



Τεχνικογεωλογικές και υδρογεωλογικές συνθήκες  
και προβλήματα στο χώρο του σταθμού  
“Ανθούπολη” του ΜΕΤΡΟ Αθηνών.

## **ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

Παρθένης Π. Ηλίας

Επιβλέπων: Ρόζος Δημήτριος  
Επίκουρος Καθηγητής

ΑΘΗΝΑ, ΜΑΡΤΙΟΣ 2010





**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ – ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ**  
**ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**

Τεχνικογεωλογικές και υδρογεωλογικές συνθήκες και προβλήματα στο χώρο του σταθμού "Ανθούπολη" του ΜΕΤΡΟ Αθηνών.

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

Παρθένης Π. Ηλίας

Επιβλέπων: Ρόζος Δημήτριος  
Επίκουρος Καθηγητής

Εγκρίθηκε από την τριμελή επιτροπή στις 18/03/2010

Ρόζος Δημήτριος, Επίκουρος Καθηγητής .....(Υπογραφή)

Σοφιανός Αλέξανδρος, Καθηγητής .....(Υπογραφή)

Κυρούσης Ιωάννης, Επίκουρος Καθηγητής .....(Υπογραφή)

ΑΘΗΝΑ, ΜΑΡΤΙΟΣ 2010

Copyright © Παρθένης Π. Ηλίας, 2010  
Με επιφύλαξη κάθε δικαιώματος. All rights reserved.

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

---

**Σ**την παρούσα Διπλωματική Εργασία περιγράφονται και αναλύονται οι τεχνικογεωλογικές και υδρογεωλογικές συνθήκες καθώς επίσης και τα προβλήματα στο χώρο του σταθμού "Ανθούπολη" του ΜΕΤΡΟ Αθηνών.

Επιπρόσθετα, περιγράφονται οι γεωλογικές και υδρογεωλογικές συνθήκες στο Λεκανοπέδιο Αθηνών καθώς επίσης στην ευρύτερη ζώνη του έργου, στην περιοχή της Ανθούπολης Περιστερίου.

Η εκπόνηση της παρούσας εργασίας δεν θα ήταν δυνατή χωρίς την ουσιαστική συμβολή ορισμένων ανθρώπων. Αρχικά, οφείλω να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου κ. Ρόζο Δημήτριο για την ανάθεση του θέματος καθώς και για την άψογη συνεργασία μας. Επίσης θα ήθελα να αναγνωρίσω την επιστημονική συμβολή της κας Μπενίση Μαρίας και του κυρίου Στούμπου Γεώργιου, γεωλόγων της ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ καθώς επίσης της κας Παναγοπούλου Μαρίας, πολιτικού μηχανικού της Α.Μ και του κυρίου Στυλιανού Ανδρέα, μεταλλειολόγου μηχανικού της Α.Μ.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ πιστεύω ότι χρωστάω ακόμα στους γονείς μου.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

---

**Η** παρούσα εργασία αναφέρεται στην περιγραφή και στην ανάλυση των τεχνικογεωλογικών και υδρογεωλογικών συνθηκών στο χώρο του σταθμού “Ανθούπολη” του ΜΕΤΡΟ Αθηνών. Επιπρόσθετα, καταγράφονται τα σημαντικότερα προβλήματα που παρουσιάστηκαν κατά την κατασκευή του έργου. Με τον σταθμό αυτό, ολοκληρώθηκε η επέκταση της Γραμμής 2 από τον Αγ. Αντώνιο προς την Ανθούπολη.

Στην περιοχή του σταθμού απαντώνται κυρίως τρεις γεωλογικοί σχηματισμοί: ο υγείς ασβεστιτικός ψαμμίτης, ο σχηματισμός του μεταψαμμίτη και του μεταϊλύολιθου, που αποτελούν μέλη του Αθηναϊκού Σχιστόλιθου καθώς και οι μαργαϊκοί νεογενείς σχηματισμοί. Ο σταθμός δηλαδή βρίσκεται στο όριο των σχηματισμών της σειράς του Αθηναϊκού Σχιστόλιθου και των νεογενών σχηματισμών. Το όριο αυτό είναι ένα ρήγμα με διεύθυνση ΒΑ/ΝΔ – ΝΔ / κή, που οριοθετεί τη νεογενή λεκάνη του Περιστερίου από ανατολικά.

Αρχικά σχολιάζονται οι γεωλογικές και υδρογεωλογικές συνθήκες στο Λεκανοπέδιο Αθηνών, καθώς επίσης και στην ευρύτερη ζώνη του έργου, την περιοχή της Ανθούπολης Περιστερίου και στη συνέχεια αναλύονται οι γεωλογικές συνθήκες στη στενή περιοχή του έργου.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η ευρύτερη περιοχή της Ανθούπολης Περιστερίου παρουσιάζει γεωλογικό ενδιαφέρον, αφού η εκμετάλλευση των κοιτασμάτων λιγνίτη κατά το παρελθόν και η λειτουργία λιγνιτωρυχείων, εγκυμονεί κινδύνους για τα τεχνικά έργα από πιθανές εδαφικές υποχωρήσεις.

## *ABSTRACT*

---

**T**his project refers to the description and the analysis of engineering - geological and hydrogeological conditions, of "Anthoupoli" Athens METRO station. In addition, the most important problems which occurred during the construction of this project, are registered and discussed. With the construction of the station, the extension of Line 2 to Anthoupolis, was completed.

Three main geological formations are found at the area of the station: the fresh calcsitic sandstone, the formation of metasandstone to metasilstone and marly neogene sediments. The station is located at the border between the formations of Athenian Schist and neogene sediments. This border is actually a fault with a NE / SW - SW direction, which delimits the neogene basin of Peristeri to the east.

First, the geological and hydrogeological conditions of Athens basin as well as in the wider zone of the project, the area of Anthoupoli, Peristeri, are described and then engineering – geological regime of the project site are analyzed.

It is worth to be noted that the wider area of Anthoupoli, Peristeri presents a high geological interest, as the excavation of the deposits of lignite in the past and the operation of the lignite mines in Peristeri neogene basin , hide a risk of danger regarding the subsidence manifestation due the old mine activity.

# **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

---

<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....</b>	<b>I</b>
<b>ΕΙΚΟΝΕΣ.....</b>	<b>V</b>
<b>ΣΧΗΜΑΤΑ.....</b>	<b>VI</b>
<b>ΠΙΝΑΚΕΣ.....</b>	<b>VII</b>
<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. ΜΕΤΡΟ ΑΘΗΝΑΣ.....</b>	<b>3</b>
2.1. Γενικά.....	3
2.2. Το ΜΕΤΡΟ και η πόλη.....	4
2.3. Η λειτουργία του ΜΕΤΡΟ.....	4
2.4. Εξυπηρέτηση επιβατών.....	5
2.5. Ασφάλεια στο ΜΕΤΡΟ.....	6
2.6. Χρηματοδότηση έργου.....	7
<b>3. ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ, ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΑΙ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΣΤΟ ΛΕΚΑΝΟΠΕΔΙΟ ΑΤΤΙΚΗΣ.....</b>	<b>8</b>
3.1. Γεωλογικές συνθήκες Λεκανοπεδίου Αττικής.....	8
3.1.1. Αυτόχθονα ενότητα Αλμυροποτάμου – Αττικής.....	8
3.1.2. Σχηματισμοί Πελαγονικής Ζώνης (Τεκτονικές Ενότητες Σφενδάλης & Μαυρηρόρας - Κατσιμιδιού).....	9
3.1.3. Σχηματισμοί τεκτονικής ενότητας Αφιδνών – Τουρκοβουνίων.....	9
3.1.4. Σχηματισμοί τεκτονικής ενότητας Νεοελληνικού Καλύμματος.....	10
3.1.5. Νεογενή Ιζήματα.....	10
3.1.6. Τεταρτογενείς Αποθέσεις.....	11
3.2. Αθηναϊκός Σχιστόλιθος.....	11



3.3. Υδρογεωλογικές συνθήκες Λεκανοπεδίου Αττικής.....	14
3.4. Τεκτονική Λεκανοπεδίου Αττικής.....	17
3.4.1. Ανατολικό και Δυτικό περιθώριο Λεκανοπεδίου.....	17
3.4.2. Ρηξιγενής ζώνη Κηφισού.....	17
3.4.3 Ρηξιγενής ζώνη Ζεφυρίου - Αγ. Παρασκευής.....	17
<b>4. ΧΡΟΝΙΚΟ ΓΡΑΜΜΗΣ 2 ΠΡΟΣ ΑΝΘΟΥΠΟΛΗ.....</b>	<b>19</b>
4.1. Γενικά.....	19
4.2. Σταθμός “Ανθούπολη”.....	19
<b>5. ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΡΓΟΥ.....</b>	<b>25</b>
5.1. Κατασκευή σταθμού με “ανοικτή εκσκαφή” / “cut and cover”.....	25
5.2. Μεθοδολογία κατασκευής .....	25
5.3. Φρεατοπάσσαλοι.....	28
5.3.1. Μηχανολογικός εξοπλισμός .....	29
5.4 .Προεντεταμένα αγκύρια.....	29
5.4.1. Μηχανολογικός εξοπλισμός.....	30
<b>6. ΤΕΧΝΙΚΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΙ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΖΩΝΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ.....</b>	<b>31</b>
6.1. Γενικά.....	31
6.2. Γεωλογική δομή – λιθολογική σύσταση.....	32
6.3. Τεκτονική περιοχή.....	36
6.4. Υδρογεωλογικές συνθήκες.....	37
6.5. Υδροχημεία.....	39
6.6. Σεισμικότητα περιοχής.....	40
<b>7.ΛΙΓΝΙΤΩΤΥΧΕΙΑ ΠΕΡΙΣΤΕΡΙΟΥ.....</b>	<b>41</b>
7.1. Ιστορικό εκμετάλλευσης για την περίοδο πριν το 1950.....	41

7.2. Περίοδος μετά το 1950.....	43
7.3. Σημερινή κατάσταση επιφάνειας.....	45
<b>8. ΤΕΧΝΙΚΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΗ ΣΤΕΝΗ ΖΩΝΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ.....</b>	<b>46</b>
8.1. Γενικά.....	46
8.2. Αξιολόγηση αποτελεσμάτων γεωτεχνικών ερευνών.....	47
8.3. Συμπεριφορά σχηματισμών.....	52
<b>9. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΗ ΣΤΕΝΗ ΖΩΝΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ.....</b>	<b>56</b>
9.1. Γενικά.....	56
9.2. Υδρογεωλογικά στοιχεία παλαιών ερευνών.....	56
9.2.1. Μετρήσεις στάθμης.....	57
9.2.2. Δοκιμές – μετρήσεις υδροπερατότητας – υδαταγωγιμότητας.....	58
9.2.3. Υδροχημεία.....	59
9.3. Υδρογεωλογικά στοιχεία συμπληρωματικής γεωτεχνικής έρευνας.....	59
9.3.1. Στοιχεία γεωτρήσεων.....	59
9.3.2. Διακύμανση στάθμης γεωρήσεων.....	60
9.3.3. Στάθμη πιεζομέτρων.....	61
9.3.4. Δοκιμές Air – Lift.....	62
9.3.5. Δοκιμές υδροπερατότητας Maag.....	63
9.3.6. Δοκιμές εισπίεσης Lugeon.....	64
9.3.7. Υδροχημεία.....	66
9.4. Σχολιασμός αποτελεσμάτων με βάση τις τιμές της υδροπερατότητας.....	66
<b>10. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΤΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ.....</b>	<b>69</b>
<b>11. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>74</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....</b>	<b>76</b>

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1.....78**  
**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2 .....79**  
**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3.....80**  
**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4.....81**

## ΕΙΚΟΝΕΣ

Εικόνα 2.1: Σύγχρονος συρμός του ΜΕΤΡΟ Αθηνών.....	3
Εικόνα 3.1: Αθηναϊκός Σχιστόλιθος στο σταθμό “Ανθούπολη”.....	12
Εικόνα 4.1: Επέκταση γραμμής 2 προς Ανθούπολη.....	21
Εικόνα 5.1: Μέθοδος cut and cover στο σταθμό “Ανθούπολη”.....	27
Εικόνα 8.1: Ρήγμα στο χώρο του σταθμού.....	51
Εικόνα 10.1: Γερανός στην βορειοδυτική πλευρά του σταθμού.....	72
Εικόνα 10.2 Αντιρήδες στο σταθμό “Ανθούπολη”.....	73
Εικόνα 10.3: Αντιστήριξη πασσάλων με προεντεταμένα αγκύρια και εκτοξευόμενο σκυρόδεμα οπλισμένο με χαλύβδινο πλέγμα, στο σταθμό “Ανθούπολη”.....	73

## ΣΧΗΜΑΤΑ

Σχήμα 2.1: Σχέδιο ανάπτυξης γραμμών ΜΕΤΡΟ Αθηνών.....	4
Σχήμα 2.2: Χρηματοδότηση βασικού έργου “ΜΕΤΡΟ Αθηνών”.....	7
Σχήμα 2.3: Χρηματοδότηση επεκτάσεων γραμμών 2 και 3 του έργου “ΜΕΤΡΟ Αθηνών”.....	7
Σχήμα 3.1: Γεωλογικός χάρτης της λεκάνης απορροής του Κηφισού και του Ιλυσού ποταμού στο Λεκανοπέδιο Αττικής.....	11
Σχήμα 3.2: Χάρτης υδροπερατότητας πετρωμάτων της λεκάνης απορροής του Κηφισού και του Ιλυσού ποταμού στο Λεκανοπέδιο Αττικής.....	16
Σχήμα 4.1: Επέκταση γραμμής 2 προς Ανθούπολη.....	19
Σχήμα 6.1: Γεωλογικός χάρτης περιοχής Ανθούπολης Περιστερίου.....	35
Σχήμα 6.2: Γεωλογική τομή στο χώρο εκμετάλλευσης του λιγνιτικού πεδίου στην Ανθούπολη Περιστερίου.....	36
Σχήμα 8.1: Οριζοντιογραφία του σταθμού με τις ακριβείς θέσεις των γεωτρήσεων.....	47
Σχήμα 8.2: Γεωλογική μηκοτομή στην περιοχή του σταθμού.....	50
Σχήμα 8.3: Ανάπτυγμα παρειών και τελικού δαπέδου εκσκαφής.....	51
Σχήμα 9.1: Διάγραμμα στάθμης υπογείου νερού.....	69
Σχήμα 10.1: Καθιζήσεις επιφάνειας στο σταθμό “Ανθούπολη”.....	70

## ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 3.1: Υδρολιθολογική ανάλυση λεκάνης απορροής Λεκανοπεδίου Αττικής.....	15
Πίνακας 4.1: Πρόδος έργου στο σταθμό “Ανθούπολη” .....	22
Πίνακας 8.1: Στοιχεία γεωτρήσεων.....	46
Πίνακας 9.1: Στοιχεία γεωτρήσεων.....	56
Πίνακας 9.2: Στάθμη γεωτρήσεων.....	57
Πίνακας 9.3: Δοκιμές υδροπερατότητας παλαιών γεωτρήσεων.....	58
Πίνακας 9.4: Αποτελέσματα χημικής ανάλυσης νερών.....	59
Πίνακας 9.4.A: Σε δείγματα που πάρθηκαν στην περίοδο υψηλής στάθμης.....	59
Πίνακας 9.4.B: Σε δείγματα που πάρθηκαν στην περίοδο χαμηλής στάθμης.....	59
Πίνακας 9.5: Στοιχεία ερευνητικών γεωτρήσεων.....	60
Πίνακας 9.6: Ημερήσιες στάθμες γεωτρήσεων.....	60
Πίνακας 9.7: Στάθμες πιεζομέτρων.....	61
Πίνακας 9.8: Στοιχεία επαναφοράς στάθμης με την διαδικασία Air – Lift.....	62
Πίνακας 9.9: Αποτελέσματα δοκιμών υδροπερατότητας τύπου Maag.....	63
Πίνακας 9.10: Δοκιμές εισπίεσης Lugeon.....	64
Πίνακας 9.11: Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων υδάτων.....	67
Πίνακας 9.12: Κατηγορίες υδροπερατότητας με βάση το συντελεστή k.....	67

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ένα από τα μεγαλύτερα έργα που λαμβάνουν χώρα στο Λεκανοπέδιο Αθηνών είναι το ΜΕΤΡΟ Αθηνών. Ένα έργο που δίνει λύση σε ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα του Λεκανοπεδίου, αυτό του κυκλοφοριακού. Επιπρόσθετα, με το έργο αυτό μειώνεται δραστικά ο χρόνος μετακίνησης των Αθηναίων. Με ένα δίκτυο 2 γραμμών και με τις συνεχείς επεκτάσεις, ενώνει σχεδόν όλες τις περιοχές του Λεκανοπεδίου, κάνοντας την Αθήνα μια σύγχρονη ευρωπαϊκή μεγαλούπολη.

Στην κατασκευή όμως του έργου, υπάρχουν πολλοί παράγοντες που διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο και πρέπει να εξετασθούν προσεχτικά. Οι σημαντικότεροι από αυτούς, σχετίζονται με την πλήρη γνώση των γεωλογικών, τεχνικογεωλογικών, γεωτεχνικών και υδρογεωλογικών συνθηκών που επικρατούν κατά τη διάρκεια της εκσκαφής του έργου. Η ολοκληρωμένη γνώση των συνθηκών του υπεδάφους, στην στενή αλλά και στην ευρύτερη ζώνη του έργου, είναι και αυτή που θα καθορίσει την μεθοδολογία της κατασκευής του, θα προβλέψει τα τυχόν προβλήματα που μπορεί να προκύψουν και θα δώσει τρόπους αντιμετώπισης αυτών.

Η παρούσα διπλωματική εργασία αναφέρεται στο σταθμό “Ανθούπολη”, τον τελευταίο σταθμό με τον οποίο ολοκληρώνεται η επέκταση της Γραμμής 2 από τον Αγ. Αντώνιο προς την Ανθούπολη. Ο σταθμός θα παραδοθεί πολύ σύντομα στο κοινό και θα δώσει ανάσα στους κατοίκους ενός από τους πιο πυκνοκατοικημένους δήμους της Αττικής, του Περιστερίου.

Η εργασία διακρίνεται σε ενότητες έτσι ώστε να γίνει μεθοδικά η κατανόηση του αντικειμένου της.

Αρχικά, αναφέρονται κάποια βασικά στοιχεία που αφορούν το ΜΕΤΡΟ της Αθήνας, το σύγχρονο αυτό τεχνικό έργο της Αττικής.

Ύστερα, αναλύονται οι γεωλογικές και υδρογεωλογικές συνθήκες στο Λεκανοπέδιο Αθηνών, στην περιοχή δηλαδή όπου διέρχεται το ΜΕΤΡΟ και επηρεάζουν άμεσα η έμμεσα τις συνθήκες κατασκευής του υπό μελέτη σταθμού.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται κάποια βασικά στοιχεία σχετικά με το νέο σταθμό “Ανθούπολη” καθώς επίσης και κατασκευαστικά στοιχεία του συγκεκριμένου έργου.

Ακολούθως, παρουσιάζονται οι τεχνικογεωλογικές και υδρογεωλογικές συνθήκες στην ευρύτερη ζώνη του έργου, στην περιοχή της Ανθούπολης Περιστερίου. Σημειώνεται ότι

η συγκεκριμένη περιοχή παρουσιάζει γεωλογικό ενδιαφέρον, αφού η εκμετάλλευση των κοιτασμάτων λιγνίτη κατά το παρελθόν και η λειτουργία λιγνιτωρυχείων, εγκυμονεί κινδύνους για τα τεχνικά έργα από πιθανές εδαφικές υποχωρήσεις. Για τα Λιγνιτωρυχεία Περιστερίου γίνεται εκτενής αναφορά σε ξεχωριστή ενότητα.

Έπειτα, περιγράφονται και αναλύονται οι τεχνικογεωλογικές και υδρογεωλογικές συνθήκες στο χώρο του σταθμού “Ανθούπολη”. Με τη βοήθεια των ερευνητικών και δειγματοληπτικών γεωτρήσεων που εκτελέστηκαν, έγινε δυνατή η διαμόρφωση αντιπροσωπευτικής γεωλογικής τομής και κατηγοριοποίηση των σχηματισμών που απαντούν στο χώρο του σταθμού.

Τέλος, παρουσιάζονται τα προβλήματα που παρουσιάστηκαν κατά την κατασκευή του σταθμού και αντιμετωπίστηκαν άμεσα από τους μηχανικούς του έργου.



## 2. ΜΕΤΡΟ ΑΘΗΝΑΣ

### 2.1. Γενικά

**Ε**να από τα μεγαλύτερα και πιο σύγχρονα έργα που συντελέστηκαν τις τελευταίες δεκαετίες στη χώρα μας είναι το ΜΕΤΡΟ της Αθήνας. Στο κατώφλι του 21<sup>ου</sup> αιώνα το όραμα μιας πόλης ανθρώπινης και φιλικής στους κατοίκους της έγινε πραγματικότητα. Η Αθήνα διαθέτει το δικό της ΜΕΤΡΟ, ένα υπερσύγχρονο, αξιόπιστο και ασφαλές μέσο μαζικής μεταφοράς στα πρότυπα των μεγαλουπόλεων της Ευρώπης, ένα μέσο που έχει βελτιώσει σημαντικά τα δεδομένα της καθημερινής ζωής στην πρωτεύουσα (Εικόνα 2.1).

Το ΜΕΤΡΟ συμβάλλει στην επίλυση ενός από τα μεγαλύτερα προβλήματα του Λεκανοπεδίου Αθηνών δηλαδή του κυκλοφοριακού. Οι ατέλειωτες ουρές ακινητοποιημένων αυτοκινήτων, οι αμέτρητες χαμένες ώρες στους δρόμους, η ρύπανση της ατμόσφαιρας και η υπερβολική κατανάλωση καυσίμων, είναι καταστάσεις γνώριμες στους Αθηναίους. Με τη κατασκευή και λειτουργία του ΜΕΤΡΟ όλοι ελπίζουν σε αποσυμφόρηση του κυκλοφοριακού και σε μείωση των χρόνων μετακίνησης.

Η ανάπτυξη του έως σήμερα, με 30 χιλιόμετρα υπόγειων σηράγγων και 28 σύγχρονους σταθμούς, αποτέλεσε ουσιαστική βελτίωση της καθημερινότητας των πολιτών. Λιγότερο ανεπτυγμένες περιοχές του Λεκανοπεδίου Αθηνών όπως το Αιγάλεω ή το Περιστέρι, απέκτησαν σύγχρονους σταθμούς, ενώ άλλες, όπως η Ανθούπολη, το Χαϊδάρι, το Ελληνικό κ.λπ., πολύ σύντομα θα αποκτήσουν και αυτές σύγχρονους σταθμούς ΜΕΤΡΟ, οι οποίοι θα αναβαθμίσουν την ευρύτερη περιοχή.



Εικόνα 2.1: Σύγχρονος συρμός του ΜΕΤΡΟ Αθηνών ([www.ametro.gr](http://www.ametro.gr))

## 2.2. Το ΜΕΤΡΟ και η πόλη

**Μ**ε τις δύο γραμμές του ΜΕΤΡΟ μετακινούνται περίπου 650.000 επιβάτες ημερησίως. Έχει υπολογιστεί ότι η λειτουργία του ΜΕΤΡΟ μείωσε κατά 71.000 τα Ι.Χ. αυτοκίνητα που εισέρχονται στο κέντρο της πόλης ή ισοδύναμα μείωσε την κίνηση με Ι.Χ. κατά 335.000 οχηματοχιλιόμετρα ημερησίως. Λόγω του ΜΕΤΡΟ, οι ρύποι από τα οχήματα μειώθηκαν 8% κατά μέσον όρο. ([www.ametro.gr](http://www.ametro.gr), 2010)

Παράλληλα, η λειτουργία του ΜΕΤΡΟ συνδυάστηκε με αναδιάρθρωση και των άλλων δημοσίων μέσων μεταφοράς, με τη μείωση των τερματικών σταθμών των λεωφορείων στο κέντρο της πόλης, λόγω δημιουργίας νέων αφετηριών λεωφορείων κοντά σε περιφερειακούς σταθμούς του ΜΕΤΡΟ. Η λειτουργία, συνεπώς, του ΜΕΤΡΟ μείωσε σημαντικά εκτός από τα Ι.Χ. και την κίνηση των λεωφορείων στο κέντρο της Αθήνας.

## 2.3. Η λειτουργία του ΜΕΤΡΟ

Από το 2000 που ξεκίνησε η λειτουργία του ΜΕΤΡΟ το δίκτυο αποτελούν (Σχήμα 2.1):

- η *Γραμμή 2* (Άγιος Αντώνιος - Άγιος Δημήτριος / Αλέξανδρος Αναγούλας) με δεκατέσσερις (14) σταθμούς και μήκος γραμμής 10,9 χιλιόμετρα (κόκκινη γραμμή).
- η *Γραμμή 3* (Αιγάλεω - Δουκίσσης Πλακεντίας) με δεκατέσσερις (14) σταθμούς και μήκος γραμμής 16,4 χιλιόμετρα (μπλε γραμμή).



Σχήμα 2.1: Σχέδιο ανάπτυξης γραμμών ΜΕΤΡΟ Αθηνών ([www.ametro.gr](http://www.ametro.gr))

Συνέχεια της Γραμμής 3 αποτελεί διαδρομή μήκους 21,2 χιλιομέτρων στο δίκτυο του Προαστιακού, μέσω της οποίας ο Διεθνής Αερολιμένας Αθηνών Ελευθέριος Βενιζέλος, καθώς και η περιοχή των Μεσογείων, εξυπηρετούνται για την απευθείας σύνδεσή τους με το κέντρο της πόλης με συρμούς του ΜΕΤΡΟ, από τους τέσσερις (4) σταθμούς Αεροδρόμιο, Κορωπί, Παιανία - Κάντζα και Παλλήνη.

## 2.4. Εξυπηρέτηση επιβατών

**Ε**να από τα μεγαλύτερα και πιο πολυσύνθετα έργα στην Ελλάδα, το ΜΕΤΡΟ της Αθήνας, έχει τεθεί στην υπηρεσία των πολιτών της πόλης. Το δίκτυο δύο γραμμών, της Γραμμής 2 (Άγιος Αντώνιος – Άγιος Δημήτριος / Αλέξανδρος Παναγούλης) και της Γραμμής 3 (Αιγάλεω – Δουκίσσης Πλακεντίας) και είκοσι οκτώ (28) τεχνολογικά άρτιων και εργονομικά σχεδιασμένων σταθμών, έρχονται να προσφέρουν ένα σύγχρονο και αξιόπιστο μέσο μεταφοράς στην πόλη.

Το ΜΕΤΡΟ συμβάλει στην ποιοτική αναβάθμιση της καθημερινής ζωής των πολιτών και επισκεπτών της Αθήνας, προσφέροντας υψηλής ποιότητας υπηρεσίες και μετακινήσεις με:

- ✓ **ταχύτητα**, συντομεύοντας το χρόνο μετακίνησης στην πόλη πάνω από 50% σε σύγκριση με άλλα μέσα μεταφοράς. Μόνο 9 λεπτά χρειάζονται από την Εθνική Άμυνα μέχρι το Σύνταγμα, άλλα 6 λεπτά μέχρι το Αιγάλεω και 11 λεπτά από το Σύνταγμα μέχρι τον Άγιο Αντώνιο.
- ✓ **αξιοπιστία**, αφού οι συρμοί διέρχονται κάθε 3 λεπτά τις ώρες αιχμής και 5 έως 10 λεπτά την υπόλοιπη ημέρα. Τώρα οι μετακινήσεις μας προγραμματίζονται καλύτερα και ο χρόνος μας παίρνει αξία χωρίς άγχος και ταλαιπωρία.
- ✓ **άνεση** στην κίνηση μέσα στους σταθμούς χάρη στις κυλιόμενες σκάλες, στους ανελκυστήρες, στους αισθητικά αναβαθμισμένους χώρους και το εξειδικευμένο προσωπικό που φροντίζει για την εξυπηρέτησή μας.
- ✓ **καλύτερο περιβάλλον**, καθώς μειώνει τις μετακινήσεις με το αυτοκίνητο συμβάλλοντας στην αποσυμφόρηση του κέντρου της πόλης και στη μείωση των ρύπων, εξασφαλίζοντας καθαρότερη ατμόσφαιρα και πιο ανθρώπινες συνθήκες διαβίωσης.

## 2.5. Ασφάλεια στο ΜΕΤΡΟ

**Τ**ο ΜΕΤΡΟ της Αθήνας είναι ένα από τα ασφαλέστερα ΜΕΤΡΟ στον κόσμο, και όχι τυχαία αφού τα προηγμένα τεχνολογικά συστήματα που έχουν εγκατασταθεί χειρίζονται από έμπειρο και κατάλληλα εκπαιδευμένο προσωπικό. Η ασφάλεια στο ΜΕΤΡΟ είναι αποτέλεσμα προσεκτικής μελέτης και σχεδιασμού, λήψης όλων των απαραίτητων μέτρων στο στάδιο της εφαρμογής, εξονυχιστικών ελέγχων και συνεχούς διαδικασίας αξιολόγησης για λήψη διορθωτικών μέτρων.

Προηγμένα τεχνικά συστήματα όπως το Σύστημα Αυτόματης Προστασίας Συρμού (ΑΤΡ), το Σύστημα Πυρανίχνευσης και Πυρόσβεσης, το Σύστημα Αερισμού και Απαγωγής Καπνού, το Κλειστό Κύκλωμα Τηλεόρασης (CCTV), τα Συστήματα Επιτήρησης και Συναγερμού, Συστήματα Αδιάλειπτης Λειτουργίας κ.ά., διασφαλίζουν το μέγιστο επίπεδο ασφάλειας για τους επιβάτες, το προσωπικό και τον εξοπλισμό. Τα πλέον σημαντικά συστήματα είναι:

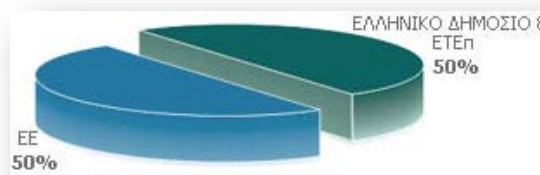
- ✓ Το **σύστημα σηματοδότησης** μέσω εξελεγμένου λογισμικού που υπακούει στις πιο σύγχρονες και αυστηρές προδιαγραφές εξασφαλίζει την ασφάλεια της κίνησης των συρμών κάτω από κανονικές και έκτακτες συνθήκες.
- ✓ Το **σύστημα ηλεκτροδότησης** του συστήματος έλξης έχει σχεδιασθεί με τέτοιο τρόπο ώστε ακόμη και αν υπάρξει βλάβη σε κάποια παροχή ρεύματος, η κυκλοφορία των συρμών να μπορεί να συνεχίζεται απρόσκοπτα.
- ✓ Το **σύστημα αερισμού** μέσω εξελεγμένου λογισμικού εξασφαλίζει σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας ευχάριστο περιβάλλον στους σταθμούς, σε περίπτωση δε καπνού ή φωτιάς παρέχει ασφαλή δίοδο διαφυγής σε προσωπικό και επιβάτες μέσω πλήρους αυτοματοποιημένης διαδικασίας.
- ✓ Το **σύστημα κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης** μέσω του οποίου εποπτεύεται διαρκώς η επιβατική κίνηση στους σταθμούς και αξιολογείται ώστε να λαμβάνονται στο μέλλον διορθωτικές ενέργειες με σκοπό την βελτιστοποίηση των παρεχόμενων υπηρεσιών προς τον επιβάτη.

Σε πραγματικό χρόνο γίνονται ανακοινώσεις με σκοπό να αποτρέψουν πιθανό ατύχημα σε επιβάτη, ζημιά σε τεχνικό εξοπλισμό, να ενημερώσουν τους επιβάτες σχετικά με την κυκλοφορία των συρμών ή τα άτομα με ειδικές ανάγκες σχετικά με τη λειτουργία των ανελκυστήρων.

Η καθημερινή λειτουργία του ΜΕΤΡΟ συντονίζεται από το Κέντρο Ελέγχου Λειτουργίας το οποίο λειτουργεί 24 ώρες καθημερινά για όλες τις μέρες του χρόνου. Το προσωπικό του Κέντρου Ελέγχου Λειτουργίας λαμβάνει έγκυρη πληροφόρηση σε πραγματικό χρόνο για το σύστημα των δύο γραμμών μέσω του υπερσύγχρονου εξοπλισμού που βρίσκεται εγκατεστημένος εκεί. Όλα τα επί μέρους τεχνικά συστήματα (σηματοδότησης, ηλεκτροδότησης, αερισμού, ανακοινώσεων, διαχείρισης κτιρίων κλπ.) εποπτεύονται και τηλεχειρίζονται από το Κέντρο Ελέγχου Λειτουργίας. Για κάθε δε υποσύστημα υπάρχει διπλή και τριπλή εφεδρεία σε τοπικό επίπεδο.

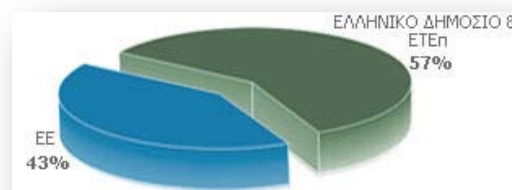
## 2.6. Χρηματοδότηση έργου

Όσον αφορά την χρηματοδότηση του βασικού έργου (Σχήμα 2.2), συμμετείχαν οι εξής φορείς: το ελληνικό Δημόσιο κατά 11%, η Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων και διάφορα Δάνεια κατά 39%, η Ευρωπαϊκή Ένωση και διάφορες επιχορηγήσεις κατά 50%. Το κόστος του βασικού έργου αγγίζει τα 2100 εκ. Euro.



Σχήμα 2.2: Χρηματοδότηση βασικού έργου “ΜΕΤΡΟ Αθηνών”

Όσον αφορά τις επεκτάσεις έργου (Σχήμα 2.3), το κόστος έφτασε τα 2.200 εκ. Euro και η χρηματοδότηση του έργου προήλθε από την Ευρωπαϊκή Ένωση και διάφορες επιχορηγήσεις σε ποσοστό 43%, από την Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων και διάφορες Δάνεια σε ποσοστό 38% και το Ελληνικό Δημόσιο σε ποσοστό 19%.



Σχήμα 2.3: Χρηματοδότηση επεκτάσεων γραμμών 2 και 3 του έργου “ΜΕΤΡΟ Αθηνών”

## 3. ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ, ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΑΙ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΣΤΟ ΛΕΚΑΝΟΠΕΔΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

### 3.1. Γεωλογικές συνθήκες Λεκανοπεδίου Αθηνών

**Μ**ε βάση πάντως το γεωλογικό χάρτη κλίμακας 1:50000, φύλλο Κηφισιά (ΓΓΜΕ, 2002) και διάφορες μελέτες στην ευρύτερη περιοχή των Αθηνών, διαπιστώνεται ότι στο Λεκανοπέδιο Αθηνών απαντούν λιθολογικοί τύποι από όλες τις ενότητες που με μορφή τεκτονικών καλυμμάτων καλύπτουν την αυτόχθονα ενότητα Αλμυροποτάμου και Αττικής στα ανατολικά και παρεμβάλλονται μεταξύ αυτής και των σχηματισμών της Πελαγονικής (Πάρνηθα, ενότητες Μαυρηνόρας και Σφενδάλης) στα δυτικά. Πρόκειται για σχηματισμούς από τις ενότητες του Νεοελληνικού Τεκτονικού Καλύμματος (σχιστόλιθοι και μάρμαρα), καθώς και αυτού των Αφιδνών - Τουρκοβουνίων (ασβεστόλιθοι και φλυσχοειδής σχηματισμοί) (Ρόζος, 2005).

Η αυτόχθονα ενότητα Αλμυροποτάμου - Αττικής, σύμφωνα με το γεωλογικό χάρτη, φύλλο Κηφισιά (ΓΓΜΕ, 2002), εντάσσεται στην πλατφόρμα της ζώνης Γαβρόβου - Τρίπολης.

Αναλυτικότερα, η γεωλογική δομή του Λεκανοπεδίου Αθηνών (Σχήμα 3.1) έχει ως εξής (Ρόζος, 2005):

#### 3.1.1. Αυτόχθονα ενότητα Αλμυροποτάμου - Αττικής

Η αυτόχθονα ενότητα της Αττικής αποτελεί μια συνεχή σειρά σχηματισμών, που από κάτω προς τα επάνω διακρίνεται στις ακόλουθες υποενότητες:

- **Σχιστόλιθοι - γνευσιοσχιστόλιθοι (Πέρμιο - Τριαδικό).** Αποτελούν τους χαμηλότερους στρωματογραφικούς σχηματισμούς και απαντώνται στο Πεντελικό και στο νότιο τμήμα του Υμηττού. Ο Lepsius (1893) τους αναφέρει σαν σχιστόλιθους Βάρης, Προκάμβριας ηλικίας. Οι Kober (1929), Μαρίνος & Petrascheck (1956) και Katsikatsos (1977) για τους σχηματισμούς αυτούς, συμπεριλαμβανομένων και των δολομιτικών σχιστόλιθων που συνιστούν τα ανώτερα μέλη τους, δίνουν ηλικία που συγκλίνει στο Τριαδικό. Αποτελούν σειρά με ποικιλία σχιστόλιθων (μαρμαρυγιακών, χλωριτικών, ασβεστιτικών) και γνευσιοσχιστολιθών (μαρμαρυγιακών, χλωριτικών, επιδοτιτικών και αμφιβολιτικών).
- **Μάρμαρα (Τριαδικό - Ιουρασικό).** Αποτελούν την προς τα επάνω κανονική εξέλιξη των σχιστόλιθων και δομούν μεγάλο τμήμα των ορεινών όγκων Υμηττού και Πεντέλης. Οι Kober (1929), Μαρίνος & Petrascheck (1956) και Katsikatsos (1977) τα

διακρίνουν σε κατώτερο και ανώτερο μάρμαρο, που διαχωρίζονται μεταξύ τους με την παρεμβολή των σχιστόλιθων Καισαριανής. Την ηλικία τους την αναφέρουν ο πρώτος ως προ-Κάμβρια και οι υπόλοιποι ως Τριαδική-Ιουρασική.

### 3.1.2. Σχηματισμοί Πελαγονικής Ζώνης (Τεκτονικές Ενότητες Σφενδάλης & Μαυρινόρας - Κατσιμιδιού)

Οι σχηματισμοί που δομούν τη ζώνη αυτή έχουν ως εξής (από τους παλαιότερους στους νεότερους):

- **Αργιλοψαμμιτικοί σχηματισμοί.** Αποτελούν το τριαδικό υπόβαθρο της στενής περιοχής μελέτης και συνίστανται από εναλλαγές ψαμμιτών, γραουβακών, φυλλιτών και σχιστολίθων. Η παρουσία των εξαλλοιωμένων φάσεων αλλά και η δράση των αποσθρωτικών - διαβρωτικών διεργασιών στις θέσεις επικράτησης των σχιστόλιθων, διαμορφώνει μανδύα αποσάθρωσης ικανοποιητικού πάχους τοπικά. Το πάχος του φαίνεται να ξεπερνά τα 150 m.
- **Τριαδικο - ιουρασικοί ασβεστόλιθοι.** Ασβεστόλιθοι μεσο - παχυστρωματώδεις έως άστρωτοι έντονα αποκαρστωμένοι που χαρακτηρίζονται από την παρουσία σπηλαίων σημαντικών διαστάσεων κυρίως στο χώρο του υψώματος Μαυρινόρα. Το πάχος τους φαίνεται να ξεπερνά τα 400 m.
- **Κρητιδικοί ασβεστόλιθοι.** Ανθρακικά ιζήματα, με μικροκαρστικές διαβρωσιγενείς κοιλότητες. Το πάχος τους φαίνεται να ξεπερνά τα 200 m .
- **Ιζήματα του φλύσχη,** από εναλλασσόμενες φάσεις ιλυόλιθων και ψαμμιτών με επικράτηση των εύθρυπτων ιλυόλιθων με χιλιοστομετρική στρώση. Το συνολικό πάχος του σχηματισμού είναι αρκετές δεκάδες μέτρα.

Ενδιάμεσα των δύο αυτών τεκτονικών ζωνών αναπτύσσονται οι σχηματισμοί των δύο τεκτονικών ενοτήτων που με μορφή καλυμμάτων δομούν το χώρο μεταξύ Πεντέλης και Πάρνηθας (Ρόζος, 2005):

### 3.1.3. Σχηματισμοί τεκτονικής ενότητας Αφιδνών – Τουρκοβουνίων

Οι σχηματισμοί που δομούν τη ζώνη αυτή έχουν ως εξής (από τους παλαιότερους στους νεότερους):

- **Ανθρακικές παρεμβολές,** από κρυσταλλικούς ασβεστόλιθους με συνολικό πάχος να ξεπερνά τα 400 m.

- **Φλυσχοειδείς ανωκρητιδικοί - παλαιοκαινικοί σχηματισμοί**, από αργιλικούς, ψαμμιτικούς ή και σερικιτικούς σχιστόλιθους με λεπτές ενδιαστρώσεις ψαμμιτών, καθώς και με στρωσιγενείς παρεμβολές ανθρακικών πετρωμάτων.

#### 3.1.4. Σχηματισμοί τεκτονικής ενότητας Νεοελληνικού Καλύμματος

Οι σχηματισμοί που δομούν την ενότητα αυτή έχουν ως εξής (από τους παλαιότερους στους νεότερους):

- **Σχιστόλιθοι ασβεστιτικοί, χλωριτικοί, γλαυκοφανιτικοί και μοσχοβιτικοί**, που τοπικά καλύπτονται από παχύ μανδύα αποσάθρωσης.
- **Μάρμαρα** λεπτοστρωματώδη έως μεσοστρωματώδη κυρίως στις κορυφές των λοφοειδών εξάρσεων, χωρίς πολύ σημαντικά πάχη. Το συνολικό πάχος των σχηματισμών αυτών ξεπερνά τα 350 m.

Τη γεωλογική εικόνα της περιοχής συμπληρώνουν **Νεογενή Ιζήματα και Τεταρτογενείς Αποθέσεις**.

#### 3.1.5. Νεογενή Ιζήματα

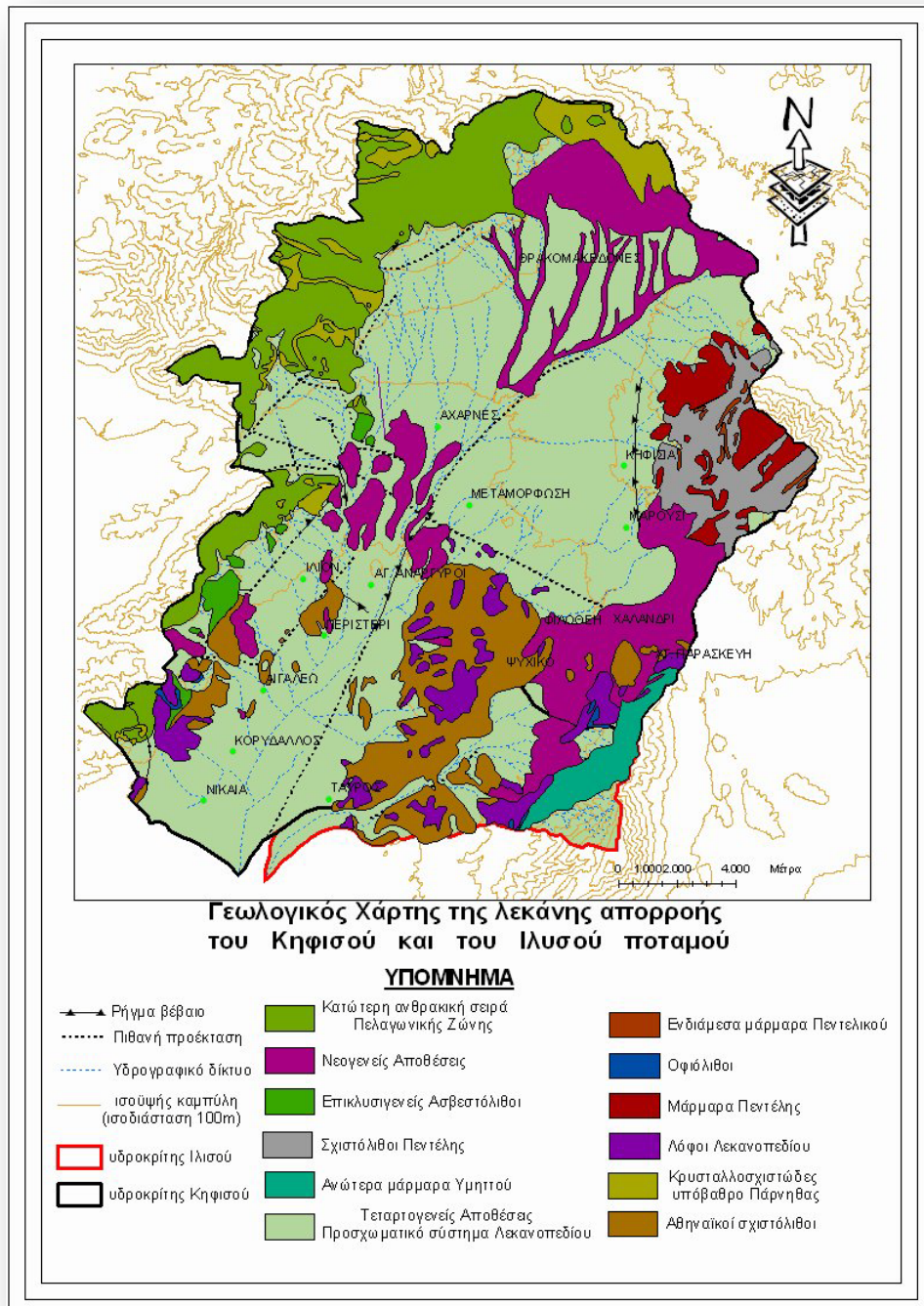
Οι σχηματισμοί που δομούν τη ζώνη αυτή έχουν ως εξής (από τους παλαιότερους στους νεότερους):

- **Λεπτομερή νεογενή ιζήματα**, από λιμνοχερσαία έως λιμναία μαργαϊκά κυρίως υλικά, που τοπικά καλύπτονται από καλά σχηματισμένο εδαφικό μανδύα κυμαινόμενου πάχους. Το ορατό πάχος δεν ξεπερνά τα 200 m.
- **Μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι**, λεπτοπλακώδεις που καταλαμβάνουν συνήθως τις κορυφές των υψωμάτων στην περιοχή Μαλακάσας - Ωρωπού. Το συνολικό πάχος του σχηματισμού δεν υπερβαίνει τα 40-60 m.
- **Αποθέσεις παρυφών Πάρνηθας**, από καστανές έως ερυθροκάστανες αμμόδεις αργίλους με χαλίκια και αραιές κροκάλες, καθώς και αργιλώδεις άμμους, αμμοϊλύες και αργιλώδη έως ιλυώδη αμμοχάλικα. Το πάχος τους φτάνει γενικά τα 250.
- **Χαλικοκροκαλοπαγή Καπανδριτίου - Πολυεδενδρίου**, που αποτελούν παχιά αδρομερή ιζήματα με εκτεταμένη επιφανειακή ανάπτυξη στην ευρύτερη περιοχή Καπανδριτίου - λίμνης Μαραθώνα. Το πάχος τους εκτιμάται ότι υπερβαίνει τα 150 m.



### 3.1.6. Τεταρτογενείς Αποθέσεις

- Πλευρικά κορήματα πολύ περιορισμένης έκτασης με κυμαινόμενο πάχος που δεν ξεπερνά τα 10-12 m.
- Αλλουβιακές αποθέσεις με κυμαινόμενο πάχος μέχρι αρκετά μέτρα, που εντοπίζονται κυρίως γύρω από την λίμνη του Μαραθώνα.



Σχήμα 3.1: Γεωλογικός χάρτης της λεκάνης απορροής του Κηφισού και του Ιλισού ποταμού στο Λεκανοπέδιο Αθηνών (Κουμαντάκης, 1997)

### 3.2. Αθηναϊκός Σχιστόλιθος

Οι “Αθηναϊκοί Σχιστόλιθοι (Εικόνα 3.1) καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο τμήμα της κεντρικής περιοχής των Αθηνών, αποτελώντας ταυτόχρονα το υπόβαθρο μεταλλικών σχηματισμών και αποθέσεων (Ρόζος 2007).

Ο Lepsius (1983) εντάσσει τους Αθηναϊκούς Σχιστόλιθους στην ενδιάμεση Κρητιδική βαθμίδα και θεωρεί επικλυσιγενείς στα Ιουρασικά – Κάτω - Κρητιδικά μάρμαρα.

Οι Kober (1929), Μαρίνος & Petrascheck (1956) και Katsikatsos (1977) θεωρούν το σύστημα των Αθηναϊκών Σχιστόλιθων μαζί με τους υπερκείμενους τους ανθρακικούς σχηματισμούς, ως ένα σύστημα το οποίο είναι επωθημένο στα μάρμαρα. Ο πρώτος τους τοποθετεί στο Ιουρασικό και οι υπόλοιποι στο Ανώτερο Κρητιδικό. Ο Katsikatsos (1977) τους εντάσσει στο Ηωελληνικό κάλυμμα, μαζί με το φυλλιτικό κάλυμμα του Λαυρίου. Οι Katsikatsos et al (1968β) τοποθετούν τον σχιστόλιθο Αθηνών στο Νεοελληνικό κάλυμμα, το οποίο χαρακτηρίζεται τουλάχιστον από μία μεταμόρφωση σε συνθήκες ΥΠ-ΧΘ. Στο κάλυμμα αυτό εντάσσουν τις ενότητες Αμπελακίων (Θεσσαλία), Στείρων και Όχης (Εύβοια) και Β. Κυκλάδων.

Ο Παπανικολάου (1983), το σύστημα αυτό το εντάσσει στην αλλόχθονη ενότητα Λαυρίου.



Εικόνα 3.1: Αθηναϊκός Σχιστόλιθος στο σταθμό “Ανθούπολη”

Οι Niedermayer (1971, 1973) και Sindowski (1949) θεωρούν ότι ο Αθηναϊκός Σχιστόλιθος μπορεί να διακριθεί σε τρεις βαθμίδες, που είναι οι ανώτεροι σχιστόλιθοι, οι ασβεστόλιθοι Αρδηττού και οι κατώτεροι σχιστόλιθοι, ενώ οι Δούνας κ.α. (1976) τους διαχωρίζουν σε δύο βασικούς ορίζοντες, που είναι το κατώτερο αργιλοψαμμιτικό και το ανώτερο ασβεστοψαμμιτικό.

Κατά τον Ανδρονόπουλο (1981) η διάκριση τους σε σαφείς ορίζοντες δεν είναι δυνατή.

Ο Αθηναϊκός Σχιστόλιθος αποτελεί έναν ιδιόρρυθμο, κυρίως κλαστικό δυναμομεταμορφωμένο σχηματισμό, φλυσχοειδούς χαρακτήρα, μέσα στον οποίο οι διάφοροι επικρατούντες πετρολογικοί τύποι εναλλάσσονται τόσο στρωματογραφικά, όσο και πλευρικά με μεγάλη συχνότητα (Ρόζος, 2007).

Οι κύριοι πετρολογικοί τύποι που αναγνωρίζονται στον Αθηναϊκό Σχιστόλιθο είναι ιλυόλιθοι, αργιλικό σχιστόλιθοι, μεταψαμμίτες (χαλαζιακοί και ανθρακικοί) και λιγότερο χαλαζίτες και κροκαλοπαγή. Τα πετρώματα αυτά εναλλάσσονται μεταξύ τους, με επικράτηση κατά θέσεις πότε των αργιλικών και πότε των ψαμμιτικών. Γενικά, τα ψαμμιτικά μέλη επικρατούν στους ανώτερους στρωματογραφικούς άξονες.

Χαρακτηριστικό της σειράς αυτών των σχηματισμών είναι η παρουσία σωμάτων, ποικίλων διαστάσεων από υπερβασικά και βασικά, έντονα εξαλλοιωμένα, οφιολιθικά πετρώματα (σερπεντινίτες, σερπεντινωμένοι περιδοτίτες, διαβάσες και σπηλίτες) και από ανθρακικά πετρώματα(κυρίως μάρμαρα).

Εξάλλου, οι ανθρακικοί ορίζοντες εκπροσωπούνται κυρίως από τους ασβεστόλιθους Αθηνών που βρίσκονται διάσπαρτοι στο Λεκανοπέδιο Αθηνών, στις κορυφές κυρίως των λόφων, υπερκείμενοι πάντα του Σχιστόλιθου Αθηνών. Οι Lepsius (1893), Μαρίνος & Petrascheck (1956) και Katsikatsos (1977), κ.ά. θεωρούν ότι οι ασβεστόλιθοι αυτοί υπέρκεινται κανονικά του Σχιστόλιθου Αθηνών.

Αντίθετα, τεκτονική σχέση Σχιστόλιθου Αθηνών και Ασβεστόλιθων αναφέρεται από πολλούς ερευνητές όπως οι Kober (1929), Kieslinger (1933), Renz (1955), Sindowski (1951), Τρικαλινός (1948), Niedermayer (1971, 1973). Οι Μαρίνος κ.ά. (1971) αναφέρουν ότι ο Αθηναϊκός Σχιστόλιθος και οι υπερκείμενοι του ασβεστόλιθοι αποτελούν ένα ενιαίο μεικτό πετρολογικό σύστημα φλυσχοειδούς τύπου(στο γενικό σύνολό του), το οποίο παρουσιάζει την ίδια τεκτονική δομή. Η ηλικία των ασβεστόλιθων, αλλά και του Αθηναϊκού Σχιστόλιθου, κατά τους ερευνητές αυτούς, είναι Ανωκρητιδική (Κτενάς 1907 - Μαρίνος κ.ά., 1971,1973).

Αναλυτικότερα, τα κατώτερα μέλη αποτελούνται από λεπτοστρωματώδεις, μαργαϊκούς, κιτρινόφαιους έως κιτρινοπράσινους ασβεστόλιθους, με ενδιαστρώσεις ψαμμούχων μαργών και λατυποπαγών καθώς και παρεμβολές συμπαγών κρυσταλλικών ασβεστόλιθων.

Τα ανώτερα μέλη, που εμφανίζονται κατά κύριο λόγο στις κορυφές των λόφων, συνίσταται εξολοκλήρου από γκριζόλευκους άστρωτους έως παχυστρωματώδεις συμπαγείς κρυσταλλικούς ασβεστόλιθους. Αυτοί είναι αρκετά καρστικοποιημένοι και κατά θέσεις κατακερματισμένοι. Στη βάση τους συχνά εμφανίζουν λατυποπαγή χαρακτήρα (Ρόζος, 2007).

### 3.3. Υδρογεωλογικές συνθήκες Λεκανοπεδίου Αθηνών

Οι αλπικοί και μεταλπικοί σχηματισμοί που απαντώνται στο Λεκανοπέδιο Αθηνών (Σχήμα 3.2) μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής (Κουμαντάκης, 1997):

1. Περατοί σχηματισμοί. Σε αυτοί την κατηγορία εντάσσονται τα μάρμαρα, οι ασβεστόλιθοι και οι ψαμμίτες.
2. Περατοί έως ημιπερατοί σχηματισμοί. Εδώ εντάσσονται οι χαλαροί έως ημισυνεκτικοί τεταρτογενείς και νεογενείς σχηματισμοί.
3. Ημιπερατοί σχηματισμοί. Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται οι λεπτοστρωματώδεις ασβεστόλιθοι και οφιόλιθοι.
4. Αδιαπέρατοι σχηματισμοί. Είναι οι σχιστόλιθοι.

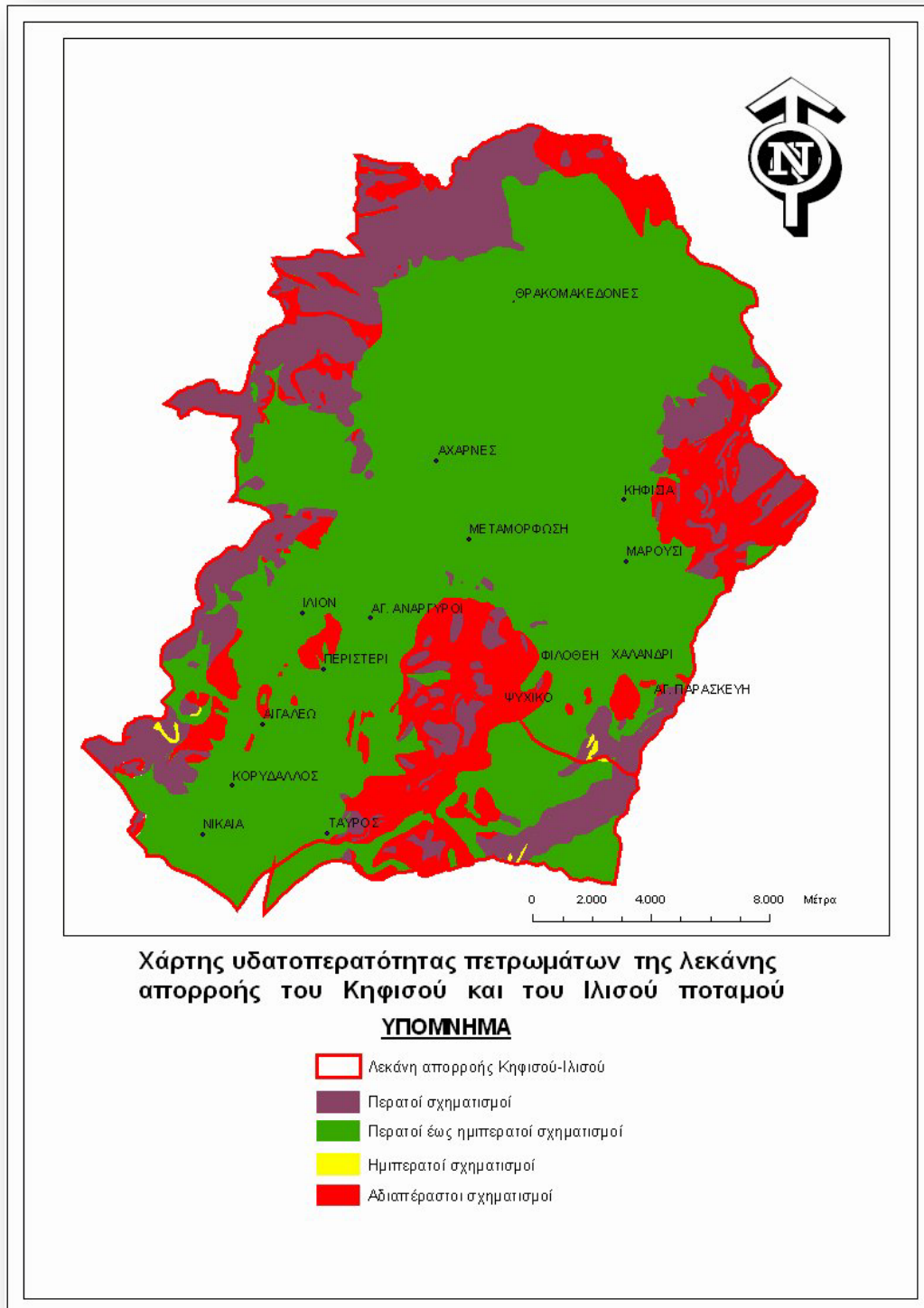
Σύμφωνα με την γεωλογική δομή του Λεκανοπεδίου, διαπιστώνεται ότι το 65% της έκτασης του καλύπτεται από μεταλπικούς σχηματισμούς (Πίνακας 3.1). Στο σύνολό τους σχεδόν και κυρίως στα ανώτερα επιφανειακά τμήματά τους είναι χαλαροί έως ημισυνεκτικοί σχηματισμοί, δηλαδή περατοί έως ημιπερατοί.

Το 22% καλύπτεται από ανθρακικά περατά πετρώματα, τα οποία αναπτύσσονται περιφερειακά του Λεκανοπεδίου.

Το άλλο 13% δομείται από σχιστολιθικά, υδατοστεγή πετρώματα (Αντωνίου 2002).

**Πίνακας 3.1: Υδρολιθολογική ανάλυση λεκάνης απορροής Λεκανοπεδίου Αθηνών**

Υδρολιθολογική ανάλυση λεκάνης απορροής Λεκανοπεδίου Αθηνών		
ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ	ΕΚΤΑΣΗ (km <sup>2</sup> )	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
Περατοί	117,65	21,86
Περατοί - ημιπερατοί	346,46	64,38
Ημιπερατοί	4,39	0,81
Αδιαπέραστοι	69,68	12,95



Σχήμα 3.2: Χάρτης υδροπερατότητας πετρωμάτων της λεκάνης απορροής του Κηφισού και του Ιλισού ποταμού στο Λεκανοπέδιο Αθηνών (Κουμαντάκης, 1997)

### 3.4. Τεκτονική Λεκανοπεδίου Αθηνών

**Η** γεωλογική εξέλιξη του Λεκανοπεδίου των Αθηνών είναι αποτέλεσμα του αλπικού τεκτονισμού που διακρίνεται από τις ασυνεχείς παραμορφώσεις (Γκουρνέλος – Μαρουσιάν, 1990).

#### 3.4.1. Ανατολικό και Δυτικό περιθώριο Λεκανοπεδίου

Τα δύο περιθώρια του λεκανοπεδίου διαφέρουν σημαντικά στην νεοτεκτονική δραστηριότητα. Το δυτικό περιθώριο κατά μήκος του Αιγάλεω, του Ποικίλου και της Πάρνηθας διαμορφώνεται από δύο ρηξιγενείς ζώνες BBA-NNΔ διεύθυνσης οι οποίες οριοθετούν τους μεταλπικούς σχηματισμούς τόσο του Άνω Μειόκαινου όσο και τα πλειστοκαινικά ριπίδια. Αντίθετα, στην Πεντέλη και στον Υμηττό δεν παρατηρούνται περιθωριακά ρήγματα να οριοθετούν τις μεταλπικές αποθέσεις και τα ριπίδια. Ένα σύστημα BBA-NNΔ ρηγμάτων που παρατηρείται στον Υμηττό εισχωρεί μέσα στο αλπικό υπόβαθρο. Τούτο πιθανώς συνδέεται με την ύπαρξη του παλιότερου κανονικού ρήγματος μικρής κλίσης που βυθίζεται κάτω από το Λεκανοπέδιο, οριοθετώντας τα μεταμορφωμένα στο δάπεδο από τα υπερκείμενα μη μεταμορφωμένα της ενότητας Αθηνών (Παπανικολάου κ.ά., 2004).

#### 3.4.2. Ρηξιγενής ζώνη Κηφισού

Κατά μήκος του Κηφισού ποταμού εντοπίζεται μία μεγάλη ρηξιγενής ζώνη, με BBA-NNΔ διεύθυνση, που χωρίζει το Λεκανοπέδιο Αθηνών σε δύο επιμέρους τμήματα, το Ανατολικό και το Δυτικό, το καθένα με τη δική του νεοτεκτονική και παλαιογεωγραφική εξέλιξη. Η διαφοροποίηση αυτή αντικατοπτρίζεται τόσο στον αριθμό και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των ρηγμάτων όσο και στο είδος και την εμφάνιση των σχηματισμών που απαντώνται σε καθένα από τα τμήματα αυτά. Η μεγάλη αυτή ρηξιγενής ζώνη σχετίζεται άμεσα με σημαντικές μορφολογικές ανωμαλίες και ανωμαλίες του υδρογραφικού δικτύου (ασυμμετρία του υδρογραφικού δικτύου δυτικά και ανατολικά του κύριου κλάδου του Κηφισού). Στο δυτικό τμήμα οι εμφανίσεις του αλπικού υποβάθρου είναι πολύ λίγες, αφού έχει βυθιστεί και καλύπτεται από τους μεταλπικούς σχηματισμούς, ενώ στο ανατολικό το αλπικό υπόβαθρο έχει ανυψωθεί και οι μεταλπικοί σχηματισμοί απουσιάζουν ή είναι μικρού πάχους (Παπανικολάου κ.ά., 2004).

#### 3.4.3 Ρηξιγενής ζώνη Ζεφυρίου - Αγ. Παρασκευής

Στο Λεκανοπέδιο Αθηνών εντοπίζεται μια σημαντική διαφοροποίηση από Βορρά προς Νότο, που έχει να κάνει τόσο με τις φάσεις των μεταλπικών ιζημάτων που παρατηρούνται αλλά και με την ύπαρξη ή όχι ρηξιγενών ζωνών, αναδύσεων του αλπικού

υποβάθρου κλπ. (Παπανικολάου κ.ά., 2004). Η διαφοροποίηση αυτή λαμβάνει χώρα εκατέρωθεν μιας μεγάλης ρηξιγενούς ζώνης, που με διεύθυνση ΔΒΔ-ΑΝΑ διασχίζει το Λεκανοπέδιο Αθηνών από το όριο Ποικίλου – Πάρνηθας (Ζεφύριο) στα δυτικά μέχρι το όριο Υμηττού – Πεντέλης (Αγ. Παρασκευή) στα ανατολικά, σηματοδοτώντας τη διαφορετική παλαιογεωγραφική και νεοτεκτονική εξέλιξη για κάθε ένα από τα τμήματα αυτά. Η δυτική προέκταση της ζώνης αυτής ταυτίζεται περίπου με το βόρειο περιθώριο του Θριάσιου Πεδίου που αναπτύσσεται πίσω από το Ποικίλο, ενώ η ανατολική προέκταση ταυτίζεται με το βόρειο περιθώριο της Λεκάνης των Μεσογείων που αναπτύσσεται ανατολικά του Υμηττού. Βόρεια από τη ζώνη αυτή αναπτύσσονται οι νεογενείς λιμναίες και χερσαίες αποθέσεις, ενώ λείπουν και οι εμφανίσεις του αλπικού υποβάθρου. Τέλος, το υδρογραφικό σύστημα του Κηφισού έχει επηρεαστεί άμεσα από τη ζώνη αυτή, όπου προς τα βόρεια έχουμε σύγκλιση 3-4 παραποτάμων (Ποδονίφτης, Ροδοδάφνη κλπ) που ενώνονται νότια της ζώνης σε ένα κλάδο.



## 4.ΧΡΟΝΙΚΟ ΓΡΑΜΜΗΣ 2 ΠΡΟΣ ΑΝΘΟΥΠΟΛΗ

### 4.1. Γενικά

Στις 11 Απριλίου του 2006 ολοκληρώθηκε ο διαγωνισμός για την επέκταση της Γραμμής 2 από τον Αγ. Αντώνιο προς την Ανθούπολη (1,5 χλμ.) με 2 νέους σταθμούς: “Περιστέρι” και “Ανθούπολη” και τον Σεπτέμβριο του ίδιου έτους ξεκίνησαν οι κατασκευαστικές εργασίες του έργου (Σχήμα 4.1).

Με την επέκταση αυτή, ο μεγαλύτερος δήμος της Δυτικής Αθήνας, ο Δήμος Περιστερίου, θα διαθέτει πλέον τρεις σταθμούς ΜΕΤΡΟ (Αγ. Αντώνιος, Περιστέρι, Ανθούπολη) που προβλέπεται - βάσει των μελετών - να εξυπηρετούν συνολικά 75.000 άτομα ημερησίως. Αξίζει να σημειωθεί ότι η απόσταση Ανθούπολη - Σύνταγμα θα διανύεται μόλις σε 11 λεπτά ενώ σήμερα τα επιβατικά αυτοκίνητα, σε ώρες αιχμής, κάνουν τουλάχιστον 45 λεπτά.



Σχήμα 4.1: Επέκταση γραμμής 2 προς Ανθούπολη

### 4.2. Σταθμός “Ανθούπολη”

Ο σταθμός “Ανθούπολη” κατασκευάστηκε με την μέθοδο “ανοιχτού ορύγματος” ή “cut and cover” υπογείως της οδού Αναπαύσεως (προέκταση της λεωφόρου Παναγή Τσαλδάρη), σε θέση αμέσως μετά τη διασταύρωση με τη λεωφόρο Θηβών, ανάμεσα στις οδούς Δωδεκανήσου και Θηβών. Η νέα θέση του σταθμού ήταν αποτέλεσμα των γεωτεχνικών ερευνών στην περιοχή της παλαιάς του θέσης, απέναντι από το γήπεδο του Αγίου Ιερόθεου, όπου διαπιστώθηκε ότι το έδαφος είναι εντελώς ακατάλληλο. Αναλυτικότερα, η κατασκευή του σταθμού απέναντι του γηπέδου εγκυμονούσε σοβαρούς κινδύνους από πιθανές εδαφικές υποχωρήσεις, τόσο για το ίδιο το έργο, όσο και για τις παρακείμενες κατοικίες, ενώ δεν θα επέτρεπε και την περαιτέρω επέκταση της Γραμμής 2 προς Κηπούπολη, Πετρούπολη και Ίλιον.

Για τους παραπάνω λόγους, το τότε Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. αποφάσισε να μετατοπίσει τελικώς τον σταθμό “Ανθούπολη” κατά 350 περίπου μέτρα νοτιότερα.

Το συνολικό μήκος του σταθμού είναι 147 m περίπου (X.Θ. 2 + 342.89 – 2 + 490.29), αυξημένο κατά 37 m έναντι του τυπικού μήκους 110 m, δεδομένου ότι εντός αυτού ενσωματώνονται και τα δύο φρέατα αερισμού (αποτόνωσης) του σταθμού.

Η κατασκευή του σταθμού αναπτύσσεται, όπως αναφέρεται παραπάνω, σε όλο το μήκος της υπό την οδό Αναπαύσεως. Η αρχή του σταθμού τοποθετείται αμέσως μετά τη διασταύρωση με τη λεωφόρο Θηβών. Στη βόρεια πλευρά διαμορφώνεται πλευρική αίθρια διεύρυνση τραπεζοειδούς μορφής που καταλαμβάνει το χώρο της τριγωνικής πλατείας που υφίσταται στο σημείο αυτό (ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε., 2007).

Ο σταθμός αναπτύσσεται σε δύο κύρια επίπεδα, αυτό της έκδοσης εισιτηρίων και στο επίπεδο αποβάθρων. Στο επίπεδο έκδοσης εισιτηρίων εκτός από τους χώρους διακίνησης και εξυπηρέτησης των επιβατών, που καταλαμβάνουν τα κεντρικά 65 m από το μήκος το σταθμού, περιλαμβάνονται οι αναγκαίοι χώροι μηχανολογικών εγκαταστάσεων καθώς και οι εγκαταστάσεις του ανατολικού φρέατος αερισμού. Η λειτουργία του φρέατος εξασφαλίζεται με σχετική διαμόρφωση ανοίγματος υπεράνω της σήραγγας με σχετική επέκταση της κατασκευής, για πλάτος ίσο με αυτό της σήραγγας για 6 m περίπου προς την ανατολική πλευρά του σταθμού. Η πρόσβαση στο επίπεδο των εισιτηρίων γίνεται από την βόρεια πλευρική διεύρυνση της βόρειας πλευράς του σταθμού (πρόσβαση 1), ενώ παράλληλα προβλέπεται και άλλη είσοδος (πρόσβαση 2) από το νότιο πεζοδρόμιο της οδού Αναπαύσεως πριν τη λεωφόρο Θηβών. Η πρόσβαση προς το σταθμό από αυτή την είσοδο εξασφαλίζεται με υπόγεια διάβαση που διέρχεται εγκάρσιως κάτω από τη λεωφόρο Θηβών (το τμήμα της πρόσβασης κάτω από τη λεωφόρο Θηβών κατασκευάζεται με υπόγεια διάνοιξη με συμβατικά μέσα) (ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε., 2007).

Στο επίπεδο αποβάθρων, ενσωματώνονται και χώροι εγκαταστάσεων, κυρίως εκτός του κεντρικού τμήματος του σταθμού κάτω από την πλευρική διεύρυνση της βόρειας πλευράς, δεδομένου ότι ο χώρος κάτω από τις πλευρικές κλίμακες είναι ελεύθερος.

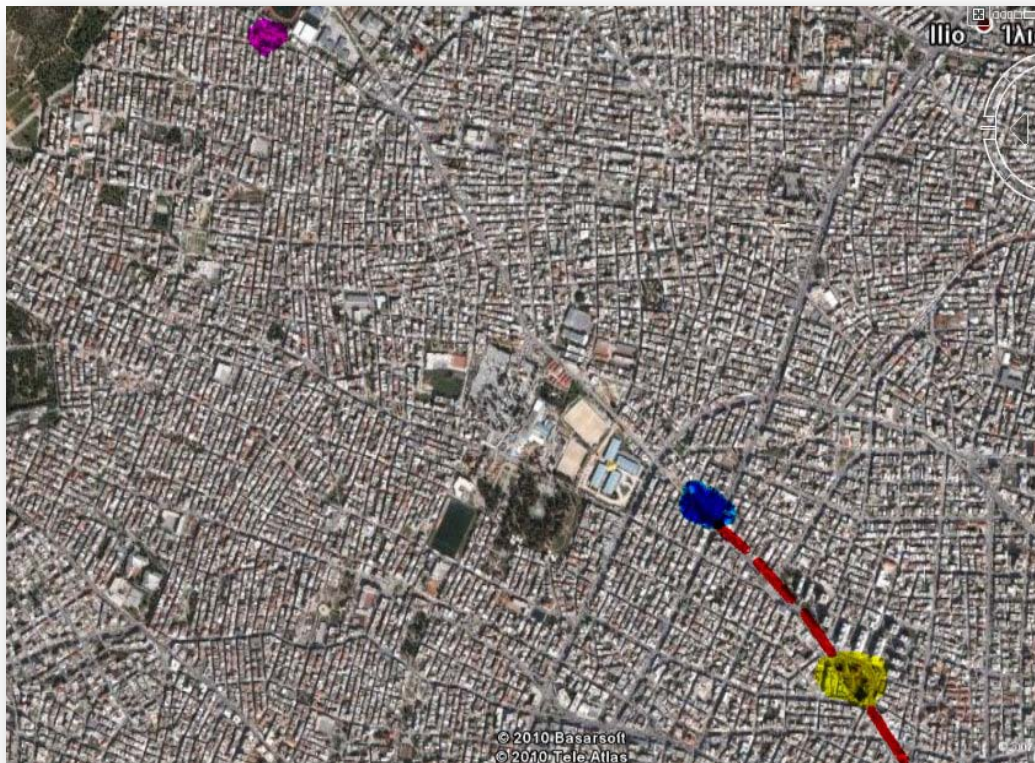
Μετά το πέρας των αποβάθρων στα τελευταία 30 m του σταθμού (προς Ανθούπολη), ενσωματώνονται οι εγκαταστάσεις αερισμού του δυτικού φρέατος αερισμού του σταθμού σε χώρους εκατέρωθεν της γραμμής που δεν είναι προσβάσιμοι στο κοινό (ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε., 2007).

Το μέγιστο βάθος εκσκαφής αγγίζει τα 21.2 m για το κεντρικό "κουτί" του σταθμού και 17.5 για την περιοχή της διεύρυνσης στη βόρεια πλευρά. Τοπικά, σε θέσεις όπου διαμορφώνονται πλευρικά φρέατα εξυπηρέτησης των ηλεκτρολογικών και μηχανολογικών

χώρων στο επίπεδο εισιτηρίων (εισαγωγής ή εξαγωγής αέρα, κ. ά), το βάθος εκσκαφής είναι 11 m περίπου (ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ, 2006).

Σημειώνεται ότι στα πλαίσια προηγούμενης εργολαβίας της ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε., μεταξύ Χ.Θ. 2 + 343 και Χ.Θ. 2 + 490, έχουν εκτελεσθεί τιμεντενέσεις ενίσχυσης του εδάφους.

Στην εικόνα 4.1 διακρίνεται η περιοχή του Περιστερίου Αττικής. Με κόκκινη διακεκομμένη γραμμή επισημαίνεται η επέκταση της Γραμμής 2 του ΜΕΤΡΟ Αθηνών προς Ανθούπολη. Με κίτρινο χρώμα διακρίνεται ο υπό κατασκευή σταθμός “Περιστερί”, ενώ με μπλε χρώμα ο υπό κατασκευή σταθμός “Ανθούπολη”. Αξίζει να σημειωθεί ότι βορειοδυτικά του χάρτη και με μωβ χρωματισμό σημειώνεται η παλαιά θέση του σταθμού “Ανθούπολη” που όπως αναφέρθηκε δεν ήταν εφικτή η κατασκευή σε αυτή.



**Εικόνα 4.1:** Επέκταση γραμμής 2 προς Ανθούπολη ([www.googleearth.com](http://www.googleearth.com), 2010)

Στον Πίνακα 4.1 περιλαμβάνονται τα κυριότερα στοιχεία της προόδου του έργου, τις διάφορες εργασίες δηλαδή, που πραγματοποιούνταν και πραγματοποιούνται στο σταθμό ([www.ametro.gr](http://www.ametro.gr), 2010).

<b>Πίνακας 4.1: Πρόοδος έργου στο σταθμό “Ανθούπολη”</b>	
<b>ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2007</b>	Πραγματοποιήθηκαν προπαρασκευαστικές εργασίες (γεωτρήσεις, αρχαιολογικές τομές) στο σύνολο του έργου. Ολοκληρώθηκαν οι εργοταξιακές εγκαταστάσεις στο σταθμό.
<b>ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2007</b>	Ξεκίνησαν οι εργασίες στο σταθμό.
<b>ΜΑΡΤΙΟΣ ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2007 ΜΑΙΟΣ</b>	Σε εξέλιξη βρίσκονται οι εργασίες παράκαμψης δικτύων κοινής ωφέλειας στο σταθμό.
<b>ΙΟΥΝΙΟΣ 2007</b>	Ολοκληρώθηκε η αρχαιολογική έρευνα στο σύνολο του έργου.
<b>ΙΟΥΛΙΟΣ 2007</b>	Υλοποιήθηκε η κυκλοφοριακή παράκαμψη στο σταθμό προκειμένου να πραγματοποιηθεί η έναρξη κατασκευής του. Ξεκίνησε η κατασκευή πασσάλων στο σταθμό.
<b>ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2007</b>	Συνεχίζεται η κατασκευή πασσάλων στο σταθμό.
<b>ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2007</b>	Στο σταθμό εγκαταστάθηκαν 202 πάσσαλοι (74,8%).
<b>ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2007</b>	Ξεκίνησε η εκσκαφή στο σταθμό.
<b>ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ - ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2007</b>	Σε εξέλιξη βρίσκονται οι εργασίες εκσκαφής.
<b>ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2008</b>	Σε προχωρημένο στάδιο οι εργασίες εκσκαφής στο σταθμό.
<b>ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2008</b>	Σε προχωρημένο στάδιο βρίσκονται οι εργασίες εκσκαφής, ενώ καθαιρείται η υπάρχουσα σήραγγα στο χώρο του σταθμού.
<b>ΜΑΡΤΙΟΣ 2008</b>	Σε στάδιο ολοκλήρωσης βρίσκονται οι εργασίες εκσκαφής και ξεκίνησε η σκυροδέτηση της μόνιμης επένδυσής του.
<b>ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2008</b>	Ολοκληρώθηκαν οι εργασίες εκσκαφής στο σταθμό, ενώ προχωρά η σκυροδέτηση της μόνιμης κατασκευής.
<b>ΜΑΙΟΣ 2008</b>	Σε προχωρημένο στάδιο βρίσκονται τα έργα Πολιτικού Μηχανικού στο σταθμό.

<b>ΙΟΥΝΙΟΣ 2008</b>	Σε προχωρημένο στάδιο βρίσκεται η σκυροδέτηση της μόνιμης κατασκευής. Η σήραγγα της επέκτασης "Άγιος Αντώνιος – "Ανθούπολη" μήκους 1.500 m. περίπου έχει ήδη κατασκευασθεί.
<b>ΙΟΥΛΙΟΣ 2008</b>	Σε εξέλιξη βρίσκεται η σκυροδέτηση του επιπέδου έκδοσης εισιτηρίων (-1 επίπεδο) του σταθμού. Σε εξέλιξη βρίσκονται οι εργασίες κατασκευής της σήραγγας υπογείως της Λεωφόρου Θηβών για τη δεύτερη είσοδο / έξοδο του σταθμού.
<b>ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2008</b>	Σε εξέλιξη βρίσκεται η σκυροδέτηση της πλάκας οροφής. Μέχρι στιγμής έχει κατασκευαστεί το 70% της σήραγγας (28 m) υπογείως της λεωφόρου Θηβών για τη δεύτερη είσοδο / έξοδο του σταθμού.
<b>ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2008</b>	Ξεκίνησαν οι εργασίες αρχιτεκτονικών τελειωμάτων. Ολοκληρώθηκε η σήραγγα μήκους 28μ. (είσοδος / έξοδος σταθμού – υπόγεια διάβαση πεζών στη λ. Θηβών).
<b>ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2008</b>	Σε εξέλιξη βρίσκεται η κατασκευή των δύο εισόδων / εξόδων.
<b>ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2008</b>	Σε προχωρημένο στάδιο βρίσκονται οι εργασίες τοιχοποιίας και σύντομα θα ξεκινήσει η εγκατάσταση μαρμάρων, γρανιτών, πλακιδίων.
<b>ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2008</b>	Σε στάδιο ολοκλήρωσης βρίσκονται οι εργασίες τοιχοποιίας, ενώ παράλληλα ξεκίνησαν οι εργασίες αρχιτεκτονικών τελειωμάτων. Σε εξέλιξη βρίσκονται οι προκαταρκτικές εργασίες για την εγκατάσταση του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού και της σιδηροδρομικής επιδομής στη σήραγγα του έργου.
<b>ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2009</b>	Ολοκληρώθηκαν οι πεζοδιάδρομοι καθ' όλο το μήκος της σήραγγας της επέκτασης (1.500μ.) και ξεκίνησε η κατασκευή των καλωδιοδιαδρόμων.
<b>ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2009</b>	Ολοκληρώνονται τα επιχρίσματα της τοιχοποιίας, ενώ ξεκίνησαν οι εργασίες αποκατάστασης του

	επιφανειακού χώρου. Σε εξέλιξη η κατασκευή των καλωδιοδρόμων της σήραγγας από το σταθμό "Περιστερί" προς το σταθμό "Ανθούπολη"
<b>ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2009</b>	Σε εξέλιξη οι χρωματισμοί σε τοίχους και οροφές καθώς και οι εργασίες εγκατάστασης του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού.
<b>ΜΑΙΟΣ 2009</b>	Σε στάδιο ολοκλήρωσης βρίσκεται η εγκατάσταση του συστήματος ηλεκτρικής μόνωσης στις πλατφόρμες.
<b>ΙΟΥΝΙΟΣ 2009</b>	Σε πλήρη εξέλιξη βρίσκονται οι εργασίες στα διάφορα ηλεκτρομηχανολογικά δίκτυα του έργου.
<b>ΙΟΥΛΙΟΣ 2009</b>	Σε τελικό στάδιο βρίσκονται οι εργασίες για τα αρχιτεκτονικά τελειώματα. Ξεκίνησαν οι εργασίες απόκατάστασης στους εργοταξιακούς χώρους των δύο φρεάτων πρόσβασης στη σήραγγα.
<b>ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2009</b>	Σε προχωρημένο στάδιο βρίσκεται η τοποθέτηση γρανιτών στις αποβάθρες.
<b>ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2009</b>	Ξεκίνησε η τοποθέτηση κυλιόμενων κλιμάκων.
<b>ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2009</b>	Ξεκίνησε η τοποθέτηση του κυρίως ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού. Ολοκληρώθηκε η τοποθέτηση κυλιόμενων κλιμάκων.
<b>ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2009</b>	Ξεκίνησαν οι εργασίες εγκατάστασης των καλωδίων για τα συστήματα τηλεπικοινωνιών και χαμηλής τάσης. Ολοκληρώθηκε η τοποθέτηση γρανιτών στην πλατφόρμα.
<b>ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2009</b>	Ξεκίνησε η τοποθέτηση των ανοξείδωτων επενδύσεων.
<b>ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2010</b>	Συνεχίζονται οι εργασίες εγκατάστασης ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού και δικτύων. Σε εξέλιξη βρίσκεται η τοποθέτηση των ανελκυστήρων.
<b>ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2010</b>	Ξεκίνησε η εγκατάσταση συστημάτων φωτισμού. Ξεκίνησε η διαμόρφωση της πλατείας στην περιοχή του τερματικού φρέατος, μεταξύ των οδών Αναπαύσεως, Αγ. Κυρήκου και Αδάνων.

## 5. ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΡΓΟΥ

Ο εν λόγω σταθμός κατασκευάστηκε με την μέθοδο “ανοιχτού ορύγματος” ή “cut and cover” (Εικόνα 5.1.)

### 5.1. Κατασκευή σταθμού με “ανοικτή εκσκαφή” / “cut and cover”

Οι υπόγειες μέθοδοι διάνοιξης σηράγγων, είτε με το μηχάνημα TBM είτε με συμβατικά μηχανικά μέσα (NATM), επιλέγονται ιδιαίτερα στις κεντρικές περιοχές των πόλεων, ενώ σε πιο απομακρυσμένες περιοχές προτιμάται η μέθοδος ανοικτής εκσκαφής για την κατασκευή τόσο σηράγγων όσο και σταθμών ΜΕΤΡΟ.

Χρήση αυτής της μεθόδου γίνεται και σε περιπτώσεις όπου, ακόμα και αν βρισκόμαστε στο κέντρο της πόλης, υπάρχει διαθέσιμος χώρος. Αυτό συμβαίνει διότι η μέθοδος ανοικτής εκσκαφής είναι περισσότερο απλή, ασφαλής και κυρίως ελέγξιμη στην υλοποίηση της.

**Τα μειονεκτήματα της μεθόδου** είναι ότι για την εφαρμογή της πρέπει:

- να απομακρυνθούν όλοι οι αγωγοί κοινής ωφελείας που ευρίσκονται στην περιοχή όπου θα γίνουν οι εκσκαφές,
- να προηγηθεί αρχαιολογική έρευνα για εντοπισμό τυχόν αρχαιοτήτων,
- να γίνουν οι απαιτούμενες παρακάμψεις της κυκλοφορίας.

Οι επεμβάσεις αυτές είναι χρονοβόρες, αυξάνουν το κόστος, ενώ συγχρόνως οι αρχαιολογικές έρευνες εμπεριέχουν μεγάλη αβεβαιότητα όσον αφορά τη διάρκεια και το τελικό κόστος τους.

Παρότι η μέθοδος ονομάζεται απλά “ανοικτή εκσκαφή”, στην πραγματικότητα πρόκειται για μέθοδο “εκσκαφής και επανεπίχωσης” ή “cut & cover” στα αγγλικά, καθόσον οι κατασκευές αφού ολοκληρωθούν επιχώνονται και τελικώς καθίστανται και αυτές υπόγειες όπως ακριβώς και στις περιπτώσεις όπου η κατασκευή έγινε με υπόγεια διάνοιξη.

### 5.2. Μεθοδολογία κατασκευής

Η μεθοδολογία της “ανοικτής εκσκαφής” είναι απλή ως σύλληψη. Αρχικά σκάβεται το ορύγμα και αντιστηρίζονται τα πρανή του καταλλήλως (στα έργα του ΜΕΤΡΟ τα πρανή προβλέπονται πάντοτε κατακόρυφα).

Ακολούθως «κτίζεται» ο μόνιμος φορέας του σταθμού ή της σήραγγας ξεκινώντας από τη θεμελίωση προς τα επάνω δηλαδή ως μια συνήθης οικοδομή. Τέλος, γίνεται επικάλυψη της κατασκευής με επίχωση ως την επιφάνεια του εδάφους και αποκαθίσταται η περιοχή (ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε., 2008).

Αναλυτικότερα τα στάδια έχουν ως εξής:

- ❖ Εκτελείται γεωτεχνική / γεωλογική έρευνα και δοκιμές (επί τόπου και εργαστηριακές) για τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών του εδάφους στην περιοχή όπου έχει σχεδιασθεί να γίνει η κατασκευή μας.
- ❖ Γίνεται η μελέτη (υπολογισμοί και σχέδια) εκσκαφής και προσωρινής αντιστήριξης, με βάση τα γεωτεχνικά χαρακτηριστικά του εδάφους που προέκυψαν στο προηγούμενο στάδιο. Επίσης, εκτελείται και η μελέτη του μόνιμου φορέα της κατασκευής.
- ❖ Πριν την έναρξη των κυρίως εργασιών εκτελούνται οι απαιτούμενες αρχαιολογικές έρευνες στη περιοχή όπου θα εκτελεστούν οι εκσκαφές, απομακρύνονται όλοι οι αγωγοί κοινής ωφελείας (ύδρευσης, ηλεκτρισμού, τηλεφώνου, κλπ) και πραγματοποιούνται οι ενδεχόμενες κυκλοφοριακές παρακάμψεις.

Η προσωρινή αντιστήριξη της εκσκαφής αποτελείται συνήθως από έκχυτους πασσάλους, κυκλικής διατομής με διάμετρο της τάξεως 0.80 - 1.00 m, που τοποθετούνται ανά αποστάσεις μεταξύ τους 1.50 - 2.50 m περιμετρικά της προβλεπόμενης εκσκαφής προτού αυτή αρχίσει. Η πασσαλοστοιχία συνδέεται στην κορυφή της με ισχυρή δοκό σκυροδέματος (κεφαλόδεσμος).

Η εκσκαφή πραγματοποιείται με συμβατικά μηχανικά μέσα (εκσκαφείς, σφύρες, κλπ.) έως ένα καθορισμένο βάθος, π.χ. 3.5 m, και στη συνέχεια τοποθετούνται αγκύρια σε οπές που διανοίγονται στο έδαφος μέσω των πασσάλων. Τα αγκύρια αυτά έχουν μεγάλο μήκος (της τάξεως 15-25 m) και προεντείνονται με την προβλεπόμενη από τη μελέτη δύναμη.

Κατόπιν εφαρμόζεται δομικό πλέγμα σε όλη την περιμετρική επιφάνεια του σκάμματος και τοποθετείται εκτοξευόμενο σκυρόδεμα. Μετά από αυτά, συνεχίζεται η εκσκαφή ως την επόμενη στάθμη και τοποθετείται και προεντείνεται άλλη μια σειρά αγκυρίων.

Ο κύκλος αυτός συνεχίζεται έως την τελική στάθμη εκσκαφής όπου θα θεμελιωθεί η κατασκευή. Εάν υπάρχει παρουσία υπογείων υδάτων στις επιφάνειες του σκάμματος, αυτά



εκτονώνονται με συστηματικά διατρήματα / σωληνώσεις βάθους συνήθως 3 - 4 m επί της αντιστήριξης / εκσκαφής και απομακρύνονται με κατάλληλο σύστημα αποστράγγισης.

Το σύστημα υδατοστεγάνωσης της κατασκευής, όπως συμβαίνει πλέον σε όλο το νέο δίκτυο του ΜΕΤΡΟ, τοποθετείται στον πυθμένα και στις περιμετρικές επιφάνειες του σκάμματος και αποτελείται συνήθως από **γεωυφάσματα, μεμβράνη υδατοστεγάνωσης και υδατοφραγμούς.**

Η κατασκευή του φέροντος οργανισμού γίνεται κατά φάσεις αρχίζοντας από την θεμελίωση, ακολουθούν τα τοιχία και κατόπιν η πλάκα οροφής εάν πρόκειται για την περίπτωση σήραγγας, ενώ για τους σταθμούς γίνεται, επιπλέον, και η κατασκευή ενδιάμεσων επιπέδων πλακών και τοιχίων. Η κατασκευή αρχίζει με την τοποθέτηση των σιδηρών οπλισμών της πλάκας θεμελίωσης (ή γενικής κοιτόστρωσης) όπως προβλέπονται από τη μελέτη. Κατόπιν γίνεται η έγχυση του σκυροδέματος, κατηγορίας αντοχής C25 / 30, κατά φάσεις κατά το μήκος της κατασκευής με πρόβλεψη καταλλήλων αρμών. Παρομοίως γίνεται και η κατασκευή των υπολοίπων στοιχείων της μόνιμης κατασκευής (ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε., 2007).



Εικόνα 5.1: Μέθοδος cut and cover στο σταθμό "Ανθούπολη" (ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε.)

Σχετικά με τις αντιστηρίξεις, διευκρινίζεται ότι ο τρόπος αντιστήριξης των εκσκαφών στο ΜΕΤΡΟ της Αθήνας συμπεριλαμβανομένου και του σταθμού “Ανθούπολη”, πραγματοποιήθηκε σχεδόν αποκλειστικά με **πασσάλους διάτρησης από οπλισμένο σκυρόδεμα (φρεατοπασσάλους)** και **προεντεταμμένα αγκύρια**. Στα πρώτα τμήματα χρησιμοποιήθηκε και η λεγόμενη «μέθοδος Βερολίνου» στην οποία μέχρι ένα βάθος τοποθετούνται μεταλλικοί πάσσαλοι αντιστηριζόμενοι αντικριστά με σιδηρές αντηρίδες, ενώ στα βαθύτερα στρώματα του υπεδάφους χρησιμοποιείται ελαφρότερη αντιστήριξη με οπλισμένο εκτοξευόμενο σκυρόδεμα και παθητικά βλήτρα (“καρφιά”) εδάφους (ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε., 2007.)

### 5.3. Φρεατοπάσσαλοι

Για την εκσκαφή του σταθμού, κατασκευάζονται μια σειρά πάσσαλοι περιμετρικά του σχήματος εκσκαφής. Οι φρεατοπάσσαλοι αυτοί είναι μεγάλης διατομής, από 0.80 m και άνω. Μπορούν να φθάσουν και τα δύο μέτρα. Έχουν μεγάλο βάθος που μπορεί να φθάσει και τα 30 m. Είναι έγχυτοι με σκυρόδεμα C<sub>20/25</sub>, κάθιση 20 και οπλισμό συνήθως 20 Ø 20 με σπειροειδή συνδετήρα και με βήμα 0.15 m από χάλυβα St 500 s (Σαπρανίδης, 2002).

Η κατασκευή τους γίνεται με έγχυση σκυροδέματος μέσα σε προανοιγμένο φρέαρ διαμέτρου Ø 0.80 m και βάθους που ξεπερνάει συνήθως τα 20 m. Για την έγχυση του σκυροδέματος από το ύψος των 20 – 30 m, χρησιμοποιείται μεταλλικός σωλήνας με χωνί στην κεφαλή που κατεβαίνει μέχρι το τελικό βάθος του πασσάλου και ανασύρεται με την πλήρωση του πυθμένα του πασσάλου. Πάντοτε ο σωλήνας πρέπει να βρίσκεται μέσα στο σκυρόδεμα που έχει διαστρωθεί, ώστε το στόμιο του να βρίσκεται μέσα στο σκυρόδεμα.

Όταν στο βάθος του φρέατος υπάρχει νερό, τότε χρησιμοποιείται μια σφαίρα ελαστική που απομονώνει το νερό από το σκυρόδεμα.

Το σκυρόδεμα συνήθως πρέπει να έχει μεγάλη κάθιση που μπορεί να φθάσει και τα 20 cm, επειδή δεν είναι δυνατή η χρήση δονητή, για να μπορεί να υπάρξει πλήρωση του φρέατος χωρίς κενά αφ’ ενός και αφ’ εταίρου για να υπάρξει διείδυση του λεπτού σκυροδέματος στο εδαφικό περίβλημα.

Εάν το έδαφος είναι πολύ ασταθές και υπάρχουν καταρρεύσεις των τοιχωμάτων, χρησιμοποιείται μεταλλικός σωλήνας ο οποίος τοποθετείται κατά την εκσκαφή και ανασύρεται κατά την έγχυση του σκυροδέματος. Εάν πάλι το έδαφος δεν είναι τόσο ασθενές

μπορεί να χρησιμοποιηθεί μπετονιτικό αιώρημα για την σταθεροποίηση των τοιχωμάτων του φρέατος.

### 5.3.1. Μηχανολογικός εξοπλισμός

Η διάτρηση των πασσάλων στο σταθμό “Ανθούπολη” έγινε με διατρητικό μηχάνημα τύπου Casagrande C600HD. Επίσης χρησιμοποιήθηκε βοηθητικός γερανός που βοήθησε στην τοποθέτηση των κλωβών καθώς και στην μεταφορά εξοπλισμού. Για την εκφόρτωση των προϊόντων εκσκαφής χρησιμοποιήθηκε ένας φορτωτής τύπου BOPCAT.

## 5.4. Προεντεταμένα αγκύρια

**Ο**πως προαναφέρθηκε, η υποστήριξη των πρανών πρέπει να είναι άμεση γιατί αυτή είναι που θα πρέπει να αναλάβει τα εφελκυστικά φορτία όσο το δυνατόν ταχύτερα. Σε βοήθεια των διάφορων μεταβολών που επρόκειτο να συμβούν στην βραχομάζα, εκτός από τους πασσάλους - που ναι με συγκρατούν το έδαφος αλλά δεν αντέχουν μόνοι τους λόγω μεγάλου ύψους αλλά και επειδή οι ασκούμενες πιέσεις είναι μεγάλες - έρχονται αρωγοί οι κατασκευές των αγκυρίων.

Στα έργα του ΜΕΤΡΟ Αθηνών χρησιμοποιούνται ως μέτρα ενίσχυσης της βραχομάζας και μέτρα υποστήριξης των πρανών εκσκαφής, τα προεντεταμένα αγκύρια. Οι αγκυρώσεις αυτές εξασκούν ενεργητικές ωθήσεις (η αντιστήριξη εξασκεί πίεση στην επιφάνεια του μετώπου εκσκαφής πριν αυτό παραμορφωθεί) επειδή εκ των προτέρων εξασκούμε πιέσεις στο έδαφος μέσω του τένοντος που έχει τανηθεί και έχει ενεργοποιήσει την βραχομάζα.

Τα κύρια μέρη ενός αγκυρίου είναι (Ρόζος, 2007B):

- ✓ ο τένοντας, που μπορεί να είναι μιας ράβδου ή να αποτελείται από κατάλληλο αριθμό χαλύβδινων συρματόσχοινων και διακρίνεται στο υπό αγκύρωση τμήμα, που μεταβιβάζει τη δύναμη στο έδαφος και στο ελεύθερο τμήμα, που μπορεί να επιμηκύνεται ελεύθερα λόγω της δύναμης αγκύρωσης,
- ✓ οι αποστάτες, από σκληρό πλαστικό, που αποτελούν τα μέσα συγκράτησης των χαλύβδινων στοιχείων σε κατάλληλη διάταξη,
- ✓ ο σωλήνας ενεμάτωσης, για την καλή προώθηση του ενέματος,
- ✓ ο πλαστικός σωλήνας προστασίας, του ελεύθερου μήκους του τένοντα,
- ✓ το έδρανο ή η πλάκα στήριξης,
- ✓ οι κώνοι αγκύρωσης.

✓ το υλικό ενεμάτωσης.

Υπάρχει μια συγκεκριμένη διαδικασία που ακολουθείται για την εγκατάσταση σειράς αγκυρώσεων, τα κύρια βήματα της οποίας είναι (Ρόζος, 2007B):

- διάτρηση και προσωρινή σωλήνωση,
- σκυροδέτηση του τοιχίου, εισαγωγή αγκυρίου και τοποθέτηση πλάκας αγκύρωσης,
- απομάκρυνση προσωρινής σωλήνωσης και ενεμάτωση,
- ολοκλήρωση ένεσης και πάκτωση πλάκας αγκύρωσης.

#### **5.4.1. Μηχανολογικός εξοπλισμός**

Για την διάτρηση των αγκυρίων στο σταθμό “Ανθούπολη”, ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε ήταν γεωτρήπανο τύπου CMV, αεροσυμπιεστής τύπου Atlas Copco 415 και αντλία Clivio. Τέλος χρησιμοποιήθηκε πρέσα τάνυσης για την πάκτωση των αγκυρίων και υδραυλικός γρύλλος, για την προένταση αυτών.

## 6. ΤΕΧΝΙΚΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΙ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΖΩΝΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

### 6.1. Γενικά

**Η** ευρύτερη περιοχή Περιστερίου όπου βρίσκεται και η περιοχή της Ανθούπολης, εντάσσεται στην ευρύτερη νεογενή λεκάνη Περιστερίου – Καλογρέζας, που γεωλογικά φιλοξενείται στην Πελαγονική ζώνη.

Αναφορικά με τους γεωλογικούς σχηματισμούς που δομούν την ευρύτερη περιοχή βουνών Αιγάλεω – Πάρνηθας – Πεντέλης και τη γεωτεκτονική τους τοποθέτηση, υπάρχουν πολλές απόψεις σε ότι αφορά τη στρωματογραφική και τεκτονική διάταξη τους. Η πλέον πρόσφατη άποψη, εντάσσει το "μη μεταμορφωμένο σύστημα της Πάρνηθας – Αιγάλεω" στην Πελαγονική γεωτεκτονική ζώνη, που έχει επωθηθεί πάνω στις τεκτονικές ενότητες της Αττικής, που ανήκουν στους σχηματισμούς της ζώνης Γαβρόβρου – Τριπόλεως και βρίσκονται υπό μορφή τεκτονικών παραθύρων (Κατσικάτσος, 1986).

Οι σχηματισμοί του υποβάθρου στην ευρύτερη ζώνη που εξετάζεται, είναι οι Μεσοζωικής ηλικίας ασβεστόλιθοι, που εντάσσονται στη Πελαγονική γεωτεκτονική ζώνη και οι Αθηναϊκοί Σχιστόλιθοι του Καλύμματος Αφιδνών – Τουρκοβουνίων. Τα πετρώματα αυτά καλύπτονται κατά θέσεις από νεότερους σχηματισμούς του Τριτογενούς και Τεταρτογενούς.

Σχετικά με την μορφολογία της περιοχής, αυτή χαρακτηρίζεται σαν ήπια και στην διαμόρφωσή της συμμετέχουν μικρές και γενικά χαμηλές λοφοειδείς εξάρσεις, με κύρια διεύθυνση Β – Ν, οι οποίες δομούνται από Νεογενή ιζήματα, ενώ στο νοτιοανατολικό και νοτιοδυτικό άκρο της αναδύεται το σχιστολιθικό υπόβαθρο των Αθηναϊκών σχιστόλιθων, το οποίο εμφανίζεται με την μορφή αναθολώσεων.

Τέλος, ο κύριος υδρογραφικός άξονας είναι παραπόταμος του Κηφισού ποταμού, ο οποίος οριοθετεί σχεδόν την περιοχή από βόρεια και βορειοανατολικά, ενώ μικρότεροι κλάδοι αυτού, που όμως έχουν επιχωματωθεί ή και καλυφθεί, εισέρχονται μέσα στην περιοχή (Κακκαβάς – Γκιώνης – Σταυροπούλου, 1978)

## 6.2. Γεωλογική δομή - λιθολογική σύσταση

**Σ**την ευρύτερη ζώνη του έργου και σύμφωνα με τον γεωλογικό χάρτη της περιοχής Ανθούπολης Περιστερίου (Χάρτης 6.1.) απαντούν οι παρακάτω σχηματισμοί, από τους παλαιότερους προς τους νεότερους. (Ρόζος κ.ά., 1999):

- ✚ **Ασβεστόλιθοι προβούνων Αιγάλεω:** ασβεστόλιθοι των κλιτύων του Αιγάλεω κρητιδικής ηλικίας, τεφροί, με λατυποπαγή έως σχιστώδη δομή. Εμφανίζονται τεκτονικά καταπονημένοι έως ισχυρά κερματισμένοι, με άφθονη παρουσία ασβεστομαργαϊκού υλικού. Τοπικά καλύπτονται από κορήματα μικρού σχετικού πάχους (μέχρι 1 m).
- ✚ **Αθηναϊκοί Σχιστόλιθοι:** αποτελούν το μεσοζωϊκό φλυσχοειδές υπόβαθρο της περιοχής. Πρόκειται για σχιστόλιθους πρασινότεφρου χρώματος που εμφανίζονται ισχυρά πτυχωμένοι και κερματισμένοι και με έντονη σχιστότητα. Τοπικά στη μάζα του σχηματισμού εντοπίζονται φακοειδείς παρεμβολές κρυσταλλικών ασβεστόλιθων τεφρού έως ανοικτότεφρου χρώματος, πάχους από μερικά εκατοστά έως μερικά μέτρα, καθώς και παρεμβολές χαλαζία πάχους μέχρι λίγα εκατοστά. Λόγω του ισχυρού κερματισμού, ο σχηματισμός αποσαθρώνεται εύκολα τουλάχιστον στους επιφανειακούς ορίζοντες και έτσι σχηματίζεται μανδύας αποσάθρωσης καστανότεφρου χρώματος και κυμαινόμενου πάχους.
- ✚ **Σχηματισμοί του Νεογενούς:** αποτελούνται από συχνές εναλλαγές, κυρίως κατά την κατακόρυφο αλλά και την οριζόντια διεύθυνση, διαφόρων λιθολογικών ενοτήτων ποικίλης κοκκομετρικής σύστασης.

Αναλυτικότερα, πρόκειται για εναλλαγές μαργών πρασινότεφρου, λευκότεφρου ή και καστανότεφρου χρώματος με αργιλομάργες ανοιχτοκάστανου έως καστανού χρώματος τοπικά αμμούχες ή και με λευκά ασβεστιτικά συγκρίματα. Οι φάσεις αυτές συνήθως επικρατούν στους ανώτερους ορίζοντες. Τοπικά παρεμβάλλονται και φακοειδείς οριζόντες αμμούχων μαργών, λεπτόκοκκων τεφρών ψαμμιτών πολύ συνεκτικών, μέτρια έως ισχυρά διεγενεμένων άμμων και σπανιότερα συνεκτικών ψιφιδοκροκαλοπαγών. Επίσης ικανοποιητική ανάπτυξη παρουσιάζουν οι εναλλαγές ασβεστιτικών μαργών και μαργαϊκών ασβεστόλιθων λευκότεφρων και τοπικά απολιθωματοφόρων που περιέχουν τοπικά και ψαμμιτικούς φακούς, ιδιαίτερα στις μορφολογικά υψηλότερες περιοχές. Στους βαθύτερους ορίζοντες επικρατούν

αυξημένου πάχους (10 – 20 m) τέφρες συνεκτικές μάργες (ιλυόλιθοι) είτε σε εναλλαγές με λιγνιτικές ενστρώσεις μέχρι 10 cm είτε με παρεμβολές λιγνίτη πάχους μέχρι και 8 m τοπικά, με ενστρώσεις οργανογενούς τεφρής μάργας 20 – 50 cm. Ακόμα συμμετέχουν και φακοί τεφρού ψαμμίτη. Το συνολικό πάχος των νεογενών τοπικά ξεπερνά τα 300 m.

Διαπιστώνεται συνεπώς ότι είναι δυνατός ο διαχωρισμός των σχηματισμών της νεογενούς λεκάνης σε τρεις διακριτές ενότητες:

- η πρώτη, των **ασβεστιτικών μαργών σε εναλλαγές με μαργαϊκούς ασβεστόλιθους**, κυριαρχεί στις μορφολογικά υψηλότερες περιοχές στα δυτικά της ευρύτερης περιοχής που μελετάται.
- η δεύτερη, των **μαργών – αργιλομαργών με ενστρώσεις αδρομερέστερων φάσεων** όπως ψαμμιτών, διαγενεμένων άμμων ή και ψηφιδοπαγών τοπικά, έχει τη μεγαλύτερη συμμετοχή στο κεντρικό και ανατολικό τμήμα της περιοχής.
- η τρίτη ενότητα, αυτή των **συνεκτικών μαργών (ιλυόλιθοι)**, οι οποίοι φιλοξενούν τα λιγνιτικά κοιτάσματα της περιοχής με την μορφή ενστρώσεων ή και συμπαγών πάγκων.

✚ **Πλειστοκαινικοί σχηματισμοί:** αποτελούν ριπιδιακούς σχηματισμούς ή και κώνους χειμάρρων, που εντοπίζονται στο βόρειο, δυτικό και νοτιοδυτικό άκρο της ευρύτερης ζώνης, δηλαδή στη βάση των πρανών των εκεί διαμορφούμενων υψωμάτων. Πρόκειται για ερυθροκάστανου χρώματος συνεκτικά συνήθως κροκαλολατυποπαγή, που αποτελούνται από κροκαλολατύπες ασβεστολιθικής, σχιστολιθικής ή και χαλαζιακής προέλευσης και μεγέθους μέχρι 5 cm. Τοπικά συμμετέχουν και μικροί ογκόλιθοι διαστάσεων 20x20x40 cm. Η συγκολλητική ύλη είναι ψαμμιτομαργαϊκή για τις θέσεις ισχυρής συγκόλλησης και αργιλομαργαϊκή στις θέσεις χαμηλής συνεκτικότητας. Στην τελευταία περίπτωση τα λεπτομερή είναι αργιλοϊλίδες έως ιλυούχοι άμμοικαστανέρυθρου χρώματος, ενώ τα αδρομερή στοιχεία μπορεί να φθάνουν και σε μέγεθος τα 10 - 15 cm. Το πάχος του σχηματισμού κυμαίνεται από 1 έως 6 m.

✚ **Αλλουβιακές αποθέσεις:** πρόκειται για αργιλοϊλίδες τεφρού χρώματος ή και τεφρές έως ανοικτοκάστανες ιλυώδεις άμμους έως αμμοϊλίδες, με ψηφίδες και χάλικες ποικίλου μεγέθους και ασβεστολιθικής κυρίως προέλευσης, αλλά γενικά με

επικράτηση αυτών μέχρι και 4 cm. Οι τελευταίες (άμμοι με αδρομερή) επικρατούν στο κέντρο της περιοχής όπου και τα αλλούβια αποκτούν τα μεγαλύτερά τους πάχη. Γενικά πρόκειται για χαλαρό έως ημισυνεκτικό σχηματισμό που καλύπτει τα Νεογενή ιζήματα ή και τους σχηματισμούς του υποβάθρου. Το πάχος τους συνήθως κυμαίνεται μεταξύ του 1 και 3 m, ενώ μόνο σε μερικές περιπτώσεις, στο κέντρο της περιοχής φθάνει από 3 έως και 5 m.

✚ **Επιχωματώσεις οικοπεδικών χώρων:** πρόκειται για υλικά που έχουν αποθεθεί για τη διαμόρφωση επίπεδων χώρων ή και τοπικά για τη διευθέτηση ρεμάτων, οδών και προσβάσεων. Στο κέντρο της περιοχής, όπου και η μεγάλη δραστηριότητα εξόρυξης του λιγνίτη, αποτελούνται από υλικά εκσκαφής των νεογενών για τη διαμόρφωση στοών, θαλάμων, ή και εξοφλήσεων. Στην περίπτωση αυτή αποτελούνται από αναμοχλευμένα και τοπικά συμπιεσμένα τυχαίας ανάμιξης υλικά, όπως λεπτομερή μαργαϊκής σύστασης κιτρινόφαιου χρώματος και αδρομερή ασβεστολιθικής προέλευσης ψηφίδες και χάλικες. Τα αδρομερή έχουν μέγεθος μέχρι 8 cm. Στις υπόλοιπες θέσεις πρόκειται για ιλυοαμμώδη υλικά, του σχιστολιθικού υποβάθρου ή των Νεογενών ιζημάτων, με ψηφίδες και χάλικες μέχρι και 6 cm, αμμοιλύδες, ψηφίδες, χάλικες, υλικά κατεδάφισης και θραύσματα κεραμιδιών, καθώς και από υλικά κατεδάφισης οικοδομών. Πρόκειται για υλικά τα οποία εμφανίζουν κυμαινόμενο πάχος από αρκετά μέτρα στην περιοχή της υπόγειας εκμετάλλευσης του λιγνίτη μέχρι και 1-2 m στις υπόλοιπες περιοχές.

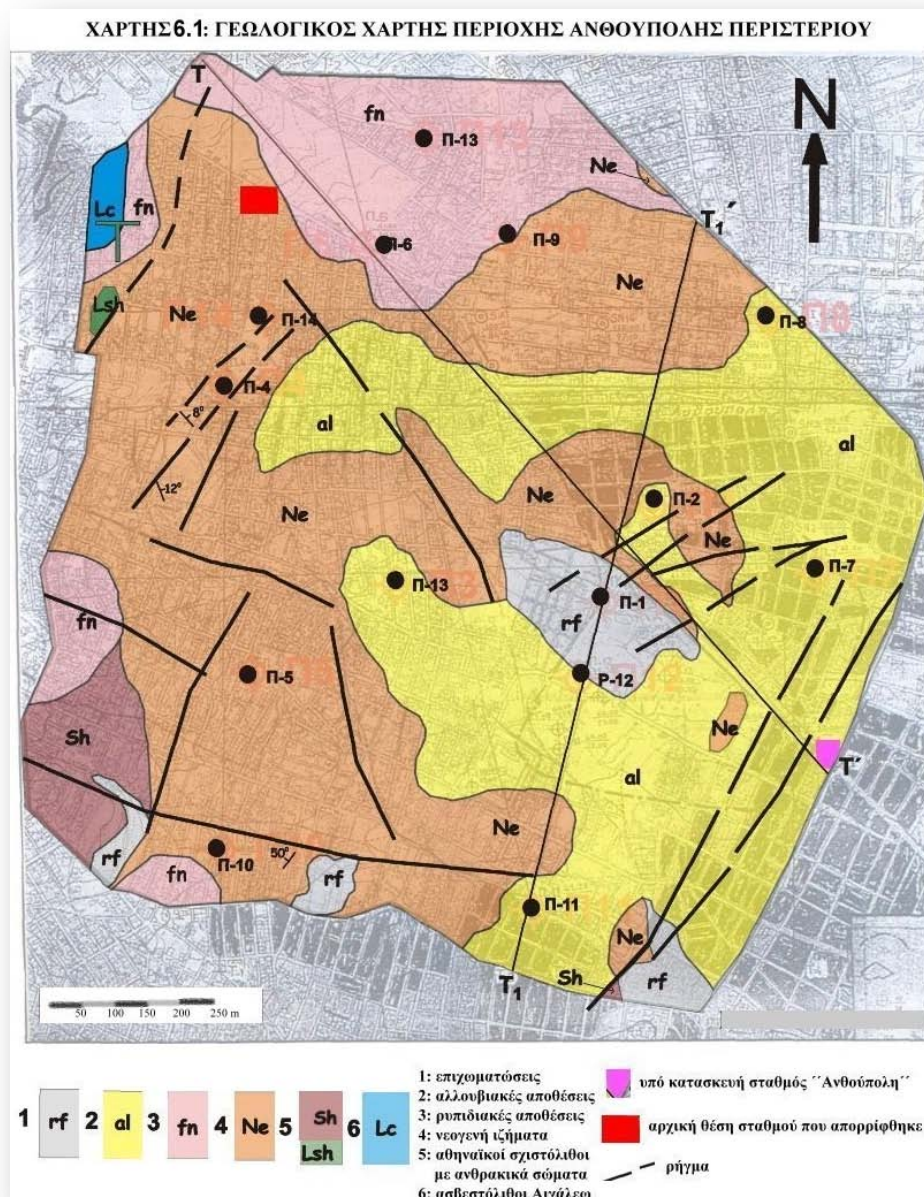
✚ **Κοιτάσματα λιγνίτη:** οι νεογενείς αποθέσεις της λεκάνης Καλογρέζας – Περιστερίου φιλοξενούν λιγνιτικά κοιτάσματα (Σχήμα 6.2), η εξόρυξη των οποίων κράτησε μέχρι τις αρχές τις δεκαετίας του 60.

Παρακάτω θα αναπτυχθεί το ιστορικό της εξόρυξης του λιγνίτη τα χρόνια εκείνα. Τα στρώματα του λιγνίτη φιλοξενούνται στις τεφρές μάργες (ιλυόλιθους), που στην περιοχή φαίνεται να υπόκεινται των αργιλομαργών και ασβεστιτικών μαργών. Στην επιφάνεια, αλλά και στους υπερκείμενους των τεφρών μαργών σχηματισμούς, σε ελάχιστες μόνο θέσεις εμφανίζονται μικρές ενστρώσεις λιγνίτη, πάχους λίγων εκατοστών. Η λιγνιτική στοιβάδα δεν είναι ενιαία αλλά αποτελείται από επάλληλα στρώματα λιγνίτη ποικίλου πάχους, που παρεμβάλλονται μέσα στις τέφρες μάργες. Το πάχος των επιμέρους στρωμάτων κυμαίνεται από λίγες δεκάδες εκατοστά μέχρι περισσότερο από 17 m (Σχήμα 6.2). Το βάθος της λιγνιτοφορίας αρχίζει από 30

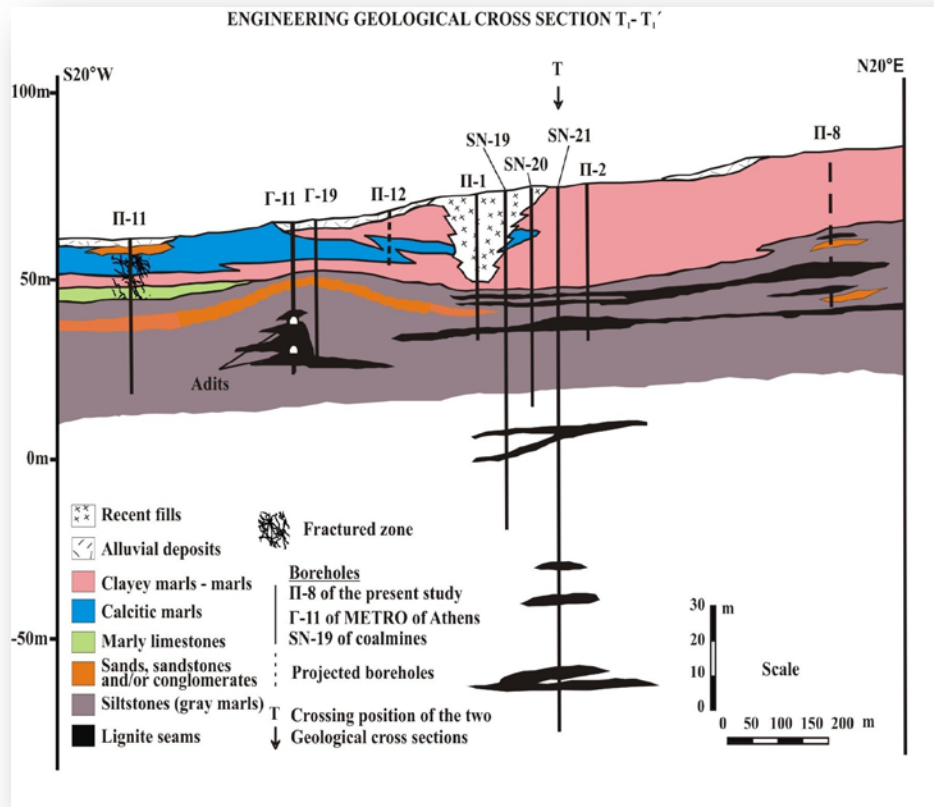


περίπου μέτρα και υπερβαίνει τα 250 m. Η ανάπτυξη της λιγνιτοφορίας στην περιοχή αυτή έχει διεύθυνση Β – Ν με κύριο άξονα ανάπτυξης αυτόν που συμπίπτει με τις οδούς Αναπαύσεως και Αγ. Ιεροθέου. Η ποιοτική σύσταση του λιγνίτη δεν είναι σταθερή, καθώς κατά θέσεις διαμορφώνονται κοιτάσματα ξυλίτη, συμπαγούς στίλβοντος λιγνίτη ή και πλαστικού αργιλομιγούς λιγνίτη.

Πρόσθετα στοιχεία που αφορούν τα φυσικομηχανικά χαρακτηριστικά των σχηματισμών δίνονται στο Παράρτημα 1.



Σχήμα 6.1: Γεωλογικός χάρτης Ανθούπολης Περιστερίου (Ρόζος κ.ά.)



Σχήμα 6.1: Γεωλογική τομή στο χώρο εκμετάλλευσης του λιγνιτικού πεδίου στην Ανθούπολη Περιστερίου (Ρόζος κ.ά, 1999)

### 6.3. Τεκτονική περιοχή

Η τεκτονική της ευρύτερης ζώνης του έργου αλλά και της ευρύτερης περιοχής της Αττικής έχει περιγραφεί από διάφορους ερευνητές. Σύμφωνα με τις αναφορές αυτές, οι κύριες και παλαιότερες τεκτονικές γραμμές έχουν διεύθυνση ΒΑ / κή – ΝΔ / κή και αναφέρονται τόσο σε ρήγματα όσο και σε άξονες πτυχώσεων των σχηματισμών του υποβάθρου. Η ισχυρή πτύχωση, η ανισότροπη συμπεριφορά (σε μακροκλίμακα) των σχιστόλιθων του υποβάθρου αλλά και η ισχυρή διάρρηξη που τους χαρακτηρίζει συμβάλλουν στη διαμόρφωση του ανάγλυφου και γενικά στην παλαιομορφολογία των περιοχών ανάπτυξης τους με κύριο χαρακτηριστικό τη δημιουργία των νεογενών λεκανών ιζηματογένεσης. Στην περιοχή επίσης σημειώνεται με διεύθυνση ΒΔ / κή – ΝΑ / κή, ένα άλλο σύστημα μειζόνων ασυνεχειών που εμφανίζονται νεότερες (Παπανικολάου, 1986.)

Ακόμα, κατά το Μειόκαινο η φάση κατακόρυφων κινήσεων (ανοδικών – καθοδικών), είχε σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία τάφρων, όπου αποτέθηκαν τα Νεογενή ιζήματα, ενώ

αργότερα κατά το Τεταρτογενές και κυρίως κατά το Διλούβιο μεταγενέστερες κινήσεις σε συνδυασμό με την έντονη διάβρωση σχημάτισαν το σημερινό ανάγλυφο.

Συνεπώς, η τεκτονική που αναφέρθηκε προηγούμενα με ανάδραση μετά την ιζηματογένεση του λιγνιτοφόρου Μειόκαινου έχει επηρεάσει τα Νεογενή ιζήματα, που παρουσιάζονται διερρηγμένα με σχετικά πυκνό δίκτυο διακλάσεων, αλλά και τους νεότερους Πλειστοκαινικούς σχηματισμούς. Αυτές οι τεκτονικές κινήσεις που έχουν ακολουθήσει την ήδη χαραγμένη τεκτονική δράση παλαιότερων κινήσεων, έχουν περιπλέξει τις στρωματογραφικές συνθήκες της λιγνιτοφόρου Αθηναϊκής λεκάνης. Πέρα από τις προαναφερόμενες τεκτονικές φάσεις που επηρέασαν και τελικά διαμόρφωσαν το χώρο της περιοχής της Νεογενούς λιγνιτοφόρου λεκάνης Περιστερίου – Καλογρέζας, πρέπει να αναφερθεί ότι στις γειτονικές προς το Λεκανοπέδιο Αθηνών περιοχές όπως της Βοιωτίας, της Μεγαρίδος και του Αν. Κορινθιακού παρατηρούνται επίσης τεκτονικές γραμμές με διεύθυνση Α – Δ (Ρόζος κ.ά., 1999).

Στο ΒΔ / κό τμήμα της περιοχής της Ανθούπολης Περιστερίου έχουν εντοπιστεί δύο μείζονες διαρρηξείς (ρήγματα), χωρίς εμφανή συνέχεια. Τα ρήγματα αυτά έχουν διεύθυνση περίπου  $B35^{\circ}-40^{\circ} A$  και μεγάλη κλίση προς ανατολάς. Η διεύθυνση αυτή συμπίπτει κατά προσέγγιση με τη διεύθυνση των ρηξιγενών ζωνών που αναφέρεται ότι συναντήθηκαν κατά την εκμετάλλευση των λιγνιτικών οριζόντων (Τρικκαληνός – Μούσουλος, 1949), καθώς και με το τεκτονικό όριο της νεογενούς λεκάνης στην περιοχή. Στην περιοχή των υπόγειων εκμεταλλεύσεων αναφέρεται σύστημα ρηγμάτων με διεύθυνση Α - Δ, που όμως δεν εμφανίζεται επιφανειακά.

Ανακεφαλαιώνοντας, στην ευρύτερη ζώνη του έργου προκύπτει ότι επικρατούν δύο κύρια συστήματα διάρρηξης, με διευθύνσεις ΒΑ / κή – ΝΔ / κή και ΒΔ / κή – ΝΑ / κή. Τα συστήματα αυτά συμμετέχουν ουσιαστικά στη διαμόρφωση της νεογενούς λεκάνης της περιοχής, αλλά και στη διαμόρφωση του μορφολογικού της ανάγλυφου. Τα τεκτονικά όρια της νεογενούς λεκάνης με το σχιστολιθικό υπόβαθρο δεν είναι ορατά, καθώς καλύπτονται από νεότερους σχηματισμούς όπως αλλούβια, κορήματα κλπ (Ρόζος κ.ά., 1999)

#### 6.4. Υδρογεωλογικές συνθήκες

**Η** ευρύτερη ζώνη του έργου ανήκει στην υδρογεωλογική λεκάνη του δυτικού Κηφισού. Από τους γεωλογικούς σχηματισμούς της περιοχής, αυτοί που παίζουν σημαντικό ρόλο διαμορφώνοντας τις υδρογεωλογικές συνθήκες της λεκάνης είναι

οι νεογενείς σχηματισμοί και οι τεταρτογενείς αποθέσεις, που καλύπτουν το μεγαλύτερο μέρος της Ανθούπολης. Υπόβαθρο των νεογενών σχηματισμών αποτελούν οι Αθηναϊκοί σχιστόλιθοι, ενώ οι Κρητιδικοί ασβεστόλιθοι εμφανίζονται ακριβώς έξω από το βορειοδυτικό άκρο της περιοχής. Αναλυτικότερα, από πλευράς υδρογεωλογικής συμπεριφοράς, οι σχηματισμοί στην περιοχή χαρακτηρίζονται ως εξής (Ρόζος κ.ά, 1999):

- ❖ **Σχιστόλιθοι του υποβάθρου (Αθηναϊκοί σχιστόλιθοι):** λόγω της φύσεως των σχηματισμών και της απουσίας εκτεταμένου εύρους τεκτονικών ζωνών δεν παρουσιάζουν περατότητα και επομένως είναι δυνατόν να χαρακτηρισθούν σαν στεγανοί σχηματισμοί στο σύνολό τους. Μόνο μικρής δυναμικότητας υπόγειοι υδροφόροι ορίζοντες εμφανίζονται κατά θέσεις, φιλοξενούμενοι στη ζώνη επιφανειακής εξαλλοίωσης τους. Οι κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι που παρεμβάλλονται μέσα στους σχιστόλιθους των Αθηνών με την μορφή φακών έχουν κατά θέσεις επιφανειακή ανάπτυξη και φιλοξενούν εγκλιβωτισμένους υδροφόρους ορίζοντες.
- ❖ **Ασβεστόλιθοι του Αιγάλεω:** εμφανίζονται επιφανειακά αμέσως έξω από το βορειοδυτικό όριο της περιοχής και αποτελούν περατό δευτερογενώς σχηματισμό και τροφοδοτούν πλευρικά τους πλειστοκαινικούς σχηματισμούς (ριπίδια) που τους καλύπτουν σε χαμηλότερα υψόμετρα, καθώς και τα υποκείμενα των ριπιδίων νεογενή.
- ❖ **Νεογενείς σχηματισμοί:** συνίστανται από εναλλασσόμενα, περατά, ημιπερατά και αδιαπέρατα στρώματα, καθώς παρουσιάζουν έντονη διαφοροποίηση κατά την οριζόντια και κατακόρυφη ανάπτυξη τους και αποτελούν στο σύνολο τους, πρακτικά στεγανό σχηματισμό. Όμως κατά θέσεις ορισμένοι ορίζοντες αυτών μπορούν να αποτελέσουν υδροφορείς μικρής δυναμικότητας.
- ❖ **Οι μάργες, οι αργιλομάργες και οι ιλύολιθοι** αποτελούν αδιαπέρατους σχηματισμούς, ενώ οι **άμμοι** με ποικίλο βαθμό διαγένεσης, **τα ψηφιδοκροκαλοπαγή και οι μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι** είναι λίγο ή περισσότερο υδροπερατοί, ανάλογα με την κοκκομετρική τους σύσταση και των βαθμών διαρρήξεων.

Η εκμετάλλευση της υδροφορίας όπως αυτή απορρέει από την ανωτέρω περιγραφή, εκτός από τις γεωτρήσεις του Δήμου, γινόταν και με φρέατα, τα οποία χρησιμοποιούσαν στο παρελθόν για την άρδευση των κήπων.

Γενικά, η στάθμη στους νεογενείς σχηματισμούς κυμαίνεται ανάλογα με τις γεωμορφολογικές και λιθostrωματογραφικές συνθήκες από 3 – 12 m όπως παρατηρήθηκε από διάφορες μετρήσεις της στάθμης στις γεωτρήσεις και στα φρέατα (Ρόζος κ.ά, 1999).

Η τροφοδοσία του ορίζοντα αυτού των νεογενών αποθέσεων γίνεται μερικώς με επιφανειακή κατείσδυση αλλά κύρια με πλευρικές διηθήσεις από τα ανθρακικά που εμφανίζονται επιφανειακά στους προβούνους του όρους Αιγάλεω, καθώς και από το υδατικό δυναμικό των πλειστοκαινικών αποθέσεων (ριπιδίων).

- ❖ **Πλαιστοκαινικές αποθέσεις (ριπίδια) :** παρουσιάζουν σχετική υδροπερατότητα και διαμορφώνουν κατά θέσεις μικρούς ανεξάρτητους υδροφόρους ορίζοντες, ιδιαίτερα όταν βρίσκονται σε επαφή με τα αδιαπέρατα μέλη των νεογενών ή και με το στεγανό σχιστολιθικό υπόβαθρο.
- ❖ **Τεταρτογενείς σχηματισμοί:** παρουσιάζουν υδροπερατότητα η οποία ποικίλει μέσα σε ευρεία όρια, ανάλογα με την κοκκομετρική σύσταση και τη συνοχή τους, αλλά στη συγκεκριμένη περιοχή θα πρέπει να καταταχθούν στους περατούς σχηματισμούς. Όσον αφορά τις αποθέσεις κοίτης όπου υπάρχουν, λόγω τις λιθολογικής τους σύστασης χαρακτηρίζονται γενικά σαν περατοί σχηματισμοί.

## 6.5. Υδροχημεία

**Σ**ε δείγματα νερού που λήφθηκαν από φρέατα της περιοχής του Περιστερίου το 1978 από το ΙΓΜΕ, έγιναν αναλύσεις για να διερευνηθεί η ποιότητά του και τα αποτελέσματα των αναλύσεων φαίνονται παρακάτω (ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ, 1998):

- ✓ η ολική σκληρότητα είναι τριπλάσια της επιτρεπόμενης,
- ✓ το σύνολο των διαλυμένων αλάτων είναι τριπλάσιο μέχρι τετραπλάσιο,
- ✓ το χλωρίοντα είναι διπλάσια μέχρι τριπλάσια,
- ✓ τα νιτρικά είναι πενταπλάσια,
- ✓ το μαγνήσιο είναι διπλάσιο και το ασβέστιο είναι διπλάσιο μέχρι τριπλάσιο,
- ✓ τα ιόντα νατρίου και καλίου είναι διπλάσια,
- ✓ η θειϊκή ρίζα είναι μέσα στα διεθνώς επιτρεπόμενα όρια.

Η αυξημένη περιεκτικότητα στις τιμές των νιτρικών αποδίδεται στη διήθηση νερών των απορροφητικών βόθρων στο υπέδαφος.

## 6.6. Σεισμικότητα περιοχής

**Η** γεωγραφική θέση της ευρύτερης ζώνης του έργου, καθώς βρίσκεται όπως και όλη η Δυτική Αττική στη ζώνη προέκτασης των μειζόνων τεκτονικών ασυνεχειών της ανατολικής τάφρου του Κορινθιακού κόλπου, αλλά και κοντά στο σεισμικό κέντρο Αταλάντης, προδικάζει την έμμεση εκδήλωση σχετικά αυξημένης σεισμικότητας (Ρόζος κ.ά, 1999).

Συνολικά, στην περιοχή σημειώθηκαν κατά την περίοδο 1901 – 1985, 110 σεισμικές δονήσεις, οι περισσότερες των οποίων εντάσσονται στην σεισμική ακολουθία του σεισμού Αλκυονιδών Φεβρουαρίου – Μαρτίου 1981.

Ο πιο πρόσφατος μεγάλος σεισμός που επηρέασε την περιοχή συνέβη στις 7 Σεπτεμβρίου 1999 με μέγεθος  $M_w = 6.0$ . Συνέβη στην λεκάνη του Ασπρόπυργου πολύ κοντά στον κόλπο του Σαρωνικού. Παρά το σχετικά μικρό μέγεθος του σεισμού ο σεισμός προκάλεσε το θάνατο 143 ανθρώπων, τον τραυματισμό χιλιάδων, μεγάλες ζημιές σε κτίρια. Ο σεισμός αυτός σωστά θεωρείται ως ένας από τους πιο καταστρεπτικούς σεισμούς της Ελλάδος των τελευταίων αιώνων.

Η περιοχή στην οποία εκδηλώθηκε ο σεισμός βρίσκεται πολύ κοντά στον Κορινθιακό κόλπο δηλαδή πολύ κοντά σε μια πολύ έντονα σεισμογενή ζώνη που χαρακτηρίζεται από κανονικά ρήγματα διεύθυνσης περίπου Α-Δ και τα οποία κλίνουν προς Βορρά. Οι τρεις ισχυροί σεισμοί, με κανονικό τύπο διάρρηξης, του 1981 με μεγέθη 6.7, 6.4 και 6.4 είχαν συμβεί στο ανατολικά άκρο του Κορινθιακού κόλπου. Τα υπόκεντρα των σεισμών αυτών ήταν μεταξύ 8-10 km ενώ υπήρξαν και επιφανειακές διαρρήξεις για τους 2 τελευταίους.

Το μοντέλο ολίσθησης που υπολογίστηκε αναδεικνύει το γεγονός πως ο σεισμός αυτός είχε προφανή κατευθυντικότητα προς τα Ανατολικά γεγονός που συνδέεται άμεσα με το μεγάλο ποσοστό των βλαβών σε σχέση με το σχετικά μικρό μέγεθος του σεισμού.

## 7. ΛΙΓΝΙΤΩΡΥΧΕΙΑ ΠΕΡΙΣΤΕΡΙΟΥ

### 7.1. Ιστορικό εκμετάλλευσης για την περίοδο πριν το 1950

**Τ**ο 1933 αρχίζει η διαδικασία για τη λειτουργία λιγνιτωρυχείου στο Περιστερί. Αναφέρεται ότι την πρωτοβουλία είχε η οικογένεια Γιώργου Ρομπάκη που πριν την Καταστροφή είχε στην ιδιοκτησία της το ορυχείο "Ζον Γκουλντακ" στην Μαύρη Θάλασσα. Από έγγραφο της Νομαρχίας Αττικής και Βοιωτίας διαπιστώνεται ότι το 1934 οι Αντώνιος Ραγκούσης και Γεώργιος Σιώτης από το 1932 είχαν καταθέσει αίτηση μεταλλευτικών ερευνών στην περιοχή. (Θεοδοσίου, 2009)

Στις 5 Νοεμβρίου 1933 ανακοινώνεται η ίδρυση της ανώνυμης εταιρίας με την επωνυμία "Λιγνιτωρυχεία Αττικής Α.Ε." Το 1934 με βασιλικά διατάγματα παραχωρείται η έκταση και από την Νομαρχία Αττικής και Βοιωτίας δίνεται η άδεια εκμετάλλευσης. Η εταιρία ανέθεσε σε δύο επιστήμονες - τους Τρικαλλινό και Μούσουλο - την πλήρη μελέτη αξιοποίησης του λιγνιτικού κοιτάσματος Περιστερίου (Ρόζος κ.ά, 1999).

Οι μελετητές αυτοί αντιμετώπισαν μια κατάσταση, που χαρακτηριζόταν από την παντελή έλλειψη στοιχείων, όσον αφορά τις τότε παλαιές εκμεταλλεύσεις αφενός και τα κλειστά υπόγεια έργα αφετέρου. Βασίσθηκαν όμως στα σχέδια των τότε ανοικτών στοών και στις τομές των 31 γεωτρήσεων που είχαν ήδη πραγματοποιηθεί και προχώρησαν στην σύνταξη μελέτης με τίτλο λιγνιτωρυχεία Περιστερίου – Στρωματογραφική και Τεκτονική Μελέτη του Λιγνιτοφόρου Κοιτάσματος. Πρόγραμμα Άμεσου και Απώτερης Εκμεταλλεύσεως.

Από την αξιοποίηση των τότε διαθέσιμων στοιχείων και τις ειδικές μελέτες των παραπάνω επιστημόνων, προέκυψαν τα ακόλουθα συμπεράσματα (Τρικαλλινός – Μούσουλος, 1949):

- το σύνηθες ολικό πάχος του λιγνιτοφόρου ορίζοντα, στην τότε προσιτή περιοχή, έφθανε τα 5 m περίπου, από τα οποία το 75% δηλαδή τα 3,75 m ήταν λιγνίτης.
- Τα υπερκείμενα του λιγνιτικού ορίζοντα στρώματα με βάση τα πάχη και τη σύσταση, αλλά και την τεκτονική τους, παρουσιάζουν σε υγιή και ξηρή κατάσταση, εξαιρετική σταθερότητα.
- Τα υποκείμενα του λιγνιτικού ορίζοντα στρώματα συνίστανται βασικά από αργίλους.
- Από τεκτονικής πλευράς, πρέπει να σημειωθεί η ύπαρξη μιας τουλάχιστον μεγάλης κανονικής μεταπτώσεως και πολλών δεκάδων μικρών καθώς, και η ελαφρά πτύχωσης

- των στρωμάτων, με τελικό συμπέρασμα ότι η περιοχή υπέστη την επίδραση πίεσεως προερχόμενης από βόρεια διεύθυνση ή ζεύγους βορειοδυτικής περίπου διευθύνσεως.
- Οι στοές ετοποθετούντο σχεδόν πάντοτε στην επαφή με την οροφή του κοιτάσματος, που παρουσιάζεται σταθερή για την ελαχιστοποίηση δηλαδή του απαιτούμενου αριθμού υποστηρίξεων.
  - Η αργιλική σύσταση της στρώσης του κοιτάσματος στις περιπτώσεις διαβροχής έχει σαν αποτέλεσμα τα συνήθη φαινόμενα διογκώσεως.
  - Οι πιέσεις είναι σχεδόν πάντα στατικής μορφής, απουσιάζουν δηλαδή κατά βάση οι πλευρικές.
  - Μακροχρόνια θεωρείται δυνατή η διατήρηση μεγάλων κενών λόγω της σταθερότητας της οροφής και της φύσης των πιέσεων.
  - Η αρχική μέθοδος εκμεταλλεύσεως δεν φαίνεται να είναι σαφής. Σε μερικά τμήματα μπορεί να είχε εφαρμοσθεί η μέθοδος των θαλάμων και στύλων με διατήρηση των τελευταίων, ενώ σε άλλα τμήματα μπορεί να πραγματοποιήθηκε με αφαίρεση στύλων και κατακρήμνιση της οροφής. Στη συνέχεια θα προστεθεί από τους μελετητές η μέθοδος sublevelcaving με πάχος του οριζόντιου ορόφου 4 m.

Το 1935 – 1936 αρχίζει η εξόρυξη λιγνίτη στο Περιστέρι. Τα τμήματα που αποτελούν την επιχείρηση είναι η Πομόνα, για την άντληση των νερών από τις στοές, το Ηλεκτρολογείο, το Μηχανουργείο, το Μαγειρείο, η Αποθήκη Τροφίμων. Απασχολούνται 350 – 450 εργάτες που εργάζονται σε βάθος 80 – 100 m. Εξάγουν 100 – 150 τόνους λιγνίτη την μέρα (Θεοδοσίου, 2009).

Την περίοδο της κατοχής 1941 – 1944 το λιγνιτωρυχείο περνά σε ιταλικά χέρια και μετονομάζεται σε "Agenta Carboni Italiani". Οι έλληνες ιδιοκτήτες πωλούν τις μετοχές τους σε ιταλούς. Παρότι το τοπίο έγινε θολό σχετικά με το ιδιοκτησιακό καθεστώς, η εταιρία εξακολουθεί να λειτουργεί κατά την περίοδο της κατοχής και να δημοσιεύει ισολογισμούς. Διευθυντής είναι ο ιταλός μηχανικός Μπρούνο Μπαριλάρι και τεχνικός διευθυντής ο μεταλλειολόγος Γιάννης Σολωμός. Το απασχολούμενο προσωπικό ανεβαίνει στους 700 και αντίστοιχα η παραγωγή στους 200 – 250 τόνους την ημέρα. Από την άλλη, οι εργαζόμενοι λαμβάνουν καλό συσσίτιο και αυτό είναι το πιο πολύτιμο στην περίοδο της μεγάλης πείνας. Σημαντικό γεγονός στην περίοδο της κατοχής είναι η δυναμική απεργία των εργαζομένων με βασικά αιτήματα την βελτίωση του συσσιτίου, την αύξηση των μισθών, ενοίκιο για του ξενιτεμένους εργάτες. Αξίζει να σημειωθεί ότι την περίοδο αυτή δημιουργείται και η σιδηροδρομική γραμμή που συνδέει το λιγνιτωρυχείο με τον κύριο σιδηροδρομικό άξονα της



χώρας στους Αγίους Αναργύρους. Λίγο πριν την αποχώρηση των κατακτητών, τον Αύγουστο του 1944, οι Έλληνες Πατσαλής, Βλαχούτσικος και Μόσχος αγοράζουν το ορυχείο από τους Ιταλούς. Έτσι η περιουσία εμφανίζεται ως ελληνική και όχι ως εχθρική περιουσία η οποία θα έπρεπε να περάσει υπό τον έλεγχο του κράτους σύμφωνα με τον νόμο. Κάτω από αυτήν την αμφισβητούμενη ιδιοκτησία το λιγνιτωρυχείο αρχίζει να υπολειτουργεί. Τον Ιούλιο του 1945 οι εργάτες των λιγνιτωρυχείων της Αττικής, ανάμεσά τους και του Περιστερίου, συντονίζονται και με υπόμνημά τους προς την κυβέρνηση ζητούν την άμεση επαναλειτουργία των ορυχείων. Το Δεκέμβρη του 1945, το Υπουργείο Εθνικής Οικονομίας αναλαμβάνει το ίδιο την εκμετάλλευση του λιγνιτωρυχείου το οποίο μπαίνει τελικά υπό μεσεγγύηση σύμφωνα με το νόμο για τους αγοράσαντας από τους κατακτητάς”. Η διαχείριση, σύμφωνα με τον “Ριζοσπάστη”, ανατίθεται όχι σε επιτροπή αλλά στον παλιό δοσίλογο εργοδότη Πατσαλή. Ο Πατσαλής κατηγορείται ότι προπώλησε κάρβουνο εισπράττοντας ένα εκατομμύριο δραχμές και αντί να πληρώσει τους εργάτες εξαφανίστηκε. Ακολουθεί μια περίοδος αγώνων και απεργιακών κινητοποιήσεων με βασικό αίτημα την καταβολή των δεδουλευμένων. Από τον Απρίλιο του 1948 μέχρι και παραπάνω από ένα χρόνο απεργίες εκδηλώνονται σε τακτά χρονικά διαστήματα και με διάφορα αιτήματα. Στις 17 Ιουλίου 1950 το ελληνικό δημόσιο κινεί διαδικασίες προκειμένου να περάσει κάτω από την δική του ιδιοκτησία το λιγνιτωρυχείο ως εχθρική περιουσία. Το Νοέμβριο του 1950 καλούνται από το Ελληνικό Δημόσιο οι κάτοχοι μετοχών ή άλλων τίτλων κυριότητας της επιχείρησης να καταθέσουν τα δικαιολογητικά στην Τράπεζα της Ελλάδας (Θεοδοσίου, 2009).

## 7.2. Περίοδος μετά το 1950

Το 1951 γίνεται δημοπράτηση του έργου και η επιχείρηση των λιγνιτωρυχείων μισθώνεται στην εταιρεία του Φραγκίσκου Πρεζάνη. Στο λιγνιτωρυχείο απασχολούνται 200 τώρα εργάτες και εξάγονται 25 – 30000 τόνοι το χρόνο.

Η περίοδος αυτή χαρακτηρίζεται από μία εντατικοποίηση των εργασιών σε όλους τους τομείς δραστηριότητας του ορυχείου. Πραγματοποιούνται εργασίες που αφορούν την προσπάθεια για την αποστράγγιση και την συντήρηση των βασικών παλαιών έργων, την όρυξη ερευνητικών και προπαρασκευαστικών στοών, την εκβάθυνση φρεάτων και την όρυξη κεκλιμένων για αερισμό. Κατασκευάστηκαν επιφανειακές εγκαταστάσεις για την ανέλκυση, ταξινόμηση και φόρτωση του εξορυσσόμενου λιγνίτη, επισκευάστηκαν κτίσματα του λιγνιτωρυχείου καθώς και το δίκτυο μεταφοράς πεπιεσμένου αέρα.

Από το Σεπτέμβριο του 1953, σπίτια στην Ανθούπολη αρχίζουν να παρουσιάζουν ρωγμές εξ αιτίας της διάνοιξης των νέων στοών σε πολύ μικρό βάθος. Κάθε βράδυ οι κάτοικοι τινάζονται από τα κρεβάτια τους από τις εκρήξεις του δυναμίτη. Τα διαβήματα του δημάρχου δεν βρίσκουν ανταπόκριση. Στις 30 Οκτωβρίου καταρρέει η στο Νο 5 με αποτέλεσμα να σκοτωθεί ένας λιγνιτωρύχος και να τραυματιστούν άλλοι τρεις (Θεοδοσίου, 2009). Η επιχείρηση των λιγνιτωρυχείων συνεχίζει τις εργασίες διάνοιξης νέων στοών κάτω από την οικιστική περιοχή της Ανθούπολης δημιουργώντας μεγάλα προβλήματα στα σπίτια. Ήδη κατοικούν εκεί 12000 άνθρωποι. Μήνα με τον μήνα η κατάσταση χειροτερεύει. Σπίτια υφίστανται καθίζηση, οικοδομικά τετράγωνα παρουσιάζουν ρωγμές και απειλούνται με κατάρρευση. Τον Απρίλιο του 1956 τα πρώτα σπίτια εγκαταλείπονται από τους ενοίκους τους αφού είναι πλέον ετοιμόρροπα. Ο Δήμος Περιστερίου επισημαίνει τις άμεσες ευθύνες του Υπουργείου Βιομηχανίας στη ασυδοσία της διεύθυνση των λιγνιτωρυχείων. Οι στοές ανοίγονται σε βάθος μόλις 12 – 15 m αντί των 50 m, σύμφωνα με τον κανονισμό, για να μην κινδυνεύουν τα σπίτια.

Τον Μάιο του 1956 η κατάσταση φτάνει στο απροχώρητο. Η καθίζηση που προκαλείται σε νέα σπίτια αναστατώνουν τους κατοίκους που αρχίζουν να συγκεντρώνονται σε ομάδες. Αγανακτισμένοι πια οι κάτοικοι της Ανθούπολης κατευθύνονται στις εγκαταστάσεις των λιγνιτωρυχείων όπου πυρπολούν τον ξύλινο πύργο με τους ανελκυστήρες. Η φωτιά που υψώνεται είναι ορατή από χιλιόμετρα μακριά. Το μαινόμενο πλήθος δεν μπορεί να σταματήσει μεγάλη δύναμη της χωροφυλακής που κατέφθασε από πολλές περιοχές της Αθήνας. Οι φωτιά στις εγκαταστάσεις συνεχίζεται παρά τους τραυματισμούς από σφαίρες των αστυνομικών προς το πλήθος που δεν πτοείται. Οι εγκαταστάσεις του λιγνιτωρυχείου καταστρέφονται ολοκληρωτικά αφού οι δυνάμεις πυρόσβεσης εμποδίζονταν από τους κατοίκους. Η αστυνομία συλλαμβάνει 40 άτομα. Μετά από μια σειρά δικών, οι συλληφθέντες αθωώνονται εκτός από έξι που κατηγορούνται για αντίσταση κατά της αρχής. Το θέμα φθάνει στην Ελληνική Βουλή ύστερα από επερώτηση βουλευτή της ΕΡΕ, που ζητά την τιμωρία των υπευθύνων για αντικανονική λειτουργία των λιγνιτωρυχείων. Το λιγνιτωρυχείο δεν ξαναλειτούργησε εκεί ποτέ πια (Θεοδοσίου, 2009).

Παρ' όλα αυτά, οι πιέσεις που ασκούντο από την πλευρά της κοινωνίας οδήγησαν το 1958 την Πολιτεία στη σύσταση Πολυμελούς Επιτροπής για την εξέταση του προβλήματος, που καταλήγει στο συμπέρασμα ότι : "συνύπαρξις μεταλλείου και οικισμών είναι ανέφικτος". Στη συνέχεια το Υπουργείο Βιομηχανίας εστιάζει στην παρακολούθηση της εκτέλεσης του έργου λιθογομώσεων με σύσταση και ειδικών επιτροπών. Πόρισμα της

επιτροπής καταλήγει : “η εκτελεσθείσα λιθογόμεωσις πληροί τον περιορισμένον σκοπόν δι’  
όν εξετελέσθη και ο οποίος συνίσταται εις το να υποστηρίξη όσο το δυνατόν καλύτερον την  
οροφή των υπαρχουσών στοών και να αποφύγη ούτω μαζικάς καταπτώσεις δυναμένας να  
έχωσιν επίδρασιν μέχρι της επιφάνειας...”

### 7.3. Σημερινή κατάσταση επιφάνειας

Θα πρέπει να σημειωθεί εδώ ότι ο χρόνος που απαιτείται για την πλήρη ηρεμία των  
εδαφών στην περιοχή δεν είναι δυνατόν να προσεγγισθεί υπολογιστικά, αφού πρόκειται για  
συνάρτηση με πολλές μεταβλητές, όπως η γεωμηχανική συμπεριφορά των εμπλεκόμενων  
γεωλογικών σχηματισμών, η υδροφορία της περιοχής, ο τρόπος απόληψης του λιγνίτη, τα  
κενά της εκμετάλλευσης, τα βάθη των εκσκαφών, η υποστήριξη της οροφής, ο χρόνος ζωής  
των υλικών υποστήριξης στις εκάστοτε συνθήκες, η λιθογόμωση ή όχι των κενών της  
εκμετάλλευσης, κλπ. (Ρόζος κ.ά, 1999).

Προκύπτει εμφανώς ότι μετά από 60 περίπου χρόνια υπάρχουν περιοχές που έχει  
επέλθει σχετική ηρεμία από πλευρά εδαφικών υποχωρήσεων ενώ σε άλλες συνεχίζονται  
ακόμα και σήμερα. Άρα παρά τη διακοπή των εργασιών εκμετάλλευσης του λιγνίτη στην  
περιοχή, δεν φαίνεται ότι έχουν εξαλειφτεί οι κίνδυνοι από την δραστηριότητα αυτή.

## 8. ΤΕΧΝΙΚΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΗ ΣΤΕΝΗ ΖΩΝΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

### 8.1. Γενικά

Στο κεφάλαιο αυτό περιλαμβάνονται οι τεχνικογεωλογικές συνθήκες στο χώρο του σταθμού “Ανθούπολη” βάσει της γεωτεχνικής έρευνας που πραγματοποιήθηκε. Τα στοιχεία των γεωτρήσεων που εκτελέστηκαν παρουσιάζονται στον Πίνακα 8.1. Εκτός από τις γεωτρήσεις, εκτελέστηκαν και επί τόπου εργαστηριακές δοκιμές στην περιοχή του σταθμού (ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε., 2006).

Πίνακας 8.1: Στοιχεία γεωτρήσεων

ΓΕΩΤΡΗΣΗ	Χ.Θ.	X	Y	Z	ΒΑΘΟΣ	ΕΚΤΕΛΕΣΘΕΙΣΕΣ ΑΠΟ
CBSP1	2+370.31	96084.89	104531.49	64.45	31.00 m	ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗ Α.Ε.
CBSP2	2+377.20	96102.098	104558.407	64.60	31.00 m	ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗ Α.Ε.
CBSP3	2+420.69	96041.79	104559.65	64.66	31.00 m	ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗ Α.Ε.
CBSP4	2+442.49	96058.533	104607.160	65.48	31.00 m	ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗ Α.Ε.
CBSR1P	2+426.21	96233.7217	104340.6818	65.07	31.60 m	ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗ Α.Ε.
Γ16	2+390.69	96082.6930	104558.0903	64.83	30.00 m	ΚΟΤΖΙΑΣ-ΣΤΑΜΑΤΟΠΟΥΛΟΣ
Γ26	2+484.81	96019.1679	104627.9142	65.93	30.00 m	ΚΟΤΖΙΑΣ-ΣΤΑΜΑΤΟΠΟΥΛΟΣ
Γ04	2+447.73	96031.4765	104587.5578	65.30	28.90 m	ΓΡΑΦΕΙΟ ΜΑΛΛΙΟΥ
CP3820	2+731.83	96087.0720	104535.8210	64.56	30.40 m	ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗ Α.Ε.
CP3821	2+429.66	96075.6270	104605.5470	65.12	29.70 m	ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗ Α.Ε.
CP3822	2+496.44	96001.5680	104623.2550	66.13	30.20 m	ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗ Α.Ε.

Από τις παραπάνω γεωτρήσεις οι CBSP1, CBSP2, CBSP3, CBSP4 και CBSR1P ανορύχθησαν στην φάση εκπόνησης των μελετών εφαρμογής του έργου, ενώ οι υπόλοιπες σε προγενέστερες φάσεις. Στο Σχήμα 8.1 παρουσιάζεται σε οριζοντιογραφία ο σταθμός καθώς επίσης και οι θέση των γεωτρήσεων που εκτελέστηκαν.



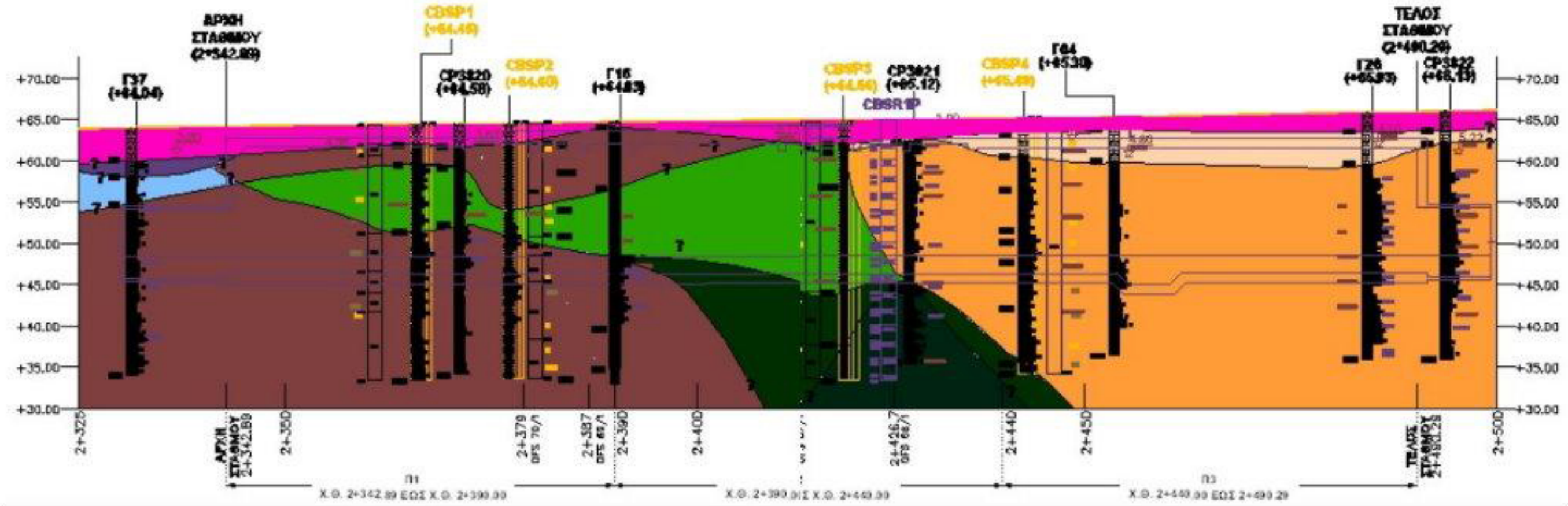
πάχος του σχηματισμού κυμαίνεται από 0.70 m (στην γεώτρηση Γ16) έως 3.5 m (στην αρχή του σταθμού στην Χ.Θ. 2 + 342.89).

- ✚ **Κροκαλοπαγή:** απαντάται φακός κροκαλοπαγούς μεταξύ των Χ.Θ. 2 + 325 έως Χ.Θ. 2 + 345. Το κροκαλοπαγές εμφανίζεται καστανέρυθρο έως ερυθρό, μέτρια ασθενούς έως ισχυρά συγκολλημένο. Εμφανίζεται ελαφρά έως μέτρια αποσαθρωμένο και κερματισμένο. Το υλικό συγκόλλησης είναι κυρίως ασβεστιτικό και κατά θέσεις ιλυώδες έως μαργαϊκό. Συναντάται και ως ψηφιδοπαγές με αργιλοαμμώδες υλικό σύνδεσης. Το στρώμα του κροκαλοπαγούς απαντάται συστηματικά σε μικρό βάθος από την επιφάνεια του εδάφους αμέσως κάτω από τις τεχνητές επιχώσεις.
- ✚ Τεφρός έως τεφροπράσινος, ασθενής έως μέτρια ασθενής, μέτρια έως εντελώς αποσαθρωμένος, εξαλλοιωμένος **μεταψαμμίτης** της σειράς των Αθηναϊκών Σχιστολίθων. Κατά θέσεις εμφανίζεται **ασβεστιτικός** έως **ιλυώδης**. Απαντάται κάτω από τις επιφανειακές αποθέσεις από την αρχή του σταθμού (Χ.Θ. 2 + 342.89) έως και την Χ.Θ. 2 + 410 περίπου, μετά την οποία εμφανίζεται κάτω από τις επιφανειακές αποθέσεις ο μέτρια ασθενής έως μέτρια ισχυρός, μέτρια αποσαθρωμένος, μεταψαμμίτης. Ο σχηματισμός αυτός εμφανίζει ένα μέγιστο πάχος της τάξης των 8 m στην γεώτρηση CBSP2 (Χ.Θ. 2 + 377.20), ενώ το ελάχιστο είναι περίπου 2.5 m στην γεώτρηση CBSP1 στην Χ.Θ. 2 + 370.31.
- ✚ Τεφρός έως τεφροπράσινος, μέτρια ασθενής έως μέτρια ισχυρός, μέτρια αποσαθρωμένος, **μεταψαμμίτης**. Κατά θέσεις εμφανίζεται **ασβεστιτικός**. Απαντάται κάτω από τον μέτρια έως εντελώς αποσαθρωμένο, εξαλλοιωμένο μεταψαμμίτη και εμφανίζεται από την αρχή του σταθμού (Χ.Θ. 2 + 342.89) έως και την Χ.Θ. 2 + 425 περίπου. Ο σχηματισμός αυτός εμφανίζει ένα μέγιστο πάχος της τάξης των 18 m στην γεώτρηση CBSP3 (Χ.Θ. 2 + 420.69), ενώ το ελάχιστο αυτού είναι περίπου 3 m στην γεώτρηση CBSP2 στην Χ.Θ. 2 + 377.20.
- ✚ Τεφρός, ισχυρός, μέτρια τεκτονισμένος, **ασβεστιτικός μεταψαμμίτης** της σειράς των Αθηναϊκών Σχιστολίθων. Υπόκειται του ασθενούς έως μέτρια ισχυρού, μέτρια αποσαθρωμένου μεταψαμμίτη. Ο σχηματισμός αυτός εμφανίζεται από την αρχή του σταθμού έως την Χ.Θ. 2 + 400 περίπου, μετά την οποία καταβυθίζεται (με βάση τις

υπάρχουσες γεωτρήσεις δεν είναι δυνατόν να προσδιορισθεί η Χ.Θ. στην οποία αρχίζει η καταβύθιση).

- ✚ Τεφροπράσινος, μέτρια ασθενής έως ασθενής, μέτρια έως εντελώς αποσαθρωμένος (εξαλλοιωμένος) **μεταϊλύολιθος**. Εμφανίζεται κάτω από τον τελευταίο προαναφερθέντα σχηματισμό από την Χ.Θ. 2 + 390 περίπου (δεν είναι δυνατόν, με βάση τις υπάρχουσες γεωτρήσεις, να προσδιορισθεί η "ακριβής" Χ.Θ. της εμφάνισής του) και παύει να εμφανίζεται (καταβυθίζεται) μετά τη γεώτρηση CBSP4 στην Χ.Θ. 2 + 447 (με βάση τις υπάρχουσες γεωτρήσεις δεν είναι δυνατόν να προσδιορισθεί η Χ.Θ. στην οποία αρχίζει η καταβύθιση).
- ✚ Σκουρότεφρος μέτρια ασθενής έως ασθενής, μέτρια έως εντελώς αποσαθρωμένος (εξαλλοιωμένος) **αργιλικός σχιστόλιθος**. Υπόκειται του μεταϊλυολίθου, αλλά δεν είναι δυνατόν, με βάση τις υπάρχουσες γεωτρήσεις, να προσδιορισθεί η Χ.Θ. της εμφάνισής του. Συναντάται στο τέλος των γεωτρήσεων CBSP3 και CP3821.
- ✚ Υπόλευκη έως καστανοκίτρινη, μέτρια έως έντονα αποσαθρωμένη, ασθενής **μάργα** που ανήκει στους σχηματισμούς του Νεογενούς. Απαντάται κάτω από τις επιφανειακές αποθέσεις από την Χ.Θ. 2 + 420 περίπου (χωρίς να είναι δυνατός με βάση τα υπάρχοντα στοιχεία ο προσδιορισμός της "ακριβής" θέσης εμφάνισής της) έως και το τέλος του σταθμού στην Χ.Θ. 2 + 490.29. Ο σχηματισμός αυτός εμφανίζει ένα μέγιστο πάχος της τάξεως των 4 m από την γεώτρηση ΓΟ4 (Χ.Θ. 2 + 447.73) έως την γεώτρηση Γ26 (Χ.Θ. 2 + 484.81), ενώ το ελάχιστο αυτού είναι περίπου 0.3 m στην γεώτρηση CP3821 στην Χ.Θ. 2 + 429.66.
- ✚ Υπόλευκη έως καστανοκίτρινη, συμπαγής, μέτρια ισχυρή, **αμμώδης μάργα**. Απαντάται κάτω από την μέτρια έως έντονα αποσαθρωμένη ασθενή μάργα από την Χ.Θ. 2 + 420 περίπου έως και το τέλος του σταθμού στην Χ.Θ. 2 + 490.29. Ο σχηματισμός αυτός εμφανίζεται έως το τέλος των γεωτρήσεων CP3822, ΓΟ4 και Γ26.

Σχήμα 8.2: Γεωλογική μηκτομή σταθμού



- Τεχνητές επιχώσεις και επιφανειακές αποθέσεις
- Ασβεστιτικό κροκαλοπαγές
- Ασβεστιτικός μεταψαμμίτης, έντονα αποσαθρωμένος και τεκτονισμένος
- Μεταψαμμίτης, μέτρια ασθενής έως μέτρια ισχυρός, μέτρια αποσαθρωμένος
- Αργιλικός σχιστόλιθος – μεταϊλύολιθος
- Μεταψαμμίτης, ασθενής έως μέτρια ασθενής, μέτρια έως εντελώς αποσαθρωμένος, εξαλλοιωμένος
- Ασθενής μάργα
- Αμμώδης μάργα

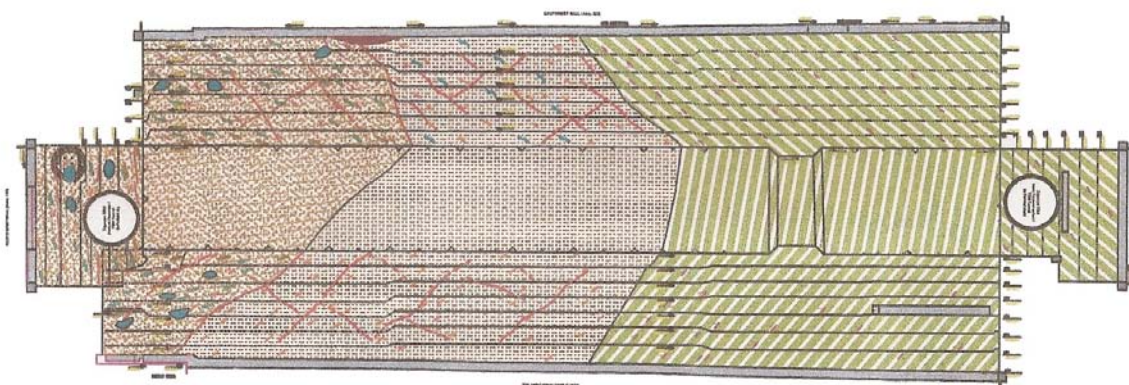


Πρέπει να σημειωθεί ότι το όριο μεταξύ των σχηματισμών της σειράς του Αθηναϊκού Σχιστόλιθου και των νεογενών σχηματισμών είναι ένα ρήγμα με διεύθυνση ΒΑ / ΝΔ – ΝΔ/κή (Εικόνα 8.1). Στα αριστερά της φωτογραφίας διακρίνονται οι σχηματισμοί του Αθηναϊκού Σχιστόλιθου και στα δεξιά διακρίνονται μαργαϊκοί σχηματισμοί

Στο Σχήμα 8.3 διακρίνονται οι κύριοι σχηματισμοί που απαντώνται στο σταθμό: στην αρχή συναντάται υγείεις ασβεστιτικός ψαμμίτης, στη συνέχεια απαντώνται οι σχηματισμοί του μεταψαμμίτη και του μεταίλυόλιθου και τέλος συναντώνται οι μαργαϊκοί νεογενείς σχηματισμοί.



Εικόνα 8.1: Ρήγμα στο χώρο του σταθμού (ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε.)



Σχήμα 8.3: Ανάπτυγμα παρειών και τελικού δαπέδου εκσκαφής (ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε.)

### 8.3. Συμπεριφορά σχηματισμών

**Α**ξιολογώντας τα αποτελέσματα των επί τόπου (πρεσσιομετρικών) και των εργαστηριακών δοκιμών, σε συνδυασμό με επί τόπου μακροσκοπική εξέταση των δειγμάτων, καθορίστηκαν οι τιμές σχεδιασμού για τις γεωτεχνικές παραμέτρους σε κάθε έναν από τους σχηματισμούς που συμμετέχουν στη στρωματογραφία του υπεδάφους (ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε., 2006).

- Τεχνητές επιχώσεις και επιφανειακές αποθέσεις:

$$\gamma = 22.5 \text{ KN} / \text{m}^3$$

$$c = 5 \text{ kPa}$$

$$\varphi = 30^0$$

$$E_{\text{oed}} = 25 \text{ MPa}$$

$$K_o = 0.50$$

- Ασθενής έως μέτρια ασθενής, μέτρια έως εντελώς αποσαθρωμένος, εξαλλοιωμένος μεταψαμμίτης:

$$\gamma = 23 \text{ KN} / \text{m}^3$$

$$c = 10 - 20 \text{ kPa}$$

$$\varphi = 25 - 30^0$$

$$E_{\text{oed}} = 50 - 70 \text{ MPa}$$

$$K_o = 0.65 - 0.75$$

$$\text{GSI} = 27 - 50$$

- Μέτρια ασθενής έως μέτρια ισχυρός, μέτρια αποσαθρωμένος μεταψαμμίτης:

$$\gamma = 23 \text{ KN} / \text{m}^3$$

$$c = 60 - 70 \text{ kPa}$$

$$\varphi = 35 - 40^0$$

$$E_{\text{oed}} = 150 - 200 \text{ MPa}$$

$$E = 110 - 150 \text{ MPa}$$

$$K_o = 0.45 - 0.55$$

$$\text{GSI} = 27 - 50$$

- Ισχυρός, μέτρια τεκτονισμένος ασβεστιτικός μεταψαμμίτης:

$$\gamma = 24 \text{ KN} / \text{m}^3$$

$$c = 80 - 100 \text{ kPa}$$

$$\varphi = 35 - 40^\circ$$

$$E_{\text{mean}} = 450 \text{ MPa}$$

$$E = 300 - 600 \text{ MPa}$$

$$K_o = 0.45 - 0.55$$

$$\text{GSI} = 28 - 70$$

- Μέτρια ασθενής έως ασθενής, μέτρια έως εντελώς αποσαθρωμένος (εξαλλοιωμένος)

μεταίλυόλιθος:

$$\gamma = 22.5 \text{ KN} / \text{m}^3$$

$$c = 20 - 30 \text{ kPa}$$

$$\varphi = 25 - 30^\circ$$

$$E_{\text{oed}} = 150 - 190 \text{ MPa}$$

$$E = 110 - 140 \text{ MPa}$$

$$K_o = 0.65 - 0.75$$

$$\text{GSI} = 30 - 70$$

- Μέτρια ασθενής έως ασθενής, μέτρια έως εντελώς αποσαθρωμένος (εξαλλοιωμένος)

αργιλικός σχιστόλιθος:

$$\gamma = 22.5 \text{ KN} / \text{m}^3$$

$$c = 20 - 25 \text{ kPa}$$

$$\varphi = 25 - 30^\circ$$

$$E_{\text{oed}} = 140 - 200 \text{ MPa}$$

$$E = 105 - 150 \text{ MPa}$$

$$K_o = 0.65 - 0.75$$

$$\text{GSI} = 20 - 25$$

- Υπόλευκη έως καστανοκίτρινη, μέτρια έως έντονα αποσαθρωμένη ασθενής μάρμα:

$$\gamma = 21 \text{ KN} / \text{m}^3$$

$$c = 10 - 20 \text{ kPa}$$

$$\varphi = 25 - 30^\circ$$

$$E_{\text{oed}} = 80 - 100 \text{ MPa}$$

$$E = 60 - 75 \text{ MPa}$$

$$K_o = 0.65 - 0.75$$

$$GSI = 30 - 35$$

➤ Υπόλευκη έως καστανοκίτρινη, συμπαγής, μέτρια ισχυρή αμμώδης μάργα:

$$\gamma = 22 \text{ KN} / \text{m}^3$$

$$c = 50 - 60 \text{ kPa}$$

$$\varphi = 27 - 32^\circ$$

$$E = 200 - 250 \text{ MPa}$$

$$E_{\text{mean}} = 225 \text{ MPa}$$

$$K_o = 0.65 - 0.70$$

$$GSI = 65 - 70$$

όπου:  $\gamma$  = ειδικό βάρος

$c$  = συνοχή

$\varphi$  = γωνία εσωτερικής τριβής

$E_{\text{oed}}$  = μέτρο συμπίεστότητας

$K_o$  = συντελεστής ουδέτερων ωθήσεων

$GSI$  = γεωλογικός δείκτης αντοχής

Για τον καθορισμό των τιμών των παραμέτρων της διατμητικής αντοχής ( $c$  και  $\varphi$ ) και της παραμορφωσιμότητας ( $E$ ) των σχηματισμών, έγινε χρήση της μεθοδολογίας των Hoek – Brown, η οποία βασίζεται στην τιμή του Δείκτη Γεωλογικής Αντοχής ( $GSI$ ) και το τροποποιημένο κριτήριο αντοχής της βραχομάζας Hoek – Brown (Hoek, Kaiser and Bawden, 1995, Hoek, Wood and Shah, 1997, Hoek and Brown, 1997, Hoek και Μαρίνος, 2000 και 2002, Hoek and Diederichs, 2006). Για τον σκοπό αυτό, χρησιμοποιήθηκε ο κώδικας H/Y Roclab v. 1.031, της Rocscience Inc., που βασίζεται στη μεθοδολογία αυτή. Στο Παράρτημα 2 φαίνονται ενδεικτικά για τον ασθενή έως μέτρια ασθενή μεταψαμμίτη, τα αποτελέσματα της θεώρησης Hoek and Brown που υιοθετήθηκαν στην ανάλυση με το Roclab v.1.031.

Ο Γεωλογικός Δείκτης Αντοχής (Geological Strength Index,  $GSI$ ), που έχει διεθνώς καθιερωθεί για τον ποσοτικό χαρακτηρισμό της ποιότητας μιας βραχομάζας, έχει τα τελευταία χρόνια ευρύτατη χρήση και στην Ελλάδα. Ο δείκτης,  $GSI$ , εισήχθη από τους Hoek, Wood and Shah το 1992, επεκτάθηκε ουσιαστικά για τις ασθενείς βραχομάζες από τους Hoek, Marino and Benissi το 1998 και για τον φλύσχη από τους Marino and Hoek το 2000. Ο Δείκτης εκτός από τη γεωτεχνική ταξινόμηση, εκφράζει αριθμητικά την απομείωση των

σταθερών του υλικού, ανάλογα με την ρωγμάτωση της βραχόμαζας. Αποτελεί λοιπόν σημαντικό στοιχείο στην επίλυση του κριτηρίου θραύσης Hoek and Brown και προσφέρει λύσεις στο πρόβλημα του προσδιορισμού των πλέον αντιπροσωπευτικών τιμών των παραμέτρων σχεδιασμού των τεχνικών έργων σε περιβάλλον ρωγματομένων βράχων. Ο δείκτης GSI βασίζεται στην εκτίμηση της δομής και της καταστάσεως των ασυνεχειών της βραχόμαζας και επομένως αποτελεί ένα φιλικό, γεωλογικά, δείκτη που μπορεί να εκτιμάται εύκολα.

## 9. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΗ ΣΤΕΝΗ ΖΩΝΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

### 9.1. Γενικά

Οι παρατηρήσεις σχετικά με την υδρογεωλογία στην περιοχή κατασκευής του σταθμού θα αναλυθούν σε δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο θα παρουσιαστούν στοιχεία βασισμένα σε παλαιές έρευνες και στο δεύτερο στάδιο από πιο πρόσφατες γεωτρήσεις κατά την διάρκεια κατασκευής του σταθμού, είτε δειγματοληπτικών είτε πρεσιομετρικών (ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε., 2006).

### 9.2. Υδρογεωλογικά στοιχεία παλαιών ερευνών

Στον Πίνακα 9.1 που ακολουθεί παρουσιάζονται τα στοιχεία των γεωτρήσεων στις οποίες τοποθετήθηκαν πιεζόμετρα και πραγματοποιήθηκαν παρατηρήσεις σχετικά με την υδρογεωλογία:

Πίνακας 9.1: Στοιχεία γεωτρήσεων

Α/Α	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	X	Y	Z	ΒΑΘΟΣ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
1	Γ17	X = 96615.1041	Y = 103908.5556	52.34	30.00	
2	Γ25	X = 96684.0480	Y = 103730.8743	48.65	30.00	
3	Γ26	X = 96019.1679	Y = 104627.9142	65.93	30.00	
4	Γ32	X = 96552.7679	Y = 104039.8926	55.80	30.00	
5	CP3818	X = 96520.2210	Y = 104024.0750	55.70	30.00	
6	CP3819	X = 96467.3900	Y = 104103.3000	57.46	29.90	
7	CP3820	X = 96087.0720	Y = 104535.8210	64.56	30.40	
8	CP3821	X = 96075.6270	Y = 104605.5470	65.12	29.70	
9	CP3822	X = 96001.5680	Y = 104623.2550	66.13	30.20	
10	THP1	X = 95857.8070	Y = 104838.8070	69.13	100.00	
11	THP1A	X = 95856.3450	Y = 104835.8020	68.98	100.00	
12	THP13	X = 95826.6300	Y = 104837.7240	69.26	100.00	Καταστροφική
13	THP15	X = 95852.8950	Y = 104812.2160	68.34	100.00	Καταστροφική
14	THP18	X = 96020.1130	Y = 104630.0230	65.76	54.00	Καταστροφική

Από τα δεδομένα των δειγματοληπτικών γεωτρήσεων φαίνεται ότι στις θέσεις όπου επιφανειακά απαντώνται οι ολοκαινικές αποθέσεις και τα κροκαλοπαγή (σταθμός "Ανθούπολη" έως και σταθμός "Περιστέρι", αναπτύσσεται επικρεμάμενος υδροφόρος με στάθμη 2 έως 5 m. Ο υποκείμενος Αθηναϊκός Σχιστόλιθος αποτελεί ένα φυσικό φραγμό για

την κίνηση των κατερχόμενων υπογείων υδάτων. Η στάθμη των υπογείων υδάτων στην περιοχή των νεογενών σχηματισμών, βρίσκεται σε βάθος 6.60 έως 8 m.

### 9.2.1. Μετρήσεις στάθμης

Στις περισσότερες από τις γεωτρήσεις που ανορύχθησαν, καταγράφηκε η μεταβολή της στάθμης κατά την διάρκεια της διάτρησης με ημερήσιο βήμα. Η καταγραφή πραγματοποιήθηκε το πρωί (πριν την έναρξη των καθημερινών εργασιών) και το απόγευμα (μετά το πέρας των καθημερινών εργασιών). Σε ορισμένες από αυτές τοποθετήθηκαν πιεζόμετρα, με αποτέλεσμα να υφίστανται στοιχεία στάθμης και μετά το πέρας των εργασιών. Τα τελευταία καταγράφηκαν πλήρως και παρατίθενται στον Πίνακα 9.2. Ο Πίνακας αυτός περιλαμβάνει τα στοιχεία των δοκιμών για τις γεωτρήσεις που εμπλέκονται άμεσα με το έργο:

**Πίνακας 9.2: Στάθμη γεωτρήσεων**

Αριθμός Γεώτρησης	Ημερομηνία Μέτρησης	Στάθμη (m)
Γ16	01/07/1997	4.00
	03/07/1997	4.20
	22/07/1997	4.10
	28/07/1997	4.10
	30/08/1997	4.12
	28/09/1997	4.12
	29/10/1997	4.07
	16/11/1997	4.02
	01/12/1997	4.00
	03/01/1998	3.95
	02/02/1998	3.83
	06/03/1998	3.65
	04/04/1998	3.37
	03/05/1998	3.73
06/06/1998	4.00	
Γ26	27/04/1998	4.00
	04/04/1998	4.00
	03/05/1998	4.04
	06/06/1998	4.10
ΤΗΡ 18	01/03/2001	6.00
Γ04	10/07/2002	4.80
CP3820	10/10/2005	3.50
	14/10/2005	3.51
	17/10/2005	3.51
	20/10/2005	3.50
	24/10/2005	3.50
	31/10/2005	3.53
CP3821	13/10/2005	3.40
	14/10/2005	2.12
	17/10/2005	2.02
	20/10/2005	2.00
	24/10/2005	1.97
	31/10/2005	2.00

CP3822	10/10/2005	5.50
	14/10/2005	-
	17/10/2005	5.28
	20/10/2005	5.20
	24/10/2005	5.23
	31/10/2005	5.22

### 9.2.2. Δοκιμές – μετρήσεις υδροπερατότητας – υδαταγωγιμότητας

Σε ορισμένες από τις γεωτρήσεις που ανορύχθησαν σε παλαιότερα προγράμματα γεωτεχνικών ερευνών εκτελέστηκαν δοκιμές υδροπερατότητας. Αυτές συνίστατο σε δοκιμές κατερχόμενου (Maag) ή ανερχόμενου (Lefranc) φορτίου στα χαλαρά εδάφη και σε δοκιμές εισπίεσης ύδατος (Lugeon) σε βραχώδεις σχηματισμούς. Τα αποτελέσματα των δοκιμών αυτών ανά γεώτρηση παρουσιάζονται στον Πίνακα 9.3:

Πίνακας 9.3: Δοκιμές υδροπερατότητας παλαιών γεωτρήσεων

Αριθμός Γεώτρησης	Είδος Δοκιμής	Βάθος	Συντελεστής Υδροπερατότητας (cm / sec)
Γ16	Lugeon	10.00 - 13.00	0
		13.00 - 16.00	0
		16.00 - 19.00	$1.11 \times 10^{-5}$
		19.00 - 22.00	$7.32 \times 10^{-6}$
		22.00 - 25.00	0
Γ26	Lugeon	10.00 - 13.00	0
		13.00 - 16.00	0
		16.00 - 19.00	$4.39 \times 10^{-6}$
		19.00 - 22.00	$6.24 \times 10^{-6}$
		22.00 - 25.00	$1.18 \times 10^{-6}$
Γ37	Lugeon	10.00 - 13.00	0
		13.00 - 16.00	$4.53 \times 10^{-6}$
		16.00 - 19.00	$1.06 \times 10^{-5}$
		19.00 - 22.00	$1.17 \times 10^{-5}$
		22.00 - 25.00	$1.28 \times 10^{-3}$
CP3820	Maag	5.10 - 5.90	$1.81 \times 10^{-5}$
		10.60 - 11.50	$3.38 \times 10^{-5}$
		14.90 - 15.70	$2.48 \times 10^{-5}$
		19.90 - 20.90	$3.70 \times 10^{-5}$
CP3821	Lugeon	4.00 - 9.00	$3.36 \times 10^{-4}$
		8.30 - 10.30	$1.97 \times 10^{-4}$
		12.20 - 17.20	$1.25 \times 10^{-4}$
		17.70 - 22.70	$4.70 \times 10^{-5}$
CP3822	Lugeon	5.80 - 8.80	$7.90 \times 10^{-5}$
		11.20 - 14.20	$1.50 \times 10^{-4}$
		14.00 - 19.00	$1.15 \times 10^{-5}$
		22.20 - 27.20	$1.56 \times 10^{-5}$



Από τα αποτελέσματα των δοκιμών προκύπτει ότι οι διαπερατότητες είναι χαμηλές μέχρι πολύ χαμηλές και κυμαίνονται από  $10^{-4}$  μέχρι  $10^{-6}$  cm / sec, ενώ σε πολλές δοκιμές εισπίεσης οι απώλειες στις μάργες και τους σχιστόλιθους ήταν μηδενικές.

### 9.2.3. Υδροχημεία

Σε δείγματα ύδατος που ελήφθησαν από τις γεωτρήσεις με πρόθεμα Γ, κατά την περίοδο της χαμηλής και της υψηλής στάθμης, πραγματοποιήθηκαν χημικές αναλύσεις. Αυτές κατέδειξαν ότι στα νερά του επιφανειακού υδροφόρου ορίζοντα και σε όλο το μήκος της χάραξης περιέχονται χημικές ενώσεις και στοιχεία που επηρεάζουν το σκυρόδεμα. Γενικά παρατηρήθηκαν ανωμαλίες τοπικού χαρακτήρα που αποδίδονται σε ρύπανση διαφόρων αιτιών. Τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων δειγμάτων νερού για τις ανωτέρω γεωτρήσεις που σχετίζονται με την περιοχή του έργου δίδονται στον Πίνακα 9.4 (Α και Β):

**Πίνακας 9.4Α: Αποτελέσματα χημικής ανάλυσης νερών σε δείγματα που πάρθηκαν στην περίοδο υψηλής στάθμης**

Γεωτρήσεις	pH	Αγωγιμότητα μs / cm (25 <sup>0</sup> C)	CO <sub>2</sub> (mg / l)	Mg (mg / l)	SO <sub>4</sub> (mg / l)	NH <sub>4</sub> (mg / l)
Γ16	7.50	740	<1	20.70	97.00	<0.1
Γ26	7.50	790	<1	29.40	67.90	<0.1

**Πίνακας 9.4Β: Αποτελέσματα χημικής ανάλυσης νερών σε δείγματα που πάρθηκαν στην περίοδο χαμηλής στάθμης**

Γεωτρήσεις	pH	Αγωγιμότητα μs / cm (25 <sup>0</sup> C)	CO <sub>2</sub> (mg / l)	Mg (mg / l)	SO <sub>4</sub> (mg / l)	NH <sub>4</sub> (mg / l)
Γ16	7.30	655	0.0	36.80	88.40	<0.1

## 9.3. Υδρογεωλογικά στοιχεία συμπληρωματικής γεωτεχνικής έρευνας

### 9.3.1. Στοιχεία γεωτρήσεων

Η επί τόπου συμπληρωματική γεωτεχνική έρευνα πραγματοποιήθηκε το χρονικό διάστημα από 5/10/2006 έως 11/01/2007. Τα στοιχεία των γεωτρήσεων με πιεζομετρικά όργανα έχουν ομαδοποιηθεί ανάλογα με τη θέση ανόρυξης (θέση τεχνικού) και παρατίθενται στον συγκεντρωτικό Πίνακα 9.5. Στον ανωτέρω Πίνακα περιλαμβάνονται και τα στοιχεία των γεωτρήσεων δομητικής παρακολούθησης εντός των οποίων τοποθετήθηκαν όργανα μέτρησης

της στάθμης των υπόγειων υδάτων. Ο Πίνακας αυτός περιλαμβάνει τα στοιχεία των γεωτρήσεων που εμπλέκονται άμεσα με το έργο:

**Πίνακας 9.5: Στοιχεία ερευνητικών γεωτρήσεων**

ΓΕΩΤΡΗΣΗ	Χ.Θ.	ΒΑΘΟΣ ΕΡΕΥΝΑΣ (m)	ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ		ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΕΔΑΦΟΥΣ (σπόλυτο-m)	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΕΣ		ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟΥ ΟΡΓΑΝΟΥ	ΤΕΧΝΙΚΟ
			X	Y		ΕΝΑΡΞΗ	ΠΕΡΑΣ		
CBSP1	2+370.31	31.00	96084.89	104531.49	+84.45	4/1/07	11/1/07	ΔΟΝΟΥΜΕΝΗΣ ΧΟΡΔΗΣ	ΣΤΑΘΜΟΣ ΑΝΘΟΥΠΟΛΗ
CBSP2	2+377.20	31.00	96102.098	104558.407	+84.60	18/12/06	21/12/06	ΔΟΝΟΥΜΕΝΗΣ ΧΟΡΔΗΣ	ΣΤΑΘΜΟΣ ΑΝΘΟΥΠΟΛΗ
CBSP3	2+420.89	31.20	96041.79	104559.65	+84.66	8/12/06	14/12/06	ΔΟΝΟΥΜΕΝΗΣ ΧΟΡΔΗΣ	ΣΤΑΘΜΟΣ ΑΝΘΟΥΠΟΛΗ
CBSR1	2+426.21	31.60	96045.842	104571.177	+85.07	18/12/06	20/12/06	ΑΝΟΙΚΤΟΥ ΤΥΠΟΥ	ΣΤΑΘΜΟΣ ΑΝΘΟΥΠΟΛΗ
CBSP4	2+442.49	31.00	96058.533	104607.160	+85.48	18/12/06	21/12/06	ΔΟΝΟΥΜΕΝΗΣ ΧΟΡΔΗΣ	ΣΤΑΘΜΟΣ ΑΝΘΟΥΠΟΛΗ
CBSP5	2+470.80	33.00	96014.634	104603.563	+86.13	7/2/07	9/2/07	ΔΟΝΟΥΜΕΝΗΣ ΧΟΡΔΗΣ	ΣΤΑΘΜΟΣ ΑΝΘΟΥΠΟΛΗ
CBSP6	2+486.80	33.00	96023.611	104635.145	+85.76	12/2/07	14/2/07	ΔΟΝΟΥΜΕΝΗΣ ΧΟΡΔΗΣ	ΣΤΑΘΜΟΣ ΑΝΘΟΥΠΟΛΗ

### 9.3.2. Διακύμανση στάθμης γεωρήσεων

Κατά την διάρκεια των εργασιών υπαίθρου μετρήθηκαν και καταγράφηκαν σε καθημερινή βάση η στάθμη πριν την έναρξη (πρωινή) και μετά το πέρας (βραδινή) των εργασιών, του νερού μέσα στις γεωτρήσεις. Οι μετρήσεις αυτές είναι επηρεασμένες από το νερό που χρησιμοποιήθηκε κατά την διάτρηση και δεν αποτελούν αντιπροσωπευτικές τιμές για τη στάθμη των υπόγειων υδάτων εκτός ίσως από την πρωινή λόγω του μεγαλύτερου χρόνου ηρεμίας. Στον Πίνακα 9.6 δίδονται οι καθημερινές καταγραφές της στάθμης (πρωί – βράδυ) σε σχέση με την ημερήσια πρόοδο ανόρυξης, το βάθος και τον τύπο της σωλήνωσης:

**Πίνακας 9.6: Ημερήσιες στάθμες γεωτρήσεων**

Γεώτρηση	Ημερομηνία	Βάθος Διάτρησης	Βάθος Σωλήνωσης (m)		Τύπος Σωλήνωσης (m)	Βάθος Υπόγειου Νερού – Σχετικό (m)		Παρατηρήσεις
			Από	Έως		Πρωί	Βράδυ	
CBSP1	04/01/2007	6.20	0.00	2.50	Φ140	-	1.60	Απώλειες επιστρεφόμενων υδάτων της τάξης του 10% στο βάθος 2.40 - 31.00 m.
	05/01/2007	12.20	0.00	2.50	Φ140	3.00	1.20	
	08/01/2007	19.30	0.00	2.50	Φ140	3.20	1.40	
	09/01/2007	24.60	0.00	2.50	Φ140	3.40	1.50	
	10/01/2007	31.00	0.00	2.50	Φ140	3.20	1.70	
CBSP2	18/12/2006	9.50	0.00	3.00	Φ140	-	1.05	-
	19/12/2006	18.80	0.00	3.00	Φ140	4.60	3.10	
	20/12/2006	27.40	0.00	3.00	Φ140	5.10	2.90	
	21/12/2006	31.00	0.00	3.00	Φ140	5.50	2.40	
CBSP3	11/12/2006	14.20	0.00	7.90	Φ140	-	2.50	Απώλειες επιστρεφόμενων υδάτων της τάξης του 10% στο βάθος 2.00 – 5.40 m.
	12/12/2006	19.80	0.00	7.90	Φ140	3.00	2.70	
	13/12/2006	26.90	0.00	7.90	Φ140	3.20	2.80	
	14/12/2006	31.20	0.00	7.90	Φ140	3.50	3.00	

CBSP4	18/12/2006	8.40	0.00	2.70	Φ140	-	1.30	-
	19/12/2006	20.50	0.00	2.70	Φ140	1.80	2.20	
	20/12/2006	29.50	0.00	2.70	Φ140	2.50	2.80	
	21/12/2006	31.00	0.00	2.70	Φ140	2.90	2.50	

### 9.3.3. Στάθμη πιεζομέτρων

Σε ορισμένες από τις γεωτρήσεις που ανορύχθησαν τοποθετήθηκαν πιεζόμετρα ελεύθερου τύπου, τύπου Casagrande και δονούμενης χορδής. Τα πιεζόμετρα αυτά μετρήθηκαν σε τακτά χρονικά διαστήματα, μετά την τοποθέτησή τους και οι ενδείξεις των μετρήσεων παρατίθενται στον Πίνακα 9.7. Οι μετρήσεις αυτές αναφέρονται σε μετρήσεις χειμερινής περιόδου, με σχετικά μικρό όμως ποσοστό βροχόπτωσης. Στον Πίνακα 9.7 δίδονται και οι ισοδύναμες στάθμες της μετρηθείσας πίεσης από τα πιεζόμετρα δονούμενης χορδής:

Πίνακας 9.7: Στάθμες πιεζομέτρων

Γεωτρήσεις		Δεκέμβριος				Ιανουάριος		
		15/12/06	20/12/06	22/12/06	27/12/06	03/01/07	12/01/07	19/01/07
CBSP1	VW						3.93	4.17
CBSP2	VW			5.27	5.31	5.50	5.54	5.51
CBSP3	VW	2.46			2.54	2.80	-	2.77
CBSR1	SP				2.35	2.61	-	-
CBSP4	VW			2.60	2.66	2.87	2.90	2.85
CBSP5	VW							
CBSP6	VW							

Πίνακας 9.7: (συνέχεια)

Φεβρουάριος				Μάρτιος	Απρίλιος
02/02/07	09/02/07	16/02/07	26/02/07	14/03/07	03/04/07
4.55	4.59	4.59	-	5.15	5.49
5.51	5.57	5.59	5.47	5.45	5.84
2.80	2.82	-	1.93	2.73	3.00
2.65	2.66	2.61	2.51	2.63	2.85
2.87	2.85	2.85	3.24	3.14	3.42
		-	4.62	4.62	4.76
		-	3.64	3.68	3.88

### 9.3.4. Δοκιμές Air – Lift

Σε ορισμένες από τις γεωτρήσεις εκτελέστηκαν εργασίες ανάπτυξης των πιεζόμετρων με την μέθοδο επαναφοράς της στάθμης (Air - Lift). Η διαδικασία που ακολουθήθηκε ήταν συνοπτικά η ακόλουθη:

Αρχικά μετράται η στάθμη του πιεζόμετρου πριν πραγματοποιηθεί οποιαδήποτε άλλη εργασία. Στη συνέχεια τοποθετείται μεταλλικός σωλήνας ½” στο βαθύτερο σημείο της γεώτρησης. Το κατώτερο άκρο του μεταλλικού σωλήνα (μήκους περίπου 1.5 m) είναι διάτρητο (μεταλλικό ακροφύσιο) έτσι ώστε η έξοδος είτε του νερού είτε του αέρα να γίνεται με φόρα προς τα πάνω για την αποφυγή καταστροφής του πιεζόμετρου. Στο κατώτερο τμήμα του μεταλλικού ακροφυσίου υπάρχει προσαρμοσμένος περιφραγματικός μεταλλικός σωλήνας (μήκος περίπου 2 m και διαμέτρου 1”) για την ομαλή έξοδο του νερού – αέρα. Στην αρχή γίνεται καθαρισμός του πιεζόμετρου με διοχέτευση καθαρού νερού μέσα από το μεταλλικό σωλήνα, με χαμηλή πίεση και σταθερή ροή μέσω αντλίας νερού. Όταν το νερό που βγαίνει από τη γεώτρηση είναι σχετικά διαυγές και χωρίς χονδρόκοκκο υλικό σταματά το πλύσιμο της γεώτρησης. Στη συνέχεια συνδέεται ο μεταλλικός σωλήνας με αεροσυμπιεστή χαμηλής πίεσης και ξεκινά η διαδικασία εισαγωγής αέρα. Η διάρκεια του Air - Lift είναι τέτοια έτσι ώστε από τη γεώτρηση να εξέλθει η μεγαλύτερη δυνατή ποσότητα νερού και το νερό από την επαναφορά να είναι διαυγές. Τέλος, αφού εξέλθει ο μεταλλικός σωλήνας εισόδου νερού – αέρα, πραγματοποιούνται μετρήσεις επαναφοράς της στάθμης του πιεζόμετρου με την πάροδο του χρόνου για τα ακόλουθα διαστήματα: Τα πρώτα δέκα λεπτά ανά λεπτό, στη συνέχεια ανά πέντε λεπτά έως την συμπλήρωση μισής ώρας και μετά ανά ώρα μέχρι την επαναφορά της στάθμης του πιεζόμετρου στην αρχική του στάθμη.

Στον Πίνακα 9.8 που ακολουθεί συνοψίζονται τα στοιχεία των δοκιμών επαναφοράς στάθμης στις γεωτρήσεις:

**Πίνακας 9.8: Στοιχεία επαναφοράς στάθμης με την διαδικασία Air – Lift**

Γεώτρηση	Ημερομηνία Εργασίας Airlift	Αρχική Στάθμη (m)	Στάθμη Επαναφοράς (m)	Χρονική Διάρκεια Επαναφοράς
CBSP1	13/01/2007	3.80	4.23	1 h + 30 min
CBSP2	21/12/2006	1.30	5.20	55 min
CBSP3	14/12/2006	3.00	5.18	2 h
CBSR1	13/01/2007	2.80	5.25	4 h
CBSP4	21/12/2006	3.00	3.00	1 h

### 9.3.5. Δοκιμές υδροπερατότητας Maag

Κατά τη διάρκεια των διατρητικών εργασιών των γεωτρήσεων εκτελέστηκαν επί τόπου δοκιμές εισπίεσεως τύπου Maag για τον προσδιορισμό της διαπερατότητας των εδαφικών σχηματισμών. Κατά τη δοκιμή αυτή μετρήθηκε η πτώση της στάθμης της στήλης του νερού μέσα στη σωληνωμένη γεώτρηση σε συνάρτηση με τον χρόνο και προσδιορίστηκε ο συντελεστής διαπερατότητας, που αντιστοιχεί στο βάθος της δοκιμής. Στον Πίνακα 9.9 που ακολουθεί δίνεται για κάθε γεώτρηση η ημερομηνία εκτέλεσης της δοκιμής, το βάθος της δοκιμής, το μήκος του ασωλήνωτου τμήματος, ο υπολογιζόμενος μέσος ενδεικτικός συντελεστής διαπερατότητας, καθώς και η συνοπτική περιγραφή του σχηματισμού στον οποίο εκτελέστηκε η δοκιμή:

**Πίνακας 9.9: Αποτελέσματα δοκιμών υδροπερατότητας τύπου Maag**

Γεώτρηση	Ημερομηνία Εκτέλεσης	Βάθος Δοκιμής (m)		Μήκος Ασωλήνωτου Τμήματος (m)	Μέσος Ενδεικτικός Συντελεστής Διαπερατότητας k (cm / sec)	Περιγραφή Σχηματισμού
		Από	Έως			
CBSP1	04/01/2007	2.50	3.90	1.40	6.30E - 05	ΜΕΤΑΨΑΜΜΙΤΗΣ
CBSP2	18/12/2006	3.00	4.70	1.70	2.61E - 05	ΜΕΤΑΪΛΥΟΛΙΘΟΣ / ΜΕΤΑΨΑΜΜΙΤΗΣ (Αποσυντίθεται σε αμμώδη ισχνή ΑΡΓΙΛΟ με λεπτά – μεσαία χαλίκια (CL) έως 3.70 m. ΜΕΤΑΨΑΜΜΙΤΗΣ / ΜΕΤΑΪΛΥΟΛΙΘΟΣ (Αποσυντίθεται σε ιλύδες ΧΑΛΙΚΕΣ με άμμο (GM) έως ιλύδη ΑΜΜΟ με χαλίκια (SM) έως τα 4.70 m.
CBSP3	11/12/2006	4.00	5.40	1.40	4.03E - 05	ΜΕΤΑΨΑΜΜΙΤΗΣ (Αποσυντίθεται σε αμμώδη ισχνή ΑΡΓΙΛΟ με λεπτά – μεσαία χαλίκια (CL), αργιλώδη έως ιλύδη ΑΜΜΟ με λεπτά – μεσαία χαλίκια (SC) (SM), μέσους, ιλύδεις ΧΑΛΙΚΕΣ με άμμο (GM) έως μέσους – χονδρούς ΧΑΛΙΚΕΣ κακής διαβάθμισης με ιλύ και άμμο (GP – GM).
		7.90	10.10	2.20	3.57E - 05	ΜΕΤΑΨΑΜΜΙΤΗΣ (Αποσυντίθεται σε αμμώδη ισχνή ΑΡΓΙΛΟ με λεπτά – μεσαία χαλίκια (CL), αργιλώδη έως ιλύδη ΑΜΜΟ με λεπτά – μεσαία χαλίκια (SC) (SM), μέσους, ιλύδεις ΧΑΛΙΚΕΣ με άμμο (GM) έως μέσους – χονδρούς ΧΑΛΙΚΕΣ κακής διαβάθμισης με ιλύ και άμμο (GP – GM).
CBSP4	18/12/2006	2.70	5.50	2.80	1.66E - 05	Ισχνή ΑΡΓΙΛΟ με άμμο και λίγα χαλίκια (CL) έως τα 4.20 m. , ΛΑΤΥΠΟΠΑΓΕΣ έως τα 5.50 m.

### 9.3.6. Δοκιμές εισπίεσης Lugeon

Κατά τη διάρκεια των διατηρητικών εργασιών των γεωτρήσεων, σε βραχώδεις σχηματισμούς εκτελέστηκαν δοκιμές εισπίεσεως τύπου Lugeon για τον προσδιορισμό της διαπερατότητας του βραχώδους υποβάθρου.

Κατά τη δοκιμή Lugeon μετρήθηκε η απορροφούμενη ποσότητα νερού στο εισπιεζόμενο τμήμα με διάφορες βαθμίδες πίεσεως σε ανιόντα και κατιόντα βήματα σε συνάρτηση με το χρόνο. Προσδιορίστηκε έτσι ένας ενδεικτικός μέσος συντελεστής διαπερατότητας, που αντιστοιχεί στη μέση τιμή των συντελεστών από όλα τα βήματα και για το βάθος της δοκιμής.

Τα βήματα πίεσεως, που επελέγησαν για τις δοκιμές Lugeon ήταν ανάλογα με το βάθος δοκιμής, τη δομή του πετρώματος και τη φύση των ασυνεχειών. Τα αποτελέσματα δίδονται στον Πίνακα 9.10:

**Πίνακας 9.10: Δοκιμές εισπίεσης Lugeon**

Γεώτρηση	Βάθος Δοκιμής (m)		Εφαρμοζόμενη Πίεση (kg / cm <sup>2</sup> )	Συντελεστής Διαπερατότητας k (cm / sec)	Προτεινόμενη τιμή Συντελεστή Διαπερατότητας K <sub>m</sub> (cm / sec)	Περιγραφή Σχηματισμού
	Από	Έως				
CBSP1	7.20	12.20	1.34	3.53E - 05	4.96E - 05	ΜΕΤΑΨΑΜΜΙΤΗΣ κερματισμένος έως έντονα κερματισμένος. Στα βάθη 8.40 – 9.40 m αποσυντίθεται σε ιλύδη ΑΜΜΟ με μεσαία – χονδρά χαλίκια, (SM).
			2.34	5.56E - 05		
			3.34	5.88E - 05		
			2.34	5.70E - 05		
			1.34	4.06E - 05		
	13.00	18.00	1.33	1.95E - 05	2.63E - 05	ΜΕΤΑΨΑΜΜΙΤΗΣ
			2.33	3.04E - 05		
			4.33	4.31E - 05		
			2.33	2.23E - 05		
			1.33	1.60E - 05		
	18.40	23.40	2.32	3.06E - 05	3.29E - 05	ΜΕΤΑΨΑΜΜΙΤΗΣ κερματισμένος έως έντονα κερματισμένος έως τα 20.40 m. ΜΕΤΑΨΑΜΜΙΤΗΣ ΛΑΤΥΠΟΠΑΓΕΣ έως τα 22.70 m, ΜΕΤΑΨΑΜΜΙΤΗΣ, ισχυρά έως μέτρια τεκτονισμένος. (Τοπικά αποσυντίθεται σε ΧΑΛΙΚΕΣ κακής διαβάθμισης (GP) έως τα 23.40m.
			3.32	3.56E - 05		
			5.32	4.71E - 05		
			3.32	3.20E - 05		
			2.32	1.94E - 05		

CBSP1	24.60	29.60	2.32	2.75E - 05	3.05E - 05	ΜΕΤΑΨΑΜΜΙΤΗΣ, ισχυρά έως μέτρια τεκτονισμένος. (Τοπικά αποσυντίθεται σε ΧΑΛΙΚΕΣ κακής διαβάθμισης (GP)).
			4.32	3.18E - 05		
			6.32	3.82E - 05		
			4.32	2.14E - 05		
			2.32	3.36E - 05		
CBSP2	8.20	13.20	0.78	3.66E - 06	1.19E - 06	ΜΕΤΑΨΑΜΜΙΤΗΣ, έντονα κερματισμένος. (Αποσυντίθεται σε ιλυώδεις ΧΑΛΙΚΕΣ με άμμο και μεσαία - χονδρά χαλίκια έως ιλυώδη ΑΜΜΟ με λεπτά - μεσαία χαλίκια (GM) (SM)).
			1.28	2.22E - 06		
			1.78	4.00E - 06		
			1.28	1.86E - 06		
			1.36	3.48E - 06		
	13.80	18.80	2.36	4.02E - 06	5.24E - 06	ΜΕΤΑΨΑΜΜΙΤΗΣ έως τα 16.00 m, ΜΕΤΑΨΑΜΜΙΤΗΣ / ΜΕΤΑΪΛΥΟΛΙΘΟΣ, έντονα τεκτονισμένος. (Αποσυντίθεται σε ΧΑΛΙΚΕΣ κακής διαβάθμισης με ιλύ και άμμο (GP - GM) έως τα 18.80 m.
			3.36	8.45E - 06		
			2.36	5.02E - 06		
			1.36	5.23E - 06		
			1.41	2.02E - 08		

CBSP3	10.60	15.60			1.82E - 06	ΜΕΤΑΨΑΜΜΙΤΗΣ (Αποσυντίθεται Σε αμμώδη ισχνή ΑΡΓΙΛΙΟ με λεπτά - μεσαία χαλίκια (CL), αργιλώδη έως ιλυώδη ΑΜΜΟ με λεπτά - μεσαία χαλίκια (SC) (SM), μέσους, ιλυώδεις ΧΑΛΙΚΕΣ με άμμο (GM) έως μέσους - χονδρούς ΧΑΛΙΚΕΣ κακής διαβάθμισης με ιλύ και άμμο (GP - GM)
			2.41	1.18E - 08		
			3.41	9.02E - 08		
			2.41	1.77E - 08		
			1.41	2.02E - 08		
			1.45	1.96E - 08		
			2.45	1.74E - 08		
	17.00	22.00	3.45	3.43E - 08	7.01E - 07	ΜΕΤΑΨΑΜΜΙΤΗΣ (Αποσυντίθεται Σε αμμώδη ισχνή ΑΡΓΙΛΙΟ με λεπτά - μεσαία χαλίκια (CL), αργιλώδη έως ιλυώδη ΑΜΜΟ με λεπτά - μεσαία χαλίκια (SC) (SM), μέσους, ιλυώδεις ΧΑΛΙΚΕΣ με άμμο (GM) έως μέσους - χονδρούς ΧΑΛΙΚΕΣ κακής διαβάθμισης με ιλύ και άμμο (GP - GM) έως τα 20.55 m. ΜΕΤΑΪΛΥΟΛΙΘΟΣ (Αποσυντίθεται σε ιλυώδη ΑΜΜΟ με λεπτά χαλίκια έως ιλυώδη ΑΜΜΟ με λεπτά - μεσαία χαλίκια (SM) και τοπικά σε αργιλώδη ΑΜΜΟ με λεπτά χαλίκια (SC), έως τα 22.00 m.
			2.45	1.74E - 08		
			1.45	1.96E - 08		

CBSP3	21.90	26.90	-	-	Αδυναμία αύξησης πίεσης πάνω από 3 Atm (max. Παροχή αντλίας 120 lt / min). Ολικές απώλειες υδάτων.	ΜΕΤΑΪΛΥΟΛΙΘΟΣ (Αποσυντίθεται σε ιλυώδη ΑΜΜΟ με λεπτά χαλίκια έως λεπτά – μεσαία χαλίκια (SM) και τοπικά σε αργιλώδη ΑΜΜΟ με λεπτά χαλίκια (SC).
CBSP4	6.20	11.20	1.26	2.26E - 08	2.48E - 06	ΛΑΤΥΠΟΠΑΓΕΣ έως τα 8.60 m, ΑΡΓΙΛΟΛΙΘΟΣ, με παρεμβολές λατυποπαγούς (κυρίως στο βάθος 10.30 – 11.20 m). (Τοπικά αποσυντίθεται σε αμμώδη ισχνή ΑΡΓΙΛΟ έως ισχνή ΑΡΓΙΛΟ (CL), με λίγα λεπτά χαλίκια)
			2.26	1.26E - 08		
			3.26	1.23E - 05		
			2.26	1.26E - 08		
			1.26	2.26E - 08		
	10.70	15.70	1.25	9.07E - 08	4.79E - 06	ΑΡΓΙΛΟΛΙΘΟΣ, με παρεμβολές Λατυποπαγούς (κυρίως στο βάθος 10.30 – 11.20 m). (Τοπικά αποσυντίθεται σε αμμώδη ισχνή ΑΡΓΙΛΟ έως ισχνή ΑΡΓΙΛΟ (CL), με λίγα λεπτά χαλίκια) έως τα 13.60 m. Μαργαϊκός ΨΑΜΜΙΤΗΣ έως τα 15.00 m. ΛΑΤΥΠΟΠΑΓΕΣ / ΨΗΦΙΔΟΠΑΓΕΣ έως τα 15.70
			2.25	8.40E - 08		
			3.25	1.02E - 08		
			2.25	5.25E - 08		
			1.25	2.27E - 08		
	15.50	20.500	1.27	2.23E - 08	8.07E - 06	ΛΑΤΥΠΟΠΑΓΕΣ / ΨΗΦΙΔΟΠΑΓΕΣ έως τα 15.70 m. Ασβεστιτικός αμμώδης ΑΡΓΙΛΟΛΙΘΟΣ (Τοπικά αποσυντίθεται σε ΧΑΛΙΚΕΣ καλής διαβάθμισης με ιλύ και άμμο, (GW – GM) έως τα 20.50 m.
			2.27	1.04E - 05		
3.27			1.95E - 05			
2.27			1.04E - 05			
1.27			2.23E - 08			
21.40	26.40	1.30	9.06E - 06	1.24E - 05	Ασβεστιτικός αμμώδης ΑΡΓΙΛΟΛΙΘΟΣ (Τοπικά αποσυντίθεται σε ΧΑΛΙΚΕΣ καλής διαβάθμισης με ιλύ και άμμο, (GW – GM) έως τα 23.10 m. ΛΑΤΥΠΟΠΑΓΕΣ έως τα 25.90 m. ΙΑΥΟΛΙΘΟΣ έως τα 26.40 m.	
		2.30	1.54E - 05			
		3.30	1.43E - 05			
		2.30	1.23E - 05			
		1.30	1.09E - 05			



### 9.3.6. Υδροχημεία

Στην γεώτρηση με ελεύθερο πιεζόμετρο πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία και χημική ανάλυση υδάτων. Τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων δίδονται στον Πίνακα 9.11.

Πίνακας 9.11: Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων υδάτων

Γεώτρηση	Ph	CO <sub>2</sub>	SO <sub>4</sub> <sup>-4</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Cl <sup>-</sup>
CBSR1	7.9 ± 0.05	<1	31 ± 2.3	2.280	7.8	5.1 ± 0.32

### 9.4. Σχολιασμός αποτελεσμάτων με βάση τις τιμές της υδροπερατότητας

Με βάση τα δεδομένα από τις παραπάνω δοκιμές, γίνεται χαρακτηρισμός της υδροπερατότητας για τον κάθε σχηματισμό, σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα κατάταξης (Bulletin of IAEG, 1979) (Ρόζος, 2007):

Πίνακας 9.12: Κατηγορίες υδροπερατότητας με βάση το συντελεστή k

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	cm/sec		m/sec	
Πολύ Υψηλής Υδροπερατότητας	> 1		> 10 <sup>-2</sup>	
Υψηλής Υδροπερατότητας	1	- 10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-2</sup>	- 10 <sup>-4</sup>
Μέσης Υδροπερατότητας	10 <sup>-2</sup>	- 10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	- 10 <sup>-5</sup>
Χαμηλής Υδροπερατότητας	10 <sup>-3</sup>	- 10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup>	- 10 <sup>-7</sup>
Πολύ Χαμηλής Υδροπερατότητας	10 <sup>-5</sup>	- 10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-7</sup>	- 10 <sup>-9</sup>
Πρακτικά Αδιαπέραστος	< 10 <sup>-7</sup>		<10 <sup>-9</sup>	

Επομένως, για τους σχηματισμούς που απαντώνται στο χώρο του σταθμού προκύπτει:

- ✓ **Τεχνητές επιχώσεις – ολοκαινικές αποθέσεις:** αποτελούν διαπερατό σχηματισμό μέσω του οποίου τροφοδοτούνται κατακόρυφα οι υποκείμενοι υδροφόροι ορίζοντες. Για τις επιφανειακές αποθέσεις σύμφωνα με τους Mandel – Shiftan (1981), ο σχηματισμός της ιλυώδους άμμου με χαλίκια έχει τιμή υδροπερατότητας k ίση με  $2,3 \times 10^{-3}$  (cm / sec). Η τιμή αυτή χαρακτηρίζει την υδροπερατότητα μέση έως χαμηλή.
- ✓ **Νεογενείς σχηματισμοί:**
  - κροκαλοπαγή: ο σχηματισμός συντελεί στην διαμόρφωση επικρεμμάμενου υδροφόρου ορίζοντα. Η ροή εντός των κροκαλοπαγών είναι παράλληλα με τον άξονα του έργου με κατεύθυνση τον Κηφισό ποταμό και εκφορτίζεται στον

σηματισμό των ασβεστιτικών μεταψαμμιτών. Τα κροκαλοπαγή που υπόκεινται των επιχωματώσεων λαμβάνουν τιμές υδροπερατότητας περί τα  $1,08 \times 10^{-4}$  (cm / sec). Η τιμή αυτή χαρακτηρίζει την υδροπερατότητα χαμηλή.

- αποσαθρωμένες και υγιής μάργες: λόγω αποσάθρωσης αλλά και καθορισμένων συστημάτων ασυνεχειών, η αποσαθρωμένη μάργα παρουσιάζει χαμηλή υδροπερατότητα ενώ η υγιής μάργα παρουσιάζει πολύ χαμηλή υδροπερατότητα.

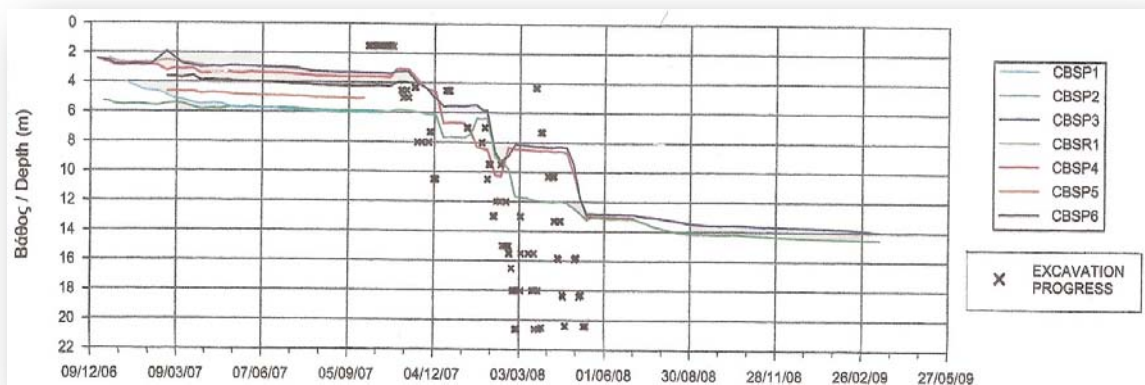
#### ✓ Αθηναϊκός Σχιστόλιθος:

- ισχυρός ασβεστιτικός μεταψαμμίτης: ο σχηματισμός εμφάνισε χαμηλή υδροπερατότητα κατά την διεξαγωγή των δοκιμών εισπίεσης που πραγματοποιήθηκαν στη μάζα του λόγω φραγής κυρίως των ασυνεχειών του (κλειστές ρωγμές που επιτρέπουν τη διέλευση του υπόγειου νερού, οι οποίες όμως φράσσονται από την ανάπτυξη πίεσης και έντονης ροής).
- τεκτονικά μεταψαμμιτικά λατυποπαγή: ο σχηματισμός λόγω παρουσίας εδαφοποιημένου και εξαλλοιωμένου υλικού στη μάζα του, εμφανίζει χαμηλή υδροπερατότητα συνιστώντας ένα φυσικό εμπόδιο στην κίνηση του υπόγειου νερού.
- μεταψαμμμίτες: ο σχηματισμός παρουσιάζει χαμηλή υδροπερατότητα και επιτρέπει την ελεύθερη ροή νερού μόνο μέσα από τη συμπαγή βραχώδη φάση του, δημιουργώντας έτσι επιλεκτικές διόδους ροής μέσα στη μάζα του. Η χαμηλή διαπερατότητα οφείλεται στην σύνθετη διαμόρφωσή του η οποία εμποδίζει τελικά την κίνηση του υπόγειου νερού όπως υποδηλώνεται και από τις δοκιμές υδροπερατότητας με εισπίεση ύδατος (Lugeon).
- μεταλλυόλιθοι - αργιλικοί σχιστόλιθοι: Ο σχηματισμός των μεταλλυολίθων – αργιλικών σχιστόλιθων, σύμφωνα με τις δοκιμές υδροπερατότητας και όπως άλλωστε αναμενόταν, παρουσιάζει πολύ χαμηλή υδροπερατότητα. Η χαμηλή αυτή υδροπερατότητα οφείλεται κυρίως στη λιθολογική σύσταση του.

Γενικά, το υπόγειο νερό κατεισδύει από τον επιφανειακό ορίζοντα των επιχώσεων και των ολοκαινικών αποθέσεων, στους σχηματισμούς του αποσαθρωμένου ασβεστιτικού ψαμμίτη, του κροκαλοπαγούς, του αποσαθρωμένου μεταψαμμίτη και των αποσαθρωμένων μαργαϊκών σχηματισμών.

Ο υδροφόρος ορίζοντας είναι επικρεμάμενος μέσα στο σχηματισμό των κροκαλοπαγών, του αποσαθρωμένου μεταψαμμίτη, και της αποσαθρωμένης μάργας.

Πρέπει να σημειωθεί ότι βρίσκεται σε βάθος 2 – 6 m ενώ το μέγιστο βάθος εκσκαφής αγγίζει τα 22 m. Έτσι κατά την διάρκεια της εκσκαφής αναμένεται να εκφορτιστεί. Στο διάγραμμα 9.1 διακρίνεται η πτώση της στάθμης του υπογείου νερού κατά τη διάρκεια των διαφόρων φάσεων εκσκαφής.



Σχήμα 9.1: Διάγραμμα στάθμης υπογείου νερού

## 10. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΤΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ

**Κ**ατά την κατασκευή του σταθμού υπήρξαν ορισμένα προβλήματα που έχρηζαν άμεσης αντιμετώπισης από τους μηχανικούς. Πρέπει να αναφερθεί ότι στο συγκεκριμένο σταθμό, τα προβλήματα αυτά ήταν πολύ μικρής έκτασης σε σχέση με άλλες περιπτώσεις της κατασκευής του ΜΕΤΡΟ Αθηνών.

Κατά την εκτέλεση των πρώτων ερευνητικών γεωτρήσεων, τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων των δειγμάτων που ελήφθησαν, έδειξαν την παρουσία καυσίμων στο υπέδαφος. Τα καύσιμα προέρχονταν από διαρροή της υπόγειας δεξαμενής του πρατήριου καυσίμων που συνορεύει στο σταθμό. Οι χημικές ενώσεις που περιέχονταν στον υδροφόρο ορίζοντα θα επηρέαζαν ίσως το σκυρόδεμα καθώς επίσης θα υπήρχε κίνδυνος ανάφλεξης κατά την εκσκαφή.

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, στην θέση της κατασκευής του σταθμού, υπάρχει από άλλον ανάδοχο, η σήραγγα διπλής γραμμής, που διανοίχτηκε με μηχανήμα OFS, από το τερματικό φρέαρ στην περιοχή του Αγίου Ιερόθεου, έως πλησίον του σταθμού "Περιστερί", όπου και διεκόπησαν οι εργασίες διάνοιξης. Στο μήκος κατασκευής του σταθμού, η υφιστάμενη σήραγγα έπρεπε να καθαιρεθεί λαμβάνοντας όλα τα κατάλληλα μέτρα ασφαλείας τόσο για την εκτέλεση των εργασιών όσο και για την διατήρηση των εκατέρωθεν τμημάτων της σήραγγας που παρέμειναν. Ιδιαίτερη προσοχή δόθηκε στη σωστή συναρμολόγηση των άκρων του σταθμού με το εναπομείναν τμήμα της υπάρχουσας σήραγγας.

Η στενότητα της απόσταση των οικοδομικών τετραγώνων στο μέτωπο της οδού Αναπαύσεως, καθώς και η παρουσία μπαλκονιών και μαρκιζών των κτιρίων σε χαμηλά ύψη, οδήγησαν στη επίλυση του σταθμού με πλάτος 24 m, έτσι ώστε η απόσταση από την εξωτερική παρειά των ελευθέρων στο χώρο, στρογγυλών υποστυλωμάτων της αποβάθρας και έως την άκρη αυτής, να είναι κατ' ελάχιστον 3 m, ενώ το συνολικό πλάτος των αποβάθρων έως τα περιμετρικά τοιχία στην πλάτη των ανοιχτών αξονικών κλιμάκων είναι 7.80 m.

Η εγγύτητα του σταθμού στις παρακείμενες οικοδομές δημιούργησε αυξημένες απαιτήσεις αντιστήριξης του ορύγματος του σταθμού και ιδιαίτερες απαιτήσεις για την εξασφάλιση προσβάσεων και ελαχιστοποίηση οχλήσεων στις ιδιοκτησίες αυτές.

Σχετικά με τις καθιζήσεις επιφάνειας στο χώρο κατασκευής του έργου, σημειώνεται ότι δεν παρουσιάστηκαν σημαντικά προβλήματα. Οι τιμές από τις μετρήσεις δεν ξεπέρασαν τα 6.8 mm(Σχήμα 10.1).

Αξίζει να αναφερθεί όμως εδώ, η περιοχή των καθιζήσεων στη βορειοδυτική πλευρά του σταθμού (κίτρινη περιοχή στο Σχήμα 10.1). Αν και οι συνθήκες στην περιοχή αυτή δεν διαφέρουν από τις άλλες θέσεις γύρω από το σταθμό, οι τιμές των καθιζήσεων έφθασαν στα μέγιστα επίπεδα. (10.8 mm). Η περίπτωση αυτή προκάλεσε ανησυχίες στους αρμόδιους, με αποτέλεσμα να αναζητηθούν τα πιθανά αίτια αυτής της διαφοροποίησης στις τιμές των καθιζήσεων. Η έρευνα που πραγματοποιήθηκε απέδειξε ότι η συγκεκριμένη θέση αποτελούσε το χώρο θεμελίωσης μεγάλου γερανού (Εικόνα 10.1) που εξυπηρετούσε κατασκευαστικές δραστηριότητες ασκώντας σημαντικά φορτία στο έδαφος. Με δεδομένη δε την παρόμοια συμπεριφορά των σχηματισμών γύρω από το σταθμό, η διαφοροποίηση στις καθιζήσεις αποδόθηκε τελικά στην παρουσία του γερανού.



Σχήμα 10.1: Καθιζήσεις επιφάνειας στο σταθμό "Ανθούπολη" (ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε.)



Εικόνα 10.1: Γερανός στη βορειοδυτική πλευρά του σταθμού (ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε.)

Από τα μεγαλύτερα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι μηχανικοί στα έργα του ΜΕΤΡΟ, είναι η αντιστήριξη των πρανών εκσκαφής. Τα πρανή στο συγκεκριμένο σταθμό είναι κάθετα. Το σύστημα για την αντιστήριξη της εκσκαφής στο σταθμό αποτελείται από πασσαλοστοιχίες, διαφορετικής διαμέτρου πασσάλων και αποστάσεων μεταξύ αυτών, για τις τρεις περιοχές στις οποίες διακρίνεται ο σταθμός από γεωτεχνικής πλευράς. Προβλέφθηκε η εφαρμογή πασσάλων  $\Phi 100 / 2.0$ ,  $\Phi 100 / 1.5$ , και  $\Phi 80 / 2.0$ . Οι πασσαλοστοιχίες αντιστηρίζονται με τη χρήση μιας σειράς αντιρήδων  $\Phi 914$  που τοποθετούνται πλησίον της επιφάνειας του εδάφους σε αποστάσεις 4 – 6 m μεταξύ τους (Εικόνα 10.2). Στο ανώτερο τμήμα των πασσάλων προβλέφθηκε η κατασκευή άκαμπτου διαμήκους κεφαλόδεσμου επί του οποίου τοποθετήθηκαν οι αντιρήδες (ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε., 2007).

Στο υπόλοιπο ύψος εκσκαφής οι πάσσαλοι αντιστηρίζονται με 5 ή 6 σειρές προεντεταμένων αγκυρώσεων, η φέρουσα ικανότητα και το μήκος των οποίων

διαφοροποιείται αναλόγως την περιοχή εφαρμογής τους. Στο Παράρτημα 3 φαίνεται η διάταξη των αγκυρίων στο σταθμό κατά την β' και γ' φάση των εργασιών.

Μεταξύ των πασσάλων προβλέφθηκε η εφαρμογή πετάσματος εκτοξευόμενου σκυροδέματος οπλισμένο με χαλύβδινο πλέγμα για την εξασφάλιση από καταπτώσεις του μεταξύ αυτών εδάφους. (Εικόνα 10.3).

Η μόνιμη επένδυση του σταθμού κατασκευάστηκε από έγχυτο οπλισμένο σκυρόδεμα κατηγορίας C 30 / 37 (ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε., 2007).



Εικόνα 10.2: Αντιρήδες στο σταθμό "Ανθούπολη" (ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε.)



Εικόνα 10.3: Αντιστήριξη πασσάλων με προεντεταμένα αγκύρια και εκτοξευόμενο σκυρόδεμα οπλισμένο με χαλύβδινο πλέγμα, στο σταθμό "Ανθούπολη" (ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε.)

## 11. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

**Η** παρούσα εργασία αναφέρεται στην περιγραφή και ανάλυση των τεχνικογεωλογικών και υδρογεωλογικών συνθηκών στο χώρο του σταθμού "Ανθούπολη" του ΜΕΤΡΟ Αθηνών.

Σε σύντομο χρονικό διάστημα ένας από τους μεγαλύτερους δήμους της Αττικής, ο δήμος Περιστερίου, θα διαθέτει πλέον τρεις σταθμούς ΜΕΤΡΟ που θα εξυπηρετούν καθημερινά για τις μετακινήσεις, τους χιλιάδες κατοίκους του.

Η περιοχή της Ανθούπολης Περιστερίου παρουσιάζει έντονο γεωλογικό ενδιαφέρον, αφού η εκμετάλλευση των κοιτασμάτων λιγνίτη κατά το παρελθόν και η λειτουργία λιγνιτωρυχείων, εγκυμονεί κινδύνους για τα τεχνικά έργα από πιθανές εδαφικές υποχωρήσεις. Για τον συγκεκριμένο λόγο, απορρίφθηκε η αρχική θέση του σταθμού, αφού διαπιστώθηκε ότι το έδαφος ήταν εντελώς ακατάλληλο. Οι κύριοι γεωλογικοί σχηματισμοί που απαντώνται στην περιοχή είναι σχηματισμοί του Νεογενούς, καθώς και αλλουβιακές αποθέσεις.

Με τη βοήθεια των ερευνητικών και δειγματοληπτικών γεωτρήσεων που εκτελέστηκαν, προσδιορίστηκε η νέα θέση του σταθμού. Οι κύριοι γεωλογικοί σχηματισμοί που απαντούν στην στενή ζώνη του έργου είναι οι ασβεστιτικοί ψαμμίτες, οι σχηματισμοί του μεταψαμμίτη και του μεταίλυόλιθου, σχηματισμοί που αποτελούν μέλη του Αθηναϊκού Σχιστόλιθου και τέλος οι μαργαϊκοί νεογενείς σχηματισμοί.

Ο σταθμός βρίσκεται δηλαδή στο όριο των σχηματισμών της σειράς του Αθηναϊκού Σχιστόλιθου και των νεογενών σχηματισμών. Το όριο αυτό είναι ένα ρήγμα με διεύθυνση ΒΑ / ΝΔ – ΝΔ / κή, που οριοθετεί τη νεογενή λεκάνη του Περιστερίου από ανατολικά.

Από υδρογεωλογικής πλευράς, πραγματοποιήθηκαν δοκιμές ώστε να προσδιοριστούν οι συνθήκες του υπόγειου νερού στην περιοχή. Τα αποτελέσματα των δοκιμών χαρακτηρίζουν τους παραπάνω σχηματισμούς κυρίως μέσης έως χαμηλής υδροπερατότητας. Η υδροφορία εντάσσεται στην ζώνη κορεσμού, ενώ πρέπει να σημειωθεί η παρουσία υδροφόρου ορίζοντα σε βάθος 2 – 6 m.

Με βάση τα παραπάνω ξεκίνησαν οι εργασίες κατασκευής του σταθμού. Ο σταθμός κατασκευάστηκε με την μέθοδο "ανοιχτού ορύγματος" / "cut and cover". Σχετικά με την αντιστήριξη των πρανών (κάθετα) χρησιμοποιήθηκαν πάσσαλοι, διαφορετικής διαμέτρου για τους τρεις κύριους γεωλογικούς σχηματισμούς, σε συνδυασμό με αντηρίδες και αγκύρια για



ενίσχυση της αντιστήριξης. Το βάθος της εκσκαφής άγγιξε τα 22 m και αυτό οδήγησε στην εκφόρτιση του υδροφόρου ορίζοντα κατά την διάρκεια της εκσκαφής.

Κατά την κατασκευή, παρουσιάστηκαν προβλήματα που αντιμετωπίστηκαν άμεσα από τους μηχανικούς. Το κυριότερο πρόβλημα στο σταθμό ήταν η καθαίρεση της υπάρχουσας από άλλον ανάδοχο, σήραγγας διπλής γραμμής, που διανοίχτηκε παλαιότερα με μηχανήμα OFS. Δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή στην συναρμολόγηση των άκρων του σταθμού με το εναπομείναν τμήμα του σταθμού. Σημαντικά προβλήματα λόγω καθιζήσεων δεν παρουσιάστηκαν.

Ανακεφαλαιώνοντας, αυτό που πρέπει να τονιστεί είναι ότι η πλήρης γνώση των τεχνικογεωλογικών και υδρογεωλογικών συνθηκών στην περιοχή ενός τεχνικού έργου καθώς και η περαιτέρω ανάλυση τους, αποτελεί το εργαλείο των μηχανικών, που θα καθορίσει την μεθοδολογία της κατασκευής του και θα δώσει λύσεις στα προβλήματα που ενδέχεται να προκύψουν.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ**

1. **www.ametro.gr**, 2010: Web site της ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε.
2. **Ανδρονόπουλος**, 1981: Η γεωλογία του Αθηναϊκού Σχιστόλιθου, Τ.Ε.Ε. Πρακτικά Ημερίδας “Γεωτεχνικά προβλήματα του Αθηναϊκού Σχιστόλιθου”, 2 – 19.
3. **Αντωνίου**, 2002: Το φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον του Λεκανοπεδίου Αθηνών. Πρακτικά 6<sup>ου</sup> Πανελληνίου Γεωγραφικού Συνεδρίου, Θεσσαλονίκη, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο.
4. **ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε.**, 2006: Έκθεση γεωτεχνικής αξιολόγησης σταθμού “Ανθούπολη” - Υδρογεωλογική μελέτη σταθμού “Ανθούπολη”
5. **ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε.**, 2007: Τεχνική περιγραφή επέκτασης Γραμμής 2. Τμήμα “Αγ. Αντώνιος – Ανθούπολη.
6. **ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε.**, 2008: Στοιχεία του έργου.
7. **Γκουρνέλος – Μαρουκιάν**, 1990: Geomorphological observations concerning the evolution of the basin of Athens, Sofia: Geologica Balcanica.
8. **Θεοδοσίου**, 2009: Περιστέρι, Το χρονικό του κάρβουνου.
9. **Katsikatsos**, 1977: La structure tectonique d’ Attique et de l’ ile d’ Eubee. VI Coll. On the Geol. of the Aegean Reg., I, 211 – 228, Athens.
10. **Κακκαβάς – Γκιώνης – Σταυροπούλου**, 1978: Υδρογεωλογική μελέτη Δήμου Περιστερίου Αττικής. Προβλήματα υπέρμετρου ανυψώσεως της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντος. Μελέτη Αρ. 23 ΙΓΜΕ, 18 σελ. συν σχετικά σχέδια, χάρτες και τομές. Αθήνα.
11. **Kober**, 1929: Beitrage zur Geologie von Attika. Sitz. Akad. Wiss. Mat. – Nat. kl., 138, 199 – 326.

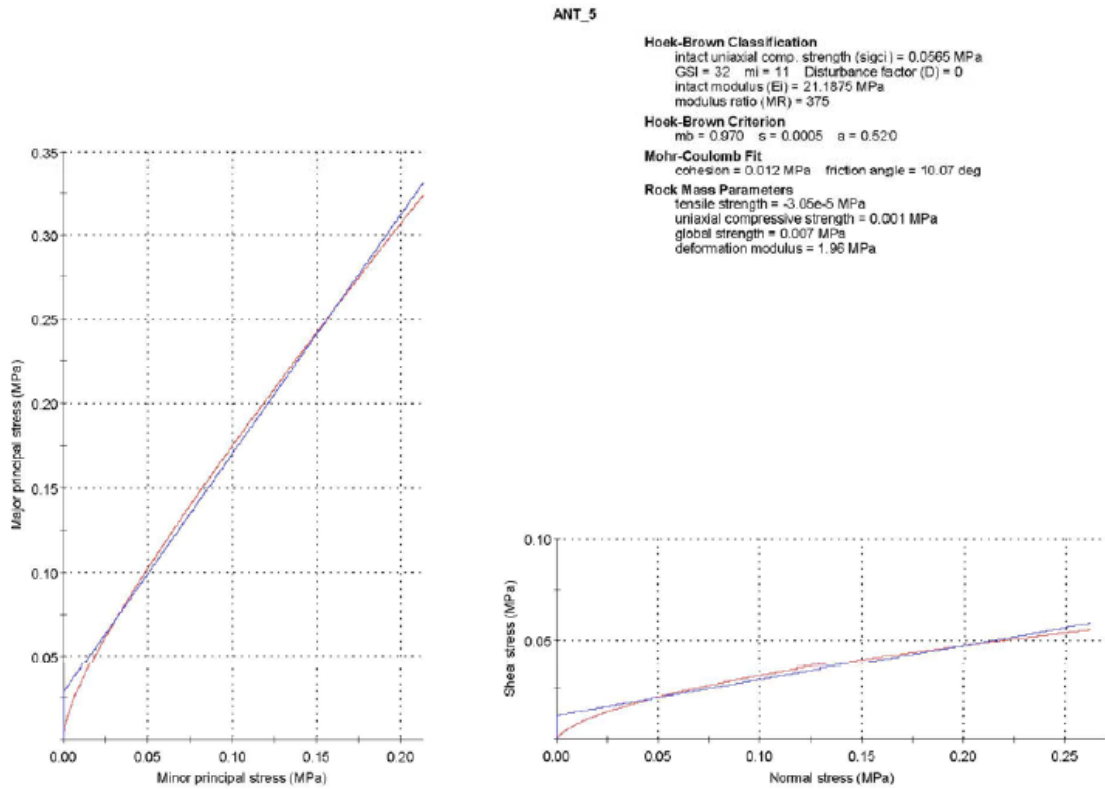
12. **Lepsius**, 1893: Geologie von Attica. Tin Beitrag zur Lehre von Metamorphismus der Gesteine. 196S, Berlin 1893 & μετάφραση Γ. Βουγιούκα, Βιβλιοθήκη Μαρασλή, 592σ., Αθήνα 1906.
13. **Marinos & Petrascheck**, 1956: Laurium. Geol. & Geophys. Res., Inst. Geol. Subs. Res., 4, 1 – 247. Athens.
14. **Niedermayer**, 1971: Geological map and underground map of Athens, Scale 1:10000. Technical Chamber of Greece and Greek Geological Society.
15. **Niedermayer**, 1973: Die geologische karte von Athen 1:10000. Technical Chamber of Greece and Greek Geological Society. Bull. Of the Geol. Soc. of Greece, VIII, 2, 117-134.
16. **Παπανικολάου κ.ά.**, 2004: Παλαιογραφική εξέλιξη του Λεκανοπεδίου από το Άνω Μειόκαινο έως σήμερα, Δελτίο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας, XXXVI, Θεσσαλονίκη: Πρακτικά 10<sup>ου</sup> διεθνούς συνεδρίου.
17. **Ρόζος**, 2007: Σημειώσεις Υπαίθριας Άσκησης στο μάθημα Τεχνική Γεωλογία Ι. Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών ΕΜΠ, Αθήνα.
18. **Ρόζος**, 2007B: Μέθοδοι βελτίωσης – αντιστήριξης εδάφους – υπεδάφους, Αθήνα.
19. **Ρόζος κ.ά.**, 1999: Γεωτεχνική μελέτη εδαφικών υποχωρήσεων στην Ανθούπολη. Αθήνα.
20. **Σαπρανίδης**, 2002: Πάσσαλοι, αγκύρια, ήλοι, βλήτρα, κοχλίες, Αθήνα.
21. **Sindowski**, 1949: Der geologische Bau von Attika. Ann. Geol. Pays Hell., II, 2, 163 – 218.
22. **Τρικαληνός – Μούσουλος**, 1949: Λιγνιτωρυχεία Περιστερίου. Στρωματογραφική και τεκτονική μελέτη του λιγνιτοφόρου κοιτάματος. Πρόγραμμα αμέσου και απωτέρας εκμεταλλεύσεως. 34 σελ. συν σχετικά σχέδια, χάρτες και τομές. Αθήνα.

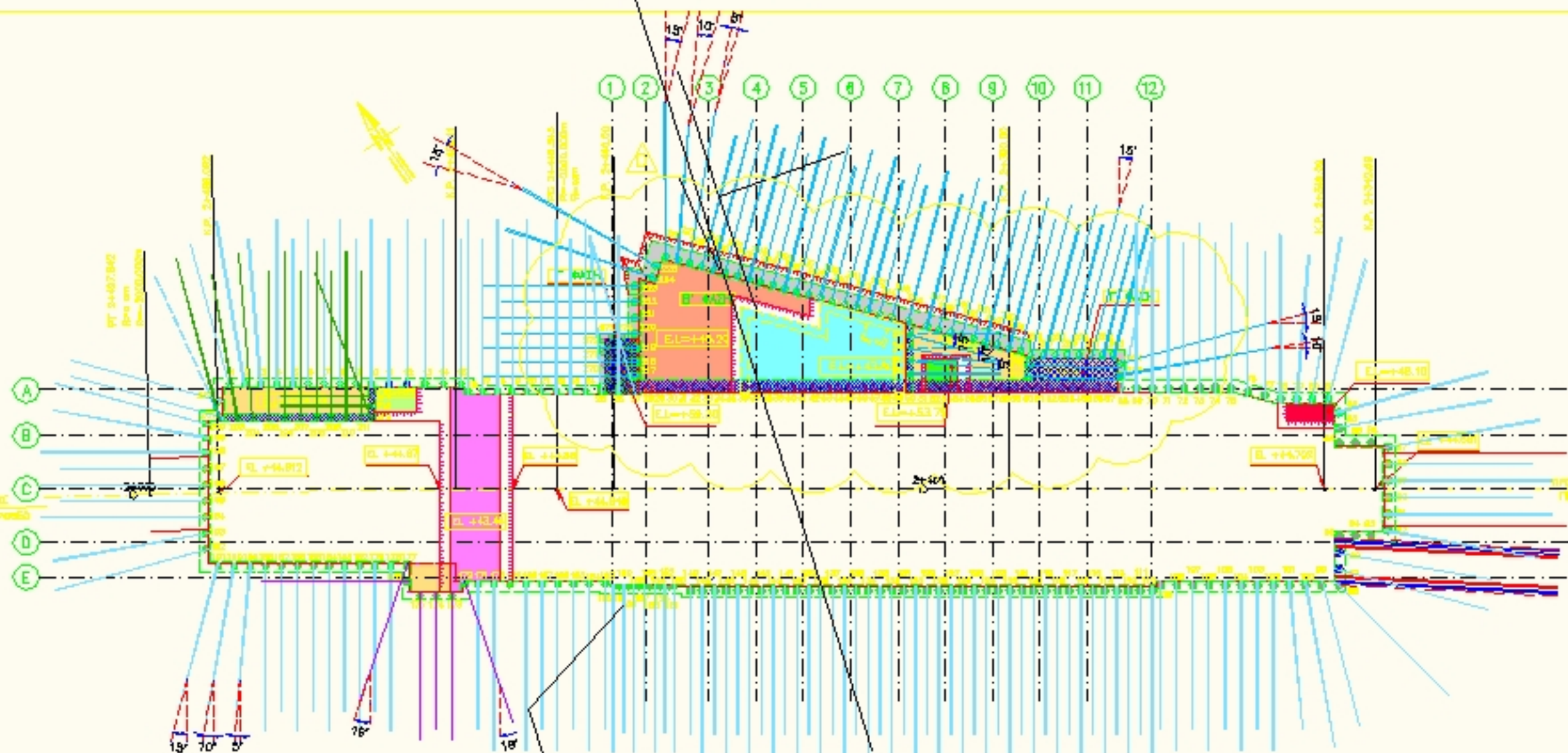
ΠΙΝΑΚΑΣ : Τιμές φυσικομηχανικών χαρακτηριστικών των σχηματισμών στην ευρύτερη ζώνη του έργου (Ρόζος, 1999).

Γεωτεχνικές παράμετροι	Ασβεστόλιθοι προβούνων Αιγάλεω	Αθηναϊκοί Σχιστόλιθοι	Σχηματισμοί του Νεογενούς			Πλειστοκαινικοί σχηματισμοί	Αλλουβιακές αποθέσεις	Επιχωματώσεις οικοπεδικών χώρων
			Μάργες – αργιλομάργες	Ασβεστιτικές μάργες – μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι	Συνεκτικές μάργες (ιλολίθοι)			
$\gamma_s$ : υγρό φαινόμενο βάρος	25 – 27 KN/m <sup>3</sup>	23 – 25 KN/m <sup>3</sup>	19.2 – 22.6 KN/m <sup>3</sup>	17.5 – 21.2 KN/m <sup>3</sup>	17.5 – 22.0 KN/m <sup>3</sup>			
$\gamma_z$ : ξηρό φαινόμενο βάρος		21 – 28 KN/m <sup>3</sup>	14.9 – 18.8 KN/m <sup>3</sup>	11.9 – 18.4 KN/m <sup>3</sup>	13.7 – 18.4 KN/m <sup>3</sup>			
$q_u$ : αντοχή σε ανεμπόδιστη θλίψη	30 – 120 MPa	5– 33 MPa	69 – 384 KPa	8.8 – 30.4 MPa	6.7 – 39.1 MPa		128 – 350 KPa	
$w_L$ : όριο υδαρότητας			24.6 – 87.60 %	34.6 – 99.90 %	25.8 – 75.80 %	23.7 – 37.00 %	31.2 – 41.20 %	30.9 – 59.40 %
$w_p$ : όριο πλαστικότητας			13.60 – 33.30 %	17.00 – 32.10 %	13.50 – 38.10 %	16.7 – 17.9 %	15.30 – 19.60 %	18.40 – 23.10 %
$w$ : φυσική υγρασία			5.00 – 60.80 %	15.30 – 73.60 %	6.00 – 39.80 %	16.7 – 17.9 %	11.60 – 22.10 %	13.50 – 36.30 %
$\phi$ : γωνία τριβής (ολικές τάσεις)	Από δοκιμές άμεσης διάτμησης	25° – 45°	20° – 38°	10° – 47°	10° – 42°	12° – 40°	32° – 34°	
$c$ : συνοχή (ολικές τάσεις)		10 – 30 MPa	4 – 18 MPa	7 – 117 KPa	18 – 90KPa	10 – 316 KPa	15 – 20 KPa	
$E$ : μέτρο ελαστικότητας	2.5 – 60 GPa	0.4 – 0.6 GPa		0.36 – 1.63 GPa	0.16 GPa			
$\nu$ : λόγος του Poisson				0.37 – 0.46	0.47			
$C_c$ : δείκτης συμπίεστικότητας			0.093 – 0.135		0.020 – 0.445			
Διόγκωση			4.29 – 5.63 % / 24 <sup>ο</sup> ρο					

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

### Κώδικας Rocklab v 1.031 για τον καθορισμό των παραμέτρων της διατμητικής αντοχής





ΔΙΑΤΑΞΗ ΑΠΚΥΡΙΩΝ Β & Γ ΦΑΣΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4



**Εικόνα 1:** Πρώτη φάση εκσκαφής του σταθμού "Ανθούπολη". Διακρίνονται οι πάσσαλοι καθώς και φακός κροκαλοπαγούς υπερκείμενος του "Αθηναϊκού Σχιστόλιθου" (ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε.).



**Εικόνα 2:** Σειρά αγκυρίων για ενίσχυση της αντιστήριξης στους κάθετους τοίχους του σταθμού (ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε.).



**Εικόνα 3:** Προσωρινή αντιστήριξη στο σταθμό. Διακρίνεται το ρήγμα και η εναλλαγή από τους σχηματισμούς της σειράς των Αθηναϊκών Σχιστολίθων στους νεογενείς μαργαϊκούς σχηματισμούς (ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε.).



**Εικόνα 4:** Η μέθοδος “cut and cover” στο σταθμό “Ανθούπολη”. Διακρίνονται οι αντηρίδες και ο κεφαλόδεσμος (ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε.).





**Εικόνα 5:** Αποκάλυψη της σήραγγας που διανοίχτηκε με μηχανήμα  
OFS παλαιότερα (ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε.).



**Εικόνα 6:** Ο σταθμός “Ανθούπολη” σήμερα (ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε.).

