεται στη σήραγγα του Αιγίου, η οποία είναι διπλής κατεύθυνσης, ήτοι συνίσταται από ένα κλάδο.

Το ανατολικό τμήμα της σήραγγας Αιγίου, από την Χ.Θ. 85 + 728,57 μέχρι την αρχή του υπογείου έργου στην Χ.Θ. 85 + 953,73, προβλέπεται να

κατασκευασθεί, λόγω χαμηλού ύψους υπερκειμένων, κατ' αρχήν με την τεχνική της κάλυψης και εκσκαφής (Cover & Cut), προκειμένου να διέλθει την Π.Ε.Ο. Αθηνών – Πατρών και στη συνέχεια με την τεχνική της ανοικτής εκσκαφής με επανεπίκωση (Cut & Cover).

Πέραν της Χ.Θ. 85+953,73 η χάραξη της σήραγγας διέρχεται κάτω από κτίσματα, οπότε η μέθοδος της υπόγειας διάνοιξης καθίσταται υποχρεωτική.

Αναλυτικότερα, η σήραγγα του Αιγίου αποτελείται από το τεχνικό Cover & Cut, το ανατολικό Cut & Cover, το υπόγειο τμήμα και το δυτικό Cut & Cover. Οι χαρακτηριστικές Χ.Θ. του δημοπρατούμενου έργου δίδονται στον ακόλουθο πίνακα.

ΤΜΗΜΑ	Χ.Θ.		ΜΗΚΟΣ (m)	ΚΥΡΙΑ ΤΕΧΝΙΚΑ
	ΑΠΟ	ΕΩΣ		
ΑΝΟΙΚΤΟ ΟΡΥΓΜΑ	85+538,22	85+728,57	190,35	Πασσαλότοιχοι μόνιμης αντιστήριξης ορυγμάτων, τεχνικό Ανω Διάβασης (ΤΟ3) Οδού 3
ΣΗΡΑΓΓΑ ΑΙΓΙΟΥ	85+728,57	85+833,73	105,16	Τεχνικό Cover & Cut
	85+833,73	85+953,73	120,00	Τεχνικό ανατολικού Cut & Cover
	85+953,73	89+205,73	3252,00	Υπόγειο τμήμα Σήραγγας, Στοές Διαφυγής
	85+205,73	85+246,40	40,67	Τεχνικό δυτικού Cut & Cover

Η Ν.Σ.Γ. διαμορφώνεται σε ανοικτό όρυγμα αμέσως μετά το νέο σιδηροδρομικό σταθμό του Αιγίου, που εκτείνεται μέχρι την είσοδο του Cover & Cut της σήραγγας Αιγίου. Τα πρανή του ορύγματος θα διαμορφωθούν ως επί το πλείστον κατακόρυφα λόγω της οικιστικής ανάπτυξης της περιοχής (αστική περιοχή με σημαντική αξία γης) με συνέπεια να απαιτείται μόνιμη αντιστήριξη αυτών. Στη διαμόρφωση του διαδρόμου του ανοικτού ορύγματος της Ν.Σ.Γ. έχει

ληφθεί ως είναι φυσικό υπόψη και ο υπάρχων σχεδιασμός του υφιστάμενου τοπικού οδικού δικτύου.

Ειδικότερα το προς τα δεξιά πρανές (ως προς τη φορά χιλιομέτρησης) του ορύγματος διαμορφώνεται κατακόρυφο και αντιστηρίζεται μόνιμα με πασσάλους σε όλο το μήκος του. Παραπλεύρως του δεξιού τοίχου αντιστήριξης προβλέπεται η κατασκευή της Οδού 1, η οποία κινείται σχεδόν παράλληλα με τον άξονα της Ν.Σ.Γ.

Το προς τα αριστερά πρανές (ως προς τη φορά χιλιομέτρησης) του ορύγματος διαμορφώνεται αρχικά με κλίση 1:1 μέχρι τη Χ.Θ. 85+667,55 και στη συνέχεια, μετά το τεχνικό της Άνω Διάβασης της Οδού 3, διαμορφώνεται κατακόρυφο, αντιστηριζόμενο με μόνιμο πασσαλότοιχο. Μεταξύ του αριστερού πρανούς του ορύγματος και της ζώνης κατάληψης της επιδομής της Ν.Σ.Γ. κατασκευάζεται τμήμα της Οδού 2, το οποίο αναπτύσσεται παράλληλα με τη χάραξη της Ν.Σ.Γ. και καταλήγει στο ανατολικό κτίριο Η/Μ εγκαταστάσεων. Το τμήμα του πρανούς κατόπιν του ανωτέρου τμήματος της Οδού 2 έχει μέγιστο ύψος 3,5m και θα διαμορφωθεί με κλίση 2:3 (υ:β).

Συγκεκριμένα, η διαμόρφωση κατακόρυφων αντιστηριζόμενων πρανών έχει σχεδιασθεί για τη δεξιά πλευρά του ορύγματος από τη Χ.Θ. 85+538,32 έως τη Χ.Θ. 85+728,57 και για την αριστερή πλευρά από τη Χ.Θ. 85+667,55 έως τη Χ.Θ. 85+738,15.

Μετά το ανοικτό όρυγμα, από τη Χ.Θ. 85+728,57 έως τη Χ.Θ. 85+833,73, κατασκευάζεται τεχνικό Cover & Cut, ορθογωνικής διατομής, προκειμένου η Ν.Σ.Γ. να διέλθει υπογείως της Π.Ε.Ο. Αθηνών - Πατρών. Η επιλογή ορθογωνικής διατομής μειωμένου ύψους έγινε λόγω του περιορισμένου ύψους υπερκειμένων στη θέση διέλευσης της Π.Ε.Ο. Η κατασκευή του τεχνικού Cover & Cut με την μέθοδο της κάλυψης και εκσκαφής επιλέχθηκε προκειμένου να εξασφαλισθεί η απρόσκοπτη λειτουργία της Π.Ε.Ο. κατά τη φάση κατασκευής του τεχνικού.

Στη Χ.Θ. 85+728,57 διαμορφώνεται το ανατολικό στόμιο (είσοδος) της σήραγγας Αιγίου. Παραπλεύρως της εισόδου της σήραγγας προβλέπεται η κατασκευή του ανατολικού κτιρίου εξυπηρέτησης των Η/Μ εγκαταστάσεων (στα πλαίσια μελλοντικής σύμβασης) και η διαμόρφωση χώρου συγκέντρωσης, έκτασης 264m². Ο χώρος συγκέντρωσης διαμορφώνεται σε μέσο υψόμετρο +29,36m, το οποίο αντιστοιχεί στο υψόμετρο ερυθράς σιδηροτροχιάς της Ν.Σ.Γ στη θέση εισόδου της σήραγγας. Η πρόσβαση προς το ανατολικό κτίριο Η/Μ εγκαταστάσεων και το χώρο συγκέντρωσης εξυπηρετείται μέσω της παράπλευρης Οδού 2. Το όρυγμα πίσω από το κτίριο Η/Μ και το χώρο συγκέντρωσης αντιστηρίζεται μόνιμα με πασσαλότοιχο. Ο εν λόγω πασσαλότοιχος κατασκευάζεται σε συνέχεια με αυτόν του αριστερού πρανούς του ανοικτού ορύγματος.

Από τη Χ.Θ. 85+833,73 έως τη Χ.Θ. 85+953,73, επί μήκους 120m, κατασκευάζεται το ανατολικό Cut & Cover πεταλοειδούς διατομής. Για την κατασκευή του ανατολικού Cut & Cover διαμορφώνονται κατακόρυφα προσωρινά πρανή εκατέρωθεν του άξονα της Ν.Σ.Γ, τα οποία αντιστηρίζονται από πασσαλότοιχους. Το μέγιστο ύψος πρανών του προσωρινού ορύγματος είναι περίπου 17m.

Το υπόγειο τμήμα της σήραγγας του Αιγίου κατασκευάζεται μεταξύ των Χ.Θ. 85+953,73 και Χ.Θ. 89+205,73. Η σήραγγα έχει πεταλοειδή διατομή. Το μήκος του υπόγειου τμήματος είναι 3252m και το μέγιστο υπερκείμενο άνωθεν της στέψης της σήραγγας είναι 65m περίπου και καταγράφεται στη Χ.Θ. 88+217,29.

Από τη Χ.Θ. 89+205,73 έως τη Χ.Θ. 89+246,40 κατασκευάζεται το δυτικό Cut & Cover, πεταλοειδούς διατομής και μήκους 40,67m. Το δυτικό Cut & Cover κατασκευάζεται σε περιοχή με απόκρημνο ανάγλυφο, το οποίο τέμνει λοξά τον άξονα της Ν.Σ.Γ. Με σκοπό τη μείωση του όγκου των εκσκαφών προβλέπεται η κατασκευή πασσαλότοιχου από τη πλευρά του ορεινού όγκου για την αντιστήριξη του προσωρινού ορύγματος.

Στη περιοχή του στομίου εξόδου της σήραγγας (Χ.Θ. 89+246,40) προβλέπεται η κατασκευή του δυτικού κτιρίου εξυπηρέτησης των Η/Μ εγκαταστάσεων (στα πλαίσια άλλης σύμβασης), καθώς και η διαμόρφωση χώρου συγκέντρωσης με έκταση 150m² περίπου σε μέση στάθμη +40,00. Το διαμορφούμενο όρυγμα στο χώρο συγκέντρωσης και πίσω από το δυτικό κτίριο Η/Μ αντιστηρίζεται μόνιμα με πασσαλότοιχο. Ο σχεδιασμός προβλέπει την κατασκευή της ΟΔΟΥ 3Α, μήκους 471,79m, από υφιστάμενη οδό σε οδό πρόσβασης προς το δυτικό στόμιο της σήραγγας Αιγίου, καθώς και την κατασκευή της Οδού πρόσβασης προς το δυτικό κτίριο Η/Μ εγκαταστάσεων και προς το δυτικό χώρο συγκέντρωσης, από την ΟΔΟ 3Α, μήκους 98m περίπου.

Λόγω του μεγάλου μήκους της σήραγγας ο σχεδιασμός του έργου προβλέπει για λόγους ασφαλείας την κατασκευή τριών (3) στοών διαφυγής (Σ.Δ.1, Σ.Δ.2 και Σ.Δ.3) συνολικού μήκους 903m περίπου (συμπεριλαμβανομένων και των οδών πρόσβασης προς τις στοές), ανά 1000m περίπου μήκους της σήραγγας. Και οι τρεις στοές διαφυγής έχουν σχεδιασθεί να εξυπηρετούν κυκλοφορία οχημάτων και πεζών και διαθέτουν δύο λωρίδες κυκλοφορίας πλάτους 2.50m και δύο πεζοδρόμια πλάτους 1m, καθώς επίσης και χώρους αναστροφής και στάθμευσης. Στον ακόλουθο πίνακα δίδονται τα μήκη των στοών διαφυγής καθώς και οι Χ.Θ. συμβολής των στοών διαφυγής με τη σήραγγα.

ΣΤΟΑ ΔΙΑΦΥΓΗΣ	Χ.Θ.	ΜΗΚΟΣ ΣΤΟΑΣ (m)	ΜΗΚΟΣ ΟΔΟΥ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ (m)
	ΣΥΜΒΟΛΗΣ ΣΗΡΑΓΓΑΣ ΜΕ ΣΤΟΑ ΔΙΑΦΥΓΗΣ		ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΠΡΟΣ ΣΤΟΑ ΔΙΑΦΥΓΗΣ (m)	
ΣΔ1	86+747,70	140,00	73,32	213,32
ΣΔ2	87+763,58	434,78	14,02	448,80

ΣΔ3	88+686,61	223,21	17,37	240,58
ΣΥΝΟΛΟ		797,99	104,71	902,70

Οι άξονες της Σ.Δ.1 και της κύριας σήραγγας συμβάλλουν στη Χ.Θ. 86+747,70 (Χ.Θ. της κύριας σήραγγας), σημείο στο οποίο αντιστοιχεί η αρχή της χλιομέτρησης της Σ.Δ.1 (Χ.Θ. Σ.Δ.1: 0+000). Ο άξονας της Σ.Δ. 1 αναπτύσσεται οριζοντιογραφικά, σύμφωνα με την χάραξη, σε καμπύλη μορφής S. Πιο συγκεκριμένα, κατ' αρχήν η Σ.Δ.1 αναπτύσσεται σε ευθυγραμμία, από τη Χ.Θ. 0+000 έως τη Χ.Θ. 0+042,55, στρέφεται δεξιά από τη Χ.Θ. 0+042,55 έως τη Χ.Θ. 0+110,00, με ακτίνα καμπυλότητας ίση με 40,00m, από τη Χ.Θ. 0+110,00 έως τη Χ.Θ. 0+139,30 η χάραξη αναπτύσσεται εκ νέου σε ευθυγραμμία, ενώ στη συνέχεια και μέχρι το τέλος της οδού πρόσβασης της Σ.Δ.1 (Χ.Θ. 0+213,32) σε καμπύλη, με ακτίνα καμπυλότητας 35,00m.

Υψομετρικά, η χάραξη είναι ανωφερική αρχικά με κλίση 2,9%, μέχρι τη Χ.Θ. 0+046,23 και στη συνέχεια 8,0%. Το μέγιστο υπερκείμενο άνωθεν της στέψης της στοάς καταγράφεται στη θέση συμβολής με τη κύρια σήραγγα και είναι 29m περίπου. Το τμήμα της στοάς από τη Χ.Θ. 0+000 (συμβολή με τη σήραγγα) μέχρι τη Χ.Θ. 0+120,00 προβλέπεται να κατασκευασθεί με υπόγεια διάνοιξη, ενώ το τμήμα από τη Χ.Θ. 0+120,00 έως τη Χ.Θ. 0+140,00 με τη μέθοδο της ανοικτής εκσκαφής και επανεπίχωσης (Cut & Cover). Στη Χ.Θ. 0+025,00 προβλέπεται η κατασκευή χώρου στάθμευσης και αναστροφής. Η σύνδεση της Σ.Δ.1 με το οδικό δίκτυο της πόλης του Αιγίου γίνεται στη Χ.Θ. 0+213,32 μέσω οδού πρόσβασης μήκους 73,32m, η οποία κατασκευάζεται σε ανοικτό όρυγμα.

Οι άξονες της Σ.Δ.2 και της κύριας σήραγγας συμβάλλουν στη Χ.Θ. 87+763,58 (Χ.Θ. της κύριας σήραγγας), σημείο στο οποίο αντιστοιχεί η αρχή της χλιομέτρησης της Σ.Δ.2 (Χ.Θ. Σ.Δ.2: 0+000). Ο άξονας της Σ.Δ. 2 αναπτύσσεται οριζοντιογραφικά, σύμφωνα με την χάραξη, με εναλλαγές ευθυγραμμίας–καμπύλης. Από τη Χ.Θ. 0+000 έως τη Χ.Θ. 0+099,62, η χάραξη

αναπτύσσεται σε ευθυγραμμία και αμέσως μετά στρέφεται προς τα δεξιά, με ακτίνα καμπυλότητας ίση με 40,00m, μέχρι τη Χ.Θ. 0+197,73. Από τη Χ.Θ. 0+197,73 έως τη Χ.Θ. 0+330,70, η χάραξη επανέρχεται σε ευθυγραμμία και από τη Χ.Θ. 0+330,70 έως τη Χ.Θ. 0+437,39 βρίσκεται σε αριστερόστροφη καμπύλη, με ακτίνα καμπυλότητας ίση με 35,00m. Στη συνέχεια και μέχρι το τέλος της οδού πρόσβασης της Σ.Δ.2 (Χ.Θ. 0+448,80), η χάραξη επανέρχεται σε ευθυγραμμία.

Υψομετρικά, η χάραξη είναι ανωφερική αρχικά με κλίση 3,0% μέχρι τη Χ.Θ. 0+044,92 και στη συνέχεια έχει ανωφερική κλίση 10,0%. Το μέγιστο υπερκείμενο άνωθεν της στέψης της στοάς καταγράφεται στη θέση συμβολής με τη κύρια σήραγγα και είναι 44m περίπου.

Στο τμήμα από Χ.Θ. 0+355,92 έως Χ.Θ. 0+375,80, η Σ.Δ.2 διέρχεται άνωθεν της κύριας σήραγγας Αιγίου. Στο εν λόγω τμήμα, το πάχος των υπερκειμένων μεταξύ της στέψης της κύριας σήραγγας και της στάθμης εκσκαφής του δαπέδου της στοάς διαφυγής κυμαίνεται από 26,04m έως 23,81m. Το τμήμα της Σ.Δ.2, από την Χ.Θ. 0+000 (συμβολή με τη σήραγγα) μέχρι την Χ.Θ. 0+434,78, προβλέπεται να κατασκευασθεί με υπόγεια διάνοιξη. Στην Χ.Θ. 0+25,00 προβλέπεται η κατασκευή χώρου στάθμευσης και αναστροφής. Η σύνδεση της Σ.Δ.2 με το οδικό δίκτυο της πόλης του Αιγίου γίνεται στη Χ.Θ. 0+448,80, μέσω οδού πρόσβασης μήκους 14,02m, η οποία κατασκευάζεται σε ανοικτό όρυγμα.

Οι άξονες της Σ.Δ.3 και της κύριας σήραγγας συμβάλουν στη Χ.Θ. 88+686,61 (Χ.Θ. της κύριας σήραγγας), σημείο στο οποίο αντιστοιχεί η αρχή της χιλιομέτρησης της Σ.Δ.3 (Χ.Θ. Σ.Δ.3: 0+000). Σύμφωνα με τη μελέτη χάραξης, η Σ.Δ. 3 αναπτύσσεται οριζοντιογραφικά σε ευθυγραμμία μέχρι τη Χ.Θ. 0+32,51. Στη Χ.Θ. 0+025,00 προβλέπεται η κατασκευή χώρου στάθμευσης και αναστροφής. Στο τμήμα μεταξύ Χ.Θ. 0+32,51 και Χ.Θ. 0+090,58, η χάραξη βρίσκεται σε ελαφρά στροφή, με ακτίνα καμπυλότητας ίση

με 200m. Από τη Χ.Θ. 0+090,58 έως το τέλος της Σ.Δ.3 (Χ.Θ. 0+240,58) η χάραξη βρίσκεται και πάλι σε ευθυγραμμία.

Υψομετρικά η Σ.Δ.3 είναι ανωφερική, αρχικά με κλίση 3,0%, μέχρι τη Χ.Θ. 0+046,93 και στη συνέχεια έχει ανωφερική κλίση 8,4%. Το μέγιστο υπερκείμενο, άνωθεν της στέψης της στοάς, καταγράφεται στη θέση συμβολής με τη σήραγγα και είναι 55m περίπου.

Στο τμήμα από Χ.Θ. 0+170,58 έως Χ.Θ. 0+210,58, η Σ.Δ. 3 διέρχεται κάτω από την Εθνική Οδό Αθηνών - Πατρών. Στο εν λόγω τμήμα, το πάχος των υπερκειμένων μεταξύ της στέψης της στοάς διαφυγής και του καταστρώματος της Εθνικής Οδού, κυμαίνεται από 8,50m έως 7,40m. Το τμήμα της Σ.Δ.3, από τη Χ.Θ. 0+000 μέχρι τη Χ.Θ. 0+223,21, προβλέπεται να κατασκευασθεί με υπόγεια διάνοιξη. Η σύνδεση της Σ.Δ.3 με τη Παλαιά Εθνική Οδό Αθηνών – Πατρών γίνεται στη Χ.Θ. 0+240,58, μέσω οδού πρόσβασης μήκους 17,37m, η οποία κατασκευάζεται σε ανοικτό όρυγμα.

3.2 Τυπική Διατομή Ν.Σ.Γ. Ανοικτού Ορύγματος

Η τυπική διατομή της Ν.Σ.Γ. αντιστοιχεί στη τυποποιημένη διατομή διπλής σιδηροδρομικής γραμμής σε ευθυγραμμία της ΕΡΓΑ ΟΣΕ Α.Ε. για ταχύτητες ≤ 160 km/h. Το εύρος κάθε σιδηροδρομικής γραμμής είναι 1,50m και η απόσταση μεταξύ των αξόνων των γραμμών είναι 4,50m. Το πλάτος του καταστρώματος της υποδομής είναι 13,00m.

Το πάχος του υποστρώματος επιδομής και τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν για αυτό, όπως επίσης οι κλίσεις των πρανών του ορύγματος της ανοικτής γραμμής παρουσιάζονται στα σχετικά σχέδια της μελέτης.

Εκατέρωθεν του άξονα, σε κατάλληλη απόσταση, προβλέπεται περίφραξη της γραμμής σε θέσεις, που θα υποδειχθούν από την Επίβλεψη του έργου.

3.3 Υδραυλικά Έργα

Στην περιοχή της εισόδου της σήραγγας προβλέπεται η κατασκευή αντιπλημμυρικών, αποχετευτικών και αποστραγγιστικών έργων για την προστασία του ανοικτού ορύγματος και αποκατάσταση των δικτύων ύδρευσης άρδευσης και αποχέτευσης, που διέρχονται από την Παλαιά Εθνική Οδό Αθηνών - Πατρών (Π.Ε.Ο.).

Για την αντιπλημμυρική προστασία του ανοικτού ορύγματος προβλέπεται η κατασκευή τάφρου οφρύος, ορθογωνικής διατομής κυμαινόμενου πλάτους (w) από 0,50m έως 1,50m και κυμαινόμενου βάθους (h) από 0,50m έως 1,00m, με αποδέκτη την τάφρο T11 στα ανάντη του Νέου Σιδηροδρομικού Σταθμού (Ν.Σ.Σ.) του Αιγίου.

Για την αποχέτευση των όμβριων του ανοικτού ορύγματος προβλέπεται η κατασκευή δύο ανοικτών τάφρων, ορθογωνικής διατομής πλάτους $W = 0,50m$, στις οριογραμμές του σιδηροδρομικού άξονα. Στη τάφρο της νότιας οριογραμμής αποχετεύονται, τόσο η απορροή του καταστρώματος όσο και τα πρηνή της οδού πρόσβασης στο χώρο των Η/Μ εγκαταστάσεων (Οδός 2). Οι τάφροι στην οριογραμμή συνεχίζουν μέχρι την περιοχή του Ν.Σ.Σ. του Αιγίου και εκβάλλουν στην αντιπλημμυρική τάφρο T11.

Τα δίκτυα αποστράγγισης της σήραγγας είναι εξαιρετικά ταπεινωμένα στην είσοδο και ως εκ τούτου επιβάλλεται η κατασκευή αντλιοστασίου για την απομάκρυνση των υδάτων αποστράγγισης. Το αντλιοστάσιο θα είναι υπόγειο με υγρό θάλαμο ορθογωνικής κάτοψης, στον οποίο θα τοποθετηθούν δύο υποβρύχιες αντλίες εκ των οποίων η μια θα είναι εφεδρική. Ο θάλαμος δικλείδων θα κατασκευασθεί σε επαφή με τον υγρό θάλαμο και ο καταθλιπτικός αγωγός θα εκβάλλει στην αποχετευτική τάφρο της νότιας οριογραμμής. Το αντλιοστάσιο θα ηλεκτροδοτείται από τον υποσταθμό της σήραγγας και θα συνδέεται και με το ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος (H/Z).

Η κατασκευή του τεχνικού Cover & Cut, στη περιοχή της Π.Ε.Ο., επιβάλλει την παραλλαγή του αποχετευτικού αγωγού ακαθάρτων, διαμέτρου $D = 0,50m$ και μήκους 100m περίπου, από τη διασταύρωση της οδού Αγίου Αθανασίου και τη διέλευση του μέσα από το φορέα της οροφής του τεχνικού. Η διέλευση του αγωγού μέσα από το φορέα προβλέπεται να γίνει με δίδυμο αγωγό, έτσι ώστε να είναι δυνατή η μελλοντική επέκταση του αποχετευτικού δικτύου στην ευρύτερη κατοικημένη περιοχή. Η οριζοντιογραφική χάραξη της παραλλαγής επιτρέπει, κατά την διάρκεια της κατασκευής, την ταυτόχρονη λειτουργία του υφιστάμενου αγωγού και την κυκλοφορία των οχημάτων και στις δύο κατευθύνσεις της Π.Ε.Ο.

Το υφιστάμενο κανάλι άρδευσης – αποχέτευσης όμβριων, στην ανατολική οριογραμμή της Π.Ε.Ο., θα αποκατασταθεί μετά την κατασκευή του τεχνικού Cover & Cut, με την ίδια διατομή και στην ίδια στάθμη, αφού η επικάλυψη του φορέα κρίνεται επαρκής.

Για την αποκατάσταση των υπαρχόντων αλλά και τη μελλοντική επέκταση ή και ενίσχυση του δικτύου ύδρευσης και των δικτύων Δ.Ε.Η., Ο.Τ.Ε. και φυσικού αερίου θα προβλεφθούν μούφες διέλευσης σωληνώσεων και καλωδίων στον φορέα της οροφής του τεχνικού Cover & Cut και στις δύο οριογραμμές της Π.Ε.Ο..

Στο στόμιο εξόδου της σήραγγας θα κατασκευασθούν έργα αποχέτευσης όμβριων για την προστασία, τόσο του μετώπου (τάφρος οφρύος) όσο και του ανοικτού ορύγματος της Ν.Σ.Γ.

3.4 Περιβαλλοντικοί Όροι

Υπάρχει πλήρης Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Μ.Π.Ε.) καθώς και εγκεκριμένοι περιβαλλοντικοί όροι (Κοινή Υπουργική Απόφαση Α.Π. 123301/17-2-2004), που επισυνάπτονται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ της Ειδικής Συγγραφής Υποχρεώσεων (Ε.Σ.Υ.) και που ο Ανάδοχος οφείλει να εφαρμόσει.

3.5 Γεωλογική Δομή της Περιοχής του Δημοπρατούμενου Έργου

Στην ευρύτερη περιοχή κυριαρχούν μετά αλπικοί σχηματισμοί, αποτελούμενοι από ιζήματα θαλάσσιας, λιμναίας ή χερσαίας φάσης που βρίσκονται πάντα ασύμφωνα πάνω στους υποκείμενους σχηματισμούς.

Η απόθεση των σχηματισμών αυτών έγινε κυρίως σε τεκτονικές τάφρους, που δημιουργήθηκαν από το ρηξιγενή τεκτονισμό των αλπικών οροσειρών.

Οι μετά αλπικοί σχηματισμοί διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: στους μολασσικούς και στους Νεογενείς - Τεταρτογενείς. Στην ευρύτερη περιοχή της μελέτης, οι διάφοροι λιθολογικοί τύποι που συναντώνται, ανήκουν στους Νεογενείς - Τεταρτογενείς σχηματισμούς.

Ο ελληνικός χώρος, κατά την περίοδο του Νεογενούς – Τεταρτογενούς, υπέστη διάφορες τεκτονικές φάσεις συμπίεσης και εφελκυσμού, με συνέπεια την πολλαπλή διάρρηξή του. Η διάρρηξη αυτή, στον εν λόγω χώρο, επέτρεψε την εισβολή της θάλασσας και την απόθεση των θαλάσσιων νεογενών τεταρτογενών ιζημάτων.

Οι διαφορετικές λιθολογικές φάσεις στους νεογενείς σχηματισμούς, από τους παλαιότερους προς τους νεότερους, είναι:

1) Κροκαλοπαγή βάση: είναι οι πρώτες μετά αλπικές αποθέσεις της περιοχής και βρίσκονται σε επαφή με το προ νεογενές υπόβαθρο. Οι κροκάλες είναι κερατολιθικές, ασβεστολιθικές και σπανιότερα ψαμμιτικές.

2) Μάργες και κροκαλοπαγή: Εναλλάσσονται μεταξύ τους και σε άλλες θέσεις επικρατούν οι μάργες ενώ αλλού επικρατούν τα κροκαλοπαγή. Οι μάργες είναι ανοικτοκάστανες έως υπόλευκες, κατά θέσεις αμμώδεις με λεπτές ψαμμιτικές ενστρώσεις.

3) Μάργες, αμμώδεις μάργες και ψαμμίτες: χρώματος υποκίτρινου έως καστανού. Περιέχουν ενστρώσεις ψηφιδοπαγών πάχους μέχρι 1,0m, άμμων και αργίλων λιμναίας φάσης.

4) Κροκαλοπαγή: κατά θέσεις έχουν ορίζοντες ψηφιδωπαγών καθώς και ψαμμιτικές, μαργαϊκές και αργιλικές στρώσεις.

5) Ερυθρός μανδύας αποσάθρωσης: προϊόντα αποσάθρωσης του ανώτερου ορίζοντα των κροκαλοπαγών. Το πάχος τους κυμαίνεται από 2,0 έως 10,0 μέτρα.

6) Παλαιά κορήματα και κώνοι κορημάτων: ποικίλης σύνθεσης και κακής κοκκομετρικής διαβάθμισης.

7) Σύγχρονες αποθέσεις: χερσαίες (κορήματα και κώνοι κορημάτων), παράκτιοι και δελταϊκοί σχηματισμοί, ποταμοχειμάρριες αποθέσεις.

3.6 Υδρογεωλογικές Συνθήκες

Σύμφωνα με τα γεωτεχνικά και γεωλογικά δεδομένα, κατά την κατασκευή των έργων δεν αναμένεται να συναντηθεί μόνιμος υδροφόρος ορίζοντας, καθώς αυτός βρίσκεται σε μεγαλύτερα βάθη, πιθανόν όμως να συναντηθούν κάποιοι ασθενείς φρεάτιοι ορίζοντες, τοπικού και εποχιακού χαρακτήρα.

3.7 Σεισμική Επικινδυνότητα

Η περιοχή του δημοπρατούμενου έργου ανήκει σύμφωνα με τον από 12.08.2003 αναθεωρημένο Χάρτη Σεισμικής Επικινδυνότητας του Ελληνικού Αντισεισμικού Κανονισμού - Ε.Α.Κ. 2000 στην ζώνη ΙΙ. Η οριζόντια επιτάχυνση του εδάφους σχεδιασμού είναι 0.24g, όπου g είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας.

Από άποψη σεισμικής επικινδυνότητας το υπέδαφος συνίσταται από «στρώσεις κοκκώδους υλικού μεγάλης πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 70m» και υπάγεται σύμφωνα με τον Ε.Α.Κ. στην κατηγορία Β.

3.8 Χωματοουργικές Εργασίες

Οι χωματοουργικές εργασίες, που θα πρέπει να εκτελεστούν, είναι:

1. Θα αφαιρεθούν οι επιφανειακές φυτικές γαίες, σε πάχος 0,30m για τις μη καλλιεργήσιμες περιοχές και μέχρι 0,80m περίπου για τις καλλιεργήσιμες περιοχές, λόγω βαθιάς άροσης. Το ακριβές πάχος φυτικών γαιών, που θα αφαιρεθεί, θα οριστικοποιηθεί στη φάση κατασκευής και αναλόγως των έγγραφων εντολών της Υπηρεσίας. Τα προϊόντα εκσκαφής των φυτικών γαιών δύναται να χρησιμοποιηθούν για την επένδυση των πρανών του ορύγματος.

2. Στη περιοχή του ορύγματος, η εκσκαφή θα φθάσει κάτω από το επίπεδο της ερυθράς χωματοουργικών, έτσι ώστε να κατασκευαστεί, σε δύο στρώσεις, σταθερή βάση κάτω από την επιδομή της Ν.Σ.Γ., πάχους 0,30m.

Το ακριβές πάχος της στρώσης διαμόρφωσης θα καθορίζεται από την Υπηρεσία, κατά την διάρκεια των εργασιών, με βάση την κατάταξη των υλικών έδρασης και των δανείων, καθώς και από τις επί τόπου γεωτεχνικές συνθήκες (κοκκομετρική ανάλυση, όρια ATTERBERG, εκτίμηση επιρροής πιθανού τοπικού υδροφόρου ορίζοντα κλπ.).

Το υλικό της στρώσης διαμόρφωσης θα είναι αμμοχάλικο κατάλληλης κοκκομετρικής διαβάθμισης, σύμφωνα με το τεύχος Τεχνικών Προδιαγραφών.

4.1 ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΕΡΓΩΝ

Για την κατασκευή υπόγειων έργων εφαρμόζονται δύο διαφορετικοί τρόποι: Η μέθοδος ανοικτού ορύγματος όπου η εκσκαφή γίνεται από την επιφάνεια του εδάφους και η μέθοδος κλειστής διάνοιξης όπου το έργο κατασκευάζεται με υπόγεια εκσκαφή χωρίς να διαταραχθεί η επιφάνεια.

Η μέθοδος ανοικτού ορύγματος (CUT and COVER)

Εφαρμόζεται σε εδαφικούς σχηματισμούς όταν το έργο είναι σε μικρό βάθος. Η μέθοδος ανοικτού ορύγματος εφαρμόζεται διαφορετικά σε ακατοίκητες και διαφορετικά σε κατοικημένες περιοχές. Σε ακατοίκητες περιοχές δεν αντιμετωπίζουμε προβλήματα. Η εκσκαφή γίνεται σε όλο της το εύρος από την επιφάνεια του εδάφους μέχρι το βάθος στο οποίο θα εδρασθεί το έργο· δεν γίνεται αντι-σχήριξη των παρειών της εκσκαφής οι οποίες διαμορφώνονται με την κλίση που επιτρέπει το έδαφος. Όταν υπάρχουν υπόγεια νερά η στάθμη υποβιβάζεται μέχρις ότου κατασκευαστεί το έργο.

Δυσκολίες παρουσιάζονται σε κατοικημένες περιοχές επειδή η κατασκευή των έργων δεν πρέπει αφενός να προκαλέσει προβλήματα στην κυκλοφορία και αφετέρου ζημιές στις γειτονικές κατασκευές: οικοδομές, υπόγειους αγωγούς, υπόγεια καλώδια.

Ανάλογα με τα πολεοδομικά χαρακτηριστικά της περιοχής στην οποία θα γίνει το έργο εφαρμόζονται οι παρακάτω λύσεις:

- **Αντιστηριζόμενη εκσκαφή χωρίς κάλυψη**

Κατασκευάζεται αρχικά η μισή διατομή ώστε να είναι δυνατή η κυκλοφορία στο άλλο ήμισυ της οδού. Η εκσκαφή αντιστηρίζεται με

διαφραγματικούς τοίχους ή με πασσαλοσανίδες ώστε να αποφευχθούν ζημιές στις γειτονικές κατασκευές. Προσοχή χρειάζεται στη σύνδεση των δύο τμημάτων της διατομής.

- **Διάνοιξη υπό την προστασία κάλυψης**

Κατασκευάζεται αρχικά η αντιστήριξη (διαφραγματικοί τοίχοι, πασσαλοσανίδες, πασσαλοσυστοιχίες) πάνω στην οποία τοποθετείται προσωρινή κάλυψη ή μόνιμη πλάκα κάλυψης για την γρήγορη αποκατάσταση της κυκλοφορίας. Η εκσκαφή γίνεται κάτω και υπό την προστασία της κάλυψης.

Ο σχεδιασμός υπόγειων έργων με τη μέθοδο ανοικτού ορύγματος δεν παρουσιάζει δυσκολίες. Οι διαφραγματικοί τοίχοι προστατεύουν σχεδόν απόλυτα τις υπάρχουσες κατασκευές. Οι παραμορφώσεις του εδάφους πίσω από διαφραγματικούς τοίχους έχουν αποτελέσει αντικείμενο συστηματικής έρευνας· τα εμπειρικά στοιχεία από μετρήσεις σε πραγματικές κατασκευές είναι πλούσια: Οι καθιζήσεις εκτείνονται σε απόσταση 1 έως 2 μέτρα πίσω από τους τοίχους και είναι συνάρτηση του ολικού βάθους της εκσκαφής. Σε αργιλικά εδάφη μπορεί να είναι σχετικά μεγάλες, της τάξης του 1 έως 2% του ολικού βάθους της εκσκαφής· σε αμμώδη εδάφη ανέρχονται στο ήμισυ των παραπάνω τιμών ενώ σε πυκνές άμμους είναι αμελητέες (Βαλαλάς, 1984). Αν ληφθούν όλα τα κατάλληλα μέτρα αντιστήριξης των διαφραγματικών τοίχων και οι εκσκαφές γίνουν με φροντίδα, οι καθιζήσεις του εδάφους έχουν ασήμαντες επιπτώσεις στη συμπεριφορά των θεμελιώσεων των γειτονικών κατασκευών. Εντούτοις είναι απαραίτητο πριν από την έναρξη των έργων να γίνεται αποτύπωση της κατάστασης των παρακείμενων οικοδομών και είναι καλό ο εργολάβος να καλύπτεται από ασφαλιστική εταιρεία.

Η διατομή της σήραγγας είναι ορθογωνική και κατασκευάζεται από οπλισμένο σκυρόδεμα. Το πάχος της πλάκας οροφής είναι της τάξης των 60-80 εκατοστών τοποθετείται συνήθως σε βάθος 1 έως 1,5 μέτρο από την

επιφάνεια ώστε η κατανομή των επιφανειακών φορτίων πάνω της να είναι καλή (μειώνονται οι ροπές και οι διατμητικές τάσεις, Βαλαλάς, 1984). Προβλήματα θεμελίωσης δεν υπάρχουν επειδή τα φορτία που υπήρχαν πριν αφαιρεθεί το έδαφος ήταν μεγαλύτερα από τα φορτία που μεταφέρει στο έδαφος η σήραγγα. Το δάπεδο αποτελεί πλάκα θεμελίωσης και προστατεύει τη σήραγγα από την εισροή υπόγειων νερών. Οι κατακόρυφοι τοίχοι δέχονται τις ωθήσεις του εδάφους και της κυκλοφορίας που δεν είναι σημαντικές. Για λόγους στεγανότητας γίνεται επίστρωση με ασφαλικό υλικό· για λόγους αισθητικής και ηχητικής προστασίας η κατασκευή επενδύεται εσωτερικά.

Στα Σχήματα 1-1 έως 1-4 παρουσιάζονται λύσεις που εφαρμόστηκαν κατά την κατασκευή έργων μετρό.

Η μέθοδος κλειστής διάνοιξης

Εφαρμόζεται σε όλους τους τύπους εδαφών όταν το βάθος είναι σχετικά μεγάλο και σχεδόν παντοτε όταν η διάνοιξη πρέπει να γίνει σε βραχώδες υλικό. Βασικά διακρίνουμε δυο διαφορετικούς τρόπους κατασκευής: το συμβατικό τρόπο κατασκευής και την κατασκευή του έργου με μηχανές ολομέτωπης διάνοιξης.

• Συμβατικός τρόπος

Η διάνοιξη της εκσκαφής γίνεται με μηχανικά μέσα (εδαφικοί σχηματισμοί, μαλακός ή αποσαθρωμένος βράχος, έντονα διακλασμένος βράχος) ή με εκρηκτικές ύλες όταν η διάνοιξη με μηχανικά μέσα δεν είναι δυνατή (σκληρός βράχος που χαρακτηρίζεται από ατελώς διαμορφωμένα ή μεγάλα στοιχεία κατάτμησης)· αμέσως μετά τη διάνοιξη ενός τμήματος (η έκταση του εξαρτάται από την ευστάθεια του ανοίγματος) τοποθετείται προσωρινή υποστήριξη. Η οριστική υποστήριξη γίνεται μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής ή και πριν από την ολοκλήρωση της ανάλογα με το γενικότερο σχεδιασμό του έργου. Όταν το έδαφος είναι κακής

ποιότητας είναι δυνατόν να προηγηθεί βελτίωση του εδάφους με σιμεντέσεις ή με πάγωμα του εδάφους που περιβάλλει την εκσκαφή.

- **Κατασκευή του έργου με μηχανές ολομέτωπης διάνοιξης(TBM)**

Οι μηχανές ολομέτωπης διάνοιξης χρησιμοποιούνται για την κατασκευή σήραγγων κυκλικής διατομής. Με τις μηχανές αυτές εκτελούνται ταυτόχρονα η διάνοιξη, η υποστήριξη του μετώπου και των τοιχωμάτων της σήραγγας και η τοποθέτηση της οριστικής υποστήριξης. Οι μηχανές ολομέτωπης διάνοιξης περιλαμβάνουν:

- Μία ολομέτωπη κοπτική κεφαλή (τύμπανο προώθησης) εφοδιασμένη με διάφορα είδη κοπτικών (σιαγώνες σύνθλιψης για εδάφη και κυλιόμενοι κοπτικοί δίσκοι για σκληρά πετρώματα). Στο τύμπανο προώθησης το οποίο εκτός από τη διάνοιξη εξασφαλίζει και τη στήριξη του μετώπου της σήραγγας υπάρχουν μεταβλητά ανοίγματα ώστε να είναι δυνατή η αλλαγή των κοπτήρων υπό ασφαλείς συνθήκες. Η κοπτική κεφαλή έχει τη δυνατότητα να περιστρέφεται και στις δύο διευθύνσεις ώστε οι σιαγώνες να μπορούν να καθαρίσουν από μόνες τους όταν τρυπούν μαλακά εδάφη. Στο τύμπανο υπάρχουν ανθρωποθυρίδες οι οποίες παρέχουν τη δυνατότητα να επιθεωρείται το μέτωπο με την είσοδο ειδικών στο χώρο μεταξύ του μετώπου και του τύμπανου (γίνεται μικρή οπισθοχώρηση της μηχανής) ώστε να προλαμβάνονται ζημιές σε αρχαιολογικά ευρήματα. Όταν το έδαφος το επιτρέπει η διάνοιξη μπορεί να γίνει με εκσκαπτικά μηχανήματα τα οποία εργάζονται υπό την προστασία της ασπίδας.

- Μία μεταλλική κυλινδρική ασπίδα για την ακτινική υποστήριξη της σήραγγας. Όταν δεν υπάρχουν προβλήματα καταπτώσεων η ασπίδα δε χρησιμοποιείται.

- Ένα θάλαμο εργασίας πίσω από την κοπτική κεφαλή.
- Μία ανυψωτική μηχανή η οποία μεταφέρει και τοποθετεί την επένδυση στο πίσω μέρος της ασπίδας. Η επένδυση αποτελείται από προκατασκευασμένα θολωτά στοιχεία από μπετόν ή από χυτοσίδηρο (θολίτες) τα οποία συνδεόμενα το ένα με το άλλο με κοχλίες σχηματίζουν ένα δακτύλιο (συνήθως οκτώ θολίτες συνθέτουν ένα δακτύλιο· οι θολίτες έχουν πλάτος της τάξης του ενός μέτρου). Σύνδεση γίνεται και μεταξύ των δακτυλίων. Η μεταλλική ασπίδα και οι θολίτες είναι υδατοστεγείς· νερό μπορεί να μπει μόνο στο μέτωπο της σήραγγας μέσα από τα μικρά ανοίγματα της κοπτικής κεφαλής, Το νερό αντλείται από το κάτωμέρος του θαλάμου εργασίας.
- Ένα σύστημα υδραυλικών προωθητικών γρύλων σε κυκλική διάταξη· εξασφαλίζει την προώθηση του τύμπανου με τη πίεση που ασκούν οι γρύλοι στο δακτύλιο της επένδυσης ο οποίος τοποθετήθηκε τελευταία.
- Μηχανή αποκομιδής των προϊόντων εκσκαφής. Τα προϊόντα απομακρύνονται από το μέτωπο με μεταφορική ταινία η οποία τα μεταφέρει και τα φορτώνει σε ανατρεπόμενα βαγονέτα. Η μεταφορά γίνεται σε θέσεις υποδοχής έξω από τη σήραγγα όπου αποθηκεύονται μέχρι την οριστική τους μεταφορά στον τελικό τόπο εναπόθεσης.

Οι μηχανές ολομέτωπης διάνοιξης έχουν διάμετρο η οποία φτάνει μέχρι και 12 μέτρα. Η απόδοση τους κυμαίνεται από 15 έως 30 μέτρα την ημέρα. Στη σήραγγα της Μάγλης χρησιμοποιήθηκαν ταυτόχρονα 11 μηχανές ολομέτωπης διάνοιξης διαμέτρου 8,85 μέτρα. Στο μετρό της Αθήνας χρησιμοποιήθηκαν τρεις μηχανές διαμέτρου 9,5 μέτρων.

4.2 ΥΠΟΓΕΙΑ ΕΡΓΑ ΣΕ ΒΡΑΧΩΔΕΙΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥΣ. ΜΕΘΟΔΟΣ NATM

Θεωρητικές αναλύσεις για τη μελέτη της συμπεριφοράς των υπόγειων κατασκευών σε βραχώδεις σχηματισμούς είχαν ήδη ξεκινήσει τη δεκαετία του 1930 (Pendulic:1934, Fenner: 1937), δεν είχαν όμως προχωρήσει στο βαθμό ώστε να είναι δυνατή η αξιοποίηση τους στο πεδίο των εφαρμογών ο σχεδιασμός των έργων στους βραχώδεις σχηματισμούς στηριζόταν κυρίως σε εμπειρικά στοιχεία. Το 1961, ο Kastner εφαρμόζει μία ελαστοπλαστική ανάλυση η οποία ερμηνεύει σε βασικά σημεία τη γεωτεχνική συμπεριφορά των υπόγειων έργων. Μελετώντας την ανάπτυξη των ζωνών αστοχίας(των πλαστικών ζωνών) γύρω από υπόγεια ανοίγματα επισημαίνει για πρώτη φορά την καθοριστική σημασία του πρωτογενούς τασικού πεδίου (του πεδίου των τάσεων πριν από τη διάνοιξη της εκσκαφής) το οποίο συνδέει με τη συμπεριφορά της κατασκευής και το σχεδιασμό των μέτρων υποστήριξης. Τη θεωρία των πλαστικών ζωνών και εμπειρικά στοιχεία αξιοποιεί μία ομάδα επιφανών αυστριακών μηχανικών, ο «Κύκλος Γεωμηχανικών του Σαλτσβούργου»· συνδυάζοντας μετρήσεις οι οποίες γίνονται κατά τη διάρκεια κατασκευής των έργων αναπτύσσουν τη «Νέα Αυστριακή Μέθοδο Κατασκευής Σηράγγων» τη γνωστή σαν μέθοδο NATM η οποία αποτελεί σήμερα τον πιο ενδεδειγμένο τρόπο κατασκευής υπόγειων έργων. Μία μέθοδος η οποία με'σω τεχνικών επεμβάσεων αποσκοπεί να καταστήσει το βράχο που περιβάλλει τη σήραγγα τμήμα του φέροντα οργανισμού της κατασκευής έτσι ώστε να μπορεί να αυτοϋποστηρίζεται σε ένα μεγάλο βαθμό· τη θέση των ισχυρών άκαμπτων κατασκευών που χρησιμοποιούνταν παλαιότερα παίρνουν εύκαμπτες λεπτότοιχες επενδύσεις. Παράλληλα, η ανάλυση του Kastner αποτελεί κίνητρο για πολλούς ερευνητές· εφαρμόζονται σύνθετες μέθοδοι αριθμητικής ανάλυσης και μελετούνται επιρροές χρόνου, επιρροές ρηγματωμένου βράχου, τμηματικής διάνοιξης των

έργων κ.λπ. Όμως οι δυσκολίες που υπάρχουν αναφορικά με τον ακριβή προσδιορισμό των παραμέτρων (παραμετροί που ορίζουν το τασικό πεδίο, ανι-σοτροπικές μηχανικές παράμετροι του βράχου κ.λπ.) που χρησιμοποιούνται στις μεθόδους αυτές τις αποδυναμώνουν. Δεν είναι λίγες οι φορές που το θεωρητικό αποτέλεσμα αποκλίνει -σημαντικά πολλές φορές- από την πραγματικότητα. Εντούτοις οι θεωρητικές αναλύσεις είναι απαραίτητες για το σχεδιασμό ενός υπόγειου έργου. Είναι αυτές οι οποίες είναι σε θέση να μελετήσουν το πρόβλημα στη συνολική του διάσταση· είναι αυτές οι οποίες «διερευνώντας υπολογιστικά» ορίζουν ποσοτικά το βαθμό επιρροής των επιμέρους παραμέτρων. Συνδυαζόμενες με εμπειρικά στοιχεία και με μετρήσεις κατά τη διάρκεια της κατασκευής μας παρέχουν τη σιγουριά να τολμούμε σήμερα -με υψηλό βαθμό ασφάλειας για το προσωπικό που εργάζεται στα έργα αυτά- μεγάλα υπόγεια ανοίγματα με σχετικά απλούς τρόπους. Ο κατασκευαστής υπόγειων έργων χρειάζεται θεωρητικό υπόβαθρο ώστε να είναι σε θέση να αξιοποιεί σωστά τα εμπειρικά στοιχεία· μόνο έτσι θα αποφύγει σοβαρές αστοχίες στις οποίες θα μπορούσε να οδηγήσει η εφαρμογή μόνον της εμπειρίας. Στη θεωρητική αυτή κατάρτιση του στοχεύουν οι παράγραφοι που ακολουθούν. Ιδιαίτερα επειδή στον τομέα των υπόγειων έργων δεν υπάρχουν ακόμη στερεότυπες λύσεις σχεδιασμού των έργων.

Ανάλυση του τασικού πεδίου. Πρωτογενές και δευτερογενές ελαστικό τασικό πεδίο

Σε αντίθεση με τις επίγειες δομικές κατασκευές οι οποίες (εκτός από το ίδιο βάρος τους) θα δεχθούν τα φορτία μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής τους, η κατασκευή ενός υπόγειου έργου αποτελεί μία δραστική επέμβαση σε ένα υλικό το οποίο βρίσκεται ήδη υπό την επίδραση ενός πλήρως

ανεπτυγμένου τασικού πεδίου. Το αρχικό πριν από την κατασκευή του έργου- αυτό πεδίο, ο προσανατολισμός του (οι διευθύνσεις των κυρίων ορθών τάσεων) δηλαδή και η ένταση του είναι τα μεγέθη τα οποία μαζί με τη γεωμετρία του έργου, τη φύση και τις παραμέτρους αντοχής και παραμορφωσιμότητας του υλικού θα καθορίσουν τα προβλήματα τα οποία θα αντιμετωπίσουμε κατά την κατασκευή του.

Στις αναλύσεις που ακολουθούν θα θεωρούμε ότι η κατακόρυφη και η οριζόντια είναι οι άξονες των αρχικών κυρίων ορθών τάσεων με k θα συμβολίζουμε το λόγο της οριζόντιας προς την κατακόρυφη κύρια ορθή τάση, $k = \sigma_h / \sigma_v$. Ο βράχος προσομοιώνεται με ένα ιδεατό, ισότροπο και ομοιογενές υλικό το οποίο πριν από την κατασκευή του υπόγειου ανοίγματος καταπονείται στην ελαστική φάση.

Ο προσδιορισμός του αρχικού τασικού πεδίου δεν είναι εύκολος. Σε τεκτονικά ήρεμες περιοχές, η μέγιστη κύρια τάση είναι η κατακόρυφη γεωστατική τάση σ_v , που ενεργεί στο βάθος στο οποίο πρόκειται να γίνει η εκσκαφή. Η τιμή του K , απαραίτητη για τον ορισμό του αρχικού τασικού πεδίου, προσεγγίζεται από το λόγο του Ροώχου του βράχου και μπορεί να κυμαίνεται μεταξύ 0 και 1, ($0 < k < 1$). Σε περίπτωση κατά την οποία στην περιοχή έχει προηγηθεί τεκτονική δράση, ο προσδιορισμός του τασικού πεδίου από την τιμή του λόγου του Poisson θα είναι ανακριβής. Είναι επίσης δυνατόν η οριζόντια τάση να είναι μεγαλύτερη από την κατακόρυφη. Πολλές φορές μέχρι και πάνω από τρεις φορές. Σε σημαντικά έργα, η τιμή του k προσδιορίζεται με επιτόπου μετρήσεις των τάσεων ή προσεγγίζεται με βάση την τεκτονική δομή της περιοχής και τις παραμέτρους αντοχής του βράχου.

Η επέμβαση στο αρχικό, στο πρωτογενές τασικό πεδίο με τη διάνοιξη μιας υπόγειας εκσκαφής προκαλεί μία έντονη ανακατανομή των τάσεων στην περιοχή που γειτνιάζει με την εκσκαφή. Το νέο, το δευτερογενές τασικό πεδίο γίνεται δυσμενέστερο· πολύ πιο δυσμενές από αυτό στο οποίο θα οδηγούσε η εφαρμογή μεγάλων εξωτερικών φορτίων.

Αποφεύγοντας να διακόπτουμε με αναλύσεις και μαθηματικές σχέσεις την ανάπτυξη του κεφαλαίου αυτού θα προσπαθήσουμε, χρησιμοποιώντας διαγράμματα που διαβάζονται εύκολα, να δείξουμε με τρόπο απλό τις μεταβολές στο αρχικό καθεστώς των τάσεων που προκαλεί η κατασκευή ενός υπόγειου ανοίγματος, τα προβλήματα τα οποία οι μεταβολές αυτές δημιουργούν και τους σύγχρονους τρόπους αντιμετώπισης τους. Επί μέρους αναλύσεις, απαραίτητες για την εμπάθυνση του αναγνώστη παρεμβάλλονται με μικρά γράμματα στο κείμενο· συμπληρώνουν το κεφάλαιο αυτό και περιέχουν τις εξισώσεις που χρειάζονται για τους υπολογισμούς των υπόγειων κατασκευών.

Όλες οι αναφορές στο κεφάλαιο αυτό αφορούν υπόγειες σήραγγες κυκλικής διατομής.

Θα δείξουμε τις μεταβολές τις οποίες προκαλεί η κατασκευή μιας υπόγειας σήραγγας ξεκινώντας με τη θεώρηση ότι το υλικό στο οποίο κατασκευάζεται χαρακτηρίζεται από απεριόριστα μεγάλη αντοχή· είναι δηλαδή ικανό να παραλάβει, χωρίς να αστοχήσει, οποιαδήποτε τιμή διατμητικής ή εφελκυστικής τάσης. Η περίπτωση αυτή συναντιέται σε βράχους υψηλής αντοχής. Ο βράχος στην περίπτωση αυτή θα καταπονείται και μετά τη διάνοιξη στην ελαστική φάση και οι αναλύσεις οι οποίες χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό των μεταβολών αυτών στηρίζονται στη θεωρία ελαστικότητας.

Για τον προσδιορισμό της ελαστικής τασικής κατάστασης γίνονται οι παρακάτω θεωρήσεις:

- Η σήραγγα είναι οριζόντια. Επίπεδα, εγκάρσια τοποθετημένα στον άξονα της σήραγγας είναι κύρια επίπεδα. Λόγω του μεγάλου μήκους της, στα επίπεδα αυτά επικρατούν συνθήκες επίπεδης παραμορφωσιακής κατάστασης.
- Αγνοείται το ίδιο βάρος του βράχου στην περιοχή που περιβάλλει άμεσα τη σήραγγα πρόκειται για την περιοχή στην οποία η διάνοιξη της

σήραγγας προκαλεί ουσιαστική μεταβολή των αρχικών τάσεων.

Με τις παραπάνω θεωρήσεις, οι αναλύσεις θα είναι περισσότερο αντιπροσωπευτικές για διατομές μακριά από το μέτωπο της σήραγγας και για σήραγγες οι οποίες κατασκευάζονται σε μεγάλο βάθος.

Η μέθοδος NATM (New Austrian Tunnelling Method)

Μέθοδος η οποία στηρίζεται στη θεωρία των πλαστικών ζωνών, στην αξιοποίηση πολυετών εμπειριών και στα αποτελέσματα μετρήσεων - αρχίζουν αμέσως και συνεχίζονται σε όλη τη διάρκεια που κατασκευάζεται η σήραγγα- είναι η μέθοδος NATM. Θεμελιώθηκε από το Rabcewicz και εξελίχθηκε με τη συνεργασία επιφανών γεωμηχανικών (Muller-Salzburg, Pacher, Seeber, κ.α.) σε μία από τις πιο σύγχρονες μεθόδους. Η μέθοδος NATM προσφέρεται ιδιαίτερα για σήραγγες μεγάλης διατομής με οξυμένα γεωτεχνικά προβλήματα, ενώ σε περιπτώσεις μεγάλων υπόγειων ανοιγμάτων (υπόγειοι ενεργειακοί σταθμοί κ.λπ.) εφαρμόζεται σχεδόν αποκλειστικά. Ο εξωτερικός δακτύλιος αποτελείται από μία ή περισσότερες στρώσεις εκτοξευόμενου σκυροδέματος, πάχους κάθε μιας από 5 μέχρι 10 περίπου, ενισχυμένες με χαλύβδινο πλέγμα και χαλύβδινες ίνες, από ολισθαίνοντα χαλύβδινα τόξα και από σύστημα μη προεντεταμενων φιλικών σε παραμορφώσεις αγκυρίων. Ο εξωτερικός δακτύλιος, εύκαμπτος, κατασκευάζεται (στο σύνολο του) αμέσως μετά τη διάνοιξη ή ενισχύεται σταδιακά, με αύξηση του πάχους του εκτοξευόμενου σκυροδέματος και την κατασκευή συμπληρωματικών αγκυρίων. Διαμήκεις, παράλληλες στον άξονα της σήραγγας εγκοπές διαστολής στις στρώσεις του εκτοξευόμενου σκυροδέματος επιτρέπουν την απαιτούμενη για την εκτόνωση των πιέσεων μείωση της ακτίνας του δακτυλίου. Μέχρις ότου οι διεισδύσεις σταματήσουν, ο εξωτερικός δακτύλιος παρουσιάζει λοιπόν μία δυναμική

(αργών ρυθμών) η οποία πρέπει να ελέγχεται συνεχώς με μετρήσεις ώστε να παρέχεται επαρκής ασφάλεια στο προσωπικό που εργάζεται στο έργο. Το πρόβλημα επικεντρώνεται στο σχεδιασμό του εξωτερικού δακτυλίου. Ο δακτύλιος θα πρέπει να σχεδιαστεί και να εφαρμοστεί με τέτοιο τρόπο ώστε η κατασκευή να ισορροπήσει με τις ελάχιστες απαιτούμενες πιέσεις· το κόστος στην περίπτωση αυτή θα είναι χαμηλό και η κατασκευή μετά την αποπεράτωση της θα βρίσκεται υπό καθεστώς χαμηλών πιέσεων. Θα δείξουμε στη συνέχεια πώς προχωρούμε στο σχεδιασμό του εξωτερικού δακτυλίου.

5.ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΣΗΡΑΓΓΑ ΑΙΓΙΟΥ (Χ.Θ. 85+728,57 – 89+246,40)

5.1 Τυπική Διατομή της Σήραγγας

Η σήραγγα Αιγίου είναι διπλής κατεύθυνσης ενός κλάδου. Η διατομή της σήραγγας είναι πεταλοειδής και σχεδιάστηκε σύμφωνα με τις προδιαγραφές της ΕΡΓΑ ΟΣΕ Α.Ε. για ταχύτητα ≤ 160 km/h σε καμπυλότητα της σιδηροδρομικής γραμμής, καθότι τμήμα του υπογείου έργου έχει καμπύλη χάραξη. Ως εκ τούτου επιλέχθηκε εσωτερική ακτίνα 6,05m, για τη διατομή χρήσης. Προκειμένου να γίνει χρήση του ίδιου μεταλλότυπου για τη σκυροδέτηση του μόνιμου φορέα της σήραγγας σε όλο το μήκος του έργου, η γεωμετρία του θόλου του εσωραχίου της εν λόγω διατομής είναι κοινή για το υπόγειο έργο της σήραγγας καθώς και για το ανατολικό και δυτικό Cut & Cover. Για το τεχνικό Cover & Cut έχει επιλεγεί ορθογωνική διατομή, λόγω του μειωμένου ύψους υπερκειμένων στη περιοχή της Π.Ε.Ο. Αθηνών - Πατρών.

Η τυπική διατομή του φορέα της σήραγγας αποτελείται από την επιδομή, πλάτους 8,60m, πεζοδρόμια εκατέρωθεν, πλάτους 1,20m, τα οποία δύνανται να χρησιμοποιηθούν ως διάδρομοι διαφυγής και πρόσθετο χώρο 0,25m, περιμετρικά της διατομής για μελλοντική χρήση από την Υπηρεσία. Κάτω από τα πεζοδρόμια προβλέπεται η κατασκευή δύο διδύμων αγωγών διέλευσης καλωδίων, εξωτερικών διαστάσεων 0,90m x 0,50m, οι οποίοι κατασκευάζονται από σκυρόδεμα κατηγορίας C30/37. Κάτω από το πεζοδρόμιο της αριστερής, κατά τη φορά χιλιομέτρησης, παρειάς της σήραγγας προβλέπεται η τοποθέτηση του αγωγού πυρόσβεσης, ο οποίος έχει σημεία κρουνών (tapping points) κάθε 48m.

Κατά μήκος της σήραγγας προβλέπεται η κατασκευή εσοχών ασφαλείας (ΕΑΣ), ανά 24m εναλλάξ και στις δύο πλευρές της σήραγγας, δηλαδή ανά 48m στην κάθε πλευρά της σήραγγας σε πεσσοειδή διάταξη. Ο ελεύθερος χώρος των εσοχών ασφαλείας έχει πλάτος 1,50m, ύψος 2,30m και βάθος 1,50m. Στις εσοχές ασφαλείας προβλέπεται η κατασκευή των φρεατίων ελέγχου της

αποχέτευσης και των φρεατίων καλωδιώσεων, καθώς επίσης και η τοποθέτηση των πυροσβεστικών φωλεών. Οι εσοχές ασφαλείας προβλέπεται να κατασκευασθούν στο μέσον κάθε 2^{ου} σκυροδετούμενου τμήματος, έτσι ώστε οι αρμοί σκυροδέτησης να βρίσκονται εκτός των εσοχών Ασφαλείας. Το μήκος του μεταλλότυπου και επομένως κάθε σκυροδετούμενου τμήματος (σπονδύλου) ορίσθηκε στα 12m.

Η σήραγγα θα βρίσκεται σε όλο της το μήκος πάνω από τη στάθμη του μόνιμου υδροφόρου ορίζοντα, σύμφωνα με τα γεωτεχνικά και γεωλογικά δεδομένα και κατά συνέπεια δεν αναμένεται ανάπτυξη υδροστατικών πιέσεων στα τοιχώματα του φορέα. Περιμετρικά της σήραγγας, μεταξύ της προσωρινής και της μόνιμης επένδυσης, προβλέπεται η τοποθέτηση υδρομαστευτικής στρώσης, από μη υφαντό γεωύφασμα, βάρους 500gr/m² και στεγανωτικής μεμβράνης από P.V.C., ελαχίστου πάχους 2mm.

Τα υπόγεια νερά, τα οποία ενδεχομένως απαντηθούν και τα οποία θα προέρχονται, είτε από τοπικούς φρεάτιους ορίζοντες, είτε από την εισροή νερού από ατμοσφαιρικές καταισδύσεις (μετά από βροχόπτωση), θα αποστραγγίζονται εκτός της στεγανωτικής μεμβράνης, μέσω του περιμετρικού προστατευτικού γεωυφάσματος και των εξωτερικών πλευρικών αγωγών αποστράγγισης. Οι αγωγοί αποστράγγισης των υπογείων υδάτων είναι διάτρητοι, από P.V.C., διαμέτρου Φ200mm, με φρεάτια ελέγχου και συντήρησης στις εσοχές ασφαλείας, ανά 48m σε κάθε πλευρά. Προβλέπεται ο εγκιβωτισμός των αγωγών αποστράγγισης σε πορώδες σκυρόδεμα. Επειδή οι αναμενόμενες ποσότητες αποστραγγιζομένων υδάτων είναι περιορισμένες, θεωρείται περιττή η εγκατάσταση εσωτερικού συστήματος συλλογής και παροχέτευσης των υδάτων της περιβάλλουσας εδαφικής μάζας προς τον φυσικό αποδέκτη.

Η αποχέτευση των ακάθαρτων υγρών της επιδομής, που προέρχονται από την λειτουργία της γραμμής, θα γίνεται μέσω κεντρικού αγωγού από P.V.C., διαμέτρου Φ300mm. Ο αγωγός θα είναι διάτρητος, τυλιγμένος με γεωύφασμα (μη υφαντό, βάρους 200gr/m²) και θα περιβάλλεται από μανδύα

υλικού στραγγιστηρίου. Προβλέπονται φρεάτια συντήρησης, ανά 48m, στον άξονα της σήραγγας στις χιλιομετρικές θέσεις των αριστερών εσοχών ασφαλείας, κατά τη φορά χιλιομέτρησης. Για να διευκολυνθεί η αποστράγγιση των ακαθάρτων, σε όλο το μήκος της σήραγγας το έρμα και το υπόστρωμα της επιδομής (στρώση διαμόρφωσης χωματοουργικών), έχει αμφικλινή κλίση 4%, προς τον άξονα της σήραγγας (Βλέπε σχέδιο ΤΥΠΙΚΕΣ ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΣΗΡΑΓΓΑΣ, μ' αριθμό 130-S-D-2-A-206 της οριστικής Μελέτης). Προκειμένου να εξασφαλίζεται ελάχιστο πάχος έρματος 0,35m κάτω από τον στρωτήρα στη θέση της κρίσιμης σιδηροτροχιάς, η ερυθρά των χωματοουργικών της σήραγγας υποβιβάσθηκε κατά 0,20m, σε σχέση με την ερυθρά των χωματοουργικών της μελέτης χάραξης. Ως εκ τούτου, η ερυθρά των χωματοουργικών της σήραγγας βρίσκεται στη στάθμη -0,89 και η Κ.Σ. στη στάθμη ±0,00 (ερυθρά επιδομής).

5.2 Cover & Cut (Χ.Θ. 85+728,57 – Χ.Θ. 85+833,73)

Γεωτεχνικές Συνθήκες

Για την διερεύνηση των συνθηκών υπεδάφους στην περιοχή του Cover & Cut εκτελέσθηκε μια γεώτρηση (ΓΣ1), βάθους 15m. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της γεώτρησης, το υπέδαφος αποτελείται από εναλλαγές φαιοκάστανων έως καστανών αργιλοϊλύων, αργιλοϊλυωδών άμμων και αμμοχάλικων. Από τα αποτελέσματα των καθημερινών μετρήσεων της στάθμης νερού, κατά την εκτέλεση της γεώτρησης, συμπεραίνεται ότι στη θέση του τεχνικού δεν διαμορφώνεται σταθερός υδροφόρος ορίζοντας.

Φορέας Cover & Cut

Το τεχνικό κατασκευάζεται, επί μήκους 105,16m, με τη μέθοδο της κάλυψης και εκσκαφής (Cover & Cut). Η τυπική διατομή του τεχνικού είναι ορθογωνική με περιτύπωμα πλάτους 11,20m και ελεύθερου ύψους 6,30m, μετρούμενο από τη στάθμη Κ.Σ.±0,00 της ερυθράς επιδομής. Η τυπική διατομή του Cover & Cut παρεκκλίνει καθ' ύψος από τη τυποποιημένη διατομή σήραγγας της ΕΡΓΑ ΟΣΕ Α.Ε., προκειμένου η σήραγγα να διέλθει κάτω από την Π.Ε.Ο., όπου το ύψος των υπερκειμένων είναι μειωμένο. Το εμβαδόν του ελεύθερου εμποδίων χώρου της διατομής είναι ίσο με 72.64m².

Η μετάβαση από την ορθογωνική διατομή μειωμένου ύψους του τεχνικού Cover & Cut στην πεταλοειδή διατομή της σήραγγας, που κατασκευάζεται με Cut & Cover (εκσκαφή και επανεπίχωση), γίνεται σταδιακά επί μήκους 24m.

Το τεχνικό αποτελεί μόνιμη κατασκευή και επενδύεται εσωτερικά με λεπτό τοιχίο από οπλισμένο σκυρόδεμα, πάχους 20cm. Μεταξύ της τελικής επένδυσης, με το λεπτό τοιχίο σκυροδέματος και του εκτοξευόμενου σκυροδέματος προβλέπεται η τοποθέτηση στεγανωτικής μεμβράνης τύπου Voltex ή ανάλογου. Η εν λόγω στεγανωτική μεμβράνη αποτελείται από ένα υφαντό και ένα μη-υφαντό γεωύφασμα με ενδιάμεση στρώση υλικού, το οποίο έχει σαν βάση τον μπεντονίτη. Πάνω από τη πλάκα του τεχνικού τοποθετείται στεγανωτική μεμβράνη από P.V.C. πάχους 2mm.

Η μόρφωση του φορέα γίνεται με διέριστη πλάκα από οπλισμένο σκυρόδεμα, συμμετρικά τοποθετημένη ως προς τον άξονα της Ν.Σ.Γ., εδραζόμενη επί σειράς πασσάλων σε κάθε πλευρά. Το τμήμα των πασσάλων, πάνω από το επίπεδο εκσκαφής (αφού επενδυθεί μετά την όρυξη του υποκειμένου της πλάκας εδάφους), θα αποτελεί το σύστημα πλευρικής αντιστήριξης της κατασκευής. Γενικά, οι 2 σειρές πασσάλων (Φ1,00m ανά 1,5 m) τοποθετούνται σε αξονική απόσταση 12,93m. Έτσι το συνολικό πλάτος της

διατομής προκύπτει (λαμβάνοντας υπόψη και τα προεξέχοντα τμήματα κεφαλόδεσμων) ίσο με 14,53m.

Το τεχνικό Cover & Cut αποτελείται από οκτώ (8) επί μέρους τμήματα φορέα (σπόνδυλοι), τα έξι (6), μήκους 12m έκαστο και τα δύο (2), μήκους 16,5m έκαστο. Οι δύο αυτοί σπόνδυλοι κατασκευάζονται κάτω από την Π.Ε.Ο. Αθηνών – Πατρών, για την προσωρινή παράκαμψη αυτής. Στις θέσεις των αρμών διακοπής σκυροδέτησης προβλέπονται αρμοί διαστολής, με διάκενο 2cm και οι εσωτερικές ακμές σκυροδέματος λοξοτομούνται.

Αρχικά κατασκευάζονται οι πάσσαλοι με διάτρηση και επί τόπου σκυροδέτηση. Μετά τη σκυροδέτηση των πασσάλων, ακολουθεί η σκυροδέτηση της πλάκας οροφής και έπεται η εκσκαφή του εδάφους, στην περιοχή μεταξύ των πασσάλων, μέχρι την προβλεπόμενη στάθμη εκσκαφής. Συγχρόνως με την εκσκαφή εφαρμόζεται πλευρική ενίσχυση με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα και δομικό πλέγμα κατά μήκος των δύο σειρών πασσάλων και έπονται οι λοιπές εργασίες διαμόρφωσης της διατομής (πεζοδρόμια, στεγάνωση, τοιχίο τελικής επένδυσης κλπ).

Ειδικά στην περιοχή της Π.Ε.Ο. Αθηνών – Πατρών, προβλέπεται η διευθέτηση της κυκλοφορίας, έτσι ώστε κατά τη διάρκεια των εργασιών να διασφαλίζεται η απρόσκοπτη κυκλοφορία οχημάτων. Η προβλεπόμενη διαδικασία φάσεων κατασκευής και διευθέτησης της κυκλοφορίας έχει ως ακολούθως:

1. Κατασκευή των πασσάλων και της πλάκας οροφής του σπονδύλου πριν την Π.Ε.Ο., με τοπικό περιορισμό του πλάτους της οδού.
2. Εκτροπή της κυκλοφορίας της Π.Ε.Ο. σε παρακαμπτήριο οδό.
3. Κατασκευή των πασσάλων και της πλάκας οροφής του σπονδύλου κάτω από την Π.Ε.Ο.
4. Απόδοση της κυκλοφορίας στην Π.Ε.Ο. Αθηνών – Πατρών.

Η αποκατάσταση του φυσικού αναγλύφου προβλέπεται να γίνει με επανεπίχωση μέχρι τη κάλυψη του τεχνικού έως την υφιστάμενη στάθμη του

φυσικού εδάφους. Το υλικό επανεπίχωσης θα είναι επίλεκτο υλικό κατηγορίας E3-E4.

5.3 Ανατολικό Cut & Cover (Χ.Θ. 85+833,73 – Χ.Θ. 85+953,73)

Γεωτεχνικές Συνθήκες

Για την διερεύνηση των συνθηκών υπεδάφους στην περιοχή του ανατολικού Cut & Cover εκτελέστηκε μια γεώτρηση (ΓΣ13), βάθους 20,30m. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της γεώτρησης, το υπέδαφος αποτελείται από εναλλαγές φαιοκάστανων έως καστανών αργιλοϊλύων, αργιλοϊλυωδών άμμων και αμμοχάλικων. Από τα αποτελέσματα των καθημερινών μετρήσεων της στάθμης νερού, κατά την εκτέλεση της γεώτρησης, συμπεραίνεται ότι στη θέση του τεχνικού δεν διαμορφώνεται σταθερός υδροφόρος ορίζοντας.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, κατά την εκσκαφή του προσωρινού ορύγματος δεν αναμένεται να συναντηθεί μόνιμος υδροφόρος ορίζοντας, καθώς αυτός σχηματίζεται σε μεγαλύτερα βάθη από το επίπεδο εκσκαφής, πιθανόν όμως να συναντηθούν κάποιοι ασθενείς φρεάτιοι ορίζοντες τοπικού και εποχιακού χαρακτήρα, όπως αυτός που διαπιστώθηκε στην γεώτρηση ΓΣ 13 σε βάθος 10,50m, λόγω εγκλωβισμού στην υποκείμενη αδιαπέραστη αργιλική στρώση.

Αντιστήριξη Προσωρινών Ορυγμάτων Ανατολικού Cut & Cover

Λόγω του ότι το τεχνικό του ανατολικού Cut & Cover κατασκευάζεται σε οικιστική περιοχή, κατασκευάζεται η αντιστήριξη του προσωρινού ορύγματος με συνδυασμό πασσάλων και προεντεταμένων αγκύριων. Το ύψος των πρανών του προσωρινού ορύγματος κυμαίνεται από 11,50m, στην αρχή του τεχνικού (Χ.Θ. 85+833,73), έως 17m περίπου στο τέλος του τεχνικού (Χ.Θ. 85+953,73).

Η κατασκευή των πασσαλότοιχων θα έχει μήκος 120m σε κάθε πλευρά του ορύγματος. Οι πασσαλότοιχοι χωρίζονται σε τρία τμήματα, ανάλογα με το ύψος του αντιστηριζόμενου πρανού και τη στάθμη κατασκευής του κεφαλόδεσμου. Από την επιφάνεια του φυσικού εδάφους μέχρι την άνω παρειά των κεφαλόδεσμων διαμορφώνονται πρανή μικρού ύψους, από 0,70m έως 2,80m και με κλίση 1:1. Μεταξύ του πόδα των πρανών και των κεφαλόδεσμων προβλέπεται η διαμόρφωση λωρίδας ασφαλείας πλάτους 0,60m, για την προστασία των εργαζομένων στο όρυγμα. Η λωρίδα ασφαλείας διαμορφώνεται με εγκάρσια κλίση 4% προς το πρανές της, προκειμένου να αποφευχθεί σε περίοδο βροχοπτώσεων η εισροή επιφανειακών υδάτων στο όρυγμα.

Οι πασσαλότοιχοι κατασκευάζονται σε αξονική απόσταση 7,30m, εκατέρωθεν του άξονα της χάραξης, ώστε να εξασφαλίζεται ο προβλεπόμενος χώρος για την σκυροδέτηση του φορέα του Cut & Cover. Στην θέση των εσοχών ασφαλείας, λόγω της απαιτούμενης διαπλάτυνσης, λαμβάνεται αυξημένη απόσταση κατά 1,50m. Ειδικά στην θέση διαμόρφωσης του ανατολικού μετώπου προσβολής του υπόγειου έργου οι πάσσαλοι κατασκευάζονται σε αξονική απόσταση 7,90m, από τον άξονα της χάραξης, προκειμένου να εφαρμοσθεί η προβλεπόμενη διατομή εκσκαφής και αντιστήριξης του υπόγειου έργου.

Λόγω της ήπιας μορφολογίας της περιοχής, τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του αριστερού (κατά την φορά χιλιομέτρησης της Ν.Σ.Γ.) και του δεξιού πασσαλότοιχου ταυτίζονται.

Οι πάσσαλοι, διαμέτρου Φ1,00m, κατασκευάζονται, σε αξονική κατά μήκος απόσταση 3,00m, με διάτρηση και επί τόπου σκυροδέτηση και στην συνέχεια κατασκευάζεται ο κεφαλόδεσμος διατομής 1,00m x 1,20m (υ:β). Στον κεφαλόδεσμο τοποθετούνται στη θέση κάθε δεύτερου πάσσαλου, δηλαδή ανά 6m, εγκάρσιες σωληνωτές αντηρίδες, προκειμένου να μειωθούν οι οριζόντιες παραμορφώσεις στη κεφαλή των πασσάλων. Στη συνέχεια ακολουθεί η τμηματική εκσκαφή του ορύγματος και παράλληλα τοποθετούνται οι

απαιτούμενες προεντεταμένες αγκυρώσεις, ενώ τα μεταξύ των πασσάλων μέτωπα, που αποκαλύπτονται κατά την εκσκαφή, υποστηρίζονται με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα πάχους 10cm, σε δύο στρώσεις με ενδιάμεση τοποθέτηση δομικού πλέγματος T188. Για την εκτόνωση των πιέσεων, από ενδεχόμενη εμφάνιση υδάτων, προβλέπεται η διάνοιξη ανακουφιστικών οπών στο εκτοξευόμενο σκυρόδεμα σε κάρναβο 3,0m x 3,0m.

Κατασκευαστικά Θέματα Αντιστήριξης Προσωρινών Ορυγμάτων Ανατολικού Cut & Cover

Για τον έλεγχο των επιφανειακών μετακινήσεων κρίνεται σκόπιμη η υλοποίηση συστήματος τοπογραφικής παρακολούθησης των μετακινήσεων, μέσω της εγκατάστασης οκτώ (8) βάθρων από σκυρόδεμα με ενσωματωμένους κοχλίες. Η τοπογραφική παρακολούθηση των μετακινήσεων θα πραγματοποιείται, τόσο κατά την διάρκεια, όσο και μετά την αποπεράτωση των ανοικτών εκσκαφών. Τα βάθρα που προβλέπονται να εγκατασταθούν περιγράφονται λεπτομερώς στη μελέτη αντιστήριξης των προσωρινών πρανών του ορύγματος κατά μήκος του ανατολικού Cut & Cover.

Για την παρακολούθηση των μετακινήσεων θα γίνονται χωροσταθμίσεις ακριβείας. Οι μετρήσεις των μετακινήσεων θα αρχίσουν αμέσως μετά την τοποθέτηση των μαρτύρων και θα γίνονται καθημερινά μέχρι οι μετακινήσεις να ισορροπήσουν ασυμπτωτικά. Μετά την ισορρόπηση τους οι μετρήσεις θα γίνονται σε εβδομαδιαία βάση.

Πριν από την εγκατάσταση των προεντεταμένων αγκυρίων κρίνεται σκόπιμο να γίνει μία δοκιμή τάνυσης κατά DIN 4125. Θα τηρηθούν πλήρη στοιχεία για την διάτρηση, την τάνυση, την επανατάνυση και την ενεμάτωση.

Οι κατασκευαστικές εργασίες θα πρέπει να εκτελούνται με τη δέουσα προσοχή και τη μέγιστη δυνατή τεχνική επιμέλεια, σύμφωνα με τα προβλεπόμενα από τη μελέτη, για την ελαχιστοποίηση της διατάραξης και

αποδιοργάνωσης της περιβάλλουσας εδαφικής μάζας. Επισημαίνεται ότι για τον λόγο αυτό, οι μετρήσεις των οργάνων γεωτεχνικής παρακολούθησης θα πρέπει να λαμβάνονται αδιαλείπτως καθ' όλη τη διάρκεια των εκσκαφών. Τονίζεται η ιδιαίτερη σημασία, που θα πρέπει να δοθεί, στην ορθή ακολουθία κατασκευής, όπως αυτή παρουσιάζεται στα σχετικά σχέδια της μελέτης.

Φορέας Ανατολικού Cut & Cover

Η τυπική διατομή του Cut & Cover είναι ανοικτού τύπου, πεταλοειδούς μορφής και εδράζεται επί πεδίων. Ο μόνιμος φορέας κατασκευάζεται από οπλισμένο σκυρόδεμα κατηγορίας C30/37. Η άνω παρειά του πεδίου τοποθετείται στη στάθμη -0.54 (με Κ.Σ. στο $\pm 0,00$) και για πέδιλο πάχους 0,90m, η θεμελίωση τοποθετείται στη στάθμη -1,44. Στη στάθμη θεμελίωσης προβλέπεται σκυρόδεμα εξομάλυνσης, πάχους 10cm.

Το τόξο του θόλου του εσωραχίου έχει ακτίνα $R_1 = 6,05m$ με κέντρο στον άξονα της Ν.Σ.Γ. και στη στάθμη +1,80 (Κ.Σ. $\pm 0,00$) και με γωνία τόξου $107,31^\circ$. Από τη θέση αυτή, το εσωράχιο συνεχίζεται με τόξο κύκλου ακτίνας $R_2 = 3,00m$ (με κέντρο στη στάθμη +0,89 και σε οριζόντια απόσταση 2,91m από τον άξονα της Ν.Σ.Γ.), έως τη στάθμη της άνω παρειάς του πεδίου (στάθμη άνω παρειάς πεδίου: -0.54).

Το εξωράχιο του θόλου προδιαγράφεται από την εφαρμογή πάχους κελύφους 0,50m, με τόξο ακτίνας 6,55m. Η εφαρμογή εκτείνεται έως τη στάθμη +1,80 και από τη θέση αυτή και έως τη στάθμη θεμελίωσης η γραμμή του εξωραχίου είναι κατακόρυφη. Κατά συνέπεια το πάχος του πλευρικού τοιχώματος θεωρείται μεταβλητό με ελάχιστη τιμή 0,50m (στη στάθμη +1,80) και μέγιστη τιμή 0,85m (στη θέση του στραγγιστηρίου).

Η κατασκευή του φορέα του Cut & Cover θα γίνει σε δέκα (10) επί μέρους τμήματα κατά μήκος της χάραξης (σπόνδυλοι), μήκους 12m έκαστο. Σε

όλο το μήκος του Cut & Cover προβλέπονται εσοχές ασφαλείας, ανά 24m (με τοποθέτηση εναλλάξ σε κάθε πλευρά του φορέα).

Η κατασκευή θα γίνει σειριακά με τη χρήση ειδικού μεταλλότυπου για το εσωράχιο και το εξωράχιο. Ο εσωτερικός μεταλλότυπος θα στηρίζεται επί φορείου το οποίο είναι δυνατόν να κινείται επί σιδηροτροχιών. Στις θέσεις των αρμών διακοπής σκυροδέτησης προβλέπονται αρμοί διαστολής. Αρχικά σκυροδετείται η θεμελίωση, δηλαδή τα πέδιλα, ώστε να χρησιμοποιηθούν ως βάση έδρασης του μεταλλότυπου. Στη συνέχεια ακολουθεί η σκυροδέτηση του θόλου. Ο θόλος σκυροδετείται μέσα από τις ειδικά διαμορφωμένες οπές (παράθυρα) του μεταλλότυπου με αντλία σκυροδέματος και δονητές εγκατεστημένους στο μεταλλότυπο. Η αφαίρεση του μεταλλότυπου γίνεται 8-12 ώρες μετά τη σκυροδέτηση και αφού η θραύση δοκιμίων επαληθεύσει την ανάπτυξη αντοχής $f_{ck} > 8\text{MPa}$. Οι πλευρικές εσοχές ασφαλείας μπορούν να σκυροδετηθούν, είτε πριν από τη διαμόρφωση του φορέα, είτε παράλληλα, οπότε κατασκευάζονται με καλούπι, που στερεώνεται στο μεταλλότυπο. Αρμοί σκυροδέτησης δεν θα πρέπει να υπάρχουν στις θέσεις των εσοχών, γι' αυτό και οι εσοχές τίθενται στο μέσο κάθε σπονδύλου.

Στη Χ.Θ. 85 + 833,73, αρχή του ανατολικού Cut & Cover, προβλέπεται η κατασκευή μετωπικού καθρέφτη για την συναρμογή του φορέα πεταλοειδούς διατομής με το τεχνικό Cover & Cut ορθογωνικής διατομής.

Η επανεπίχωση του ορύγματος, μετά την κατασκευή του τεχνικού Cut & Cover, προβλέπεται να γίνει με επίλεκτο υλικό κατηγορίας E3-E4, το οποίο θα προκύψει από διαλογή των υλικών εκσκαφής του ορύγματος και του υπογείου έργου. Το ύψος της επανεπίχωσης θα πρέπει να φτάνει μέχρι την υφιστάμενη στάθμη του φυσικού εδάφους.

5.4 Διάνοιξη και Υποστήριξη Υπογείου Έργου (Χ.Θ.

85+953,73 – 89+205,73)

Γενικά

Η διάνοιξη και η προσωρινή υποστήριξη του υπογείου έργου θα γίνει με τη Νέα Αυστριακή Μέθοδο (NATM). Η οριστική μελέτη της προσωρινής υποστήριξης της σήραγγας έχει εκπονηθεί από τα συνεργαζόμενα μελετητικά γραφεία:

1. OBERMEYER (PLANEN + BERATEN)
2. ΥΔΡΟ-ΣΥΣΤΗΜΑ Ε.Π.Ε. (ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ),

έχει δε ελεγχθεί από την Διεύθυνση Υπογείων Έργων και έχει εγκριθεί από την Διευθύνουσα Υπηρεσία της Διεύθυνσης Νέων Έργων της ΕΡΓΟΣΕ Α.Ε.

Τα ανωτέρω συνεργαζόμενα μελετητικά γραφεία στα πλαίσια των όρων της Σύμβασης μ' αριθμό 360/2004, θα παράσχουν στην Διευθύνουσα Υπηρεσία και στην Επίβλεψη του Έργου υπηρεσίες Τεχνικής Υποστήριξης κατά την διάρκεια κατασκευής της σήραγγας και ειδικότερα κατά την διάνοιξη και προσωρινή υποστήριξη αυτής, κλπ..

Η προσωρινή υποστήριξη της σήραγγας, κατά την ανωτέρω οριστική μελέτη, επιτυγχάνεται με τοποθέτηση εκτοξευόμενου σκυροδέματος, μεταλλικών πλαισίων, αγκυρίων και δοκών προπορείας ή ράβδων προαγκύρωσης (forepolling ή spilling), όπου αυτές προβλέπονται από τη μελέτη για την προστασία του μετώπου. Ανάλογα με τις επί τόπου συνθήκες, η διατομή της προσωρινής και αντιστοίχως της μόνιμης επένδυσης της σήραγγας θα είναι ανοικτού τύπου με κατασκευή πεδίων ή κλειστού τύπου με κατασκευή μόνιμου ανεστραμμένου τόξου.

Γεωτεχνικές Συνθήκες

Στο υπόγειο τμήμα της σήραγγας διανοίχτηκαν συνολικά εννέα (9) δειγματοληπτικές γεωτρήσεις. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των γεωτρήσεων οι σχηματισμοί που συναντώνται είναι συνοπτικά οι εξής:

- Φαιοκάστανες έως καστανές αργιλοϊλύες
- Καστανό έως φαιοκάστανο ιλυώδες – αργιλώδες αμμοχάλικο
- Καστανή αργιλοϊλυώδης άμμος
- Κροκαλοπαγές πολύμικτο (ασβεστολιθικές και κερατολιθικές κροκάλες), μέτρια έως καλά συγκολλημένο, με ψαμμιτομαργαϊκό υλικό.

Με βάση την ανάλυση των αποτελεσμάτων των γεωτρήσεων και των εργαστηριακών δοκιμών, την σύσταση και το πάχος των εναλλασσόμενων σχηματισμών, οι σχηματισμοί, που συναντώνται κατά μήκος της σήραγγας, ομαδοποιήθηκαν σε πέντε (5) τεχνικογεωλογικές ενότητες (Τ.Ε.).

1. Τ.Ε. 1: Αργιλοϊλυώδη Υλικά

Έχουν γενικά μικρό πάχος και περιέχουν κατά θέσεις αυξημένο ποσοστό λεπτόκοκκων – μεσόκοκκων άμμων και ιδιαίτερα στις «επαφές» με τις στρώσεις των αδρόκοκκων υλικών. Η υδατοπερατότητα τους είναι χαμηλή και οι τιμές του συντελεστή k κυμαίνονται από 10^{-5} cm/sec έως 10^{-7} cm/sec. Η εκσκαψιμότητά τους είναι εύκολη με συνήθη μηχανικά μέσα.

2. Τ.Ε. 2: Αμμώδη Υλικά

Παρουσιάζουν διακύμανση του ποσοστού συμμετοχής αργιλοϊλύων και λεπτών χαλίκων λόγω του καθεστώτος απόθεσής τους. Η υδατοπερατότητά τους είναι μέτρια και οι τιμές του συντελεστή k κυμαίνονται από 10^{-4} cm/sec έως 10^{-6} cm/sec, ανάλογα με την κοκκομετρική τους σύνθεση. Η εκσκαψιμότητά τους είναι εύκολη με συνήθη μηχανικά μέσα.

3. Τ.Ε. 3: Αμμοχάλικα

Παρουσιάζουν διακύμανση του ποσοστού λεπτόκοκκων και είναι λίγο συγκολλημένα. Η υδατοπερατότητα τους είναι υψηλή και οι τιμές του συντελεστή k κυμαίνονται από 10^{-3} cm/sec έως 10^{-4} cm/sec, ανάλογα με την κοκκομετρική τους σύνθεση. Η εκσκαψιμότητα τους είναι εύκολη με συνήθη μηχανικά μέσα λόγω του χαμηλού βαθμού συγκόλλησης.

4. Τ.Ε. 4: Κροκαλοπαγή

Παρουσιάζονται μέτρια έως καλά συγκολλημένα και εμφανίζονται τοπικά εκτός ζώνης σήραγγας. Η ομαδοποίηση τους έγινε για λόγους πληρότητας. Για την εκσκαφή τους απαιτείται χρήση βαρέων μηχανικών μέσων.

5. Τ.Ε. 5: Μικτές Συνθήκες

Συχνές εναλλαγές στρώσεων αργιλοϊλύων – άμμων – αμμοχάλικων, πάχους 3 – 6m. Κατατάσσονται σαν ιδιαίτερη ενότητα και πρέπει να αντιμετωπισθούν, λόγω των συχνών εναλλαγών, του μειωμένου πάχους και της δυσμενούς κλίσης των στρωμάτων κατά την κατεύθυνση ανατολικά – δυτικά, ως «μειωμένης μηχανικής αντοχής» υλικά. Η εκσκαψιμότητα τους είναι εύκολη με συνήθη μηχανικά μέσα.

Από τα αποτελέσματα των καθημερινών μετρήσεων της στάθμης υδροφόρου ορίζοντα, κατά την εκτέλεση των γεωτρήσεων, συμπεραίνεται ότι στη θέση του έργου δεν διαμορφώνεται σταθερός υδροφόρος ορίζοντας. Συνεπώς, κατά την εκσκαφή του υπογείου έργου δεν αναμένεται να συναντηθεί μόνιμος υδροφόρος ορίζοντας, καθώς αυτός σχηματίζεται σε μεγαλύτερα βάθη από το επίπεδο διάνοιξης, αναμένεται όμως υδροφορία από κατεισδύοντα όμβρια μέσω της αδρόκοκκης φάσης των υπερκειμένων. Επίσης είναι πιθανόν να συναντηθούν κάποιοι ασθενείς φρεάτιοι ορίζοντες, τοπικού και εποχιακού

χαρακτήρα, λόγω βραδείας στράγγισης ή εγκλωβισμού στις αδιαπέραστες αργιλικές στρώσεις.

Στον κάτωθι πίνακα δίδονται η ομαδοποίηση των σχηματισμών, η εμφάνιση τους κατά μήκος του υπογείου έργου και το μέγιστο ύψος υπερκειμένων τους.

Σχηματισμός	Τ. Ε.	Χ.Θ. Αρχής – Χ.Θ. Πέρατος	Μήκος (m)	Μέγιστο Ύψος (m)
Μικτές Συνθήκες	T.E. 5	$85 + 953.73 - 87 + 258.30$	~1300	~32
Αμμοχάλικα	T.E. 3	$87 + 258.30 - 87 + 478.57$	~220	~42
Αμμώδη Υλικά	T.E. 2	$87 + 478.57 - 87 + 674.99$	~200	~45
Αμμοχάλικα	T.E. 3	$87 + 674.99 - 87 + 996.35$	~320	~50
Αμμώδη Υλικά	T.E. 2	$87 + 996.35 - 88 + 360.59$	~365	~66
Αργιλοϊλυώδη Υλικά	T.E. 1	$88 + 360.59 - 88 + 690.67$	~330	~65
Αμμώδη Υλικά	T.E.2	$88 + 690.67 - 89 + 205.73$	~515	~60

Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι τιμές των γεωτεχνικών παραμέτρων σχεδιασμού διάνοιξης του υπογείου έργου.

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΕΝΟΤΗΤΑ				
	TE1	TE2	TE3	TE4	TE5
Μέτρο					
Ελαστικότητα E_{mass} (MPa)	20	100	200	700	80
Λόγος Poisson (ν)	0,4	0,35	0,35	0,30	0,35
Φαινόμενο βάρος γ (kN/m ³)	20	20	22	25	21
Γωνία τριβής ϕ (°)	30	33	37	40	33
Συνοχή c (kPa)	200	150	120	200	120
Συντελεστής K_o	0,5/1,0	0,5/1,0	0,5/1,0	0,5/1,0	0,5/1,0

Ειδικά για τις ευαίσθητες περιοχές των μετώπων προσβολής του υπογείου έργου, οι προτεινόμενες τιμές των γεωτεχνικών παραμέτρων σχεδιασμού είναι οι εξής:

Μέτωπο προσβολής	Γωνία Τριβής ϕ (°)	Συνοχή C (kPa)	Λόγος Poisson ν	Μέτρο Ελαστικότητ ας (MPa)	Φαιν. Βάρος γ (KN/m ³)
Ανατολικό	30	35	0,40	20	20
Δυτικό	28	100	0,40	20	20

5.5 Διάνοιξη και Υποστήριξη Υπογείου Έργου Στοών Διαφυγής

Γενικά

Η διάνοιξη και προσωρινή υποστήριξη του υπογείου έργου των στοών διαφυγής θα γίνει με τη Νέα Αυστριακή Μέθοδο (NATM). Η προσωρινή υποστήριξη της σήραγγας επιτυγχάνεται με τοποθέτηση εκτοξευόμενου σκυροδέματος, μεταλλικών πλαισίων, αγκυρίων και με τοποθέτηση δοκών προπορείας (forepolling), όπου προβλέπεται από τη μελέτη, για την προστασία του μετώπου. Η εφαρμογή του είδους των μέτρων υποστήριξης και του τρόπου τοποθέτησης τους εξαρτάται από τις επί τόπου γεωτεχνικές συνθήκες διάνοιξης των στοών. Επίσης, ανάλογα με τις επί τόπου συνθήκες διάνοιξης, η διατομή της προσωρινής και αντιστοιχώς της μόνιμης επένδυσης είναι ανοικτού τύπου (κατασκευή πεδίλων) ή κλειστή (κατασκευή μόνιμου ανεστραμμένου τόξου - invert).

Τυπική Διατομή Στοών Διαφυγής

Η διατομή των στοών διαφυγής είναι πεταλοειδής μορφής, με εσωτερική ακτίνα της διατομής χρήσης 3,48m. Η διατομή χρήσης έχει σχεδιασθεί έτσι ώστε να εξυπηρετεί τη κυκλοφορία οχημάτων με δύο λωρίδες κυκλοφορίας, πλάτους 2,50m. Και οι τρεις στοές διαφυγής διαθέτουν, σε απόσταση 25m από την θέση συναρμογής με την σήραγγα, χώρο αναστροφής και χώρο στάθμευσης οχημάτων.

Σύμφωνα με τα γεωτεχνικά και γεωλογικά δεδομένα, οι στοές διαφυγής θα βρίσκονται πάνω από τη στάθμη του μόνιμου υδροφόρου ορίζοντα και κατά συνέπεια δεν αναμένεται ανάπτυξη υδροστατικών πιέσεων στα τοιχώματα του μόνιμου φορέα. Στην εξωτερική παρειά του μόνιμου φορέα τοποθετείται στεγανωτική μεμβράνη από P.V.C., πάχους 2mm, περιμετρικά της διατομής. Τα υπόγεια νερά, τα οποία ενδεχομένως απαντηθούν και τα οποία θα προέρχονται,

είτε από τοπικούς φρεάτιους ορίζοντες, είτε από την εισροή νερού από ατμοσφαιρικές κατεισδύσεις (βροχόπτωση), θα αποστραγγίζονται εκτός της στεγανωτικής μεμβράνης μέσω του περιμετρικού προστατευτικού γεωφάσματος (μη υφαντό, βάρους 500gr/m²) και των εξωτερικών πλευρικών σωλήνων αποστράγγισης. Προβλέπονται διάτρητοι σωλήνες, από P.V.C., διαμέτρου Φ160mm, με φρεάτια ελέγχου και συντήρησης ανά 48m, σε κάθε πλευρά. Οι σωλήνες αποστράγγισης υπογείων υδάτων των στοών διαφυγής θα συνδέονται με το σύστημα αποστράγγισης της σήραγγας στη συμβολή των στοών διαφυγής με τη σήραγγα.

Γεωτεχνικές Συνθήκες Στοών Διαφυγής

Για κάθε στοά διαφυγής διανοίχτηκαν από δύο (2) δειγματοληπτικές γεωτρήσεις. Με βάση τα αποτελέσματα των δειγματοληπτικών γεωτρήσεων, την σύσταση και το πάχος των εναλλασσόμενων σχηματισμών και τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών κατάταξης, οι σχηματισμοί που συναντώνται κατά μήκος των στοών διαφυγής, εντάσσονται, σύμφωνα με την ομαδοποίηση των εδαφών, που έγινε για την κύρια σήραγγα, στις ακόλουθες τεχνικογεωλογικές ενότητες:

- Στοά Διαφυγής 1:

T.E. 2: Αμμώδη Υλικά

T.E. 3: Αμμοχάλικα

- Στοά Διαφυγής 2:

T.E. 1: Αργιλοϊλυώδη Υλικά

T.E. 3: Αμμοχάλικα

- Στοά Διαφυγής 3:

T.E. 2: Αμμώδη Υλικά

T.E. 5: Μικτές Συνθήκες

Κατά την εκσκαφή των στοών διαφυγής δεν αναμένεται να συναντηθεί μόνιμος υδροφόρος ορίζοντας, καθώς αυτός σχηματίζεται σε μεγαλύτερα βάθη από το επίπεδο διάνοιξης, αναμένεται όμως υδροφορία από κατεισδύοντα όμβρια, μέσω της αδρόκοκκης φάσης των υπερκειμένων.

Απο τις ιδιότητες του υπεδάφους και την ανάγκη για μειωμένες διαταραχές του περιβάλλοντος εδάφους κατά τη διάνοιξη των στοών, την υφιστάμενη τεχνική εμπειρία και τα λειτουργικά χαρακτηριστικά των στοών, προκύπτει ότι η πλέον ενδεδειγμένη μέθοδος εκσκαφής είναι αυτή με χρήση μηχανικών μέσων και ειδικότερα με χρήση κοινής αυτοκινούμενης υδραυλικής σφύρας ή τσάπας.

Η εκσκαφή των στοών διαφυγής γίνεται σε μία φάση. Στα σχέδια και τη τεχνική έκθεση της μελέτης εκσκαφής και προσωρινής υποστήριξης των στοών διαφυγής παρουσιάζονται με λεπτομέρεια, η σειρά των φάσεων κατασκευής, οι διαστάσεις των γραμμών εκσκαφής "Α" και "Β" και των πλαισίων, ανά κατηγορία μέτρων προσωρινής υποστήριξης.

Η κατασκευαστική διαδικασία της σήραγγας περιλαμβάνει την εκσκαφή της διατομής με βήμα προχώρησης, ανάλογα με την κατηγορία υποστήριξης και τοποθέτηση εκτοξευόμενου σκυροδέματος πάχους 5cm για την αποφυγή μικροκαταπτώσεων. Στη συνέχεια ακολουθεί η τοποθέτηση των μεταλλικών πλαισίων και των αγκυρίων και η συμπλήρωση του εκτοξευόμενου σκυροδέματος σε στρώσεις των 5cm, μέχρι του προβλεπόμενου από τη μελέτη πάχους.

Αντίστοιχα στάδια κατασκευής ακολουθούνται και για τη διαμόρφωση του μόνιμου ανεστραμμένου τόξου (invert) της ΣΔ-Β, μετά την ολοκλήρωση της υποστήριξης του θόλου της διατομής.

Ως γραμμή ελάχιστης εκσκαφής "Α" λαμβάνεται εκείνη μέσα από την οποία δεν επιτρέπεται η ύπαρξη μη εκσκαφέντος τμήματος εδάφους,

οποιοδήποτε είδους και διαστάσεων και εξαρτάται από την ακτίνα του εσωραχίου της μόνιμης επένδυσης (R), το απαιτούμενο στατικό πάχος της τελικής επένδυσης (d_3), το απαιτούμενο μέσο στατικό πάχος της προσωρινής επένδυσης (d_1) και το προβλεπόμενο πάχος σύγκλισης και κατασκευαστικής ανοχής (d_2).

Ως γραμμή πληρωμής ‘B’, ορίζεται η γραμμή, η οποία καθορίζει τα εξωτερικά όρια μέχρι τα οποία θα γίνει επιμέτρηση για την πληρωμή της εκσκαφής. Το πάχος (d_0), ορίζεται ως η διαφορά μεταξύ των γραμμών εκσκαφής ‘A’ και ‘B’.

ΑΔΡΑΝΗ ΥΛΙΚΑ - ΠΕΡΙΣΣΕΥΜΑΤΑ

Τα υλικά, που θα προέλθουν από τις εκσκαφές των ορυγμάτων, της σήραγγας και των στοών διαφυγής, μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατόπιν διαλογής, ώστε να καλύπτουν τις απαιτήσεις των κατηγοριών E3 και E4, ως υλικά για την πλήρωση του μόνιμου ανεστραμμένου τόξου (invert) της σήραγγας και των στοών διαφυγής, καθώς και για τις επανεπιχώσεις των τμημάτων Cut & Cover, ώστε να είναι επιτυχείς, οι όποιες φυτεύσεις γίνουν ή να επισπευτεί η φυσική αναχλόαση.

Οι ποσότητες που θα περισσέψουν από τα υλικά εκσκαφών θα πρέπει να μεταφερθούν σε χώρους που θα εξασφαλίσει ο Ανάδοχος.

5.6 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΗΣ ΣΗΡΑΓΓΑΣ - ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ

Ο σχεδιασμός του έργου, προβλέπει τη διάνοιξη της σήραγγας σε περισσότερα του ενός μετώπου, προκειμένου να συντομευτεί ο χρόνος

κατασκευής του έργου. Πιο συγκεκριμένα, προβλέπεται η δημιουργία συνολικά πέντε (5) μετώπων προσβολής της σήραγγας, τα οποία είναι:

1. Μέτωπο προσβολής 1 από το ανατολικό cut & cover (ανατολικό μέτωπο προσβολής)
2. Μέτωπο προσβολής 2 από το δυτικό cut & cover (δυτικό μέτωπο προσβολής)
3. Μέτωπο προσβολής 3 από την στοά διαφυγής 1
4. Μέτωπο προσβολής 4 από την στοά διαφυγής 2
5. Μέτωπο προσβολής 5 από την στοά διαφυγής 3

Οι διαμορφώσεις όλων των μετώπων προσβολής της σήραγγας παρουσιάζονται λεπτομερώς στα κατασκευαστικά σχέδια των μελετών της σήραγγας και των στοών διαφυγής.

Ο σχεδιασμός προβλέπει παράλληλα με τη διαμόρφωση του δυτικού και ανατολικού μετώπου, τη διάνοιξη των στοών διαφυγής και τη διαμόρφωση των μετώπων προσβολής της σήραγγας από αυτές. Ο προγραμματισμός του εργοταξίου, σε όρους ανθρώπινου δυναμικού και τεχνικών μέσων, θα πρέπει να είναι τέτοιος, έτσι ώστε η διάνοιξη του υπογείου έργου της σήραγγας και των στοών διαφυγής να γίνει στους προβλεπόμενους από τη μελέτη χρόνους. Το χρονοδιάγραμμα κατασκευής του υπογείου έργου έχει λάβει υπόψη του τα εξής:

1. Η έναρξη διάνοιξης του υπογείου έργου των στοών διαφυγής να ξεκινήσει όχι αργότερα από 90 ημέρες από την ημερομηνία υπογραφής της σύμβασης του Έργου.

2. Η διαμόρφωση του δυτικού μετώπου προσβολής (μέτωπο 2) να έχει ολοκληρωθεί εντός 180 ημερών από την ημερομηνία υπογραφής της σύμβασης του Έργου.

3. Η διαμόρφωση του ανατολικού μετώπου προσβολής (μέτωπο 1) να έχει ολοκληρωθεί εντός 300 ημερών από την ημερομηνία υπογραφής της σύμβασης του Έργου.

4. Η διάνοιξη από το μέτωπο προσβολής 1, πραγματοποιείται με κατεύθυνση προς δυσμάς, από την είσοδο της σήραγγας (Χ.Θ. 85+953,73).

5. Η διάνοιξη από το μέτωπο προσβολής 2, πραγματοποιείται με κατεύθυνση προς ανατολάς, από την έξοδο της σήραγγας (Χ.Θ. 89+205,73).

6. Η διάνοιξη της σήραγγας από το μέτωπο προσβολής 3, πραγματοποιείται με κατεύθυνση προς ανατολάς.

7. Η διάνοιξη από το μέτωπο προσβολής 4, πραγματοποιείται με κατεύθυνση προς ανατολάς.

8. Η διάνοιξη από το μέτωπο προσβολής 5, πραγματοποιείται επίσης με κατεύθυνση προς την ανατολή.

9. Η διάνοιξη θα γίνεται σε τρεις (3) βάρδιες ανά εικοσιτετράωρο, διάρκειας οκτώ (8) ωρών έκαστη.

Με βάση τα παραπάνω, έχει εκπονηθεί χρονοδιάγραμμα εργασιών, το οποίο συμπεριλαμβάνεται στην εγκεκριμένη μελέτη του υπογείου έργου. Ο χρονικός προγραμματισμός του έργου περιλαμβάνει δύο παραλλαγές (Παραλλαγή 1 και 2), οι οποίες σχετίζονται με τους ημερήσιους ρυθμούς προχώρησης της σήραγγας και των στοών διαφυγής.

ΔΙΑΤΟΜΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ	ΗΜΕΡΗΣΙΟΣ ΡΥΘΜΟΣ ΠΡΟΧΩΡΗΣΗΣ (m/24h)	
	ΠΑΡΑΛΛΑΓΗ 1	ΠΑΡΑΛΛΑΓΗ 2
A	3	3
B	3	2
C	2	2
D	2	2
ΣΔ-A	4,5	3
ΣΔ-B	3	2

Λαμβάνοντας υπόψη την ημερήσια προχώρηση, του παραπάνω πίνακα και τα αναμενόμενα μήκη εφαρμογής, κάθε διατομής υποστήριξης, ο απαιτούμενος χρόνος για τη διάνοιξη και προσωρινή υποστήριξη των στοών διαφυγής και της σήραγγας είναι 551 ημέρες, για την Παραλλαγή 1 και 711 ημέρες, για την Παραλλαγή 2 (μετρούμενες από την ημέρα υπογραφής της σύμβασης του Έργου).

Η σκυροδέτηση της μόνιμης επένδυσης θα γίνει με χρήση μεταλλοτύπου όπως περιγράφεται σε προηγούμενο κεφάλαιο. Προβλέπεται η χρήση δύο (2) μεταλλοτύπων, κινούμενοι ο ένας με κατεύθυνση από το ανατολικό στόμιο προς το δυτικό και ο δεύτερος από το δυτικό στόμιο προς το ανατολικό.

Στη Παραλλαγή 1, η σκυροδέτηση από το ανατολικό στόμιο, προβλέπεται να ξεκινήσει μετά από 450 ημέρες από την ημερομηνία υπογραφής της σύμβασης και από το δυτικό στόμιο μετά από 400 ημέρες, από την ημερομηνία υπογραφής της σύμβασης. Στη περίπτωση της Παραλλαγής 2, οι αντίστοιχες ημερομηνίες είναι 540 ημέρες και 400 ημέρες από την ημερομηνία υπογραφής της σύμβασης. Με αυτά τα δεδομένα η σκυροδέτηση της μόνιμης επένδυσης στη Παραλλαγή 1 αναμένεται να ολοκληρωθεί σε 832 ημέρες, από την ημερομηνία υπογραφής της σύμβασης και στην Παραλλαγή 2, σε 877 ημέρες από την ημερομηνία υπογραφής της σύμβασης.

5.7 Μετώπα Προσβολής Υπογείου Έργου Σήραγγας

Διαμόρφωση Ανατολικού Μετώπου Προσβολής Υπογείου Έργου Σήραγγας (X.Θ. 85+953,73)

Το ανατολικό μέτωπο προσβολής του υπογείου τμήματος της σήραγγας διαμορφώνεται κατακόρυφο στην X.Θ. 85+953,73, η οποία είναι και η θέση τέλους του ανατολικού Cut & Cover. Η πρόσβαση στην θέση του ανατολικού

μετώπου θα γίνει μέσω του προσωρινού ορύγματος του ανατολικού Cut & Cover.

Το ύψος του κατακόρυφου μετώπου στη θέση αυτή είναι 11,90m, ενώ το ύψος των υπερκειμένων είναι 2,25m. Το ύψος αυτό κρίνεται επαρκές για την εφαρμογή της διατομής στομίου και την τοποθέτηση των αγκυρίων στο μέτωπο. Πάνω από το κατακόρυφο μέτωπο διαμορφώνεται αναβαθμός προστασίας, πλάτους 3m με εγκάρσια κλίση της τάξεως του 4% προς τα έσω, προκειμένου να αποφευχθεί η εισροή επιφανειακών υδάτων στο πρανάς του μετώπου. Το ανάντη του αναβαθμού πρανάς, ύψους περίπου 2,80m, διαμορφώνεται με κλίση 1 : 1 (υ : β).

Αρχικά το όρυγμα, στην θέση του μετώπου, εκσκάπτεται σταδιακά μέχρι την Α' φάση εκσκαφής (+31,43) της σήραγγας, έτσι ώστε να είναι δυνατή η παράλληλη τοποθέτηση των μέτρων αντιστήριξης. Η τελική στάθμη εκσκαφής βρίσκεται 2,50m κάτω από την ερυθρά χωματουργικών της σήραγγας στο υψόμετρο +26,24.

Στην περιοχή άνωθεν του μετώπου της σήραγγας τοποθετούνται οριζόντιες προεντεταμένες αγκυρώσεις σε αξονικές αποστάσεις 1,50m. Τα αγκύρια τοποθετούνται επί οριζοντίου δοκού από οπλισμένο σκυρόδεμα διαστάσεων 1,00m x 0,50m (υ:β), η οποία στηρίζεται στους πασσάλους της αντιστήριξης του προσωρινού ορύγματος του ανατολικού Cut & Cover.

Στο υπόλοιπο τμήμα του μετώπου εκτός του περιγράμματος εκσκαφής της σήραγγας τοποθετούνται αγκύρια selfdrilling υπό γωνία 10° σε κάνναβο 1,50mx1,50m. Η τοποθέτηση των αγκυρίων γίνεται παράλληλα με την εκσκαφή.

Στο περιτύπωμα του θόλου της σήραγγας τοποθετούνται οριζόντια παθητικά αγκύρια fiberglass, διαμέτρου Φ22mm, σε κάνναβο 2,00mx1,50m (υ:β), μήκους 12,00m, με σκοπό να εξασφαλισθεί η απαιτούμενη ευστάθεια και να διευκολυνθεί η εκσκαφή της σήραγγας.

Για την προστασία του μετώπου, από φαινόμενα επιφανειακής διάβρωσης και την περαιτέρω ενίσχυση του, προβλέπεται επένδυση με ινοπλισμένο εκτοξευόμενο σκυρόδεμα πάχους 15cm, σε δύο στρώσεις με περιεκτικότητα ινών 45kg/m^3 κατ' ελάχιστο. Για την προστασία δε του ανάντη του μετώπου πρανούς προβλέπεται επένδυση με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα πάχους 10cm, σε δύο στρώσεις με ενδιάμεση τοποθέτηση δομικού πλέγματος T188. Για την εκτόνωση των πιέσεων, από ενδεχόμενη εμφάνιση υδάτων, προβλέπεται η διάνοιξη ανακουφιστικών οπών στο εκτοξευόμενο σκυρόδεμα σε κάναβο $3\text{m}\times 3\text{m}$.

Διαμόρφωση Δυτικού Μετώπου Προσβολής Υπογείου Έργου Σήραγγας (X.Θ. 89+205,73)

Το δυτικό μέτωπο προσβολής του υπογείου τμήματος της σήραγγας διαμορφώνεται κεκλιμένο με κλίση 3:1 (υ:β) στην X.Θ. 89+205,73, η οποία είναι και η θέση αρχής του δυτικού Cut & Cover. Η πρόσβαση στην θέση του δυτικού μετώπου θα γίνει μέσω του ορύγματος του δυτικού Cut & Cover.

Λόγω του απόκρημνου μορφολογικού ανάγλυφου και της διεύθυνσης της χάραξης ως προς αυτό, κρίθηκε σκόπιμο το δυτικό μέτωπο προσβολής του υπογείου έργου να απομακρυνθεί κατά το δυνατόν από τον ορεινό όγκο, ούτως ώστε να αποφευχθούν οι υπέρογκες ποσότητες αναγκαίων αντιστηρίξεων και εκσκαφών. Άντ' αυτού, η απαιτούμενη διατομή για την προσβολή του μετώπου, εξασφαλίζεται με την διάστρωση και συμπύκνωση λιθοδέματος, από ισχνό σκυρόδεμα με περιεκτικότητα τσιμέντου 80kg/m^3 . Για την αύξηση της συνάφειας μεταξύ εδάφους και λιθοδέματος τοποθετούνται αγκύρια fiberglass.

Για την δεδομένη μορφολογία προκύπτει η ανάγκη προσωρινής αντιστήριξης μόνο από τη πλευρά του ορύγματος προς τον ορεινό όγκο. Το αριστερό, ως προς τη φορά χιλιομέτρησης πρανές του ορύγματος, διαμορφώνεται κατακόρυφο προκειμένου να αποφευχθούν υπέρογκες

ποσότητες εκσκαφών και αντιστηρίζεται προσωρινά με πασσαλότοιχο ύψους 13,70m, συμπεριλαμβανομένου και του κεφαλόδεσμου.

Το ύψος του κεκλιμένου μετώπου, στη θέση προσβολής του υπογείου έργου, είναι 13,59m, ενώ το ύψος των υπερκειμένων είναι 3,30m. Πάνω από το μέτωπο διαμορφώνεται αναβαθμός προστασίας, πλάτους 4m με εγκάρσια κλίση 4% προς το πρηνές, ο οποίος καταλήγει σε τριγωνική τάφρο συλλογής και απορροής των όμβριων υδάτων. Το ανάντη του αναβαθμού πρηνές έχει ύψος περίπου 10,50m και διαμορφώνεται με κλίση 1:1 (υ:β).

Αρχικά το όρυγμα, στην θέση του μετώπου, εκσκάπτεται σταδιακά μέχρι την Α' φάση εκσκαφής (+37.75) της σήραγγας, έτσι ώστε να είναι δυνατή η παράλληλη τοποθέτηση των μέτρων αντιστήριξης. Η τελική στάθμη εκσκαφής βρίσκεται 2,50m κάτω από την ερυθρά χωματοργικών της σήραγγας, στο υψόμετρο +32,56.

Στην περιοχή άνωθεν του μετώπου της σήραγγας τοποθετούνται οριζόντιες προεντεταμένες αγκυρώσεις σε αξονικές αποστάσεις των 2,00m. Τα προεντεταμένα αγκύρια τοποθετούνται επί οριζοντίου δοκού διατομής 2x200 . Στο υπόλοιπο τμήμα του μετώπου, εκτός του περιγράμματος εκσκαφής της σήραγγας, τοποθετούνται οριζόντια παθητικά αγκύρια fiberglass, διαμέτρου $\Phi 22\text{mm}$ και μήκους 12.00m σε πεσσοειδή κάνναβο 2.00m x 2.00m, με σκοπό να εξασφαλισθεί η απαιτούμενη ευστάθεια του μετώπου και να διευκολυνθεί η εκσκαφή της σήραγγας. Στο περιτύπωμα του θόλου της σήραγγας τοποθετούνται παθητικά αγκύρια fiberglass, διαμέτρου $\Phi 22\text{mm}$ και μήκους 12.00m σε κάνναβο 2.00m x 1.50m . Η τοποθέτηση των αγκυρίων γίνεται παράλληλα με την εκσκαφή.

Για την προστασία του μετώπου από φαινόμενα επιφανειακής διάβρωσης και την περαιτέρω ενίσχυση του, προβλέπεται επένδυση με ινοπλισμένο εκτοξευόμενο σκυρόδεμα, πάχους 15cm, σε δύο στρώσεις με περιεκτικότητα ινών 45kg/m^3 κατ' ελάχιστο. Για την προστασία δε του ανάντη του μετώπου πρηνούς, προβλέπεται επένδυση με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα,

πάχους 10cm σε δύο στρώσεις με ενδιάμεση τοποθέτηση δομικού πλέγματος T188. Για την εκτόνωση των πιέσεων, από ενδεχόμενη εμφάνιση υδάτων, προβλέπεται η διάνοιξη ανακουφιστικών οπών στο εκτοξευόμενο σκυρόδεμα σε κάρναβο 3mx3m.

Κατασκευαστικά Θέματα Μετώπων Προσβολής Υπογείου Έργου

Σήραγγας

Με σκοπό να επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή ασφάλεια για τους εργαζόμενους και το έργο, είναι απαραίτητη η γεωτεχνική παρακολούθηση των εκσκαφών στις ευαίσθητες περιοχές των μετώπων προσβολής, ώστε να ελέγχονται οι προβλεπόμενες από την μελέτη γεωλογικές και γεωτεχνικές συνθήκες.

Σε συνδυασμό με την γεωτεχνική παρακολούθηση, θεωρείται αναπόσπαστο τμήμα της διαδικασίας του σχεδιασμού, η παρακολούθηση της συμπεριφοράς των πρανών των μετώπων και των μέτρων αντιστήριξης τους, με την τοποθέτηση οργάνων και την εκτέλεση μετρήσεων, έτσι ώστε να ελέγχονται οι παραδοχές, που έχουν ληφθεί στη μελέτη και να υπάρχει η δυνατότητα άμεσης προειδοποίησης για τη λήψη διορθωτικών μέτρων, σε περίπτωση εμφάνισης ανεπιθύμητων εδαφικών μετακινήσεων.

Για τον έλεγχο των επιφανειακών μετακινήσεων, απαιτείται η υλοποίηση συστήματος τοπογραφικής παρακολούθησης των μετακινήσεων, με εγκατάσταση τριών (3) βάθρων στο ανατολικό μέτωπο και τεσσάρων (4) βάθρων στο δυτικό μέτωπο, κατασκευασμένα από σκυρόδεμα με ενσωματωμένους κοχλίες. Η τοπογραφική παρακολούθηση των μετακινήσεων θα πραγματοποιείται, τόσο κατά την διάρκεια, όσο και μετά την αποπεράτωση των ανοικτών εκσκαφών. Οι θέσεις, των μαρτύρων παρακολούθησης, παρουσιάζονται στα σχέδια των μελετών διαμόρφωσης των μετώπων προσβολής.

Για την παρακολούθηση των μετακινήσεων θα γίνονται χωροσταθμίσεις ακριβείας. Οι μετρήσεις θα αρχίσουν αμέσως μετά την τοποθέτηση των μαρτύρων και θα γίνονται καθημερινά, μέχρι οι μετακινήσεις να ισορροπήσουν ασυμπτωτικά. Μετά την ισορρόπηση των μετακινήσεων, οι μετρήσεις θα εκτελούνται σε εβδομαδιαία βάση.

Με βάση τις μηχανικές ιδιότητες του υπεδάφους και την ανάγκη για μειωμένες διαταραχές του περιβάλλοντος εδάφους, κατά τη διάνοιξη της σήραγγας, την υφιστάμενη τεχνική εμπειρία και τα λειτουργικά χαρακτηριστικά της σήραγγας, προκύπτει ότι η πλέον ενδεδειγμένη μέθοδος εκσκαφής είναι αυτή με χρήση μηχανικών μέσων και ειδικότερα με χρήση κοινής αυτοκινούμενης υδραυλικής σφύρας ή τσάπας.

Η εκσκαφή του υπογείου έργου της σήραγγας γίνεται σε δύο φάσεις, την Α' και την Β' φάση. Στα σχέδια και τη τεχνική έκθεση της μελέτης εκσκαφής και προσωρινής υποστήριξης της σήραγγας παρουσιάζονται με λεπτομέρεια η σειρά φάσεων εκσκαφής της Α' φάσης (άνω ημιδιατομή) και της Β' φάσης (κάτω ημιδιατομή), καθώς και οι διαστάσεις των γραμμών εκσκαφής "Α" και "Β" και των πλαισίων για κάθε κατηγορία μέτρων υποστήριξης.

Η κατασκευαστική διαδικασία της σήραγγας περιλαμβάνει την εκσκαφή της άνω ημιδιατομής με βήμα προχώρησης, ανάλογα με την κατηγορία υποστήριξης και την τοποθέτηση εκτοξευόμενου σκυροδέματος πάχους 5cm για την αποφυγή μικροκαταπτώσεων. Στην συνέχεια ακολουθεί η τοποθέτηση των μεταλλικών πλαισίων και των αγκυρίων και η συμπλήρωση του εκτοξευόμενου σκυροδέματος, σε στρώσεις των 5cm, μέχρι του προβλεπόμενου από τη μελέτη πάχους.

Αντίστοιχα στάδια κατασκευής ακολουθούνται για την εκσκαφή της βαθμίδας (Β' φάση) και του ανεστραμμένου τόξου (invert), μετά την ολοκλήρωση της υποστήριξης της άνω ημιδιατομής. Η ολοκλήρωση των ανωτέρω βημάτων θα πρέπει να πραγματοποιείται σε αποστάσεις, που καθορίζονται ανά κατηγορία υποστήριξης, στα αντίστοιχα κατασκευαστικά

σχέδια. Τα βήματα προχώρησης άνω και κάτω ημιδιατομής είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους. Η κατά μήκος ελάχιστη απόσταση μεταξύ A' και B' φάσης είναι 20m, για την κατηγορία υποστήριξης A, και 24m για τις κατηγορίες υποστήριξης B, C και D.

Ως γραμμή ελάχιστης εκσκαφής ("A'") λαμβάνεται εκείνη, μέσα από την οποία δεν επιτρέπεται η ύπαρξη μη εκσκαφθέντος τμήματος εδάφους οποιουδήποτε είδους και διαστάσεων, που εξαρτώνται από την ακτίνα του εσωραχίου της μόνιμης επένδυσης (R), το απαιτούμενο στατικό πάχος της τελικής επένδυσης (d_3), το απαιτούμενο μέσο στατικό πάχος της προσωρινής επένδυσης (d_1) και το προβλεπόμενο πάχος σύγκλισης και κατασκευαστικής ανοχής (d_2).

Ως γραμμή πληρωμής ("B'"), ορίζεται η γραμμή, που καθορίζει τα εξωτερικά όρια μέχρι τα οποία θα γίνεται επιμέτρηση για την πληρωμή της εκσκαφής. Το πάχος (d_0), ορίζεται ως η διαφορά μεταξύ των γραμμών εκσκαφής "A'" και "B'".

5.8 Γεωτεχνική Παρακολούθηση

Με την εφαρμογή των παραπάνω μέτρων προσωρινής υποστήριξης του υπογείου έργου της σήραγγας, εκτιμάται ότι οι μέγιστες παραμορφώσεις του εδάφους και το εύρος της χαλαρωμένης ζώνης θα λαμβάνουν τέτοιες τιμές, ώστε να εξασφαλίζονται οι συνθήκες ασφαλούς διάνοιξης της σήραγγας. Σε κάθε περίπτωση, στη φάση διάνοιξης και προσωρινής υποστήριξης της σήραγγας προβλέπεται η διενέργεια γεωτεχνικών μετρήσεων με στόχο τον έλεγχο της συμπεριφοράς της υπόγειας εκσκαφής, καθώς και της επιφάνειας του εδάφους σε κρίσιμες θέσεις (π.χ. θέσεις στομίων). Για το σκοπό αυτό, θα εφαρμοστούν οι ακόλουθες διατομές οργάνων γεωτεχνικής παρακολούθησης:

1. Μετρητικοί σταθμοί τύπου A1, στους οποίους θα εκτελούνται μετρήσεις σύγκλισης και χωροστάθμησης.

2. Μετρητικοί σταθμοί τύπου A2, στους οποίους θα εκτελούνται οι μετρήσεις του σταθμού τύπου A1 και επιπροσθέτως μετρήσεις με ενδοδιατρηματικά επιμηκυνσιόμετρα, τριών σημείων, ή/και ηλεκτρικά μηκυνσιόμετρα μεταλλικών τόξων, όργανα μέτρησης παραμορφώσεων και κυψέλες φορτίου ηλώσεων.

3. Μετρητικοί σταθμοί τύπου A3, στους οποίους θα εκτελούνται οι μετρήσεις του σταθμού τύπου A2 και επιπροσθέτως μετρήσεις με κυψέλες φορτίου εκτοξευόμενου σκυροδέματος και πιεζόμετρο εντός γεωτρήσεως.

Οι αποστάσεις μεταξύ των διαδοχικών μετρητικών σταθμών θα πρέπει να είναι:

- Για την κατηγορία A, η διατομή οργάνων γεωτεχνικής παρακολούθησης τύπου A1 εφαρμόζεται ανά $L=50m$, η A2 ανά $L=100m$ και η A3 ανά $L=200m$ συνεχούς προχώρησης. Εάν είναι $150m < L < 200m$ τότε εφαρμόζεται η διατομή A3.

- Για τις κατηγορίες B, C και D εφαρμόζεται η διατομή οργάνων γεωτεχνικής παρακολούθησης τύπου A2 ανά $L=50m$ και η A3 ανά $L=100m$ συνεχούς προχώρησης. Εάν είναι $50m < L < 100m$ τότε εφαρμόζεται η διατομή A3.

Η πρώτη μέτρηση παραμόρφωσης (σύγκλιση, επιμήκυνση, χωροστάθμηση) θα εκτελείται σε απόσταση μικρότερη των 6m από το μέτωπο εκσκαφής. Μετά την πρώτη μέτρηση θα 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 διενεργούνται μετρήσεις ανά 25 έως 35 ημέρες μέχρι τη σταθεροποίηση των μετακινήσεων. Η πυκνότητα λήψης των μετρήσεων θα αυξάνει εάν η μετακίνηση μεταξύ δύο διαδοχικών μετρήσεων, είναι μεγαλύτερη των 5mm ή εάν υπάρχουν ενδείξεις αποσταθεροποίησης του εδάφους. Στην τεχνική έκθεση της μελέτης της εκσκαφής και προσωρινής υποστήριξης περιγράφονται αναλυτικά τα επίπεδα προειδοποίησης και συναγερμού των συγκλίσεων καθώς

και τα απαιτούμενα μέτρα, τα οποία θα πρέπει να ληφθούν στην εκάστοτε περίπτωση.

Πέραν των μετρήσεων και των δοκιμών, που προβλέπονται από τους επιμέρους τύπους σταθμών μέτρησης που περιγράφονται ανωτέρω, θα διενεργείται και συστηματική υπόγεια τεχνικογεωλογική χαρτογράφηση της σήραγγας σε κλίμακα 1:100, ώστε να επιτρέπεται η συναξιολόγηση των αποτυπώσεων με τα αποτελέσματα των διενεργουμένων μετρήσεων.

5.9 Μόνιμη Επένδυση

Η μόνιμη επένδυση κατασκευάζεται από έγχυτο οπλισμένο σκυρόδεμα κατηγορίας C30/37 και χάλυβα οπλισμού κατηγορίας St IV - S500s. Σε συνάρτηση με την ποιότητα των εδαφικών σχηματισμών που θα διανοιχτούν, προβλέπονται δύο τύποι διατομών χρήσης, ανοικτού και κλειστού πυθμένα. Η τυπική διατομή ανοικτού τύπου είναι πεταλοειδής και εδράζεται επί πεδίων. Η άνω παρειά του πεδίου τοποθετείται στη στάθμη $-0,64$ (ως προς τη στάθμη της Κ.Σ.: $\pm 0,00$) και με εφαρμογή πάχους πεδίου $0,80\text{m}$, η θεμελίωση τοποθετείται στη στάθμη $-1,44$. Στη στάθμη θεμελίωσης προβλέπεται σκυρόδεμα εξομάλυνσης πάχους 10cm .

Το τόξο του θόλου του εσωραχίου έχει ακτίνα $R_1 = 6,05\text{m}$, με κέντρο στον άξονα της Ν.Σ.Γ. και στη στάθμη $+1,80$ (Κ.Σ. $\pm 0,00$) και με γωνία τόξου $107,31^\circ$. Από τη θέση αυτή, το εσωράχιο συνεχίζεται με τόξο κύκλου, ακτίνας $R_2=3,00\text{m}$ (με κέντρο στη στάθμη $+0,89$ και σε οριζόντια απόσταση $2,91\text{m}$ από τον άξονα της Ν.Σ.Γ) έως τη στάθμη της άνω παρειάς του πεδίου ($-0,64$).

Το εξωράχιο του θόλου προδιαγράφεται από την εφαρμογή στατικού πάχους κελύφους $0,45\text{m}$, ήτοι με τόξο ακτίνας $6,50\text{m}$. Η εφαρμογή εκτείνεται έως τη στάθμη $+1,80$ και από τη θέση αυτή και έως τη στάθμη θεμελίωσης εφαρμόζεται τόξο, εφαπτόμενο στο παραπάνω τόξο, ακτίνας $15,02\text{m}$ και κέντρο σε απόσταση $8,52\text{m}$ από τον άξονα και στη στάθμη $+1,80$ (ως προς τη Κ.Σ.

± 0.00). Κατά συνέπεια το πάχος της μόνιμης επένδυσης των παρειών είναι μεταβλητό, με ελάχιστη τιμή 0.45m (στη στάθμη +1.80) και μέγιστη τιμή 0.65m (περιοχή στραγγιστηρίου).

Το εσωράχιο και εξωράχιο του θόλου είναι κοινό για τη διατομές κλειστού και ανοικτού τύπου. Το μόνιμο ανεστραμμένο τόξο (invert), της κλειστής διατομής, έχει κέντρο στον άξονα της σήραγγας στη στάθμη +9,17, ακτίνα εσωραχίου 10,55m και εξωραχίου 12,31m. Το εξωράχιο του invert συναρμόζει με το εξωράχιο της παρειάς με τόξο συναρμογής, ακτίνας 1,30m και με κέντρο στη στάθμη -0,65 (ως προς τη Κ.Σ ± 0.00) σε απόσταση 4,98m από τον άξονα της σήραγγας.

Η κατασκευή της μόνιμης επένδυσης της σήραγγας θα γίνει τμηματικά κατά μήκος της χάραξης (σπόνδυλοι μήκους 12m έκαστος). Σε όλο το μήκος της σήραγγας προβλέπονται εσοχές ασφαλείας ανά 24 m (τοποθέτηση εναλλάξ ανά πλευρά του έργου).

Η κατασκευή θα γίνει σειριακά με τη βοήθεια ειδικού μεταλλοτύπου για το εσωράχιο. Ο εσωτερικός μεταλλότυπος θα στηρίζεται επί φορείου, το οποίο είναι δυνατόν να κινείται επί σιδηροτροχιών. Στις θέσεις των αρμών διακοπής σκυροδέτησης προβλέπονται αρμοί διαστολής. Αρχικά σκυροδετείται η θεμελίωση, δηλαδή τα πέδιλα ή το μόνιμο ανεστραμμένο τόξο, ώστε να χρησιμοποιηθούν ως βάση έδρασης του μεταλλοτύπου. Στη συνέχεια ακολουθεί η σκυροδέτηση του θόλου. Ο θόλος σκυροδετείται μέσα από τις ειδικά διαμορφωμένες οπές (παράθυρα) του μεταλλοτύπου, με αντλία σκυροδέματος και δονητές εγκατεστημένους στο μεταλλότυπο. Η αφαίρεση του μεταλλοτύπου γίνεται 8-12 ώρες μετά τη σκυροδέτηση και αφού η θραύση δοκιμίων επαληθεύσει την ανάπτυξη αντοχής $f_{ck} > 8\text{MPa}$. Οι πλευρικές εσοχές ασφαλείας μπορούν να σκυροδετηθούν, είτε πριν από τη διαμόρφωση του φορέα της μόνιμης επένδυσης, είτε παράλληλα, οπότε κατασκευάζονται με καλούπι, που στερεώνεται στο μεταλλότυπο. Αρμοί σκυροδέτησης δεν θα πρέπει να υπάρχουν

στις θέσεις των εσοχών, γι' αυτό και οι εσοχές τίθενται στο μέσο κάθε σπονδύλου.

5.10 Δυτικό Cut & Cover (Χ.Θ. 89+205.73 – Χ.Θ. 89+246,40)

Γεωτεχνικές Συνθήκες

Για την διερεύνηση των συνθηκών υπεδάφους, στην περιοχή του δυτικού Cut & Cover, εκτελέστηκαν δύο γεωτρήσεις (ΓΣ11 και ΓΣ12), βάθους 45,0m και 23,20m αντίστοιχα. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των γεωτρήσεων, το υπέδαφος αποτελείται από εναλλαγές φαιοκάστανων έως καστανών αργίλων, αργιλοϊλυωδών άμμων και αμμοχάλικων. Από τα αποτελέσματα των καθημερινών μετρήσεων της στάθμης νερού, κατά την εκτέλεση των γεωτρήσεων, συμπεραίνεται ότι στη θέση του τεχνικού δεν διαμορφώνεται σταθερός υδροφόρος ορίζοντας.

Προσωρινή Αντιστήριξη Ορυγμάτων

Για την δεδομένη μορφολογία εδάφους, προκύπτει η ανάγκη προσωρινής αντιστήριξης, μόνο από τη πλευρά του ορύγματος προς τον ορεινό όγκο. Το αριστερό, κατά τη χιλιομέτρηση της Ν.Σ.Γ., πρανές του ορύγματος διαμορφώνεται κατακόρυφο στο πόδα του, προκειμένου να αποφευχθούν υπέρογκες ποσότητες εκσκαφών και αντιστηρίζεται προσωρινά με πασσαλότοιχο, ύψους 13,70m συμπεριλαμβανομένου και του κεφαλόδεσμου.

Ο σχεδιασμός προβλέπει την κατασκευή πασσαλότοιχου, μήκους 34.0m (από Χ.Θ. 89+201.72 έως Χ.Θ. 89+235.72), από την πλευρά του ορύγματος του δυτικού Cut & Cover προς τον ορεινό όγκο. Το προσωρινό πρανές, ανάντη του πασσαλότοιχου, έχει ύψος από 42m, στην αρχή, έως 11m περίπου στο τέλος του τεχνικού και θα διαμορφωθεί με κλίση 1:1 και αναβαθμούς, πλάτους 4m ανά

10m ύψους ορύγματος. Οι αναβαθμοί έχουν εγκάρσια κλίση 4% προς το πρηνές και καταλήγουν σε τριγωνική τάφρο συλλογής και απορροής των όμβριων υδάτων. Ειδικά στο επίπεδο κατασκευής των πασσάλων (+48,0), ο αναβαθμός έχει αυξημένο πλάτος (5,40m), προκειμένου να διευκολυνθεί η κατασκευή των πασσάλων.

Η πασσαλοστοιχία κατασκευάζεται σε αξονική απόσταση 7,50m από τον άξονα της χάραξης, ώστε να εξασφαλίζεται ο προβλεπόμενος χώρος για την σκυροδέτηση του φορέα. Ειδικά, στην θέση διαμόρφωσης του δυτικού μετώπου προσβολής του υπογείου έργου οι πάσσαλοι κατασκευάζονται σε αξονική απόσταση 8,20m, από τον άξονα, προκειμένου να εφαρμοσθεί η προβλεπόμενη διατομή εκσκαφής και αντιστήριξης του υπόγειου έργου.

Οι πάσσαλοι, διαμέτρου Φ1,00m, κατασκευάζονται σε αξονική κατά μήκος απόσταση 1,50m, με διάτρηση και επί τόπου σκυροδέτηση και στην συνέχεια κατασκευάζεται ο κεφαλόδεσμος διατομής 1,00m x 1,20m (υ x β). Στη συνέχεια ακολουθεί η τμηματική εκσκαφή του ορύγματος και παράλληλα τοποθετούνται οι απαιτούμενες αγκυρώσεις, ενώ το μεταξύ των πασσάλων μέτωπο, που αποκαλύπτεται κατά την εκσκαφή, υποστηρίζεται με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα πάχους 15cm, σε δύο στρώσεις με ενδιάμεση τοποθέτηση δομικού πλέγματος T188. Για την εκτόνωση των πιέσεων από ενδεχόμενη εμφάνιση υδάτων, προβλέπεται η διάνοιξη ανακουφιστικών οπών στο εκτοξευόμενο σκυρόδεμα, σε κάρναβο 3m x 3m.

Μόνιμη Αντιστήριξη Ορύγματος Η/Μ κτιρίου

Για τη μόνιμη αντιστήριξη του πρηνούς, ανάντη του κτιρίου Η/Μ και του χώρου συγκέντρωσης, προβλέπεται η κατασκευή πασσαλότοιχου μήκους 88,20m. Στη θέση κατασκευής του μόνιμου πασσαλότοιχου γίνεται προσωρινή επίχωση με κλίση πρηνούς 1:1 μέχρι τη στάθμη +48 και στη συνέχεια διαμορφώνεται επίπεδο εργασίας με τριγωνική τάφρο απορροής όμβριων στη

στάθμη +47. Το πρανές ανάντη, διαμορφώνεται με κλίση 2:1 και επενδύεται με τοιχίο από οπλισμένο σκυρόδεμα, πάχους 1,0m.

Οι πάσσαλοι, διαμέτρου $\Phi 1,20\text{m}$, κατασκευάζονται σε αξονική κατά μήκος απόσταση 1,50m, με διάτρηση και επί τόπου σκυροδέτηση και στην συνέχεια κατασκευάζεται ο κεφαλόδεσμος, διατομής 1,0m x 1,40m ($\nu \times \beta$). Ακολούθως εκτελείται η αποκάλυψη του μετώπου, μέχρι την προβλεπόμενη στάθμη +40 και η τοποθέτηση διάτρητων κατακόρυφων σωλήνων από P.V.C., μεταξύ των πασσάλων, διαμέτρου 3'', για την αποστράγγιση του εδάφους πίσω από τον πασσαλότοιχο. Οι σωλήνες τυλίγονται, πριν την τοποθέτησή τους, με γεωφάσμα, προκειμένου να διασφαλισθεί η μακροχρόνια λειτουργία τους. Το μεταξύ των πασσάλων μέτωπο, που αποκαλύπτεται με την εκσκαφή, υποστηρίζεται με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα πάχους 15cm, σε δύο στρώσεις με ενδιάμεση τοποθέτηση δομικού πλέγματος T188. Τέλος, τοποθετείται εξομαλυντική στρώση εκτοξευομένου σκυροδέματος πάχους 3cm για αισθητικούς λόγους.

Φάσεις Κατασκευής Προσωρινού Ορύγματος

Όλες οι εκσκαφές θα γίνουν με χρήση μηχανικών μέσων και θα εκτελεσθούν σταδιακά. Οι φάσεις κατασκευής παρουσιάζονται αναλυτικά στα κατασκευαστικά σχέδια της μελέτης του δυτικού Cut & Cover. Οι προβλεπόμενες φάσεις των εργασιών εκσκαφής και διαμόρφωσης του δυτικού στομίου (εξόδου) της σήραγγας είναι οι ακόλουθες:

1η Φάση:

- Εκσκαφή και διαμόρφωση του ανάντη πρανούς με κλίση 1:1 από την κορυφή μέχρι τη στάθμη +79,00.
- Διαμόρφωση πρώτου αναβαθμού με τάφρο απορροής όμβριων στη στάθμη +79,00.

- Επίχωση παλαιάς δεξαμενής λυμάτων μέχρι τη στάθμη +34,00, με κοκκώδες υλικό μεγίστου κόκκου 3'' ανά στρώσεις των 50cm. Απαιτούμενος βαθμός συμπίκνωσης: 98% της τροποποιημένης δοκιμής Proctor.

2η Φάση:

- Εκσκαφή και διαμόρφωση του ανάντη πρανούς με κλίση 1:1 από την κορυφή μέχρι τη στάθμη +69,00.
- Διαμόρφωση δεύτερου αναβαθμού με τάφρο απορροής όμβριων στη στάθμη +69,00.

3η Φάση:

- Εκσκαφή και διαμόρφωση του ανάντη πρανούς με κλίση 1:1 από την κορυφή μέχρι τη στάθμη +58,50.
- Διαμόρφωση τρίτου αναβαθμού με τάφρο απορροής ομβρίων στη στάθμη +58,50.
- Κατασκευή λιθοδέματος πλευρικής ενίσχυσης στη περιοχή του μετώπου της σήραγγας από ισχνό σκυρόδεμα, μεγίστου κόκκου αδρανούς 2'' με περιεκτικότητα τσιμέντου 80kg/m^3 σε στρώσεις των 50cm. Απαιτούμενος βαθμός συμπίκνωσης: 98% της τροποποιημένης δοκιμής Proctor.

Στάθμη έδρασης λιθοδέματος: +34,00

Στάθμη ολοκλήρωσης της διάστρωσης: +48,00

Κλίση πρανών: 3:1 (πλευρικά πρανή) και 2:1 (διαμήκες πρανές)

- Τοποθέτηση αγκυρίων fibreglass, φέρουσας ικανότητας 200kN, μήκους 12m, υπό γωνία 10° σε πεσσοειδή κάνναβο 1,10m x 2,20m (υ x β) στο σώμα του λιθοδέματος.

4^η Φάση:

- Προσωρινή επίχωση έως τη στάθμη +48,00, στη θέση κατασκευής των πασσάλων και διαμόρφωση πρανών με κλίση 28° , στη περιοχή του προσωρινού πασσαλότοιχου (α/α πασσάλου από 60 έως 82) και κλίση 1:1, στη περιοχή του μόνιμου πασσαλότοιχου (α/α πασσάλου από 1 έως 59).
- Εκσκαφή και διαμόρφωση του ανάντη πρανούς με κλίση 1:1, μέχρι τη στάθμη +48,00 και διαμόρφωση τάφρου απορροής όμβριων στη στάθμη +48,00.
- Εκσκαφή και διαμόρφωση του ανάντη πρανούς στη περιοχή του μόνιμου πασσαλότοιχου με κλίση 2:1, μέχρι τη στάθμη +47,00. Διαμόρφωση επιπέδου εργασίας με τάφρο απορροής όμβριων στη στάθμη +47,00.
- Κατασκευή φρεατοπασσάλων με αύξοντα αριθμό από 60 έως 82, διαμέτρου 100cm.
- Μερική εκσκαφή έως τη στάθμη +47,00, για τη κατασκευή του κεφαλόδεσμου του προσωρινού πασσαλότοιχου.
- Κατασκευή του κεφαλόδεσμου, διαστάσεων 1,20m x 1,00m (υ x β), του προσωρινού πασσαλότοιχου.
- Κατασκευή φρεατοπασσάλων με αύξοντα αριθμό από 1 έως 58, διαμέτρου 120cm.
- Κατασκευή του κεφαλόδεσμου, διαστάσεων 1,40m x 1,00m (υ x β), του μόνιμου πασσαλότοιχου στη στάθμη +47,00.

5^η Φάση:

- Τμηματική εκσκαφή σε επίπεδα εργασίας ανά 1,50m περίπου μέχρι τη στάθμη εκσκαφής του τεχνικού Cut & Cover (στάθμη +34,00). Σε κάθε επίπεδο εφαρμόζονται τα προβλεπόμενα μέτρα αντιστήριξης του προσωρινού πασσαλότοιχου και του μετώπου προσβολής της σήραγγας, σύμφωνα με τα σχέδια όψεων και μηκοτομών της μελέτης.

- Εκσκαφή μέχρι τη στάθμη έδρασης του κτιρίου Η/Μ και διαμόρφωση του χώρου συγκέντρωσης (στάθμη +40,00), με παράλληλη ενίσχυση του μετώπου του μόνιμου πασσαλότοιχου, με δομικό πλέγμα και εκτοξευόμενο σκυρόδεμα.

6η Φάση:

- Διάνοιξη σήραγγας.
- Κατασκευή φορέα Cut & Cover.
- Κατασκευή τοίχου αντιστήριξης της οδού πρόσβασης.
- Μερική επίχωση, έως τη στάθμη + 40,00 στο χώρο συγκέντρωσης, με κοκκώδες υλικό 3Α (σύμφωνα με την Π.Τ.Π. 155), ανά στρώσεις των 30cm. Απαιτούμενος βαθμός συμπίκνωσης: 98% της τροποποιημένης δοκιμής Proctor.

7η Φάση: ΤΕΛΙΚΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

- Επένδυση πρανούς ανάντη του μόνιμου πασσαλότοιχου με τοιχίο πάχους 1,0m, από οπλισμένο σκυρόδεμα και κατασκευή καναλιού συλλογής όμβριων, πλάτους 60cm στον πόδα του επενδεδυμένου πρανούς.
- Επανεπίχωση, για την τελική αποκατάσταση του ανάγλυφου, ανά στρώσεις των 40cm, με επίλεκτο υλικό των κατηγοριών E3 και E4. Απαιτούμενος βαθμός συμπίκνωσης: 98% της τροποποιημένης δοκιμής Proctor.
- Κατασκευή συρματοκιβωτίων στη περιοχή του στομίου.
- Κάλυψη των πρανών της τελικής διαμόρφωσης με Γιούτα για τη διευκόλυνση της φύτευσης τους και υδροσπορά.

Κατασκευαστικά Θέματα Έργων Αντιστήριξης Δυτικού Cut & Cover

Για τον έλεγχο των επιφανειακών μετακινήσεων, κρίνεται σκόπιμη η υλοποίηση συστήματος τοπογραφικής παρακολούθησης των μετακινήσεων, μέσω της εγκατάστασης 10 βάθρων από σκυρόδεμα με ενσωματωμένους κοχλίες. Η τοπογραφική παρακολούθηση των μετακινήσεων θα πραγματοποιείται, τόσο κατά την διάρκεια, όσο και μετά την αποπεράτωση των ανοικτών εκσκαφών. Τα βάθρα, που προβλέπονται να εγκατασταθούν, περιγράφονται λεπτομερώς στη μελέτη προσωρινής αντιστήριξης των χωματισμών του δυτικού Cut & Cover.

Για την παρακολούθηση των μετακινήσεων θα γίνονται χωροσταθμίσεις ακριβείας. Οι μετρήσεις θα αρχίσουν αμέσως μετά την τοποθέτηση των μαρτύρων και θα γίνονται καθημερινά μέχρι να ισορροπήσουν ασυμπτωτικά. Μετά την ισορρόπηση τους οι μετρήσεις θα είναι εβδομαδιαίες.

Πριν από την εγκατάσταση των προεντεταμένων αγκυριών, κρίνεται σκόπιμο να γίνει μία δοκιμή τάνυσης, κατά DIN 4125. Θα τηρηθούν πλήρη στοιχεία για την διάτρηση, την τάνυση, την επανατάνυση και την ενεμάτωση.

Οι κατασκευαστικές εργασίες θα πρέπει να εκτελούνται με τη δέουσα προσοχή και τη μέγιστη δυνατή τεχνική επιμέλεια, σύμφωνα με τα προβλεπόμενα από τη μελέτη, για την ελαχιστοποίηση της διατάραξης και αποδιοργάνωσης της περιβάλλουσας εδαφικής μάζας. Επισημαίνεται ότι για τον λόγο αυτό, οι μετρήσεις των οργάνων γεωτεχνικής παρακολούθησης θα πρέπει να λαμβάνονται αδιαλείπτως, καθ' όλη τη διάρκεια των εκσκαφών. Τονίζεται η ιδιαίτερη σημασία, που θα πρέπει να δοθεί στην ορθή ακολουθία κατασκευής, όπως αυτή παρουσιάζεται στα σχετικά σχέδια της μελέτης.

Κατά την εκσκαφή του δυτικού Cut & Cover θα παραχθούν περίπου 50.000 m³ εδαφικών υλικών, τα οποία θα πρέπει να αποτεθούν προσωρινά σε κατάλληλες θέσεις και σύμφωνα με τους εγκεκριμένους περιβαλλοντικούς όρους του έργου. Τα προϊόντα εκσκαφής μπορούν να χρησιμοποιηθούν, κατόπιν

διαλογής, για την επίτευξη των απαιτήσεων των κατηγοριών E3 και E4, ως υλικά επανεπίχωσης. Η προβλεπόμενη επανεπίχωση, για την τελική αποκατάσταση του δυτικού Cut & Cover, θα απαιτήσει περίπου 43.000 m³, επίλεκτου εδαφικού υλικού.

Φορέας Δυτικού Cut & Cover

Το δυτικό Cut & Cover έχει μήκος 40,67m και κατασκευάζεται μεταξύ των Χ.Θ. 89+205,73 και Χ.Θ. 89+246,40.

Η τυπική διατομή του φορέα του Cut & Cover είναι ανοικτού τύπου, πεταλοειδής μορφής και εδράζεται σε πέδιλα. Ο μόνιμος φορέας κατασκευάζεται από οπλισμένο σκυρόδεμα, κατηγορίας C30/37. Η άνω παρειά του πεδίου τοποθετείται στη στάθμη -0,54 (ως προς τη στάθμη της Κ.Σ.: ±0,00) και με εφαρμογή πεδίου πάχους 0,90m, η θεμελίωση τοποθετείται στη στάθμη -1,44. Στη στάθμη θεμελίωσης προβλέπεται σκυρόδεμα εξομάλυνσης πάχους 10cm.

Το εσωράχιο της τυπικής διατομής του Cut & Cover είναι κοινό με αυτό της τυπικής διατομής της σήραγγας (υπόγειο έργο). Το τόξο του θόλου του εσωραχίου έχει ακτίνα $R_1 = 6,05m$, με κέντρο στον άξονα της Ν.Σ.Γ. στη στάθμη +1,80 (Κ.Σ. ±0,00) και με γωνία τόξου 107,31°. Από τη θέση αυτή, το εσωράχιο συνεχίζεται με τόξο κύκλου ακτίνας $R_2 = 3,00m$ (με κέντρο στη στάθμη +0.89 και σε οριζόντια απόσταση 2,91m από τον άξονα της Ν.Σ.Γ) έως τη στάθμη της άνω παρειάς του πεδίου (-0,54).

Το εξωράχιο του θόλου προδιαγράφεται από την εφαρμογή πάχους κελύφους 0,65m, ήτοι με τόξο ακτίνας 6,70m. Η εφαρμογή του εξωραχίου του θόλου, με ακτίνα 6.70m, εκτείνεται έως τη στάθμη +1,80 και από τη θέση αυτή και έως τη στάθμη θεμελίωσης εφαρμόζεται κατακόρυφη διάταξη εξωραχίου. Κατά συνέπεια το πάχος του πλευρικού τοιχώματος θεωρείται μεταβλητό με

ελάχιστη τιμή 0,65m (στη στάθμη +1,80) και μέγιστη τιμή 1,15m (περιοχή στραγγιστηρίου).

Προβλέπεται διαδικασία κατασκευής του φορέα σε φάσεις κατά μήκος του έργου και προδιαγράφονται δύο (2) επί μέρους τμήματα φορέα (σπόνδυλοι), μήκους 12m έκαστο και ένα (1) τμήμα, μήκους 16,6m στην περιοχή του στομίου. Στο μεσαίο σπόνδυλο προβλέπεται η κατασκευή ΕΑΣ.

Η κατασκευή θα γίνει σειριακά με τη βοήθεια ειδικού μεταλλότυπου για το εσωράχιο και το εξωράχιο. Ο εσωτερικός μεταλλότυπος θα στηρίζεται επί φορείου, το οποίο είναι δυνατόν να κινείται επί σιδηροτροχιών. Στις θέσεις των αρμών διακοπής σκυροδέτησης προβλέπονται αρμοί διαστολής. Αρχικά σκυροδετείται η θεμελίωση, δηλαδή τα πέδιλα, ώστε να χρησιμοποιηθούν ως βάση έδρασης του μεταλλοτύπου. Στη συνέχεια ακολουθεί η σκυροδέτηση του θόλου. Ο θόλος σκυροδετείται μέσα από τις ειδικά διαμορφωμένες οπές (παράθυρα) του μεταλλοτύπου, με αντλία σκυροδέματος και δονητές εγκατεστημένους στο μεταλλότυπο. Η αφαίρεση του μεταλλοτύπου γίνεται 8-12 ώρες μετά τη σκυροδέτηση και αφού η θραύση δοκιμίων επαληθεύσει την ανάπτυξη αντοχής $f_{ck} > 8\text{MPa}$. Η πλευρική εσοχή ασφαλείας μπορεί να σκυροδετηθεί, είτε πριν από τη διαμόρφωση του φορέα, είτε παράλληλα, οπότε κατασκευάζεται με καλούπι, που στερεώνεται στο μεταλλότυπο. Αρμός σκυροδέτησης δεν θα πρέπει να υπάρχει στη θέση της εσοχής, γι' αυτό και η εσοχή τίθεται στο μέσο του σπονδύλου.

5.11 Η/Μ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΗΡΑΓΓΑΣ

Γενικά

Οι ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις, που προβλέπονται για τη σήραγγα του Αιγίου, δεν συμπεριλαμβάνονται στις εργασίες της παρούσας εργολαβίας.

Έχει προβλεφθεί με το πέρας των εργασιών διάνοιξης και αντιστήριξης της σήραγγας, η δημοπράτηση νέου έργου, το οποίο θα περιλάβει τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις.

Στην παρούσα όμως εργολαβία θα κατασκευασθούν όλες εκείνες οι εργασίες υποδομής και ενσωμάτωσης υλικών εντός της μόνιμης επένδυσης της σήραγγας, που είναι απαραίτητες για τη γείωση και τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις, έτσι ώστε να μην υπάρξει ανάγκη καθαίρεσης ή εκσκαφής τμημάτων της μόνιμης επένδυσης.

Η/Μ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ :

- ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
- ΠΑΡΟΧΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ - ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΣ
- ΥΠΟΔΟΜΗ ΤΗΛΕΦΩΝΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ & ΛΟΙΠΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ
- ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΗΣ ΠΥΡΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ (ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ -ΚΑΤΑΣΒΕΣΗ)
- ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗΣ ΔΙΕΛΕΥΣΗΣ ΣΥΡΜΩΝ
- ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΑΕΡΑ
- ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΓΕΙΩΣΗΣ
- ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΕΡΙΣΜΟΥ
- ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ
- ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ Η/Μ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

Εγκατάσταση Γείωσης

Προβλέπεται σύστημα γείωσης, με χρήση αγωγών επιστροφής (EARTHING BY THE USE OF RETURN WIRES), σύμφωνα με τις υποδείξεις των Γερμανικών Σιδηροδρόμων.

Το σύστημα γείωσης της σήραγγας περιλαμβάνει:

- Δύο χαλύβδινες, θερμά επιψευδαργυρωμένες, λάμες γείωσης, κάθε μία διαστάσεων 30 x 3,5mm, που τοποθετούνται σε όλο το μήκος και στις δύο πλευρές της σήραγγας.
- Δύο ζεύγη χαλύβδινων, θερμά επιψευδαργυρωμένων, αγωγών γείωσης Φ16mm, που τοποθετούνται σε όλο το μήκος και στις δύο πλευρές της σήραγγας. Το ένα ζεύγος θα τοποθετηθεί στα διμερή κανάλια, όπως φαίνεται στα σχέδια.
- Γεφυρώσεις των παραπάνω στοιχείων μεταξύ τους στο κάτω μέρος της σήραγγας, ανά 100m.
- Οι γεφυρώσεις των αγωγών γείωσης, στο πάνω μέρος (θόλος) της σήραγγας, ανά 300m, δεν θα τοποθετηθούν στην παρούσα φάση.
- Γεφύρωση των σιδηροτροχιών με τους αγωγούς γείωσης, ανά 100m.
- Γεφύρωση των οπλισμών της σήραγγας με τους αγωγούς γείωσης (ανά 1m).
- Πρόβλεψη εύκαμπτων αγωγών διασύνδεσης των ισοδυναμικών γεφυρών, επάνω στις οποίες ενώνονται οι αγωγοί και οι λάμες γείωσης, εκατέρωθεν κάθε αρμού.
- Γεφύρωση των οπλισμών του θόλου της σήραγγας, σε κάθε τμήμα σκυροδέτησης, με θερμά επιψευδαργυρωμένες λάμες γείωσης, κάθε μία διαστάσεων 30 x 3,5mm (δύο λάμες στα άκρα κάθε τμήματος σκυροδέτησης). Οι λάμες θα συνδέονται με τον οπλισμό της σήραγγας με ειδικούς συνδέσμους

(ανά 1m). Βάσει του σχεδίου Η/Μ 11, οι χαλύβδινοι αγωγοί (α) Φ16mm προς τον θόλο της σήραγγας, αντικαθίσταται από την παραπάνω λάμα

Στην περίπτωση, που για οποιοδήποτε λόγο, χρησιμοποιηθούν αγωγοί γεφύρωσης ή διασύνδεσης με μόνωση αυτή θα είναι ελεύθερη καπνού και αλογόνων κατά IEC 332.3 (τύπου NHXHX).

Η εγκατάσταση θα γίνει σύμφωνα με τους παρακάτω κανονισμούς:

- Ελληνικών Κανονισμών «Εσωτερικών Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων».

- Των απαιτήσεων και Οδηγιών της Δ.Ε.Η..
- Των απαιτήσεων του κατασκευαστή του δικτύου Ηλεκτροκίνησης.
- Των οδηγιών 997.0223 των Γερμανικών Σιδηροδρόμων για γειώσεις τούνελ.
- Των οδηγιών και απαιτήσεων του Ο.Σ.Ε..

Υποδομή Η/Μ Εγκαταστάσεων

Το αντικείμενο περιλαμβάνει την κατασκευή και τοποθέτηση των απαραίτητων σωληνώσεων, καναλιών και οχετών καλωδίων (υποδομή), που θα εξυπηρετήσουν τις Η/Μ εγκαταστάσεις ισχυρών και ασθενών ρευμάτων.

Σύμφωνα με τις οδηγίες της υπηρεσίας η τηλεφωνική εγκατάσταση θα μελετηθεί και θα εγκατασταθεί από τον Ο.Σ.Ε..

Η εγκατάσταση υποδομής θα κατασκευασθεί σύμφωνα με τις διατάξεις των παρακάτω κανονισμών:

- Τις οδηγίες και υποδείξεις της Δ.Ε.Η..
- Τις οδηγίες και υποδείξεις του Ο.Τ.Ε..

Η απαιτούμενη υποδομή περιλαμβάνει σύμφωνα με τα σχέδια:

- Προκατασκευασμένο διμερές κανάλι καλωδίων (κατά μήκος και των δύο πλευρών της σήραγγας), διαστάσεων 90 x 50cm, με κάλυμμα επίσης από σκυρόδεμα, διαστάσεων 45x50cm.
- Φρεάτια διαστάσεων 90 x 90cm και βάθους 100cm με δύο καλύμματα από σκυρόδεμα διαστάσεων 50 x 100cm.
- Υπόγειες διαβάσεις καλωδίων, με 4 σωλήνες PE-HD Φ110mm, εγκιβωτισμένες σε σκυρόδεμα.
- Σωληνώσεις διασύνδεσης του παραπάνω καναλιού με κάθε καταφύγιο (ανά 48m και από τις δύο πλευρές της σήραγγας) με 2 ή 6 σωλήνες PE-HD Φ110mm (στα σημεία που προβλέπονται πίνακες).
- Σωληνώσεις διασύνδεσης του παραπάνω καναλιού με την στοά διαφυγής (τροφοδότηση πινάκων) με 6 σωλήνες PE-HD Φ110mm.

Εγκατάσταση Δικτύου Πυρόσβεσης

Προβλέπεται η τοποθέτηση πυροσβεστικού δικτύου, που θα περιλαμβάνει κατάλληλους πυροσβεστικούς κρουνοί κάθε 100m στην μία πλευρά της σήραγγας.

Το πυροσβεστικό δίκτυο προβλέπεται με σωλήνες από πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (HIGH DENSITY) 16atm, που θα τοποθετηθούν υπόγεια κάτω από το πεζοδρόμιο της σήραγγας. Στην έξοδο της στοάς διαφυγής και στα δύο μέτωπα της σήραγγας προβλέπεται ένα (1) δίδυμο πυροσβεστικό υδροστόμιο 2 x 2 1/2", για την σύνδεση πυροσβεστικών οχημάτων με τη βοήθεια των οποίων θα ενεργοποιείται το δίκτυο πυρόσβεσης της σήραγγας.

Υπό κανονικές συνθήκες το δίκτυο πυρόσβεσης θα είναι γεμάτο με νερό σε χαμηλή πίεση.

6.ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ

ΓΕΝΙΚΑ

Από τη χ.θ. 86+100 έως τη χ.θ. 89+055 η χάραξη κινείται μέσα στη σήραγγα Αιγίου, η οποία διαπερνά το υψίπεδο - πλατώ με τα Τεταρτογενή κροκαλολατυποπαγή.

Από την αρχή της σήραγγας και μέχρι τη χ.θ. 88+900 δεν έγιναν γεωλογικές έρευνες, σε φάση οριστικής μελέτης, με εξαίρεση τα σημεία στα οποία οι τρεις προβλεπόμενες σήραγγες διαφυγής συναντούν την κύρια σήραγγα.

Σ' αυτά τα σημεία συνάντησης έγινε λεπτομερής γεωλογική χαρτογράφηση σε κλίμακα 1:500 και σε πλάτος ζώνης 200 μέτρων, με κέντρο το σημείο συνάντησης των δύο σηράγγων.

Επίσης από τη χ.θ. 88+900 και μέχρι μετά το μέτωπο εξόδου της σήραγγας (89+700) έγινε λεπτομερής γεωλογική χαρτογράφηση σε κλίμακα 1:500 και σε πλάτος ζώνης 200 μέτρων, ενώ ελέγχθηκε και το υδρογεωλογικό καθεστώς σε όλο το μήκος της σήραγγας.

Στα πλαίσια της γεωτεχνικής μελέτης έγιναν οι ερευνητικές γεωτρήσεις ΓΣ2, ΓΣ3, ΓΣ8, ΓΣ9, ΓΣ4, ΓΣ10, ΓΣ5, ΓΣ11, Γ-Σ42.

Οι επτά πρώτες ερευνητικές γεωτρήσεις έγιναν κατά μήκος και πάνω στον άξονα της σήραγγας, ενώ οι δύο τελευταίες στα ανατολικά και στα δυτικά του μετώπου εξόδου της σήραγγας.

Με βάση όλα αυτά τα ερευνητικά δεδομένα συντάχτηκε η γεωλογική μηκοτομή σε κλίμακα 1:1000/: 100, από την οποία προκύπτει ότι η σήραγγα Αιγίου, θα διατρέξει τα κροκαλολατυποπαγή,

τα οποία συμμετέχουν αποκλειστικά στη γεωλογική και στρωματογραφική δομή του υψιπέδου - πλατώ του Αιγίου.

Μόνο στα τελευταία 70 - 80 μέτρα, πριν το τέλος της σήραγγας, θα συναντηθούν τα ανώτερα στρώματα της ενότητας των Πλειοπλειστοκαινικών ιζημάτων.

Επειδή το υψίπεδο - πλατώ του Αιγίου έχει κοπεί σε διάφορα σημεία, είτε περιμετρικά, είτε εγκάρσια, από τεχνητές ή φυσικές αιτίες και του βαθμού συγκόλλησης των κροκαλολατυποπαγών σ' αυτές τις θέσεις.

Επίσης, υπάρχει η δυνατότητα να εκτιμηθεί η γεωτεχνική τους συμπεριφορά σ' αυτά τα φυσικά και τεχνητά πρηνή μετά μάλιστα και από τις αλληπάλληλες σεισμικές φορτίσεις, τις οποίες έχουν δεχθεί.

Επειδή από το 1980 και μετά έχουμε καταγράψει με αρκετή λεπτομέρεια τη στρωματογραφική διάρθρωση των κροκαλολατυποπαγών σε αρκετές θέσεις φυσικών και τεχνητών τομών, σε υδρογεωτρήσεις, οι οποίες έγιναν στο Γήπεδο, στο παγοποιείο, στο Νοσοκομείο και στον οικισμό της Κουλούρας, έχουμε καταλήξει στο συμπέρασμα ότι δεν υπάρχει νομοτέλεια, η οποία να καθορίζει σε ποια θέση της οριζόντιας ή της κατακόρυφης διάστασης τα κροκαλολατυποπαγή περιέχουν μεγάλο ποσοστό αδρομερών με ψαμμιτοαμμώδες συνδετικό υλικό και σε ποια τα αδρομερή γίνονται διάσπαρτα μέσα σε μια μάζα κόκκινης συνήθως αμμώδους αργίλου και ταυτόχρονα εμφανίζονται λεπτές στρώσεις ιλυώδους ή αργιλώδους άμμου.

Συνθέτοντας μια γενική εικόνα στρωματογραφικής αλληλουχίας, η οποία αποδίδεται στη γεωλογική μηκοτομή, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι στα ανώτερα και κατώτερα στρώματα των κροκαλολατυποπαγών επικρατούν τα αδρομερή στοιχεία με ψαμμιοαμμώδες συνδετικό υλικό, ενώ στα ενδιάμεσα στρώματα το ποσοστό των αδρομερών εμφανίζει διακυμάνσεις με συχνότερη τη

διάσπαρτη μορφή.

Σ' αυτά τα ενδιάμεσα στρώματα το συνδετικό υλικό είναι αργιλοαμμώδες, ενώ έχουμε και λεπτές ενσchrώσεις ιλυώδους και αργιλώδους άμμου.

Ο βαθμός συγκόλλησης είναι ισχυρότερος εκεί που η συγκολλητική ύλη είναι ψαμμιτική και αμμώδης σε σχέση με την αργιλοαμμώδη ή αργιλομαργαϊκή.

Οι λεπτές ενστρώσεις ιλυώδους και αργιλώδους άμμου παρουσιάζουν μια μικρή συνοχή και σαφρότητα, δεν αντέχουν όμως τους διαβρωσιγενείς παράγοντες σε μακροχρόνια βάση.

Στις φωτογραφίες Φ1, Φ2 και Φ3, φαίνεται καθαρά η διαφορά της ποιοτικής σύστασης μεταξύ των κροκαλολατυποπαγών με την ψαμμιτοαμμώδη συγκολλητική ύλη και αυτών με την κόκκινη αργιλοαμμώδη ή αργιλομαργαϊκή.

Τα κροκαλολατυποπαγή του Αιγίου έχουν γενικά καλή συμπεριφορά στα υπόγεια έργα και στα υψηλά πρανή των εκσκαφών, όπως φαίνεται στην περιοχή της Παναγίας της Τρυπητής, στα πρανή του ρέματος του Μίραλη, το βάθος του οποίου υπερβαίνει τα 30 μέτρα, καθώς και στα πρανή του μεγάλου ορύγματος της νέας Εθνικής Οδού.

Η μορφή των δειγμάτων των γεωτρήσεων αδικούν τις πραγματικές δυνατότητες του σχηματισμού με εξαίρεση ένα τμήμα της ΓΣ10, στο οποίο τα δείγματα από τα κροκαλολατυποπαγή διατήρησαν τη μορφή συμπαγών βραχωδών πυρήνων.

Φυσικά ο σχηματισμός δεν έχει σε όλη την έκταση του τόσο καλή συγκόλληση, αλλά σε καμία θέση δεν έχει τη μορφή ασύνδετων αμμοχάλικων ή άμμων.

Ούτε και η άργιλος είναι ισχυρά αμμώδης και εύθρυπτη σε όλες τις περιοχές, στις οποίες εμφανίζεται ως συγκολλητική ύλη ή περιβάλλει τα πιο αδοομερή στοιχεία.

Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω και την γεωλογική μηκοτομή καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η σήραγγα θα συναντήσει αρκετές ζώνες ή θύλακες στις οποίες τα κροκαλολατυποπαγή θα έχουν μικρό ποσοστό αδρομερών και η συγκολλητική ύλη θα είναι αργιλοαμμώδης, ενώ θα υπάρχουν και λεπτές στρώσεις αργιλώδους και ιλυώδους άμμου.

Στις περιοχές αυτές θα δημιουργούνται προβλήματα και θα απαιτούνται συστηματικά μέτρα υποστήριξης, ενώ ενδέχεται να έχουμε και αυξημένες καταπτώσεις.

Στις περιοχές στις οποίες επικρατούν τα κροκαλολατυποπαγή με ψαμμιτοαμμώδες λεπτόκοκκο υλικό η συγκόλληση είναι καλή και τα μέτρα υποστήριξης, τα οποία θα απαιτηθούν θα είναι αραιότερα και ηπιότερης μορφής.

Το πρόβλημα των κροκαλολατυποπαγών με την κόκκινη άργιλο είναι ότι μόλις τα πιέσει ένα εκσκαπτικό ή διατρητικό μηχάνημα αυτά θρυμματίζονται.

Όταν έχουν ψαμμιτο-αμμώδες υλικό κρατάνε καλύτερα, όπως

Από το προηγούμενο στάδιο της προμελέτης είχαμε επισημάνει ότι η σήραγγα στη χ.θ. 87+540 θα συναντήσει μια ζώνη διάρρηξης και ασυνέχειας, η οποία παλαιότερα προκάλεσε και τοπικό βύθισμα μιας μεγαλύτερης επιφάνειας.

Κατά μήκος αυτής της ζώνης διάρρηξης δημιουργήθηκε μια σημαντική ρεματιά, η οποία αποστραγγίζει μεγάλη περιοχή ανάντη της νέας Εθνικής Οδού, ενώ καταλήγουν σ' αυτήν και όλα τα νερά του τοπικού βυθίσματος.

Στο ύψος της χ.θ. 87+550 υπάρχουν οι δύο οχετοί, οι οποίοι μεταφέρουν τα νερά από την ανάντη της νέας Εθνικής Οδού περιοχή και από το τοπικό βύθισμα.

Σ' αυτήν τη θέση το υπερκείμενο πάνω από την οροφή της

σήραγγας είναι 28,50 μέτρα περίπου, γεγονός το οποίο εκτιμάται ότι θα δημιουργήσει πρόβλημα ακόμη και κατάρρευσης μεγάλου τμήματος της οροφής εάν κατά τη διάνοιξη της σήραγγας είναι χειμώνας.

Σημαντική ποσότητα των υδάτων του ρέματος κατεισδύει σε βαθύτερα στρώματα, φθάνοντας κάτω από το επίπεδο της ερυθράς της χάραξης, στο οποίο βρίσκεται ο μόνιμος υπόγειος υδροφόρος ορίζοντας.

Τα στρώματα πάνω και κάτω από τη σήραγγα εμποτίζονται από τα νερά, κατά μήκος αυτής της ασυνέχειας, βαραίνουν και όταν θα τα διαπεράσει η σήραγγα ενδέχεται να καταρρεύσουν.

Το πρόβλημα γίνεται οξύτερο αφού κοντά σ' αυτήν την ευαίσθητη περιοχή έρχεται και συμβάλλει η 2η σήραγγα διαφυγής.

Εκτιμάται ότι τα προβλήματα θα είναι μικρότερα αν η δεύτερη σήραγγα διαφυγής συναντήσει την κύρια σήραγγα 50 - 80 μέτρα προς τα ΒΔυτικά.

Η σήραγγα Αιγίου πλησιάζοντας προς την έξοδο θα συναντήσει την επαφή κροκαλολατυποπαγών και υπερκειμένων Πλειο-πλειστοκαινικών κροκαλοπαγών, τα οποία έχουν πολλές αργιλικές και μαργαϊκές ενστρώσεις.

Μέσα σ' αυτά τα στρώματα, θα υπάρχουν αυξημένα προβλήματα λόγω των αλλεπάλληλων εναλλαγών που παρατηρούνται μεταξύ των διαφόρων στρώσεων.

Θα απαιτηθούν συστηματικά μέτρα υποστήριξης διότι αυτά τα κροκαλοπαγή έχουν μικρότερο βαθμό συγκόλλησης απ' ότι τα Τεταρτογενή κροκαλολατυποπαγή του Αιγίου.

Στα Πλειο-πλειστοκαινικά κροκαλοπαγή η συνδετική Εκτιμάται ότι τα προβλήματα θα είναι μικρότερα αν η δεύτερη σήραγγα διαφυγής συναντήσει την κύρια σήραγγα 50 - 80 μέτρα προς τα ΒΔυτικά.

Η σήραγγα Αιγίου πλησιάζοντας προς την έξοδο θα συναντήσει την επαφή κροκαλολατυποπαγών και υπερκειμένων Πλειο-πλειστοκαινικών

κροκαλοπαγών, τα οποία έχουν πολλές αργιλικές και μαργαϊκές ενστρώσεις.

Μέσα σ' αυτά τα στρώματα, θα υπάρχουν αυξημένα προβλήματα λόγω των αλλεπάλληλων εναλλαγών που παρατηρούνται μεταξύ των διαφόρων στρώσεων.

Θα απαιτηθούν συστηματικά μέτρα υποστήριξης διότι αυτά τα κροκαλοπαγή έχουν μικρότερο βαθμό συγκόλλησης απ' ό τι τα Τεταρτογενή κροκαλολατυποπαγή του Αιγίου.

Στα Πλειο-πλειστοκαινικά κροκαλοπαγή η συνδετική ύλη είναι αργιλομαργαϊκή ή αργιλοϊλυώδης.

ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ

Όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, η σύγχρονη γεωμορφολογική εικόνα της περιοχής είναι το σύνθετο αποτέλεσμα της γεωλογικής δομής (τεκτονικής – στρωματογραφικής διάρθρωσης) και των εξωγενών διεργασιών, που επέδρασαν επί αυτής (κλιματολογικοί παράγοντες κ.λ.π.). Για την κατανόηση της γεωλογικής δομής της περιοχής είναι δυνατόν να διακριθούν κατά αρχήν δύο ενότητες α) η ενότητα των σχηματισμών του υποβάθρου β) η ενότητα των σχηματισμών του επικαλύμματος.

Οι σχηματισμοί επικαλύμματος είναι νεότεροι (μεταλπικοί) και για την δημιουργία τους – όπως εξηγείται εκτενέστερα στο οικείο κεφάλαιο- υπεύθυνη είναι η νεοτεκτονική που επέδρασε στην περιοχή . Η νεοτεκτονική αυτή, είναι επίσης υπεύθυνη και για την δημιουργία της Κορινθιακής – Πατραϊκής τάφρου (Zelilidis, 2003). Οι σχηματισμοί υποβάθρου είναι παλαιότεροι, αλπικής γένεσης και για την ερμηνεία της στρωματογραφικής εξέλιξης και δομής τους είναι χρήσιμη ακόμη η αναφορά στις γεωτεκτονικές ζώνες.

ΑΛΠΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ. ΓΕΩΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ ΚΑΙ ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ

Οι γεωτεκτονικές ζώνες που δομούν τον Ελληνικό χώρο. Οι Ελληνικές οροσειρές, με γενική διεύθυνση ανάπτυξης ΒΒΔ-ΝΝΑ, αποτελούν προέκταση του Διναρικού κλάδου, του Αλπικού ορογενετικού συστήματος. Η διάκριση του Ελληνικού γεωσυγκλίνου, που αποτελούσε μικρό μέρος του μεγάλου αλπικού γεωσυγκλίνου, σε γεωτεκτονικές ζώνες, έγινε για πρώτη φορά από τον Aubouin, (1959) και στηρίχθηκε αρχικά στην παλαιογεωγραφική ανάπτυξη υποθαλάσσιων δυαδικών συστημάτων, ράχων-αυλάκων, με διεύθυνση δομής εκείνη του Ελληνικού ορογενετικού τόξου

Σε κάθε ζώνη περιγράφεται ορισμένη στρωματογραφική αλληλουχία, στηριζόμενη στους ιδιαίτερους λιθολογικούς χαρακτήρες των σχηματισμών που συμμετέχουν και στην ιδιαίτερη τεκτονική συμπεριφορά. Νεότερες απόψεις, συνυφασμένες με εκείνες της παγκόσμιας τεκτονικής (θεωρία λιθοσφαιρικών πλακών), συνδέουν ακόμα περισσότερο το συγκεκριμένο γεωσύγκλινο και τις συγκεκριμένες ζώνες, σε συγκεκριμένες παλαιογεωγραφικές θέσεις, στην πορεία του γεωλογικού χρόνου, σε συγκεκριμένες δομές ανάπτυξης.

Περιορισμένη ανάπτυξη των απόψεων αυτών, λόγω της φύσης της παρούσας εργασίας, σε θέματα που αφορούν την περιοχή έρευνας, δίνεται εδώ στα κεφάλαια της τεκτονικής.

Ο Brunn, (1956), διέκρινε τις γεωτεκτονικές ζώνες σε δυο κύριες ομάδες: α) τις εξωτερικές και β) τις εσωτερικές. Ο διάκριση τους στηρίχθηκε κυρίως στο γεγονός ότι, στις πρώτες εκδηλώθηκε μια μόνο κύρια ορογένεση (Αλπική), ενώ, στις δεύτερες εκδηλώθηκαν και οι πρώιμες Ανωιουρασικές – Κατωκρητιδικές ορογενετικές κινήσεις.

Οι εξωτερικές ζώνες, οι περισσότερες των οποίων συμμετέχουν στην δομή της Πελοποννήσου είναι:

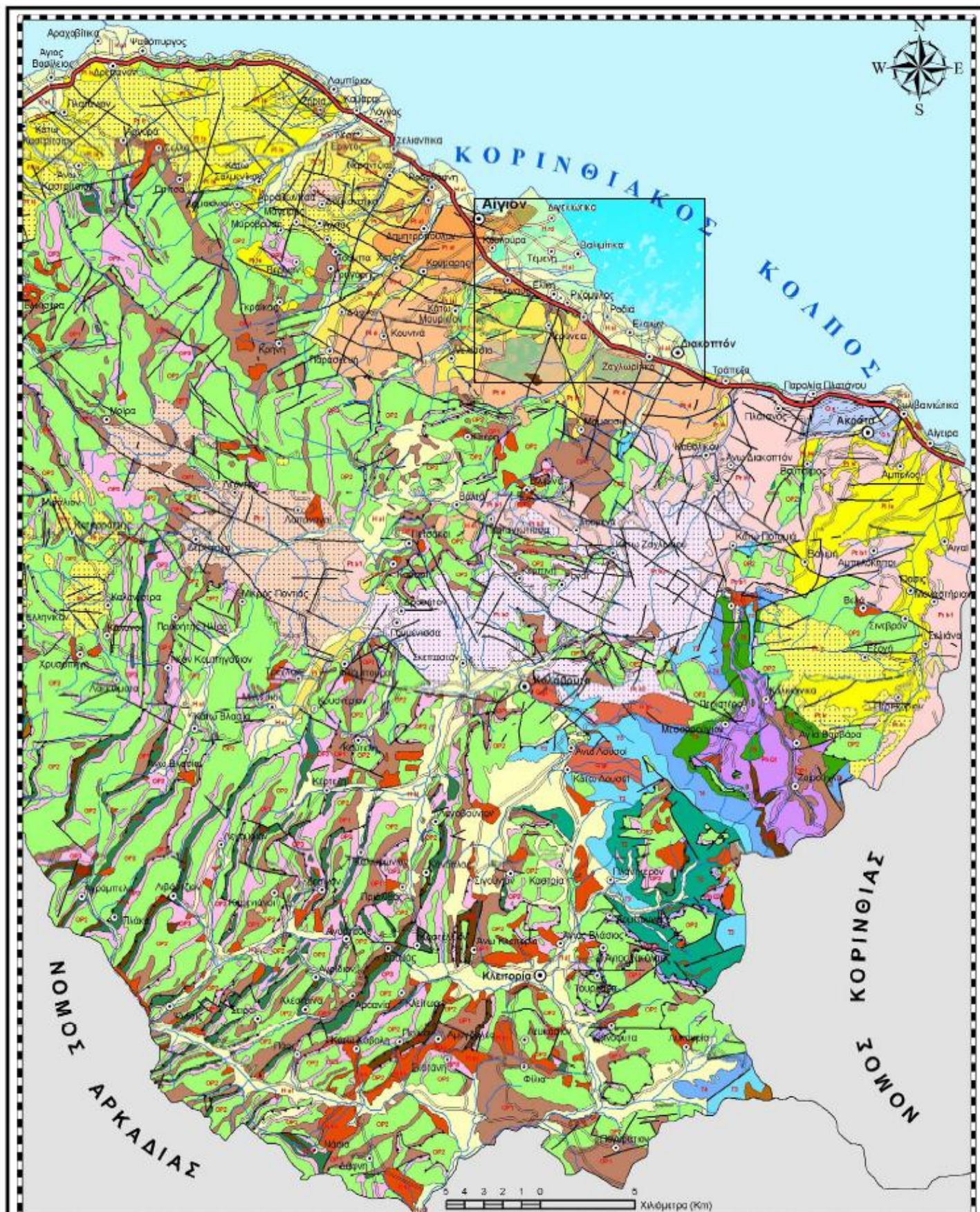
Ζώνη Παρνασσού - Γκιόνας: Αναπτύσσεται κυρίως στη Στερεά Ελλάδα και Ανατολική Πελοπόννησο.

Ζώνη Ωλονού - Πίνδου: Επεκτείνεται από τα Αλβανικά σύνορα μέχρι την Κρήτη.

Ζώνη Γαβρόβου - Τριπόλεως: Εντοπίζεται στην Ήπειρο, Στερεά Ελλάδα, Πελοπόννησο και Κρήτη.

Ζώνη Ιόνιος ή Αδριατικοϊόνιος: Εμφανίζεται στη Δυτική Ελλάδα και Ήπειρο μέχρι Πελοπόννησο και εν μέρει στα Ιόνια νησιά.

Ζώνη Παξών ή Προαπούλιος: Καλύπτει μέρος των Ιονίων νησιών.



**Γεωλογικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής έρευνας
Σε περίγραμμα περιοχή έργου**

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

ΟΛΟΚΑΙΝΟ

- H sc** Πλευρικά κορήματα
- H al** Αλουβιακά ριπίδια-πρόσφατες αποθέσεις κοίτης ποταμών
- H rd** Παράκτιες χειμαρώδεις και δελταϊκές αποθέσεις
- H el** Ελουβιακός μανδύας. Αποσαθρώματα των γύρω σχηματισμών

ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΕΣ ΑΔΙΑΙΡΕΤΟ

- Q s** Θαλάσσιες αναβαθμίδες. Συμπαγής άμμος και κροκαλοπαγή
- Q rb** Αποθέσεις δικτυωτού ποταμού. Εναλλαγές κροκαλοπαγών, άμμων και πηλών
- Q gl** Αποθέσεις παγετώνων. Χαλαρά πολύμικτα λατυποπαγή
- Pt al** Αλουβιακές ριπίδιακές αποθέσεις. Κροκαλοπαγή με μικρό βαθμό ταξιδέτησης και διάσπαρτα λιθάρια
- Pt d** Δελταϊκές ριπίδιακές αποθέσεις. Συνεκτικά κροκαλοπαγή με άμμους
- Pt r** Αποθέσεις ανώτερης ριπίδιακής ζώνης. Κόκκινα συνεκτικά κροκαλοπαγή με άμμους και ιλύες

ΚΑΤΩΤΕΡΟ ΠΛΕΙΣΤΟΚΑΙΝΟ

- Pt b2** Αποθέσεις δικτυωτού ποταμού. Συνεκτικά κροκαλοπαγή με παρεμβολές άμμων
- Pt b1** Αποθέσεις δικτυωτού ποταμού. Κροκαλοπαγή, άμμοι και πηλοί
- Pt ls** Λιμνοθαλάσσιες αποθέσεις. Εναλλαγές πηλών πηλούχων άμμων μαργών και κροκαλοπαγών
- Pt r** Ποταμολιμναίες αποθέσεις. Συνεκτική άμμος σε εναλλαγές με ιλυούχα στρώματα και κροκαλοπαγή

ΑΝΩΤΕΡΟ ΠΛΕΙΟΚΑΙΝΟ

- Pt ls** Λιμνοθαλάσσιες αποθέσεις. Πηλοί πηλούχες άμμοι και άμμοι
- Pt l** Λιμναίες αποθέσεις. Εναλλαγές πηλών, πηλούχων άμμων και κατά τόπους λιγνιτικοί ορίζοντες

- Ρήγμα ορατό
- - - Ρήγμα πιθανό
- Επώθηση

ΖΩΝΗ ΩΛΟΝΟΥ-ΠΙΝΔΟΥ

ΠΑΛΑΙΟΚΑΙΝΟ-ΗΩΚΑΙΝΟ

- OP1** Στρώματα μετάβασης και φλύσξης. Ψαμμίτες και κροκαλοπαγή με διαστρώσεις πηλίων

ΑΝΩ ΚΡΗΤΙΔΙΚΟ

- OP2** Ασβεστόλιθοι πλακώδεις πελαγικοί με διαστρώσεις και βολβούς πυριτολίθων

ΚΑΤΩ ΚΡΗΤΙΔΙΚΟ-ΑΝΩ ΙΟΥΡΑΣΙΚΟ

- OP3** Ραδιοαρίτες και πρώτος φλύσξης

ΙΟΥΡΑΣΙΚΟ

- OP4** Ασβεστόλιθοι Δρυμού. Κρυσταλλικοί μεσοστρωματώδεις

ΤΡΙΑΔΙΚΟ-ΚΑΤΩ ΙΟΥΡΑΣΙΚΟ

- OP5** Κλαστική σειρά Πριόλιθου, Ψαμμίτες πηλίες και κλαστικοί ασβεστόλιθοι

ΖΩΝΗ ΓΑΒΡΟΒΟΥ-ΤΡΙΠΟΛΕΩΣ

ΗΩΚΑΙΝΟ-ΟΛΙΓΟΚΑΙΝΟ

- T ft1** Στρώματα μετάβασης και φλύσξης αδιαίρετα

ΠΑΛΑΙΟΚΑΙΝΟ-ΗΩΚΑΙΝΟ

- T2** Ασβεστόλιθοι πελαγικοί μεσοστρωματώδεις

ΚΡΗΤΙΔΙΚΟ

- T3** Ασβεστόλιθοι παχυστρωματώδεις και δολομίτες λεπτοστρωματώδεις

ΙΟΥΡΑΣΙΚΟ

- T4** Εναλλαγές δολομιτών-νηριτικών ασβεστολίθων

ΤΡΙΑΔΙΚΟ

- T5** Δολομίτες και δολομιτικοί ασβεστόλιθοι

ΦΥΛΛΙΤΙΚΗ - ΧΑΛΑΖΙΤΙΚΗ ΣΕΙΡΑ

- PhQ1** Φυλλίτες, χαλαζίτες, πρασινοσχιστόλιθοι και μετακροκαλοπαγή
- PhQ2** Μεταβασάλτες με φακούς μαύρων ασβεστολίθων και σχιστολίθων

- Υδρογραφικό δίκτυο
- Εθνική οδός
- Επαρχιακό οδικό δίκτυο
- ⊙ Οικισμοί

Το μεγαλύτερο βύθισμα αποτελεί η Κορινθιακή τάφρος, που έχει μήκος 100 χλμ και μέσο εύρος 40 χλμ. Η τάφρος αυτή, διαχωρίζεται από ένα κύριο λιστρικό κανονικό ρήγμα, που (σύμφωνα με τους Jackson and others (1982) και Brooks & Ferentinos (1984)), διέρχεται κατά μήκος των νότιων ακτογραμμών του Κορινθιακού κόλπου, σε δύο επιμέρους τμήματα (Doutsos & Piper (1990)): α) στο βόρειο, που συμπίπτει με την οροφή του ρήγματος αυτού και καταλαμβάνεται από τη λεκάνη του Κορινθιακού κόλπου και β) στο νότιο, που εντοπίζεται στο δάπεδο του κυρίου ρήγματος και επί του οποίου αναπτύσσονται τα Πλειο-Τεταρτογενή ιζήματα των παράκτιων περιοχών της βόρειας Πελοποννήσου. Η Κορινθιακή τάφρος υφίσταται διαστολή, όπως προκύπτει από τις επιλύσεις μηχανισμών γένεσης των σεισμών, κατά τη γενική διεύθυνση B-N και A-Δ, με ρυθμό της τάξεως 0,7 έως 1,6 εκ. το έτος κατά την κατεύθυνση B-N, με αποτέλεσμα να βυθίζεται με ταχύτητα 1mm/yr (Tselentis & Makropoulos 1985).

Στο ίδιο συμπέρασμα καταλήγει και ο Δούτσος, (2000), ο οποίος λαμβάνοντας υπόψη ότι το μέγιστο βάθος της τάφρου είναι ~900 μέτρα, το μέγιστο ύψος των οροσειρών που την περιβάλλουν 2,5 χλμ., ο πυθμένας της τάφρου καλύπτεται από μέτα-άνω πλειοκαινικά ιζήματα πάχους 1 χλμ., συμπερασματικά υπολογίζει τεκτονική βύθιση 4,5 χλμ και ρυθμό βύθισης 1 χιλιοστό/έτος

Σε γενικές γραμμές η τάφρος γίνεται ρηχότερη και στενότερη από τα Ανατολικά προς τα Δυτικά. Αντίστοιχα μειώνεται και η συσσώρευση ιζημάτων (από ~ 1000 μ. στα Ανατολικά μειώνεται στα < 400 μ. ανοιχτά του Αιγίου). Η δομή αυτή και η αντίστοιχη συσσώρευση των ιζημάτων, εξηγείται από την διαφορετικής ηλικίας διάνοιξη και μετεξέλιξη που ακολουθήθηκε στα διάφορα τμήματα της τάφρου και από την γενικά δεξιόστροφη κίνηση της Πελοποννήσου, κατά τα τελευταία χρόνια, εν σχέσει με την σταθερά, σχετικά, κεντρική Ελλάδα.

Η ευρύτερη Κορινθιακή-Πατραϊκή τάφρος, σύμφωνα με τον Δούτσο (2000), διακρίνεται τεμαχισμένη σε τρεις επιμέρους τάφρους: την Κορινθιακή τάφρο στα ανατολικά, τη τάφρο του Ρίου-Αντιρρίου στο κέντρο και την Πατραϊκή τάφρο στα δυτικά. Η Πατραϊκή τάφρος με μήκος 40 χλμ και μέσο εύρος 20 χλμ., παρουσιάζει μικρότερο ποσοστό διαστολής συγκριτικά, όπως αυτό αποτυπώνεται στο μικρότερο (~135 μέτρα) βάθος της τάφρου.

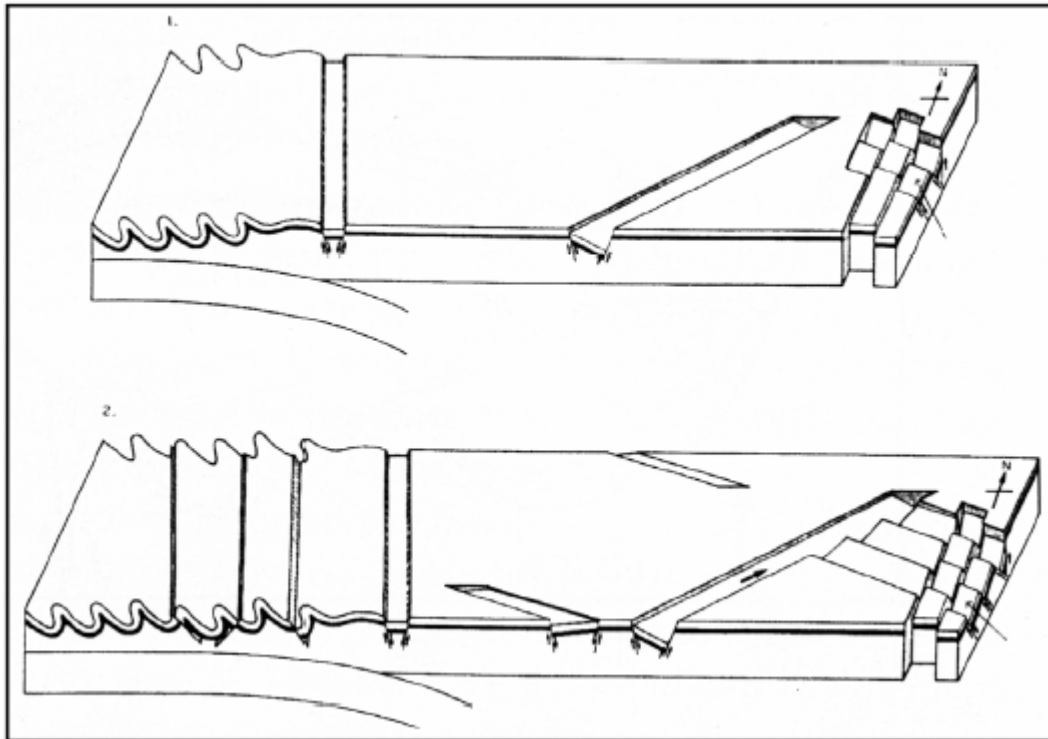
Εάν ληφθεί επιπλέον υπόψη, ότι τα ιζήματα της Πατραϊκής τάφρου είναι νεότερης Τεταρτογενούς ηλικίας, τότε είναι έκδηλο ότι η διάνοιξη του συστήματος των τάφρων στην περιοχή δεν έγινε ομοιόμορφα ούτε και κατά την ίδια περίοδο. Αρχικά σχηματίστηκαν κατά το Άνω Πλειόκαινο το ανατολικό τμήμα της Κορινθιακής τάφρου και η τάφρος του Ρίου-Αντιρρίου

Στη συνέχεια κατά το Τεταρτογενές η Κορινθιακή τάφρος προελαύνει τεκτονικά προς τα δυτικά ώστε να συναντήσει τη τάφρο του Ρίου-Αντιρρίου. Αυτή λειτουργεί ως μια ενδιάμεση ζώνη μεταβίβασης τεκτονικής διαταραχής, διαχωρίζοντας μια περιοχή εντονότερης διάνοιξης προς τα ανατολικά από μια περιοχή ηπιότερης διάνοιξης προς τα δυτικά.

Στην περιοχή έρευνας, στο δυτικό χερσαίο τμήμα της Κορινθιακής τάφρου δηλαδή, σύμφωνα με τους Πουλημένο (1991) και Roulimenos et al, (1989), αναγνωρίστηκαν δυο ορθογώνια συστήματα ρηγμάτων:

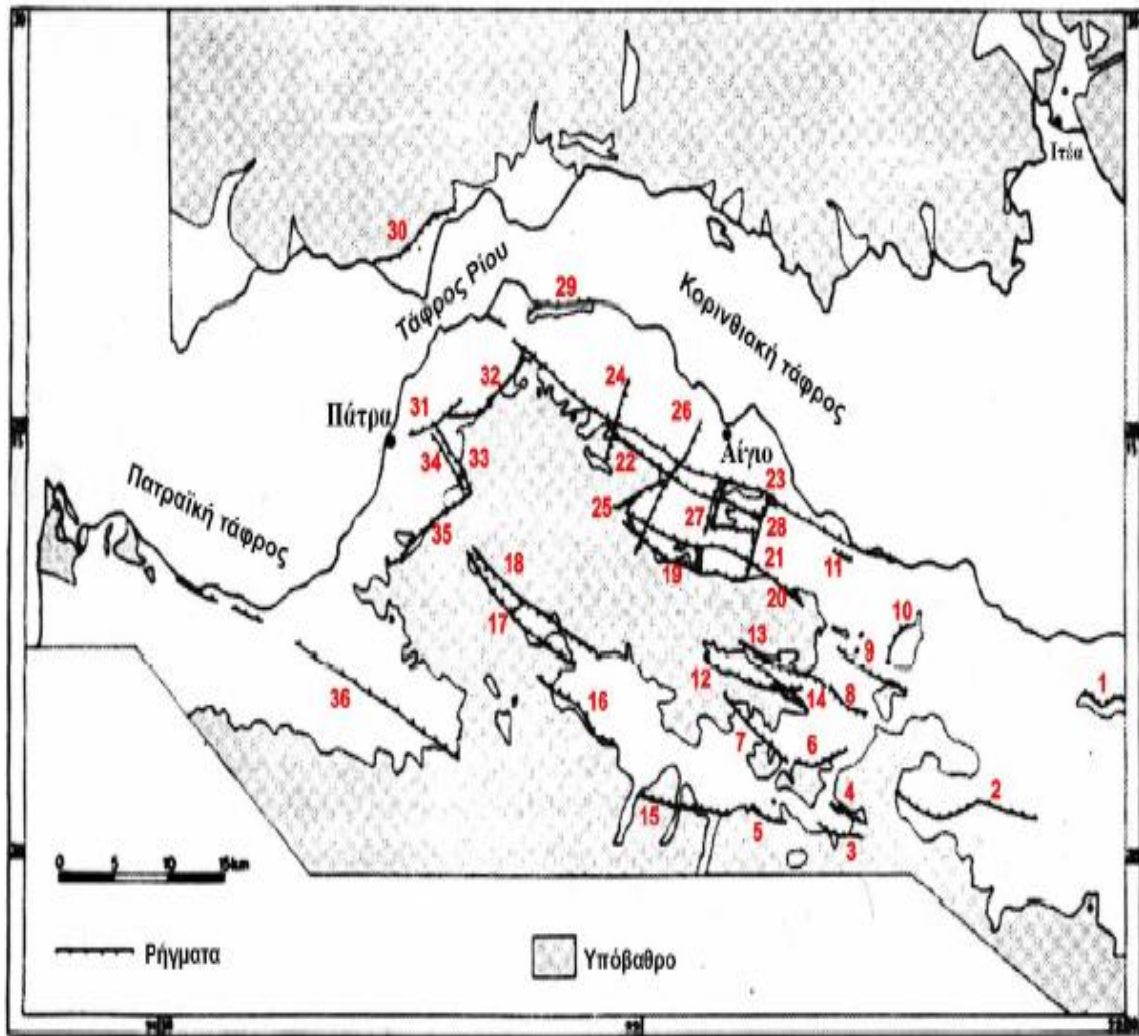
Το πρώτο και πιο συχνά απαντώμενο σύστημα, αποτελείται από ΔΒΔ/κά κανονικά ρήγματα και ΒΒΑ/κά ρήγματα μετασχηματισμού και το δεύτερο από ΑΒΑ/κά κανονικά ρήγματα και ΒΒΔ/κά ρήγματα μετασχηματισμού. Τα συστήματα αυτά συνδέονται με την διαστολή και την ανύψωση της περιοχής πίσω από το Ελληνικό τόξο. Τα ΔΒΔ/κά ρήγματα είναι κλιμακοειδούς διάταξης, έχουν μέσο μήκος 3-15km, και ελέγχουν την απόθεση των Πλειο-Τεταρτογενών ιζημάτων. Είναι λιστρικήςγεωμετρίας, παρουσιάζουν κανονικό έως πλάγιο χαρακτήρα κίνησης. Κύρια ΔΒΔ/κά ρήγματα (με βόρειεςδιευθύνσεις κλίσεις) συνοδεύονται από 1 έως 3 αντιθετικά ΔΒΔ/κά ρήγματα (με νότιες διευθύνσεις

κλίσεις) και διαμορφώνουν, είτε στην κλίμακα του χάρτη, είτε στο μεσοσκοπικό πεδίο επιμέρους ασύμμετρες τάφρους.

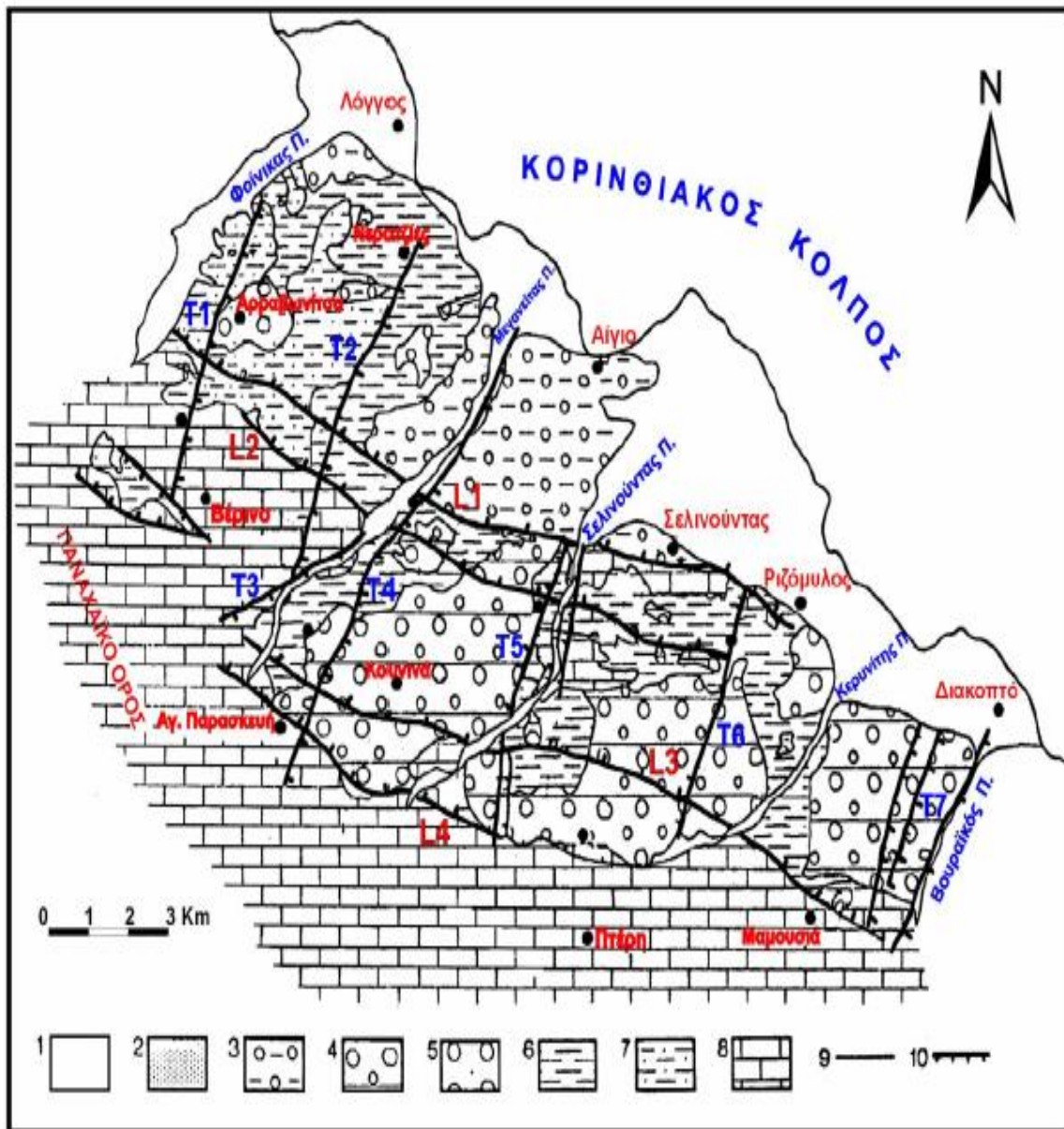


Δομές διαστολής πάνω από τη ζώνη καταβύθισης του Ελληνικού τόξου στο κέντρο της Ελληνικής χερσονήσου.

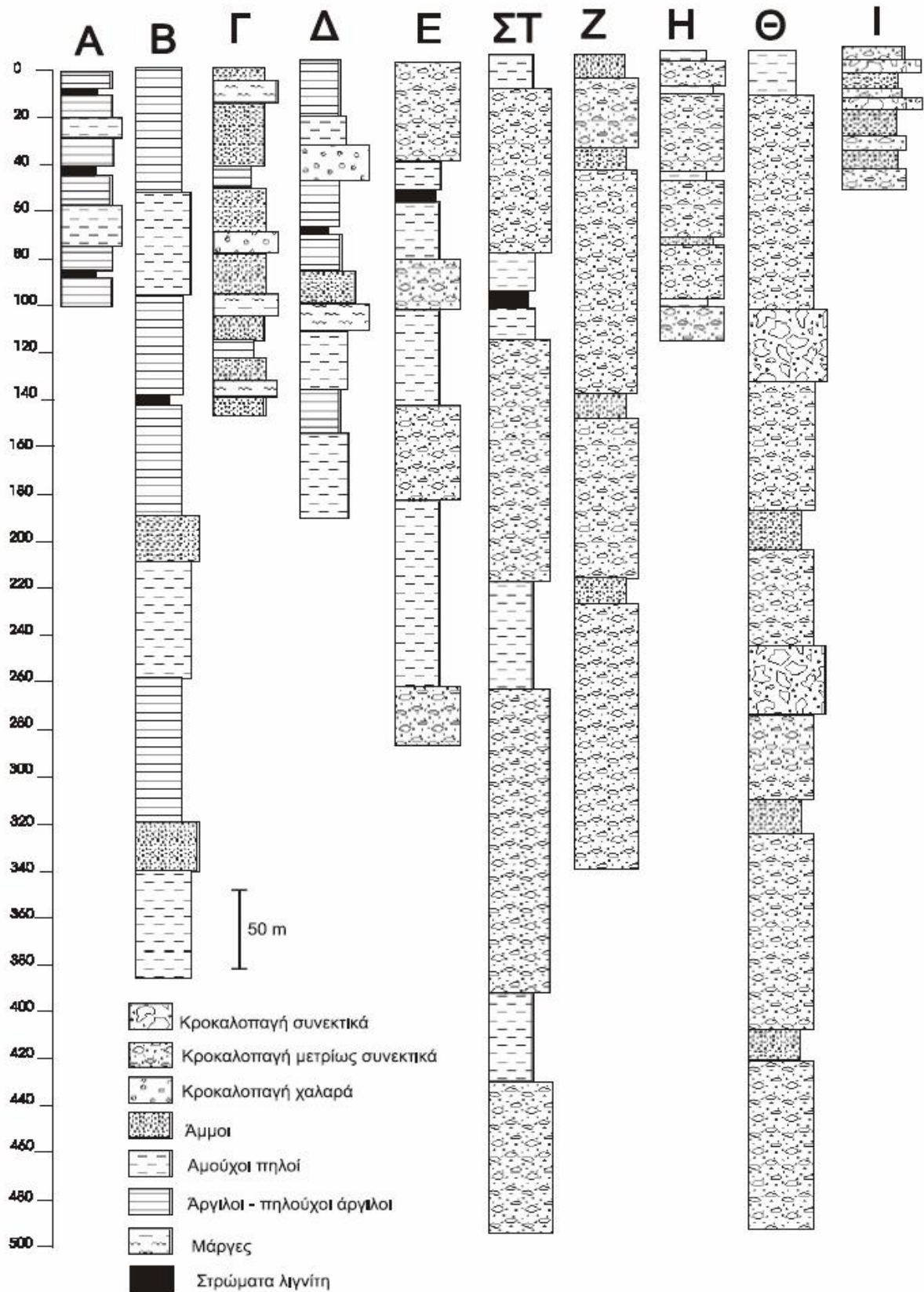
1. Στο Άνω Πλειόκαινο σχηματίζεται το ανατολικό τμήμα της Κορινθιακής τάφρου και η τάφρος του Ρίο-Αντιρρίου
2. Στο Κάτω Πλειστόκαινο και έως σήμερα η Κορινθιακή τάφρος προελαύνει προς τα δυτικά και συναντά τη τάφρο του Ρίου-Αντιρρίου ενώ συγχρόνως σχηματίζονται η τάφρος της Πάτρας και η τάφρος της Τριχωνίδας (Doutsos et al. 1988)



Χάρτης ενεργών ρηγμάτων της περιοχής έρευνας (Doutsos and Poulimenos 1992 Δούτσος, 2000)



Γεωλογικός χάρτης του δυτικού παράκτιου τμήματος της Κορινθιακής τάφρου και της λεκάνης του Βέρινου. Σύμβολα χάρτη: 1. Ολοκαινικοί σχηματισμοί, 2. θαλάσσιες αναβαθμίδες 3. αποθέσεις αλλουβιακών ριπιδίων, 4. αποθέσεις δελταϊκών ριπιδίων, 5. ιζήματα ανώτερης ριπιδιακής ζώνης, 6. λιμναίες-λιμνοθαλάσσιες αποθέσεις, 7. ποταμολιμναίες αποθέσεις, 8. προ-Νεογενές υπόβαθρο, 9. ρήγμα, 10. ρήγμα, όπου η οδόντωση δεικνύει το βυθιζόμενο τέμαχος. L1-L4: κύρια ΔΒΔ/κά κανονικά ρήγματα, T1-T7: κυρία ΒΒΑ/κά ρήγματα μετασχηματισμού. (Poulimenos et. al. 1993) (Ζεληλίδης κ.ά, 2001)



Λιθοστρωματογραφικές κολώνες για τις 10 κύριες ιζηματολογικές φάσεις των Πλειοπλειστοκαινικών ιζημάτων του ΒΑ τμήματος της περιοχής έρευνας (Πουλημένος, 1991).

Υδρογεωλογικό καθεστώς

Το πρόβλημα το οποίο μας απασχόλησε ιδιαίτερα από το στάδιο της προμελέτης ήταν αν η σήραγγα του Αιγίου μπορεί να λειτουργήσει ως μία υδρομαστευτική τάφρος, δεδομένου ότι τα Τεταρτογενή κροκαλολατυποπαγή του Αιγίου έχουν σημαντική υδατοπερατότητα (κατά τμήματα $>10^{-3}$ cm/sec).

Θα πρέπει να σημειώσουμε ότι, πριν οικοδομηθεί το υψίπεδο του Αιγίου και γίνουν ασφαλτοί, τσιμενταρίσματα και δίκτυα ομβρίων με τα οποία τα νερά των βροχών απορρέουν επιφανειακά, συλλέγονται και οδηγούνται γρήγορα στη θάλασσα, τα κροκαλολατυποπαγή του υψιπέδου τροφοδοτούσαν τις λεγόμενες δώδεκα βρύσες και 2 - 3 άλλες μικρότερες πηγές, οι οποίες έτρεχαν χειμώνα - καλοκαίρι και οι οποίες βρίσκονται κατά μήκος της Παραλιακής Ζώνης σε απόλυτο υψόμετρο από +2,00 έως +15,00 μέτρα.

Η πηγή της Παναγίας της Τρυπητής, η οποία βρίσκεται σε υψόμετρο +25 μέτρων τρέχει ακόμη χειμώνα - καλοκαίρι.

Από την απογραφή που έγινε και τις μετρήσεις της στάθμης σε διάφορα υδροσημεία του υψιπέδου προέκυψε ότι η στάθμη του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα δεν είναι ενιαία σε όλο το υψίπεδο, αλλά σε άλλες περιοχές βρίσκεται στο απόλυτο υψόμετρο +2,00, σε άλλες στο + 13,50 και σε άλλες στο +16,50. Μόνον η πηγή της Παναγίας της Τρυπητής βρίσκεται σε υψόμετρο + 25,00 μέτρα.

Σε όλες αυτές τις περιοχές η στάθμη του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα βρίσκεται αρκετά πιο βαθιά από την ερυθρά της χάραξης, δεδομένου ότι αυτή μέσα στη σήραγγα κινείται μεταξύ του απόλυτου υψομέτρου +28,00 (στην είσοδο), +39,00 (στο μέσον) και στο +34,00

(στην έξοδο).

Απ' όλα τα παραπάνω προκύπτει ότι τόσο η κύρια σήραγγα όσο και οι τρεις σήραγγες διαφυγής δεν θα συναντήσουν τον μόνιμο υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα, αλλά μόνον νερά, τα οποία τη χειμερινή περίοδο κατεισδύουν και κατευθύνονται βαθύτερα προς τους μόνιμους υδροφόρους ορίζοντες.

Εκτιμάται ότι τα νερά θα είναι αυξημένα από τη χ.θ. 84+400 έως τη χ.θ. 87+600, με μεγαλύτερες παροχές γύρω από την περιοχή του βυθίσματος της χ.θ. 87+540.

Αν η σήραγγα διανοιχτεί το χειμώνα, εκτιμάται ότι θα πρέπει να έχουμε μια συνολική παροχή της τάξης των 70 - 80 m³/h για το συνολικό μήκος αυτού του τμήματος της σήραγγας.

Επειδή η σήραγγα έχει κλίση προς τις εξόδους δεν θα υπάρξει πρόβλημα άντλησης, αλλά τα νερά θα οδηγούνται προς τις εξόδους, αρκεί να προβλεφθεί στη βάση των παραμέτρων της σήραγγας - αποστραγγιστικό αυλάκι.

Το πρόβλημα της άντλησης θα υπάρξει για τις τρεις σήραγγες διαφυγής, οι οποίες είναι μονοκλινείς προς τα μέσα.

Αν οι τρεις αυτές σήραγγες κατασκευαστούν χειμώνα, θα πρέπει να υπάρχει αντλητικό συγκρότημα δυναμικότητας μέχρι 40 m³/h, ώστε να απάγει τα νερά που θα συγκεντρώνονται.

Το πρόβλημα όμως είναι ότι η σήραγγα θα πρέπει να στεγανοποιηθεί και να τοποθετηθούν πλευρικά στραγγιστήρια, αφού όλα τα ερευνητικά δεδομένα και η εμπειρία από την περιοχή, δείχνουν ότι μέσα στα κροκαλοπαγή του Αιγίου κατεισδύουν εύκολα σημαντικές ποσότητες υπογείων υδάτων τη χειμερινή περίοδο με κατεύθυνση τον μόνιμο υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα, ο οποίος βρίσκεται βαθύτερα.

Προκειμένου να τεκμηριωθεί η ανάγκη στεγανοποίησης, να προσδιοριστεί το μέγεθος του προβλήματος και να διαστασιολογηθούν τα μέτρα

εφαρμογής, προτείνεται όπως στα πλαίσια των γεωτεχνικών και γεωλογικών ερευνών διανοιχτεί η δεύτερη σήραγγα διαφυγής ως ερευνητική σήραγγα.

Η δεύτερη σήραγγα διαφυγής βρίσκεται περίπου στο κέντρο του υψιπέδου - πλατώ του Αιγίου και μέσα στην περιοχή του βυθίσματος κατά μήκος του οποίου αναμένονται οι μεγαλύτερες κατεισδύσεις.

Από τη διάνοιξη αυτής της δεύτερης ερευνητικής σήραγγας θα αντληθούν πολύτιμες και ασφαλείς πληροφορίες για όλα τα γεωλογικά και γεωτεχνικά προβλήματα, τα οποία θα αντιμετωπίσουν η κυρίως σήραγγα, καθώς και οι άλλες δύο σήραγγες διαφυγής.

Θα πρέπει, πάντως, να σημειώσουμε ότι από τη διάνοιξη της κυρίως σήραγγας, καθώς και των σηράγγων διαφυγής δεν κινδυνεύουν οι υπόγειοι υδροφόροι ορίζοντες, δεδομένου ότι αυτοί βρίσκονται βαθύτερα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:

Χρηστος Ν. Μαραγκος – Τεχνικα εργα υποδομης 1997

ΕΡΓΑ ΟΣΕ Α.Ε

Κων/νος Α. Νικας-Υδρογεωλογικές συνθήκες ΒΑ τμήματος Αχαΐας
(Διδακτορικé διατριβή τμήματος Γεωλογίας πανεπιστημίου Πατρών)2004