

**ΔΙΗΜΕΡΙΔΑ  
"ΟΙ ΣΗΡΑΓΓΕΣ  
ΤΗΣ ΕΓΝΑΤΙΑΣ ΟΔΟΥ"**

**ΟΙ ΣΗΡΑΓΓΕΣ ΑΣΠΡΟΒΑΛΤΑΣ**

**Εισηγητές : Π. Βέττας  
Β. Σταυροπούλου  
Μ. Σταυροπούλου  
Ι. Γαρατζιώτης  
Ε. Κακογιαννάκη  
"Ο.Τ.Μ."**

**Ιωάννινα, 15-16/10/99  
"ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟΣ ΑΕ"  
& Ε.Ε.Σ.Υ.Ε.**

**ΟΙ ΣΗΡΑΓΓΕΣ ΑΣΠΡΟΒΑΛΤΑΣ**

## **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Παρουσιάζονται συνοπτικώς οι σήραγγες Ασπροβάλας που είναι υπό κατασκευή στο Ανατολικό Τμήμα της Εγνατίας Οδού. Δίνονται κυρίως με σχέδια, τα δεδομένα και τα σχεδιασμένα έργα.

Επί τη ευκαιρία επισημαίνονται καίρια σημεία που συνιστούν προβλήματα στην μελέτη και κατασκευή σηράγγων.

## **1. ΟΙ ΣΗΡΑΓΓΕΣ ΑΣΠΡΟΒΑΛΤΑΣ**

### **1.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ**

Η δημοπράτηση του έργου έχει γίνει με σύστημα πληρωμής δια τιμών μονάδος και με προεκτίμηση ποσοτήτων εκ προμελέτης. Ο Ανάδοχος κατασκευής έχει ήδη υπογράψει σύμβαση με όρο να παραλάβει από την Ε.Ο.Α.Ε. οριστική μελέτη προς εφαρμογή. Στα πλαίσια αυτής της υποχρέωσης η Ε.Ο.Α.Ε. ανέθεσε απ' ευθείας την εκπόνηση της μελέτης αυτής. Ετσι το έργο των σηράγγων κατασκευάζεται χωρίς κατ' αποκοπήν τιμήματα και χωρίς υποχρέωση μελέτης από τον κατασκευαστή.

Δεδομένου ότι οι σήραγγες δεν έχουν αρχίσει να κατασκευάζονται έχει ενδιαφέρον να συγκριθεί η πραγματική κατάσταση με εκείνη που προβλέπεται στην οριστική μελέτη.

### **1.2 ΘΕΣΗ - ΔΙΑΤΑΞΗ ΕΡΓΟΥ - ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΕΔΑΦΟΥΣ**

Οι σήραγγες (Σχ. 1) Ασπροβάλας (δίδυμες, μήκους 220m περίπου εκάστη), δύο λωρίδων η κάθε μια, βρίσκονται στο τμήμα 11.2 - 11.3 (Ασπροβάλα - Στρυμόνας) στην Χ.Θ. 10.000 (περίπου, αυτού του τμήματος) με τίτλο τεχνικού Τ13. Οι σήραγγες περνούν κάτω από μικρό ύψωμα (λόφος "Κιούγκι") με υψόμετρο ερυθράς περίπου +78 και με μέγιστο ύψος καλύματος 60m περίπου. Είναι δύο σχεδόν παράλληλες σήραγγες με καμπύλους άξονες (οριζοντιογραφική ακτίνα περίπου 500m) και σε απόσταση μεταξύ αξόνων περίπου 50m. Η προσέγγιση στα μέτωπα είναι σχετικώς ευχερής με μοναδικά εμπόδια την υφισταμένη κατάσταση (βλάστηση, μετρίως απότομα πρανή, εγγύτητα ευαίσθητου αγωγού και δομημένου περιβάλλοντος).

Το πέτρωμα (βάσει των δεδομένων όλων των γεωλογικών και γεωτεχνικών μελετών προηγουμένων και της τελευταίας φάσεως - Γεωμηχανική ΕΠΕ 1995 - Πανγαία ΕΠΕ 1999 - ΟΤΜ ΤΕΠΕ 1999) αποτελείται από γνεύσιο με παρεμβολές μαρμάρου και φλεβών πηγματίτη. Η βραχομάζα είναι μετρίως αποσαθρωμένη και εντόνως κερματισμένη και τεκτονισμένη με μεγάλο αριθμό οικογενειών ασυνχειών. Το υλικό ως προς την δομή του είναι εύθριπτο και ευάλωτο στην γεωτρητική πυρηνοληψία με αποτέλεσμα την γενικώς αποδιοργανωμένη εμφάνιση των πυρήνων. (RQD = 0~35%)

Διημερίδα "ΟΙ ΣΗΡΑΓΓΕΣ ΤΗΣ ΕΓΝΑΤΙΑΣ ΟΔΟΥ"  
Ε.Ε.Σ.Υ.Ε.

"ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟΣ Α.Ε." &

Εισηγητές : Π. ΒΕΤΤΑΣ  
Β. ΣΤΑΥΡΟΠΟΥΛΟΥ  
Μ. ΣΤΑΥΡΟΠΟΥΛΟΥ  
Ι. ΓΑΡΑΤΖΙΩΤΗΣ  
Ε. ΚΑΚΟΓΙΑΝΝΑΚΗ

Σελίδα 2 από 5

15-16 Οκτωβρίου 1999

Η βαθμονόμηση του πετρώματος στο σύστημα Bieniawski (1979) δίνει τιμές  $RMR=35\pm 15$  και στο σύστημα Barton (1974)  $Q=0,8\pm 0,2$ . Η ταξινόμηση στην σφραγγολογική κλίμακα του Bieniawski τοποθετεί στις περιοχές III-IV με σποραδικές εμφανίσεις και περιοχών I-II ή και V χωρίς τάξη και σύστημα (χαοτική πυκνότητα). Έτσι αναμένεται το μεγαλύτερο μέρος της εκσκαφής να συναντήσει συνθήκες κατηγοριών III-IV της κλίμακας Bieniawski με σποραδικές εμφανίσεις καλύτερων και χειρότερων καταστάσεων.

Υπόγεια νερά δεν συναντήθηκαν, η διαπερατότητα είναι μεγάλη έως μέση ( $10^{-1}$  έως  $10^{-5}$  cm/sec από τα πιο χονδρόκοκκα στα πιο κρυσταλλικά υποκείμενα), και αναμένονται μόνον μικρές εμφανίσεις κατεισδυόντων.

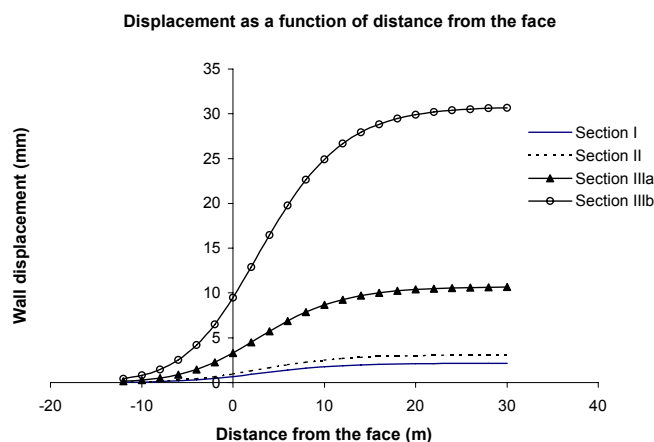
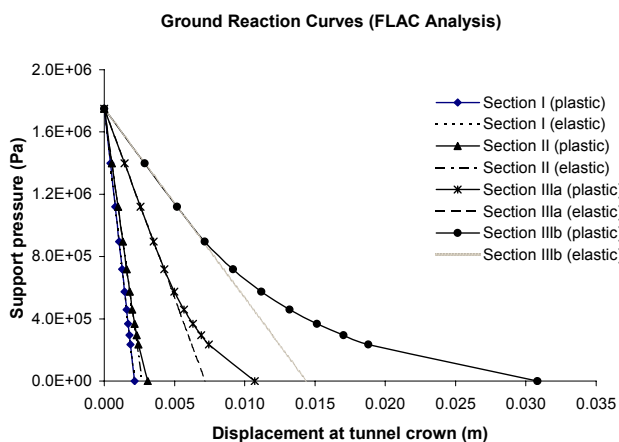
### 1.3 ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ - ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

Για την οργάνωση της αντιμετώπισης εκσκαφής και υποστύλωσης του συγκεκριμένου έργου υιοθετούνται τέσσερις κατηγορίες. Η κατηγορία II (ανάλογη της κατηγορίας III του Bieniawski) και η κατηγορία IIIa (ανάλογη της κατηγορίας IV του Bieniawski) αποτελούν τον κύριο κορμό της πρόβλεψης (ίσης πιθανότητας εμφάνισης στα 90% περίπου του έργου). Για λόγους κάλυψης και ακραίων (μικρής έστω πιθανότητας εμφάνισης) εκδοχών έχουν προβλεφθεί και κατηγορίες I (ανάλογη κατηγοριών I και II του Bieniawski) και IIIb (ανάλογη της V του Bieniawski). Στα στόμια οι υιοθετούμενες κατηγορίες είναι μια βαθμίδα υποδεέστερες αυτών που δίνει η απλή τοποθέτηση βάσει πετρογραφικών παραμέτρων. (Σχ. 1)

Οι παράμετροι σχεδιασμού για τις τέσσερις προβλεπόμενες κατηγορίες εκσκαφής και υποστύλωσης είναι οι ακόλουθες:

Ιδιότητες	Cat I	Cat II	Cat IIIa	Cat IIIb
E (MPa)	10.000	8.000	3.000	1.500
$\nu$	0,2	0,2	0,2	0,2
Ko	0,6~1,2	0,6~1,2	0,6~1,2	0,6~1,2
c (MPa)	0,5	0,3	0,2	0,15
$\varphi$ (°)	48	45	35	30
$\gamma$ (KN/m <sup>3</sup> )	25	25	25	25

Οι αναλύσεις ευστάθειας της σήραγγας έχουν γίνει χρησιμοποιώντας αριθμητική προσομοίωση (FLAC). Σε πρώτο στάδιο επιλύθηκε το μοντέλο ανυποστύλωσης διατομής για την εκτίμηση της χαρακτηριστικής καμπύλης της βραχομάζας και των συντελεστών εισαγωγής στις φάσεις εκσκαφής και υποστύλωσης. Στη συνέχεια, έγινε ανάλυση ευστάθειας προσομοιώνοντας τα διάφορα στάδια εκσκαφής και υποστύλωσης. Η διαστασιολόγηση και ο έλεγχος επάρκειας των προτεινόμενων μέτρων υποστύλωσης έγινε με τη μέθοδο “Αλληλεπίδρασης βραχομάζας – υποστύλωσης” και με την αριθμητική προσομοίωση


**PHASE A (TOP HEADING)**
**PHASE B (BENCH)**

Step	1o	2o	3o	4o	5o	6o
$\lambda$ :	$\lambda_1\%$	$\lambda_2\%$	100%	$\lambda_1\%$	$\lambda_2\%$	100%

**1.4 ΔΙΑΤΟΜΕΣ**

Στο Σχ. 2 φαίνεται η τυπική διατομή χρήσεως των σηράγγων και στα Σχ. 3 έως 6 φαίνονται οι διατομές εκσκαφής και άμεσης υποστύλωσης.

**1.5 ΣΤΟΜΙΑ**

Οι θέσεις και η διαμόρφωση μετώπων προσβολής των σηράγγων φαίνονται συνοπτικώς στο Σχ. 1 και λεπτομερέστερα στα Σχ. 7 και 8.

Για την μόρφωση συνεκτιμήθηκαν τα ακόλουθα που αποτελούν βασικές κατευθυντήριες συστάσεις της ΕΟΑΕ: α) ελαχιστοποίηση εκσκαφών και διαταραχής υπάρχουσας κατάστασης. β) αμεσότητα έναρξης εργασιών και γ) ελαχιστοποίηση αλλοίωσης τοπίου κατά την αποκατάσταση.

Η αποκατάσταση του τοπίου γίνεται με προέκταση του σωλήνα της τελικής επένδυσης ώστε οι εισοδοί/έξοδοι να βρεθούν με την επανεπίχωσή τους στη θέση περίπου των αρχικών πρηνών και αναφύτευση ομοίων με τα αρχικά φυτά.

## **1.6 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΕΙΣ**

Λόγω του μικρού σχετικά μήκους εκάστης των σηράγγων κρίθηκε μη αναγκαία η κατασκευή εγκάρσιας σήραγγας σύνδεσης των κλάδων. Στις παρειές της τελικής επένδυσης των σηράγγων κατασκευάζονται εσοχές για εγκαταστάσεις (πυρόσβεσης, θάλαμοι εγκαταστάσεων, φρεάτια συστήματος στράγγισης).

Εξωτερικώς, μεταξύ των στομιών εισόδων κατασκευάζεται οίκημα συστημάτων ελέγχου και δεξαμενή ύδατος για πυρόσβεση.

## **2. ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΣΗΡΑΓΓΩΝ**

### **2.1 ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ**

Η Γενική Εισήγηση στην συνεδρίαση υπογείων έργων του Ελληνικού Γεωτεχνικού Συνεδρίου του 1992, επεσήμαινε προβλήματα και σημεία που είχαν ανάγκη προσοχής και θεραπείας. Επαναλαμβάνονται τα βασικά ως υπόμνηση για περαιτέρω ενέργειες

- Παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα των έργων: Ισχύουν αναλλοίωτα
- Εκτίμηση αναγκαίων δαπανών προετοιμασίας και παρακολούθησης των έργων: Ισχύουν χωρίς ουσιώδεις μεταβολές.
- Στάδια ανάπτυξης μελετών σηράγγων: Ισχύουν χωρίς ουσιώδης μεταβολές.
- Επίπεδο λειτουργικών εξυπηρητήσεων σηράγγων. Έχουν ελαφρώς αυξηθεί οι απαιτήσεις των προδιαγραφών κυρίως ως προς τα μέτρα ασφαλείας και διάσωσης. Υπολογισμοί υπόγειων έργων: Έχει πραγματοποιηθεί αρκετή πρόοδος, τουλάχιστον ως προς την κατανόηση, στις μεθόδους ανάλυσης εκσκαφών και υποστυλώσεων. Δεν έχει πραγματοποιηθεί αξιόλογη πρόοδος στην υιοθέτηση ενιαίων τρόπων λογιστικής ανάλυσης της τελικής επένδυσης.
- Κύρια περιεχόμενα αναγκαίων προδιαγραφών μελετών σηράγγων: Έχει πραγματοποιηθεί αρκετή πρόοδος αλλά χρειάζεται ακόμη πολύς δρόμος και μάλιστα σε βαθμό ενιαίας εθνικής ρύθμισης.
- Τεχνολογία κατασκευής: Έχει πραγματοποιηθεί αξιόλογη πρόοδος σε υλικά, μέσα και εκπαίδευση προσωπικού.
- Πεπραγμένα: Μέχρι το 1992 είχαν κατασκευασθεί πάνω από 300km σηράγγων (ποικίλων σκοπών και διατομών). Από το 1992 έως σήμερα έχουν κατασκευασθεί πάνω από 60km νέων σηράγγων κυρίως οδικών και σιδηροδρομικών σηράγγων

### **2.2 ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΣΥΝΘΗΚΩΝ**

Παρά την δυσκολία που παρουσιάζει αυτή καθαυτή η φύση των προβλέψεων (τόσο από την γεωλογική όσο και από την γεωτεχνική σκοπιά) δεν φαίνεται να παρατηρούνται μεγάλοι προβληματισμοί ή να έχουν εμφανισθεί σημαντικώς διαφορετικά εργαλεία προσέγγισης.

### **2.3 ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΕΛΙΚΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ**

Διακρίνεται ήδη μεγάλη ασυμφωνία μεταξύ εμπειρικών προτάσεων φορτίων για υπολογισμό της τελικής επένδυσης και εκείνων που προκύπτουν από επιλύσεις με αριθμητικές μεθόδους ενιαίας θεώρησης πετρώματος και επένδυσης. Οι επιτόπιες παρατηρήσεις δεν επαληθεύουν τα πολύ μεγαλύτερα φορτία των εμπειρικών μεθόδων. Έχουμε πολύ δουλειά να κάνουμε μέχρι να κατανοήσουμε καλύτερα τα φαινόμενα και να υιοθετήσουμε κανονιστικές διατάξεις.

### **2.4 ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΡΓΩΝ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΣΗΡΑΓΓΩΝ**

Για πολλούς λόγους οι κανονισμοί σκυροδέματος που ισχύουν για ανωδομές κτιριακών έργων και έργων γεφυρών δεν ταιριάζουν στις ειδικές συνθήκες υπογείων. Χρειάζεται ειδικός κανονισμός έστω και εάν η συνταγή του είναι δυσχερής, πράγμα που φαίνεται από την ανυπαρξία τέτοιου κανονισμού διεθνώς.

### **2.5 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΣΤΗΝ ΠΡΑΞΗ**

Η εφαρμογή της μελέτης, και κυρίως της εκσκαφής και άμεσης υποσύλωσης, παρουσιάζει τις πιο σημαντικές δυσκολίες. Οι αντικειμενικές και υποκειμενικές αδυναμίες χρειάζονται υποβοήθηση, κυρίως μεθοδολογικών και συμβατικών τύπων, ώστε να βελτιωθεί η προσέγγιση εξισορρόπησης αντικλινικών τάσεων ασφάλειας και οικονομικών επιδιώξεων.

### **2.6 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΥΜΒΑΣΗΣ**

Η σημασία του είδους/χαρακτήρα συμβατικής αντιμετώπισης κατασκευής σήραγγας, εξακολουθεί να είναι δεσπτόζουσα. Δεν έχει βρεθεί μέθοδος που να λύνει επιτυχώς τα προβλήματα. Χρειάζεται να δοκιμασθούν πιλοτικώς αρκετά εναλλακτικά σενάρια προκειμένου να προωθηθεί η καλύτερη προσέγγιση στο πρόβλημα.

### **2.7 ΓΕΝΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΙΣΧΥΟΥΝ ΚΑΙ ΓΙΑ ΣΗΡΑΓΓΕΣ**

Στον τομέα των έργων, και μάλιστα των δημοσίων έχουμε αναμφισβήτητη ανάγκη να υποβοηθήσουμε την εθνική κατασκευαστική βιομηχανία με

- Κατανόηση και επιδέξιο χειρισμό του φόρτου εν σχέσει προς το υπάρχον δυναμικό
- Κατανόηση της σημασίας ομαλής (χωρίς γιγαντιαίες αυξομειώσεις) εξέλιξης παραγωγής των έργων.