

# Η ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΟΥ «ΑΘΗΝΑΪΚΟΥ ΣΧΙΣΤΟΛΙΘΟΥ» ΣΤΗ ΧΡΗΣΗ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ ΣΗΡΑΓΓΩΝ ΤΥΠΟΥ ΑΣΠΙΔΑΣ ΑΝΟΙΚΤΟΥ ΜΕΤΩΠΟΥ

## ΕΜΠΕΙΡΙΕΣ ΑΠΟ ΤΗ ΔΙΑΝΟΙΞΗ ΤΗΣ ΣΗΡΑΓΓΑΣ ΤΗΣ ΕΠΕΚΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΜΕΤΡΟ ΤΩΝ ΑΘΗΝΩΝ ΠΡΟΣ ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ.

Π. Γ. Μαρίνος

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Ηρώων Πολυτεχνείου 9, 157 80 Ζωγράφου. e-mail: [marinos@central.ntua.gr](mailto:marinos@central.ntua.gr) & Centre de Geologie de l' Ingenieur, Ecole des Mines de Paris-Ecole des ponts et chaussées, Université de Marne la Vallee, Batiment IFI, 5, boulevard Descartes, Champs sur Marne, 77454 Marne la Vallee, Cedex 2, France, e-mail: [paul.marinos@ensmp.fr](mailto:paul.marinos@ensmp.fr) (2003-2004)

Β. Π. Μαρίνος

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Ηρώων Πολυτεχνείου 9, 157 80 Ζωγράφου. e-mail: [marinos@central.ntua.gr](mailto:marinos@central.ntua.gr)

Γ. Στούμπος

Γεωλόγος Πανεπιστημίου Αθηνών, Μενίππου 33, 121 35 Περιστέρι, Αθήνα. e-mail: [g\\_stoumpos@hotmail.com](mailto:g_stoumpos@hotmail.com)

Μ. Νόβακ, Κ. Κορκάρης και Μ. Μπενίση

Αττικό Μετρό Α.Ε., Μεσογείων 191-193, Αθήνα.

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τμήμα της επέκτασης του Μετροπολιτικού Σιδηροδρόμου Αθηνών προς Περιστέρι αποτελείται από μέλη του συστήματος του «Αθηναϊκού Σχιστολίθου» που παρουσιάζει μεγάλη ετερογένεια και τεκτονική καταπόνηση από ρήγματα και διατμήσεις. Εκτός όμως από τα ρήγματα υπάρχει και η δράση της αποσάθρωσης που στα υλικά αυτά είναι επιλεκτική, αναλόγως με τις αδυναμίες που έχει δημιουργήσει η προηγηθείσα τεκτονική καταπόνηση. Επιτείνεται συνεπώς η χαοτική κατανομή στη ποιότητα των γεωολικών και το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό είναι η αιφνίδια αλλαγή τόσο οριζοντιογραφικά όσο και κατά την κατακόρυφη έννοια, της ποιότητας του υλικού καθιστώντας τις προβλέψεις δύσκολες. Η περατότητα του σχιστολίθου είναι εν γένει μικρή, αλλά η δράση της αποσάθρωσης και του τεκτονισμού έχουν διαμορφώσει τοπικές συνθήκες για τα υπόγεια ύδατα με μορφές είτε επικρεμάμενων υδροφόρων οριζόντων, είτε ζωνών υψηλότερης περατότητας.

Η εκσκαφή του τμήματος αυτού της επέκτασης προς Περιστέρι έγινε με τη χρήση μηχανήματος ασπίδας ανοικτού μετώπου (OFS). Το μηχάνημα αυτό είχε χρησιμοποιηθεί με επιτυχία στον «Αθηναϊκό Σχιστόλιθο» του τμήματος του Μετρό μεταξύ των σταθμών Δάφνης και Αγ. Ιωάννη. Το μηχάνημα ασπίδας ανοικτού μετώπου (OFS) με το πλεονέκτημα που έχει, της δυνατότητας δηλαδή άμεσων επεμβάσεων στο μέτωπο, είναι αποτελεσματικό στην αντιμετώπιση σταθαιών μέτριας ποιότητας βραχώμαζα, αλλά όχι όταν η βραχώμαζα είναι ασθενής ή εντελώς αποσαθρωμένη, δηλαδή σε περιπτώσεις υλικών με πολύ μικρό χρόνο αυτοϋποστήριξης. Τότε εκδηλώνονται καταπτώσεις του μετώπου που μπορούν να εξελιχθούν χωρίς έλεγχο και να παρασύρουν και υπερκείμενα στρώματα, αν αυτά δεν έχουν βραχώδη συμπεριφορά και ικανό πάχος. Το αποτέλεσμα είναι αύξηση των καθιζήσεων ή και ολική κατάρρευση μέχρι την επιφάνεια του εδάφους. Στις περιπτώσεις αυτές απαιτείται βελτίωση του υλικού από πριν ή και ενίσχυση του. Ορισμένα από τα πρόσθετα αυτά μέτρα δεν μπορούν να εκτελεστούν παρά μόνο από την επιφάνεια και το μήκος της εφαρμογής τους είναι συχνά μεγάλο, περιλαμβάνοντας και καλύτερης

ποιότητας τμήματα που παρεμβάλλονται ακατάστατα. Για το λόγο αυτό ορθώς έγινε σε μεγάλο μήκος της διαδρομής, στο τμήμα της επέκτασης προς Περιστέρι, βελτίωση με τσιμεντενέσεις από την επιφάνεια (“Tube a Manchettes”).

Με δεδομένη τη συγκεκριμένη λειτουργία του OFS το γεωυλικό ταξινομήθηκε σε δύο βραχόδεις (B, BE) και σε δύο εδαφικού τύπου (EB, E) κατηγορίες. Η ταξινόμηση έγινε με βάση τη δομή του γεωυλικού, τους χαρακτήρες στις ασυνέχειες του και στις επιφάνειες διάτμησης και την αποσάθρωσή του (Η κατηγορία BE π.χ. αντιστοιχεί σε υλικό με “Γεωλογικό Δείκτη Αντοχής” GSI από 25 έως 35, ενώ ο τύπος EB σε GSI μικρότερο των 25).

Σε κάθε κατηγορία εκτιμήθηκε η συνολική αντοχή της βραχώμαζας και έγινε αντιστοίχιση με την κάθε φορά αναμενόμενη συμπεριφοράς της κατά την εκσκαφή, τόσο στο μέτωπο όσο και την οροφή της σήραγγας. Αντιστοίχως, δόθηκε και η προκύπτουσα κλιμάκωση της διακινδύνευσης, η ανάγκη λήψης μέτρων και ο τύπος των αναγκαίων μέτρων, παθητικής ή ενεργητικής προστασίας. Από αυτές τις κατηγορίες μόνο η κατηγορία B, όπου αυτή επικρατεί, είναι φιλική προς το μηχάνημα, ενώ οι άλλες είναι δυνατόν να προκαλέσουν προβλήματα ώστε να απαιτείται η λήψη μέτρων. Αν ειδικότερα στις ευαίσθητες ζώνες, στο άνω τμήμα του μετώπου της σήραγγας και πάνω απ’ αυτήν, επικρατούν οι τύποι εδαφικής συμπεριφοράς (EB, E) η δυνατότητα αυτή γίνεται βεβαιότητα. Τα μέτρα τότε πρέπει να είναι πολύ πιο ενισχυμένα και διαφόρων τύπων. Π.χ. λόγω της δομής της βραχώμαζας, εκτιμήθηκε ότι δεν θα επαρκούσε μόνο η βελτίωση της με τσιμεντενέσεις, και η λύση που προκρίθηκε στο τμήμα αυτό προς το Περιστέρι, ήταν επί πλέον η ενίσχυση του χώρου με κατασκευή ενός «σκελετού» από πασσάλους σε κατάλληλα διαμορφωμένο κάναβο, μέσα στο προς εκσκαφή τμήμα.

Το υπόγειο νερό είναι σημαντικός παράγων υποβάθμισης, συχνά δραματικής, της ποιότητας του υλικού και έγινε κάθε προσπάθεια ώστε εκεί που η παρουσία του ήταν έντονη να περιοριστεί (π.χ. με τις τσιμεντενέσεις).

Η κατάλληλα συνεπώς προσαρμοσμένη τεχνικογεωλογική περιγραφή της βραχώμαζας επέτρεψε την ταξινόμηση και τον χαρακτηρισμό του “Αθηναϊκού Σχιστολίθου” από πλευράς συμπεριφοράς του έναντι του μηχανήματος εκσκαφής αλλά και την διακριτοποίηση της επικινδυνότητας, με αποτέλεσμα την λήψη, εγκαίρως και επιτυχώς, των απαραίτητων για το έργο αποφάσεων περί των εφαρμοσθησόμενων μέτρων και λύσεων εκεί που η διακινδύνευση προέκυπτε πολύ υψηλή.