

## **ΣΗΡΑΓΓΑ ΑΓΙΟΥ ΝΙΚΟΛΑΟΥ – ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΠΙΛΟΓΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ**

### **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Η αρχική σχεδίαση της σήραγγας Αγίου Νικολάου προέβλεπε, στο μεγαλύτερο μήκος της, την κατασκευή δύο διακριτών κλάδων και στη συνέχεια ενός ενοποιημένου κλάδου προοδευτικώς απομειούμενης διατομής, προκειμένου να συνενωθεί με τη γέφυρα του Μετσοβίτικου, πλάτους 14,5m περίπου. Σύμφωνα με νεώτερη χάραξη το πλάτος της ως άνω γέφυρας θα αυξηθεί σε 22,6m περίπου, πράγμα το οποίο διαφοροποιεί τα χαρακτηριστικά της σήραγγας, δεδομένου ότι δύναται πλέον να κατασκευαστεί ενιαίως σε δύο διακριτούς κλάδους. Με εξαίρεση την αποφυγή της οπασδήποτε δυσχερούς όρυξης του ενοποιημένου κλάδου, τα βασικά προβλήματα που επρόκειτο να αντιμετωπιστούν κατά την αρχική χάραξη (αντικατάσταση τμήματος ενδιάμεσου στύλου βραχόμαζας από σπλισμένο σκυρόδεμα, ισχυροποίηση της βραχόμαζας μεταξύ των σηράγγων, διατήρηση υπάρχοντος ασφαλοστρωμένου δρόμου κλπ.) εξακολουθούν υφιστάμενα, όπως αναλυτικά περιγράφεται στη συνέχεια.

### **1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ**

Η Σήραγγα Αγ. Νικολάου βρίσκεται στο Τμήμα 3.3 της Εγνατίας οδού, στην περιοχή του Μετσόβου του Νομού Ιωαννίνων.

Το τμήμα 3.3 αρχίζει από το δυτικό στόμιο της σήραγγας του Αγ. Νικολάου (περίπου στη Χ.Θ. 10+460) και τελειώνει πριν από το δυτικό στόμιο της σήραγγας Μετσόβου (περίπου στη Χ.Θ. 13+960). Στο τμήμα αυτό περιλαμβάνεται και η σήραγγα Ανηλίου, μεταξύ δε του ανατολικού στομίου της σήραγγας Αγ. Νικολάου και του δυτικού στομίου της σήραγγας Ανηλίου (Χ.Θ. 10+840 έως Χ.Θ. 11+460) παρεμβάλλεται η γέφυρα του Μετσοβίτικου ποταμού, στον άξονα της Εγνατίας Οδού.

Επισημαίνεται ότι η Σήραγγα Αγ. Νικολάου, η οποία θα έχει προτεραιότητα χρονική, μετά την όρυξη και προσωρινή της υποστήριξη και μετά την πλήρη κατασκευή του ανατολικού της στομίου (προς Μετσοβίτικο ποταμό), θα χρησιμοποιείται για την προσπέλαση στη θέση της ανωτέρω γέφυρας, τόσο για την κατασκευή του δυτικού της βάθρου, όσο και για την μεταφορά των προκατασκευασμένων στοιχείων του φορέα της.

### **2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΑΡΧΙΚΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ**

Η αρχική σχεδίαση της σήραγγας Αγίου Νικολάου βασίστηκε στα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Στην εγγύτητα του ανατολικού στομίου της με τη γέφυρα του Μετσοβίτικου ποταμού (το δυτικό άκρο της γέφυρας και το ανατολικό στόμιο της σήραγγας αποτελούν ουσιαστικά ενιαίο τεχνικό)
- Στη δίχρη χάραξη του εν λόγω τμήματος, η οποία υλοποιήθηκε με τη σταδιακή σύγκλιση των αξόνων των δύο κλάδων (με αρχή το δυτικό στόμιο) σε έναν τελικά άξονα (στο ανατολικό

**ΣΗΡΑΓΓΑ ΑΓΙΟΥ ΝΙΚΟΛΑΟΥ- ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ  
ΕΠΙΛΟΓΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ**

στόμιο), προκειμένου να ακολουθήσει η κατασκευή της γέφυρας του Μετσοβίτικου με πλάτος 14,5 μέτρων περίπου.

Πιο συγκεκριμένα, η σήραγγα του Αγίου Νικολάου προβλέπονταν να κατασκευαστεί στο τμήμα από τη Χ.Θ. 10+461,10 μέχρι τη Χ.Θ. 10+838,10 της Εγνατίας οδού. Από το δυτικό στόμιο και σε μήκος 315 μέτρων περίπου για τον αριστερό κλάδο και 290 μέτρων για τον δεξιό κλάδο, η σήραγγα θα κατασκευάζονταν σε δύο διακριτούς κλάδους, ενώ στο υπόλοιπο τμήμα της και για μήκος 65 μέτρων περίπου, μέχρι την έξοδο της στο ανατολικό στόμιο, θα κατασκευάζονταν σε ένα ενοποιημένο κλάδο προοδευτικά απομειούμενης διατομής. Το μέγιστο πλάτος της ενιαίας διευρυμένης διατομής υπολογίστηκε σε 26,25 μέτρα, το οποίο προοδευτικά απομειούμενο θα έφθανε τα 15,4m. στην έξοδο του υπογείου τμήματος της σήραγγας στη Χ.Θ. 10+832,9.

Επιπροσθέτως προβλέπονταν :

- Ισχυροποίηση του μεταξύ των διακριτών κλάδων ενδιάμεσου στύλου βραχόμαζας από πάχη 8m έως 5,5m ήτοι επί μήκους 50m.
- Αντικατάσταση της βραχόμαζας από στύλο οπλισμένου σκυροδέματος, επί μήκους 76m, στο οποίο η απόσταση μεταξύ των δύο διακριτών κλάδων (πάχος στύλου βραχόμαζας) είναι 5,5m έως 1m.

Η διατομή εκσκαφής του κάθε διακριτού κλάδου της σήραγγας είναι πεταλοειδής, συνιστώμενη από δύο κυκλικά τόξα και επίπεδο πυθμένα στις τυπικές διατομές Α, Β και C, ενώ στις τυπικές διατομές D και Ε συνίσταται από τρία κυκλικά τόξα, δεδομένου ότι ο πυθμένας εκσκαφής διαμορφώνεται σε αντεστραμμένο τόξο. Η διατομή εκσκαφής του ενοποιημένου κλάδου συνίσταται επίσης από δύο κυκλικά τόξα, στην άνω ημιδιατομή και στις παρειές, και ενός κυκλικού τόξου στον πυθμένα ο οποίος διαμορφώνεται σε αντεστραμμένο τόξο.

Πέραν των ανωτέρω ιδιαίτερων χαρακτηριστικών της σήραγγας σημειώνεται επίσης ότι :

- Στο δυτικό μέτωπο της σήραγγας προβλέπεται η κατασκευή Cut&Cover μήκους 20 μέτρων περίπου υπεράνω του οποίου θα διέλθει ο συνδετήριος δρόμος του κόμβου Μετσόβου με την υφιστάμενη Εθνική Οδό.
- Υπεράνω του ανατολικού μετώπου της σήραγγας διέρχεται ο υφιστάμενος ασφαλτοστρωμένος συνδετήριος δρόμος Μετσόβου-Ανηλίου και επομένως κατά το στάδιο της κατασκευής δεν πρέπει να θιγεί ο εν λόγω δρόμος, πράγμα το οποίο μπορεί να επιτευχθεί δια κατασκευής προσωρινής γέφυρας(π.χ. τύπου Bailey).

### **3. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ ΒΑΣΕΙ ΤΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΧΑΡΑΞΗΣ**

Η απόφαση για την τετραίχνοποίηση του υπόψη τμήματος της Εγνατίας Οδού - που έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του πλάτους της γέφυρας του Μετσοβίτικου ποταμού σε 22,6 μέτρα - διαφοροποιεί τα χαρακτηριστικά της σήραγγας του Αγίου Νικολάου, δεδομένου ότι δύναται πλέον να κατασκευαστεί σε δύο διακριτούς κλάδους οι οποίοι θα συγκλίνουν προς την έξοδο (ανατολικό στόμιο), με αποτέλεσμα η απόσταση μεταξύ των εξωραχίων των τελικών επενδύσεων των δύο κλάδων να μειώνεται σε 1 μέτρο περίπου.

Επομένως, με την τετραίχνοποίηση του τμήματος αποφεύγεται η ενοποιημένη διευρυμένη διατομή της σήραγγας και μεταφέρεται η θέση έναρξης των εργασιών αντικατάστασης της βραχόμαζας από στύλο οπλισμένου σκυροδέματος στο ανατολικό στόμιο. Στο αντίστοιχο τμήμα

**ΣΗΡΑΓΓΑ ΑΓΙΟΥ ΝΙΚΟΛΑΟΥ- ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ  
ΕΠΙΛΟΓΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ**

του έργου, μήκους 90 μέτρων περίπου, η απόσταση μεταξύ των δύο διακριτών κλάδων (πάχος στύλου βραχόμαζας) είναι 5,5m έως 1m.

Παράλληλα, θα απαιτηθεί η ισχυροποίηση του μεταξύ των διακριτών κλάδων ενδιάμεσου στύλου βραχόμαζας, από πάχη 8m έως 5,5m, επί μήκους 100m περίπου.

Σημειώνεται ότι στο δυτικό στόμιο του δεξιού κλάδου η διατομή της σήραγγας είναι τρίιχνη λόγω του κλάδου της οδοποιίας που εισέρχεται από τον κόμβο του Μετσόβου και προοδευτικά απομειούται προκειμένου να καταλήξει σε τυπική δίιχνη διατομή σήραγγας.

Τόσο στην είσοδο όσο και στην έξοδο της σήραγγας από τη θέση εισόδου μέχρι την θέση της αρχής του υπογείου τμήματος και από τη θέση του τέλους του υπογείου τμήματος μέχρι τη θέση της εξόδου κατασκευάζεται προπλαισίο προστασίας των θέσεων των στομίων το οποίο διατηρείται και μετά την ολοκλήρωση των εργασιών κατασκευής και συνδυάζεται με το φορέα της τελικής επένδυσης των στομίων.

Κατά μήκος του κάθε διακριτού κλάδου της σήραγγας προβλέπεται η κατασκευή εσοχών καταλλήλων διαστάσεων για την τοποθέτηση ηλεκτρομηχανολογικών διατάξεων και διατάξεων ασφαλείας.

#### **4. ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ**

Η γεωλογική και τεκτονική εικόνα της ευρύτερης περιοχής του έργου χαρακτηρίζεται από την εμφάνιση του φλύσχη της γεωτεκτονικής ενότητας της Πίνδου ο οποίος είναι επωθημένος επί του φλύσχη της Ιόνιας ενότητας. Ο φλύσχος αποτελείται –εκ των κάτω προς τα άνω- από ερυθροπηλιτική ζώνη, ακολουθούμενη από ζώνη εναλλασσόμενων ψαμμιτικών και ιλυολιθικών στρωμάτων και τέλος από ζώνη παχυστρωματώδων ψαμμιτών.

Τα μέτωπα εισόδου αμφοτέρων των κλάδων της σήραγγας διαμορφώνονται στους ερυθροπηλιτίτες, κατά δε τη διαδρομή της σήραγγας θα συναντηθούν οι προαναφερθέντες σχηματισμοί, ενώ η περιοχή εξόδου της σήραγγας δομείται από παχυστρωματώδεις ψαμμίτες.

Γενικώς ο τεκτονισμός της βραχόμαζας αναμένεται έντονος στο σχηματισμό των ερυθροπηλιτών, μέτριος στις εναλλαγές ψαμμιτών-ιλυολίθων και ασθενής στους παχυστρωματώδεις ψαμμίτες.

Κατά τη διάνοιξη της σήραγγας και με αύξουσα χιλιομέτρηση θα συναντηθεί στα πρώτα περίπου 120m ο ερυθροπηλιτικός σχηματισμός. Πρόκειται για μία ζώνη κατά κύριο λόγο πηλιτική, που αποτελείται από ερυθρούς και γκρίζους ιλυόλιθους, στους οποίους παρεμβάλλονται αραιά λεπτά (<0,1m), ψαμμιτικά στρώματα. Οι ψαμμιτικές παρεμβολές πυκνώνουν στους ανώτερους ορίζοντες της ζώνης ενώ ταυτόχρονα υποχωρεί και ο έντονος ερυθρός χρωματισμός. Η μετάβαση στην υπερκείμενη ζώνη των εναλλαγών είναι προοδευτική χωρίς ευδιάκριτο όριο.

Στη συνέχεια και για ένα μήκος 130m περίπου θα συναντηθούν οι εναλλαγές. Πρόκειται για λεπτοστρωματώδεις έως πλακώδεις εναλλαγές γκρίζων ψαμμιτών και ιλυολίθων.

Ακολούθως και μέχρι την έξοδο της σήραγγας θα συναντηθούν οι παχυστρωματώδεις ψαμμίτες. Αποτελούνται από στρώματα και πάγκους πάχους 0,3-5m. Μεταξύ των στρωμάτων παρεμβάλλονται συνήθως ιλυολιθικές ενστρώσεις πάχους λίγων εκατοστών ή ιλυολιθικά στρωματίδια πάχους μερικών χιλιοστών. Σποραδικά παρεμβάλλονται πιο πλατιές πηλινικές ζώνες, το πάχος των οποίων φθάνει μέχρι τα 2,5m.

## 5. ΕΠΙΛΟΓΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ

### 5.1 ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΕΝΔΙΑΜΕΣΟΥ ΣΤΥΛΟΥ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

Από τη Χ.Θ. 10+742 του αριστερού κλάδου (όπου η απόσταση μεταξύ των δύο κλάδων είναι 5,50 μέτρα περίπου) μέχρι το ανατολικό στόμιο των σηράγγων στη Χ.Θ. 10+832 (όπου αυτή γίνεται 1,00 μέτρο περίπου) η βραχώμαζα θα αντικατασταθεί από οπλισμένο σκυρόδεμα. Προβλέπεται η διάνοιξη ενδιάμεσης σήραγγας αψιδωτής διατομής, ύψους 10 μέτρων και πλάτους 9.5 μέτρων περίπου, στην ενδιάμεση περιοχή των δύο σηράγγων, προκειμένου να κατασκευαστεί στύλος από οπλισμένο σκυρόδεμα ο οποίος να συναρμολογεί με τα εξωράχια των τελικών επενδύσεων των δύο κλάδων (οι οποίες θα κατασκευαστούν σε ακόλουθο στάδιο).

Μετά την αποπεράτωση της κατασκευής του ενδιάμεσου στύλου από οπλισμένο σκυρόδεμα, θα ακολουθήσει η διάνοιξη και αντιστήριξη των δύο κλάδων. Κατά τη διάνοιξη των σηράγγων θα εμφανίζεται στην εσωτερική παρειά (δηλαδή στην αριστερή παρειά του δεξιού κλάδου και αντίστοιχα στην δεξιά παρειά του αριστερού κλάδου) η επιφάνεια του οπλισμένου σκυροδέματος του στύλου που θα έχει ήδη κατασκευαστεί. Επομένως, δεν προβλέπεται να εφαρμοστούν μέτρα αντιστήριξης στην επιφάνεια του σκυροδέματος και επιπροσθέτως οι γραμμές εκσκαφής και υπερεκσκαφής Α και Β θα ταυτίζονται.

Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται κατά την εκσκαφή προκειμένου να αποφευχθεί η διάταρση του ενδιάμεσου στύλου οπλισμένου σκυροδέματος, ιδίως εφόσον η διάνοιξη εκτελείται αποκλειστικά με χρήση εκρηκτικών υλών. Ο σχεδιασμός της διάτρησης και πυροδότησης του υπογείου μετώπου βασίζεται στην ύπαρξη δύο ελεύθερων επιφανειών. Η τελική επιλογή της συγκεκριμένης διάταξης δύναται να διαφοροποιείται, ανάλογα με τις τοπικά επικρατούσες συνθήκες και μετά από εκτέλεση και αξιολόγηση των επί τόπου δοκιμών και συγκριτικών αποτελεσμάτων προχώρησης του μετώπου. Είναι ενδεχόμενο να απαιτηθεί η μείωση του βήματος προχώρησης του μετώπου για το δεδομένο και περιορισμένο μήκος της σήραγγας.

Δεδομένου ότι στο τμήμα του έργου το οποίο ορύσσεται εντός παχυστρωματωδών ψαμμιτών, καθοριστικό παράγοντα για την ευστάθεια της εκσκαφής αποτελεί η γεωμετρία και οι διαστάσεις επισφαλών όγκων βραχώμαζας κρίνεται απαραίτητο να συλληχθούν επιπρόσθετα στοιχεία περιγραφής των ασυνεχειών κατά την εκσκαφή της ενδιάμεσης σήραγγας.

Τονίζεται ότι η μελέτη των επιδράσεων των παραγομένων από τις ανατινάξεις δονήσεων επηρεάζει καθοριστικά την αλληλουχία των σταδίων κατασκευής της σήραγγας εφόσον απαιτηθεί η κατασκευή της τελικής επένδυσης του ενός κλάδου πριν από την εκσκαφή του δεύτερου κλάδου. Η χρήση των εκρηκτικών, σε μικρή απόσταση, είναι δυνατόν να προκαλέσει ρωγμάτωση του φορέα η οποία δεν επηρεάζει εν γένει τη στατική επάρκεια του φορέα, αλλά προκαλεί ευνοϊκές συνθήκες για την επιτάχυνση διεργασιών διάβρωσης του οπλισμού και του

**ΣΗΡΑΓΓΑ ΑΓΙΟΥ ΝΙΚΟΛΑΟΥ- ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ  
ΕΠΙΛΟΓΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ**

σκυροδέματος, με επιπτώσεις επί της ποιότητας και χρόνου ζωής της κατασκευής. Κατά συνέπεια, κρίνεται προτιμότερο να μη κατασκευασθεί η τελική επένδυση πριν ορυχθούν όλα τα τμήματα στα οποία θα απαιτηθεί η χρήση εκρηκτικών υλών.

Εφόσον βελτιωθούν στην πράξη οι θεωρήσεις ως προς τις επί τόπου συνθήκες στο τμήμα κατασκευής του ενδιάμεσου στύλου από οπλισμένο σκυρόδεμα, θα μελετηθεί επίπεδη διαμόρφωση του δαπέδου του, σε αντιδιαστολή με τη διαμόρφωση σε ανεστραμμένο τόξο, η οποία προσδιορίστηκε βάσει της στατικής ανάλυσης του ενδιάμεσου στύλου κατά το προηγούμενο στάδιο μελέτης. Επίσης, στο εν λόγω τμήμα του έργου, πρέπει να διαστασιολογούνται οι φορείς της τελικής επένδυσης με θεώρηση φορτίων που προκύπτουν λόγω της απομείωσης έως πλήρους εξάλειψης της προσφερόμενης πίεσης από τα μέτρα άμεσης υποστήριξης. Εκτιμάται ότι υπό τις εν λόγω θεωρήσεις, πρέπει να μελετάται η δυνατότητα ανασχεσης των αναπτυσσομένων πλευρικών πιέσεων από τις δυνάμεις τριβής στη διεπιφάνεια πεδίων – βραχόμαζας. Εάν απαιτηθεί, προκειμένου να παραληφθούν οι αναπτυσσόμενες πλευρικές πιέσεις θα πρέπει να κατασκευασθεί στο δάπεδο της σήραγγας, μεταξύ των πεδίων του φορέα, πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος.

Αναμένοντας ότι τα φορτία που θα αναπτύσσονται στον ενδιάμεσο από σκυρόδεμα στύλο θα είναι σχετικά αυξημένα, μελετώνται κατάλληλα μέτρα διατήρησης της φέρουσας ικανότητάς του για το χρόνο ζωής του έργου. Συγκεκριμένα, σχεδιάζονται κατάλληλες διαδικασίες εξασφάλισης της τέλει πλήρωσης του ανώτερου τμήματος του στύλου με σκυρόδεμα προς επίτευξη πλήρους επαφής με το πέτρωμα και της κάλυψης του οπλισμού. Για το σκοπό αυτό κρίνεται απαραίτητη η τοποθέτηση στο άνω τμήμα του στύλου και κατά μήκος αυτού, σωλήνων δια των οποίων θα διοχετευθεί σκυρόδεμα προς πλήρωση του κενού χώρου που είναι ενδεχόμενο να παραμείνει κατά τη σκυροδέτηση. Για τη συναρμογή του ενδιάμεσου στύλου από οπλισμένο σκυρόδεμα και της άμεσης υποστήριξης των δύο κλάδων της σήραγγας στο αντίστοιχο τμήμα απαιτούνται κατάλληλες διατάξεις.

**5.2 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΕΙΔΙΚΩΝ ΜΕΤΡΩΝ ΙΣΧΥΡΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΣΗΡΑΓΓΩΝ**

Η διαδικασία διάνοιξης των σήραγγων, τα μέτρα αντιστήριξης, οι τυπικές διατομές που θα εφαρμοστούν κλπ. θα είναι αντίστοιχα αυτών που ήδη έχουν αναλυθεί, με τις ακόλουθες διαφοροποιήσεις :

Μεταξύ των Χ.Θ. 10+650 και 10+700 περίπου του αριστερού κλάδου προβλέπονται συγκεκριμένες εργασίες ισχυροποίησης της ενδιάμεσης βραχόμαζας μεταξύ των δύο κλάδων, οι οποίες αναλύονται ακολούθως.

Προς ισχυροποίηση του στύλου βραχόμαζας μεταξύ της Χ.Θ. 10+650 του αριστερού κλάδου (όπου η ελάχιστη απόσταση μεταξύ των γραμμών εκσκαφής των δύο κλάδων είναι 8 μέτρα περίπου) και της Χ.Θ. 10+700 του αυτού κλάδου (όπου η ελάχιστη απόσταση μεταξύ των γραμμών εκσκαφής των δύο κλάδων είναι 5 μέτρα περίπου) προβλέπονται τα ακόλουθα μέτρα :

Τοποθέτηση προεντεταμένων μόνιμων αγκυριών στην ενδιάμεση των δύο κλάδων περιοχή, μήκους 5 έως 8 μέτρων, φέρουσας ικανότητας 400KN, σε κάρναβο 1,5 χ 1,5. Το βάθος αγκύρωσης θα βρίσκεται πλησίον της γραμμής εκσκαφής της άλλης σήραγγας (π.χ. του αριστερού κλάδου εφόσον η αγκύρωση θα διενεργείται από το δεξιό κλάδο).

Εφαρμογή τσιμεντενέσεων σταθεροποίησης προς αποτελεσματική σφράγιση των κενών του πετρώματος μεταξύ των δύο κλάδων. Θα απαιτηθεί η εφαρμογή διαφορετικών πιέσεων για την εκτέλεση τσιμεντενέσεων στα διάφορα τμήματα των οπών τσιμεντενέσεων. Αναφορικά με τις συνθήκες βραχόμαζας στις οποίες προβλέπεται η εκτέλεση τσιμεντενέσεων σταθεροποίησης εκτιμήθηκε ότι θα απαιτηθεί η εφαρμογή καννάβου 2m x 2m, διατηρημάτων μήκους 5 ως 8 m και διαμέτρου 1,5". Αμέσως πριν από την έναρξη έγχυσης ενέματος μέσα σε οποιαδήποτε οπή, η οπή θα πρέπει να πλένεται προσεκτικά υπό πίεση και να διενεργείται δοκιμή εισπίεσης.

Προκειμένου να επιτευχθεί η ισχυροποίηση του ενδιάμεσου στύλου βραχόμαζας με εισπίεση τσιμεντενέματος θα πρέπει να εξασφαλισθεί ότι είναι δυνατή η αξιόπιστη εφαρμογή της εν λόγω τεχνικής στο είδος και τα χαρακτηριστικά του πετρώματος που αναπτύσσεται στο συγκεκριμένο τμήμα του έργου. Εφόσον διαπιστωθεί με βάση τα συμπληρωματικά γεωτεχνικά στοιχεία και τις συγκεκριμένες δοκιμές περατότητας ότι δεν είναι δυνατή η διοχέτευση ενέματος υπό πίεση θα πρέπει να μελετηθεί η ισχυροποίηση του ενδιάμεσου στύλου βραχόμαζας με την εφαρμογή πρόσθετων αγκυρίων. Τονίζεται ότι είναι αναγκαίο να καθορισθεί ο τρόπος ισχυροποίησης του ενδιάμεσου στύλου πριν από την έναρξη των εργασιών εκσκαφής προκειμένου να είναι δυνατός ο καθορισμός της αλληλουχίας των εργασιών κατασκευής και η αποτύπωσή τους στα σχετικά κατασκευαστικά σχέδια.

Ανάλογα με τις απαιτήσεις ισχυροποίησης του ενδιάμεσου στύλου και την τεχνική που θα εφαρμοσθεί βάσει των συμπληρωματικών γεωτεχνικών στοιχείων, θα προσαρμοσθεί η προβλεπόμενη αλληλουχία των φάσεων κατασκευής. Συγκεκριμένα, βάσει των διερευνήσεων που έχουν διενεργηθεί κρίνεται σκόπιμη η ισχυροποίηση του ενδιάμεσου στύλου στο προβλεπόμενο τμήμα η οποία θα πρέπει να ολοκληρωθεί κατά το δυνατόν ταχύτερα, με την όρυξη του ενός κλάδου έως τη Χ.Θ. 10+700.

### **5.3 ΤΕΧΝΙΚΟ ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΣΤΟΜΙΟΥ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗ ΓΕΦΥΡΑ ΤΟΥ ΜΕΤΣΟΒΙΤΙΚΟΥ**

Στην περιοχή του στομίου εξόδου, προκειμένου να εξασφαλισθεί η λειτουργία της υφιστάμενης οδού και η ασφαλής κατασκευή του έργου στο αντίστοιχο τμήμα διερευνήθηκε η εφαρμογή εναλλακτικών τεχνικών κατασκευής. Συγκεκριμένα, λαμβάνοντας υπόψη τα διαθέσιμα στοιχεία εκτιμάται ότι θα πρέπει να διερευνηθεί περαιτέρω η δυνατότητα κατασκευής μεταλλικής γέφυρας προσωρινού χαρακτήρα στο τμήμα του δρόμου που καθαιρείται λόγω της εκσκαφής για την κατασκευή του τεχνικού του στομίου, η οποία να εδράζεται επί πασσάλων από έγχυτο σκυρόδεμα. Μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής της γέφυρας θα είναι δυνατή η ανεμπόδιση, ασφαλής και ευχερής εκτέλεση των εργασιών κατασκευής του τεχνικού του στομίου και των πρώτων βημάτων του υπογείου τμήματος.

Εναλλακτικά, για την κατασκευή του τμήματος του έργου στην περιοχή του στομίου εξόδου, στη ζώνη που υπόκειται της υφιστάμενης οδού, μελετήθηκε και η εφαρμογή της τεχνικής "Barrel Vault". Σύμφωνα με την εν λόγω τεχνική, θα τοποθετηθούν στην περίμετρο της σήραγγας, στο τμήμα που υπόκειται της υφιστάμενης οδού, χαλύβδινοι σωλήνες, διαμέτρου κατ' ελάχιστο 50cm, με την όρυξη κατάλληλης διαμέτρου διατηρημάτων. Οι χαλύβδινοι σωλήνες θα αρχίζουν από την ανατολική πλευρά του δρόμου και θα εκτείνονται επί μήκους ικανού να εξασφαλίζει την επαρκή έδρασή τους. Στην εν λόγω πλευρά του δρόμου θα πρέπει να κατασκευασθεί τόξο οπλισμένου σκυροδέματος με το οποίο θα εξασφαλίζεται η στήριξη των χαλύβδινων σωλήνων.

**ΣΗΡΑΓΓΑ ΑΓΙΟΥ ΝΙΚΟΛΑΟΥ- ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ  
ΕΠΙΛΟΓΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ**

Ακολουθως, χωρίς να διακοπεί η κυκλοφορία στην υφιστάμενη οδό, θα εκτελούνται οι εργασίες εκσκαφής και αντιστήριξης υπογείως, με βήμα προχώρησης περίπου 1m. Βάσει των αναλύσεων που έχουν διενεργηθεί εκτιμάται ότι για την αντιστήριξη θα απαιτείται η εφαρμογή εκτοξευμένου σκυροδέματος πάχους περίπου 30cm και μεταλλικών πλαισίων.

Λαμβάνοντας υπόψη τα συμπεράσματα των διερευνήσεων που διενεργήθηκαν αναφορικά με τον τρόπο κατασκευής των τεχνικών των στομιών κατά τρόπον ώστε να διατηρείται σε χρήση η υφιστάμενη οδός κρίνεται ότι θα πρέπει να προσαρμοσθεί κατάλληλα για κάθε περίπτωση η θέση έναρξης του υπογείου τμήματος του έργου, η οποία κατά την προμελέτη είχε καθορισθεί βάσει δεδομένου τρόπου κατασκευής του τεχνικού του στομίου εξόδου.

Δεδομένων των χαρακτηριστικών του φυσικού αναγλύφου στην περιοχή του στομίου εξόδου σε συνδυασμό με τους σχετικούς περιορισμούς, κρίνεται ότι η τεχνική κατασκευής θα πρέπει να προσδιορισθεί λαμβάνοντας υπόψη και τη δυνατότητα διαμόρφωσης κατάλληλης οδού προσπέλασης ως και αντίστοιχου εργοταξίου.

Τονίζεται ιδιαίτερος η αλληλεπίδραση των έργων θεμελίωσης και εξασφάλισης του φορέα της γέφυρας με την κατασκευή της σήραγγας. Οι θέσεις πάκτωσης των προβλεπόμενων για την εξασφάλιση του φορέα της γέφυρας αγκυρίων θα πρέπει να καθορισθούν λαμβάνοντας υπόψη τη ζώνη διαταραχής της βραχώμαζας στην περίμετρο της σήραγγας, καθώς επίσης και τις τυχόν επιδράσεις λόγω των ανατινάξεων κατά την εκσκαφή. Εκτιμάται, ότι οι εργασίες κατασκευής των θεμελιώσεων της γέφυρας θα πρέπει προγραμματισθούν χρονικά λαμβάνοντας υπόψη και την αλληλουχία των εργασιών κατασκευής της σήραγγας.

## **5.4 CUT & COVER ΔΥΤΙΚΟΥ ΣΤΟΜΙΟΥ**

Για την κατασκευή του τμήματος του έργου στην περιοχή του στομίου εισόδου και ειδικότερα του φορέα της τελικής επένδυσης στο τμήμα Cut and Cover, από τη Χ.Θ. 10+461,10 και τη Χ.Θ. 10+489,10 έως τη Χ.Θ. 10+505,85 και τη Χ.Θ. 10+518,10 για τον αριστερό και δεξιό κλάδο αντίστοιχα, διερευνήθηκε εναλλακτική τεχνική κατασκευής.

Συγκεκριμένα, εξετάζεται και μελετάται η διενέργεια της επιφανειακής εκσκαφής μέχρις επιπέδου που αντιστοιχεί στην άνω ημιδιατομή της σήραγγας. Ακολουθως, θα κατασκευασθεί καταλλήλων διαστάσεων κέλυφος από πλαίσια και εκτοξευόμενο σκυρόδεμα στατικού πάχους 35cm, το οποίο θα εδράζεται σε θεμελιολωρίδες από έγχυτο σκυρόδεμα. Εν συνεχεία, θα διενεργείται μερική επίχωση προκειμένου να εξασφαλισθεί η ευστάθεια του κελύφους, οπότε θα είναι δυνατή η εκσκαφή του υπολοίπου τμήματος υπό το κέλυφος, εφαρμόζοντας πρακτικές ανάλογες με αυτές που θα εφαρμοσθούν για την όρυξη του υπογείου τμήματος της σήραγγας. Οι παρειές και εάν απαιτείται και το ανεστραμμένο τόξο θα αντιστηριχθούν με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα και κατάλληλα μέτρα άμεσης αντιστήριξης.

Με την εν λόγω τεχνική κατασκευής του τμήματος του στομίου εισόδου περιορίζεται η έκταση των απαιτούμενων εκσκαφών, διότι το δάπεδο της εκσκαφής είναι υψηλότερα σε σχέση με το προβλεπόμενο δάπεδο για την κατασκευή του φορέα Cut and Cover και επιπροσθέτως δεν απαιτείται η διαφοροποίηση των μέτρων υδατοστεγάνωσης και αποστράγγισης σε σχέση με τα αντίστοιχα μέτρα στο υπόγειο τμήμα του έργου.

**ΣΗΡΑΓΓΑ ΑΓΙΟΥ ΝΙΚΟΛΑΟΥ- ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ  
ΕΠΙΛΟΓΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ**

Για τη διαστασιολόγηση του φορέα των τεχνικών των στομίων, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη και τα φορτία του εξοπλισμού που θα κινείται επί της επίχωσης κατά την κατασκευή. Έχει διαπιστωθεί ότι φορείς πάχους 40cm απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή κατά την διενέργεια της επίχωσης. Τούτο, σε συνδυασμό με το ότι στα στόμια της σήραγγας διαμορφώνονται οδοί, καθιστά αναγκαία τη μελέτη των τεχνικών των στομίων στο πλαίσιο των όσων αναφέρονται στα προηγούμενα, αναφορικά με την τεχνική κατασκευής τους.