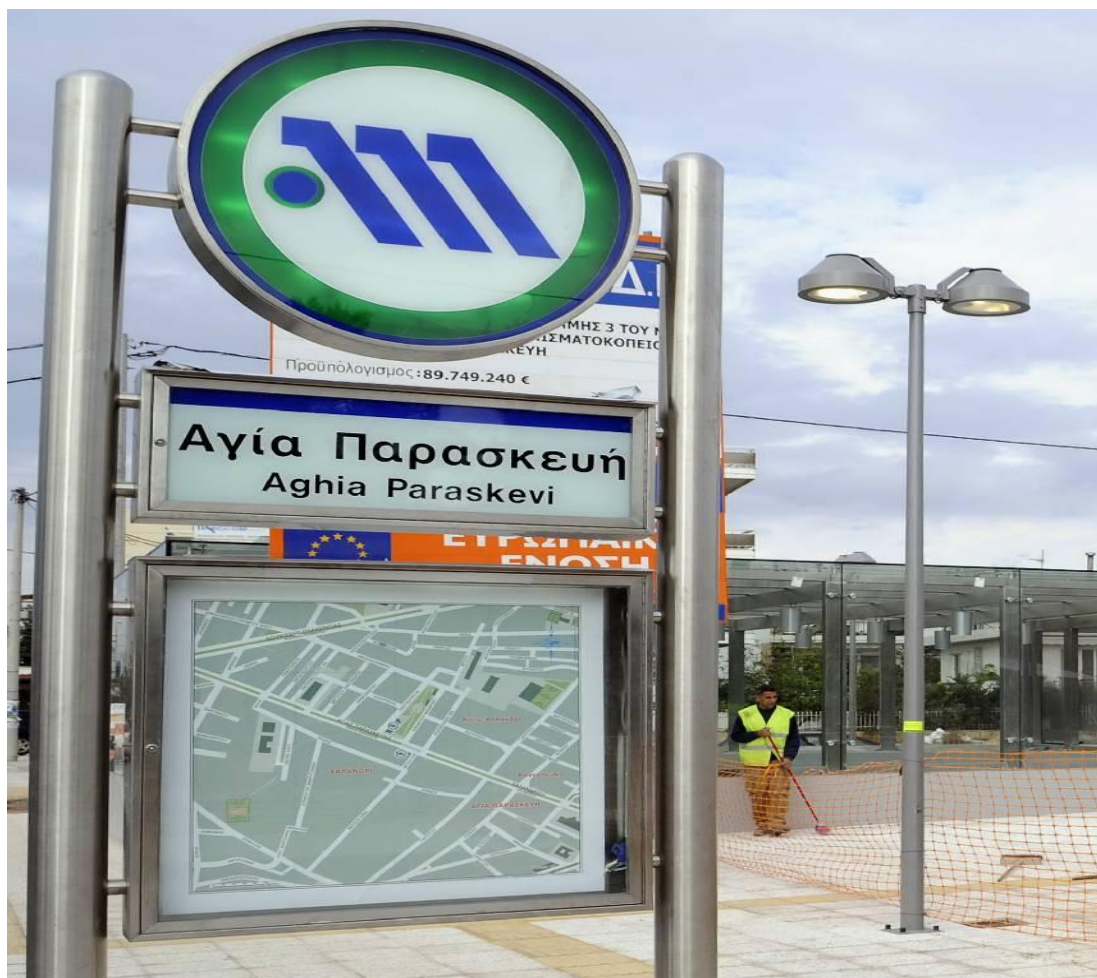




Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων-Μεταλλουργών
Τομέας Γεωλογικών Επιστημών

Εκσκαφή ΣΤΑΘΜΟΥ ΜΕΤΡΟ στην Αγ. Παρασκευή
Αττικής- Μέθοδος κατασκευής και προβλήματα.



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: ΤΖΑΜΠΟΓΛΟΥ ΠΛΟΥΤΑΡΧΟΥ
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΡΟΖΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΑΘΗΝΑ 2011



Εθνικό Μετσόβειο Πολυτεχνείο

Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων –Μεταλλουργών

Διπλωματική Εργασία

**Εκσκαφή ΣΤΑΘΜΟΥ ΜΕΤΡΟ στην Αγ. Παρασκευή
Αττικής- Μέθοδος κατασκευής και προβλήματα.**

ΤΖΑΜΠΟΓΛΟΥ ΠΛΟΥΤΑΡΧΟΥ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΡΟΖΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

Εγκρίθηκε από τριμελή επιτροπή στις 25-10-2011

Ρόζος Δημήτριος, επίκουρος καθηγητής του Ε.Μ.Π _____

Λουπασάκης Κωσταντίνος, λέκτορας του Ε.Μ.Π _____

Νομικός Παύλος, λέκτορας του Ε.Μ.Π _____

Αθήνα 2011

Περιεχόμενα

Σύνοψη.....	1
Abstract.....	2
Περίληψη.....	3
Πρόλογος.....	6
1 ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ.....	8
1.1 Παρουσίαση εταιρείας.....	8
1.2 Αρχαιολογικό έργο της ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ.....	9
1.3 Αττικό Μετρό για ΑΜΕΑ.....	10
1.4 Πρόοδος συνολικά του έργου.....	11
1.5 Πρόοδος επέκτασης Γραμμής 3- Συνοπτικό ημερολόγιο εργασιών.....	13
2 ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ-ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ.....	25
2.1 Γενικά.....	25
2.2 Γεωμορφολογία- Υδρογραφικό δίκτυο.....	26
2.3 Γεωλογικές συνθήκες.....	30
2.3.1 Γεωλογικοί σχηματισμοί στην ευρύτερη περιοχή.....	30
2.3.1.1 Αλπικό υπόβαθρο.....	30
2.3.1.2 Νεογενείς - Τεταρτογενείς αποθέσεις.....	30
2.3.1.3 Πλειοκαινικοί ηπειρωτικοί σχηματισμοί.....	31
2.3.2 Γεωλογικές συνθήκες στη στενή περιοχή του Σταθμού.....	33
2.4 Υδρογεωλογικές συνθήκες.....	35
2.4.1 Γενικά.....	35
2.4.2 Απογραφή υδροληπτικών έργων.....	36
2.4.3 Υδρολιθολογική συμπεριφορά των σχηματισμών στην περιοχή του σταθμού.....	38
2.4.3.1 Νεογενείς - Τεταρτογενείς αποθέσεις.....	39

2.4.4	Πιεζομετρία υπόγειων υδροφόρων	40
2.4.4.1	Παρατηρήσεις από στοιχεία πιεζομετρίας του 1981	41
2.4.4.2	Παρατηρήσεις από στοιχεία πιεζομετρίας του 1997	42
2.4.4.3	Παρατηρήσεις από στοιχεία πιεζομετρίας του 2001	44
2.4.4.4	Παρατηρήσεις από στοιχεία πιεζομετρίας 2003	46
2.4.4.5	Παρατηρήσεις από στοιχεία πιεζομετρίας του 2007	48
2.4.5	Στάθμη υπόγειων υδάτων σταθμού Αγ. Παρασκευής	51
2.5	Ποιότητα υπόγειων υδάτων	56
3	ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	59
3.1	Γενικά.....	59
3.2	Γεωερευνητικά προγράμματα	59
3.3	Δοκιμές υδροπερατότητας	62
3.4	Δοκιμές προσδιορισμού φυσικο-μηχανικών χαρακτηριστικών.....	67
3.5	Στρωματογραφική διάρθρωση τομών σχεδιασμού μετά από σύνθεση, αξιολόγηση και επεξεργασία των δεδομένων- Τομές σχεδιασμού	71
4	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΔΙΑΝΟΙΞΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΩΡΙΝΗΣ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ ΤΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ.....	79
4.1	Γενικά-Περιγραφή σταθμού.....	79
4.2	Μέθοδος διάνοιξης σταθμού	81
4.2.1	Μέθοδος εκσκαφής και επανεπίχωσης (cut and cover)	81
4.2.2	Συμβατική μέθοδος εκσκαφής σηράγγων (NATM).....	83
4.3	Ανάλυση κατασκευαστικής διαδικασίας προσωρινής αντιστήριξης.....	85
4.3.1	Φάση 0	88
4.3.2	Φάση 1	90
4.3.2.1	Μεθοδολογία Κατασκευής Αγκυρίων.....	94
4.3.2.1.1	Απαραίτητος εξοπλισμός	96
4.3.2.1.2	Λίστα Υλικών	97
4.3.3	Φάση 2	99

4.3.4	Φάση 3	102
4.3.4.1	Περιγραφή της μεθόδου κατασκευής δοκών προπορείας (forepoling)	110
4.3.4.2	Περιγραφή διάνοιξης και προσωρινής υποστήριξης της σήραγγας της Νότιας εισόδου (Α' στάδιο)	111
4.3.5	Φάση 4	115
4.3.5.1	Κατασκευή cut and cover Νοτίας εισόδου	120
4.3.6	Φάση 5	123
4.3.6.1	Περιγραφή διάνοιξης και προσωρινής υποστήριξης της σήραγγας της Νότιας εισόδου (Β' στάδιο)	130
4.3.7	Φάση 6	133
4.3.7.1	Μέθοδος διάνοιξης και κατασκευής της προσωρινής υποστήριξης Νοτίου φρέατος Εξαερισμού	140
4.3.7.2	Καθαίρεση υφιστάμενης μόνιμης επένδυσης σήραγγας.....	142
4.3.8	Φάση 7	144
4.3.9	Φάση 8	148
4.3.9.1	Μεθοδολογία υδατοστεγάνωσης	150
4.3.9.1.1	Τοποθέτηση του συστήματος υδατοστεγάνωσης στις οριζόντιες επιφάνειες	151
4.3.9.1.2	Τοποθέτηση του συστήματος υδατοστεγάνωσης στα κατακόρυφα στοιχεία.....	153
4.3.9.1.3	Έλεγχος ραφών	155
4.3.9.1.4	Ειδικές Περιπτώσεις Τοποθέτησης Προστασία Μεμβράνης	156
4.3.9.1.5	Εξοπλισμός.....	157
4.3.9.1.6	Υλικά.....	157
4.4	Ειδικά προβλήματα	158
4.4.1	Έλεγχος για την αποφυγή αστοχιών	158
4.4.1.1	Άνωση υφιστάμενης σήραγγας κατά τη διάρκεια της προσωρινής εκσκαφής και αντιστήριξης.....	158

4.4.2	Αποκατάσταση αστοχίας στο θόλο της νότιας εισόδου του σταθμού Αγία Παρασκευή.....	160
5	ΜΟΝΙΜΗ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗ -ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	162
5.1	Γενικά.....	162
5.2	Οριακή κατάσταση ισορροπίας έναντι ανώσεως στη μόνιμη κατασκευή .	162
5.3	Φάσεις κατασκευής.....	165
5.3.1	Μόνιμη Επένδυση Κυρίως Σταθμού	165
5.3.2	Μόνιμη Επένδυση Σήραγγας Νότιας Εισόδου	174
5.4	Κατασκευή Μόνιμου φορέα Σταθμού	174
5.4.1	Είσοδοι σταθμού.....	176
5.4.2	Επίπεδο -1	178
5.4.3	Επίπεδο Κεντρικού Χώρου Σταθμού -2	179
5.4.4	Επίπεδο Αποβάθρων -3	182
5.4.5	Επίπεδο Σιδηροτροχιών (-4).....	184
5.4.6	Στέγαστρο Δυτικής εισόδου	184
5.5	Διαμόρφωση και αποκατάσταση του περιβάλλοντα χώρου	186
6	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	189
7	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	191

Σχήματα

Σχήμα 2.1. Οριζοντιογραφία με τις θέσεις του σταθμού.	25
Σχήμα 2.2. Τομή κατά μήκος της χάραξης όπου φαίνονται τα γεωμετρικά στοιχεία της σήραγγας και η θέση των σταθμών.	26
Σχήμα 2.3. Τοπογραφικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής εκσκαφής του σταθμού «Αγία Παρασκευή».	27
Σχήμα 2.4. Τρισδιάστατο μοντέλο αναγλύφου.	27
Σχήμα 2.5. Τοπογραφικός Χάρτης (J.A. Kouperf)(Κλίμακα 1:25000).	28
Σχήμα 2.6. Υδρογραφικό δίκτυο τμήματος λεκανοπεδίου Αθηνών από τις δυτικές υπώρειες του ψαμμίτη (Δ. Παπανικολαού – Π. Μαρίνος, 2002).	29
Σχήμα 2.7. Ο γεωλογικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής με τις ενδεικτικές θέσεις των σταθμών της Γραμμής 3 του Μετρό (Παπανικολάου, 2002).	32
Σχήμα 2.8. Γεωλογική μηκοτομή του σταθμού Αγία Παρασκευή (Εδαφομηχανική Α.Ε. 2007)	34
Σχήμα 2.9. Πιεζομετρικός χάρτης υγρής περιόδου τοθ 1981 (Γ. Κούνης 1981).	42
Σχήμα 2.10. Πιεζομετρικός χάρτης υγρής περιόδου (Κουμαντάκης, 1996).	43
Σχήμα 2.11. Χάρτης του λεκανοπεδίου των Αθηνών, που φαίνονται οι εκτιμηθείσες τιμές ετήσιας διακύμανσης σε κάθε δήμο (Κουμαντάκης, 1996).	44
Σχήμα 2.12. Πιεζομετρικός χάρτης υγρής περιόδου του 2001.	45
Σχήμα 2.13. Χάρτης ισοβαθών καμπυλών υγρής περιόδου του 2001.	46
Σχήμα 2.14. Πιεζομετρικός χάρτης υγρής περιόδου του 2003.	47
Σχήμα 2.15. Χάρτης ισοβαθών καμπυλών υπόγειου νερού υγρής περιόδου του 2003.	47
Σχήμα 2.16. Πιεζομετρικός χάρτης Ιουνίου του 2007.	49
Σχήμα 2.17. Χάρτης ισοβαθών καμπυλών Ιουνίου του 2007	50
Σχήμα 2.18. Μεταβολή της στάθμης του υπόγειου νερού συναρτήσει του χρόνου στα πιεζόμετρα που έχουν διανοιχθεί στην περιοχή του σταθμού «Αγία Παρασκευή» (Γεωγνώση Εδαφομηχανική Α.Τ.Ε., 2007)	54
Σχήμα 2.19. Διακύμανση της στάθμης του υπόγειου νερού κατά μήκος της χάραξης για διαφορετικές χρονικές περιόδους. (Γεωγνώση Εδαφομηχανική Α.Τ.Ε., 2007)	55
Σχήμα 3.1. Κάτοψη σταθμού όπου εμφανίζονται οι ακριβείς θέσεις των γεωτρήσεων	61
Σχήμα 3.2. Διάγραμμα διακύμανσης της περατότητας συναρτήσει του βάθους στο σταθμό «Αγία Παρασκευή».	65
Σχήμα 3.3. Κατανομή των περατοτήτων κατά μήκος του σταθμού «Αγία Παρασκευή.	66
Σχήμα 3.4. Προτεινόμενες τιμές παραμέτρων όπως συντάχθηκαν από την ΓΕΩΓΝΩΣΗ Α.Ε. και ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗ Α.Τ.Ε.	75
Σχήμα 3.5. Σκαρίφημα με τη γεωλογική μηκοτομή Α-Α' της περιοχής του σταθμού	77
Σχήμα 3.6. Σκαρίφημα με τη γεωλογική μηκοτομή Β-Β' της περιοχής του σταθμού	77
Σχήμα 3.7. Σκαρίφημα με τη γεωλογική μηκοτομή Γ-Γ' της περιοχής του σταθμού	78
Σχήμα 4.1. Κάτοψη σταθμού Αγ.Παρασκευής	80
Σχήμα 4.2. Κάτοψη σταθμού στην οποία παρουσιάζονται τα ξεχωριστά τμήματα εργασιών	86
Σχήμα 4.3. Κάτοψη ορύγματος σταθμού όπου εμφανίζονται οι ακριβείς θέσεις των πασσάλων	87

Σχήμα 4.4. Κατά πλάτος τομή του σταθμού κατά την φάση εκσκαφής.	88
Σχήμα 4.5. Κάτοψη σταθμού κατά την 1 ^η φάση εκσκαφής.	90
Σχήμα 4.6. Κατά πλάτος τομή του Σταθμού κατά τη 1 ^η φάση εκσκαφής.	91
Σχήμα 4.7. Κάτοψη σταθμού κατά την 2 ^η φάση εκσκαφής.	99
Σχήμα 4.8. Κατά πλάτος τομή του σταθμού κατά την 2 ^η φάση εκσκαφής.	100
Σχήμα 4.9. Κάτοψη σταθμού κατά την 3 ^η φάση εκσκαφής.	103
Σχήμα 4.10. Κατά πλάτος τομή του σταθμού κατά την 3 ^η φάση εκσκαφής.	104
Σχήμα 4.11. Κάτοψη Νότιας σήραγγας Α' στάδιο, που κατασκευάστηκε με τη μέθοδο της NATM. .	113
Σχήμα 4.12. Κάτοψη σταθμού κατά την 4 ^η φάση εκσκαφής.	116
Σχήμα 4.13. Κατά πλάτος τομή του σταθμού κατά την 4 ^η φάση εκσκαφής.	117
Σχήμα 4.14. Κατά ύψος τομή cut and cover Νότιας εισόδου.	122
Σχήμα 4.15. Κάτοψη σταθμού κατά την 5 ^η φάση εκσκαφής.	124
Σχήμα 4.16. Κατά πλάτος τομή του σταθμού κατά την 5 ^η φάση εκσκαφής.	125
Σχήμα 4.17. Κάτοψη Β' σταδίου σήραγγας Νότιας εισόδου που κατασκευαστηκε με τη μέθοδο της NATM.	132
Σχήμα 4.18. Κάτοψη σταθμού κατά την 6 ^η φάση εκσκαφής.	134
Σχήμα 4.19. Κατά πλάτος τομή του σταθμού κατά την 6 ^η φάση εκσκαφής.	135
Σχήμα 4.20. Κάτοψη σταθμού κατά την 7 ^η φάση εκσκαφής.	145
Σχήμα 4.21. Κατά πλάτος τομή του σταθμού κατά την 7 ^η φάση εκσκαφής.	146

Πίνακες

Πίνακας 2.1. Θέσεις κύριων και δευτερευόντων ρεμμάτων που τέμνουν τον άξονα της σήραγγας (Γεώγνωση - Εδαφομηχανική, 2007).	29
Πίνακας 2.2. Αποτελέσματα απογραφής υδροληπτικών έργων.	37
Πίνακας 2.3. Μετρήσεις στάθμης υπόγειου νερού στα πιεζόμετρα του παλαιότερου γεωερευνητικού προγράμματος (2001).....	51
Πίνακας 2.4. Μετρήσεις στάθμης υπογείου νερού στα πιεζόμετρα της συμπληρωματικής γεωτεχνικής έρευνας στο σταθμό «Αγία Παρασκευή»(2007).....	52
Πίνακας 2.5. Αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων νερού και οι οριακές τιμές του αντίστοιχου βαθμού προσβολής του σκυροδέματος - Παράμετρος PH	56
Πίνακας 2.6. Αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων νερού και οι οριακές τιμές του αντίστοιχου βαθμού προσβολής του σκυροδέματος-Παράμετρος NH_4^+ (mg/l)	57
Πίνακας 2.7. Αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων νερού και οι οριακές τιμές του αντίστοιχου βαθμού προσβολής του σκυροδέματος-Παράμετρος Mg^{+2} (mg/l)	57
Πίνακας 2.8. Αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων νερού και οι οριακές τιμές του αντίστοιχου βαθμού προσβολής του σκυροδέματος - Παράμετρος CO_2 (mg/l).....	57
Πίνακας 2.9. Αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων νερού και οι οριακές τιμές του αντίστοιχου βαθμού προσβολής του σκυροδέματος - Παράμετρος SO_4^{2-} (mg/l)	58
Πίνακας 2.10. Αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων νερού και οι οριακές τιμές του αντίστοιχου βαθμού προσβολής του σκυροδέματος - Παράμετρος Cl^{-1} (mg/l)	58
Πίνακας 3.1. Δειγματοληπτικές γεωτρήσεις που διανοίχθηκαν στους σταθμούς Αγίας Παρασκευής στα πλαίσια του γεωερευνητικού προγράμματος του ΚΕΔΕ (1979 - 1980).....	59
Πίνακας 3.2. Δειγματοληπτικές γεωτρήσεις που διανοίχθηκαν στο σταθμό «Αγία Παρασκευή» στα πλαίσια του γεωερευνητικού προγράμματος της GEOPLAN Ε.Π.Ε (2000 - 2001)	60
Πίνακας 3.3. Γεωτρήσεις που διανοίχθηκαν στην Αγ.Παρασκευή στα πλαίσια της συμπληρωματικής γεωτεχνικής έρευνας από την Εδαφομηχανική ΑΤΕ και τη Γεώγνωση Α. Ε. (2007)	60
Πίνακας 3.4. Αποτελέσματα επί τόπου δοκιμών περατότητας στο σταθμό Αγ. Παρασκευής (2001)	63
Πίνακας 3.5. Αποτελέσματα των επί τόπου δοκιμών περατότητας στο σταθμό Αγίας Παρασκευής (συμπληρωματική γεωτεχνική έρευνα,2007)	64
Πίνακας 3.6. Περιοχή σταθμού «ΑΓ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ» φυσικές ιδιότητες	68
Πίνακας 3.7. Περιοχή σταθμού «ΑΓ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ» φυσικές ιδιότητες μηχανικές ιδιότητες	68

ΕΙΚΟΝΕΣ

Εικόνα 4.1. Διάτρηση πασσάλων και σωροί οπλισμός πασσάλων,	89
Εικόνα 4.2. Κεφαλόδεσμος και τοίχιο κεφαλόδεσμου.	89
Εικόνα 4.3. Κεφαλόδεσμος και πρώτη σειρά αγκυρίων.	92
Εικόνα 4.4. Διπλό πλέγμα T188 για τον οπλισμό του τοίχου αντιστήριξης.	92
Εικόνα 4.5. Εφαρμογή εκτοξευόμενου σκυροδέματος.	93
Εικόνα 4.6. Τελική μορφή μετά την εφαρμογή του εκτοξευόμενου σκυροδέματος.	93
Εικόνα 4.7. Ολοκλήρωση 1 ^{ης} φάσης εκσκαφής.	94
Εικόνα 4.8. Διάτρηση οπών.	96
Εικόνα 4.9 . Μηχάνημα διάτρησης οπών.	96
Εικόνα 4.10. Προεντεταμένα αγκυρια αποθηκευμένα στην επιφάνεια του σταθμού.	98
Εικόνα 4.11. 2 ^η Φάση εκσκαφής.	101
Εικόνα 4.12. Κατασκευή 2 ^{ης} σειρά αγκυριων.	101
Εικόνα 4.13. Φρέαρ αποστράγγισης υδάτων.	103
Εικόνα 4.14. Εκσκαφή 3 ^{ης} φάσης στην ανατολική πλευρά (τμήμα 1).	105
Εικόνα 4.15. Κατασκευή 3 ^{ης} σειράς αγκυρίων στην ανατολική πλευρά (το τμήμα 1).	105
Εικόνα 4.16. Εκσκαφή 3 ^{ης} φάσης στη δυτική πλευρά (τμήμα 2).	106
Εικόνα 4.17. Κατασκευή 3 ^{ης} σειράς αγκυρίων στη δυτική πλευρά (τμήμα 2).	106
Εικόνα 4.18. Διαχωρισμός τμημάτων 3α και 3β.	107
Εικόνα 4.19. Διάτρηση δοκών προπορείας για την κατασκευή του Ν.Φ.Ε.	107
Εικόνα 4.20. Εκσκαφή στο τμήμα της δυτικής εισόδου.	108
Εικόνα 4.21. Διάτρηση δοκών προπορείας για τη Νότια είσοδο.	109
Εικόνα 4.22. Έναρξη εργασιών Α' φάσης.	109
Εικόνα 4.23. Υδραυλικό διατρητικό μηχάνημα για τη διάτρηση των οπών των δοκών προπορείας.	110
Εικόνα 4.24. Τοποθέτηση 2 σειράς πλέγματος και κατασκευή elephant feet.	114
Εικόνα 4.25. Ολομέτρητη εκσκαφή Α' σταδίου.	114
Εικόνα 4.26. «Αστάρωμα» μετώπου Α' σταδίου.	115
Εικόνα 4.27. Εκσκαφή 4 ^{ης} φάσης στην ανατολική πλευρά (τμήμα 1).	118
Εικόνα 4.28. Κατασκευή 4 ^{ης} σειράς αγκυρίων στην ανατολική πλευρά (τμήμα 1).	118
Εικόνα 4.29. Εκτοξευόμενο σκυρόδεμα οπλισμένο με δομικό πλέγμα και αγκύρια στο κεντρικό πρίσμα.	119
Εικόνα 4.30. Αποστραγγιστικές οπές και αγκυρια στο κεντρικό πρίσμα.	120
Εικόνα 4.31. Συναρμογή cut and cover με σήραγγα NATM νότιας εισόδου,	123
Εικόνα 4.32. Ολοκλήρωση προσωρινής αντιστήριξης cut and cover.	123
Εικόνα 4.33. Εκσκαφή 5 ^{ης} φάσης και κατασκευής 5 ^{ης} φάσης αγκυρίων στην ανατολική πλευρά.	126
Εικόνα 4.34. Εκσκαφή 5 ^{ης} φάσης στη δυτική πλευρά (τμήμα 2).	127
Εικόνα 4.35. Κατασκευή 4 ^{ης} σειράς αγκυρίων στη δυτική πλευρά (τμήμα 2).	127
Εικόνα 4.36. Άνω τμήμα ως διάδρομος κύλισης κατά τις αρχικές φάσεις εκσκαφής.	128

Εικόνα 4.37. Χρησιμοποίηση άνω τμήματος πρίσματος ως διαδρόμου κύλισης φορηγών κατά τις επόμενες φάσεις.	129
Εικόνα 4.38. Δημιουργία ράμπας για την ασφαλή διέλευση φορηγών στο τμήμα πάνω από τη σήραγγα.	129
Εικόνα 4.39. Τελικό στάδιο εκσκαφής δυτικής εισόδου	130
Εικόνα 4.40. εκσκαφή Β' Φάσης σήραγγας NATM.Εικόνα 4.41. Εφαρμογή εκτοξευόμενου σκυροδέματος κατά τη Β' φάση.	131
Εικόνα 4.42. Τοποθέτηση μεταλλικών δακτυλίων.	133
Εικόνα 4.43. Θέση μεταλλικών δακτυλίων, τελική στάθμη δυτικής εισόδου, κατασκευασμένο Ν.Φ.Ε., καθαίρεση σήραγγας.	134
Εικόνα 4.44. Εκσκαφή 6 ^{ης} φάσης στην ανατολική πλευρά (τμήμα 1).	136
Εικόνα 4.45. Κατασκευή 6 ^{ης} σειράς αγκυρίων στην ανατολική πλευρά (τμήμα 1).	136
Εικόνα 4.46. Κατασκευή 5 ^{ης} σειράς αγκυρίων στη δυτική πλευρά (τμήμα 2).	137
Εικόνα 4.47. Εκσκαφή άνω τμήματος πρίσματος.	138
Εικόνα 4.48. Εκσκαφή έως το όριο της υφιστάμενης σήραγγας.	138
Εικόνα 4.49. Δυτική είσοδος στην οποία φαίνεται η υψομετρική διαφορά με το κεντρικό σκάμμα.	139
Εικόνα 4.50. Αποστραγγιστικές οπές στη δυτική είσοδο.	139
Εικόνα 4.51. Εκκίνηση εκσκαφής Ν.Φ.Ε.	142
Εικόνα 4.52. 2 ^ο βήμα Α' φάσης για την κατασκευή του Ν.Φ.Ε.	142
Εικόνα 4.53. Καθαίρεση με μηχανικά μέσα της υφιστάμενης σήραγγας	144
Εικόνα 4.54 Διαδικασία καθαίρεσης της σήραγγας	147
Εικόνα 4.55. Τελευταίο στάδιο καθαίρεσης της σήραγγας.	147
Εικόνα 4.56. Κάτω μέρος υφιστάμενης σήραγγας.	148
Εικόνα 4.57. Τοποθέτηση σιδηροπλισμού στο τμήμα της πλάκας θεμελίωσης.	149
Εικόνα 4.58. Αποστράγγιστική στρώση χαλικιών στο πρώτο τμήμα.	149
Εικόνα 4.59. Παράλληλες εργασίες στο σύνολο του ορύγματος στο Α τμήμα τοποθέτηση σιδηροπλισμού στο Β αποστράγγιση πυθμένα και στο Γ καθαίρεση σήραγγας.	150
Εικόνα 4.60. Υδατοστεγάνωση δαπέδου και άοπλο σκυρόδεμα.	153
Εικόνα 4.61. Τοποθέτηση μεμβρανών υδατοστεγάνωσης στα τοιχία του ορύγματος.	155
Εικόνα 4.62. Διακοπή της μεμβράνης από σωλήνα	156
Εικόνα 5.1. Σκυροδέτηση πλάκας πυθμένα	165
Εικόνα 5.2. Σκυροδέτηση τοιχίων και πλακών αποβάθρων στο επίπεδο των αποβάθρων.	166
Εικόνα 5.3. Σκυροδέτηση τοιχίων έως το κάτω όριο της πλάκας έκδοσης εισιτηρίων.	166
Εικόνα 5.4. Κατασκευή πλάκας του επιπέδου έκδοσης εισιτηρίων.	167
Εικόνα 5.5. Κατασκευή πλάκας έκδοσης εισιτηρίων Β' τμήμα.	167
Εικόνα 5.6. Επανεγκατάσταση 1 ^{ης} σιδηροτροχιάς.	168
Εικόνα 5.7. Εργασίες εγκατάστασης 1 ^{ης} σιδηροτροχιάς.	168
Εικόνα 5.8. Επανεγκατάσταση και των δύο σιδηροτροχιών.	169
Εικόνα 5.9. Σκυροδέτηση τοιχίων και υποστυλωμάτων ορόφου (-2).	169
Εικόνα 5.10. Ολοκλήρωση της σκυροδέτησης των τοιχίων και υποστυλωμάτων στο όροφο (-2)..	170

Εικόνα 5.11. Σκυροδέτηση πλάκας δαπέδου του ορόφου (-1).....	171
Εικόνα 5.12. Τοποθετημένα διαχωριστικά πανέλα.	171
Εικόνα 5.13. Σκυροδέτηση τοιχίων και υπωστηλωμάτων του ορόφου (-1).	172
Εικόνα 5.14. Σκυροδέτηση πλάκας οροφής.	172
Εικόνα 5.15. Στεγάνωση πλάκας οροφής.....	173
Εικόνα 5.16. Σκυροδέτηση σκάλων που είχαν παραληφθεί.	173
Εικόνα 5.17. Δημιουργία ανοίγματος στο επίπεδο -3 για τη σύνδεση με το υπάρχον φρέαρ με τη μέθοδο της συρματοκοπής στην ανατολική πλευρά.	175
Εικόνα 5.18. Καθαίρεση σκυροδέματος στο άνοιγμα για τη σύνδεση με το υπάρχον φρέαρ στη δυτική πλευρά.	176
Εικόνα 5.19. Κυλιόμενες κλίμακες στη Νότια είσοδο.	177
Εικόνα 5.20. Σήραγγα που περνάει κάτω από την οδό της αγία Παρασκευής και κατασκευάστηκε με τη μέθοδο της NATM.	177
Εικόνα 5.21. Συνολική άποψη του ορόφου (-1).....	179
Εικόνα 5.22. Εκδοτήρια εισιτηρίων.....	181
Εικόνα 5.23. Χώρος προϊσταμένου σταθμού.....	181
Εικόνα 5.24. Τεχνικός χώρος-φρέαρ αποτώνωσης αέρα.....	182
Εικόνα 5.25. Τελική μορφή ορόφου -2	182
Εικόνα 5.26. Επίπεδο αποβαθρών όπου εμφανίζονται οι αποχρώσεις του γρανίτη σε δάπεδο και κολώνες.	184
Εικόνα 5.27. Τελική μορφή στέγαστρου δυτικής εισόδου.	185
Εικόνα 5.28. Συνολική άποψη του περιβάλλοντος χώρου όπου εμφανίζονται και οι σπιλίσκοι.	188
Εικόνα 5.29. Κατασκευή παρτεριών στο περιβάλλοντα χώρο.	188

Σύνοψη

Ο σταθμός της Αγίας Παρασκευής αποτελεί επέκταση της γραμμής 3 του μετρό. Στο σταθμό αυτό δεν είχε προηγηθεί καμία κατασκευή πέρα από αυτή του φρέατος της Αγίας Παρασκευής, επομένως στο έργο διάνοιξης του σταθμού περιλαμβάνονται όλες οι εργασίες που απαιτούνται για την υλοποίησή του, δηλαδή εκσκαφή και προσωρινή αντιστήριξη, μόνιμη επένδυση όλων των επιπέδων του Σταθμού, αποβάθρες, σκυροδέματα πληρώσεως, αρχιτεκτονικά τελειώματα, κλπ.

Η μέθοδος κατασκευής του ορύγματος είναι γενικά αυτή της ανοιχτής εκσκαφής με εξαίρεση το νότιο φρέαρ εξαερισμού και της νότιας σήραγγας που περνάει κάτω από την οδό της Αγίας Παρασκευής.

Η ιδιαιτερότητα αυτού του σταθμού οφείλεται στο ότι στη θέση αυτή είχε ήδη κατασκευασθεί και ήταν σε λειτουργία η σήραγγα της Γραμμής 3 του Μετρό, η οποία είχε διανοιχθεί με μηχανήματα ολομέτωπης κοπής (TBM) και είναι υπενδεδυμένη με προκατασκευασμένα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος. Επιπλέον η κατασκευαστική μέθοδος που εφαρμόστηκε έπρεπε να εξασφαλίζει ότι ο συνολικός χρόνος της προβλεπόμενης διακοπής της λειτουργίας της Γραμμής 3 δεν θα υπερβαίνει τους (6) έξι μήνες. Για αυτό το λόγο η αλληλουχία κατασκευής είναι κρίσιμος παράγοντας καθόσον έπρεπε να ληφθούν όλα τα αναγκαία μέτρα για την ασφάλεια και την ελαχιστοποίηση μετακινήσεων της υφιστάμενης σήραγγας και του Φρέατος κατά τη διάρκεια των εργασιών κατασκευής, και της μόνιμης επένδυσης του Σταθμού με την σήραγγα και με το φρέαρ με τρόπο που να εξασφαλίζεται η στατική επάρκεια και η υδατοστεγανότητα όλων των κατασκευών.

Abstract

The station of Agia Paraskevi is an expansion of Athens Metro Line 3. At this station there had been no construction beyond the shaft of Agia Paraskevi, so the boring of the station include all works required for implementation, such as excavation and temporary shoring, permanent investment at all levels of the station, platforms, concrete filling, architectural finishes, etc.

The construction of the trench is generally, the open excavation with the an exception of the southern ventilation shaft and the south tunnel that passes underneath the “Agia Paraskevi Street”.

The specificity of this station is that had already been constructed and was operating the tunnel of Metro Line 3, which was dug by tunnel boring machine (TBM) and was lined with precast reinforced concrete. Moreover, the construction method was applied, should ensure that the total time for the planned shutdown of Line 3 will not exceed six (6) months. For this reason, the sequence of construction is crucial factor as it had to take all necessary measures for safety and minimize displacement of existing tunnel and Shaft during construction, and the permanent lining of the station with the tunnel and the shaft so as to ensure static integrity and the watertightness of all structures.

Περίληψη

Στον Σταθμό "Αγία Παρασκευή" δεν είχε προηγηθεί καμία κατασκευή αν και η γραμμή του ΜΕΤΡΟ λειτουργούσε κανονικά και στο αντικείμενο του Έργου κατασκευής του Σταθμού περιλαμβάνονται όλες οι εργασίες που απαιτούνται για την υλοποίησή του, δηλαδή εκσκαφή και προσωρινή αντιστήριξη, μόνιμη επένδυση όλων των επιπέδων του Σταθμού, αποβάθρες, σκυροδέματα πληρώσεως, αρχιτεκτονικά τελειώματα, κλπ. Η μέθοδος κατασκευής ήταν γενικώς αυτή της ανοικτής εκσκαφής (cut & cover) με την ιδιαιτερότητα όπως διαφαίνεται από τα προηγούμενα, ότι στη θέση αυτή έχει ήδη κατασκευασθεί και είναι σε λειτουργία η σήραγγα της Γραμμής 3 του Μετρό, η οποία είχε διανοιχθεί με μηχανήμα ολομέτωπης κοπής (TBM) και ήταν επενδεδυμένη με προκατασκευασμένα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος. Ο Σταθμός συνορεύει προς βορρά με το υφιστάμενο φρέαρ Η/Μ εξοπλισμού (Φρέαρ Αγ. Παρασκευής).

Η αλληλουχία κατασκευής στις συγκεκριμένες ιδιαιτερότητες είναι κρίσιμος παράγοντας καθόσον πρέπει να ληφθούν όλα τα αναγκαία μέτρα για την ασφάλεια και την ελαχιστοποίηση μετακινήσεων της υφιστάμενης σήραγγας και του Φρέατος κατά τη διάρκεια των εργασιών κατασκευής, καθώς και της μόνιμης επένδυσης του Σταθμού με την σήραγγα και με το φρέαρ με τρόπο που να εξασφαλίζεται η στατική επάρκεια και η υδατοστεγανότητα όλων των κατασκευών. Για την υλοποίηση των εργασιών κατασκευής του Σταθμού και των συνδέσεων με την υπάρχουσα σήραγγα απαιτήθηκε προσωρινή διακοπή της λειτουργίας της Γραμμής 3 από το Σταθμό Εθνική Άμυνα" έως το Σταθμό "Δουκ. Πλακεντίας". Η κατασκευαστική μέθοδος που εφαρμόστηκε έπρεπε να εξασφαλίζει ότι ο συνολικός χρόνος της προβλεπόμενης διακοπής της λειτουργίας της Γραμμής 3 δεν υπερβαίνει τους (6) έξι μήνες. Πριν και μετά τη διακοπή αυτή έπρεπε να γίνουν όλες οι απαραίτητες ενέργειες ώστε να εξασφαλιστεί η απρόσκοπτη και ασφαλής λειτουργία του συστήματος του ΜΕΤΡΟ.

Γενικά η όλη κατασκευαστική διαδικασία χωρίστηκε σε 6 στάδια:

1^ο Στάδιο. Κατασκευή φρεατοπασσάλων περιμετρικά της προβλεπόμενης εκσκαφής του Σταθμού. Οι πάσσαλοι αυτοί ήταν οι απαιτούμενοι για την αντιστήριξη της πλήρους (τελικής) εκσκαφής του ορύγματος του Σταθμού. Η εκσκαφή έγινε κατά φάσεις με τοποθέτηση προεντεταμένων αγκυρίων και εκτοξευόμενου σκυροδέματος με δομικό πλέγμα. Τονίζεται ότι στην περίμετρο του

υπάρχοντος γειτονικού Φρέατος Αγ. Παρασκευής υφίστατο η αντιστήριξη που είχε γίνει με φρεατοπασσάλους σκυροδέματος και προεντεταμένα αγκύρια, οπότε η βόρεια πλευρά του Σταθμού δεν χρειάστηκε να αντιστηριχτεί καθ' όλο το μήκος της, ενώ η διάτρηση για τους νέους πασσάλους στην περιοχή των υπαρχόντων αγκυρώσεων έγινε με την δέουσα προσοχή. Οι υπάρχοντες αυτοί πάσσαλοι και ο κεφαλόδεσμος εντός του μεσοδιαστήματος μεταξύ του ορύγματος του Σταθμού και του Φρέατος καθαιρέθηκαν

2^ο Στάδιο. Εκσκαφή και αντιστήριξη του Σταθμού κατά φάσεις έως μια στάθμη τουλάχιστον τριών (3) μέτρων πάνω από την κλείδα της υπάρχουσας σήραγγας. Σε όλο αυτό το χρονικό διάστημα η Γραμμή του Μετρό συνέχιζε κανονικά τη λειτουργία της. Πριν την έναρξη της κατασκευής και καθ' όλη τη διάρκειά της γινόταν παρακολούθηση με κατάλληλους αισθητήρες της επένδυσης της σήραγγας (προκατασκευασμένα τμήματα σκυροδέματος) για τον έλεγχο παραμορφώσεων.

3^ο Στάδιο. Διακοπή της λειτουργίας της Γραμμής αφού προηγηθούν οι εργασίες αποσύνδεσης, μετακίνησης, παράκαμψης, κλπ του Η/Μ εξοπλισμού της σήραγγας.

4^ο Στάδιο. Επανεκκίνηση της εκσκαφής ενώ η επένδυση της σήραγγας καθαιρούνταν σταδιακά και απομακρυνόταν. Ολοκλήρωση της εκσκαφής και της αντίστοιχης αντιστήριξης. Ιδιαίτερη προσοχή χρειάστηκε στα άκρα του σταθμού ώστε η καθαίρεση της επένδυσης της σήραγγας να γίνει προσεκτικά ώστε να μην βλαφτεί καθόλου η επένδυση των αμέσως γειτονικών τμημάτων της σήραγγας που διατηρούνται επί τόπου.

5^ο Στάδιο. Κατασκευή του μονίμου φορέα του Σταθμού ως μια κλασσική κατασκευή ανοικτού ορύγματος, δηλαδή τοποθέτηση του συστήματος προσωρινής αποστράγγισης στον πυθμένα του σκάμματος, τοποθέτηση του συστήματος υδατοστεγάνωσης, τοποθέτηση οπλισμών και σκυροδέτηση του πυθμένα του Σταθμού, ακολούθως η κατασκευή του πρώτου τμήματος των τοιχίων, κλπ. Πρέπει να τονιστεί ότι σε αυτό το στάδιο δόθηκε προσοχή στη συναρμογή του φορέως του Σταθμού αφενός με τα γειτονικά τμήματα της επένδυσης σήραγγας και αφετέρου με την υπάρχουσα κατασκευή του Η/Μ Φρέατος και από στατικής άποψης και από πλευρά υδατοστεγανότητας.

6^ο Στάδιο. Επαναλειτουργία της Γραμμής μετά την ολοκλήρωση τουλάχιστον της μόνιμης κατασκευής του Σταθμού έως και την πλάκα δαπέδου του επιπέδου κεντρικού χώρου, συμπεριλαμβανομένων των αποβάθρων. Φυσικά είχε

αποκατασταθεί η σιδηροδρομική επιδομή και τα Η/Μ συστήματα μέσα στη σήραγγα και όπου αλλού απαιτούνταν. Πριν την έναρξη κυκλοφορίας των συρμών, είχαν τοποθετηθεί όλα τα απαραίτητα προστατευτικά μέρη (πχ κατακόρυφα πανέλα στο άκρο και κατά μήκος των αποβάθρων) που απομόνωνσαν τις εργασίες στο Σταθμό από το εν λειτουργία σύστημα.

Πρόλογος

Αφορμή για την εκπόνηση αυτής της εργασίας στάθηκε η Πρακτική Άσκηση II που πραγματοποιήσα το καλοκαίρι του 2009 στην εταιρία Αττικό Μετρό. Κατά τη διάρκεια της Πρακτικής στο εργοτάξιο της Αγίας Παρασκευής ήρθα σε επαφή με ένα μεγάλο έργο, αυτό της επέκτασης της Γραμμής 3 του Μετρό των Αθηνών που περιλαμβάνει τους σταθμούς «Νομισματοκοπείο», «Χολαργός» και «Αγία Παρασκευή».

Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας είναι η παρουσίαση της κατασκευής του σταθμού μετρό της Αγίας Παρασκευής, ενός πρωτοπόρου έργου για τα ελληνικά δεδομένα καθώς πραγματοποιήθηκε χωρίς να έχει προβλεφθεί ότι θα διανοιχθεί στη συγκεκριμένη περιοχή και οι διαδικασίες εκσκαφής πραγματοποιήθηκαν ενώ η υφιστάμενη υπόγεια σήραγγα TBM του μετρό βρισκόταν σε λειτουργία.

Η εργασία δομείται σε έξι συνολικά κεφάλαια:

Στο 1ο κεφάλαιο παρουσιάζεται η εταιρία της Αττικό Μετρό καθώς και τα έργα που έχει πραγματοποιήσει. Επιπλέον στο κεφάλαιο αυτό βρίσκεται συνοπτικό ημερολόγιο με τις εργασίες που πραγματοποιήθηκαν στην επέκταση της γραμμής 3 του μετρό.

Στο 2ο κεφάλαιο παρουσιάζονται όλα τα γεωλογικά και υδρογεωλογικά στοιχεία που προέκυψαν από τις μελέτες που πραγματοποιήθηκαν στην περιοχή του σταθμού.

Στο 3ο κεφάλαιο παρουσιάζονται τυπικές γεωτεχνικές τομές σχεδιασμού καθώς και οι τιμές των φυσικών και των μηχανικών παραμέτρων στην περιοχή του σταθμού "Αγ. Παρασκευή".

Στο 4ο κεφάλαιο παρουσιάζονται η εκσκαφή και προσωρινή αντιστήριξη του σταθμού. Για τη διευκόλυνση του αναγνώστη αυτή η διαδικασία χωρίστηκε σε 8 φάσεις. Σε κάθε φάση παρουσιάζονται ξεχωριστά όλες οι διεργασίες που πραγματοποιήθηκαν.

Στο 5ο κεφάλαιο παρουσιάζεται η διαδικασία κατασκευής της μόνιμης επένδυσης του σταθμού καθώς και η τελική κατασκευή.

Στο 6ο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της εργασίας σχετικά με τη μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε, αλλά και με την περιοχή εξέτασης.

Θερμές ευχαριστίες οφείλονται σε ορισμένα πρόσωπα, των οποίων η βοήθεια καθώς και η συμπαράστασή τους αποτέλεσε σημαντικό παράγοντα για την πραγματοποίηση αυτής της διπλωματικής. Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα της διπλωματικής κ. Ρόζο Δημήτριο επίκουρο καθηγητή του Ε.Μ.Π., για την ευνοϊκή υποδοχή, την ενθάρρυνση μιας ιδέας που χωρίς το ενδιαφέρον, την καθημερινή καθοδήγηση και υποστήριξη του δεν θα είχε μετατραπεί σε αυτή την εργασία.

Ευχαριστώ ιδιαίτερα την κα. Αγραπίδη Στεύη, μηχανικό της Αττικό Μετρό και απόφοιτο της σχολής Μηχ.Μεταλλείων- Μεταλλουργών, για την πολύωρη ενασχόλησή της με την παρούσα διπλωματική, για την άψογη αντιμετώπιση και παροχή συμβουλών και υλικού τόσο κατά την περίοδο της Πρακτικής Άσκησης στο εργοτάξιο της Αττικό Μετρό, όσο και αργότερα κατά την υλοποίηση της εργασίας αυτής και τέλος για τις πολύτιμες συμβουλές της και εύρεση λύσεων σε κομβικά ζητήματα.

Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Μάρκο Νόβακ από τα κεντρικά της Αττικό Μετρό Α.Ε. για όλο το υλικό που μου παραχώρησε όποτε αυτό κατέστη απαραίτητο. Ευχαριστώ επίσης τα μέλη της επιτροπής εξέτασης της διπλωματικής κύριο Λουπασάκη Κωσταντίνο λέκτορα του Ε.Μ.Π. και κύριο Νομικό Παυλο λέκτορα του Ε.Μ.Π. για το χρόνο που διέθεσαν για την αξιολόγηση της εργασίας.

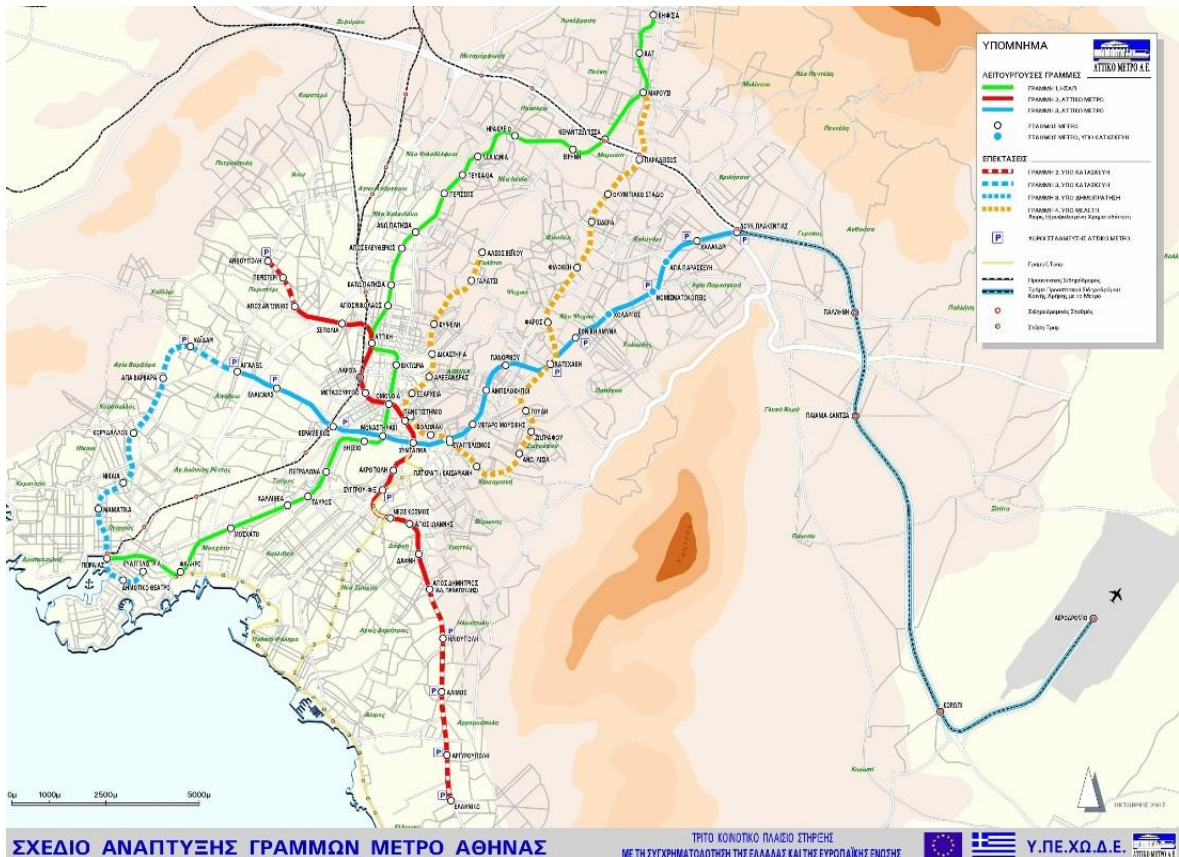
Τέλος, θέλω να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στην οικογένεια μου για την διαρκή τους υποστήριξη και αγάπη που επέτρεψε την επιτυχή διεκπεραίωση των σπουδών μου, καθώς και τους φίλους και συναδέλφους μου για τα όμορφα φοιτητικά χρόνια που περάσαμε μαζί.

1 ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ

1.1 Παρουσίαση εταιρείας

Η ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ ΑΕ (ιστότοπος, www.attikometro.gr) είναι μια σύγχρονη εταιρεία δημοσίου συμφέροντος, με προσωπικό υψηλής επιστημονικής κατάρτισης, η οποία με υπεύθυνο σχεδιασμό και συστηματική δουλειά υλοποιεί την ανάπτυξη του δικτύου του Μετρό της Αθήνας. Σήμερα, οι δύο Γραμμές του Μετρό της Αθήνας έχουν συνολικό μήκος περίπου 51,1 χλμ (συμπεριλαμβανομένων των 20,7 χλμ γραμμής του προαστιακού από τον σταθμό ΔΟΥΚΙΣΣΗΣ ΠΛΑΚΕΝΤΙΑΣ προς Αεροδρόμιο), διαθέτουν σύγχρονους σταθμούς που εξυπηρετούν 700.000 επιβάτες ανά ημέρα. Επίσης, η Γραμμή 1 του ΗΣΑΠ εξυπηρετεί αντίστοιχα περισσότερους από 415.000 επιβάτες ανά ημέρα. Έτσι μαζί με το Τραμ και τον Προαστιακό, το Μετρό συμβάλλει στη σύνθεση ενός σύγχρονου συγκοινωνιακού δικτύου και στην αναβάθμιση της ποιότητας ζωής στο λεκανοπέδιο.

Η ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ ΑΕ προχωρά στην υλοποίηση νέων επεκτάσεων του δικτύου και ήδη σε εξέλιξη βρίσκεται ο διαγωνισμός για την περαιτέρω επέκταση της Γραμμής 3 από το Χαϊδάρι μέχρι τον Πειραιά (7,6 χλμ., 6 σταθμοί), προκειμένου ο Δήμος Πειραιά να αποκτήσει 3 Σταθμούς Μετρό και να συνδεθεί με το Αεροδρόμιο. Επίσης, το Υπουργείο Υποδομών, Μεταφορών και Δικτύων εξετάζει όλους τους πιθανούς τρόπους χρηματοδότησης για την κατασκευή μιας νέας Γραμμής, η οποία αναμένεται να αλλάξει δραστικά τον συγκοινωνιακό χάρτη της Αθήνας, αφού υπολογίζεται να εξυπηρετεί μέχρι και 500.000 επιβάτες την ημέρα, αλλά και να αναβαθμίσει σημαντικά τη ζωή στο Λεκανοπέδιο. Πρόκειται για τη νέα Γραμμή 4, μήκους 33 χλμ με 29 Σταθμούς (προϋπολογισμού 3,3 δισ. €), η οποία θα καλύψει την διαδρομή Περισσός – Άλσος Βεΐκου – Πανεπιστήμιο – Ευαγγελισμός – Βύρωνα – Κατεχάκη – Μαρούσι – Λυκόβρυση, καθώς και τις περιοχές Παγκράτι, Βύρωνα, Υμηττός και Ηλιούπολη.



1.2 Αρχαιολογικό έργο της ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ

Μία από τις μοναδικές ιδιαιτερότητες του Μετρό της Αθήνας είναι ότι η κατασκευή του αποτέλεσε παράλληλα αφορμή για την υλοποίηση ενός σπουδαίου αρχαιολογικού έργου. Συγκεκριμένα, στο πλαίσιο της κατασκευής του Μετρό της Αθήνας, πραγματοποιήθηκε η μεγαλύτερη αρχαιολογική ανασκαφή στην πρωτεύουσα (έκτασης 79.000 τ.μ.), η οποία έφερε στο φως περισσότερα από 50.000 αρχαιολογικά ευρήματα.

Από την αρχή του σχεδιασμού του έργου, το Υπουργείο Πολιτισμού ενημέρωσε τους μελετητές για τον πλούτο των αρχαιοτήτων του Αθηναϊκού υπεδάφους και για τους περιορισμούς που επέβαλε το χρέος για την προστασία τους. Έτσι, τόσο κατά τον σχεδιασμό όσο και κατά την κατασκευή του έργου έγιναν οι αναγκαίες προβλέψεις και μετατροπές. Οι ανασκαφές, η συντήρηση, μεταφορά, έκθεση, κ.λ.π των αρχαίων ευρημάτων αποτέλεσε συντονισμένη προσπάθεια τριών φορέων: της ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε. (ΑΜ), της Κοινοπραξίας ΟΛΥΜΠΙΑΚΟ ΜΕΤΡΟ (Κ/Ξ ΟΜ) που κατασκεύασε το βασικό έργο και του

Υπουργείου Πολιτισμού (ΥΠΠΟ), το οποίο σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία έχει την ευθύνη και επιστασία όλων των αρχαιολογικών δραστηριοτήτων. Οι αρμόδιες αρχαιολογικές υπηρεσίες του ΥΠΠΟ επέβλεψαν όλες τις φάσεις του αρχαιολογικού έργου, ενώ η Αττικό Μετρό χρηματοδότησε όλες τις αρχαιολογικές ανασκαφές και παράλληλα συντόνισε τους αναδόχους των έργων και όλους τους εμπλεκόμενους φορείς και υπηρεσίες.

Σήμερα, σε έξι κεντρικούς σταθμούς του Μετρό, αρχαία αντικείμενα εκτίθενται για πρώτη φορά σε δημόσιο χώρο πίσω από καλαίσθητες προθήκες προσκαλώντας και προκαλώντας τον κάθε βιαστικό επιβάτη, έλληνα ή ξένο να τα κοιτάξει και να τα περιεργασθεί.

1.3 Αττικό Μετρό για ΑΜΕΑ

Οι σταθμοί και οι συρμοί του Μετρό Αθήνας είναι απολύτως φιλικό στην εξυπηρέτηση ατόμων με αναπηρία. Μολονότι οι προβλέψεις δεν περιλαμβάνονταν στο αρχικό αντικείμενο της σύμβασης η Αττικό Μετρό θεώρησε απαραίτητο να πραγματοποιηθούν οι παρακάτω διευκολύνσεις στις Γραμμές 2 και 3 του Μετρό Αθήνας στα πλαίσια της εξυπηρέτησης των Ατόμων με Αναπηρία. Ειδικότερα:

Α) Για άτομα που κινούνται χωρίς αμαξίδια έχουν προβλεφθεί

- Διαγραμμίσεις στο πρώτο και τελευταίο Σκαλοπάτι των σταθερών κλιμάκων
- Ενδείξεις κατεύθυνσης και κομβία έκτακτης ανάγκης για τη διακοπή λειτουργίας των κυλιόμενων κλιμάκων.
- Χείλος αποβάθρας - πρόσθετη προειδοποιητική διαγράμμισης.
- Βελτιώσεις επιπέδου φωτισμού.
- Προσβάσιμα καθίσματα στην αποβάθρα.
- Κάμερες κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης.
- Πυκνές γρίλιες βατών φρεατίων.
- «Οδηγοί τυφλών».

Β) Για Χρήστες Αναπηρικών Αμαξιδίων

- Ανελκυστήρες κατάλληλοι για χρήση από ΑΜΕΑ σε όλους τους σταθμούς.
- Ηχογραφημένες ανακοινώσεις στις καμπίνες των ανελκυστήρων.
- Ενδοεπικοινωνία με τον Υπεύθυνο Σταθμού στις καμπίνες των ανελκυστήρων.
- Κεκλιμένα επίπεδα (ράμπες) υψομετρικών αλλαγών.

1.4 Πρόοδος συνολικά του έργου

Το μεγαλύτερο μέτωπο έργων Μετρό που έχει ποτέ υλοποιηθεί στην Ελλάδα προχωράει σήμερα με εντατικούς ρυθμούς. Το τελευταίο διάστημα κατασκευάζονται Σταθμοί Μετρό σε μια σειρά νέων περιοχών της Αθήνας, στο Περιστερί, στην Ανθούπολη, στο Χαϊδάρι, στο Χολαργό, στο Χαλάνδρι, στην Αγία Παρασκευή.

Τον Μάιο 2007 δόθηκε σε λειτουργία η επέκταση της Γραμμής 3 του Μετρό από το Μοναστηράκι προς το Αιγάλεω, μήκους 4,3 χμ., με 3 σύγχρονους Σταθμούς. Το δίκτυο του Μετρό συνεχίζει να επεκτείνεται με νέους Σταθμούς και ήδη σε προχωρημένο στάδιο κατασκευής βρίσκεται η περαιτέρω επέκταση της Γραμμής 3 προς το Χαϊδάρι, μήκους 1,5 χλμ. με έναν νέο Σταθμό. Συγκεκριμένα σήμερα έχουν ολοκληρωθεί τα έργα πολιτικού μηχανικού στον σταθμό και στη σήραγγα και σε εξέλιξη βρίσκονται οι εργασίες αρχιτεκτονικών τελειωμάτων και η εγκατάσταση ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού. Σημειώνεται ότι στην ίδια εργολαβία έχει ενταχθεί και η κατασκευή Χώρου Στάθμευσης Ι.Χ. οχημάτων, ακριβώς δίπλα από τον Σταθμό, συνολικής χωρητικότητας 380 θέσεων Ι.Χ.

Παράλληλα, ένας από τους μεγαλύτερους Δήμους της χώρας, ο Δήμος Περιστερίου, θα αποκτήσει ακόμα δύο νέους Σταθμούς Μετρό, μετά την επιτυχή ολοκλήρωση και λειτουργία του Σταθμού ΑΓΙΟΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ το καλοκαίρι του 2004 θα προστεθούν οι σταθμοί ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ και ΑΝΘΟΥΠΟΛΗ, ενώ στην ίδια εργολαβία έχει ενταχθεί και η ενοποίηση και ανάπλαση της ομώνυμης πλατείας

του Δήμου, η οποία καλύπτει μια συνολική έκταση 10.000 τμ. Παράλληλα, ολοκληρώθηκαν το καλοκαίρι του 2008 οι εργασίες διάνοιξης των υπολοίπων 350 μέτρων σήραγγας και το σύνολο της επέκτασης της Γραμμής (1,5 χλμ.) έχει πλέον κατασκευαστεί

Το έργο της επέκτασης της Γραμμής 2 προς το Ελληνικό θα προσθέσει στο δίκτυο του Μετρό της Αθήνας 5,5 χλμ υπόγειας Γραμμής και 4 νέους Σταθμούς (ΗΛΙΟΥΠΟΛΗ, ΑΛΙΜΟΣ, ΑΡΓΥΡΟΥΠΟΛΗ, ΕΛΛΗΝΙΚΟ). Σήμερα, εκτελούνται κατασκευαστικές εργασίες σε 16 εργοταξιακούς χώρους (σταθμοί, φρέατα εξαερισμού, υπόγειος χώρος εναπόθεσης συρμών του έργου) κατά μήκος της Λεωφόρου Βουλιαγμένης, δίχως να επηρεάζεται η κυκλοφορία των οχημάτων και διατηρώντας ανέπαφο το πράσινο στην κεντρική νησίδα της Λεωφόρου. Το Μηχάνημα Διάνοιξης Σηράγγων, με αφετηρία το φρέαρ «Σούρμενα», αθόρυβα και δίχως καμία όχληση στη λειτουργία της πόλης, ολοκλήρωσε την κατασκευή των 5295 μέτρων σήραγγας τον Δεκέμβριο του 2008 και σήμερα έχει πλέον απομακρυνθεί από το έργο. Πρόσφατα ξεκίνησε η εγκατάσταση των σιδηροτροχιών και του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού κατά μήκος της επέκτασης.

Τα τελευταία δύο χρόνια τελείωσαν και οι εργασίες σε τρεις νέους Σταθμούς της Γραμμής 3 (ΝΟΜΙΣΜΑΤΟΚΟΠΕΙΟ,ΧΟΛΑΡΓΟΣ και ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ).

Ο σταθμός ΝΟΜΙΣΜΑΤΟΚΟΠΕΙΟ δόθηκε στο επιβατικό κοινό στις 2 Σεπτεμβρίου 2009. Με την ίδια εργολαβία, στον Σταθμό ΝΟΜΙΣΜΑΤΟΚΟΠΕΙΟ (που είναι ο πρώτος Σταθμός Μετρό επί της Λεωφ. Μεσογείων που συναντούν οι προερχόμενοι από την Αγία Παρασκευή, τα Μεσόγεια και τα Ανατολικά παράλια της Αττικής) κατασκευάστηκε Σταθμός Μετεπιβίβασης από και προς λεωφορειακές γραμμές. Επιπλέον δόθηκε στις 23-07-2010 στο κοινό και υπόγειος χώρος στάθμευσης συνολικής χωρητικότητας 630 θέσεων Ι.Χ. οχημάτων.

Ο σταθμός Χολαργού που δόθηκε σε λειτουργία στις 23-7-2010, οριοθετείται σε βάθος 22 μέτρων υπογείως της Λεωφ. Μεσογείων στο ύψος της συμβολής της με την οδό Φανερωμένης και προβλέπεται να εξυπηρετεί ημερησίως περίπου 20.000 επιβάτες, προερχόμενους κυρίως από του Δήμους Χολαργού και Χαλανδρίου,

αλλά και Νέου Ψυχικού, οι οποίοι θα έχουν πλέον τη δυνατότητα να διανύουν με το Μετρό την απόσταση μέχρι το Σύνταγμα σε εννέα λεπτά.

Ο σταθμός της Αγίας Παρασκευής που ήταν και ο πιο δύσκολος από πλευράς κατασκευής (αφού δεν είχε προβλεφθεί αρχικά η διάνοιξη του) δόθηκε στο επιβατικό κοινό στις 30-12-2010 και αναμένεται να εξυπηρετεί σε καθημερινή βάση 20.000 επιβάτες, οι οποίοι θα διανύουν, την απόσταση Αγία Παρασκευή - Σύνταγμα σε 13 λεπτά, ενώ μέχρι πρότινος χρειαζόνταν περισσότερα από 45. Ο ακριβής αλλά και πρωτοπόρος για τα ελληνικά δεδομένα τρόπος κατασκευής αυτού του σταθμού θα παρουσιαστεί αναλυτικά σε αυτή την διπλωματική εργασία. Τέλος το Μετρό της Αθήνας, επεκτείνεται και προς την Αγία Βαρβάρα, τον Κορυδαλλό, τη Νίκαια, τα Μανιάτικα και τον Πειραιά, με 6 νέους Σταθμούς και 7,6 χλμ. υπόγειας γραμμής. Η Αττικό Μετρό Α.Ε. επαναδημοπράτησε στις 21 Νοεμβρίου 2008 τον σχετικό διαγωνισμό και στις 13 Φεβρουαρίου 2009, 6 τεχνικοί όμιλοι/ κοινοπραξίες εκδήλωσαν το ενδιαφέρον τους για την κατασκευή του έργου.

1.5 Πρόοδος επέκτασης Γραμμής 3- Συνοπτικό ημερολόγιο εργασιών

Στις 16 Μαρτίου 2007 υπεγράφη η σύμβαση για την ολοκλήρωση των Σταθμών ΧΟΛΑΡΓΟΣ και ΝΟΜΙΣΜΑΤΟΚΟΠΕΙΟ, καθώς και για την κατασκευή του Σταθμού ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ της Γραμμής 3.

Ο σταθμός ΝΟΜΙΣΜΑΤΟΚΟΠΕΙΟ δόθηκε στο επιβατικό κοινό στις αρχές του Σεπτεμβρίου του 2009, ακολούθησε τον Ιούλιο του 2010 ο Σταθμός ΧΟΛΑΡΓΟΣ και τον Δεκέμβριο της ίδιας χρονιάς τέθηκε σε λειτουργία και ο Σταθμός ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ.

Η συγκοινωνιακή σημασία αυτών των τριών σταθμών είναι ιδιαίτερα μεγάλη καθώς προβλέπεται να εξυπηρετούν καθημερινά περισσότερους από 60.000 επιβάτες, μειώνοντας δραστικά τον χρόνο μετακίνησης πχ. Αγ. Παρασκευή – Σύνταγμα μόλις σε 12 λεπτά, ενώ σήμερα χρειάζονται τουλάχιστον 45 λεπτά με ΙΧ σε ώρα αιχμής!

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΡΟΟΔΟΥ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ:

Σύμφωνα με (ιστότοπο, www.attikometro.gr), διαχρονικά η πρόοδος του έργου στο σύνολο της επέκτασης της γραμμής 3 του ΜΕΤΡΟ ήταν η ακόλουθη:

Μάρτιος 2007.

- Υπογράφηκε η σύμβαση για την ολοκλήρωση των σταθμών ΧΟΛΑΡΓΟΣ και ΝΟΜΙΣΜΑΤΟΚΟΠΕΙΟ και την κατασκευή σταθμού ΑΓΙΑΣ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ. Ξεκίνησαν οι εργοταξιακές εγκαταστάσεις στους σταθμούς.

Απρίλιος 2007.

- Πραγματοποιήθηκαν διερευνητικές τομές του εδάφους για την ύπαρξη δικτύων ΟΚΩ και οι γεωτρήσεις για την τοποθέτηση γεωμηχανικών οργάνων στους τρεις σταθμούς.

Μάιος 2007.

- Ολοκληρώθηκε η κυκλοφοριακή ρύθμιση επί των Οδών Πολυδούρη και Μακαρίου, στον σταθμό ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ.
- Πραγματοποιήθηκαν παρακάμψεις δικτύων ΟΚΩ και ξεκίνησαν οι εργασίες κατασκευής του φρεατίου ανελκυστήρα στο ΝΟΜΙΣΜΑΤΟΚΟΠΕΙΟ.
- Υλοποιήθηκαν κυκλοφοριακές ρυθμίσεις πλησίον του σταθμού ΧΟΛΑΡΓΟΣ.

Ιούνιος 2007.

- Ολοκληρώθηκε η εργοταξιακή εγκατάσταση για τη δεύτερη είσοδο/έξοδο του σταθμού ΧΟΛΑΡΓΟΣ και πραγματοποιήθηκαν οι απαραίτητες κυκλοφοριακές ρυθμίσεις.

Ιούλιος 2007.

- Τοποθετήθηκαν πάσσαλοι περιμετρικά του σταθμού ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ
- Ολοκληρώθηκε η προσωρινή αντιστήριξη και εκδοκφή του φρέατος ανελκυστήρα στο ΝΟΜΙΣΜΑΤΟΚΟΠΕΙΟ.
- Σε εξέλιξη ευρίσκοντο οι εργοταξιακές εγκαταστάσεις και ολοκληρώθηκε η κατασκευή πασσάλων στην είσοδο του σταθμού ΧΟΛΑΡΓΟΣ.

Αύγουστος 2007.

- Πραγματοποιήθηκε η στεγανοποίηση και η σκυροδέτηση του φρέατος ανελκυστήρα στο ΝΟΜΙΣΜΑΤΟΚΟΠΕΙΟ.
- Ολοκληρώθηκε η κατασκευή πασσάλων στον σταθμό ΧΟΛΑΡΓΟΣ. Ξεκίνησε η εκσκαφή και η κατασκευή της δυτικής εισόδου του σταθμού.

Σεπτέμβριος 2007.

- Ολοκληρώθηκε η σκυροδέτηση του ανελκυστήρα και ξεκίνησαν οι εργασίες των επιχρισμάτων στο σταθμό ΝΟΜΙΣΜΑΤΟΚΟΠΕΙΟ.
- Κατασκευάστηκαν οι πάσσαλοι στην αριστερή είσοδο του προαναφερθέντος σταθμού.
- Ολοκληρώθηκε η κατασκευή πασσάλων στην ανατολική και τη δυτική είσοδο στον σταθμό ΧΟΛΑΡΓΟΣ.

Οκτώβρης 2007.

- Ολοκληρώθηκαν οι εργασίες τοιχοποιίας στο σταθμό ΝΟΜΙΣΜΑΤΟΚΟΠΕΙΟ, ενώ σε τελικό στάδιο βρίσκονταν οι εργασίες επιχρισμάτων.
- Συνεχίζονταν οι εργασίες εκσκαφής και προσωρινής αντιστήριξης στο κυρίως φρέαρ στο σταθμό ΧΟΛΑΡΓΟΣ
- Ολοκληρώθηκαν οι εργασίες κατασκευής των πασσάλων και ξεκίνησαν οι εργασίες εκσκαφής στο σταθμό ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ.
- Ολοκληρώθηκε η κυκλοφοριακή ρύθμιση επί της οδού Αγ.Παρασκευής και ξεκίνησαν οι εργασίες εκσκαφής του ομώνυμου σταθμού.

Νοέμβριος 2007.

- Σε εξέλιξη ευρίσκοντο οι προκαταρκτικές εργασίες για τοποθέτηση γρανιτών στο δάπεδο του κτιρίου του σταθμού ΝΟΜΙΣΜΑΤΟΚΟΠΕΙΟ.
- Σε εξέλιξη ευρίσκοντο οι εργασίες εκσκαφής και προσωρινής αντιστήριξης στο κυρίως φρέαρ του σταθμού ΧΟΛΑΡΓΟΣ.
- Σε εξέλιξη ευρίσκοντο οι εργασίες εκσκαφής και προσωρινής αντιστήριξης στο σταθμό ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ.

Δεκέμβρης 2007.

- Συνεχίζονταν οι εργασίες εκσκαφής στο σταθμό ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ.
- Σε εξέλιξη ευρίσκοντο οι εργασίες τοποθέτησης θυρών, οι βαφές, η διάστρωση δαπέδου και η τοποθέτηση πλακιδίων στο σταθμό ΝΟΜΙΣΜΑΤΟΚΟΠΕΙΟ.

- Ολοκληρώθηκε η εκσκαφή και η προσωρινή αντιστήριξη της συνδετήριας σήραγγας από το επίπεδο έκδοσης εισιτηρίων έως τις εισόδους/εξόδους του σταθμού ΧΟΛΑΡΓΟΣ.
- Ξεκίνησαν οι εργασίες εκσκαφής για την κατασκευή του 3^{ου} όροφου υπογείου χώρου στάθμευσης συνολικής χωρητικότητας 470 Ι.Χ. οχημάτων.

Ιανουάριος 2008.

- Σε εξέλιξη ευρίσκοντο οι εργασίες εκσκαφής στο σταθμό ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ.
- Σε εξέλιξη ευρίσκοντο οι εργασίες τοποθέτησης θυρών, οι βαφές, η διάστρωση βιομηχανικού δαπέδου και η τοποθέτηση κεραμικών πλακιδίων στο σταθμό ΝΟΜΙΣΜΑΤΟΚΟΠΕΙΟ.
- Σε φάση ολοκλήρωσης βρισκόταν η εκσκαφή και η προσωρινή αντιστήριξη των 2 από τις 4 κεκλιμένες σήραγγες προς το επίπεδο των αποβάθρων στο σταθμό ΧΟΛΑΡΓΟΣ. Στο Νότιο Φρέαρ Εξαερισμού εκτελούνταν αρχαιολογικές ανασκαφές.

Φεβρουάριος 2008.

- Σε στάδιο ολοκλήρωσης ευρίσκοντο οι εργασίες εκσκαφής στο σταθμό ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ.
- Σε εξέλιξη ευρίσκοντο οι εργασίες για την αρχιτεκτονική διαρρύθμιση του σταθμού ΝΟΜΙΣΜΑΤΟΚΟΠΕΙΟ ενώ παράλληλα ξεκίνησαν οι εργασίες τοποθέτησης σωληνώσεων ύδρευσης. Στην ανατολική είσοδο του σταθμού σε εξέλιξη ήταν η εκσκαφή και η προσωρινή αντιστήριξη της σήραγγας.
- Σε εξέλιξη ήταν η εκσκαφή των δυο διαδρόμων πρόσβασης κοινού από τις δυο εισόδους/εξόδους του σταθμού ΧΟΛΑΡΓΟΣ προς το πρώτο επίπεδο του σταθμού.

Μάρτιος 2008.

- Σε στάδιο ολοκλήρωσης ήταν οι εργασίες εκσκαφής στο σταθμό ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ

- Σε εξέλιξη ήταν οι εργασίες τοποθέτησης σωληνώσεων ύδρευσης στο σταθμό ΝΟΜΙΣΜΑΤΟΚΟΠΕΙΟ.
- Στο σταθμό ΧΟΛΑΡΓΟΣ ολοκληρώθηκε η εκσκαφή των δυο διαδρόμων πρόσβασης κοινού από τις δυο εισόδους/εξόδους προς το πρώτο επίπεδο του σταθμού.

Απρίλης 2008.

- Σε στάδιο ολοκλήρωσης ήταν οι εργασίες τοποθέτησης σωληνώσεων ύδρευσης στο σταθμό ΝΟΜΙΣΜΑΤΟΚΟΠΕΙΟ , ενώ σε φάση ολοκλήρωσης είναι και η εκσκαφή του φρέατος της ανατολικής εισόδου του σταθμού.
- Ολοκληρώθηκε η εκσκαφή του κυρίως φρέατος και ξεκίνησαν οι εργασίες αποστράγγισης στον σταθμό ΧΟΛΑΡΓΟΣ. Σε φάση ολοκλήρωσης ευρίσκετο η εκσκαφή της «Εισόδου 1» του σταθμού.

Μάιος 2008.

- Ολοκληρώθηκαν οι εργασίες προσωρινής αντιστήριξης στο σταθμό ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ.
- Σε εξέλιξη ήταν οι εργασίες βαφών, η εγκατάσταση γρανιτών, η ανάρτηση των ψευδοροφών στο σταθμό ΝΟΜΙΣΜΑΤΟΚΟΠΕΙΟ, ενώ ολοκληρώθηκαν οι εργασίες τοποθέτησης σωληνώσεων ύδρευσης.

Ιούνιος 2008.

- Σε εξέλιξη ήταν οι εργασίες εγκατάστασης ανελκυστήρων στο σταθμό ΝΟΜΙΣΜΑΤΟΚΟΠΕΙΟ.
- Σε εξέλιξη ήταν οι εργασίες υδατοστεγάνωσης του ομώνυμου χώρου στάθμευσης.
- Στο Νότιο Φρέαρ εξαερισμού του σταθμού ΧΟΛΑΡΓΟΣ ολοκληρώθηκε η αφαίρεση των αρχαιολογικών ευρημάτων και ξεκίνησαν οι εργασίες εγκατάστασης πασσάλων αντιστήριξης.

Ιούλιος 2008.

- Στο σταθμό ΧΟΛΑΡΓΟΣ ήταν σε εξέλιξη η υδατοστεγάνωση των κεκλιμένων κλιμάκων προς τις αποβάθρες και η κατασκευή των εισόδων/εξόδων του σταθμού.
- Σε προχωρημένο στάδιο ήταν η εκσκαφή του σταθμού ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ και ξεκίνησε η εκσκαφή της Νότιας Εισόδου.

Αύγουστος 2008.

- Σε εξέλιξη ήταν οι εργασίες τοποθέτησης γρανιτών στο δάπεδο και στους τοίχους στο σταθμό ΝΟΜΙΣΜΑΤΟΚΟΠΕΙΟ.
- Ολοκληρώθηκαν οι εργασίες εκσκαφής της ανατολικής εισόδου/εξόδου στο σταθμό ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ.
- Σε εξέλιξη ήταν οι εργασίες τοποθέτησης των κυλιόμενων κλιμάκων στο σταθμό ΝΟΜΙΣΜΑΤΟΚΟΠΕΙΟ.

Σεπτέμβριος 2008.

- Σε εξέλιξη ήταν η εγκατάσταση ανελκυστήρων στο σταθμό ΝΟΜΙΣΜΑΤΟΚΟΠΕΙΟ.
- Στις αρχές του νέου έτους αναμένεται η διακοπή λειτουργίας του τμήματος της Γραμμής 3 Εθνική Άμυνα-Δ.Πλακεντίας-Αεροδρόμιο προκειμένου να καθαιρεθεί τμήμα της υφιστάμενης σήραγγας και να ολοκληρωθεί η εκσκαφή του σταθμού ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ.

Οκτώβριος 2008.

- Στο κτήριο του σταθμού ΝΟΜΙΣΜΑΤΟΚΟΠΕΙΟ σε προχωρημένο στάδιο ευρίσκοντο οι εργασίες τοποθέτησης γρανιτών στο δάπεδο και στους τοίχους, η τοποθέτηση του σκελετού της ανοξείδωτης επένδυσης στα κυκλικά υποστηλώματα, η τοποθέτηση μεταλλικών θυρών, καθώς και η τοποθέτηση κεραμικών πλακιδίων και γαλβανισμένων κιγκλιδωμάτων στους τεχνικούς χώρους.

- Στο υπόγειο χώρο στάθμευσης στο ΝΟΜΙΣΜΑΤΟΚΟΠΕΙΟ ήταν σε εξέλιξη η κατασκευή της πλάκας θεμελίωσης.

Νοέμβριος 2008.

- Στο σταθμό ΝΟΜΙΣΜΑΤΟΚΟΠΕΙΟ ολοκληρώθηκε η εγκατάσταση των 10 κυλιόμενων κλιμάκων και των 3 ανελκυστήρων.
- Στον υπόγειο χώρο στάθμευσης στο ΝΟΜΙΣΜΑΤΟΚΟΠΕΙΟ σε προχωρημένο στάδιο ήταν η κατασκευή του φέροντος οργανισμού του κτηρίου.

Δεκέμβριος 2008.

- Σε προχωρημένο στάδιο κατασκευής ήταν οι δυο είσοδοι/έξοδοι του σταθμού ΧΟΛΑΡΓΟΣ, οι διάδρομοι πρόσβασης προς το επίπεδο έκδοσης εισιτηρίων καθώς και το φρέαρ εξαερισμού.
- Ολοκληρώθηκε η κατασκευή των 3 υπογείων του χώρου στάθμευσης 630 θέσεων ΙΧ στο ΝΟΜΙΣΜΑΤΟΚΟΠΕΙΟ.

Ιανουάριος 2009.

Η αναγκαία διακοπή του τμήματος της Γραμμής 3 Εθνική Άμυνα- Δ.Πλακεντίας- Αεροδρόμιο για την κατασκευή του σταθμού ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ προγραμματίστηκε για τις 14 Φεβρουαρίου 2009 και είχε διάρκεια ένα εξάμηνο. Στο χρονικό αυτό διάστημα καθαιρέθηκε τμήμα της υφιστάμενης Γραμμής στο ύψος των υπό κατασκευή σταθμών ΧΟΛΑΡΓΟΣ και ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ.

Φεβρουάριος 2009.

- Σε εξέλιξη ήταν η καθαίρεση της σήραγγας της Γραμμής 3, μήκους 120μ. στον υπό κατασκευή σταθμό ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ.
- Σε προχωρημένο στάδιο ήταν οι εργασίες για την εγκατάσταση διάτρητων μεταλλικών πανέλων τοίχου καθώς και ανοξειδωτής επένδυσης στα κυκλικά υποστυλώματα του σταθμού ΝΟΜΙΣΜΑΤΟΚΟΠΕΙΟ.
- Στο σταθμό ΧΟΛΑΡΓΟ ήταν σε εξέλιξη οι εργασίες αρχιτεκτονικών τελειωμάτων και η εγκατάσταση του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού.

Μάρτιος 2009.

- Ολοκληρώθηκε η καθαίρεση της σήραγγας Γραμμής 3, μήκους 120 μ, στο σταθμό ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ. Σε εξέλιξη ήταν η σκυροδέτηση της θεμελίωσης του σταθμού και η κατασκευή της υδατοστεγάνωσης.
- Στο σταθμό ΝΟΜΙΣΜΑΤΟΚΟΠΕΙΟ σε εξέλιξη ήταν οι εργασίες τοποθέτησης γρανιτών στο δάπεδο και η τοποθέτηση κεραμικών πλακιδίων στους τεχνικούς χώρους. Σε εξέλιξη ήταν η εγκατάσταση του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού στους σταθμούς ΝΟΜΙΣΜΑΤΟΚΟΠΕΙΟ και ΧΟΛΑΡΓΟ.

Απρίλιος 2009.

- Σε στάδιο ολοκλήρωσης (72%) ήταν οι εργασίες σκυροδέτησης των αποβάθρων του σταθμού ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ. ΑΓ ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ.
- Σε εξέλιξη ήταν οι προεργασίες για τη διαμόρφωση του χώρου στη δεύτερη είσοδο του σταθμού ΝΟΜΙΣΜΑΤΟΚΟΠΕΙΟ, η οποία οριοθετείται στην απέναντι πλευρά της Λεωφ. Μεσογείων, στην οδό Κονδυλάκη.
- Στον υπόγειο χώρο στάθμευσης 630 θέσεων ΙΧ οχημάτων στο σταθμό ΝΟΜΙΣΜΑΤΟΚΟΠΕΙΟ οι εργασίες υδατοστεγάνωσης της οροφής ευρίσκοντο σε στάδιο ολοκλήρωσης καθώς και η κατασκευή ράμπας εισόδου/εξόδου.

Μάιος 2009.

- Σε προχωρημένο στάδιο ευρίσκοντο οι εργασίες σκυροδέτησης της πλάκας έκδοσης εισιτηρίων του σταθμού ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ.
- Σε στάδιο ολοκλήρωσης ήταν οι εργασίες αρχιτεκτονικών τελειωμάτων στο σταθμό ΝΟΜΙΣΜΑΤΟΚΟΠΕΙΟ.
- Σε τελικό στάδιο ευρίσκοντο οι εργασίες εγκατάστασης ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού στο σταθμό ΧΟΛΑΡΓΟΣ.

Ιούνιος 2009.

- Σε εξέλιξη ήταν η κατασκευή της πλάκας δαπέδου του πρώτου υπογείου (επίπεδο έκδοσης εισιτηρίων) στο σταθμό ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ.

- Ολοκληρώθηκε η τοποθέτηση κυλιόμενων κλιμάκων και ανελκυστήρων στο σταθμό ΝΟΜΙΣΜΑΤΟΚΟΠΕΙΟ.
- Σε στάδιο ολοκλήρωσης ήταν οι αρχιτεκτονικές εργασίες στο σταθμό ΧΟΛΑΡΓΟΣ.

Ιούλιος 2009.

- Ολοκληρώθηκε η κατασκευή όλων των υπογείων επιπέδων του σταθμού ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ.
- Ξεκίνησαν οι δοκιμές των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων του σταθμού ΝΟΜΙΣΜΑΤΟΚΟΠΕΙΟ.
- Ολοκληρώθηκε η κατασκευή του υπογείου χώρου στάθμευσης (χωρητικότητας 630 θέσεων ΙΧ οχημάτων) και σε προχωρημένο στάδιο ήταν η εγκατάσταση του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού.

Αύγουστος 2009.

- Σε στάδιο ολοκλήρωσης ήταν οι δοκιμές για την επαναλειτουργία του τμήματος της Γραμμής 3 προς το Αεροδρόμιο και για τη λειτουργία του νέου σταθμού στο ΝΟΜΙΣΜΑΤΟΚΟΠΕΙΟ.
- Ξεκίνησε η εγκατάσταση του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού στον 3^ο όροφο υπόγειο χώρο στάθμευσης στο σταθμό ΝΟΜΙΣΜΑΤΙΚΟΠΕΙΟ.
- Σε εξέλιξη ήταν η κατασκευή του σταθμού μετεπιβίβασης από και προς Λεωφορειακές Γραμμές στην επιφάνεια του προαναφερόμενου σταθμού.

Σεπτέμβριος 2009.

- Στις 2 Σεπτεμβρίου άνοιξε τις πύλες του για το επιβατικό κοινό ο σταθμός ΝΟΜΙΣΜΑΤΟΚΟΠΕΙΟ και επαναλειτούργησε το τμήμα της Γραμμής 2 Εθνική Άμυνα-Αεροδρόμιο.
- Ολοκληρώθηκε η κατασκευή Μετεπιβίβασης στο ΝΟΜΙΣΜΑΤΟΚΟΠΕΙΟ, όπου συνολικά 12 λεωφορειακές γραμμές θα έχουν αφετηρία/τέρμα στο σταθμό αυτό.

Οκτώβριος 2009.

- Σε στάδιο ολοκλήρωσης ήταν η εγκατάσταση του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού στο σταθμό ΧΟΛΑΡΓΟΣ, ενώ πραγματοποιήθηκε η εγκατάσταση όλων των κυλιόμενων κλιμάκων και των ανελκυστήρων για τα άτομα με περιορισμένη κινητικότητα.
- Σε τελικό στάδιο ευρίσκετο η μελέτη για την διαμόρφωση του επιφανειακού χώρου (δύο υφιστάμενα εργοτάξια εκατέρωθεν της Λεωφ. Μεσογείων) του σταθμού ΧΟΛΑΡΓΟΣ.
- Ξεκίνησε η αρχιτεκτονική διαρρύθμιση του σταθμού ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ.

Νοέμβριος 2009.

- Ολοκληρώθηκε η εγκατάσταση του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού στο σταθμό ΧΟΛΑΡΓΟΣ και σύντομα ξεκινούν οι δοκιμές των συστημάτων.
- Ξεκίνησε η αποκατάσταση/ανάπλαση του επιφανειακού χώρου στα δύο εργοτάξια των εισόδων/εξόδων του προαναφερόμενου σταθμού.
- Σε εξέλιξη ήταν η τοποθέτηση μαρμάρων , πλακιδίων, γρανιτών στους κοινόχρηστους χώρους του σταθμού ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ.

Δεκέμβριος 2009.

- Ολοκληρώθηκαν τα αρχιτεκτονικά τελειώματα στο επίπεδο αποβάθρων στο σταθμό ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ, ενώ σε εξέλιξη βρίσκονται στους υπόλοιπους χώρους του σταθμού.
- Σε εξέλιξη ήταν οι εργασίες αποκατάστασης στους επιφανειακούς χώρους του σταθμού ΧΟΛΑΡΓΟΣ.

Ιανουάριος 2010.

- Σε λειτουργία τέθηκε ο σταθμός μεταβίβασης στο ΝΟΜΙΣΜΑΤΟΚΟΠΕΙΟ από τον οποίο θα ξεκινούν 9 λεωφορειακές γραμμές.
- Αναμένετο να τεθεί σύντομα σε λειτουργία και ο υπόγειος χώρος στάθμευσης στο ΝΟΜΙΣΜΑΤΟΚΟΠΕΙΟ χωρητικότητας 630 θέσεων ΙΧ.

Φεβρουάριος 2010.

- Συνεχίζονταν οι εργασίες εγκατάστασης και δοκιμών ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού και δικτύων στους σταθμούς ΧΟΛΑΡΓΟΣ και ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ.

Μάρτιος 2010.

- Στο τελικό στάδιο βρίσκονταν πλέον οι δοκιμές των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων στο σταθμό ΧΟΛΑΡΓΟΣ.

Απρίλιος 2010.

- Σε εξέλιξη εβρίσκετο η αποκατάσταση στο επίπεδο οδού στο σταθμό ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ.
- Σε τελικό στάδιο ήταν η κατασκευή αρχιτεκτονικών τελειωμάτων στην Νότια και Δυτική είσοδο του σταθμού ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ.
- Τελικές δοκιμές πραγματοποιούνται στα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα του σταθμού ΧΟΛΑΡΓΟΣ. Αμέσως μετά την ολοκλήρωσή τους ο σταθμός θα δοθεί στο επιβατικό κοινό.
- Στο τελικό στάδιο βρίσκονταν πλέον οι δοκιμές των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων στον σταθμό ΧΟΛΑΡΓΟΣ. Αμέσως μετά την ολοκλήρωσή τους ο σταθμός θα τεθεί σε λειτουργία.

Μάιος 2010.

- Σε εξέλιξη βρίσκονταν οι χρωματισμοί, η τοποθέτηση ψευδοροφών και τα υπόλοιπα αρχιτεκτονικά τελειώματα στο σταθμό ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ, ενώ συνεχιζόταν η αποκατάσταση στο επίπεδο οδού.

Ιούνιος 2010.

- Έχει ολοκληρωθεί η εκσκαφή, προσωρινή αντιστήριξη και μόνιμη επένδυση του σταθμού ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ.
- Σε εξέλιξη ήταν τα αρχιτεκτονικά τελειώματα (δαπεδοστρώσεις, χρωματισμοί, ψευδοροφές κ.α) στο σταθμό ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ, στη νότια και δυτική είσοδο.
- Πραγματοποιούνται οι τελικές δοκιμές των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων στον σταθμό ΧΟΛΑΡΓΟΣ. Ο σταθμός αναμένεται να παραδοθεί στο επιβατικό κοινό τον Ιούλιο.

Ιούλιος 2010.

- Παραδόθηκε ο σταθμός ΧΟΛΑΡΓΟΣ στο επιβατικό κοινό.
- Σε προχωρημένο στάδιο βρίσκονταν τα αρχιτεκτονικά τελειώματα (δαπεδοστρώσεις, χρωματισμού, ψευδοροφές κ.α) στο σταθμό ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ και στους δυο εισόδους/εξόδους του.
- Ξεκίνησαν οι εργασίες αποκατάστασης του επιφανειακού χώρου του εργοταξίου στον προαναφερόμενο σταθμό.

Αύγουστος 2010.

- Ολοκληρώθηκαν οι αρχιτεκτονικές εργασίες στο σταθμό ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ και σε προχωρημένο στάδιο βρίσκεται η εγκατάσταση του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού.
- Σε εξέλιξη εβρίσκετο η αποκατάσταση του εργοταξίου και η ανάπλαση του χώρου.

Σεπτέμβριος 2010.

- Σε στάδιο ολοκλήρωσης ήταν η αποκατάσταση του εργοταξίου και η ανάπλαση του χώρου.

Οκτώβριος 2010.

- Ολοκληρώθηκαν οι εργασίες αποκατάστασης στη βόρεια είσοδο/έξοδο του σταθμού ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ.

Νοέμβριος 2010.

- Σε προχωρημένο στάδιο εβρίσκετο η κατασκευή ανοξείδωτου στεγάστρου της κυρίας εισόδου/εξόδου του σταθμού.

Δεκέμβριος 2010.

- Στις 30 Δεκεμβρίου πραγματοποιήθηκε η θέση σε λειτουργία του σταθμού ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ.

2 ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ-ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ

2.1 Γενικά

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται και αξιολογούνται τα στοιχεία τα οποία συγκεντρώθηκαν και επεξεργάστηκαν αναφορικά με την κατασκευή του υποσταθμού του μετρό της Αγίας Παρασκευής.

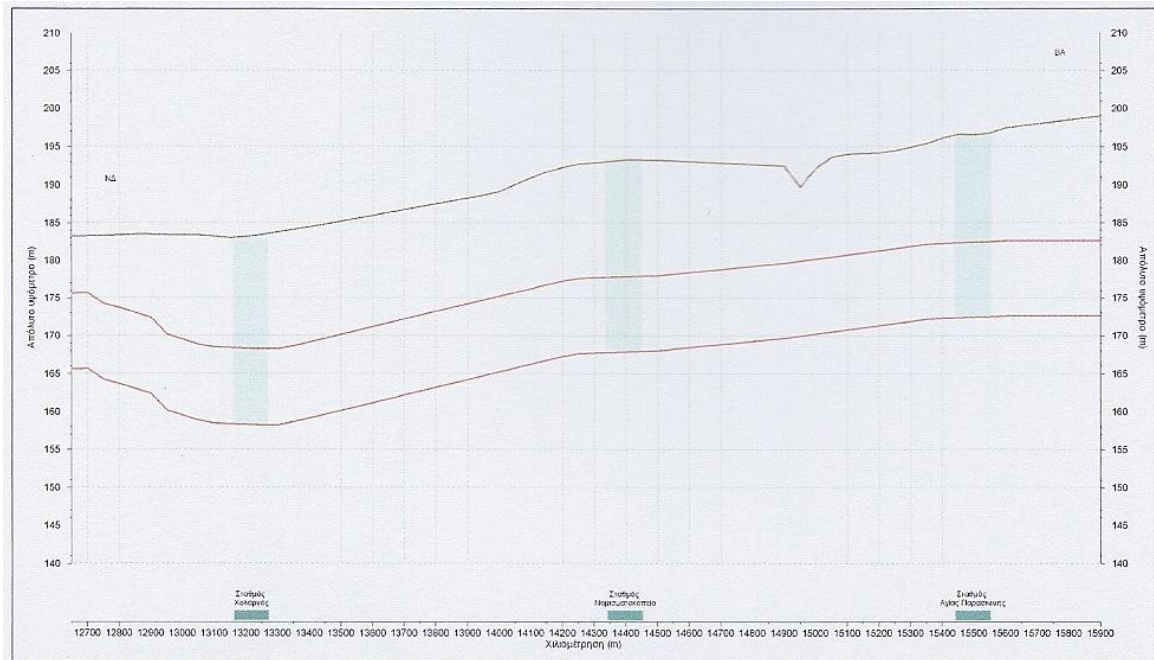
Τα στοιχεία αυτά εντάσσονται στις γεωτεχνικές-τεχνικογεωλογικές και υδρογεωλογικές έρευνες πεδίου που αποδίδονται με τις σχετικές μελέτες που συντάχθηκαν.

Σε αυτό το σημείο είναι χρήσιμο να τονιστεί ότι ο σταθμός «Αγία Παρασκευή» βρίσκεται μεταξύ των οδών Αγίας Παρασκευής, Μαρίας Πολυδούρη, Αμμοχώστου και Κουρτέση (Σχήμα 2.1).



Σχήμα 2.1. Οριζοντιογραφία με τις θέσεις του σταθμού.

Η χωροθέτηση του σταθμού είναι μεταξύ των χ.θ. 1 15+440 και χ.θ. 15+550, το απόλυτο υψόμετρο του εδάφους είναι περίπου στο +197 m και το τελικό υψόμετρο του πυθμένα είναι +172,60m. Επομένως, το βάθος εκσκαφής του σταθμού αγγίζει τα 23,40m (σχήμα 2.2)

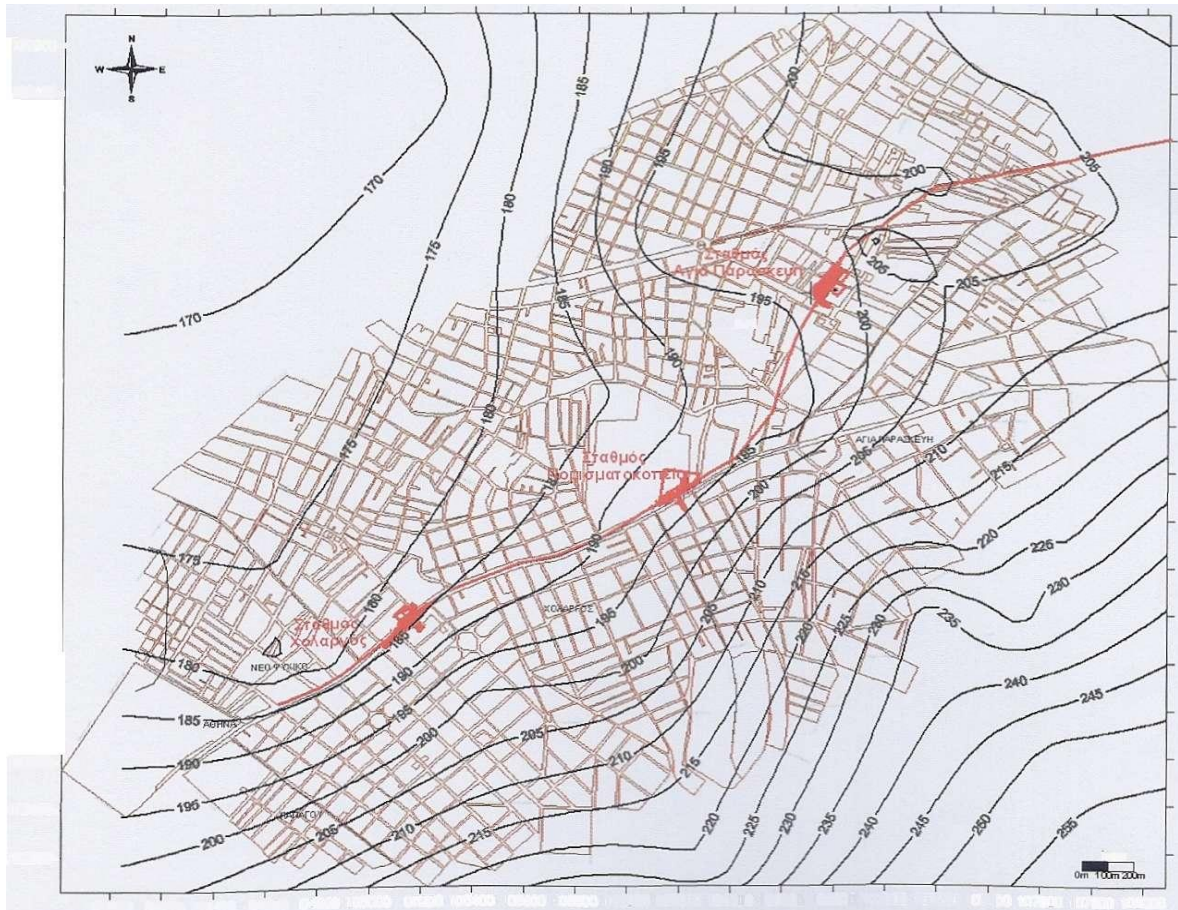


Σχήμα 2.2. Τομή κατά μήκος της χάραξης όπου φαίνονται τα γεωμετρικά στοιχεία της σήραγγας και η θέση των σταθμών.

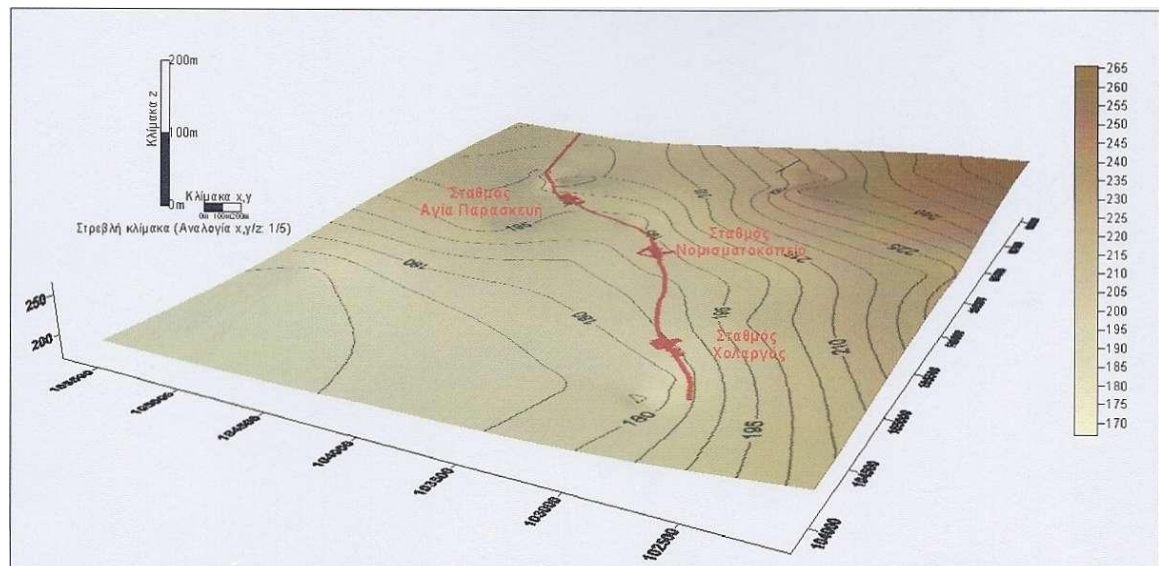
2.2 Γεωμορφολογία- Υδρογραφικό δίκτυο

Η ευρύτερη περιοχή κατασκευής του σταθμού «Αγία Παρασκευή» βρίσκεται μεταξύ των βορειοανατολικών απολήψεων του Υμηττού, βορειοδυτικά, και Τουρκοβουνίων δυτικά.

Στα Σχήματα 2.3 και 2.4 φαίνεται ο τοπογραφικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής διάνοιξης του σταθμού και το τρισδιάστατο μοντέλο του αναγλύφου του εδάφους. Σύμφωνα με τα σχήματα αυτά διαπιστώνεται ότι οι υψομετρικές διαφορές είναι πολύ μικρές. Στο τρισδιάστατο μοντέλο η κλίμακα έπρεπε να γίνει πιο στρεβλή (στο Σχήμα 2.4 η αναλογία x,y/z είναι 1/5) για να φανούν οι υψομετρικές διαφορές.



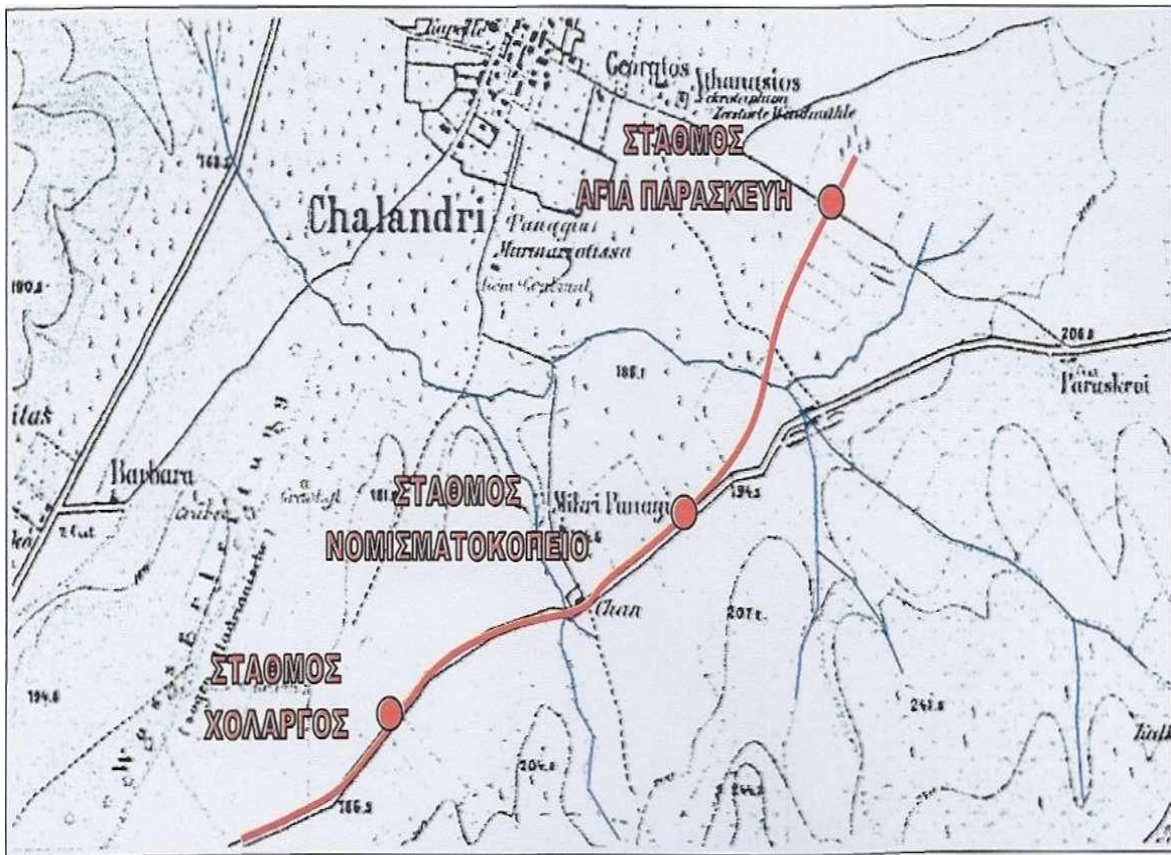
Σχήμα 2.3. Τοπογραφικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής εκσκαφής του σταθμού «Αγία Παρασκευή».



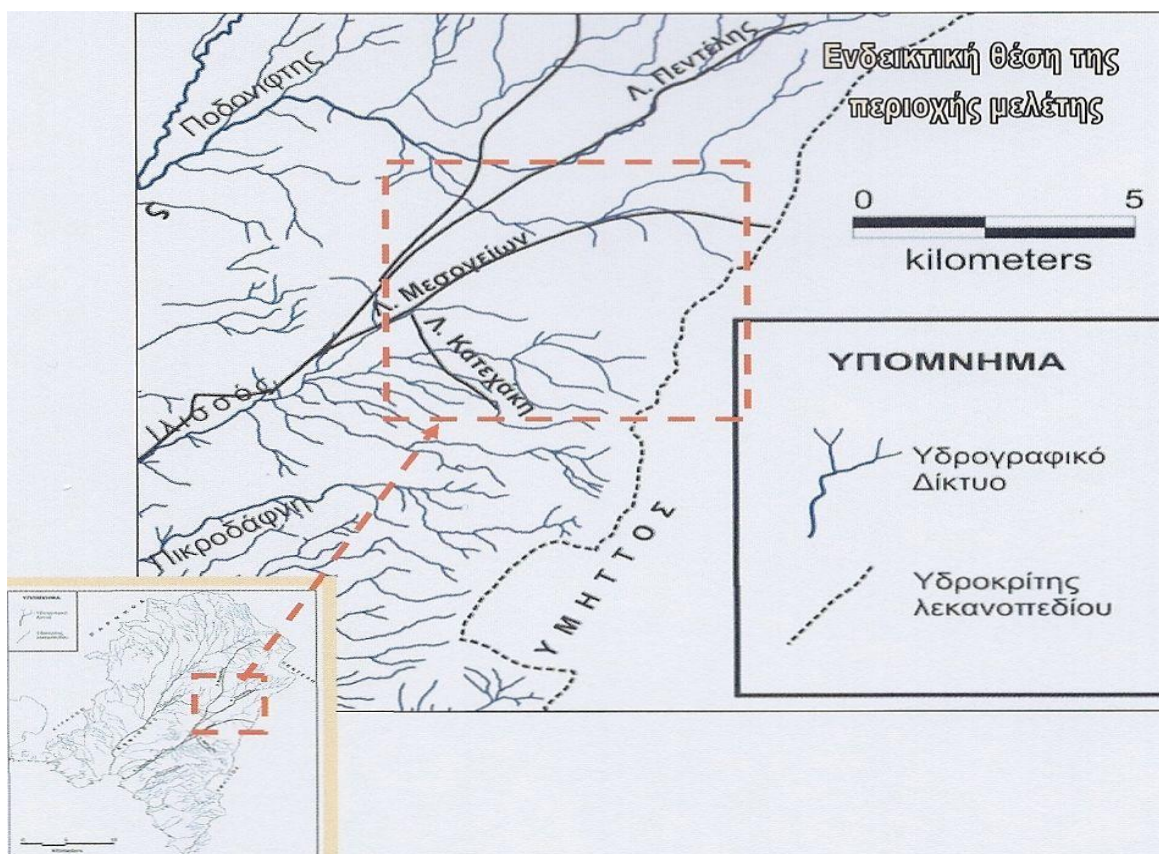
Σχήμα 2.4. Τρισδιάστατο μοντέλο αναγλύφου.

Σε γενικές γραμμές, το έργο βρίσκεται σε πεδινό έως ελαφρώς λοφώδες με ήπιες κλίσεις της τάξης 2-5° προς τα Δ - ΒΔ.

Όσον αφορά στο υδρογραφικό δίκτυο με βάση τους νέους και παλαιότερους τοπογραφικούς χάρτες φαίνεται ότι είναι δενδριτικής μορφής (Σχήματα 2.5 και 2.6). Κλάδοι της 1^{ης}, 2^{ης} και 3^{ης} τάξεως ξεκινούν από τις νότιες, νοτιοδυτικές παρειές της Πεντέλης και τις βόρειο, βορειοδυτικές παρειές του Υμηττού. Η κύρια διεύθυνση των κλάδων είναι ΑΝΑ - ΔΒΔ και η δευτερεύουσα ΒΑ - ΝΔ. Ο χαρακτήρας αυτός αφορά γεωλογικούς σχηματισμούς με μέτρια ή μικρή περατότητα.



Σχήμα 2.5. Τοπογραφικός Χάρτης (J.A. Koupert)(Κλίμακα 1:25000).



Σχήμα 2.6. Υδρογραφικό δίκτυο τμήματος λεκανοπεδίου Αθηνών από τις δυτικές υπώρειες του ψαμμίτη (Δ. Παπανικολαού – Π. Μαρίνος, 2002).

Σύμφωνα με τον πίνακα 2.1, στις προβλεπόμενες θέσεις του σταθμού δεν αναμένεται συνάντηση των κύριων ή δευτερευόντων κλάδων ενεργών ρεμμάτων .

Πίνακας 2.1. Θέσεις κύριων και δευτερευόντων ρεμμάτων που τέμνουν τον άξονα της σήραγγας (Γεώγνωση - Εδαφομηχανική, 2007).

A/A	Χιλιόμετρηση	Χαρακτήρας
1	13+900	Κύριο ρέμμα
2	14+950	Κύριο ρέμμα
3	15+000	Δευτερεύον ρέμμα

2.3 Γεωλογικές συνθήκες

2.3.1 Γεωλογικοί σχηματισμοί στην ευρύτερη περιοχή

Η γεωλογική σύσταση της περιοχής έχει αποτελέσει αντικείμενο σειράς μελετών και εκθέσεων (ΚΕΔΕ 1979 - 1980, Geoplan 2001 β και Γεώγνωση Α.Ε. - Εδαφομηχανική ΑΤΕ , 2007 α) οι οποίες συνοψίζονται και αποτυπώνονται στο χάρτη (Παπανικολάου 2002) του Σχήματος 2.7 που παρατίθεται πιο κάτω.

2.3.1.1 Αλπικό υπόβαθρο

Το σύστημα του «Αθηναϊκού Σχιστόλιθου» αποτελεί το γεωλογικό υπόβαθρο του λεκανοπεδίου της Αθήνας. Πρόκειται για ένα έντονα ετερογενές σύστημα φλυσχοειδούς χαρακτήρα. Λιθολογικά αποτελείται από ημιμεταμορφωμένους και μεταμορφωμένους αργιλικούς και ψαμμιτικούς σχιστόλιθους, μεταίλυόλιθους, μεταψαμμίτες και φυλλίτες, οι οποίοι περικλείουν ενστρώσεις κρυσταλλικών ασβεστόλιθων και βασικών εκρηξιγενών πετρωμάτων (περιδοτίτες, διαβάσεις). Ο σχηματισμός παρουσιάζει χαρακτηριστικά έντονης αποσάθρωσης και κερματισμού, με μεγάλο πάχος μανδύα αποσάθρωσης κατά τόπους.

Το σχιστολιθικό υπόβαθρο συναντάται κυρίως στην περιοχή του σταθμού «Χολαργός»(νοτιοδυτικά της Αγίας Παρασκευής),ο οποίος έχει διανοιχθεί σε μεταψαμμίτες με τοπικά ασβεστιτικούς με κατά θέσεις λεπτές ενστρώσεις ή μικρού σχετικώς πάχους οριζόντες μεταίλυολίθων. Στο χώρο του σταθμού «Αγία Παρασκευή» το αλπικό υπόβαθρο δεν συναντήθηκε από καμία δειγματοληπτική γεώτρηση (μέγιστο βάθος διάτρησης 30.5 m).

Στους σχηματισμούς του «Αθηναϊκού Σχιστολίθου» έχουν αποτεθεί ασύμφωνα, νεογενείς - τεταρτογενείς αποθέσεις, η έκταση και το πάχος των οποίων μεταβάλλεται σημαντικά από θέση σε θέση.

2.3.1.2 Νεογενείς - Τεταρτογενείς αποθέσεις

Οι σχηματισμοί αυτοί λιθολογικά συνίστανται από ερυθρές αργίλους και κροκαλοπαγή. Καστανέρυθρες σιφρές αμμώδεις άργιλοι, ιλύες και αργιλώδεις άμμοι συναντώνται επίσης κατά θέσεις με παρουσία χαλικών. Στα κατώτερα

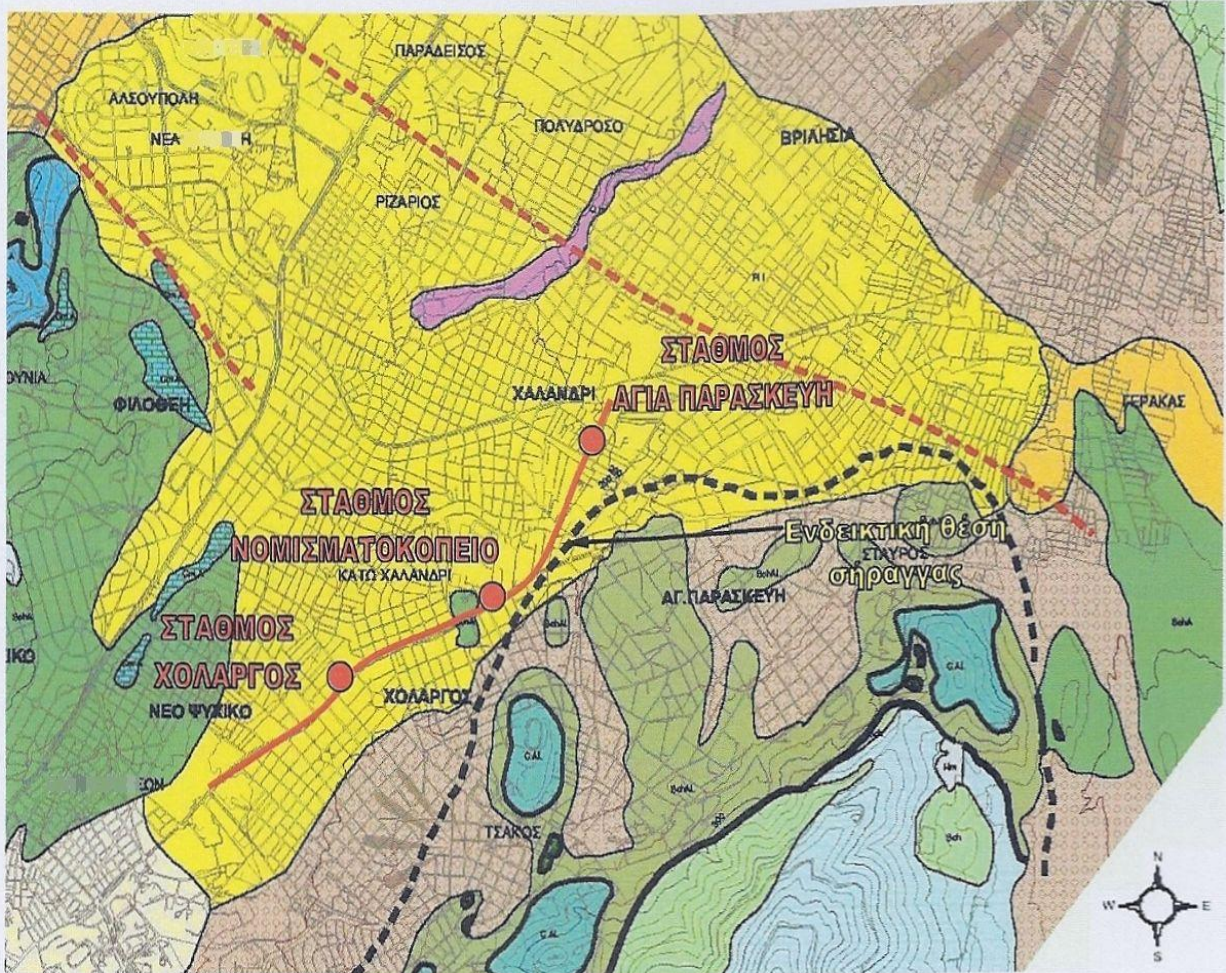
τμήματα συναντώνται οριζόντες συγκολλημένων κυρίως κροκαλολατυποπαγών με επικράτηση των ψαμμιτικών τεμαχίων.

Οι Νεογενείς - Τεταρτογενείς αποθέσεις και ειδικότερα οι **Πλειοκαινικοί ηπειρωτικοί σχηματισμοί** επικρατούν στις περιοχές εκσκαφής του σταθμού «Αγία Παρασκευή»(Σχήμα 2.7, Ρ11). Το πάχος τους είναι σημαντικό κατά θέσεις και ξεπερνάει τα 30 m σε τμήματα του σταθμού .

Τοπικά οι σχηματισμοί αυτοί καλύπτονται από τεχνητές επιχώσεις το πάχος των οποίων φθάνει τα 5 m.

2.3.1.3 Πλειοκαινικοί ηπειρωτικοί σχηματισμοί

Πρόκειται για σχηματισμούς από άμμους και αργίλους με ήπιες κλίσεις, οι οποίοι διαφοροποιούνται σημαντικά από λιθολογική και γεωμετρική άποψη από τους υποκείμενους ηπειρωτικούς σχηματισμούς, στους οποίους έχουν αποθεθεί ασύμφωνα, αποτελώντας ένα "ιζηματογενές κάλυμμα" το οποίο ομογενοποίησε και εξομάλυνε το υπάρχον παλαιοανάγλυφο. Είναι γενικά αδιατάρακτα ή λίγο διαταραγμένα ιζήματα με κλίσεις που σπάνια ξεπερνούν τις 5°, αποτελούμενα από άμμους και αργίλους με αραιές, μη ρυθμικές και όχι εκτεταμένες παρεμβολές λιγνιτικών οριζόντων πολύ μικρού πάχους (5-20 cm). Το χρώμα τους είναι ερυθρωπό, πορτοκαλί ή ανοιχτοκίτρινο και το πάχος τους είναι λίγες δεκάδες μέτρα. Στην ακολουθία των σχηματισμών συμμετέχουν λευκές και κίτρινες μάργες, μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι, αλλά και χαλαρά πολύμεικτα κροκαλοπαγή και ψαμμίτες.



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

I. ΜΕΤΑΛΠΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΕΣ

- m Ανθρωπογενείς αποθέσεις
- w Αλλούβια
- d Τεταρτώδεις αποθέσεις
- p Παράκτιες αποθέσεις
- pl Πλευρικά Κορήματα
- d Διλουβιακές αποθέσεις
- p Ποτάμιες Αναβαθμίδες
- pl Πλευρικά Κορήματα και ρητίδια (?Πλειστόκαινο)
- pl Ρητίδια (?Πλειόκαινο - Πλειστόκαινο)

ΝΕΟΓΕΝΕΣ

- p Πλειοκαινικοί θαλάσσιοι σχηματισμοί
- p Πλειοκαινικοί ηπειρωτικοί σχηματισμοί
- m Θαλάσσιοι Ανωμειοκαινικοί Ασβεστόλιθοι
- m Ανωμειοκαινικοί σχηματισμοί (παράκτιες και παράλιες φάσεις)
- m Ανωμειοκαινικοί ηπειρωτικοί - λιμναίοι σχηματισμοί

II. ΑΛΠΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

ΕΝΟΤΗΤΑ ΑΘΗΝΩΝ

- ca Νηρητικοί Ανθρακικοί Σχηματισμοί Άνω Κρητιδικού
- ca Πελαγικοί ασβεστόλιθοι εντός των Κλαστικών Σχηματισμών
- ca Λεπτοπλακώδεις Ασβεστόλιθοι Άνω Κρητιδικού και Αργλικού Σχίστες εν μέρει Άνω Κρητιδικής ηλικίας

ΕΝΟΤΗΤΑ ΥΠΟΠΕΛΑΓΟΝΙΚΗΣ

- ca Ανθρακικοί Σχηματισμοί Τριαδικής - Ιουρακικής ηλικίας
- p Κλαστικοί σχηματισμοί Άνω Παλαιοζωικού - Κάτω Τριαδικού

ΕΝΟΤΗΤΑ ΑΛΕΠΟΒΟΥΝΙΟΥ

- ca Κρυσταλλικοί Ασβεστόλιθοι εν μέρει Τριαδικής ηλικίας
- ca Φυλλίτες

ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΜΕΝΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ ΑΤΤΙΚΗΣ

- m Μάρμαρα Μεσοζωικής ηλικίας
- ca Σχιστόλιθοι Μεσοζωικής ηλικίας
- d Δολομικά Μάρμαρα Τριαδικής ηλικίας
- m Εμφανίσεις οφιολιθικών πετρωμάτων εντός των αλπικών ενοτήτων

- Γεωλογικό όριο
- Ρήγμα και πιθανή προέκτασή του
- Εφίπτευση - Τεκτονική επαφή και πιθανή προέκτασή της
- Επώθηση - Αποκόλληση και πιθανή προέκτασή της

Σχήμα 2.7. Ο γεωλογικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής με τις ενδεικτικές θέσεις των σταθμών της Γραμμής 3 του Μετρό (Παπανικολάου, 2002).

2.3.2 Γεωλογικές συνθήκες στη στενή περιοχή του Σταθμού

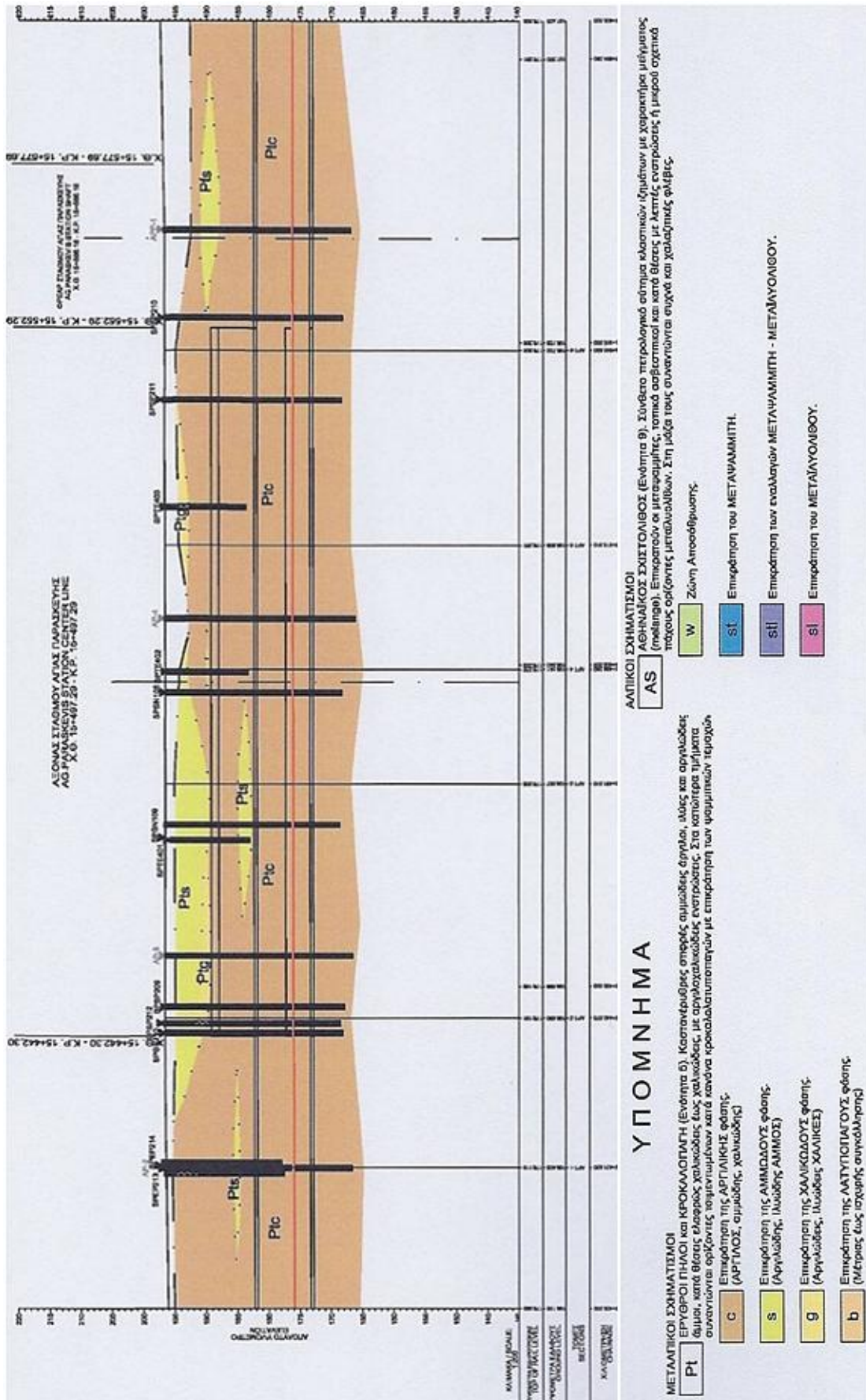
Τα στοιχεία για τον καθορισμό των γεωλογικών συνθηκών προέρχονται από την αξιολόγηση των μελετών της Γεώγνωσης Α.Ε. και Εδαφομηχανικής ΑΤΕ 2007. Στο Σχήμα 2.8 δίνεται η γεωλογική μηκοτομή του Σταθμού «Αγία Παρασκευή». Πάνω στις γεωλογικές αυτές συνθήκες αναλύεται και το υδρογεωλογικό καθεστώς της περιοχής του σταθμού.

Σύμφωνα με το Σχήμα 2.8 ο Σταθμός αναμένεται να διανοιχθεί σε μεταλλικές αποθέσεις και κυρίως σε πιο λεπτομερείς φάσεις, αμμώδους και ελαφρώς χαλικώδους αργίλου και ιλύος.

Αναλυτικότερα, επιφανειακά και σχεδόν σε όλη την έκταση του σταθμού επικρατούν αμμώδεις (Pts) και χαλικώδεις (Ptg) φάσεις. Στη συνέχεια και σε μεγαλύτερο βάθος επικρατεί αργιλική φάση (Ptc) με μερικές παρεμβολές φακοειδών αμμωδών ενστρώσεων (Pts).

Κατά την εκσκαφή του φρέατος «Αγία Παρασκευή» κυρίως στα βαθύτερα επίπεδα, σημειώθηκαν συχνές, αλλά μικρού όγκου αποκολλήσεις, λόγω εισροών υπόγειου νερού. Αυτό σημαίνει ότι η στάθμη αναμένεται να βρίσκεται στα χαμηλότερα σημεία της λεκάνης που θα διαμορφωθεί, στο χώρο του Σταθμού.

Η διάκριση αυτών των τριών σχηματισμών που συναντώνται στην περιοχή εκσκαφής της Αγίας Παρασκευής ισχύει και για το κεφάλαιο 3 της παρούσας διπλωματικής, δηλαδή για το κεφάλαιο των γεωτεχνικών δεδομένων.



Σχήμα 2.8. Γεωλογική μηκοτομή του σταθμού Αγία Παρασκευή (Εδαφομηχανική Α.Ε. 2007)

2.4 Υδρογεωλογικές συνθήκες

2.4.1 Γενικά

Σκοπός αυτής της ενότητας είναι να δοθούν οι παράμετροι εκείνες που αποκαλύπτουν το υδρογεωλογικό καθεστώς στο χώρο του σταθμού. Έτσι με βάση τις μελέτες που έγιναν πριν τη κατασκευή του Σταθμού, γίνεται:

- Ο καθορισμός των υδραυλικών παραμέτρων (k , T , S),
- Η διακριτοποίηση των υδροφόρων οριζόντων αν υπάρχει,
- Η διερεύνηση της συμπεριφοράς του υδροφόρου ορίζοντα στις υφιστάμενες συνθήκες πριν την κατασκευή του Έργου,
- Η εκτίμηση της συμπεριφοράς του υδροφόρου ορίζοντα κατά τη κατασκευή και λειτουργία του έργου,
- Η διερεύνηση των ποιοτικών χαρακτήρων των υπόγειων νερών και οι επιπτώσεις τους στα υλικά κατασκευών.

Οι εργασίες που εκτελέστηκαν ώστε να βγουν τα συμπεράσματα για τις παραμέτρους που μελετήθηκαν από πλευράς υδρογεωλογικών συνθηκών στη ευρύτερη περιοχή της Αγίας Παρασκευής χωρίζονται σε:

A)Εργασίες Γραφείου που γενικά αναφέρονται σε:

- Συγκέντρωση των βιβλιογραφικών δεδομένων που αφορούν στα γεωμορφολογικά, γεωλογικά και υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά της ευρύτερης ζώνης κατασκευής των σταθμών,
- Συγκέντρωση των μετρήσεων στάθμης του υπόγειου νερού στα πιεζόμετρα που διανοίχθηκαν στα πλαίσια του γεωερευνητικού προγράμματος της επέκτασης της Γραμμής 3 προς Σταυρό από τη GEOPLAN 2001 και στα πιεζόμετρα της Συμπληρωματικής Γεωτεχνικής Έρευνα στα πλαίσια της διάνοιξης των σταθμών,
- Αξιολόγηση των επί τόπου σημειακών δοκιμών περατότητας (δοκιμές πίπτοντος φορτίου, δοκιμές σταθερού φορτίου και δοκιμές Lugeon) που

εκτελέστηκαν κατά τη διάρκεια των γεωερευνητικών προγραμμάτων του 2001 και 2007,

- Διερεύνηση των υδρογεωλογικών συνθηκών των γεωλογικών σχηματισμών,
- Διερεύνηση της συμπεριφοράς των υδροφόρων οριζόντων στις υφιστάμενες συνθήκες, πριν και κατά την κατασκευή των σταθμών καθώς και κατά την λειτουργία τους,
- Καθορισμός των υδραυλικών παραμέτρων από βιβλιογραφικές πηγές και επί τόπου δοκιμές και έρευνες (σημειακές ή μη),
- Κατασκευή πιεζομετρικών χαρτών και χαρτών ισοβαθών καμπυλών,
- Διερεύνηση βιβλιογραφικά της εμφάνισης ή μη φαινομένων αρτεσιανισμού των υπόγειων υδάτων στην ευρύτερη περιοχή της χάραξης,
- Διερεύνηση και αξιολόγηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών των υπόγειων υδάτων ως προς τις επιπτώσεις τους στα υλικά κατασκευών.

Β)Εργασίες Πεδίου που περιλαμβάνουν:

- Απογραφή υδροληπτικών έργων σε ζώνη πλάτους περίπου 1 km γύρω από τον υπό κατασκευή σταθμό,
- Μετρήσεις της στάθμης κατά την απογραφή στα υδροληπτικά έργα και στις γεωτρήσεις,
- Επιτόπια αυτοψία στην ευρύτερη περιοχή του έργου για να διερευνηθεί η πιθανή ή μη εμφάνιση φαινομένων αρτεσιανισμού των υπόγειων υδάτων.

2.4.2 Απογραφή υδροληπτικών έργων

Αρχικά και στα πλαίσια της εργασίας γραφείου πρώτος στόχος ήταν η καταγραφή όλων των γεωτρήσεων που έχουν παρατηρηθεί στην περιοχή των σταθμών της επέκτασης της γραμμής 3 του μετρό.

Η απογραφή που έγινε (ΓΕΩΓΝΩΣΗ Α.Ε. – ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΑΤΕ , 2007 β) (πίνακας 2.2) στα πλαίσια της διερεύνησης του καθεστώτος εκμετάλλευσης των ευρύτερων περιοχών των υπό κατασκευή σταθμών της γραμμής 3

συμπεριλαμβανομένου και αυτού της Αγίας Παρασκευής περιλαμβάνει 23 υδροληπτικά έργα και επικαιροποιεί τις απογραφές:

α) του 1997 με τίτλο «Έρευνα Υδρογεωλογικών Συνθηκών και Καθεστώσ Εκμετάλλευσης Υπόγειων Νερών Λεκανοπεδίου Αθηνών» του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου (1996- 1997) με επιστημονικό υπεύθυνο τον καθηγητή κ. Π Κουμαντάκη.

β) από τη Georplan ΕΠΕ 2001α στα πλαίσια της απογραφής υδροληπτικών έργων.

Για την αρτιότερη και πληρέστερη απογραφή των υδροληπτικών σημείων καταγράφηκαν για το καθένα τα εξής:

- Γενικά στοιχεία που αφορούν στην περιοχή (διεύθυνση, δήμος κλπ) και τον ιδιοκτήτη ή χρήστη,
- Τεχνικά στοιχεία από πληροφορίες των ιδιοκλήτων/ χρηστών και από τεχνικές εκθέσεις,
- Υδραυλικά στοιχεία από τεχνικές εκθέσεις, πληροφορίες των ιδιοκλήτων/ χρηστών και μετρήσεις της υδροστατικής στάθμης κατά την διάρκεια της απογραφής,
- Γεωλογικά στοιχεία τα οποία σχετίζονται με τον τύπο του υδροφορέα και το βάθος των υδροφόρων οριζώντων,
- Στοιχεία σχετικά με τις συνθήκες εκμετάλλευσης (παροχές άντλησης και χρήση νερού) από την βιβλιογραφία, από πληροφορίες των ιδιοκλήτων/ χρηστών και κατοίκων της περιοχής.

Πίνακας 2.2. Αποτελέσματα απογραφής υδροληπτικών έργων.

Όνομα υδροληπτικού έργου	Είδος	χ	Υ	Z	Βάθος υδροληπτικού έργου	Α.Υ στάθμης	Βάθος στάθμης	Ημερομηνία	Παροχή m ³ /y
M1	Π	106789.80	104820.00	198		192	6		
M2	Π	106742.33	104698.01	197		191.5	5.5		
M3	Π	106653.51	104617.86	196		190.5	5.5		

M4	Π	106819.46	104609.49	198		188.8	9.2		
M5	Π	106691.35	104564.27	196					
M6	Π	106668.05	104739.40	197					
M7	Π	106896.81	104771.38	206		199.5	6.5		
M8	Π	106887.55	104752.24	205					
M9	Π	106896.79	104707.40	204					
M10	Π	106857.11	104587.84	200					
M11	Π	106727.92	104462.45	196		189.7	6.3		
M12	Γ/Π	104554.32	103055.62	176					
M13	Π	104610.00	103018.45	176					
M14	Π	104585.81	103072.50	175		164.2	10.8		
M15	Π	104609.38	103198.82	176					
M16	Γ	106197.65	103937.86	190		179	11		
M17	Π	106083.66	103783.82	191		179	12		
M18	Γ	106158.51	103861.00	191		179.4	11.6		
M19	Π	106385.04	103893.88	193		180.3	12.7		
M20	Π	105970.00	103620.35	191					
NΨ3	Π	104734.20	102934.10	182	20	166	16	2007	
NΨ4	Π	104847.90	102974.40	179		164.7	14.5	2007	
NΨ5	Π	104610.00	103047.20	174		160.6	13.2	2001	

2.4.3 Υδρολιθολογική συμπεριφορά των σχηματισμών στην περιοχή του σταθμού

Η υδρολιθολογική (υδρολογική) συμπεριφορά των γεωλογικών σχηματισμών εξαρτάται φυσικά από την λιθολογική σύσταση τους, το περιβάλλον απόθεσης, την κοκκομετρία και το βαθμό συνεκτικότητας των ιζημάτων, καθώς και το βαθμό τεκτονισμού και κερματισμού της βραχομάζας. Αναλυτικότερα η υδρογεωλογική συμπεριφορά των σχηματισμών που δομούν την περιοχή μελέτης έχει ως εξής:

2.4.3.1 Νεογενείς - Τεταρτογενείς αποθέσεις

Οι νεογενείς και τεταρτογενείς αποθέσεις παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία ως προς την υδρολιθολογική και υδρολογική συμπεριφορά τους, λόγω της συμμετοχής διαπερατών, ημιπερατών και αδιαπέρατων φάσεων, οι οποίες είναι τοποθετημένες σε αποσφηνούμενες στρώσεις και φακούς, τόσο κατά την κατακόρυφη όσο και κατά την οριζόντια έννοια. Οι επικρατούσες λιθολογικές φάσεις (αργίλοι) τους προσδίδουν γενικώς χαρακτηριστικά αδιαπέρατου σχηματισμού. Όμως οι αμμώδεις οριζόντες καθώς και τα κροκαλοπαγή παρουσιάζουν περατότητα και μπορούν να διαμορφώσουν υπό πίεση ή και μερικώς υπό πίεση υδροφόρους οριζόντες μέσα στο αργιλικό περιβάλλον, εφόσον στα ακανόνιστα αυτά στρώματα επιτρέπεται κάποια τροφοδοσία από τις διηθήσεις της επιφάνειας. Γενικώς, πάντως η υδρογεωλογική σημασία της κατάστασης αυτής είναι ότι μπορούν μόνο τοπικά να προκύψουν εισροές στις εκσκαφές. Δηλαδή δεν μπορεί να υπάρχει γενική υδροφορία και το όποιο νερό συναντηθεί μπορεί να ελεγχθεί με τοπικές αποστραγγίσεις. Αυτές θα πρέπει να γίνουν έγκαιρα ,καθώς υπάρχει κίνδυνος μετακίνησης των υλικών αυτών σε κορεσμό μέσα στην εκσκαφή και μετανάστευση της κοιλότητας που θα σχηματισθεί στην επιφάνεια, όπου θα εκδηλωθεί ανάλογο βύθισμα.

Αναλυτικότερα υπό πίεση και μερικώς υπό πίεση υδροφόροι αναπτύσσονται στα υδροπερατά μέλη των νεογενών αποθέσεων, όταν αυτών υπέρκινεται αδιαπέρατα μέλη των ίδιων αποθέσεων ή των τεταρτογενών. Η δυναμικότητά τους εξαρτάται από το αθροιστικό πάχος των αδρόκοκκων φάσεων, την υδροπερατότητα και τις συνθήκες τροφοδοσίας και επαναπλήρωσής τους. Ο Καθ. Ι. Κουμαντάκης (1996) σε έρευνα για τις υδρογεωλογικές συνθήκες του Λεκανοπεδίου Αθηνών τους κατατάσσει ως φτωχής - μέτριας δυναμικότητας και αναφέρει ότι πλούσιοι υδροφόροι αυτών των μορφών δεν έχουν συναντηθεί στο Λεκανοπέδιο εκτός από σπάνιες περιπτώσεις. Συνεπώς, στην περίπτωση μιας κατασκευής, το ενδιαφέρον εντοπίζεται στο ύψος του υδραυλικού τους φορτίου, που λόγω της δυσκολίας ανανέωσής του πέφτει πολύ με οποιαδήποτε επέμβαση (άντληση ή εκσκαφή).

Στις βαθιές γεωτρήσεις που εκμεταλλεύονται υδροφόρα στρώματα του νεογενούς (βάθη από 40 m έως 130 m ή και 180 m), οι παροχές κυμαίνονται από 24-36 m³/h και οι ειδικές παροχές από 0,5-0,9 m²/h. Οι παροχές αυτές είναι μικρής διάρκειας και δεν αντιστοιχούν σε διαρκή εκμετάλλευση.

Οι υδροφορείς των τεταρτογενών αποθέσεων είναι κυρίως φρεάτιοι. Η δυναμικότητά τους ποικίλει από περιοχή σε περιοχή ανάλογα με το αθροιστικό πάχος των αδρομερών φάσεων. Επίσης τοπικά αναμένεται και η παρουσία επικρεμάμενων υδροφορέων, εξαιτίας της παρουσίας αδιαπέρατων αργιλικών παρεμβολών. Η τροφοδοσία από διηθήσεις είναι μέτρια, λόγω της έντονης παρουσίας αργιλικού υλικού στην επιφάνεια και της ετερογένειας του υλικού, καθώς εξάλλου έχουν μειωθεί σημαντικά λόγω της οικιστικής ανάπτυξης.

Γενικά, οι νεογενείς - τεταρτογενείς αποθέσεις μπορούν να θεωρηθούν ως ενιαίο υδροφόρο μέσο με ακατάστατη μεταβολή της περατότητας τόσο σε βάθος όσο και σε έκταση. Σαν σύνολο έχουν μικρή έως το πολύ τοπικά μέτρια περατότητα. Ακόμα και εκεί όπου υπάρχουν τοπικά αμώδεις ορίζοντες η δυσκολία της τροφοδοσίας της ανανέωσης των αποθεμάτων τους είναι τέτοια που τους μειώνει την υδρογεωλογική σημασία.

Όσον αφορά τις υδραυλικές παραμέτρους των νεογενών - τεταρτογενών αποθέσεων στην ευρύτερη περιοχή της Αγία Παρασκευής δεν βρέθηκαν, από βιβλιογραφικές πηγές, στοιχεία δοκιμαστικών αντλήσεων. Δοκιμές υδροπερατότητας έγιναν στις δειγματοληπτικές γεωτρήσεις των γεωερευνητικών προγραμμάτων.

2.4.4 Πιεζομετρία υπόγειων υδροφόρων

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την τροφοδοσία των υποκείμενων υδροφόρων συστημάτων στην περιοχή μελέτης και συνεπώς προκαλούν διακυμάνσεις ή ανωμαλίες στη πιεζομετρική στάθμη είναι οι εξής:

- Διαφοροποιημένη πιεζομετρική εικόνα εξαιτίας των αντλήσεων σε παρακείμενη περιοχή κατά την χρονική περίοδο των μετρήσεων ή στο πρόσφατο παρελθόν. Η απόκλιση εξαρτάται από τους υδραυλικούς παραμέτρους της περιοχής καθώς επίσης από την παροχή και την διάρκεια της άντλησης των υδροληπτικών έργων,
- Εντοπισμένη τροφοδοσία λόγω φυσικών ή ανθρωπογενών παρεμβάσεων,
- Μείωση της τροφοδοσίας λόγω κάλυψης της περιοχής από ασφαλτόδρομους και βιομηχανικές εγκαταστάσεις,
- Επίδραση της σήραγγας επέκτασης της Γραμμής 3 προς Σταυρό. Η κατασκευή της σήραγγας είχε σαν αποτέλεσμα τον τοπικό υποβιβασμό της στάθμης στο

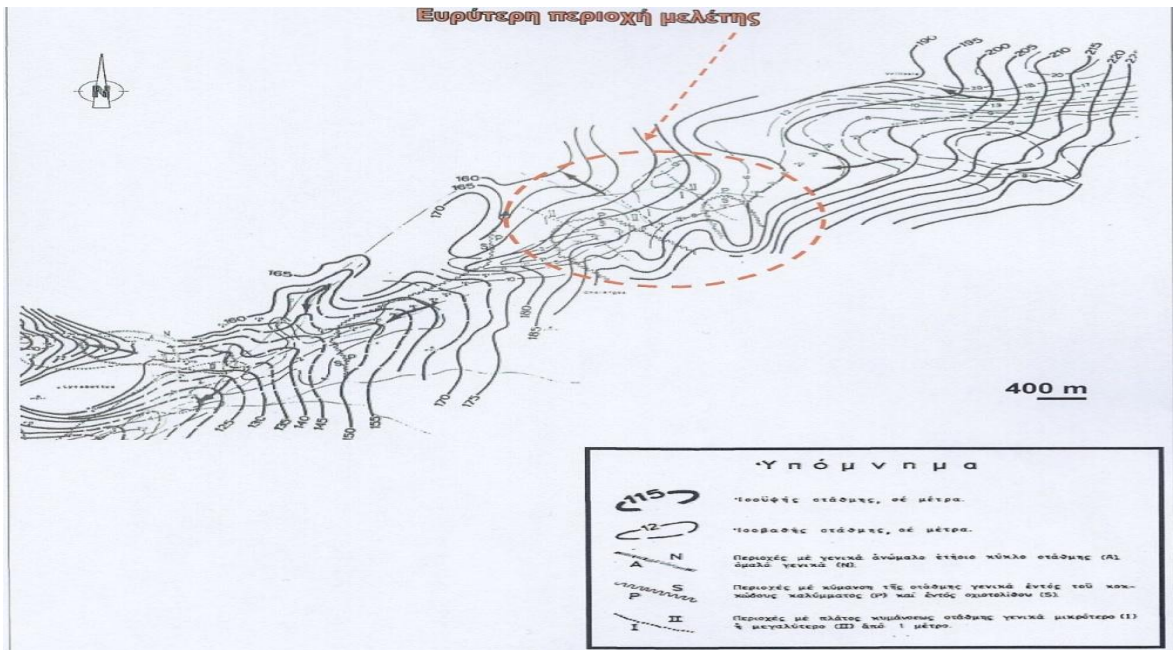
διάστημα της κατασκευής (2002 - 2003), καθώς αυτή αποστράγγιζε τη στενή περιοχή και διαφοροποιούσε την εκεί πιεζομετρία.

2.4.4.1 Παρατηρήσεις από στοιχεία πιεζομετρίας του 1981

Στο Σχήμα 2.9 φαίνεται ο πιεζομετρικός χάρτης της υγρής περιόδου του 1981 που κατασκευάστηκε από το ΙΓΜΕ (Γ.Δ. Κουνής, 1981) στα πλαίσια της μελέτης του Μητροπολιτικού Σιδηροδρόμου των Αθηνών. Σε αυτόν φαίνεται ότι η πιεζομετρική στάθμη στην ευρύτερη περιοχή κατασκευής των σταθμών της Γραμμής 3, άρα και αυτού της Αγίας Παρασκευής, που κυμαίνεται από α.υ. +180 έως το α.υ.+195. Στην ευρύτερη περιοχή διέρχεται ένας άξονας αποστράγγισης, ο οποίος έχει κατεύθυνση σχεδόν Α-Δ και φορά προς τα Δ. Μικροί άξονες αποστράγγισης υπάρχουν με πολύ στενό εύρος χαρακτηριστικό μικρών περατοτήτων.

Με βάση αυτόν τον πιεζομετρικό χάρτη, διαπιστώνεται από πλευράς πιεζομετρικών καμπυλών, ότι η πιο περατή ζώνη (μέσα στα πλαίσια των μέτρων περατοτήτων όλης της περιοχής) είναι αυτή της Αγίας Παρασκευής, όπου υπάρχει ο κύριος υδρογραφικός άξονας αποστράγγισης της περιοχής και οι ισοϋψείς καμπύλες είναι αραιές.

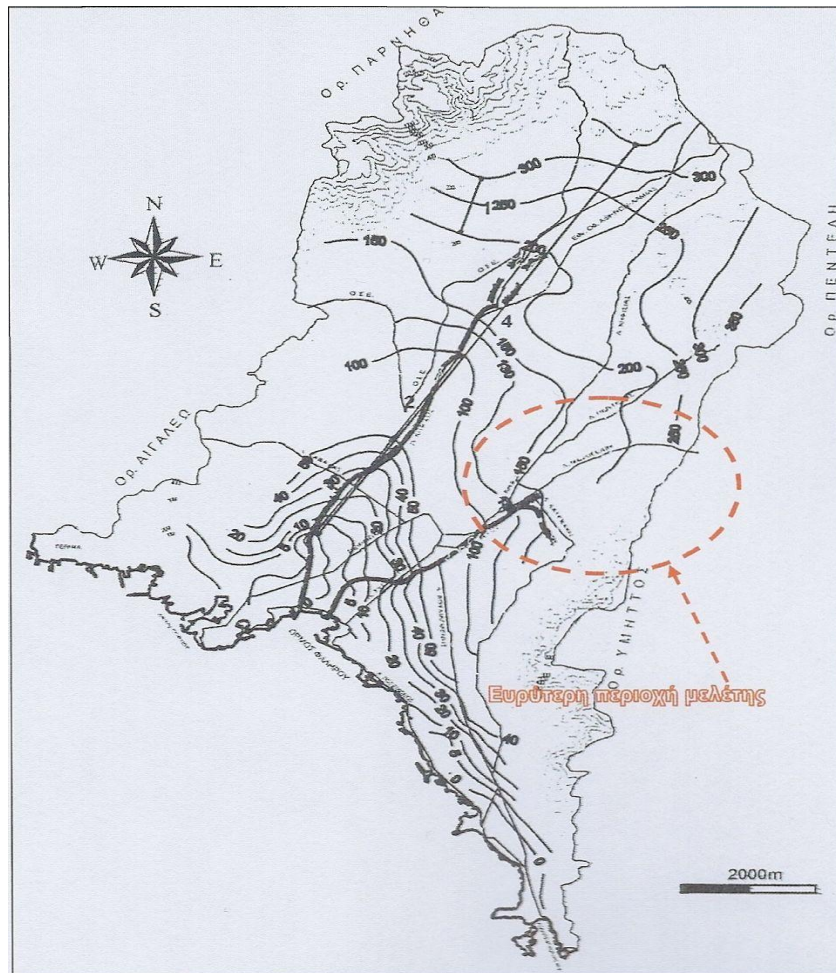
Σύμφωνα με τον Γ. Δ. Κούνη (1981) το πλάτος ετήσιας διακύμανσης της στάθμης της ευρύτερης περιοχής μελέτης είναι μεγαλύτερο του 1 -2m.



Σχήμα 2.9. Πιεζομετρικός χάρτης υγρής περιόδου τοθ 1981 (Γ. Κούνης 1981).

2.4.4.2 Παρατηρήσεις από στοιχεία πιεζομετρίας του 1997

Στα πλαίσια ερευνητικού προγράμματος με τίτλο «Έρευνα Υδρογεωλογικών Συνθηκών και Καθεστώς Εκμετάλλευσης Υπόγειων Νερών Λεκανοπεδίου Αθηνών» του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου (1996- 1997) με επιστημονικό υπεύθυνο τον καθηγητή κ. Ι. Κουμαντάκη κατασκευάσθηκε γενικός πιεζομετρικός χάρτης του λεκανοπεδίου των Αθηνών (Σχήμα 2.10). Ο πιεζομετρικός αυτός χάρτης είναι της υγρής περιόδου του 1997, όπου φαίνεται η γενική εικόνα του λεκανοπεδίου των Αθηνών και διαπιστώνεται ότι η περιοχή έρευνας βρίσκεται μακριά από τους κύριους υδρογραφικούς άξονες αποστράγγισης του λεκανοπεδίου.

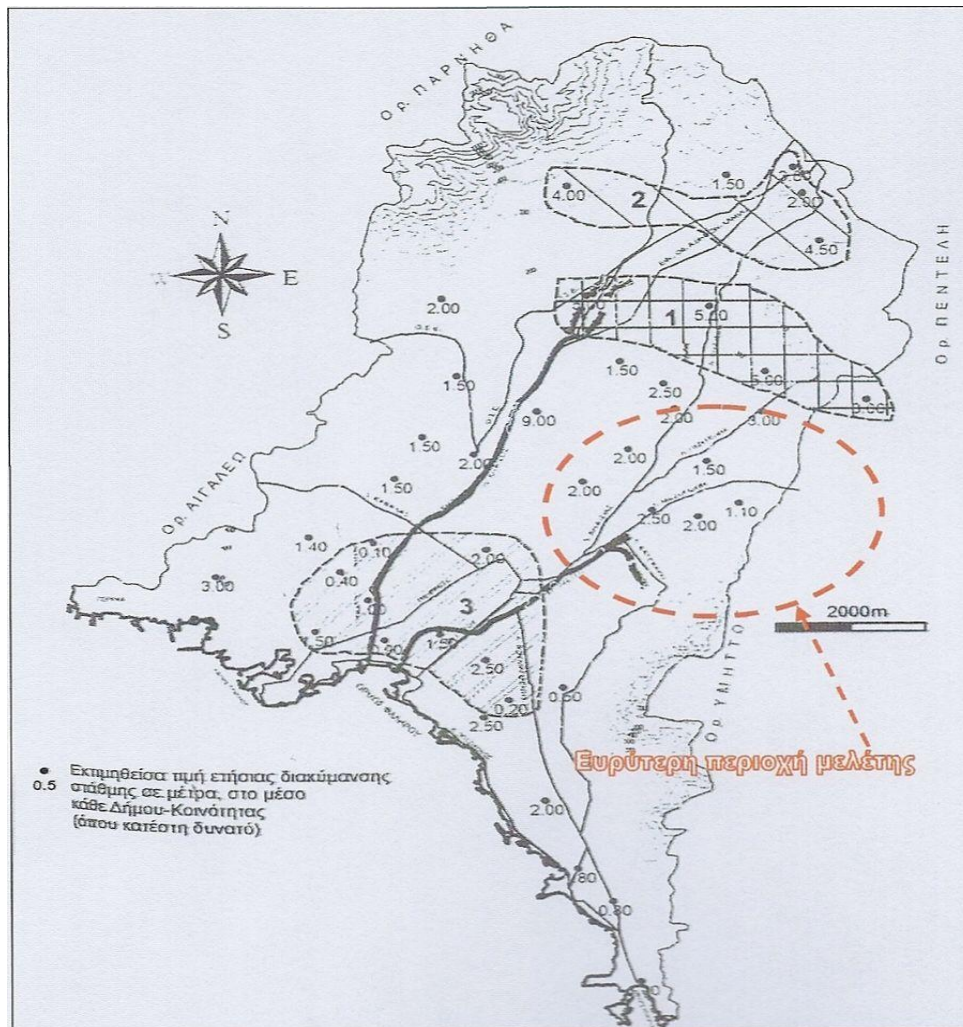


Σχήμα 2.10. Πιεζομετρικός χάρτης υγρής περιόδου (Κουμαντάκης, 1996).

Στο σχήμα 2.11 φαίνονται οι εκτιμηθείσες από την ίδια μελέτη τιμές ετήσιας διακύμανσης της στάθμης των υπόγειων υδάτων για κάθε δήμο της Αττικής. Στην ευρύτερη περιοχή μελέτης η ετήσια διακύμανση της στάθμης του υπόγειου νερού κυμαίνεται από 1.5 m έως 2.5 m.

Οι αναλυτικές μετρήσεις στάθμης στις συγκεκριμένες έρευνες δεν περιλαμβάνουν διακυμάνσεις της στάθμης μέσα σε ένα ετήσιο κύκλο. Υπάρχουν μετρήσεις στάθμης πριν το 2001 με μικρή ετήσια διακύμανση πράγμα που δημιουργεί ερωτηματικά για περιοχές με μικρές τιμές περατοτήτων.

Η θέση της στάθμης ενδιαφέρει για τις εκτιμήσεις του φορτίου κατά τη φάση κατασκευής και θα αναλυθεί στη συνέχεια.

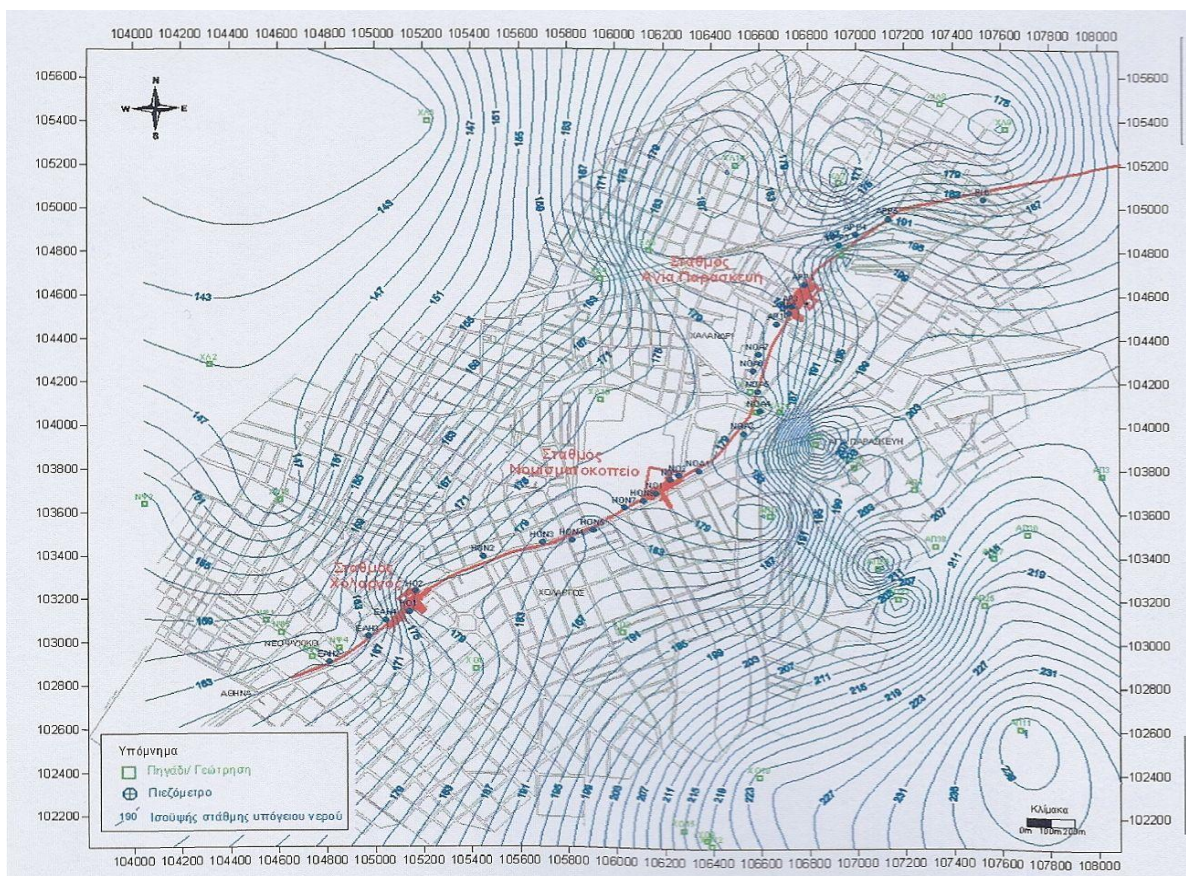


Σχήμα 2.11. Χάρτης του λεκανοπεδίου των Αθηνών, που φαίνονται οι εκτιμηθείσες τιμές ετήσιας διακύμανσης σε κάθε δήμο (Κουμαντάκης, 1996).

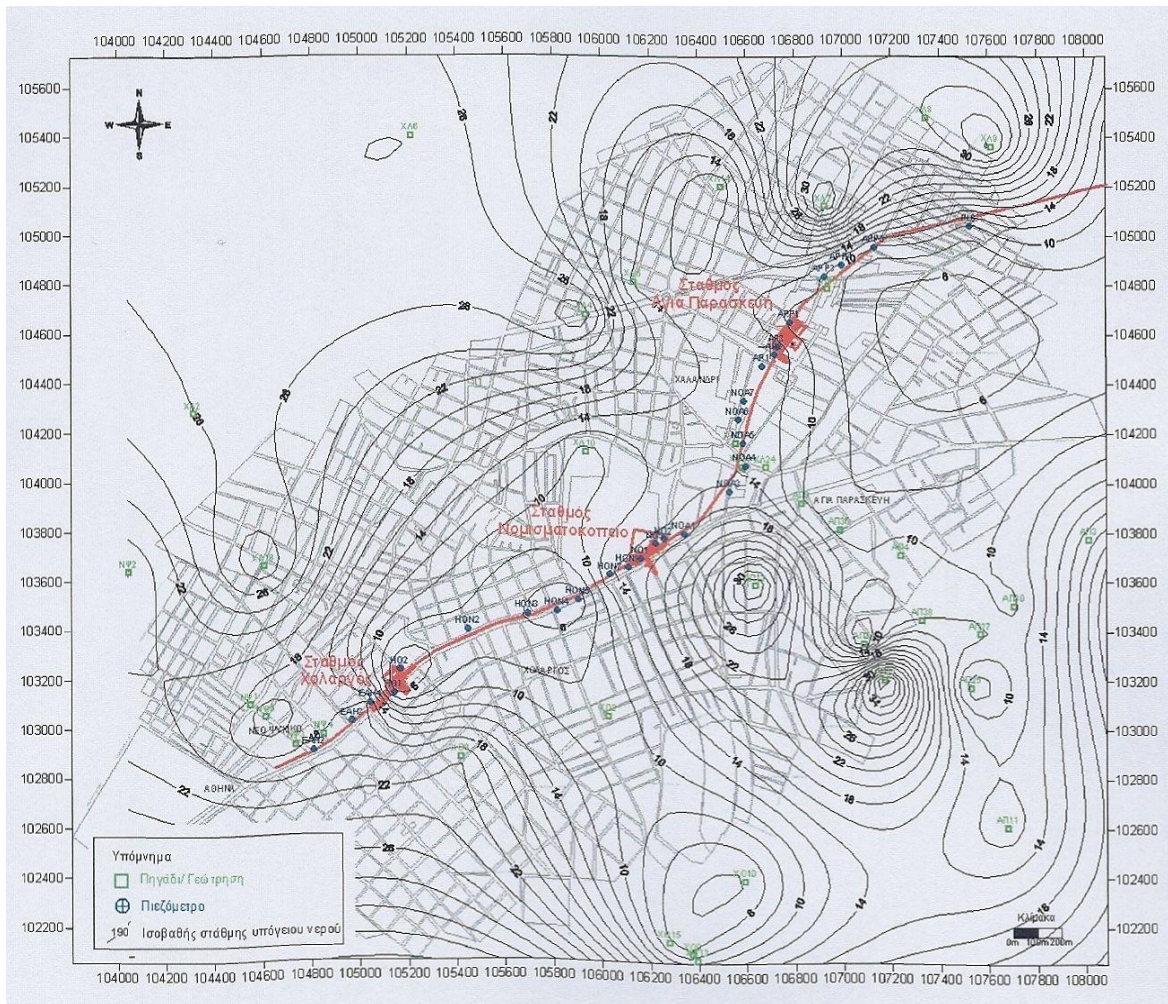
2.4.4.3 Παρατηρήσεις από στοιχεία πιεζομετρίας του 2001

Στα πλαίσια της υδρογεωλογικής μελέτης της επέκτασης της Γραμμής 3 προς Σταυρό από τη Γεορίαν ΕΠΕ (2001 α) κατασκευάσθηκαν χάρτες ισοψών και ισοβαθών καμπυλών υπόγειων υδάτων της υγρής περιόδου του 2001. Στα Σχήματα 2.12 και 2.13 δίνονται οι χάρτες που προέκυψαν από τη επεξεργασία των στοιχείων της πιεζομετρίας του 2001. Από τον πιεζομετρικό χάρτη της υγρής περιόδου του 2001 διακρίνεται ένας γενικός άξονας από Α προς Δ που περνάει

από την περιοχή μεταξύ των σταθμών «Αγίας Παρασκευής» και «Νομισματοκοπείο». Σε αυτόν φαίνονται κώνοι υποβιβασμού στάθμης υδροφόρου νερού προφανώς σε σημεία αντλήσεων της περιοχής, που αλλοιώνουν αυτή την εικόνα. Το γεγονός ότι αλλοιώνεται η εικόνα αυτή με άντληση μικρών παροχών νερού, από όσο γνωρίζουμε, είναι δείγμα της μικρής γενικής περατότητας της περιοχής. Οι χάρτες των σχημάτων 2.12 και 2.13 διαφοροποιούνται αν και είναι της ίδιας περιόδου καθώς ο ένας αναφέρεται σε ισούψεις καμπύλες και ο άλλος σε ισοβαθείς. Υπενθυμίζεται εδώ ότι Ισοϋψής καμπύλη ονομάζεται η καμπύλη εκείνη που ενώνει όλα τα σημεία που βρίσκονται στο ίδιο υψόμετρο από την επιφάνεια της θάλασσας ή από άλλη επιφάνεια, η οποία ορίζεται ως επίπεδο αναφοράς. Ειδικότερα στο σταθμό «Αγίας Παρασκευής» η στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα κυμαίνεται από α.υ. +183 (βάθος 13 m) στο νοτιοδυτικό άκρο του στο α.υ. +190 (βάθος 9 m) στο βορειοδυτικό άκρο του.



Σχήμα 2.12. Πιεζομετρικός χάρτης υγρής περιόδου του 2001.



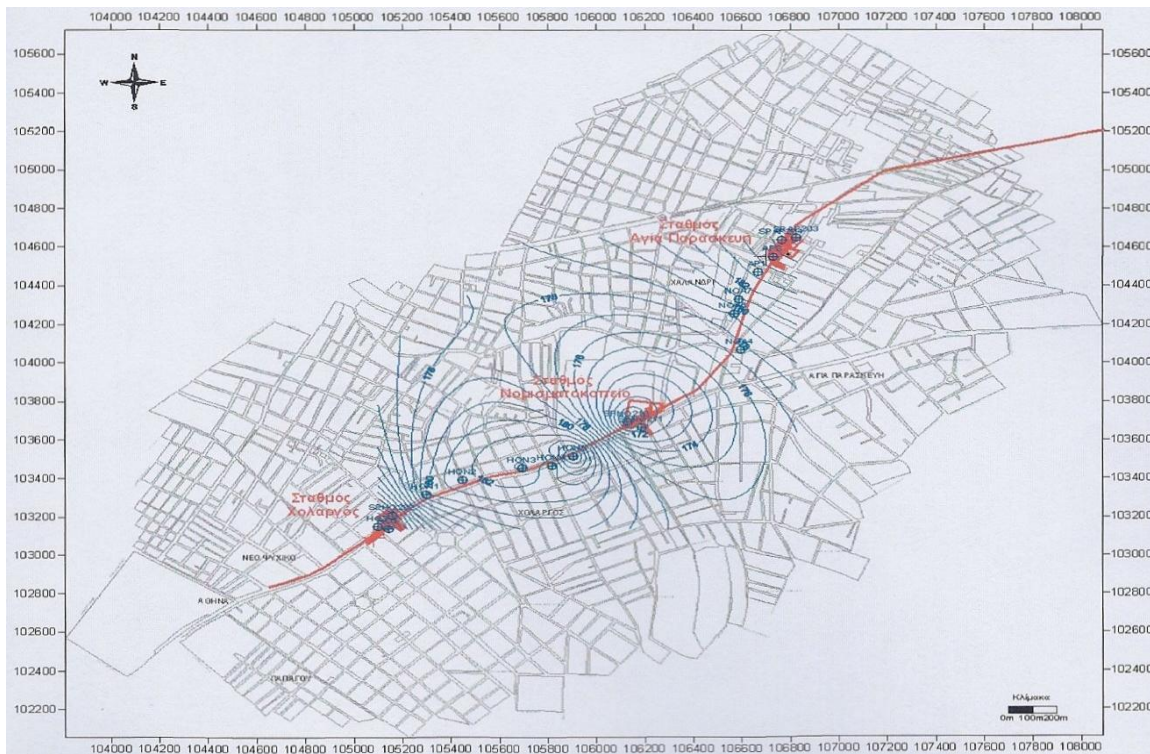
Σχήμα 2.13. Χάρτης ισοβαθών καμπυλών υγρής περιόδου του 2001.

2.4.4.4 Παρατηρήσεις από στοιχεία πιεζομετρίας 2003

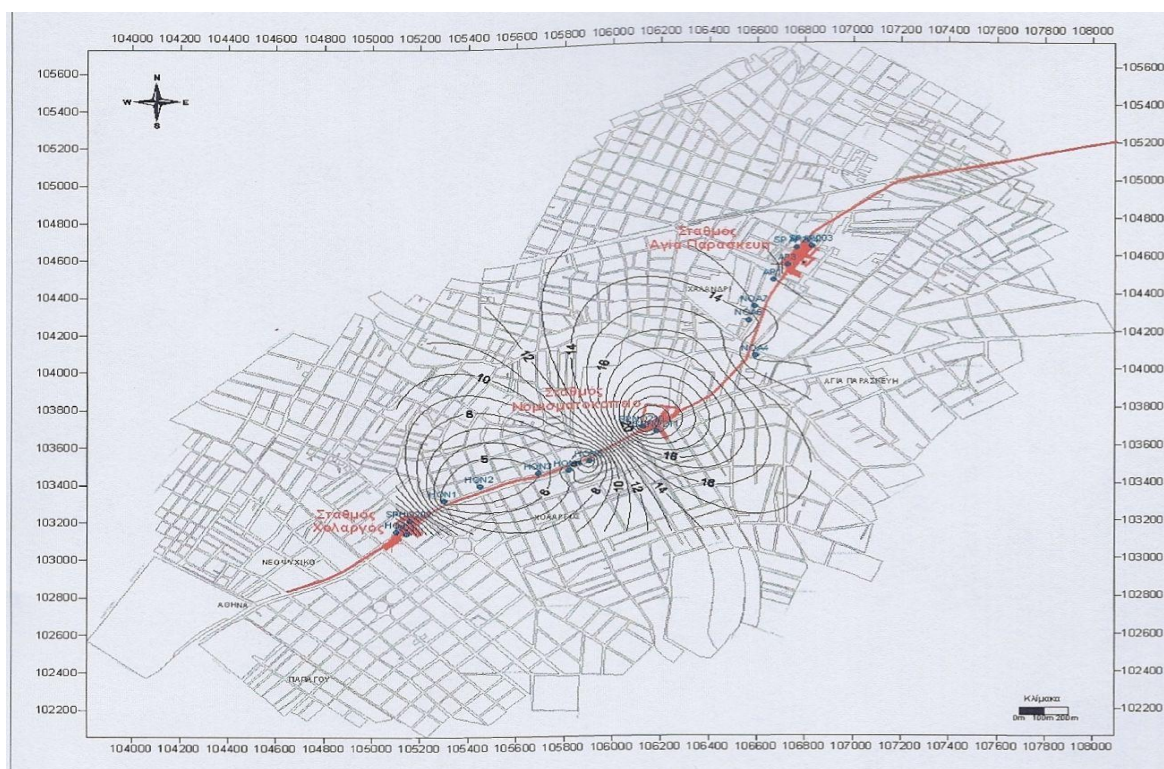
Για την διερεύνηση της πιεζομετρίας της περιοχής μελέτης (Μαρίνος,2003) κατά τη διάνοιξη της σήραγγας από το μηχάνημα εδαφικής εξισορροπιστικής πίεσης (EPB) κατασκευάστηκε επίσης πιεζομετρικός χάρτης (Μάρτιος 2003) και χάρτης ισοβαθών καμπυλών. Οι μετρήσεις στάθμης που πραγματοποιήθηκαν στα πλαίσια παρακολούθησης του έργου κατά μήκος της χάραξης χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή του.

Από τους χάρτες αυτούς (Σχήματα 2.14 και 2.15) φαίνεται ότι η κατασκευή της σήραγγας είχε σαν αποτέλεσμα την ταπείνωση της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα λόγω στράγγισης και συγκέντρωσης των υδάτων προς τη σήραγγα. Σύμφωνα με το πιεζομετρικό χάρτη στο σταθμό «Αγία Παρασκευή» η

προκαλούμενη ταπείνωση της στάθμης από την κατασκευή της σήραγγας ήταν μικρή(λιγότερο από 5 m).



Σχήμα 2.14. Πιεζομετρικός χάρτης υγρής περιόδου του 2003.

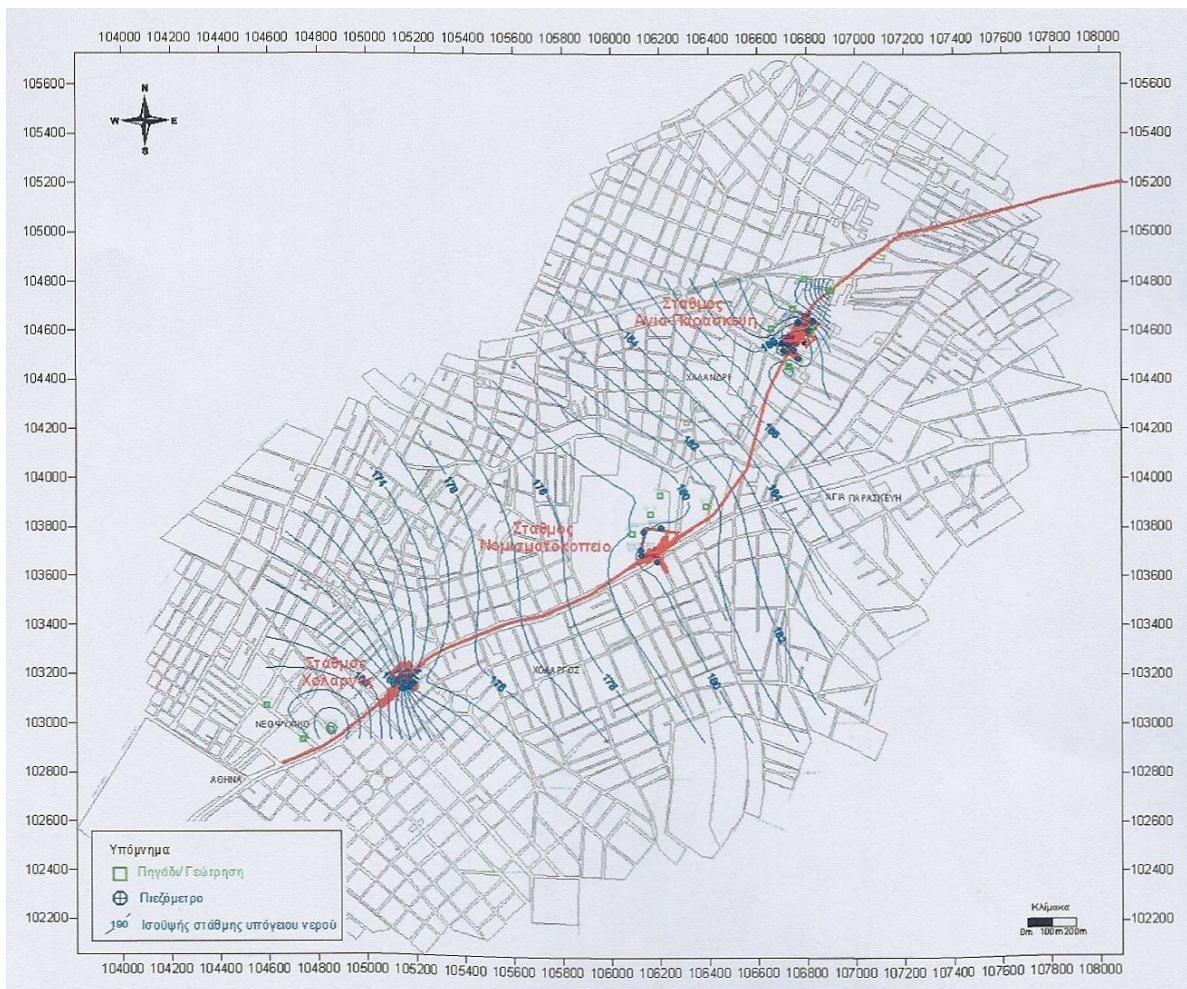


Σχήμα 2.15. Χάρτης ισοβαθών καμπυλών υπόγειου νερού υγρής περιόδου του 2003.

2.4.4.5 Παρατηρήσεις από στοιχεία πιεζομετρίας του 2007

Για την διερεύνηση της πιεζομετρίας και την κατασκευή πιεζομετρικού χάρτη του Ιουνίου 2007 (Σχήματα 2.16, 2.17), χρησιμοποιήθηκαν οι μετρήσεις στάθμης κατά μήκος της χάραξης που πραγματοποιούνται στα πλαίσια παρακολούθησης του έργου καθώς και οι μετρήσεις στάθμης στην ευρύτερη περιοχή του σταθμού «Αγίας Παρασκευής» (Γεωγνώση Εδαφομηχανική Α.Τ.Ε., 2007 β).

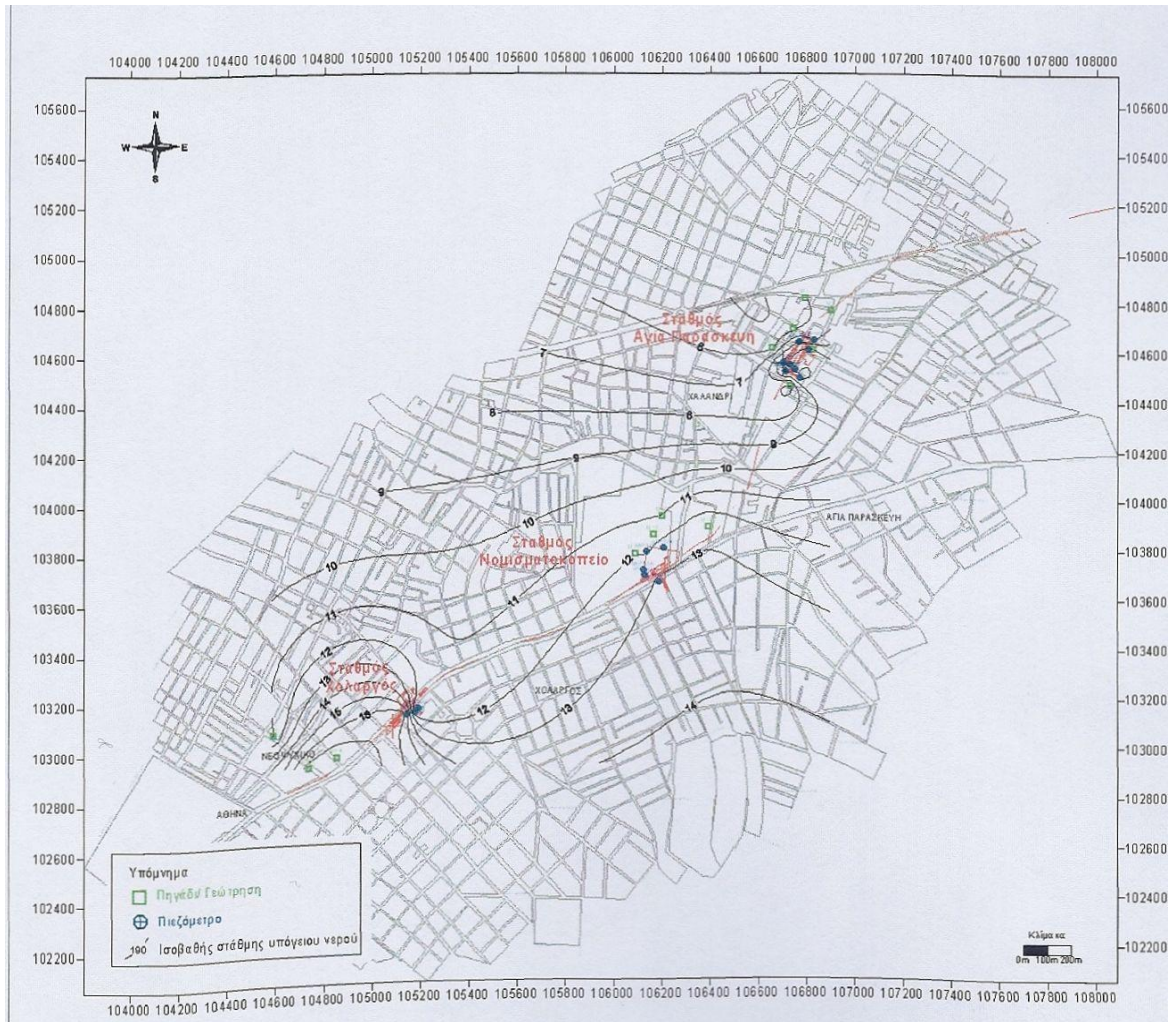
Η επιλογή των θέσεων για μετρήσεις στάθμης έγινε με κύριο κριτήριο την κατά το δυνατό πλήρη κάλυψη της στενής περιοχής του εν λόγω σταθμού, ώστε να επιτευχθεί η δημιουργία ενός ομοιόμορφου καννάβου μετρήσεων. Κατά την διαδικασία αυτή αντιμετωπίστηκαν διάφορα προβλήματα όπως το γεγονός ότι στην πλειοψηφία τους τα υδροληπτικά έργα δεν είχαν πιεζομετρικούς σωλήνες με αποτέλεσμα οι μετρήσεις να γίνονται εντός των γεωτρήσεων. Αυτό δεν ήταν πάντοτε εφικτό γιατί συχνά οι κεφαλές τους ήταν κλειδωμένες και συνεπώς η πρόσβαση σε αυτές ήταν αδύνατη. Επιπλέον μερικά από τα υδροληπτικά έργα λειτουργούσαν την χρονική περίοδο των μετρήσεων. Συνεπώς η εκτέλεση μετρήσεων εντός αυτών ήταν αδύνατη λόγω, της πιθανής απώλειας σταθμήμετρου και της καταστροφής του αντλητικού συγκροτήματος. Τέλος ένας σημαντικός αριθμός υδροληπτικών έργων είχαν σκεπαστεί ή εγκαταλειφθεί. Όλα τα παραπάνω είχαν σαν αποτέλεσμα να μην ήταν εφικτή η πραγματοποίηση μετρήσεων σε όλα τα επιλεγέντα σημεία.



Σχήμα 2.16. Πιεζομετρικός χάρτης Ιουίου του 2007.

Ο κάθε υδροφόρος ορίζοντας στις νεογενείς - τεταρτογενείς αποθέσεις, εφόσον δεν επικοινωνεί υδραυλικά κατά την κατακόρυφη έννοια, διαμορφώνει κανονικά μια ξεχωριστή πιεζομετρική επιφάνεια. Επειδή στα σημεία που λήφθηκαν μετρήσεις στάθμης, οι υδροφόροι ορίζοντες που συναντήθηκαν δεν ήταν απομονωμένοι μεταξύ τους, πρέπει να θεωρηθεί ότι οι μετρήσεις στάθμης αντιστοιχούν σε μία «πλασματική» πιεζομετρία. Η μετρούμενη αυτή στάθμη βρίσκεται ανάμεσα σε αυτές του φρεατίου και του υπό πίεση ορίζοντα, λόγω της στράγγισης που προκαλεί ο χαμηλότερης πιεζομετρίας ορίζοντα στον ανώτερο. Πάντως, λόγω της μικρής περατότητας των δυο οριζόντων, η πλασματική αυτή θέση δεν θα είναι πολύ χαμηλότερα από τη θέση της υψηλότερης πιεζομετρίας. Λόγω της υδραυλικής επικοινωνίας και παρόλο τις διαφορετικές περατότητες που υπάρχουν μεταξύ των διαφόρων οριζόντων στις αποθέσεις αυτές η υψηλή

υδροφορία είναι αυτή που προσεγγίζει και ενδιαφέρει ως προς την άσκηση φορτίου στις κατασκευές.



Σχήμα 2.17. Χάρτης ισοβαθών καμπυλών Ιουνίου του 2007

Παρατηρώντας έτσι τον σχετικό πιεζομετρικό χάρτη διαπιστώνεται ότι στην ευρύτερη περιοχή μελέτης το υπόγειο νερό κινείται από τα βορειοανατολικά προς τα νοτιοδυτικά.

Στο σταθμό «Αγία Παρασκευή» το απόλυτο υψόμετρο της στάθμης του υπόγειου νερού βρίσκεται στο + 188m στο νοτιοδυτικό άκρο του και στο +192m στο βορειοανατολικό άκρο του, τιμές που διαφέρουν σημαντικά από αυτές του 1981(+180m και 195m αντίστοιχα). Σήμερα δηλαδή τα όρια και συνεπώς το εύρος κύμανσης είναι πολύ περιορισμένα.

2.4.5 Στάθμη υπόγειων υδάτων σταθμού Αγ. Παρασκευής

Στους πίνακες που ακολουθούν στη συνέχεια (πίνακας 2.3 και πίνακας 2.4) δίνονται οι μετρήσεις της στάθμης των υπογείων υδάτων παλαιότερων πιεζομέτρων από την περίοδο του 2001 και αυτών που διανοίχτηκαν στην αγία Παρασκευή στα πλαίσια της συμπληρωματικής γεωτεχνικής μελέτης του έργου το 2007

Πίνακας 2.3. Μετρήσεις στάθμης υπόγειου νερού στα πιεζόμετρα του παλαιότερου γεωερευνητικού προγράμματος (2001)

Γεώτρηση	Βάθος Γεώτρησης	Απόλυτο Υψόμετρο	Βάθος στάθμης υπογείου νερού				
			Νοέμβριος 2000	Δεκέβριος 2000	Ιανουάριος 2001	Φεβρουάριος 2001	Μάρτιος 2001
ΕΑΗ4	30.00	183.12		18.60	18.50	18.30	18.20
ΗΟ1	29.10	184.57		6.30	5.80	5.60	5.40
ΗΟ2	30.00	183.29		4.20	4.10	4.20	3.80
ΗΟ3	30.00	183.12			5.60		
ΗΟΝ8	29.50	192.89		15.70	15.30	14.80	
ΝΟ1	30.10	193.15	16.50		15.50	15.10	14.80
ΝΟ2	30.50	192.79	16.90		15.10	14.90	14.80
ΝΟ3	30.50	192.66			15.00	14.80	14.70
ΑΡΡ1	30.05	197.00		10.20	9.90	9.60	9.30
ΑΡ2	30.10	196.75		15.00	14.50	14.00	13.70
ΑΡ3	30.00	196.61			13.90	13.10	12.90

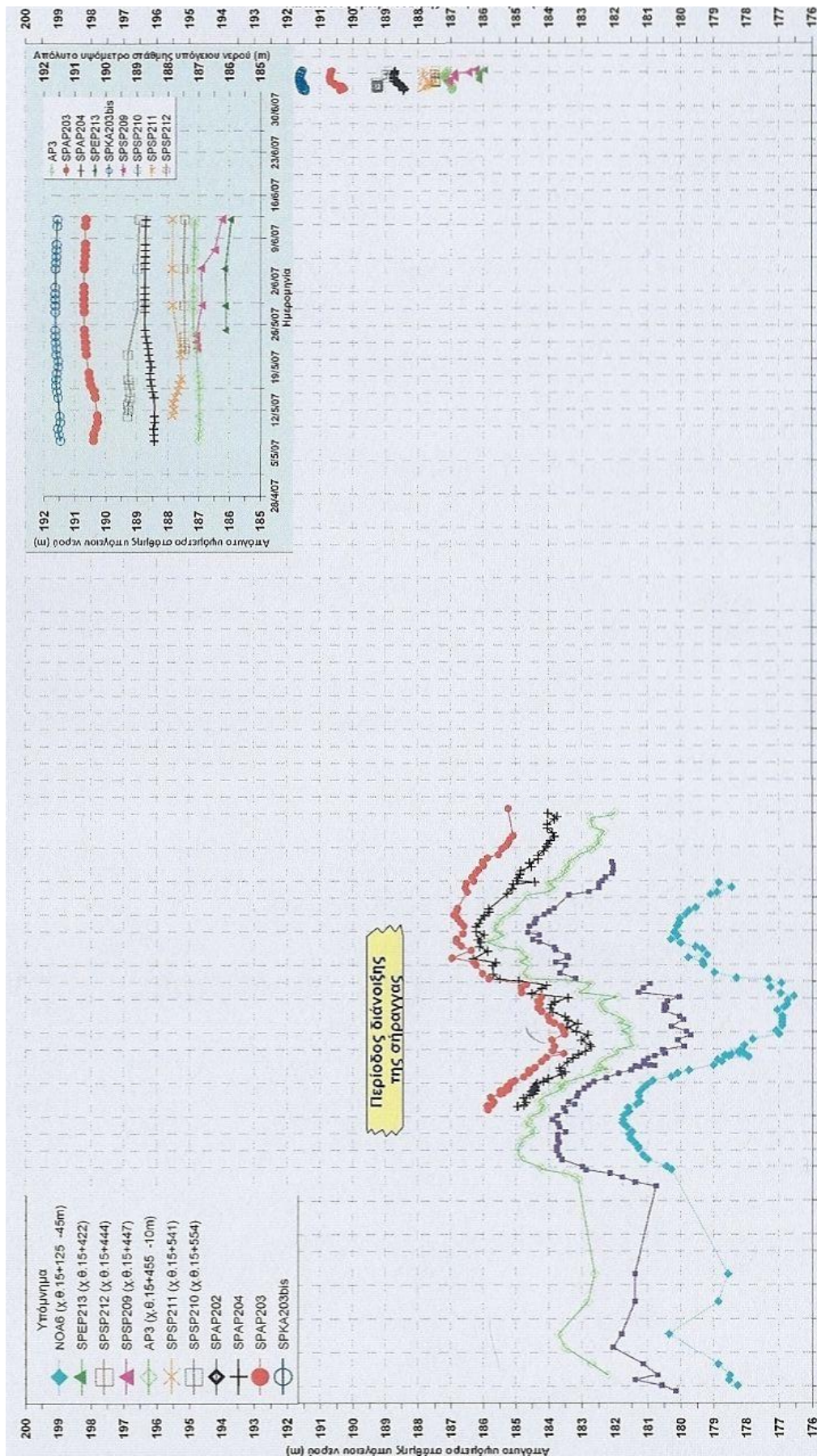
Πίνακας 2.4. Μετρήσεις στάθμης υπογείου νερού στα πιζόμετρα της συμπληρωματικής γεωτεχνικής έρευνας στο σταθμό «Αγία Παρασκευή»(2007)

ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΒΑΘΟΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ	ΒΑΘΟΣ ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΟΥ	ΑΠΟΛΥΤΟ ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΕΔΑΦΟΥΣ	11/05/2007	12/05/2007	13/05/2007	14/05/2007	15/05/2007	16/05/2007	17/05/2007	18/05/2007	19/05/2007	20/05/2007	21/05/2007	22/05/2007	23/05/2007	24/05/2007	25/05/2007	4/06/2007	7/06/2007	8/06/2007	11/06/2007	12/06/2007	19/06/2007
				SP211	28.70	27.90	197.11	9.25	9.29	9.27	9.33	9.42	9.46	9.54				9.50					9.25	
SP210	28.60	27.80	195.85	7.55	7.60	7.57	7.62	7.64	7.60	7,57				7.55					7.87				7.93	8.12
KP214	19.30	18.70	197.20	10.35	10.37	10.39	10.35	10.37	10.37	10.35				10.41					10.37				10.41	10.60
EP213	19.10	18.00	196.64										5.88	5.90	5.90	5.90	5.88	10.03	10.01				10.20	10.40
SP212	28.40	28.00	196.64											9.47	9.49	9.47	9.47		9.43				9.49	9.71
SP209	28.50	28.00	196.37												9.32	9.29	9.29		9.46	9.90			10.13	10.68

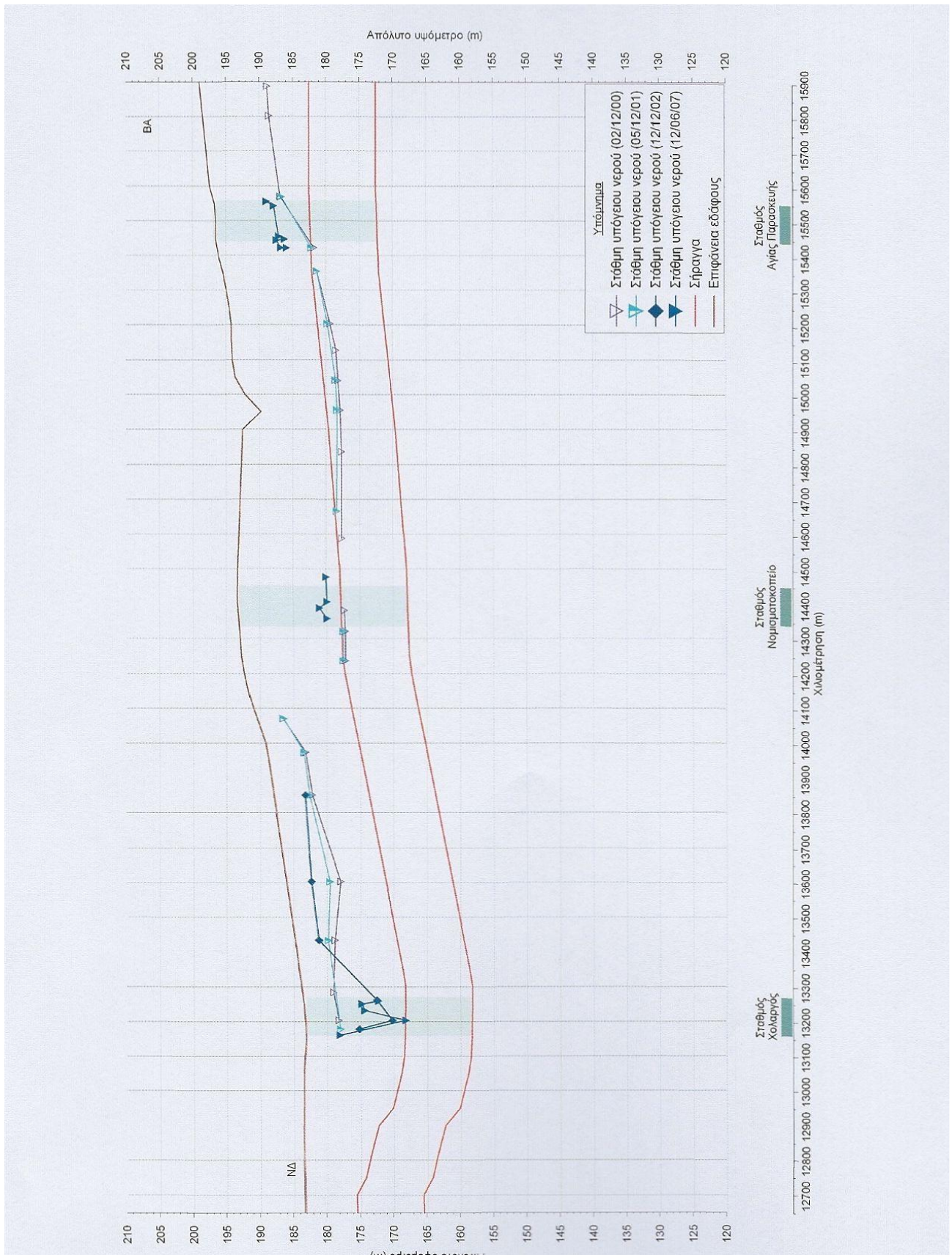
Για την επεξεργασία και αξιολόγηση των μετρήσεων στάθμης του υπόγειου νερού κατασκευάστηκαν διαγράμματα στάθμης συναρτήσεως του χρόνου για το σταθμό. Οι μετρήσεις στάθμης που αφορούν στο έτος 2001 έχουν ληφθεί από τα στοιχεία του γεωερευνητικού προγράμματος που έγινε στη φάση μελέτης της επέκτασης της Γραμμής 3 προς το Σταυρό (Αττικό Μετρό, 2001), οι μετρήσεις του χρονικού διαστήματος μεταξύ 2001 και 2004 έχουν ληφθεί κατά τη διάρκεια κατασκευής της σήραγγας και οι μετρήσεις του 2007 στα πλαίσια των εργασιών παρακολούθησης του υπό κατασκευή έργου. Επίσης έχει κατασκευαστεί διάγραμμα μεταβολής της στάθμης των υπογείων υδάτων κατά μήκος της σήραγγας (Σχήμα 2.19) για διάφορες χρονικές περιόδους, δηλαδή πριν τη διάνοιξη της σήραγγας της επέκτασης της Γραμμής 3 (2000 - 2001), κατά τη διάρκεια κατασκευής της (2002 - 2003) και στα πλαίσια της μελέτης για την κατασκευή των τριών νέων σταθμών(2007). Σε αυτόν το διάγραμμα και στη χιλιομετρική θέση 15+500 μπορεί εύκολα να παρατηρηθούν οι διακυμάνσεις της στάθμης του υπόγειου νερού (για αυτές τις περιόδους) στη περιοχή κατασκευής του σταθμού της Αγίας Παρασκευής. Σημειώνεται ότι στην ευρύτερη περιοχή του σταθμού δεν διαπιστώθηκε ούτε βιβλιογραφικά ούτε από επιτόπιες αυτοψίες η εμφάνιση φαινομένων αρτεσιανισμού των υπόγειων υδάτων.

Στη περιοχή του σταθμού «Αγία Παρασκευή» πριν τη διάνοιξη της σήραγγας το 2001 η υψηλότερη στάθμη του υπόγειου νερού βρίσκεται σε απόλυτο υψόμετρο +186 περίπου (Σχήμα 2.18) ενώ η ανώτατη στάθμη του υπόγειου νερού (2007) βρίσκεται σε α. υ. + 191. Σε γενικές γραμμές στη περιοχή του σταθμού «Αγία Παρασκευή» παρατηρείται άνοδος της στάθμης από τη περίοδο 2001 έως τη περίοδο 2007 της τάξεως των 5 m (Σχήμα 2.18), εν αντιθέσει με τη περίοδο 1981 έως 2001 που παρατηρήθηκε πτώση της στάθμης.

Η μέγιστη πτώση στάθμης που καταγράφηκε κατά τη διάνοιξη της σήραγγας ήταν μικρή της τάξεως των 4 m. Η μικρή πτώση της στάθμης εξηγείται απ' το γεγονός ότι στην περιοχή συναντούνται από πρακτικώς αδιαπέρατους σχηματισμούς έως ελαφρώς περατούς. Όσον αφορά τη διακύμανση της στάθμης κατά μήκος των σταθμών (Σχήμα 2.19) παρατηρείται ότι στην περιοχή του σταθμού Αγία Παρασκευή η στάθμη βρίσκεται περίπου 2.5 m υψηλότερα σε σχέση με αυτή που είχε μετρηθεί πριν την εκσκαφή της σήραγγας. Η στάθμη βρίσκεται σε βάθος 9 m περίπου.



Σχήμα 2.18. Μεταβολή της στάθμης του υπόγειου νερού συναρτήσει του χρόνου στα πιεζόμετρα που έχουν διανοιχθεί στην περιοχή του σταθμού «Αγία Παρασκευή» (Γεωγνώση Εδαφομηχανική Α.Τ.Ε., 2007)



Σχήμα 2.19. Διακύμανση της στάθμης του υπόγειου νερού κατά μήκος της χάραξης για διαφορετικές χρονικές περιόδους. (Γεωγνώση Εδαφομηχανική Α. Τ.Ε., 2007)

2.5 Ποιότητα υπόγειων υδάτων

Πριν την έναρξη του έργου εκτελέστηκαν χημικές αναλύσεις σε δείγματα υπόγειου νερού (ΓΕΩΓΝΩΣΗ Α.Ε. – ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗ Α.Τ.Ε. , 2007 β) ώστε να διαπιστωθεί εάν αυτό προσβάλει ή όχι το σκυρόδεμα και κατ' επέκταση την κατασκευή του έργου. Για τον έλεγχο της βλαπτικότητας των υπόγειων νερών λήφθηκαν δείγματα υπόγειου νερού από τα εγκαταστημένα πιεζόμετρα των γεωτρήσεων. Στα δείγματα αυτά εκτελέστηκαν χημικές αναλύσεις.

Οι παράμετροι βλαπτικότητας που εξετάστηκαν είναι οι παρακάτω:

- ΡΗ
- Αμμωνία NH_4
- Κατιόντα Mg^{+2}
- Διοξείδιο του άνθρακα CO_2
- Θειικά SO_4^{2-}
- Χλωριόντα Cl^{-1}

Τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων, που πραγματοποιήθηκαν δίνονται στους πίνακες 2.5 έως 2.10 που ακολουθούν. Στους πίνακες αυτούς φαίνονται και οι οριακές τιμές των διαφόρων χημικών στοιχείων ή ενώσεων που βλάπτουν το σκυρόδεμα, όπως αναγράφονται στο Νέο Κανονισμό Τεχνολογίας Σκυροδέματος (ΦΕΚ 315 Β717.04.97)

Πίνακας 2.5. Αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων νερού και οι οριακές τιμές του αντίστοιχου βαθμού προσβολής του σκυροδέματος - Παράμετρος ΡΗ

Σταθμός	Γεώτρηση	Βάθος δειγματοληψίας (m)	Αποτελέσματα ανάλυσης ΡΗ	Οριακές τιμές βαθμού προσβολής σκυροδέματος για την παράμετρο ΡΗ			
				Ασθενής	Μέτριος	Ισχυρός	Πολύ ισχυρός
Αγία Παρασκευή	ΑΡ3	23.0	7.3±0.04	5,5-6,5	4,5-5,5	4,0-4,5	<4,0
	ΑΡ3	-	7.7±0.04				

Πίνακας 2.6. Αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων νερού και οι οριακές τιμές του αντίστοιχου βαθμού προσβολής του σκυροδέματος-Παράμετρος NH_4^+ (mg/l)

Σταθμός	Γεώτρηση	Βάθος δειγματοληψίας (m)	Αποτελέσματα ανάλυσης NH_4^+ (mg/l)	Οριακές τιμές βαθμού προσβολής σκυροδέματος για την παράμετρο NH_4^+			
				Ασθενής	Μέτριος	Ισχυρός	Πολύ ισχυρός
Αγία Παρασκευή	AP3	23.0	0.062	15-30			
	AP3	-	0.289	15-30	30-60	60 -100	>100

Πίνακας 2.7. Αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων νερού και οι οριακές τιμές του αντίστοιχου βαθμού προσβολής του σκυροδέματος-Παράμετρος Mg^{+2} (mg/l)

Σταθμός	Γεώτρηση	Βάθος δειγματοληψίας (m)	Αποτελέσματα ανάλυσης Mg^{+2} (mg/l)	Οριακές τιμές βαθμού προσβολής σκυροδέματος για την παράμετρο Mg^{+2}			
				Ασθενής	Μέτριος	Ισχυρός	Πολύ ισχυρός
Αγία Παρασκευή	AP3	23.0	37	100-300	300-	1500-	>3000
	AP3	-	57		1500	3000	

Πίνακας 2.8. Αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων νερού και οι οριακές τιμές του αντίστοιχου βαθμού προσβολής του σκυροδέματος - Παράμετρος CO_2 (mg/l)

Σταθμός	Γεώτρηση	Βάθος δειγματοληψίας (m)	Αποτελέσματα ανάλυσης CO_2 (mg/l)	Οριακές τιμές βαθμού προσβολής σκυροδέματος για την παράμετρο CO_2			
				Ασθενής	Μέτριος	Ισχυρός	Πολύ ισχυρός
Αγία Παρασκευή	AP3	23.0	<1	15-30	30-60	60-100	>100
	AP3	-	18				

Πίνακας 2.9. Αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων νερού και οι οριακές τιμές του αντίστοιχου βαθμού προσβολής του σκυροδέματος - Παράμετρος SO_4^{2-} (mg/l)

Σταθμός	Γεώτρηση	Βάθος δειγματοληψίας (m)	Αποτελέσματα ανάλυσης so_4^{2-} (mg/l)	Οριακές τιμές βαθμού προσβολής σκυροδέματος για την παράμετρο SO_4^{2-}			
				Ασθενής	Μέτριος	Ισχυρός	Πολύ ισχυρός
Αγία Παρασκευή	AP3	23.0	113±4.5	200* -400	600	3000	6000
	AP3	--	147±4.5				

Πίνακας 2.10. Αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων νερού και οι οριακές τιμές του αντίστοιχου βαθμού προσβολής του σκυροδέματος - Παράμετρος Cl^{-1} (mg/l)

Σταθμός	Γεώτρηση	Βάθος δειγματοληψίας (m)	Αποτελέσματα ανάλυσης Cl^{-1} (mg/l)	Οριακές τιμές βαθμού προσβολής σκυροδέματος για την παράμετρο Cl^{-1}			
				Ασθενής	Μέτριος	Ισχυρός	Πολύ ισχυρός
Αγία Παρασκευή	AP3	23.0	204±2.9	...	—	—	—
	AP3	-	247±3.4				

Με βάση τους παραπάνω πίνακες, το PH του υπόγειου νερού κυμαίνεται από 7.2 μέχρι 7.7, δηλαδή είναι εκτός των οριακών τιμών βλαπτικότητας του σκυροδέματος. Εκτός των οριακών τιμών προσβολής του σκυροδέματος είναι και τα NH_4^+ και Mg^{+2} , που κυμαίνονται από 0.052 έως 0.289 και από 23 μέχρι 57 αντίστοιχα. Όσον αφορά την περιεκτικότητα σε SO_4 , στο υπόγειο νερό της περιοχής κατασκευής των σταθμών είναι λιγότερα από 200 mg/l και συνεπώς δεν απαιτούνται ιδιαίτερα μέτρα για τη προστασία του σκυροδέματος.

Σχετικώς με το CO_2 υπάρχει μία τιμή που δείχνει ελαφρώς μεγαλύτερη από το κάτω όριο της βλαπτικότητας του σκυροδέματος. Τέλος, θεωρήθηκε ότι οι τιμές της συγκέντρωσης των Cl^{-1} είναι ασυνήθιστα μεγάλες για περιοχή μακριά από πηγή ρύπανσης. Η συγκέντρωση των Cl^{-1} είναι στα όρια του «πόσιμου» νερού (240 mg/l).

3 ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

3.1 Γενικά

Αντικείμενο αυτού του κεφαλαίου, είναι να παρουσιαστούν τυπικές γεωτεχνικές τομές σχεδιασμού καθώς και οι τιμές των φυσικών και των μηχανικών παραμέτρων στην περιοχή του σταθμού "Αγ. Παρασκευή" Τα στοιχεία αυτά χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη του έργου και αντλούνται από τις μελέτες (ΓΕΩΓΝΩΣΗ Α.Ε.-ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗ Α.Τ.Ε.3, 2007) και (Έκθεση Γ. Γκαζέτα και Ν.Γερόλυμου, 2008).

3.2 Γεωερευνητικά προγράμματα

Στην περιοχή διάνοιξης των σταθμών εκτελέσθηκαν τα εξής γεωερευνητικά προγράμματα:

1. Στα πλαίσια του γεωερευνητικού προγράμματος κατά μήκος της επέκτασης από το σταθμό Εθνική Άμυνα προς το Σταυρό ανορύχθηκαν 22 γεωτρήσεις (388 - 390, 392 - 397 και 560 – 572) (ΚΕΔΕ 1979 - 1980). Από αυτές, στη στενή περιοχή κατασκευής του σταθμού «Αγία Παρασκευή» ανορύχθηκαν οι γεωτρήσεις 562 και 563 (Πίνακας 3.1).

Πίνακας 3.1. Δειγματοληπτικές γεωτρήσεις που διανοίχθηκαν στους σταθμούς Αγίας Παρασκευής στα πλαίσια του γεωερευνητικού προγράμματος του ΚΕΔΕ (1979 - 1980)

Σταθμός	Γεώτρηση	Χιλιόμετρηση	Απόσταση από τον άξονα(m)
Αγίας Παρασκευής	562	15+450	+11
	563	15+670	+35

2. Η GEOPLAN Ε.Π.Ε τη χρονική περίοδο 2001 β, στα πλαίσια του γεωερευνητικού προγράμματος κατά μήκος της προαναφερθείσας επέκτασης, εκτέλεσε 48 δειγματοληπτικές γεωτρήσεις. Από αυτές τις δειγματοληπτικές γεωτρήσεις οι 4 βρίσκονται στη στενή περιοχή της Αγίας Παρασκευής και τα στοιχεία παρουσιάζονται στο Πίνακα 3.2. Πιο συγκεκριμένα , καταγράφονται η

χιλιομέτρηση της κάθε μιας, οι ακριβείς συντεταγμένες και η απόστασή της από τον άξονα της υπό κατασκευή σήραγγας.

Πίνακας 3.2. Δειγματοληπτικές γεωτρήσεις που διανοίχθηκαν στο σταθμό «Αγία Παρασκευή» στα πλαίσια του γεωερευνητικού προγράμματος της GEOPLAN Ε.Π.Ε (2000 - 2001)

Σταθμός	Γεώτρηση	Χιλιομέτρηση	Απόσταση άξονα (m)*	Συντεταγμένες		
				X	Y	Z
Αγία Παρασκευή	AP2	15+421	-5	106718.5	104519.1	196.8
	AP3	15+454	-10	106728.3	104551.3	196.6
	AP4	15+507	+5	106768.5	104589.2	196.7
	APP1	15+567	-14	106780.4	104651.2	197.0

* Σημείωση: Το αρνητικό πρόσημο δηλώνει ότι η γεώτρηση βρίσκεται βόρεια και δυτικά του άξονα του σταθμού

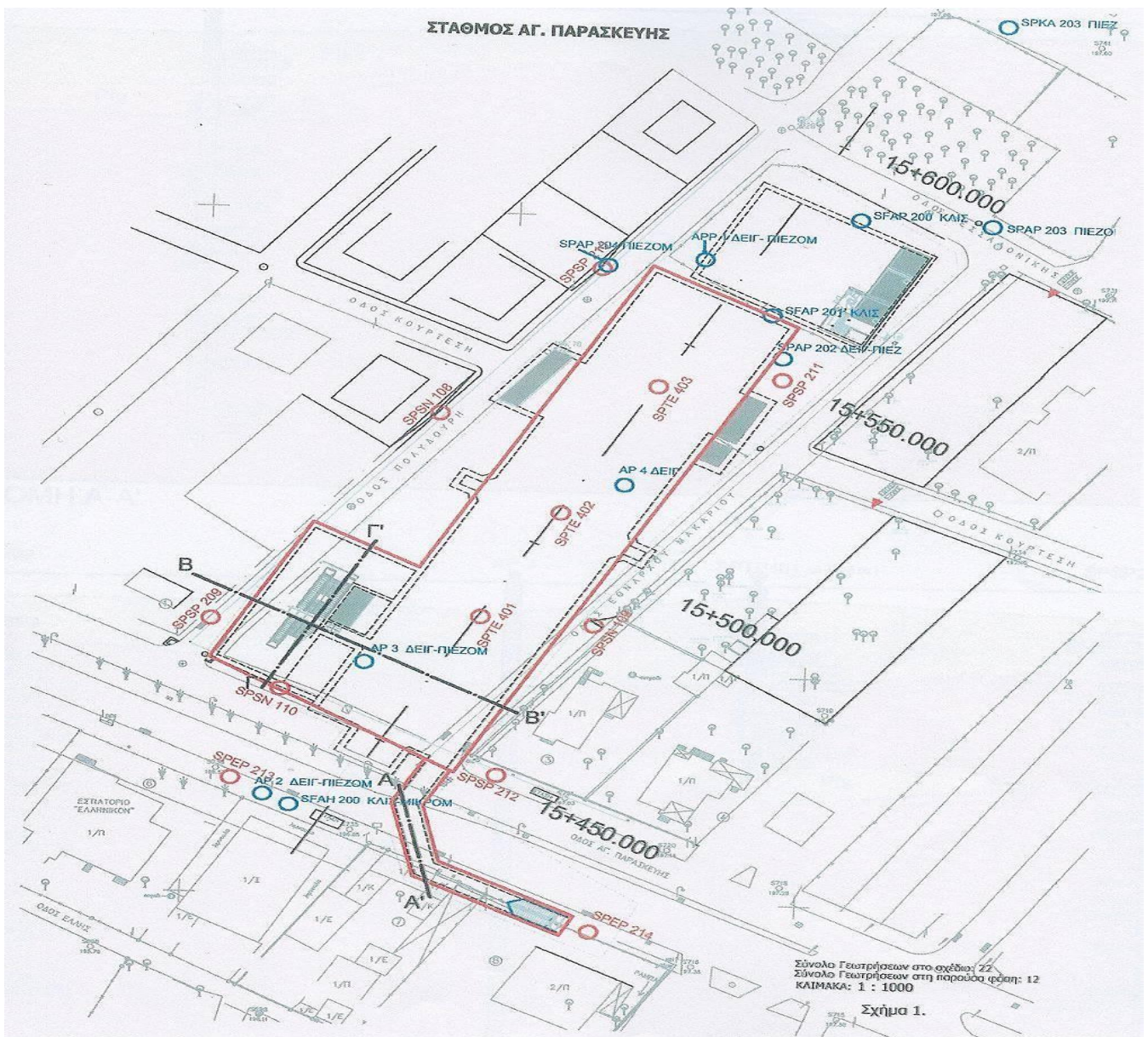
3. Τέλος στα πλαίσια της νεότερης συμπληρωματικής γεωτεχνικής έρευνας για την κατασκευή των σταθμών Χολαργό-Νομισματοκοπείο-Αγία Παρασκευή (2007) εκτελέστηκαν 30 γεωτρήσεις εκ των οποίων οι 12 αφορούν το σταθμό «Αγία Παρασκευή» και παρουσιάζονται στο Πίνακα 3.3.

Στη κάτοψη του Σχήματος 3.1 παρουσιάζονται οι ακριβείς θέσεις των γεωτρήσεων.

Πίνακας 3.3. Γεωτρήσεις που διανοίχθηκαν στην Αγ.Παρασκευή στα πλαίσια της συμπληρωματικής γεωτεχνικής έρευνας από την Εδαφομηχανική ΑΤΕ και τη Γεώγνωση Α. Ε. (2007)

Σταθμός	Γεώτρηση	Χιλιομέτρηση	Συντεταγμένες		
			X	Y	Z
Αγία Παρασκευή	SPEP213	15+421	106709.4	104523.9	196.6
	SPEP214	15+422	106767.5	104493.7	197.2
	SPSN108	15+496	106731.0	104596.1	196.4

	SPSN109	15+473	106761.9	104554.2	196.7
	SPSN110	15+443	106716.8	104543.8	196.5
	SPSP209	15+447	106699.9	104557.3	196.4
	SPSP210	15+554	106767.2	104642.8	196.8
	SPSP211	15+541	106804.2	104608.8	197.1
	SPSP212	15+444	106748.4	104528.8	196.9
	SPTTE401	15+473	106746.8	104561.8	195.9
	SPTTE402	15+499	106759.0	104584.9	196.2
	SPTTE403	15+524	106770.9	104607.6	196.3



Σχήμα 3.1. Κάτοψη σταθμού όπου εμφανίζονται οι ακριβείς θέσεις των γεωτρήσεων

3.3 Δοκιμές υδροπερατότητας

Κατά τη διάρκεια των διατηρητικών εργασιών εκτελέσθηκαν επί τόπου δοκιμές για τον προσδιορισμό της διαπερατότητας των γεωλογικών σχηματισμών. Το 2001 (GEOPLAN, 2001 γ) εκτελέστηκαν δοκιμές περατότητας πίπτοντος φορτίου (Maag) και σταθερού φορτίου (Lefranc). Στα πλαίσια της συμπληρωματικής γεωτεχνικής έρευνας του έργου (2007) εκτελέστηκαν επί τόπου δοκιμές περατότητας όλες πίπτοντος φορτίου. Το γεγονός ότι δεν εκτελέστηκαν δοκιμές Lefranc είναι χαρακτηριστικό της μικρής περατότητας της περιοχής του έργου.

Οι τιμές περατότητας που προέκυψαν από την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των επί τόπου δοκιμών και ταξινομήθηκαν στις επόμενες παραγράφους, είναι γενικώς μικρές και σε λίγες περιπτώσεις είναι μέτριες. Σημειώνεται επίσης ότι κατά την εκτέλεση των επί τόπου δοκιμών περατότητας δεν παρατηρήθηκαν ολικές απώλειες ύδατος στις περιοχές των σταθμών.

Σε αυτό το σημείο θεωρείται χρήσιμο να παρουσιαστεί η διαδικασία εκτέλεσης των επί τόπου δοκιμών περατότητας:

• Δομική πίπτοντος φορτίου (Maag)

Κατά τη δοκιμή αυτή μετριέται η πτώση της στάθμης της στήλης του νερού μέσα στη σωληνωμένη γεώτρηση (με ασωλήνωτο το κάτω τμήμα αυτής, μικρού σχετικώς μήκους, το οποίο αποτελεί και το δοκιμαζόμενο τμήμα), σε συνάρτηση με το χρόνο. Χρησιμοποιείται στην περίπτωση λεπτόκοκκων εδαφικών υλικών, δηλαδή υλικών με χαμηλή υδροπερατότητα.

• Δομική σταθερού φορτίου (Lefranc)

Κατά τη δοκιμή αυτή μετριέται η παροχή του νερού που παροχετεύεται στη γεώτρηση, ώστε η στάθμη του νερού μέσα στη σωλήνωση της επένδυσης της γεώτρησης να είναι σταθερή. Γενικά ο υπολογισμός του συντελεστή υδροπερατότητας εξαρτάται από τη σχέση της θέσης του εισπνευσμένου τμήματος της γεώτρησης σχετικά με τη στάθμη του υπεδαφικού νερού.

Χρησιμοποιείται στην περίπτωση αδρόκοκκων εδαφικών υλικών, δηλαδή υλικών με αυξημένη υδροπερατότητα.

Στη περιοχή του σταθμού «Αγία Παρασκευή» εκτελέστηκαν συνολικά 42 επί τόπου δοκιμές περατότητας, 2 από αυτές ήταν σταθερού φορτίου και οι υπόλοιπες μεταβλητού φορτίου. Στους πίνακα 3.4 και 3.5 δίνονται για κάθε γεώτρηση, το

02

βάθος της δοκιμής, ο τύπος της δοκιμής, η υπολογιζόμενη μέση ενδεικτική τιμή του συντελεστή διαπερατότητας καθώς και η συνοπτική περιγραφή του σχηματισμού στον οποίο εκτελέστηκε η δοκιμή. Σε αυτούς τους πίνακες παρατηρούμε ότι όσο αυξάνεται το βάθος της γεώτρησης μειώνεται η υδροπερατότητα. Επίσης στο πίνακα 3.5 ο τύπος δοκιμής που χρησιμοποιείται είναι μόνο αυτός του πίπτοντος φορτίου, καθώς από την προκαταρκτική έρευνα του 2001 είχε προηγηθεί διερεύνηση της στρωματογραφίας και ήταν γνωστή η στάθμη του υπόγειου νερού.

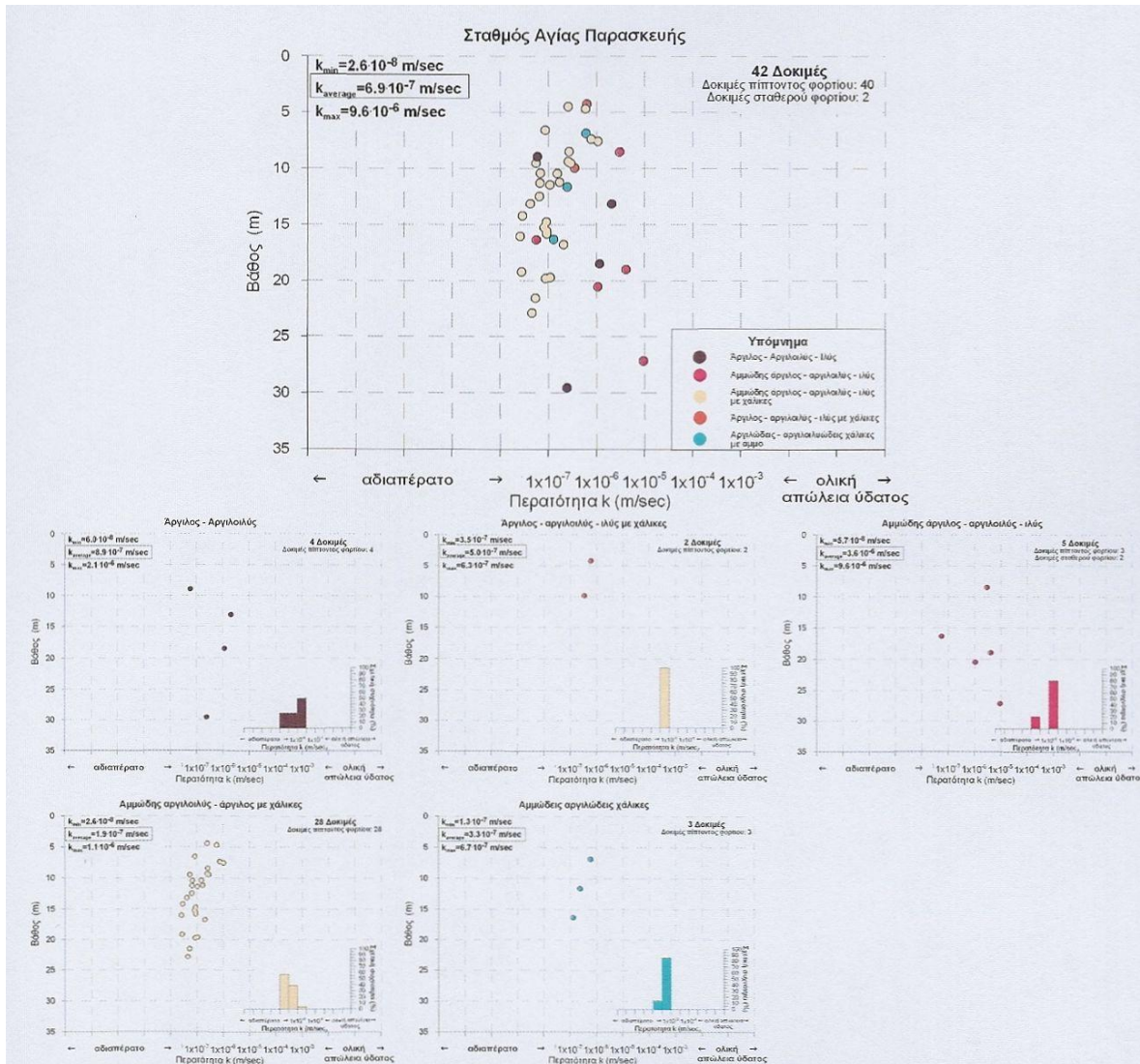
Πίνακας 3.4. Αποτελέσματα επί τόπου δοκιμών περατότητας στο σταθμό Αγ. Παρασκευής (2001)

Γεώτρηση	Βάθος δοκιμής (m)		Τύπος δοκιμής	Περατότητα (m/ sec)	Λιθολογία
	Από	Έως			
AP2	8.00	9.00	Maag	3.05E06	Αμμώδης αργιλοϊλός
	18.95		Lefranc	4.18E06	Αργιλοϊλός με άμμο
	27.15		Lefranc	9.57E06	Αργιλοϊλός με άμμο
AP3	8.40	9.40	Maag	5.99E08	Αργιλοϊλός
	12.60	13.60	Maag	2.09E06	Αργιλοϊλός
	20.00	21.00	Maag	1.09E06	Αργιλοϊλός με άμμο
APP1	9.40	10.40	Maag	3.53E07	Αργιλοϊλός με χάλικες
	17.95	18.95	Maag	1.19E06	Αργιλοϊλός
	29.05	30.05	Maag	2.45E07	Αργιλοϊλός

Πίνακας 3.5. Αποτελέσματα των επί τόπου δοκιμών περατότητας στο σταθμό Αγίας Παρασκευής
(συμπληρωματική γεωτεχνική έρευνα,2007)

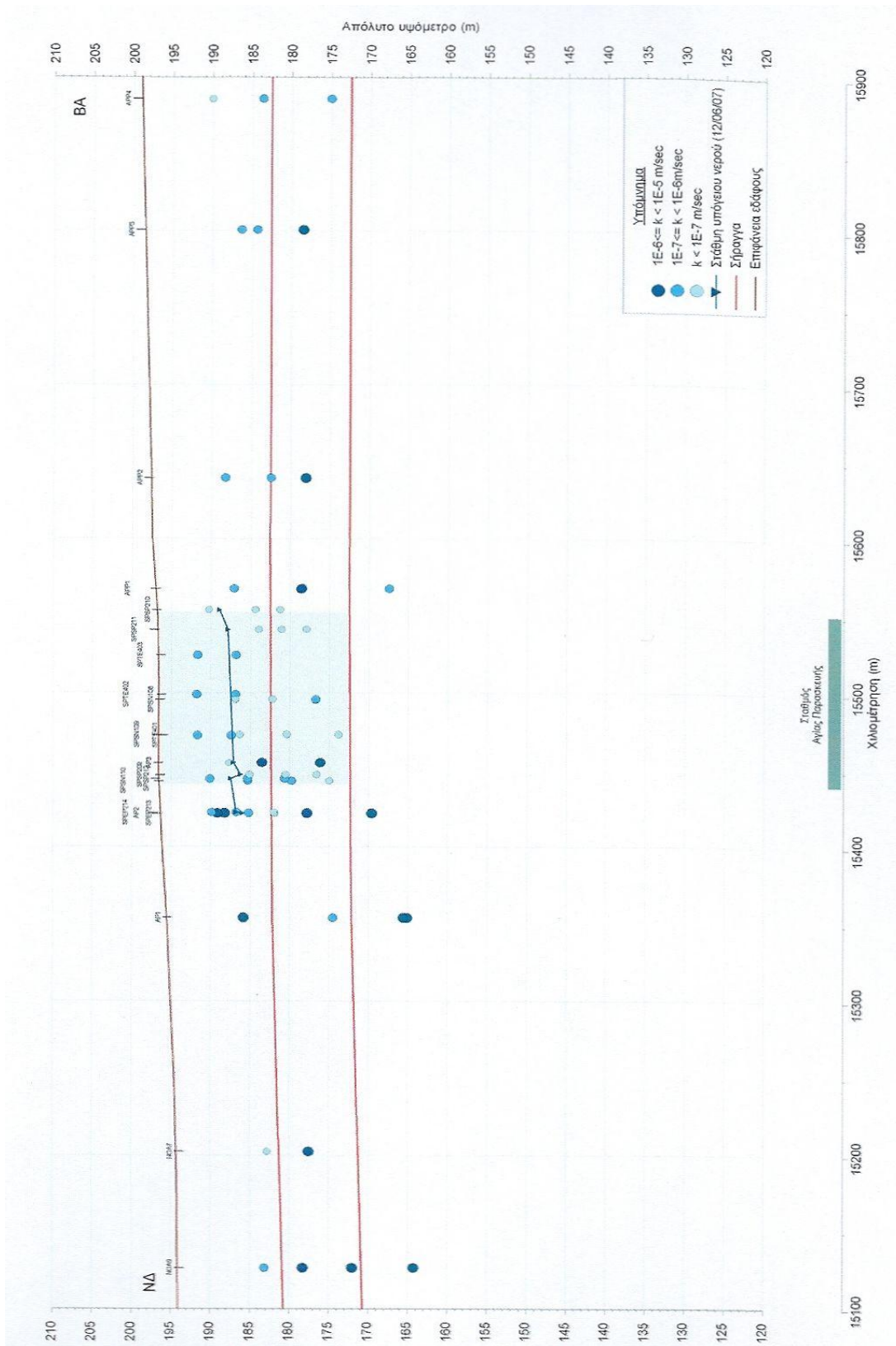
Γεώτρηση	Βάθος δοκιμής (m)		Τύπος δοκιμής	Περατότητα (m/ sec)	Λιθολογία
	Από	Έως			
SPSN108	8.9	10.1	Maag	5.54E08	Αμμώδης άργιλος με χάλικες
	13.6	14.8	Maag	2.98E08	Αμμώδης άργιλος με χάλικες
	19.2	20.2	Maag	1.11E07	Αμμώδης άργιλος με χάλικες
SPSN109	9.3	11.5	Maag	6.88E08	Άργιλος με άμμο και χάλικες
	15.5	17.2	Maag	5.70E08	Αμμώδης ιλύς με άμμο
	22.1	23.7	Maag	4.62E08	Αμμώδης άργιλος με χάλικες
SPSN110	10.1	12.3	Maag	1.73E07	Αμμώδης άργιλος με χάλικες
	16.2	17.3	Maag	2.12E07	Αμμώδης άργιλος με χάλικες
	20.8	22.3	Maag	5.53E08	Αμμώδης άργιλος με χάλικες
SPSP209	10.15	12.4	Maag	6.76E08	Αμμώδης άργιλος με χάλικες
	14.45	17.2	Maag	9.50E08	Αμμώδης άργιλος με χάλικες
	17.65	21.9	Maag	8.89E08	Αμμώδης άργιλος με χάλικες
SPSP210	6.05	7.1	Maag	8.72E08	Αμμώδης άργιλος με χάλικες
	11.9	13	Maag	6.64E08	Αμμώδης άργιλος με χάλικες
	14.95	16.2	Maag	9.42E08	Αμμώδης άργιλος με χάλικες
SPSP211	12.05	14.2	Maag	4.26E08	Άργιλος με άμμο και αραιά λατύπες
	13.05	19	Maag	2.64E08	Άργιλος με άμμο και αραιά λατύπες
	15.7	22.7	Maag	2.84E08	Άργιλος με άμμο και αραιά λατύπες
SPSP212	6.1	7.6	Maag	6.11E07	Αργιλώδης αμμώδης χαλικες
	11	12.2	Maag	2.48E07	Αμμώδης άργιλος με χάλικες
	15.7	16.9	Maag	1.31E07	Αμμώδης άργιλος με χάλικες
SPEP213	7.05	8	Maag	1.09E06	Αμμώδης άργιλος με χάλικες
	10.05	12.8	Maag	1.08E07	Αμμώδης άργιλος με χάλικες
	13.25	16.2	Maag	9.11E08	Αμμώδης άργιλος με χάλικες
SPEP214	6.05	8.6	Maag	7.78E07	Αμμώδης άργιλος με χάλικες
	9.05	11.8	Maag	1.54E07	Αμμώδης άργιλος με χάλικες
	13.85	16.6	Maag	8.31E08	Αμμώδης άργιλος με χάλικες
SPTE401	3.6	4.8	Maag	6.29E07	Ιλύς με χάλικες
	7.1	9.8	Maag	2.70E07	Αμμώδης άργιλος με χάλικες
SPTE402	3.7	5.2	Maag	2.57E07	Αμμώδης ιλύς και χάλικες
	8.5	10.2	Maag	2.57E07	Αμμώδης ιλύς και χάλικες
SPTE403	4	5.3	Maag	5.93E07	Αμμώδης άργιλος με χάλικες
	9	10	Maag	2.93E07	Αμμώδης άργιλος με χάλικες

Από τις τιμές του πίνακα 3.5 προκύπτουν διαγράμματα διακύμανσης της περατότητας συναρτήσει του βάθους για κάθε σχηματισμό, καθώς και το συγκεντρωτικό διάγραμμα όλων των σχηματισμών που εντοπίστηκαν στην περιοχή (Σχήμα 3.2). Οι τιμές των περατοτήτων κυμαίνονται από $2.6 \cdot 10^{-8}$ m/sec (πρακτικά αδιαπέρατο) έως $9.6 \cdot 10^{-6}$ m/sec, με μέση τιμή $6.9 \cdot 10^{-7}$ m/sec.



Σχήμα 3.2. Διάγραμμα διακύμανσης της περατότητας συναρτήσει του βάθους στο σταθμό «Αγία Παρασκευή».

Στη μηκοτομή του Σχήματος 3.3 φαίνονται οι τιμές της περατότητας των σχηματισμών που απαντώνται κατά μήκος του σταθμού της «Αγίας Παρασκευής» καθώς και τα γεωμετρικά στοιχεία της σήραγγας.



Σχήμα 3.3. Κατανομή των περατοτήτων κατά μήκος του σταθμού «Αγία Παρασκευή».

3.4 Δοκιμές προσδιορισμού φυσικο-μηχανικών χαρακτηριστικών

Όλα τα φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά των εδαφών που προσδιορίζονται εργαστηριακά (Ρόζος,2007), εξαρτώνται άμεσα από γεωλογικούς παράγοντες και κυρίως από:

- την ορυκτολογική σύσταση,
- τον ιστό του εδαφικού υλικού,
- τη μάζα του στο σύνολο της, (δομή)
- την πλήρωση με νερό των πόρων του εδάφους

Επίσης, η μηχανική συμπεριφορά της εδαφικής μάζας ελέγχεται από την ομοιογένεια, συνέχεια και ισοτροπία, που με τη σειρά τους εξαρτώνται από τις γεωλογικές συνθήκες γένεσης των εδαφών και της όλης γεωλογικής ιστορίας τους. Τα φυσικά χαρακτηριστικά και οι μηχανικές ιδιότητες των εδαφών στη συγκεκριμένη μελέτη προσδιορίζονται με τις δοκιμές:

- Ταξινόμησης
- Υδροπερατότητας
- Αντοχής σε θλίψη και σε διάτμηση
- Στερεοποίησης

Στους πίνακες 3.6 και 3.7 καταγράφονται συγκεντρωμένα τα φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά των τριών λιθοφάσεων (Pts, Ptc, Ptg) που εντοπίστηκαν στην περιοχή όπου κατασκευάστηκε ο σταθμός μετρό της Αγίας Παρασκευής

Πίνακας 3.6. Περιοχή σταθμού «ΑΓ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ» φυσικές ιδιότητες

Κωδικός Γεωλογικού Σχηματισμού		ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΑ				ΑΤΤΕΜΒΕΡΓ			ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ		ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ	ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ
		ΧΑΛΙΚΕΣ	ΑΜΜΟΣ	ΙΛΥΣ	ΑΡΓΙΛΟΣ	ΟΡΙΟ ΥΔΑΡΟΤΗΤΑΣ WL	ΟΡΙΟ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ WP	ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ IP	ΥΓΡΟ γ _{we}	ΞΗΡΟ γ _{dry}		
Pts	ΠΛΗΘΟΣ ΤΙΜΩΝ	13	13	13	13	13	3	3	4	4	2	13
	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	5	33	0	0	16	16	12	21,9	21,9	2,69	7
	ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	31	67	39	18	30	18	13	22,7	22,7	2,72	19,7
	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	15,2	48,5	15,4	9,7	21,69	18,67	12,33	22,3	22,3	2,71	12,32
	ΤΥΠ. ΑΠΟΚΛΙΣΗ	7,8	8,8	12,8	7,2	4,7	1,15	0,58	0,33	0,33	0,02	4,18
Ptc	ΠΛΗΘΟΣ ΤΙΜΩΝ	61	61	61	61	61	55	55	2	2	16	61
	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	0	11	0	0	20	15	9	20,7	17,6	2,68	8,1
	ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	38	64	58	45	42	19	25	21,9	19,8	2,71	17,5
	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	5,56	30,4	29,4	24	31,31	16,49	15,84	21,3	18,7	2,71	12,77
	ΤΥΠ. ΑΠΟΚΛΙΣΗ	8,1	8,56	14,7	13	4,61	1,05	2,97	0,85	1,56	0,01	2,34
Ptg	ΠΛΗΘΟΣ ΤΙΜΩΝ	3	3	3	3	2	1	1	0	0		3
	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	36	33	0	0	19						6,6
	ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	52	43	0	0	33						13,5
	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	43	36,7	0	0	26	14	19				9,8
	ΤΥΠ. ΑΠΟΚΛΙΣΗ	8,19	5,51	0	0	9,9						3,48

Πίνακας 3.7. Περιοχή σταθμού «ΑΓ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ» φυσικές ιδιότητες μηχανικές ιδιότητες

Κωδικός Γεωλογικού Σχηματισμού		ΑΝΕΜΠ. ΘΛΙΨΗ	ΔΟΚΙΜΗ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ		ΤΡΙΑΞΟΝΙΚΗ ΔΟΚΙΜΗ				ΔΟΚΙΜΗ ΣΥΜΠΙΕΣΟΜΕΤΡΟΥ					NSPT	κ (cm/sec)	ΔΟΚΙΜΗ ΠΡΕΣΣΙΟΜΕΤΡΟΥ		
		ΤΑΣΗ (kPa)	CD		CUPP			UU	ΜΕΤΡΟ ΣΥΜΠΙΕΣΕΩΣ Es					Cc	Αριθμός κτύπων NSPT	ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑ	EM (Mpa)	
			ΓΩΝΙΑ ΤΡΙΒΗΣ φ (°)	ΣΥΝΟΧΗ c (kPa)	ΕΝΕΡΓΗ φ (°)	ΟΛΙΚΗ φ (°)	ΕΝΕΡΓΗ c (kPa)	ΟΛΙΚΗ c (kPa)	ΑΣΤΡΑΓΓ. ΣΥΝΟΧ. Cu	σ=50 (kN/m ²)	σ=100 (kN/m ²)	σ=200 (kN/m ²)	σ=400 (kN/m ²)	σ=800 (kN/m ²)				ΔΕΙΚΤΗΣ ΣΥΜΠΙΕΣΤΟΤΗΤΑΣ
Pts	ΠΛΗΘΟΣ ΤΙΜΩΝ	6	1	1											9		2	
	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	136													14		35	
	ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	701													50		77,6	
	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	314,8	13,95	0,9											25,2		56,3	
	ΤΥΠ. ΑΠΟΚΛΙΣΗ	215,9													10,8		30,1	
Ptc	ΠΛΗΘΟΣ ΤΙΜΩΝ	37	2	2	8	8	8	8	2	1	14	16	17	17	112	33	24	
	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	56	22	6,1	15	14	3	4	112	3240	2646	3880	5418	9134	0,083	16	3,0E-06	19,3
	ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	1862	23	6,2	29	27	13	15	269	3240	13177	13177	15301	23535	0,212	72	1,0E-04	171
	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	629,2	22,5	6,15	20,88	19,75	7,88	9	190,5	3240,0	6054,4	7162,9	10310,6	16029,8	0,126	35,9	2,2E-05	89,1
	ΤΥΠ. ΑΠΟΚΛΙΣΗ	467	0,71	0,07	5,28	5,06	4,36	4,54	111	0	2888	2452,2	2837,5	3776,1	0,033	11,2	2,1E-05	44
Ptg	ΠΛΗΘΟΣ ΤΙΜΩΝ														4			
	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ														23			
	ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΙΜΗ														50			
	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ														36,8			
	ΤΥΠ. ΑΠΟΚΛΙΣΗ														15,3			

Στον πίνακα 3.6 παρουσιάζονται η κοκκομετρία, τα όρια Attemberg, το φαινόμενο και ειδικό βάρος καθώς και η φυσική υγρασία των σχηματισμών. Θα ήταν χρήσιμο να αναφερθούν τα εξής:

Η βασική ιδιότητα πάνω στην οποία βασίζεται η ταξινόμηση των εδαφών είναι η κοκκομετρική τους σύσταση και προσδιορίζεται με δύο μεθόδους(Ρόζος,2007):

Το κοσκίνισμα για τα αδρόκοκκα εδάφη

Τη μέθοδο της καθίζησης για τα πολύ λεπτόκοκκα εδάφη

Όριο υδαρότητας (Liquid limit, LL) ονομάζεται το όριο πέρα από το οποίο ένα λεπτόκοκκο έδαφος που συμπεριφερόταν ως ρευστό μέσο (λόγω υψηλού ποσοστού περιεχόμενης υγρασίας), με προοδευτική αφαίρεση υγρασίας αναλαμβάνει διατμητικές τάσεις και υφίσταται πλαστικές παραμορφώσεις, δηλαδή αρχίζει να συμπεριφέρεται σαν πλαστικό μέσο(Ρόζος,2007).

Με επιπλέον μείωση της υγρασίας ο όγκος του εδάφους μειώνεται και υπάρχει ένα άλλο όριο όπου το έδαφος παύει πλέον να συμπεριφέρεται σαν πλαστικό μέσο και μεταπίπτει σε εύθρυπτο υλικό. Το όριο αυτό ονομάζεται όριο πλαστικότητας (Plastic limit, PL) (Ρόζος,2007).

Ο δείκτης πλαστικότητας (Plasticity index, PI) καθορίζει την περιοχή της υγρασίας όπου το έδαφος συμπεριφέρεται σαν πλαστικό υλικό και εκφράζεται με τη διαφορά των ορίων υδαρότητας (w_L) και πλαστικότητας (w_p), δηλαδή $I_p = w_L - w_p$ (Ρόζος,2007).

Η φυσική υγρασία αποτελεί τη μάζα του νερού που περιέχεται στο σχηματισμό που εξετάζεται και αποδίδεται σαν την εκατοστιαία αναλογία της μάζας του δείγματος σε ξηρή κατάσταση, σύμφωνα με τον τύπο (Ρόζος,2007):

$$w_c(\%) = M_w / M_s$$

όπου w_c = Η περιεχόμενη υγρασία (φυσική υγρασία και φυσική κατάσταση), M_w = Η μάζα του νερού και M_s = Μάζα των στερεών.

Ειδικό βάρος ενός πετρώματος ορίζεται ως ο λόγος του βάρους του σε ξηρή κατάσταση προς τον όγκο των στερεών συστατικών του

Φαινόμενο βάρος για κάθε υλικό (και όχι μόνο για τα εδάφη) ορίζεται ως ο λόγος του βάρους (W) προς τον όγκο (V) του υλικού. Όσον αφορά στα εδάφη (για τα οποία χρησιμοποιείται επίσης ο όρος Ολικό Ειδικό Βάρος, γ_t) στο βάρος και τον

όγκο του εδάφους συμπεριλαμβάνονται τα στερεά και οι πόροι του εδάφους με το περιεχόμενό τους (νερό και αέρα). (W_a =βάρος αέρα, V_a =όγκος αέρα)

$$\gamma = \frac{W}{V} = \frac{W_s + W_w + W_a}{V_s + V_w + V_a} (\text{gr/cm}^3)$$

Στον Πίνακα 3.7 παρουσιάζεται η αντοχή σε ανεμπόδιστη θλίψη, η δοκιμή διάτμησης, η τριαξονική δοκιμή, η δοκιμή συμπίεσομέτρου οι κτύπο στη δοκιμή S.P.T., καθώς και η δοκιμή πρεσσιομέτρου. Πριν προηγηθεί η ανάλυση των στοιχείων που προέκυψαν θα αναλυθεί κάθε δοκιμή ξεχωριστά.

Δοκιμή πρότυπης διείδυσης (S.P.T.)

Η δοκιμή S.P.T. (Ρόζος,2007) βοηθάει στον προσδιορισμό της σχετικής πυκνότητας κοκκώδων εδαφών, της αντίστασης των σχηματισμών στη διείδυση, ενώ με τη βοήθεια εμπειρικών συσχετίσεων είναι δυνατόν να δώσει πληροφορίες και για παραμέτρους της διατμητικής αντοχής. Χρησιμοποιείται ευρέως για ποιοτική ένδειξη των επί τόπου ιδιοτήτων των εδαφών, άμεσα στον προσδιορισμό της σχετικής πυκνότητας, αλλά και της αντίστασης των σχηματισμών στη διείδυση, ενώ βοηθάει έμμεσα:

-Στον προσδιορισμό των παραμέτρων διατμητικής αντοχής και συμπίεστότητας με τη χρήση εμπειρικών συσχετίσεων.

-Στον καθορισμό της επιτρεπόμενης φέρουσας ικανότητας.

-Στον υπολογισμό των καθιζήσεων των κατασκευών.

Στον Πίνακα 3.7 παρατηρούμε ότι η μέση τιμή N_{SPT} είναι 25,2 για το εδαφικό σχηματισμό P_{ts} , άρα συμπεραίνουμε ότι πρόκειται για αμμώδη σχηματισμό μέσης πυκνότητας. Από την άλλη για τον εδαφικό σχηματισμό P_{tc} η μέση τιμή N_{SPT} είναι 35,9, δηλαδή πρόκειται για σκληρή άργιλο.

Αντοχή σε ανεμπόδιστη θλίψη αποτελεί μονοαξονική δοκιμή χωρίς αποστράγγιση και προσδιορίζει ποσοτικά το βαθμό συνεκτικότητας. Δηλαδή η πλευρική πίεση είναι η ατμοσφαιρική

Διατμητική αντοχή είναι η μέγιστη αντίσταση του εδάφους στην άσκηση της διατμητικής τάσης, για τις επί τόπου συνθήκες. Αστοχία στο εδαφικό υλικό συμβαίνει όταν η διατμητική τάση γίνει ίση με τη διατμητική αντοχή.

Τριαξονική δοκιμή ορίζεται η δοκιμή στην οποία η θραύση επιτυγχάνεται με την εφαρμογή ορθών τάσεων αλλά κάτω από διαφορετικές πλευρικές πιέσεις και διακρίνεται σε τρεις τύπους (Ρόζος,2007):

Δοκιμή UU. Χρησιμοποιείται όταν απαιτείται η γνώση της άμεση συμπεριφοράς του εδαφικού σχηματισμού από πλευράς διατμητικότητας αντοχής.

Δοκιμή CUPP. Είναι μια εργαστηριακή δοκιμή και χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό των ϕ' και c' , δηλαδή της γωνίας τριβής και της συνοχής αναφορικά με τις ενεργές τάσεις.

3.5 Στρωματογραφική διάρθρωση τομών σχεδιασμού μετά από σύνθεση, αξιολόγηση και επεξεργασία των δεδομένων- Τομές σχεδιασμού

Αφού καταγράφηκαν τα φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά των σχηματισμών που βρίσκονται στη περιοχή του σταθμού διαπιστώνεται ότι η σύγκριση μεταξύ των αποτελεσμάτων αυτών των περιπτώσεων παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον από πολλές απόψεις (ΓΕΩΓΝΩΣΗ Α.Ε. - ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗ Α.Τ.Ε., 2007 δ). Όσον αφορά το πρακτικό αντικείμενο, το ενδιαφέρον συγκεντρώνεται στην παρατήρηση ότι στις επιλύσεις οι υπολογισθείσες μετακινήσεις με όλες τις χρησιμοποιηθείσες μεθόδους, είναι γενικά μεγαλύτερες των μετρηθεισών. Η παρατήρηση αυτή αποτελεί πολύ ισχυρή ένδειξη ότι οι προταθείσες και χρησιμοποιηθείσες στους υπολογισμούς τιμές των γεωτεχνικών παραμέτρων είναι χαμηλότερες των πραγματικών (δηλ. οι πραγματικές τιμές είναι ασφαλέστερες).

Σχετικά με τις τιμές των διαφόρων παραμέτρων, όπως αυτές μετρήθηκαν στο εργαστήριο, ως αποτελέσματα κατάλληλων δοκιμών, μπορούμε να καταλήξουμε σε ορισμένα συμπεράσματα . Αναλυτικότερα:

Όσον αφορά τις τιμές του **φαινόμενου βάρους γ** , οι υπάρχουσες μετρήσεις είναι περιορισμένες (6 μετρήσεις), αλλά προσεγγίζουν την τιμή $\gamma=22\text{kN/m}^3$. Σύμφωνα

με αυτό, προτάθηκαν οι τιμές $\gamma=21,5\text{kN/m}^3$ για τις τεχνητές επιχώσεις, $\gamma=22,0\text{kN/m}^3$ για τα εδαφικά υλικά και $\gamma=24,0\text{kN/m}^3$ για το κροκαλοπαγές.

Από τη σύγκριση των φυσικών αλλά κυρίως των μηχανικών χαρακτηριστικών προκύπτει ότι οι τρεις σχηματισμοί που συναντώνται δεν φαίνεται να έχουν διακριτή και συστηματική διαφορά.

Π.χ. οι μέσες τιμές των κτύπων SPT κυμαίνονται μεταξύ 40 και 47 και του δείκτη συμπίεστότητας C_c μεταξύ 0,135 και 0,174.

Αναλυτικότερα για τις παραμέτρους της μηχανικής συμπεριφοράς, οι εκτιμήσεις παρουσιάζονται στη συνέχεια.

Η διαφορά της τιμής της αστράγγιστης συνοχής c_u στους εδαφικούς σχηματισμούς, μεταξύ των αποτελεσμάτων των δοκιμών ανεμπόδιστης θλίψης και των αποτελεσμάτων των τριαξονικών δοκιμών τύπου UU, έχουν ως εξής:

Ανεμπόδιση θλίψη

$X_m=292,7\text{kPa}$ (43 δοκιμές)

Τριαξονικές UU

$X_m=190,5\text{kPa}$ (2 δοκιμές)

Για καλύτερη αξιολόγηση αυτής της διαφοράς είναι χρήσιμο να τονιστεί ότι:

- Ο αριθμός των δοκιμών ανεμπόδιστης θλίψης είναι αρκετά μεγάλος (43), ενώ ο αριθμός των τριαξονικών δοκιμών UU είναι πολύ μικρός (2). Προς την αντίθετη όμως κατεύθυνση οδηγεί το γεγονός ότι η αξιοπιστία και το βάρος των τριαξονικών δοκιμών UU είναι μεγαλύτερο.
- Έτσι η τιμή σχεδιασμού που χρησιμοποιήθηκε τελικά, προέκυψε μετά από επεξεργασία των αποτελεσμάτων των δοκιμών, σε συνδυασμό με τη μελέτη της κατασκευής του φρέατος το 2002. Η τιμή αυτή είναι $X_d=120\text{kPa}$.

Όσον αφορά στα αίτια της εμφανισθείσας στις CUPP τριαξονικές δοκιμές μικρής διαφοράς μεταξύ των ολικών τιμών των χαρακτηριστικών αντοχής ϕ και c και των ενεργών τιμών ϕ' και c' αυτά αποκαλύπτονται εύκολα κατά τη θεώρηση των αναλυτικών επιμέρους αποτελεσμάτων. Σε όλες τις δοκιμές, οι μετρηθείσες τιμές πρόσθετης πίεσης του νερού των πόρων ήταν ίσες με πολύ μικρό τμήμα της κατακόρυφης τάσης $\Delta\sigma$ κατά τη θραύση. Η διαπίστωση αυτή μπορεί να οφείλεται

είτε στο ότι ο κορεσμός των δοκιμίων δεν είχε ολοκληρωθεί, με συνέπεια το υλικό να είναι συμπιεστό και να μην αναπτύσσεται πίεση πόρων, είτε στο ότι τα εδαφικά γεωυλικά φορτιζόμενα συμπεριφέρονται ως να είναι υπερστερεοποιημένα, είτε και στους δύο λόγους. Η κατάσταση "φαινόμενης" υπερστερεοποίησης δείχνει να συμφωνεί με τις υψηλές τιμές του δείκτη I_c , καθώς και τις υψηλές τιμές της C_u και σ' ένα μικρότερο βαθμό με τις εκτιμηθείσες τιμές της τάσης προστερεοποίησης P'_c σε σχέση με την αρχική ενεργό γεωστατική τάση στο βάθος από το οποίο ελήφθησαν.

Με βάση τα παραπάνω μπορεί να εξηγηθεί μεν η μικρή διαφορά μεταξύ των ολικών και ενεργών τιμών των παραμέτρων c και ϕ , παραμένει όμως η παρατήρηση ότι οι μετρηθείσες τιμές των ϕ' και c' ήταν πολύ μικρές, συγκρινόμενες με τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά.

Για την αντιμετώπιση του θέματος λαμβάνοντας υπόψη τις τιμές της c_u , το βάθος του πυθμένα του έργου, τη σύσταση και την κατάσταση των σχηματισμών (αμμοχαλικώδης άργιλος έως αργιλώδες αμμοχάλικο), τις υψηλές τιμές του I_c , τις χαμηλές τιμές του αρχικού δείκτη πόρων, τις υψηλές τιμές των N_{SPT} , γίνονται δεκτές οι παρακάτω ενεργές τιμές. Το γεγονός ότι οι τιμές των μετακινήσεων είναι μικρές μαρτυρεί ότι γενικά δεν συνέβησαν πλαστικοποιήσεις και οι χρησιμοποιηθείσες τιμές των χαρακτηριστικών αντοχής ήταν ασφαλείς : $\phi'=30^\circ$, $c'=40\text{kPa}$

Επιπλέον έχοντας ως σημαντικό δεδομένο ότι οι εκτιμηθείσες από τα εργαστηριακά πειράματα τιμές, παραμέτρων αντοχής και συμπιεστότητας, και ότι οι μετρήσεις των μετακινήσεων ήταν μικρότερες των υπολογισθεισών προτάθηκαν για τους υπολογισμούς οι τιμές που είχαν προταθεί και για τις εργασίες της κατασκευής του φρέατος της Αγ. Παρασκευής(2002).

Τέλος όσο αφορά τη στάθμη του υπόγειου νερού είναι απαραίτητο να υπενθυμιστεί ότι στην ευρύτερη περιοχή περί τον σταθμό μετρήθηκαν σε λίγες μεμονωμένες θέσεις ακόμη υψηλότερες στάθμες (M11, M2, SPKA 203, SPAP 203). Στο χρονικό μεσοδιάστημα μεταξύ των περιόδων 2001-2002 και 2007

παρατηρήθηκε γενικά άνοδος της στάθμης και το εύρος της ανόδου κυμαίνεται από θέση σε θέση.

Ο μεγαλύτερων διαστάσεων πυθμένας, δηλαδή ο πυθμένας του σταθμού παραλαμβάνει την εκ της άνωσης φόρτιση, χωρίς προβλήματα υπέρβασης της αντοχής του σε κάμψη και διάτμηση και στους υπολογισμούς της γενικότερης ευστάθειας αγνοείται η πολύ σημαντική πλευρική αντίσταση σε ανύψωση, η οποία εκτιμάται ότι έχει μέγεθος ίσο ή και μεγαλύτερο του μισού της εκ της άνωσης προς το πάνω φόρτισης.

Λαμβάνοντας υπόψη ότι οι πρόσθετες μετρήσεις της στάθμης του υπόγειου νερού στις περιοχές πλησίον του σταθμού διαφέρουν σε σημαντικό βαθμό των παλαιότερων (δηλαδή των μετρήσεων πριν την κατασκευή των έργων) αλλά και τα όσα προηγούμενα αναφέρθηκαν, θεωρήθηκε ότι ο σχεδιασμός των έργων, πρέπει γίνει στη θέση της υψηλής στάθμης. Κατόπιν τούτων, προτάθηκε υψόμετρο υψηλής στάθμης, περί το +188,00m (περίπου) και βάθος από την επιφάνεια περί τα 9 m (περίπου) επαληθεύοντας περίτρανα τις μετρήσεις των πιεζομέτρων SPSP 209 και SPSP 212 (Σχήμα 3.1), τα οποία είναι και τα πλησιέστερα στην υπό εξέταση διατομή. Μετά τη μελέτη όλων των παραμέτρων των τριών σχηματισμών συντάχθηκε (ΓΕΩΓΝΩΣΗ Α.Ε. -ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗ Α.Τ.Ε., 2007 γ) το Σχήμα 3.4 στο οποίο εμφανίζονται όλες οι γεωτεχνικές παράμετροι και οι τιμές αυτών, που προτείνονται για τις σχετικές αναλύσεις στα προγράμματα σχεδιασμού των έργων.

Προτεινόμενες τιμές

$\gamma=21,5\text{kN/m}^3$	$\phi_u=0^\circ$	$c_u=70\text{kPa}$	
$K_o=0,50$	$\phi'=25^\circ$	$c'=10\text{kPa}$	
$E_u=30\text{MPa}$	$E'=25\text{MPa}$	$E'_{unl,r}=50\text{MPa}$	$E'_{so}=15\text{MPa}$
$\gamma=22\text{kN/m}^3$			
$\phi_u=0^\circ$	$c_u=120\text{kPa}$		
$\phi'=30^\circ$	$c'=40\text{kPa}$		
$E_u=120\text{MPa}$			
$E'=100\text{MPa}$			
$E'_{so}=65\text{MPa}$			
$E'_{unl,r}=200\text{MPa}$			
$E_{oed}=30\text{MPa}$			
$E_{oed,unl}=60\text{MPa}$			
$\nu=\nu_{unl}=0,30$			

Σχήμα 3.4. Προτεινόμενες τιμές παραμέτρων όπως συντάχθηκαν από την ΓΕΩΓΝΩΣΗ Α.Ε. και ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗ Α.Τ.Ε.

Ορίζοντας επιχώσεων

- ειδικό βάρος: $\gamma = 21.5 \text{ kN/m}^3$,
- γωνία εσωτερικής τριβής: $\phi' = 25^\circ$,
- γωνία διασταλτικότητας: $\psi = 0^\circ$
- συνοχή: $c' = 10 \text{ kPa}$,
- μέτρο ελαστικότητας φόρτισης: $E'_{so} = 15 \text{ MPa}$,
- μέτρο ελαστικότητας αποφόρτισης-επαναφόρτισης: $E'_{unl,r} = 50 \text{ MPa}$,
- μέτρο μονοδιάστατης συμπίεσης: $E_{oed} = 15 \text{ MPa}$,
- λόγος του Poisson κατά την αποφόρτιση: $\nu_{unl} = 0.2$,
- βαθμός ανομοιογένειας: $m \text{ (power)} = 0.5$,
- συντελεστής αντοχής: $R_f = 0.9$,
- τάση αναφοράς: $p_{ref} 100 \text{ kPa}$,

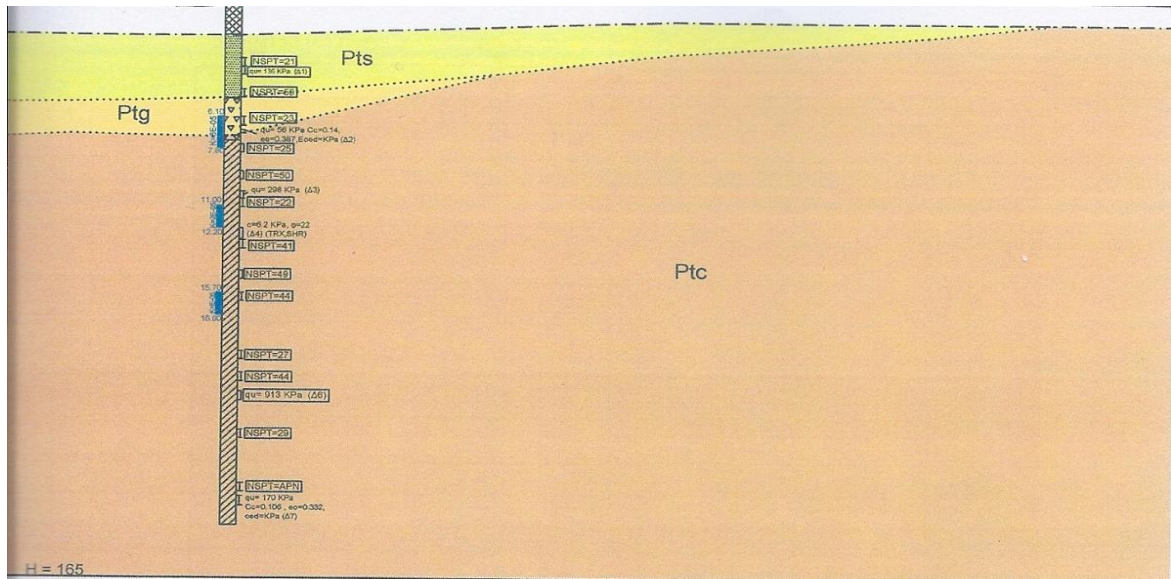
αρχικός δείκτης πόρων: $e_o = 0.7$,
συντελεστής διαπερατότητας: $k = 10^{-6} \text{ m / s}$,
συντελεστής διεπιφάνειας: $R_{inter}=0.7$.

• **Υποκείμενη στιφρή έως πολύ στιφρή αμμώδης αργιλοιλύς(Ptc)**

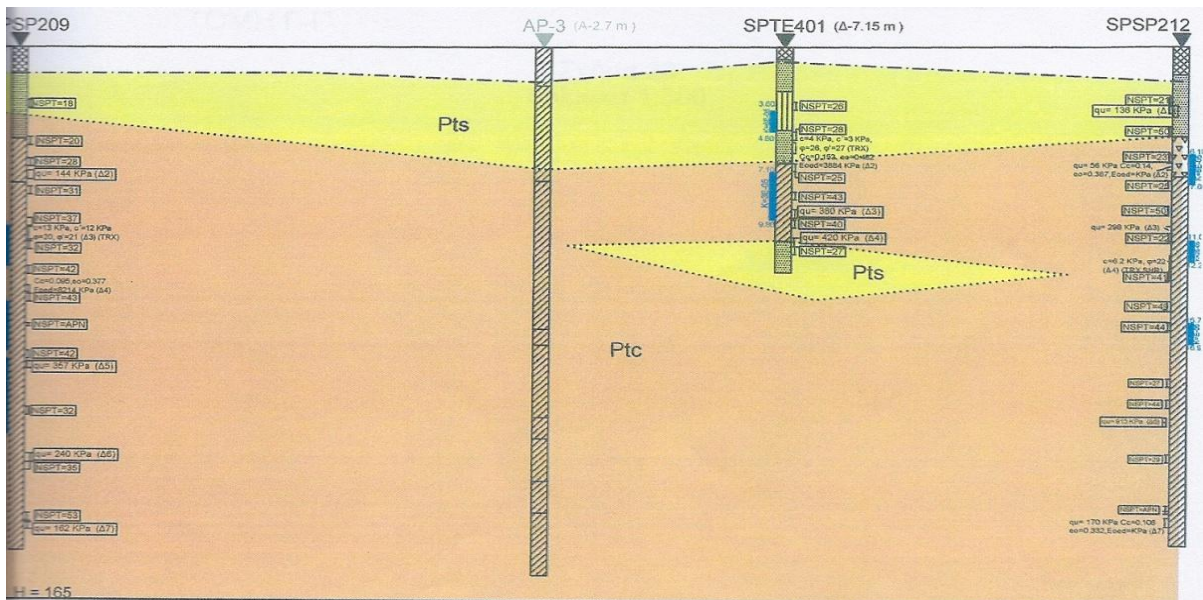
ειδικό βάρος: $\gamma = 22 \text{ kN/m}^3$,
γωνία εσωτερικής τριβής: $\varphi'=30^\circ$,
γωνία διασταλτικότητας: $\psi=0^\circ$
συνοχή: $c' = 40 \text{ kPa}$,
μέτρο ελαστικότητας φόρτισης: $E'_{50} B 65 \text{ MPa}$,
μέτρο ελαστικότητας αποφόρτιση ζ-επαναφόρτισης: $E'_{unl,r} = 200 \text{ MPa}$,
μέτρο μονοδιάστατης συμπίεσης. $E_{oed} = 65 \text{ MPa}$,
λόγος του Poisson κατά την αποφόρτιση: $\nu_{unl} = 0.2$,
βαθμός ανομοιογένειας: $m (\text{power}) = 0.5$,
συντελεστής αντοχής: $R_f = 0.9$,
τάση αναφοράς: $p_{ref} = 100 \text{ kPa}$,
αρχικός δείκτης πόρων, $e_o = 0.6$,
συντελεστής διαπερατότητας: $k = 10^{-7} \text{ m / s}$,
συντελεστής διεπιφάνειας: $R_{inter} = 0.7$

Ο συντελεστής ουδέτερης K_o θεωρήθηκε ίσος προς 0.6 (Μελέτη γκαζέτας Γερόλυμος ,2007), το δε μέτρο ελαστικότητας του οπλισμένου σκυροδέματος θεωρήθηκε ίσο με το μισό της επιβατικής του τιμής. Η παραδοχή αυτή είναι αντιπροσωπευτική της ανελαστικής συμπεριφοράς του σε μεγάλες παραμορφώσεις

Στα Σχήματα 3.5, 3.6, 3.7 απεικονίζεται σκαριφηματικά οι τρεις γεωλογικές μηκοτομές A-A', B-B' και Γ-Γ' αντίστοιχα του σχήματος 3.1 που είναι αντιπροσωπευτικές της υπό ανάλυση διατομής. Το εξιδανικευμένο εδαφικό προφίλ, όπως ήδη αναφέρθηκε, αποτελείται από 3.5 m επιχώσεων και το υποκείμενο στρώμα της στιφρής έως πολύ στιφρής αμμώδους αργιλοιλύς.

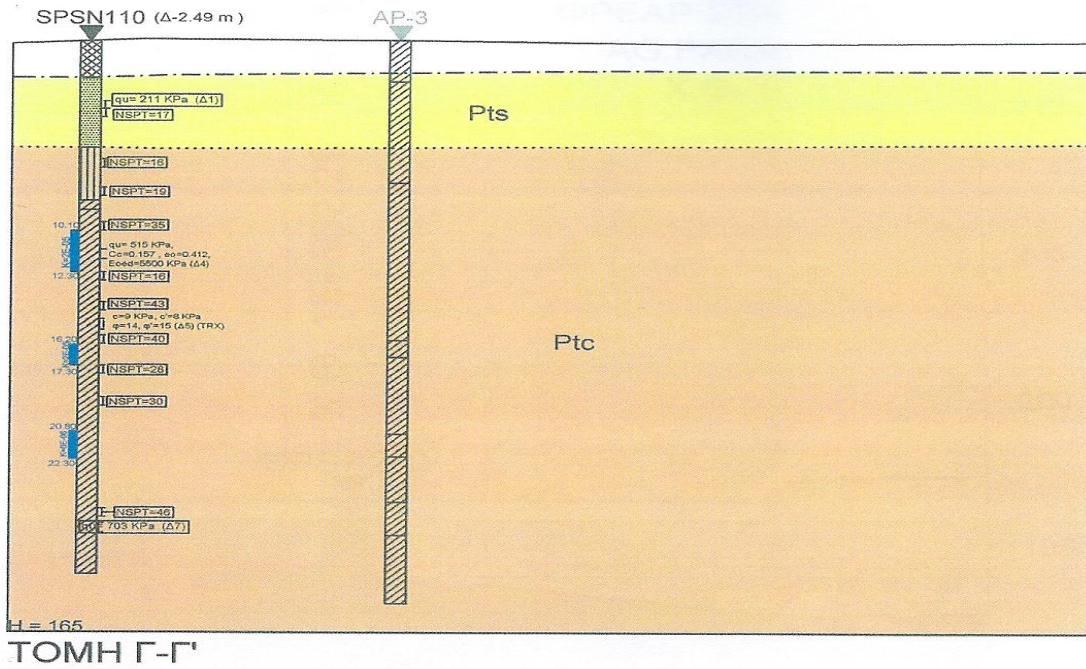


Σχήμα 3.5. Σκαρίφημα με τη γεωλογική μηκοτομή A-A' της περιοχής του σταθμού



Σχήμα 3.6. Σκαρίφημα με τη γεωλογική μηκοτομή B-B' της περιοχής του σταθμού

ΣΤΑΘΜΟΣ ΑΓ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ



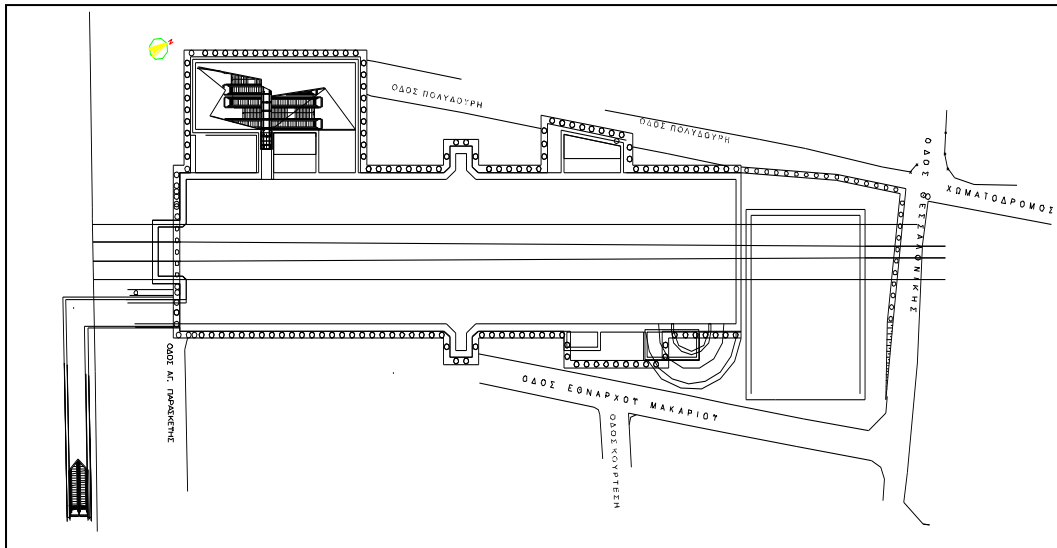
Σχήμα 3.7. Σκαρίφημα με τη γεωλογική μηκοτομή Γ-Γ' της περιοχής του σταθμού

4 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΔΙΑΝΟΙΞΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΩΡΙΝΗΣ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ ΤΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ

4.1 Γενικά-Περιγραφή σταθμού

Ο σταθμός "ΑΓ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ" (Σχήμα 4.1) έχει μήκος 112.0m, πλάτος 27.20 m, ενώ σε τμήμα του σταθμού το πλάτος γίνεται 47.00 m. Το συνολικό ύψος στο κύριο τμήμα του σταθμού είναι 24.40 m (Αττικό Μετρό, 2008 α).

Στο Νοτιοδυτικό τμήμα της κάτοψης (δυτική είσοδος), στη γωνία μεταξύ των οδών Αγ. Παρασκευής και Πολυδούρη, προβλέφθηκε ορθογωνική επέκταση της κάτοψης, με διαστάσεις 33,00X19,50 και βάθος 14,50 m, η οποία περιλαμβάνει εσχάρες εξαερισμού και κλιμακοστάσια πρόσβασης στο σταθμό. Ένα δεύτερο συγκρότημα κλιμακοστασίου πρόσβασης πραγματοποιήθηκε στο νότιο πεζοδρόμιο της οδού Αγ. Παρασκευής, το οποίο επικοινωνεί με το 2° επίπεδο του σταθμού στη νότια πλευρά του μέσω υπόγειας διόδου (Νότια είσοδος). Στις δύο διαμήκεις πλευρές της κάτοψης έγιναν πρόσθετες τοπικές ορθογώνιες προεξοχές οι οποίες περιλαμβάνουν φρέατα ανελκυστήρων, εξαερισμού και βοηθητικά κλιμακοστάσια. Σε επαφή με τη βόρεια πλευρά του σταθμού υφίσταται το υπόγειο φρέαρ εξαερισμού Αγίας Παρασκευής, με διαστάσεις κάτοψης 33,00X24,00 m και βάθος 23,00 m, από την κατώτερη στάθμη του οποίου διέρχεται η γραμμή 3. Το φρέαρ κατασκευάστηκε το 2002 με μέθοδο εκσκαφής και επανεπίχωσης σε ορθογωνικό ανοικτό όρυγμα, με αντιστήριξη των κατακόρυφων παρειών από κατακόρυφους φρεατοπασσάλους και προεντεταμένα αγκύρια εδάφους.



Σχήμα 4.1. Κάτοψη σταθού Αγ.Παρασκευής

Γενικά ο σταθμός κατασκευάστηκε στο μεγαλύτερο μέρος του με μέθοδο εκσκαφής και επανεπίκλισης (cut and cover) σε ανοιχτό όρυγμα του οποίου οι παρειές αντιστηρίζονται προσωρινά με φρεατοπασσάλους Φ 1.00 m, εκτοξευόμενο σκυρόδεμα και προεντεταμένα αγκύρια. Η εκσκαφή πραγματοποιήθηκε σταδιακά. Στις πρώτες έξι φάσεις η υφιστάμενη γραμμή του Μετρό λειτουργούσε. Κατά την έβδομη και όγδοη φάση σταμάτησε η λειτουργία του Μετρό και ολοκληρώθηκε η εκσκαφή του ορύγματος.

Η αλληλουχία κατασκευής στις συγκεκριμένες ιδιαιτερότητες του Σταθμού είναι κρίσιμος παράγοντας καθόσον πρέπει να ληφθούν όλα τα αναγκαία μέτρα για την ασφάλεια και την ελαχιστοποίηση μετακινήσεων της υφιστάμενης σήραγγας και του Φρέατος κατά τη διάρκεια των εργασιών κατασκευής, καθώς και της μόνιμης επένδυσης του Σταθμού με την σήραγγα και με το φρέαρ με τρόπο που να εξασφαλίζεται η στατική επάρκεια και η υδατοστεγανότητα όλων των κατασκευών. Τέλος η κατασκευαστική μέθοδος που θα εφαρμοζόταν έπρεπε να εξασφαλίζει ότι ο συνολικός χρόνος της προβλεπόμενης διακοπής της λειτουργίας της Γραμμής 3 δεν υπερβαίνει τους (6) έξι μήνες.

Το τμήμα της νότιας εισόδου του σταθμού που διέρχεται κάτω από την οδό Αγ. Παρασκευής, διανοίχτηκε με τη νέα αυστριακή μέθοδο (NATM), ενώ το

κλιμακοστάσιο στο πεζοδρόμιο της οδού Αγίας Παρασκευής με τη μέθοδο εκσκαφής και επανεπίχωσης (cut and cover).

Σκοπός αυτού του κεφαλαίου είναι η ανάλυση της κάθε φάσης κατασκευής καθώς και οι μεθοδολογίες των εργασιών που εκτελέστηκαν σε ένα έργο δύσκολο πρωτότυπο και με ιδιαίτερο κατασκευαστικό ενδιαφέρον.

4.2 Μέθοδος διάνοιξης σταθμού

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως ο σταθμός κατασκευάστηκε με τη μέθοδο cut and cover με εξαίρεση το τμήμα του σταθμού που διέρχεται κάτω από την οδό της Αγ. Παρασκευής που διανοίχτηκε με τη μέθοδο NATM. Χρήσιμο είναι να τονιστεί σε αυτό το σημείο ότι οι αρχικές προβλέψεις θεωρούσαν ότι και αυτό το σημείο θα εκσκαφτεί με τη μέθοδο cut and cover αλλά τελικά για κατασκευαστικούς λόγους επιλέχθηκε η μέθοδος NATM. Στη συνέχεια γίνεται σύντομη περιγραφή των δύο μεθόδων για την καλύτερη κατανόηση της όλης κατασκευαστικής διαδικασίας

4.2.1 Μέθοδος εκσκαφής και επανεπίχωσης (cut and cover)

Η μεθοδολογία της ανοικτής εκσκαφής είναι απλή ως σύλληψη. Αρχικά σκάβεται το όρυγμα και αντιστηρίζονται τα πρανή του καταλλήλως . Στα έργα του Μετρό τα πρανή προβλέπονται πάντοτε κατακόρυφα. Ακολουθώντας «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. Αναλυτικότερα τα στάδια έχουν ως εξής (Αττικό Μετρό , 2007 α):

1. 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.

2. Γίνεται η μελέτη (υπολογισμοί και σχέδια) εκσκαφής και προσωρινής αντιστήριξης, με βάση τα γεωτεχνικά χαρακτηριστικά του εδάφους που

προέκυψαν στο προηγούμενο στάδιο. Επίσης, οριστικοποιείται και η μελέτη του μόνιμου φορέα της κατασκευής.

3.Πριν την έναρξη των κυρίως εργασιών εκτελούνται οι απαιτούμενες αρχαιολογικές έρευνες στη περιοχή όπου θα εκτελεσθούν οι εκσκαφές, απομακρύνονται όλοι οι αγωγοί κοινής ωφελείας (ύδρευσης, ηλεκτρισμού, τηλεφώνου, κλπ) και πραγματοποιούνται οι ενδεχόμενες κυκλοφοριακές παρακάμψεις.

4.Με την πρόοδο της εκσκαφής γίνεται και η προσωρινή αντιστήριξη της εκσκαφής που αποτελείται συνήθως από πασσάλους σκυροδέματος, κυκλικής διατομής με διάμετρο της τάξεως 0.80-1.00 μ, που τοποθετούνται ανά αποστάσεις μεταξύ τους 1.50-2.50μ περιμετρικά της προβλεπόμενης εκσκαφής προτού αυτή αρχίσει. Η πασσαλοστοιχία συνδέεται στην κορυφή της με ισχυρή δοκό σκυροδέματος. Η εκσκαφή πραγματοποιείται με συμβατικά μηχανικά μέσα (εκσκαφείς, σφύρες, κλπ) έως ένα καθορισμένο βάθος, π.χ. 3.5μ, και στη συνέχεια τοποθετούνται αγκύρια σε οπές που διανοίγονται στο έδαφος μέσω των πασσάλων. Τα αγκύρια αυτά έχουν μεγάλο μήκος (της τάξεως 15-25μ) και προεντείνονται με την προβλεπόμενη από τη μελέτη δύναμη. Κατόπιν εφαρμόζεται δομικό πλέγμα σε όλη την περιμετρική επιφάνεια του σκάμματος και τοποθετείται εκτοξευόμενο σκυρόδεμα.

5.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 μ επί της αντιστήριξης / εκσκαφής και απομακρύνονται με κατάλληλο σύστημα αποστράγγισης.

6.Το σύστημα υδατοστεγάνωσης της κατασκευής, τοποθετείται στον πυθμένα και στις περιμετρικές επιφάνειες του σκάμματος και αποτελείται συνήθως από γεωυφάσματα, μεμβράνη υδατοστεγάνωσης και υδατοφραγμούς.

7.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 τοιχιών. 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.

Ο κύριος μηχανικός εξοπλισμός που απαιτείται για τις εργασίες ανοικτής εκσκαφής cut & cover, αποτελείται από τα εξής:

- Εκσκαφείς και φορτωτές
- Υδραυλικό σύστημα σφύρας τοποθετημένο στον εκσκαφέα
- Γερανός για ανύψωση των προϊόντων εκσκαφής
- Υποβρύχιες αντλίες

4.2.2 Συμβατική μέθοδος εκσκαφής σηράγγων (NATM)

Η μέθοδος υπόγειας διάνοιξης σηράγγων με συμβατικά μηχανικά μέσα (έχει επικρατήσει να ονομάζεται μέθοδος NATM ή Νέα Αυστριακή Μέθοδος Σηράγγων) είναι η δεύτερη κατασκευαστική διαδικασία που εφαρμόζεται διεθνώς για την κατασκευή σηράγγων με υπόγεια μέθοδο διάνοιξης, μετά από αυτήν με μηχανήματα διάνοιξης σηράγγων (TBM).

Στις αστικές περιοχές (Ιστότοπος, www.attikometro.gr) όπου κατασκευάζονται Μητροπολιτικοί Σιδηρόδρομοι (Μετρό) ενδιαφέρει πρωτίστως να μην διαταραχθούν οι λειτουργίες της πόλης, έστω και αν αυτό συνεπάγεται αύξηση του κόστους των έργων. Με τις υπόγειες μεθόδους κατασκευής σταθμών και σηράγγων ελαχιστοποιείται η κατάληψη χώρων στην επιφάνεια (πλατειών, οδών, ιδιωτικών οικοπέδων, κλπ), οι μετατοπίσεις αγωγών κοινής ωφελείας (νερού, ηλεκτρισμού, τηλεφώνου, κλπ), οι παρακάμψεις της οδικής κυκλοφορίας και οι αρχαιολογικές ανασκαφές.

Στο σταθμό της Αγίας Παρασκευής χρησιμοποιήθηκε τόσο για την διάνοιξη την νότιας εισόδου όσο και για τη κατασκευή του Ν.Φ.Ε.

Βασική αρχή της μεθόδου αυτής (site της Αττικό μετρό), είναι να διατηρηθεί η αντοχή του περιβάλλοντος στη σήραγγα εδάφους και να γίνει πλήρης αξιοποίησή

της. Ελεγχόμενη παραμόρφωση του εδάφους παρουσία εύκαμπτης υποστήριξης (σε αντίθεση με τις παλαιότερες απόψεις περί «βαρειάς» υποστήριξης) επιδρά θετικά και έχει ως αποτέλεσμα την ασφαλή ανάπτυξη της αντοχής του. Η μεθοδολογία μελέτης κατασκευής του έργου είναι η ακόλουθη:

1.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 διάνοιξη της σήραγγας.

2.Γίνεται η μελέτη (υπολογισμοί και σχέδια) εκσκαφής και προσωρινής υποστήριξης της σήραγγας, βάσει των γεωτεχνικών χαρακτηριστικών του εδάφους που προέκυψαν στο προηγούμενο στάδιο. Επίσης, γίνεται και η μελέτη της μόνιμης (τελικής) επένδυσης της σήραγγας.

3.Εκτελείται η εκσκαφή με συμβατικά μηχανικά μέσα (εκσκαφέας σημειακής κοπής, συμβατικός εκσκαφέας, κλπ) και ενίοτε γίνεται και άμεση υποστήριξη του μετώπου εκσκαφής κατά φάσεις, ανάλογα με την ποιότητα του εδάφους.

4.Μετά την εκσκαφή, που γίνεται τμηματικά αναλόγως των χαρακτηριστικών των πετρωμάτων και του έργου, ακολουθεί η τοποθέτηση ενός συστήματος προσωρινής αντιστήριξης που αποτελείται από επένδυση εκτοξευομένου σκυροδέματος (gunite), μπουλόνια/αγκύρια (rockbolts), σιδηρά πλαίσια, κλπ. Σε περίπτωση εδαφών με φτωχά χαρακτηριστικά πριν από την εκσκαφή τοποθετούνται δοκοί προπορείας (forepoling) σε όλη την περιοχή πάνω από το θόλο της σήραγγας σε μορφή «ομπρέλας» προστασίας του μετώπου εκσκαφής. Αρκετές φορές η εκσκαφή γίνεται σε δύο φάσεις, άνω ημιδιατομή (θόλος) και κάτω ημιδιατομή (πτυθμένας).

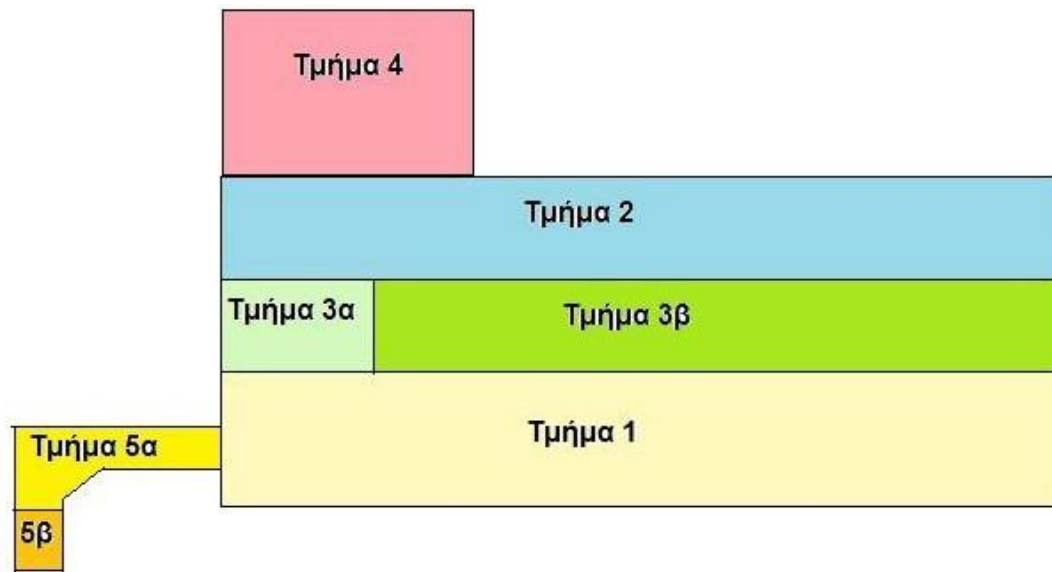
5.Ανάλογα με το υπέδαφος και τη γεωμετρία της σήραγγας μπορεί να χρειασθεί η εκσκαφή να γίνει και σε περισσότερες φάσεις. Η χρονική στιγμή τοποθέτησης της αρχικής αντιστήριξης, καθώς και η ολοκλήρωση του πλήρους δακτυλίου της επένδυσης είναι βασικής σημασίας για τον έλεγχο των παραμορφώσεων. Το σύστημα της άμεσης υποστήριξης μαζί με το περιβάλλον έδαφος αποτελούν το στατικό φορέα της σήραγγας στη φάση αυτή. Είναι σύνηθες στο υπέδαφος της Αθήνας να συναντούνται υπόγεια ύδατα, οπότε γίνεται συστηματική άντληση κατά τη διάρκεια της κατασκευής. Καθ' όλη τη διάρκεια της κατασκευής γίνονται συστηματικές μετρήσεις παρακολούθησης (monitoring) της συμπεριφοράς του υπεδάφους και της προσωρινής αντιστήριξης, δηλαδή μετρώνται οι καθιζήσεις

στην επιφάνεια του εδάφους και στα γειτονικά κτίρια, οι συγκλίσεις μέσα στη σήραγγα, η αυξομείωση της στάθμης του υπογείου ύδατος, κλπ. Η ασφάλεια των κτιρίων που βρίσκονται κοντά ή ακριβώς επάνω από τη χάραξη της σήραγγας είναι ένα ιδιαίτερα κρίσιμο θέμα και αντιμετωπίζεται με τη συνεχή ενόργανη παρακολούθηση. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων συγκρίνονται με τις παραδοχές και τα αποτελέσματα της μελέτης και εάν χρειάζεται, γίνονται οι απαραίτητες τροποποιήσεις στο σύστημα υποστήριξης και τη χρονική σειρά των εργασιών. Επίσης, τα στοιχεία αυτά χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό ή και τον έλεγχο των παραδοχών της μελέτης της μόνιμης επένδυσης της σήραγγας που θα ακολουθήσει στη συνέχεια.

4.3 Ανάλυση κατασκευαστικής διαδικασίας προσωρινής αντιστήριξης.

Οι εργασίες κατασκευής του συστήματος προσωρινής αντιστήριξης (ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ , 2007 α) περιλαμβάνουν εγκατάσταση συστοιχίας πασσάλων στην περίμετρο του σταθμού και σταδιακή εκσκαφή, ακολουθούμενη από εγκατάσταση και τάνυση αγκυρίων. Η εκσκαφή υποστηρίζεται από συστοιχία καταγραφικών οργάνων τα οποία τοποθετήθηκαν επί των πασσάλων σε διάφορα υψόμετρα και σε αρκετές θέσεις στην περίμετρο του σταθμού.

Γενικά οι εργασίες που πραγματοποιήθηκαν στο σταθμό χωρίζονται σε 5 διαφορετικά τμήματα. Οι βασικές περιοχές εκσκαφής είναι αυτές των δύο πλευρικών τάφρων (τμήμα 1 ανατολική πλευρά και τμήμα 2 δυτική πλευρά) εκατέρωθεν της σήραγγας. Επιπλέον υπήρξε το τμήμα επάνω από την υφιστάμενη σήραγγα όπου σχηματίζεται ένα τραπέζιο (τμήματα 3α και 3β), το βάρος του οποίου είναι αναγκαίο για τον περιορισμό των κατακόρυφων μετακινήσεων (ανυψώσεων) της σήραγγας εντός των επιτρεπομένων ορίων κατά την περίοδο λειτουργίας της γραμμής. Επιπλέον υπήρξαν δυο τμήματα στα οποία πραγματοποιήθηκαν ξεχωριστές εργασίες. Αυτή της δυτικής εισόδου (τμήμα 4) και αυτής της νότιας εισόδου (τμήματα 5α και 5β). Χρήσιμο θεωρείται να τονιστεί ότι πάνω από το τμήμα 5^α βρίσκεται η οδός της Αγία Παρασκευής. Αναλυτικά τα τμήματα στο σύνολο του ορύγματος συνοψίζονται σκαριφηματικά στο σχήμα 4.2.



Σχήμα 4.2. Κάτοψη σταθμού στην οποία παρουσιάζονται τα ξεχωριστά τμήματα εργασιών

Οι μετρήσεις που θα αναλυθούν κυρίως αναφέρονται στο ανατολικό τμήμα (τμήμα 1) και δυτικό τμήμα (τμήμα 2) του σταθμού καθώς ήταν το κρισιμότερο, από άποψης μετακινήσεων και συνολικής ευστάθειας των πρανών, κατά την διάρκεια της κατασκευής. Τα δύο αυτά τμήματα θεωρούνται τα κρισιμότερα για τους εξής λόγους: (α) Το βάθος εκσκαφής γίνεται μέγιστο στην εν λόγω περιοχή και ίσο με 24 m, (β) το βάθος έμπηξης των πασσάλων στο τελευταίο στάδιο εκσκαφής είναι το ελάχιστο και ίσο με 3.5 m, και (γ) η μεγάλη μήκους ευθύγραμμη διάταξη των πασσάλων στο νοτιοανατολικό τμήμα του σταθμού, 53 m περίπου, ακυρώνει την τοξωτή λειτουργία του εδάφους κατά την διαμήκη διεύθυνση (κάθετα στην διατομή).

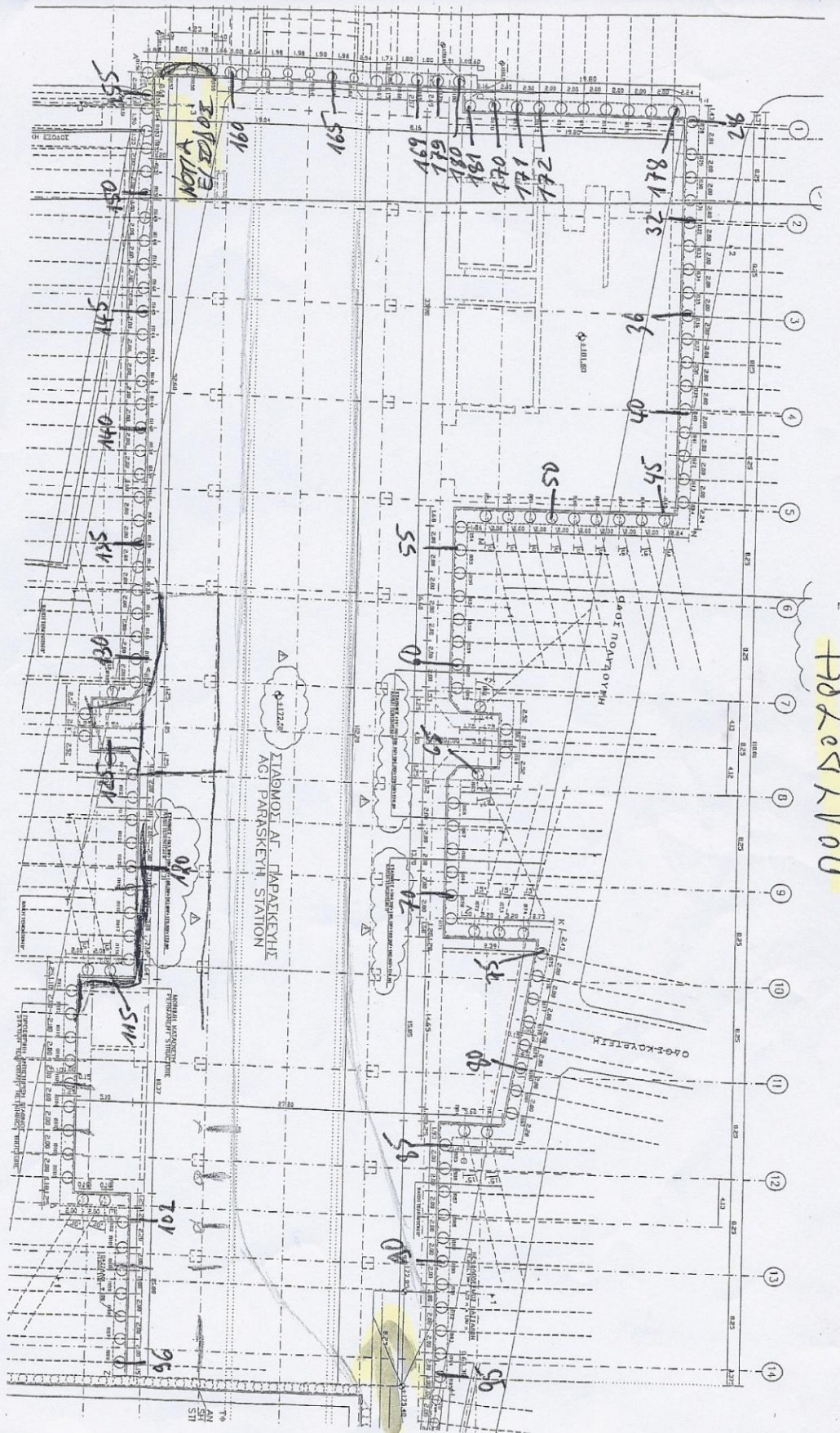
Το προσωρινό σύστημα αντιστηρίξεως αποτελείται από συστοιχία πάσσαλων, και από προεντεταμένα αγκύρια των οποίων ο αριθμός σε διάφορες διατομές του σταθμού, το υψόμετρο, η γωνία κλίσεως, και η δύναμη προεντάσεως καθορίστηκαν στη μελέτη σχεδιασμού. Η διάταξη των πασσάλων φαίνεται στο Σχήμα 4.3.

Αναλυτικότερα και για τη λεπτομερέστερη παρουσίαση των εργασιών, η κατασκευαστική διαδικασία προσωρινής αντιστήριξης χωρίστηκε σε 8 διαφορετικές φάσεις. Οι εργασίες που εκτελέστηκαν σε κάθε φάση παρουσιάζονται στη συνέχεια

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

2.1. ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ

21



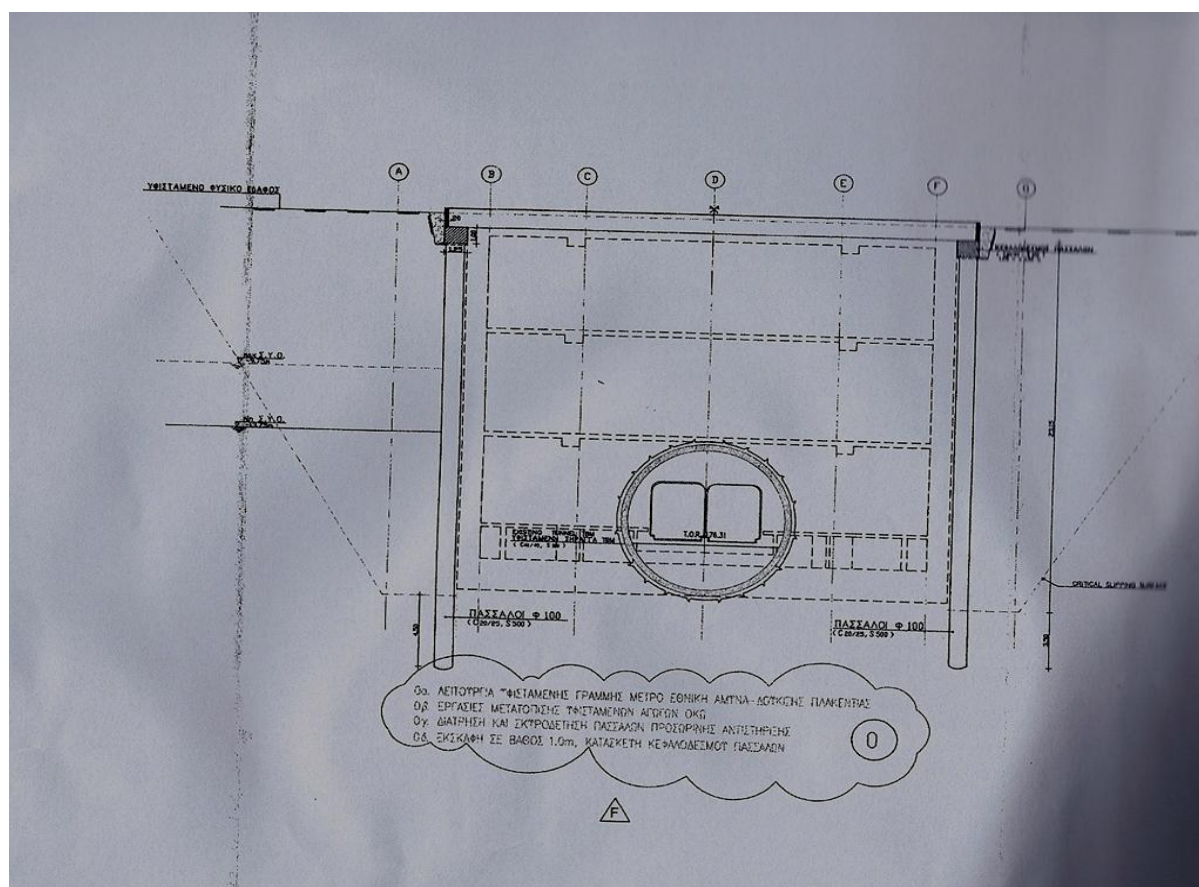
Σχήμα 4.3. Κάτοψη ορύγματος σταθμού όπου εμφανίζονται οι ακριβείς θέσεις των πασσάλων

4.3.1 Φάση 0

Σε αυτή τη φάση πραγματοποιήθηκε η διάτρηση και σκυροδέτηση των 154 πασσάλων (Εικόνα 4.1) περιμετρικά του σταθμού καθώς και εκσκαφή σε βάθος 1m και η κατασκευή του κεφαλόδεσμου και του τοιχίου του κεφαλόδεσμου (Σχήμα 4.4, εικόνα 4.2). Η διάμετρος των πασσάλων, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, είναι $d=0,80$ και $1,00m$, ενώ το μήκος και το βάθος έμπηξής τους ποικίλει ανάλογα με τις επιτόπου συνθήκες που συναντήθηκαν.

Επίσης ολοκληρώθηκαν οι μόνιμες παρακάμψεις ύδρευσης, ομβρίων και ΟΤΕ και καθαρίστηκε η περιοχή που θα πραγματοποιηθεί ο σταθμός.

Τέλος, έλαβαν χώρα οι κυκλοφοριακές ρυθμίσεις που απαιτούνταν, στις οδούς Πολυδούρη και Εθνάρχου Μακαρίου, δηλαδή η διακοπή κυκλοφορίας τους.



Σχήμα 4.4. Κατά πλάτος τομή του σταθμού κατά την φάση εκσκαφής.



Εικόνα 4.1. Διάτρηση πασσάλων και σωροί οπλισμός πασσάλων,

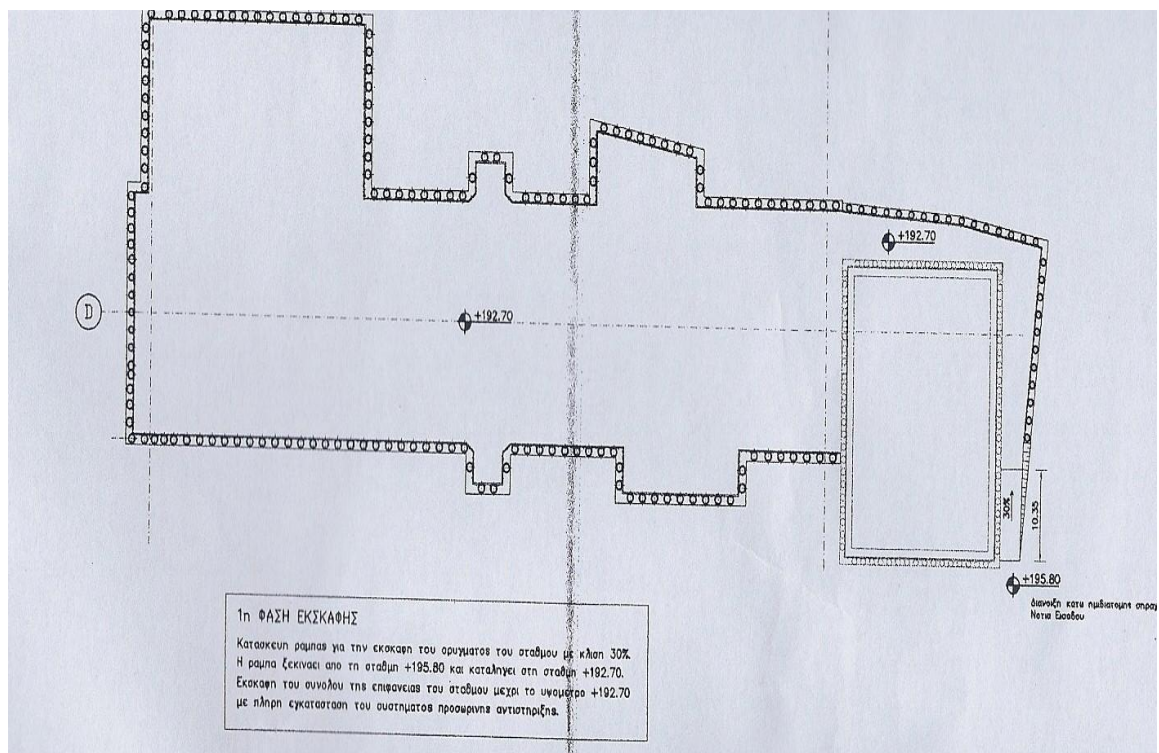


Εικόνα 4.2. Κεφαλόδεσμος και τοιχίο κεφαλόδεσμου.

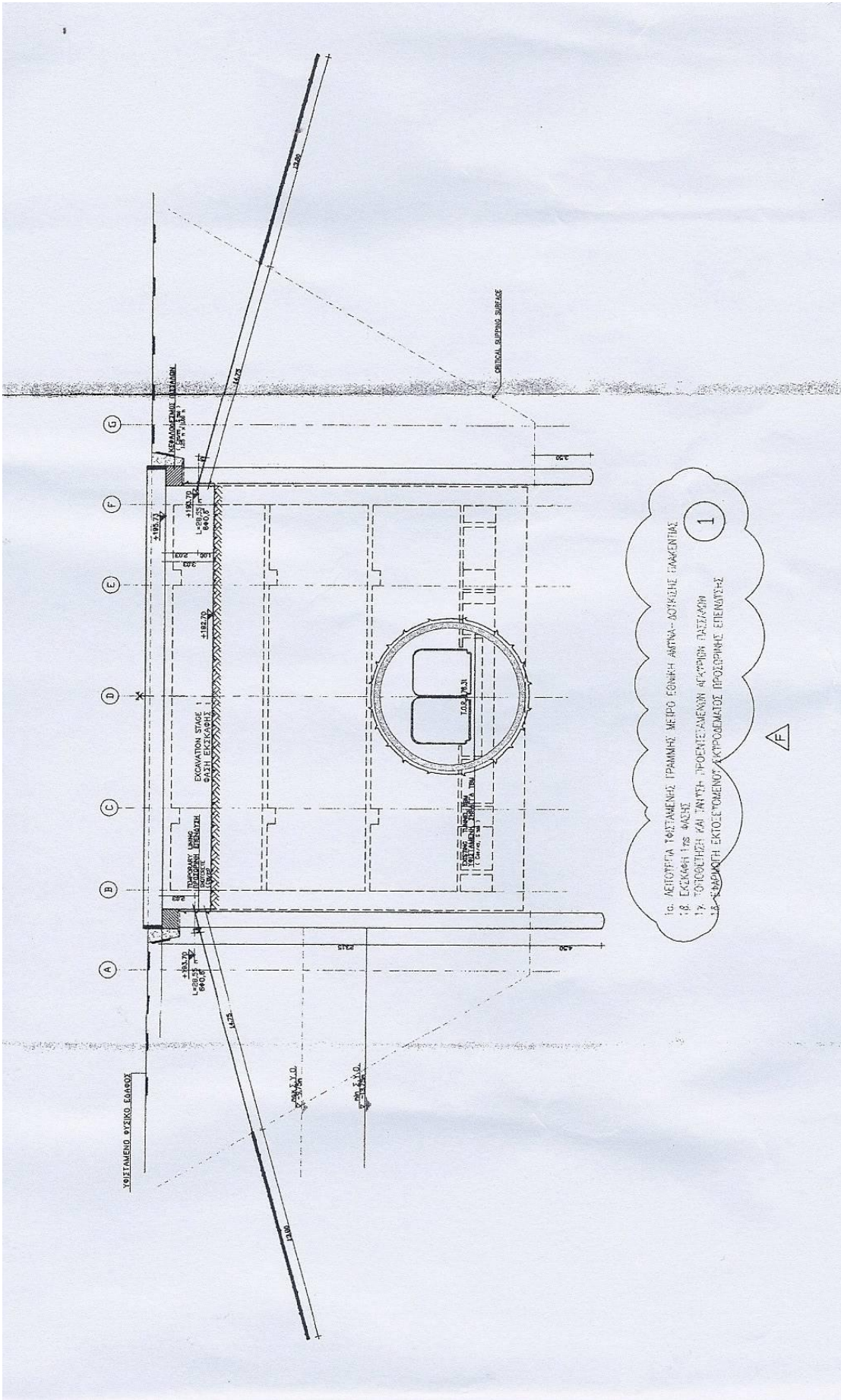
4.3.2 Φάση 1

Πραγματοποιήθηκε η πρώτη φάση εκσκαφής σε όλη την έκταση του σταθμού από τα 195,77 m στα 192,7 m (Σχήμα 4.5). Στη συνέχεια ακολούθησε διάτρηση αγκυριών στους πασσάλους στο υψόμετρο 193,7 m σε όλη την περίμετρο του ορύγματος (Σχήμα 4.6, Εικόνα 4.3). Μετά από αυτή, αλλά και κάθε φάση εκσκαφής, στα κατακόρυφα πρανή που δημιουργούνταν ακολουθούσε αντιστήριξη με τοποθέτηση διπλού πλέγματος T188 (Εικόνα 4.4) και εφαρμογή εκτοξευόμενου σκυροδέματος C20/25 πάχους 15 εκατοστών (Εικόνα 4.5). Η τελική μορφή, που αποκτούν τα πρανή, μετά την εφαρμογή του εκτοξευόμενου σκυροδέματος εμφανίζεται στην Εικόνα 4.6. Τέλος η ολοκλήρωση της πρώτης φάσης εκσκαφής εμφανίζεται στην εικόνα 4.7.

Η διαδικασία που χρησιμοποιήθηκε για τη κατασκευή των αγκυριών στο σύνολο του έργου, τα υλικά και ο μηχανικός εξοπλισμός αναλύονται παρακάτω (ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ , 2007 β).



Σχήμα 4.5. Κάτοψη σταθμού κατά την 1^η φάση εκσκαφής.



Σχήμα 4.6 Κατά πλάτος τομή του Σταθμού κατά τη 1^η φάση εκκαφής.



Εικόνα 4.3. Κεφαλόδεσμος και πρώτη σειρά αγκυρίων.



Εικόνα 4.4. Διπλό πλέγμα T188 για τον οπλισμό του τοίχου αντιστήριξης.



Εικόνα 4.5. Εφαρμογή εκτοξευόμενου σκυροδέματος.



Εικόνα 4.6. Τελική μορφή μετά την εφαρμογή του εκτοξευόμενου σκυροδέματος.



Εικόνα 4.7. Ολοκλήρωση 1^{ης} φάσης εκσκαφής.

4.3.2.1 Μεθοδολογία Κατασκευής Αγκυρίων

Το μήκος των αγκυρίων και οι δυνάμεις που εφαρμόστηκαν κατά την τάνυσή τους καθορίστηκαν στη μελέτη εφαρμογής και ποικίλουν ανάλογα με τις επιτόπου συνθήκες. Όλα τα αγκύρια που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή του σταθμού συναρμολογήθηκαν στο εργοτάξιο και ο τενοντάς του αποτελούνταν από 6 κλώνους. Οι τένοντες ήταν κομμένοι στο ακριβές μήκος, που υποδείχθηκε στα σχέδια, με πρόσθετα 0,90 m, που ήταν απαραίτητα για την τοποθέτηση των υδραυλικών γρύλων κατά τη μεταγενέστερη τάνυση. Οι τένοντες, στο μήκος επαφής, τοποθετήθηκαν σε απόσταση για να εξασφαλίζεται η πρόσφυση με το ένεμα. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν αποστάτες PVC, οι οποίοι τοποθετήθηκαν ανά 1m κατά μήκος των αγκυρίων. Οι τένοντες, στο ελεύθερο μήκος, αλείφθηκαν με έλαιο και τοποθετήθηκαν σε ξεχωριστούς εύκαμπτους σωλήνες της ίδιας διαμέτρου. Το έλαιο χρησιμοποιήθηκε για να ελαχιστοποιηθεί η τριβή μεταξύ του σωλήνα και του τένοντα κατά τη διάρκεια της τάνυσης. Το ελεύθερο χωρίς πάκτωση μήκος του αγκυρίου περικλείεται από εύκαμπτο περίβλημα HDPE, με διάμετρο κατάλληλη για να χωράει όλους τους τένοντες. Τέλος για την ενεμάτωση παράλληλα με το αγκύριο υπάρχει ένας σωλήνας PVC

(διάτρητος σε κανονικά διαστήματα από οπές καλυμμένες από ελαστικά καλύμματα), με μήκος τέτοιο ώστε το τέλος του σωλήνα ενέματος να συμπίπτει με το τέλος του αγκυρίου.

Η διάτρηση των οπών (Εικόνα 4.8) πραγματοποιήθηκε σε θέσεις, κλίσεις και βάθη, που φαίνονταν στα σχέδια και σύμφωνα με τις απαιτήσεις που προέκυψαν από τις υφιστάμενες συνθήκες και έγινε με τη χρήση περιστροφικού διατρητικού μηχανήματος με ή χωρίς πυρηνοληψία (Εικόνα 4.9). Η διάμετρος της οπής διάτρησης ήταν $\Phi 140\text{mm}$ και η κλίση περίπου 15° . Η διαδικασία διάνοιξης στην περιοχή της Αγίας Παρασκευής, που το υφιστάμενο έδαφος είναι συνεκτικό και δεν υπήρχε ο κίνδυνος κατάρρευσης των τοιχωμάτων, πραγματοποιήθηκε με διάτρηση χωρίς σωλήνωση. Μετά τη διάτρηση, οι οπές καθαριζόταν με υψηλές πιέσεις αέρα και ακολουθούσε η τοποθέτηση και η πλήρωση των αγκυρίων με ένεμα με τη χρήση αντλίας, η οποία παρείχε την απαιτούμενη πίεση. Στην περίπτωση που η οπή γέμιζε με νερό, η τοποθέτηση και η πάκτωση των αγκυρίων πραγματοποιήθηκε αμέσως μετά τη διάνοιξη. Η πλήρωση με ένεμα πραγματοποιήτο μέσω του σωλήνα, ο οποίος είχε τοποθετηθεί στο αγκύριο. Η εισπίεση του ενέματος εκτελέσθηκε από κάτω προς τα πάνω, συνεχώς, μέχρι το πλήρες γέμισμα της οπής και συνεχίστηκε μέχρι το ένεμα να εκχειλίσει από την οπή και η ποιότητά του να είναι όμοια με εκείνου, που διοχετεύτηκε. Η πάκτωση των αγκυρίων ολοκληρωνόταν όταν η κορυφή του ενέματος απείχε απόσταση μικρότερη των 30 cm από το πίσω μέρος του πασσάλου.

Στη συνέχεια το κάθε αγκύριο τανύθηκε μέχρι το φορτίο που προβλέπεται από τη μελέτη όπου και γίνεται η σφήνωση του αγκυρίου. Η τάνυση και ο έλεγχος των προεντεταμένων αγκυρίων πραγματοποιήθηκε για κάθε αγκύριο σύμφωνα με τις ισχύουσες προδιαγραφές και μέσα στο συντομότερο δυνατό χρονικό διάστημα, όχι όμως νωρίτερα από 3 ημέρες από την ημερομηνία ενεμάτωσης. Τα προεντεταμένα αγκύρια, τα οποία κατά τη διάρκεια της τάνυσης παρουσίασαν παραμορφώσεις εκτός των καθορισμένων ορίων απορρίφθηκαν και διατρήθηκε εκ νέου αγκύριο υψηλότερα ή χαμηλότερα κατά 40-50cm από τη στάθμη του αγκυρίου που αστόχησε.



Εικόνα 4.8. Διάτρηση οπών.



Εικόνα 4.9 . Μηχάνημα διάτρησης οπών.

4.3.2.1.1 Απαραίτητος εξοπλισμός

Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή των προεντεταμένων αγκυρών αποτελείται από:

- Υδραυλικό μηχάνημα διάτρησης
- Αεροσυμπιεστής υψηλής πίεσης για τον καθαρισμό των οπών
- Αναδευτήρας και αντλία για την προετοιμασία του ενέματος
- Υδραυλικούς γρύλους τύπου Alga Geo.

4.3.2.1.2 **Λίστα Υλικών**

A) Αγκύρια

Οι προεντεταμένες αγκυρώσεις στην εδαφική μάζα έγιναν όπως ήδη έχει αναφερθεί με τη χρήση αγκυρίων και αποτελούνται εξωτερικά από κατάλληλες δέσμες από τένοντες, εφοδιασμένα με όλα τα κατάλληλα τεμάχια (π.χ κατασκευές στήριξης των κεφαλών των αγκυρίων από οπλισμένο σκυρόδεμα ή χάλυβα, συμπεριλαμβανομένων των χαλύβδινων δοκών, πλακών και άλλων χαλύβδινων στοιχείων, αποστατών, σωλήνων για την έγχυση ενέματος), (Εικόνα 4.10).

Οι προεντεταμένες αγκυρώσεις προστατεύονται αποτελεσματικά σε όλο το μήκος τους και καθ' όλη τη διάρκεια ζωής τους έναντι σκωρίασης, διάβρωσης, ηλεκτρολυτικής διάβρωσης ή έναντι κάθε άλλου διαβρωτικού παράγοντα, μέσω συστήματος με διπλή πλαστική θήκη.

Οι κλώνοι του τένοντα είναι συνεχείς και απαλλαγμένοι από λάδια, ρύπους, σκουριές και δεν έχουν μηχανικά ελαττώματα.

Οι κεφαλές των αγκυρίων και οι πλάκες μεταφοράς φορτίων είναι μεταλλικά στοιχεία επαρκών διαστάσεων, που επιτρέπουν την τάνυση του συστήματος του καθενός αγκυρίου (ράβδος ή καλώδιο ή τένοντας ξεχωριστά ή όλων μαζί), όπως επίσης και την εισπίεση του ενέματος. Το στατικό φορτίο αστοχίας της κεφαλής του αγκυρίου δεν είναι μικρότερο από το άθροισμα των φορτίων θραύσης των ράβδων , καλωδίων ή τενόντων. Το πακτωμένο άκρο είναι από καθαρό ανθρακικό χάλυβα και περιλαμβάνει ένα παρέμβυσμα που χωρίζει τη ζώνη πάκτωσης από το τανυσμένο τμήμα.

Γενικά ο εξοπλισμός τάνυσεως ήταν τέτοιος, ώστε το φορτίο τάνυσης να εφαρμοστεί στον τένοντα με ασφάλεια, χωρίς προβλήματα, επιτρέποντας την αποφόρτιση και επαναφόρτιση και να διασφαλιστεί η μέτρηση των φορτίων και των παραμορφώσεων κατά τη διάρκεια των δοκιμών τάνυσης.



Εικόνα 4.10. Προεντεταμένα αγκυρια αποθηκευμένα στην επιφάνεια του σταθμού

Β) Ένεμα

Γενικά, το ένεμα σκυροδέματος δεν είχε αναλογία νερού προς τσιμέντο μεγαλύτερη από 0,42. Το τσιμέντο είναι τύπου Portland- υψηλής αντοχής.

Γ) Προεντεταμένος Χάλυβας

Οι κλώνοι του τένοντα των αγκυριών έχουν διάμετρο $\Phi 15,2\text{mm}$ και η ποιότητά τους είναι 170/190. Ο τένοντας κάθε αγκυρίου αποτελείται από 6 κλώνους.

Δ) Κεφαλές αγκυριών

Η κεφαλή του αγκυρίου αποτελείται από μεταλλικό δίσκο από χάλυβα St42, κατάλληλα κατασκευασμένη για να επιτρέψει το κλείδωμα των κλώνων του τένοντα μετά την τάνυσή τους. Υπάρχει ένα κενό για τη διέλευση του σωλήνα ενέματος.

Ε) Δευτερεύοντα υλικά

Αυτά είναι:

α. Αποστάτες από PVC για τους τένοντες

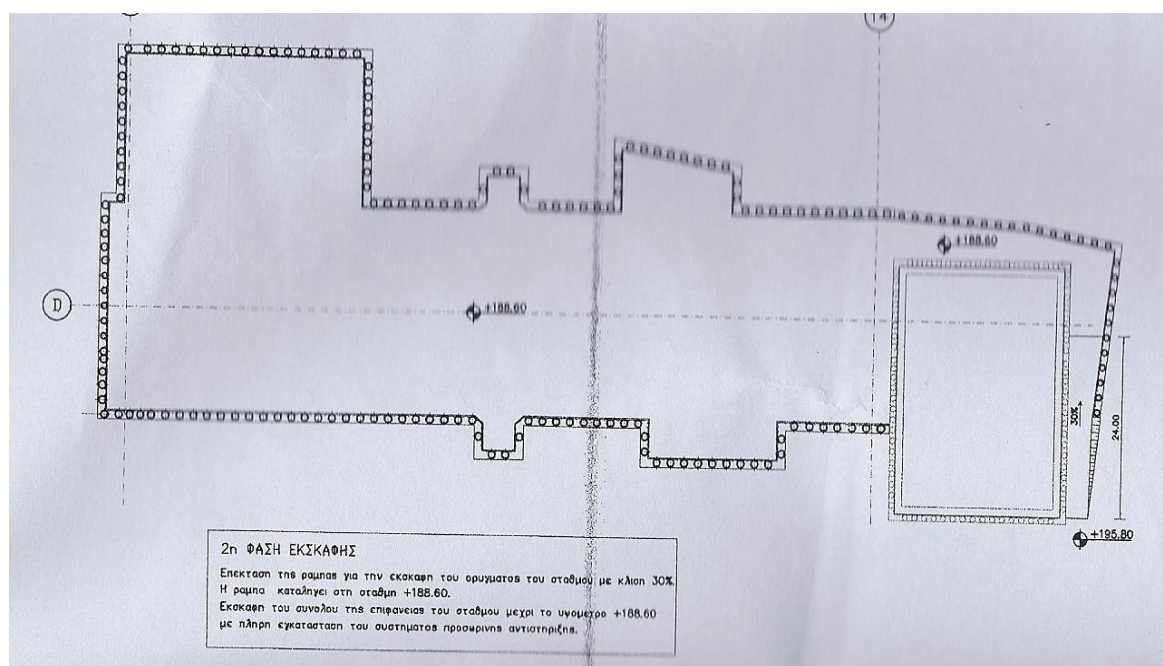
β. Εύκαμπτο περίβλημα HDPE που περιβάλλει τον τένοντα στο ελεύθερο μήκος, και τον κάθε κλώνο ξεχωριστά.

γ. Στεγανοποιητικό υλικό για το διαχωρισμό του μήκους σύνδεσης και του ελεύθερου μήκους, για την αποφυγή ενέματος στο ελεύθερο μήκος του αγκυρίου.

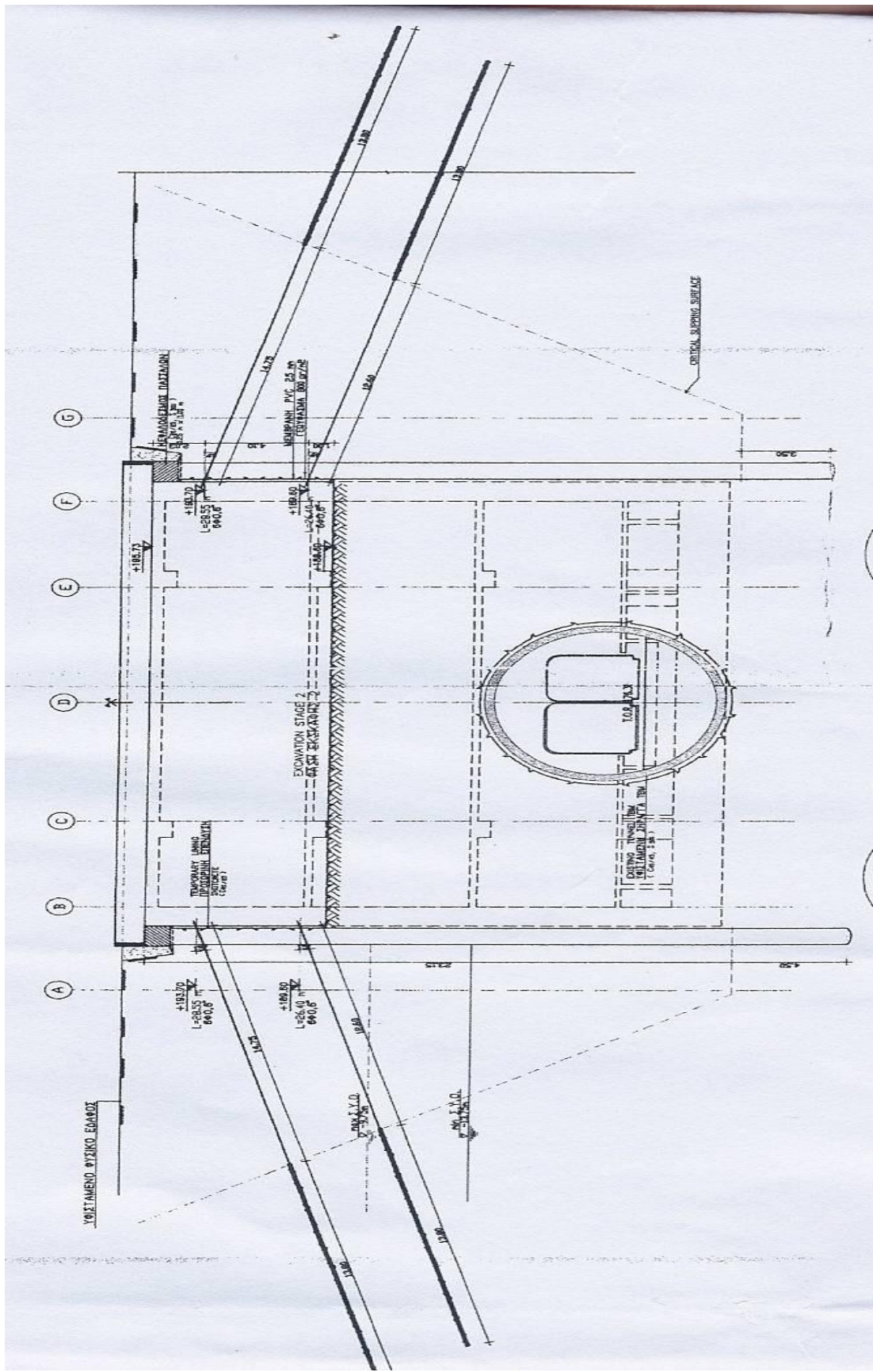
δ. Σωλήνες έγχυσης σκυροδέματος, καλώδια, σφικτήρες.

4.3.3 Φάση 2

Σε αυτή τη φάση συνεχίστηκε η εκσκαφή από το υψόμετρο 192,7m έως 188,6 m (Σχήμα 4.7, Εικόνα 4.11) και πραγματοποιήθηκε η εγκατάσταση και τάνυση των προεντεταμένων αγκυρίων των πασσάλων στο υψόμετρο 189,6 m (Σχήμα 4.8, Εικόνα 4.12). Κατά τη διάρκεια κάθε φάσης ανάμεσα στα αγκύρια έγιναν διατρήσεις αποστραγγιστικών οπών μήκους 5 μέτρων, με κλίση 10^0 και φοράς αντίθετης αυτής των αγκυρίων, με σκοπό την εκτόνωση των πλευρικών ωθήσεων, ανά αποστάσεις που κρίνονταν κατάλληλες επί τόπου.



Σχήμα 4.7. Κάτοψη σταθμού κατά την 2^η φάση εκσκαφής



Σχήμα 4.8. Κατά πλάτος τομή του σταθμού κατά την 2^η φάση εκσκαφής



Εικόνα 4.11. 2^η Φάση εκσκαφής



Εικόνα 4.12. Κατασκευή 2^{ης} σειρά αγκυριών

4.3.4 Φάση 3

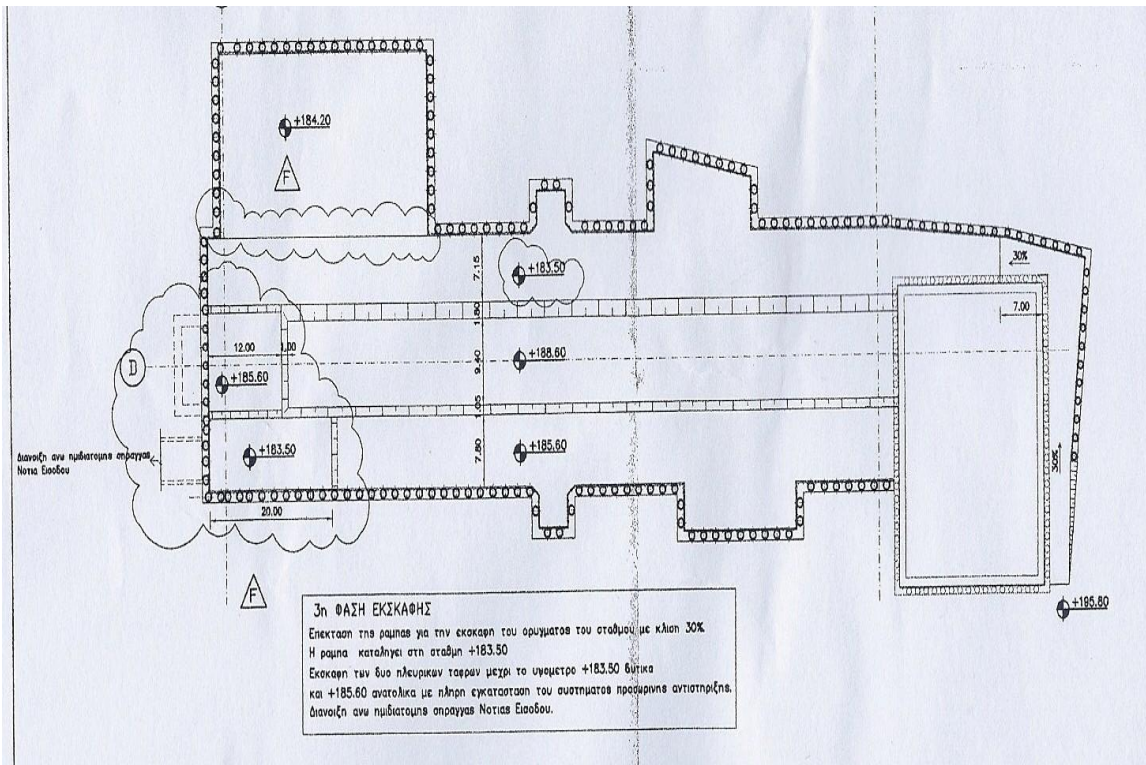
Από αυτή τη φάση και μετά η εκσκαφή άρχισε να πραγματοποιείται τμηματικά, και όχι στο σύνολο της επιφάνειας του ορύγματος, ανάλογα με τις ανάγκες και τις προδιαγραφές του έργου. Οι βασικές περιοχές εκσκαφής και για τις επόμενες φάσεις είναι αυτές των δύο πλευρικών τάφρων (τμήμα 1 ανατολική πλευρά και τμήμα 2 δυτική πλευρά) εκατέρωθεν της σήραγγας και με ακραίο όριο τους πασσαλότοιχους, με πλάτος πυθμένα 5,00 m, ώστε να παραμένει άνωθεν της σήραγγας τραπεζοειδές πρίσμα γαιών (τμήμα 3α 3β), το βάρος του οποίου είναι αναγκαίο για τον περιορισμό των κατακόρυφων μετακινήσεων (ανυψώσεων) της σήραγγας εντός των επιτρεπομένων ορίων κατά την περίοδο λειτουργίας της γραμμής. Επιπλέον υπήρξαν δυο τμήματα στα οποία πραγματοποιήθηκαν ξεχωριστές εργασίες. Αυτή της δυτικής εισόδου (τμήμα 4) και αυτής της νότιας εισόδου (τμήμα 5α και 5β). Σκαριφηματικά τα τμήματα αυτά εμφανίζονται στο σχήμα 4.2 της παρούσας παραγράφου.

Από τη παρούσα φάση ξεκινάει και η άντληση των υπογείων υδάτων καθώς η στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα βρίσκεται στο +188 άρα πλέον η εκσκαφή βρίσκεται κάτω από τον υδροφόρο ορίζοντα. Η άντληση των υδάτων έγινε με την κατασκευή τάφρων βάθους 1 m περίπου και διαστάσεων 1*1 (Εικόνα 4.13) στις οποίες τοποθετήθηκε μία αντλία 3 ιντσών και διαμέσου σωλήνα PVC 2,5 ιντσών τα αντλούμενα ύδατα οδηγήθηκαν σε δεξαμενή καθίζησης και από εκεί με βαρυτικό αγωγό σε φρεάτιο του δικτύου όμβριων της οδού. Ομοίως μετά το τέλος κάθε φάσης εκσκαφής στο τελικό υψόμετρο ακολουθούνταν παρόμοια διαδικασία για την άντληση των υδάτων.

Στη συνέχεια αυτή της παραγράφου δίνονται σκαριφηματικά η κάτοψη του σταθμού (Σχήμα 4.9), όπου εμφανίζονται τα διαφορετικά ύψη εκσκαφής καθώς και η καταπλάτος τομή του (Σχήμα 4.10), όπου εμφανίζονται το ύψος όπου τοποθετήθηκαν τα αγκύρια. Επιπλέον αναλύεται για κάθε τμήμα οι εργασίες που πραγματοποιήθηκαν σε αυτή τη φάση.



Εικόνα 4.13. Φρέαρ αποστράγγισης υδάτων.



Σχήμα 4.9. Κάτοψη σταθμού κατά την 3^η φάση εκσκαφής.

Αναλυτικότερα οι 5 περιοχές (Σχήμα 4.9) στις οποίες διαχωρίστηκαν οι εργασίες από αυτή τη φάση είναι:

1. Το τμήμα 1 (ανατολική πλευρά) όπου πραγματοποιήθηκε εκσκαφή μέχρι το +185,6m (Εικόνα 4.14) και έγινε τοποθέτηση και τάνυση προεντεταμένων αγκυριών των πασσάλων στο +186,5 m (Εικόνα 4.15).



Εικόνα 4.14. Εκσκαφή 3^{ης} φάσης στην ανατολική πλευρά (τμήμα 1).



Εικόνα 4.15. Κατασκευή 3^{ης} σειράς αγκυριών στην ανατολική πλευρά (το τμήμα 1).

2. Το τμήμα 2 (δυτική πλευρά) στην οποία η εκσκαφή προχώρησε έως το +183,5 m (Εικόνα 4.16) και έγινε τοποθέτηση και τάνυση προεντεταμένων αγκυριών των πασσάλων στο +184,5 m (Εικόνα 4.17).



Εικόνα 4.16. Εκσκαφή 3^{ης} φάσης στη δυτική πλευρά (τμήμα 2).

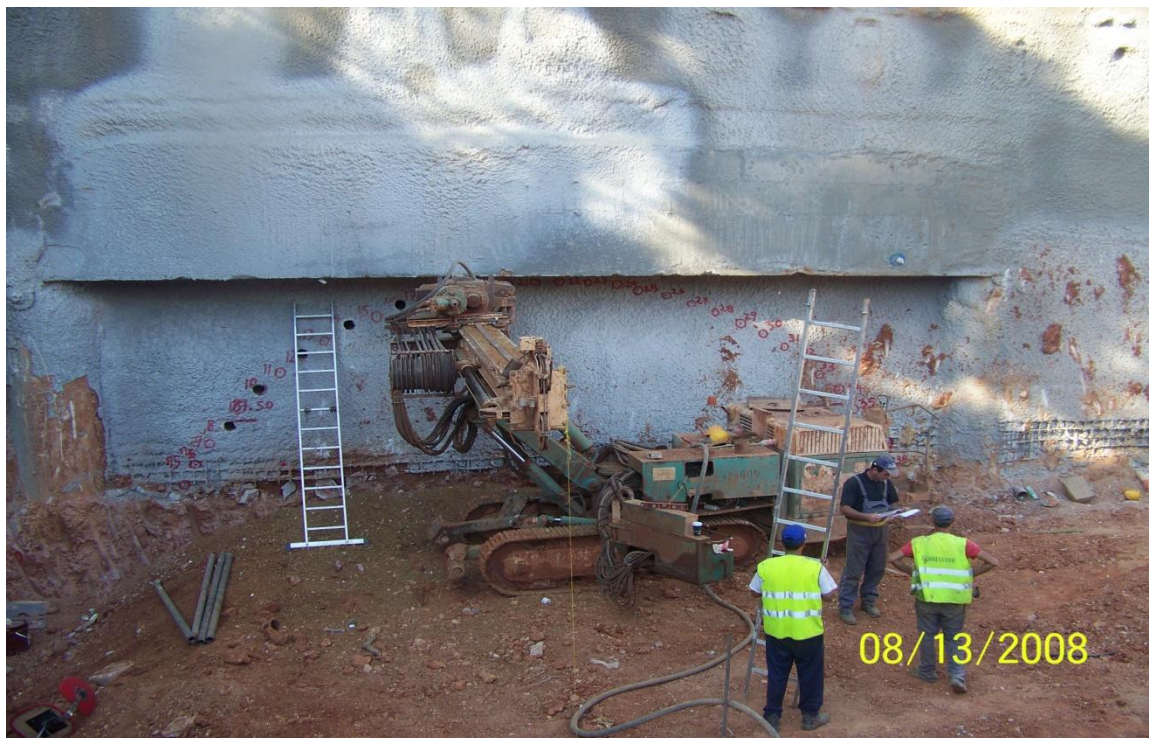


Εικόνα 4.17. Κατασκευή 3^{ης} σειράς αγκυριών στη δυτική πλευρά (τμήμα 2).

3. Το τμήμα 3 πάνω από την υφιστάμενη σήραγγα όπου η εκσκαφή σταμάτησε στο +188,6 m, με εξαίρεση ένα τμήμα μήκους 12m (τμήμα 3 β) που εκσκαφθηκε έως το +185,6 m (Εικόνα 4.18) και ξεκίνησε η διάτρηση των δοκών προτοπείας για την κατασκευή του Νότιου Φρέατος Εξαερισμού(Εικόνα 4.19).



Εικόνα 4.18. Διαχωρισμός τμημάτων 3α και 3β.



Εικόνα 4.19. Διάτρηση δοκών προτοπείας για την κατασκευή του Ν.Φ.Ε.

4. Την περιοχή που δημιουργήθηκε η δυτική είσοδος (τμήμα 4) και η εκσκαφή έφτασε στο +184,2 m και κατασκευάστηκε 3^η σειρά αγκυρίων στα 185,2m (Εικόνα 4.20).



Εικόνα 4.20. Εκσκαφή στο τμήμα της δυτικής εισόδου

5. Την περιοχή της Νότιας εισόδου (τμήμα 5) όπου η εκσκαφή σε αυτό το στάδιο έφτασε στα +183,5m και πραγματοποιήθηκε η διάτρηση των δοκών προτοπείας (Εικόνα 4.21). Στην περίπτωση της Νότιας εισόδου χρησιμοποιήθηκαν δοκοί προτοπείας 14m και 11,5m που συγκολλήθηκαν μεταξύ τους δημιουργώντας συνολικό μήκος 25,5m. Επιπλέον ακολούθησε το Α' στάδιο κατασκευής της σήραγγας που θα διέρχεται κάτω από την οδό Αγ. Παρασκευής με τη μέθοδο NATM (Εικόνα 4.22).

Στη συνέχεια, αρχικά παρουσιάζεται η γενική μεθοδολογία, όπως προκύπτει από την ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ, για την κατασκευή των δοκών προτοπείας και περιλαμβάνει την αναλυτική περιγραφή της μεθόδου και τη λίστα των μηχανημάτων που χρησιμοποιούνται (ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ, 2007 γ) και έπειτα αναλύεται ειδικότερα η κατασκευή του Α' σταδίου της σήραγγας (μήκους 30 m) της νότιας εισόδου εξαιτίας συγκεκριμένων ιδιοτεροτήτων (ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ , 2008 β).



Εικόνα 4.21. Διάτρηση δοκών προπορείας για τη Νότια είσοδο.



Εικόνα 4.22. Έναρξη εργασιών Α' φάσης.

4.3.4.1 Περιγραφή της μεθόδου κατασκευής δοκών προπορείας (forepoling)

Αυτή η μέθοδος αναφέρεται στην εφαρμογή μίας «προστατευτικής ομπρέλας» που είναι κατασκευασμένη από χαλύβδινες σωλήνες, προκειμένου να διατηρηθεί η οροφή της σήραγγας πριν την εφαρμογή των προβλεπόμενων προσωρινών κατασκευών. Για τα μέτρα προ-υποστήριξης διαμορφώνεται ένας κώνος στην αρχή του μετώπου, ο οποίος στην περιστροφή του καθορίζει την περίμετρο της εκσκαφής. Η απόσταση μεταξύ των δοκών καθορίζεται από τις γεωλογικές συνθήκες που συναντώνται και σύμφωνα με την εκάστοτε μελέτη εφαρμογής. Η διάτρηση των οπών γίνεται χρησιμοποιώντας ένα υπόγειο υδραυλικό δαχτυλίδι διάτρησης με βραχίονα (Εικόνα 4.23). Οι σωλήνες τοποθετούνται μέσα στις οπές με τη βοήθεια ενός βραχίονα του δαχτυλιδιού διάτρησης, αμέσως μόλις διατρηθούν και στη συνέχεια ακολουθεί η πλήρωσή τους με ένεμα τύπου Portland με συνήθη λόγο νερού προς τσιμέντο $W/C < 0,44$. Οι σωλήνες έχουν επαρκή αριθμό οπών ώστε να διευκολύνεται και να διασφαλίζεται η σωστή ενεμάτωση της δοκού προπορείας. Η ενεμάτωση εκτελείται με κατάλληλο σωλήνα. Η σύνθεση του ενέματος είναι τέτοια ώστε να έχει επιτευχθεί η αρχική πήξη πριν την εκσκαφή του επόμενου βήματος εκσκαφής.



Εικόνα 4.23.Υδραυλικό διατρητικό μηχάνημα για τη διάτρηση των οπών των δοκών προπορείας.

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

Ο απαιτούμενος εξοπλισμός για τις δοκούς προπορείας αποτελείται από:

- Υδραυλικό διατρητικό μηχάνημα για τη διάτρηση των οπών.
- Υψηλής πίεσης αεροσυμπιεστής για τον καθαρισμό των οπών.
- Υδραυλικός εκσκαφέας.
- Φορτωτής.
- Αντλία ενέματος.

4.3.4.2 Περιγραφή διάνοιξης και προσωρινής υποστήριξης της σήραγγας της Νότιας εισόδου (Α' στάδιο)

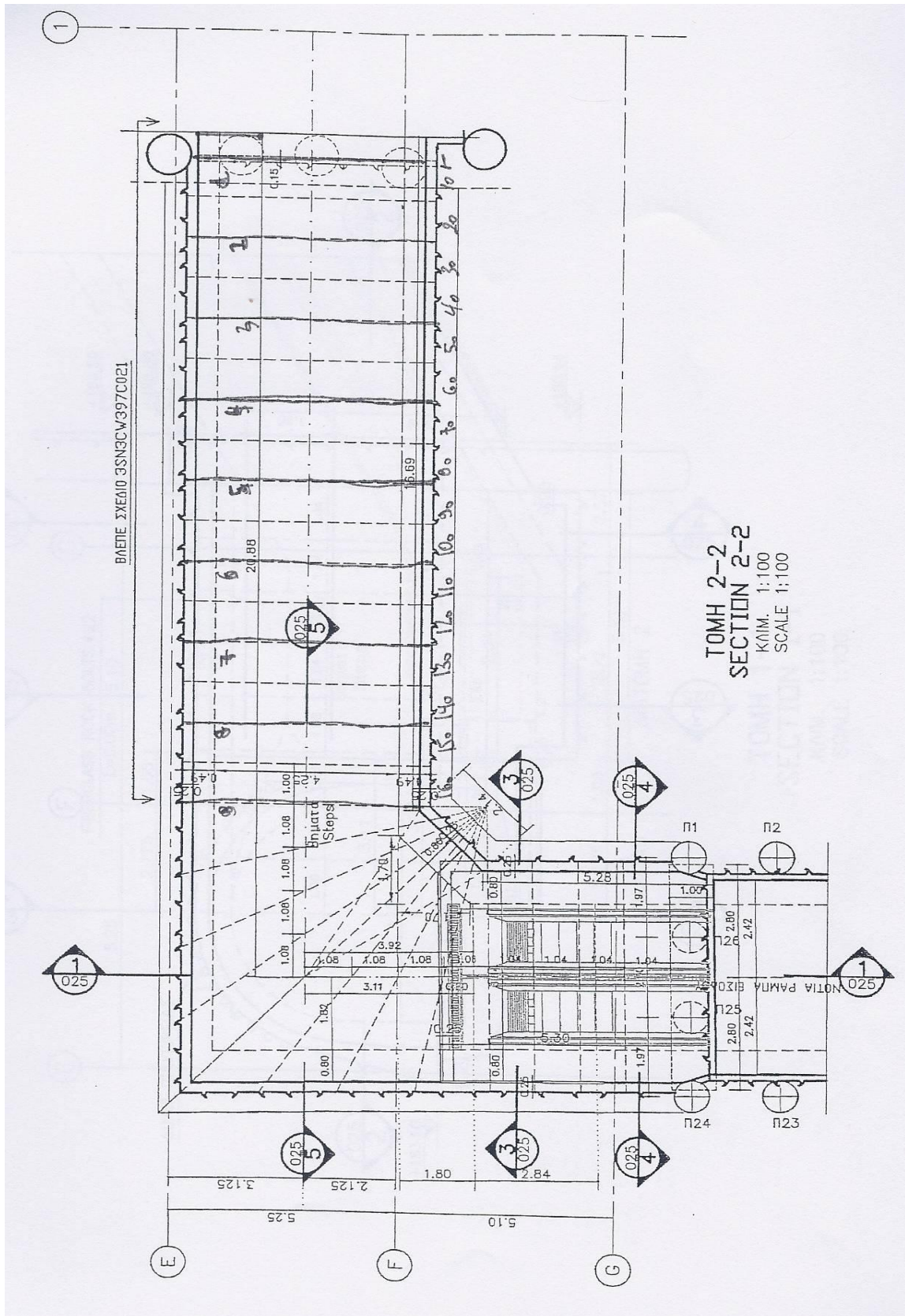
Η διατομή της σήραγγας έχει σχήμα οvoidές με διαστάσεις εκσκαφής 5.95m ύψος και 6.91m πλάτος, συνυπολογίζοντας και τα elephant feet. Η διάνοιξη έγινε σε δύο στάδια, με το πρώτο να έχει ύψος 4,25m (άνω τμήμα - Α' στάδιο) και το δεύτερο να ολοκληρώνει την διατομή. Το δεύτερο στάδιο πραγματοποιήθηκε στη 5^η φάση της προσωρινής αντιστήριξης.

Η φορά της διάνοιξης της σήραγγας έγινε από τον σταθμό προς το κομμάτι της Νότιας εισόδου που κατασκευάστηκε με τη μέθοδο C&C. Το Α' στάδιο εκσκαφής της σήραγγας διανοίχτηκε από την στάθμη +187.74 έως την στάθμη +183.50. Το μήκος κάθε βήματος εκσκαφής ορίστηκε σε 1.00m (Σχήμα 4.11). Η ακολουθία της διαδικασίας διάνοιξης του Α' σταδίου ήταν η εξής:

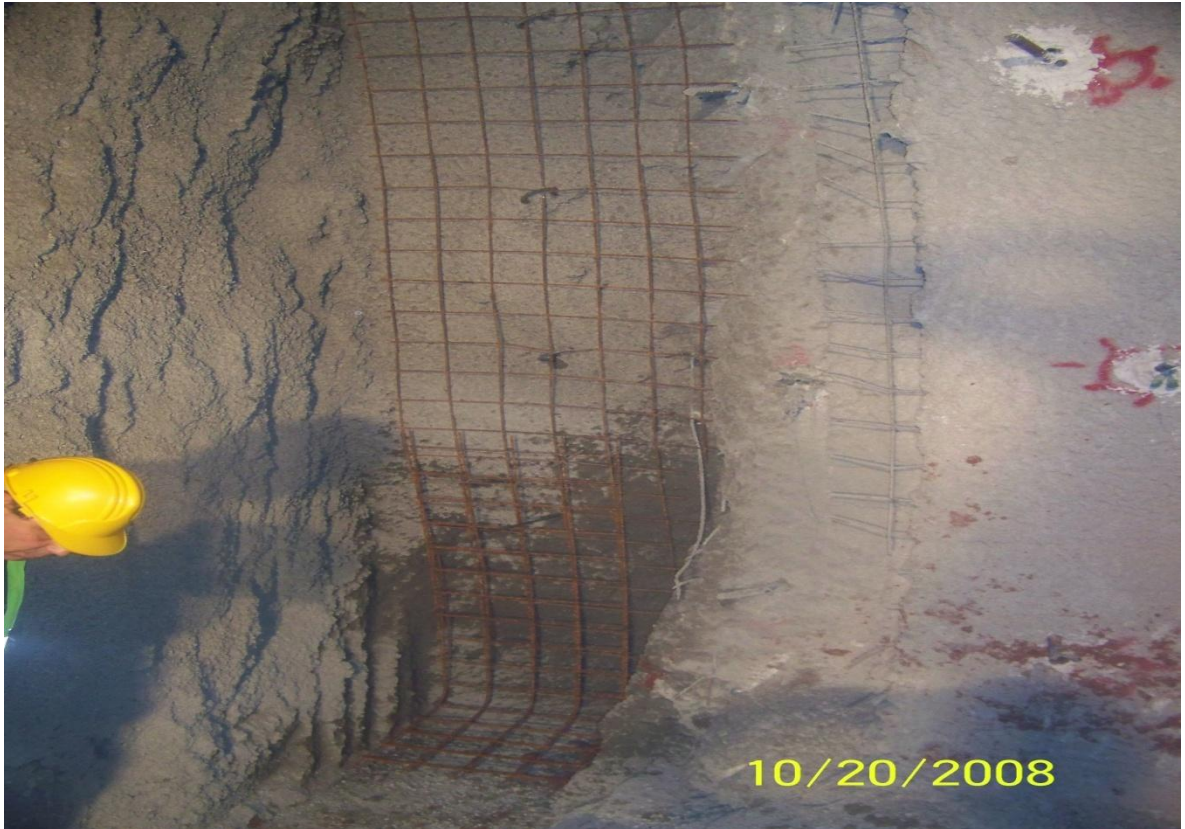
- I. Πριν την έναρξη της εκσκαφής τοποθετήθηκαν οι δοκοί προπορείας της σήραγγας διαμέτρου Φ127. Σημειώνεται ότι, λόγω του περιορισμένου μήκους της σήραγγας, οι δοκοί τοποθετήθηκαν σχεδόν οριζόντιες σχηματίζοντας ιδεατό κυλινδρικό τμήμα, ενώ δε δημιουργήθηκε μορφή διαδοχικών «ομπρελών», παρά μια σειρά δοκών συνολικού μήκους 25.5m, αποτελούμενες από δύο συγκολλημένα τμήματα μήκους 14m και 11.5m. Τοποθετήθηκαν με διάνοιξη και εισαγωγή κάθε χαλύβδινης δοκού στις θέσεις που προδιαγράφονταν στο σχέδιο, πρώτα η ράβδος των 14m και εν συνεχεία συγκολλήθηκε και εισήχθη η ράβδος των 12m. Ακολούθως γεμίστηκαν με τσιμεντένεμα. Στην αρχή της διάνοιξης τοποθετήθηκε χαλύβδινη δοκός διατομής HEA140, η οποία εδράστηκε στους πασσάλους της αντιστήριξης, με γεωμετρία αντίστοιχη των δοκών προπορείας, ώστε αυτές να εδραστούν στο άνω πέλμα του HEA140.

- II. Ακλούθησε η εκσκαφή του 1^{ου} βήματος (μήκους 1.00m) με επιπλέον εύρος 0,50m εκατέρωθεν στην βάση (elephant foot) και εφαρμόστηκε εκτοξευόμενο σκυρόδεμα πάχους 5cm ινοπλισμένο με χαλύβδινες ίνες σε ποσοστό 40kg/m³.
- III. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε η εκσκαφή του 2^{ου} βήματος (μήκους 1.00m) και εφαρμόστηκε εκτοξευόμενο σκυρόδεμα πάχους 5cm ινοπλισμένο με χαλύβδινες ίνες σε ποσοστό 40kg/m³ στο 2^ο βήμα. Επιπλέον εφαρμόστηκε εκτοξευόμενο σκυρόδεμα πάχους 10cm οπλισμένο με χαλύβδινο δομικό πλέγμα T188/S500 στο 1^ο βήμα και στην περιοχή των elephant feet προστέθηκαν επιπλέον πλέγματα 2T131/S500 ανά πλευρά (Εικόνα 4.24).
- IV. Έπειτα συνεχίστηκε η εκσκαφή του 3^{ου} βήματος (μήκους 1.00m) και εφαρμόστηκε εκτοξευόμενο σκυρόδεμα πάχους 5cm ινοπλισμένο με χαλύβδινες ίνες σε ποσοστό 40kg/m³ στο 3^ο βήμα και πάχους 10cm οπλισμένο με χαλύβδινο δομικό πλέγμα T188/S500 στο 2^ο βήμα. Στην περιοχή των elephant feet προστέθηκαν επιπλέον πλέγματα 2T131/S500 ανά πλευρά. Επιπλέον εφαρμόστηκε εκτοξευόμενο σκυρόδεμα πάχους 10cm οπλισμένο με χαλύβδινο δομικό πλέγμα T188/S500 στο 1^ο βήμα. Στην περιοχή των elephant feet προστέθηκαν επιπλέον πλέγματα 2T131/S500 ανά πλευρά, (ολοκλήρωση 1^{ου} βήματος).
- Η διαδικασία αυτή συνεχίστηκε μέχρι την ολοκλήρωση της σήραγγας. Δηλαδή για να ολοκληρωθεί κάθε βήμα πρέπει να έχουν εφαρμοσθεί τρεις στρώσεις εκτοξευόμενου σκυροδέματος, 5 cm ινοπλισμένου η πρώτη και από 10 cm ενισχυμένου με δομικό πλέγμα η δεύτερη και η τρίτη .

Κατά την διάνοιξη του Α' σταδίου στο μέτωπο τοποθετήθηκαν αγκύρια fiberglass 4Φ22 (Εικόνα 4.25) και επικαλύφθηκε με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα πάχους 5cm, ινοπλισμένο με χαλύβδινες ίνες σε ποσοστό 40kg/m³ (Εικόνα 4.26). Η τοποθέτηση του εκτοξευόμενου σκυροδέματος του προσωρινού δαπέδου του πυθμένα ακολούθησε την ανωτέρω ακολουθία του Α' σταδίου.



Σχήμα 4.11. Κάτοψη Νότιας σήραγγας Α' στάδιο, που κατασκευάστηκε με τη μέθοδο της ΝΑΤΜ.



Εικόνα 4.24. Τοποθέτηση 2 σειρών πλέγματος και κατασκευή elephant feet.



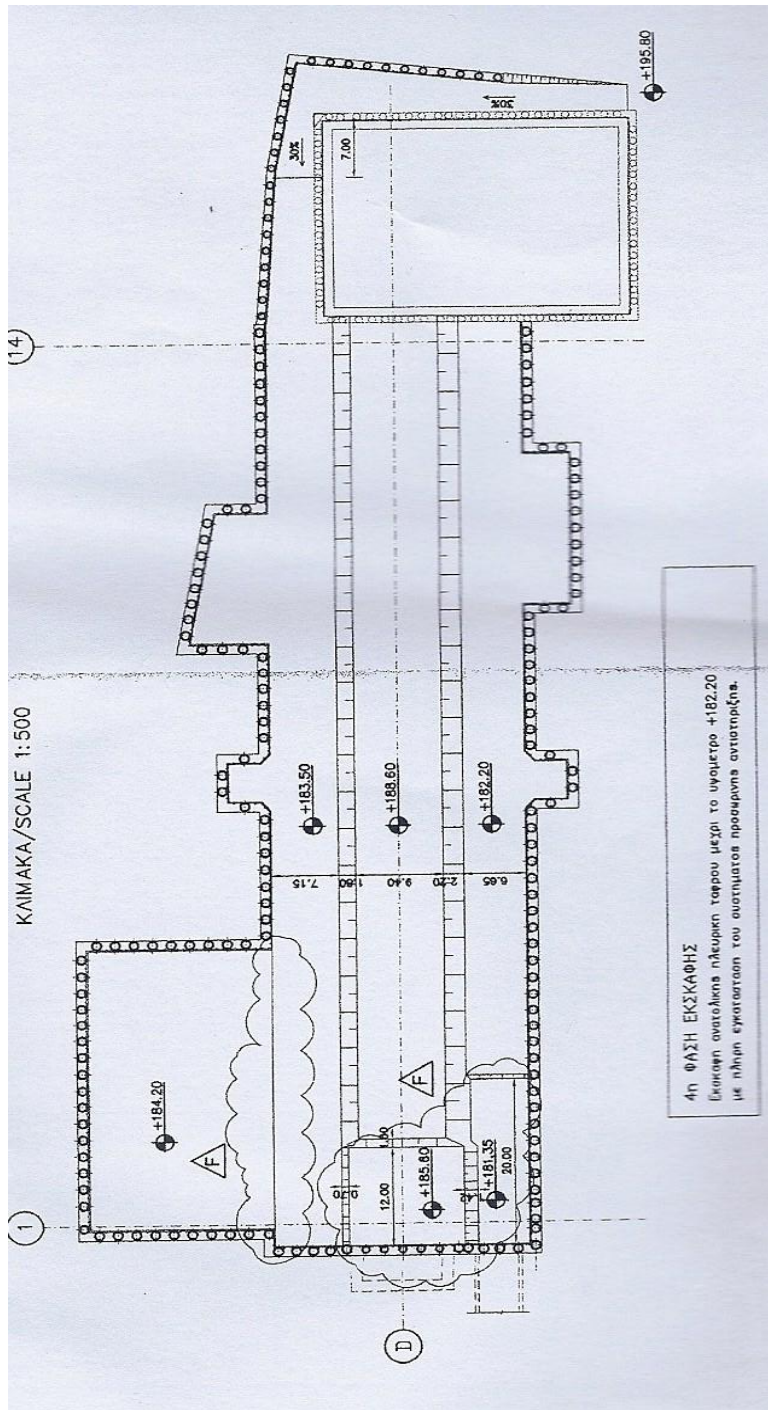
Εικόνα 4.25. Ολομέτωπη εκσκαφή Α' στάδιου.



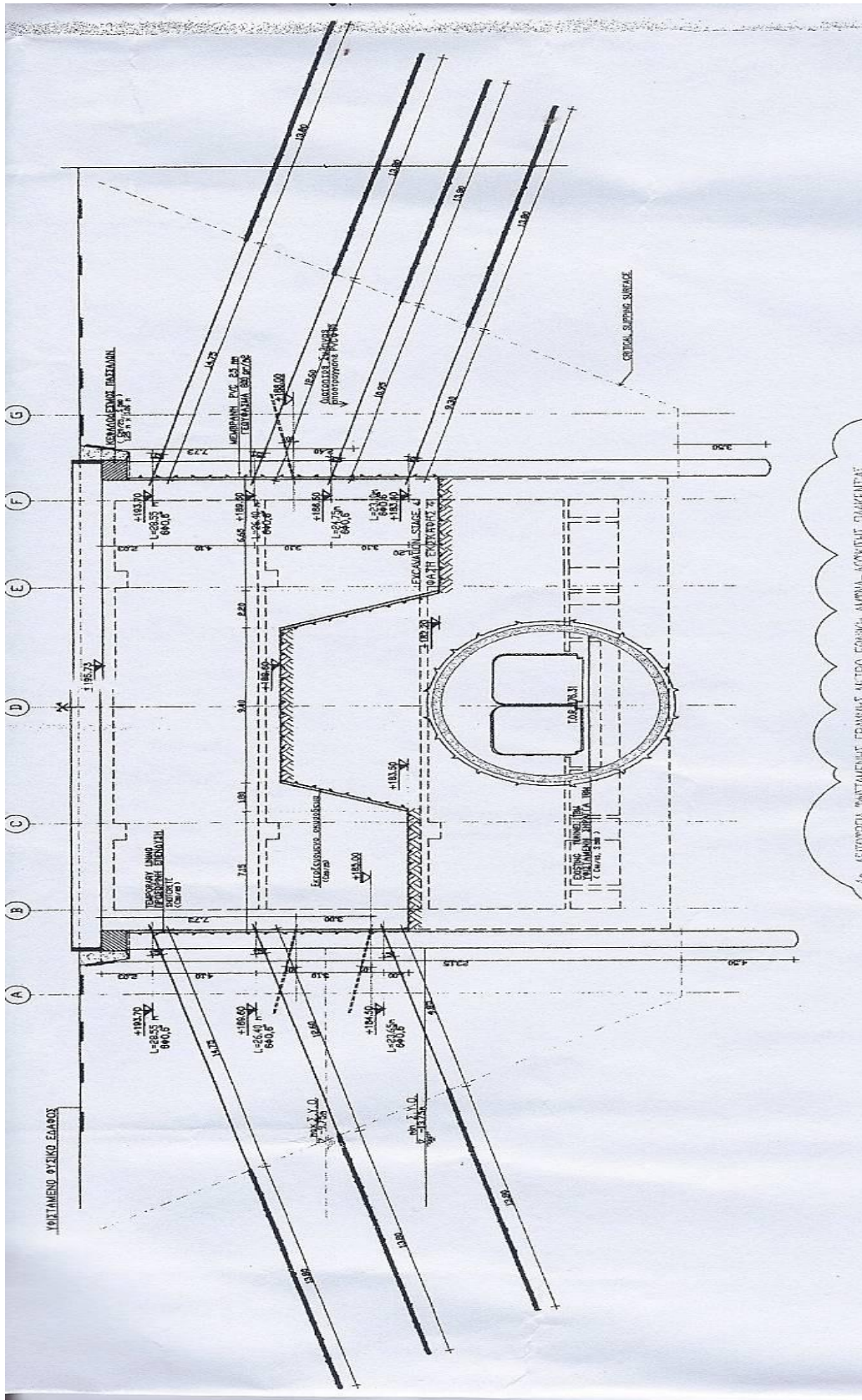
Εικόνα 4.26. «Αστάρωμα» μετώπου Α' σταδίου.

4.3.5 Φάση 4

Στην αρχή αυτή της ενότητας δίνονται σκαριφηματικά η κάτοψη του σταθμού (Σχήμα 4.12), όπου εμφανίζονται τα διαφορετικά ύψη εκσκαφής στις 5 περιοχές όπου τελούνται οι εργασίες καθώς και η καταπλάτος τομή του Σταθμού (Σχήμα 4.13), όπου εμφανίζονται το ύψος όπου τοποθετήθηκαν τα αγκύρια. Στη συνέχεια αναλύεται για κάθε τμήμα οι εργασίες που πραγματοποιήθηκαν.



Σχήμα 4.12. Κάτοψη σταθμού κατά την 4^η φάση εκσκαφής.



Σχήμα 4.13. Κατά πλάτος τομή του σταθμού κατά την 4^η φάση εκκαφής.

Οι διεργασίες που πραγματοποιήθηκαν σε αυτή τη φάση στα 5 τμήματα έχουν ως εξής:

1. Στο τμήμα 1 (ανατολική πλευρά) πραγματοποιήθηκε εκσκαφή έως το υψόμετρο +182,2 m (Εικόνα 4.27) έγινε τοποθέτηση και τάνυση μίας επιπλέον σειράς προεντεταμένων αγκυριών των πασσάλων στο +184,5 m (Εικόνα 4.28).



Εικόνα 4.27. Εκσκαφή 4^{ης} φάσης στην ανατολική πλευρά (τμήμα 1).



Εικόνα 4.28. Κατασκευή 4^{ης} σειράς αγκυριών στην ανατολική πλευρά (τμήμα 1).

2. Στο τμήμα 2 (δυτική πλευρά) δεν πραγματοποιήθηκε καμία εργασία (σχήμα 4.12).

3. Στο τμήμα 3 (πάνω από τη υφιστάμενη σήραγγα) δεν πραγματοποιήθηκε περαιτέρω εκσκαφή και άρχισαν να διαμορφώνονταν τα πρηνή του κεντρικού πρίσματος με την εκσκαφή της ανατολικής και δυτικής πλευράς. Στα διαμορφωμένα πρηνή αν και στις αρχικές μελέτες δε προβλεπόταν κάποια μορφής αντιστήριξης, στην πράξη προκειμένου να εξασφαλιστεί η ευστάθειά τους, πραγματοποιήθηκε μετά από κάθε φάση εφαρμογή εκτοξευόμενου σκυροδέματος οπλισμένο με δομικό πλέγμα (Εικόνα 4.29) και επιπλέον κατασκευάστηκαν αγκυρία βράχου και αποστραγγιστικές οπές (Εικόνα 4.30). Συγκεκριμένα κατασκευάστηκαν 3 σειρές αγκυρίων στα υψόμετρα +185m +183m +181m, καθώς και 3 σειρές αποστραγγιστικών οπών στα υψόμετρα +184.50m, +182.50m και +180.50m.



Εικόνα 4.29. Εκτοξευόμενο σκυρόδεμα οπλισμένο με δομικό πλέγμα και αγκύρια στο κεντρικό πρίσμα.



Εικόνα 4.30. Αποστραγγιστικές οπές και αγκυρία στο κεντρικό πρίσμα.

4. Στο τμήμα 4 δηλαδή αυτό της δυτικής εισόδου σε αυτή τη φάση δεν πραγματοποιήθηκε περαιτέρω εκσκαφή.

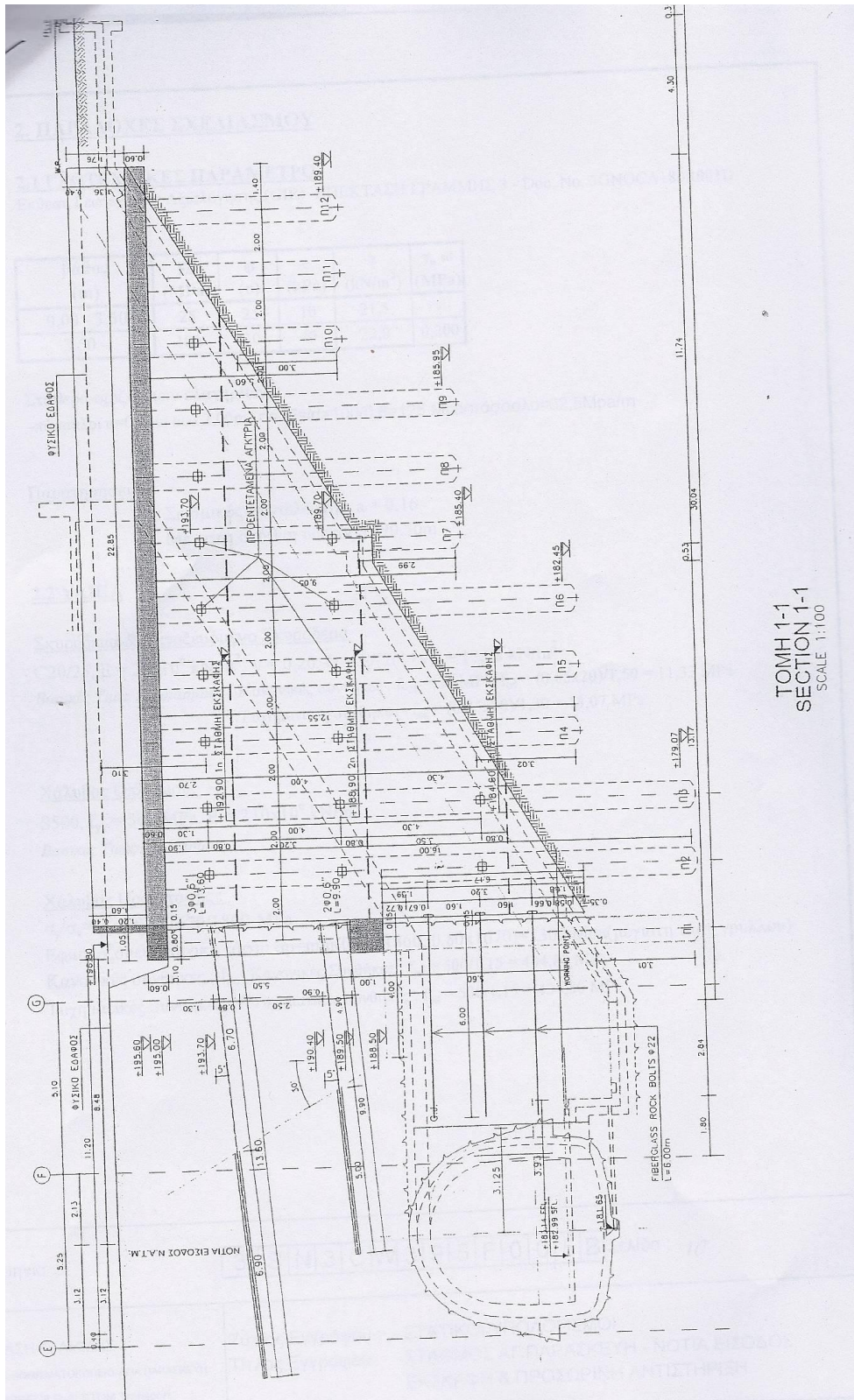
5. Στο τμήμα 5 η νότια είσοδος εκσκάφτηκε μέχρι το +181,35 m και συνεχίστηκαν οι εργασίες διάνοιξης του Α' σταδίου της σήραγγας . Παράλληλα με την εκσκαφή του Α' σταδίου είχε αρχίσει να κατασκευάζεται και το cut and cover της νότιας εισόδου. Η κατασκευαστική διαδικασία που χρησιμοποιήθηκε αναλύεται στη συνέχεια (ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ,2008 γ).

4.3.5.1 Κατασκευή cut and cover Νοτίας εισόδου

Επί του πεζοδρομίου της οδού Αγ. Παρασκευής στο ρεύμα προς Αγ. Παρασκευή, κατασκευάστηκε το κλιμακοστάσιο της Νότιας Εισόδου (Σχήμα 4.14, Τμήμα 5β) για τη συναρμογή με τη σήραγγα που διέρχεται κάτω από την εν λόγω οδό (Τμήμα 5α,Εικόνα 4.31). Η κατασκευή του έγινε με τη μέθοδο της εκσκαφής και επανεπίχωσης και η αλληλουχία των εργασιών που πραγματοποιήθηκαν θα περιγραφεί παρακάτω. Η στάθμη του εδάφους κυμαίνεται μεταξύ του +195,90 και +197,00, ενώ η τελική στάθμη εκσκαφής είναι στο +182,20. Η εκσκαφή της

σήραγγας της Νότιας Εισόδου με τη μέθοδο NATM γίνεται με κατεύθυνση από το σταθμό προς το όρυγμα της Νότιας Εισόδου και άρα οι δυο εργασίες δεν επηρεάζουν η μια την άλλη. Αναλυτικά η κατασκευαστική διαδικασία της προσωρινής αντιστήριξης είναι:

1. Κατασκευάστηκαν 26 πάσσαλοι περιμετρικά του σκάμματος διαμέτρου 0,80μ σε απόσταση 2,00μ.
2. Η κεφαλή των πασσάλων συνδέθηκε με ορθογωνικό κεφαλόδεσμο πλάτους 1,05μ και ύψους 0,60μ και στο άνω τμήμα του τοποθετήθηκε στηθαίο στήριξης του εδάφους (τοιχείο κεφαλόδεσμου) πλάτους 0,20μ και ύψους 1,60 έως 1,76μ.
3. Εκσκαφή μέχρι τη στάθμη +192,90 και κατασκευή της 1^{ης} σειράς αγκυρίων στο υψόμετρο +193,70. Με την ολοκλήρωση της εκσκαφής ξεκίνησε η διάτρηση των οπών με κλίση 15° ως προς το οριζόντιο επίπεδο για την τοποθέτηση των αγκυρίων (3Φ0,6”) και στη συνέχεια η σκυροδέτηση και η τάνυσή τους. Ακολούθησε η υποστήριξη των κατακόρυφων πρανών με την τοποθέτηση διπλού πλέγματος T188 και στη συνέχεια εφαρμογή 15cm εκτοξευόμενου σκυροδέματος.
4. Εκσκαφή μέχρι τη στάθμη +188,90, κατασκευή της 2^{ης} σειράς αγκυρίων στο υψόμετρο +189,70 και προσωρινή αντιστήριξη όπως περιγράφηκε στο προηγούμενο βήμα.
5. Εκσκαφή μέχρι τη στάθμη +184,60 και κατασκευή της 3^{ης} σειράς αγκυρίων στο υψόμετρο +185,40 και προσωρινή αντιστήριξη όπως περιγράφηκε στο 3^ο βήμα.
6. Εκσκαφή μέχρι το τελικό υψόμετρο +182,30 και προσωρινή αντιστήριξη με πλέγμα και εκτοξευόμενο σκυρόδεμα. Στο συγκεκριμένο βήμα διατρήθηκαν και τοποθετήθηκαν αποστραγγιστικοί σωλήνες ανά 2,00μ, ώστε να υποβιβαστεί η στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα, ο οποίος βρισκόταν στο υψόμετρο +184,50. Έτσι ολοκληρώθηκε η διαδικασία κατασκευής cut and cover της Νότιας Εισόδου (Εικόνα 4.32).



Σχήμα 4.14. Κατά ύψος τομή cut and cover Νότιας εισόδου.



Εικόνα 4.31. Συναρμογή cut and cover με σήραγγα NATM νότιας εισόδου,

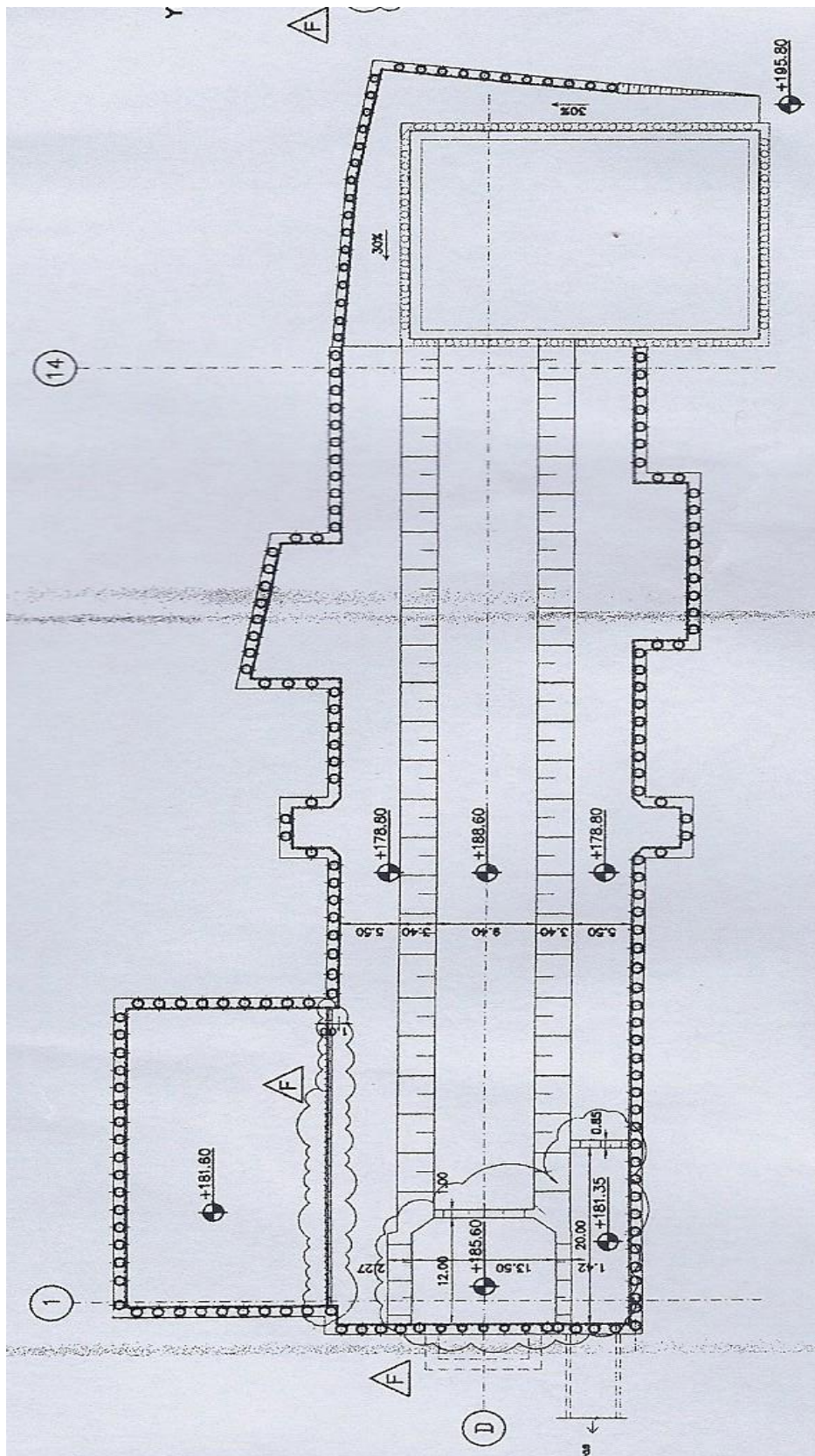


Εικόνα 4.32. Ολοκλήρωση προσωρινής αντιστήριξης cut and cover

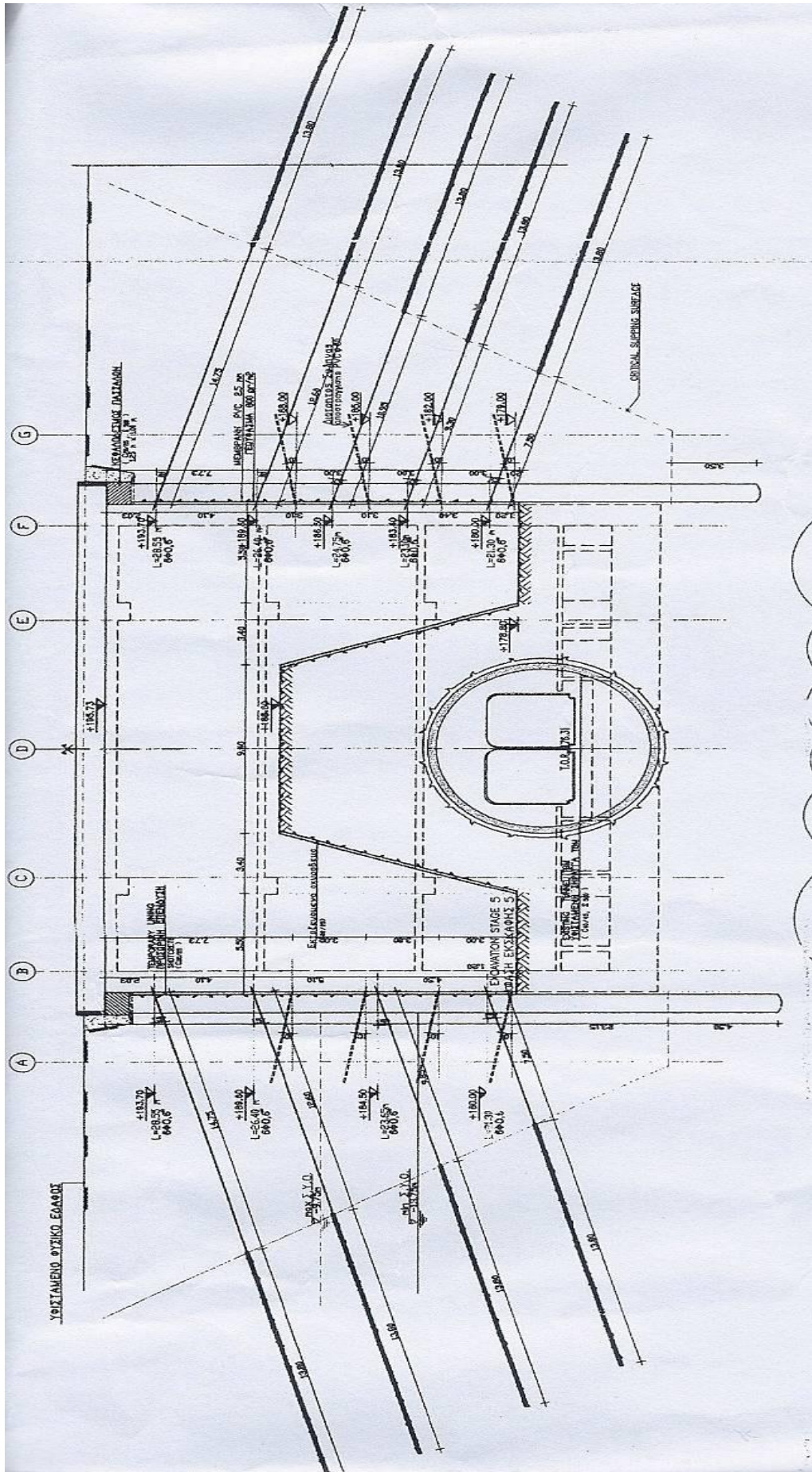
4.3.6 Φάση 5

Αρχικά δίνεται σκαριφηματικά η κάτοψη του σταθμού (Σχήμα 4.15), όπου εμφανίζονται τα διαφορετικά ύψη εκσκαφής στις 5 περιοχές όπου τελούνται οι εργασίες καθώς και η καταπλάτος τομή του Σταθμού (Σχήμα 4.16), όπου

εμφανίζονται το ύψος όπου τοποθετήθηκαν τα αγκύρια. Στη συνέχεια αναλύεται για κάθε τμήμα οι εργασίες που πραγματοποιήθηκαν.



Σχήμα 4.15. Κάτοψη σταθμού κατά την 5^η φάση εκσκαφής



Σχήμα 4.16. Κατά πλάτος τομή του σταθμού κατά την 5^η φάση εκκαθαφής.

Στη 5^η φάση οι εργασίες στα πέντε τμήματα έχουν ως εξής:

1. Στο τμήμα 1 (ανατολική πλευρά) η εκσκαφή προχώρησε έως τα +178,8 m και τοποθετήθηκε σειρά αγκυρίων στα +180 m τα οποία τανύθηκαν και προεντετάθηκαν. (Εικόνα 4.33).



Εικόνα 4.33 Εκσκαφή 5^{ης} φάσης και κατασκευής 5^{ης} φάσης αγκυρίων στην ανατολική πλευρά.

2. Ομοίως στο τμήμα 2 (δυτική πλευρά) η εκσκαφή έφτασε έως στα +178,8 m (Εικόνα 4.34) και τοποθετήθηκε σειρά αγκυρίων στα +180 m τα οποία τανύθηκαν και προεντετάθηκαν. (Εικόνα 4.35).



Εικόνα 4.34.Εκσκαφή 5^{ης} φάσης στη δυτική πλευρά (τμήμα 2).



Εικόνα 4.35. Κατασκευή 4^{ης} σειράς αγκυρίων στη δυτική πλευρά (τμήμα 2).

3. Στην περιοχή πάνω από τη σήραγγα (τμήμα 3) δεν υπήρχε περαιτέρω εκσκαφή. Γενικά σε όλο το χρονικό διάστημα κατά το οποίο δεν πραγματοποιήθηκαν εργασίες εκσκαφής (Εικόνα 4.36, Εικόνα 4.37), το συγκεκριμένο τμήμα χρησίμευε ως διάδρομος κίνησης των φορτηγών απομάκρυνσης των προϊόντων εκσκαφής με διαμόρφωση κατάλληλης ράμπας (Εικόνα 4.38). Πρέπει ωστόσο να διευκρινιστεί ότι καθ' όλη αυτή τη διάρκεια, ελέγχονταν συστηματικά οι μετακινήσεις του συγκεκριμένου τραπεζοειδούς πρίσματος, που είχε διαμορφωθεί πάνω από την υφιστάμενη σήραγγα, μέσω οργάνων παρακολούθησης, ώστε να αποφευχθεί οποιαδήποτε μετακίνηση και να αποκλειστεί ενδεχόμενη επίπτωση στην υπό λειτουργία υφιστάμενη σήραγγα του μετρό.



Εικόνα 4.36. Άνω τμήμα ως διάδρομος κύλισης κατά τις αρχικές φάσεις εκσκαφής.



Εικόνα 4.37. Χρησιμοποίηση άνω τμήματος πρίσματος ως διαδρόμου κύλισης φορτηγών κατά τις επόμενες φάσεις.



Εικόνα 4.38. Δημιουργία ράμπας για την ασφαλή διέλευση φορτηγών στο τμήμα πάνω από τη σήραγγα.

4. Στη δυτική είσοδο (τμήμα 4) η εκσκαφή σε αυτή την φάση έφτασε τα +181,8 m που είναι και το τελικό υψόμετρο της (Εικόνα 4.39) .



Εικόνα 4.39. Τελικό στάδιο εκσκαφής δυτικής εισόδου

5. Στο τμήμα 5 ξεκίνησε το Β' στάδιο κατασκευής της σήραγγας που περνάει κάτω από την οδό της Αγίας Παρασκευής με φορά ίδια με αυτή του Α' σταδίου (Σχήμα 4.17). Στη συνέχεια παρουσιάζεται η διαδικασία που ακολουθήθηκε κατά το Β' στάδιο διάνοιξης και κατασκευής αυτής της σήραγγας (ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ, 2008 β) που είχε μήκος 30m.

4.3.6.1 Περιγραφή διάνοιξης και προσωρινής υποστήριξης της σήραγγας της Νότιας εισόδου (Β' στάδιο)

Η διαδικασία διάνοιξης του Β' σταδίου έγινε με βήμα 4.00m με την παρακάτω διαδικασία:

- I. Αρχικά πραγματοποιήθηκε η εκσκαφή του 1^{ου} βήματος (Εικόνα 4.40) και εφαρμόστηκε εκτοξευόμενο σκυρόδεμα πάχους 5cm ινοπλισμένο με χαλύβδινες ίνες σε ποσοστό 40kg/m^3 (Εικόνα 4.41).
- II. Στη συνέχεια προχώρησε η εκσκαφή του 2^{ου} βήματος με τα ίδια στοιχεία της αρχικής επένδυσης, η συνέχιση του 1^{ου} βήματος με την τοποθέτηση πάχους

10cm εκτοξευόμενο σκυρόδεμα οπλισμένο με χαλύβδινο δομικό πλέγμα T188/S500.

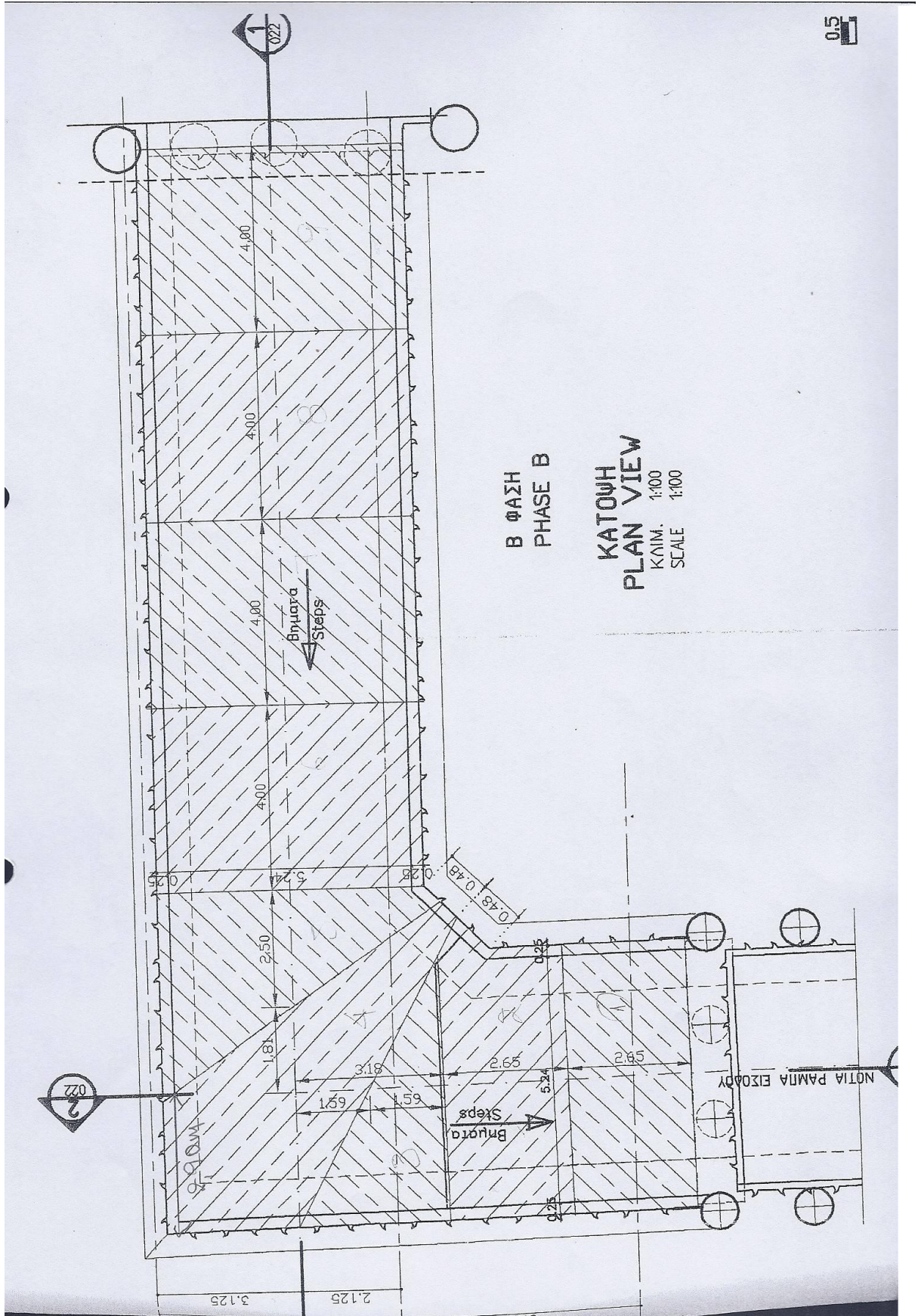
III. Έπειτα πραγματοποιήθηκε η εκσκαφή του 3^{ου} βήματος με τον ίδιο τρόπο αλλά και η συνέχιση του 2^{ου} βήματος με την τοποθέτηση πάχους 10cm εκτοξευόμενο σκυρόδεμα οπλισμένο με χαλύβδινο δομικό πλέγμα T188/S500 και η ολοκλήρωση του 1^{ου} βήματος με εφαρμογή εκτοξευόμενου σκυροδέματος πάχους 10cm οπλισμένο με χαλύβδινο δομικό πλέγμα T188/S500.



Εικόνα 4.40. εκσκαφή Β' Φάσης σήραγγας NATM.



Εικόνα 4.41. Εφαρμογή εκτοξευόμενου σκυροδέματος κατά τη Β' φάση.



Σχήμα 4.17. Κάτωψη Β' σταδίου σήραγγας Νότιας εισόδου που κατασκευαστήκε με τη μέθοδο της NATM.

4.3.7 Φάση 6

Από αυτό το στάδιο και μετά σταμάτησε η λειτουργία του μετρό και ξεκίνησε η καθαίρεση των δικτύων καθώς και η αποσυναρμολόγηση και απομάκρυνση τροχιών και εξαρτημάτων στην υφιστάμενη σήραγγα. Κατά την καθαίρεση της υφιστάμενης σήραγγας που είχε διανοιχθεί με TBM προκειμένου να εξασφαλιστεί η συγκράτηση και ενίσχυση των τριών πρώτων δακτυλίων των προκατασκευασμένων στοιχείων της παραμένουσας σήραγγας, πραγματοποιήθηκε η τοποθέτηση ισάριθμων μεταλλικών δακτυλίων (Εικόνα 4.42) αμέσως μετά το πέρας του νοτίου φρέατος εξαερισμού, με εσωτερικά κυκλικά χαλύβδινα τόξα, των οποίων η ακαμψία ενισχύθηκε με διάταξη εσωτερικής δικτύωσης από οριζόντιες, κατακόρυφες και λοξές ευθύγραμμες ράβδους. Όλες οι παράλληλες εργασίες που πραγματοποιήθηκαν σε αυτή τη φάση συνοψίζονται στη Εικόνα 4.43.

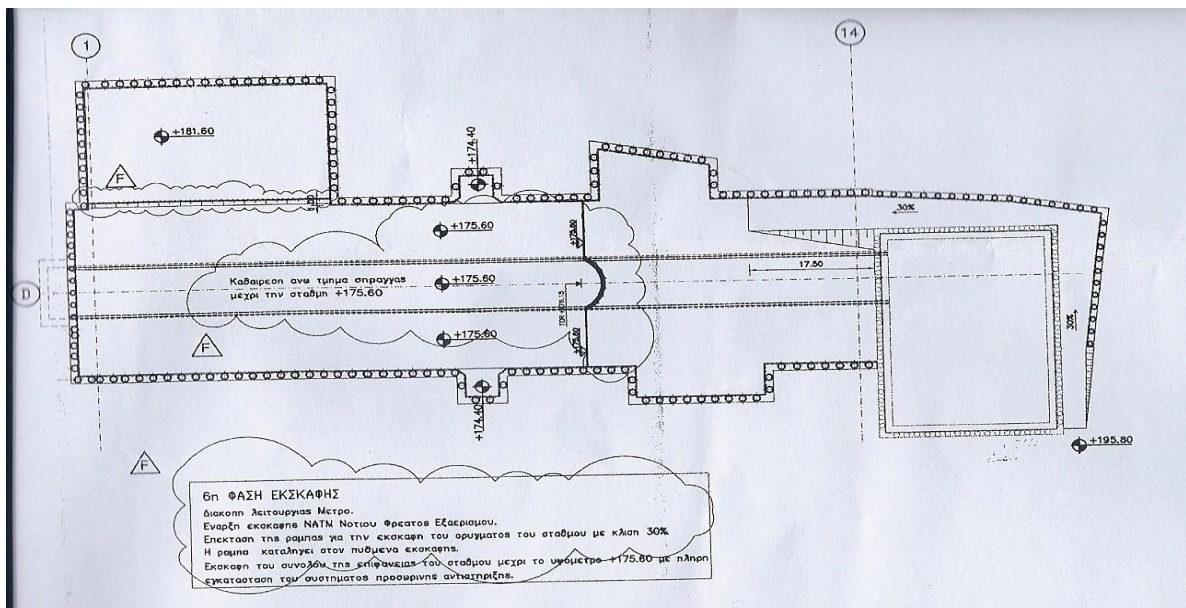


Εικόνα 4.42. Τοποθέτηση μεταλλικών δακτυλίων.

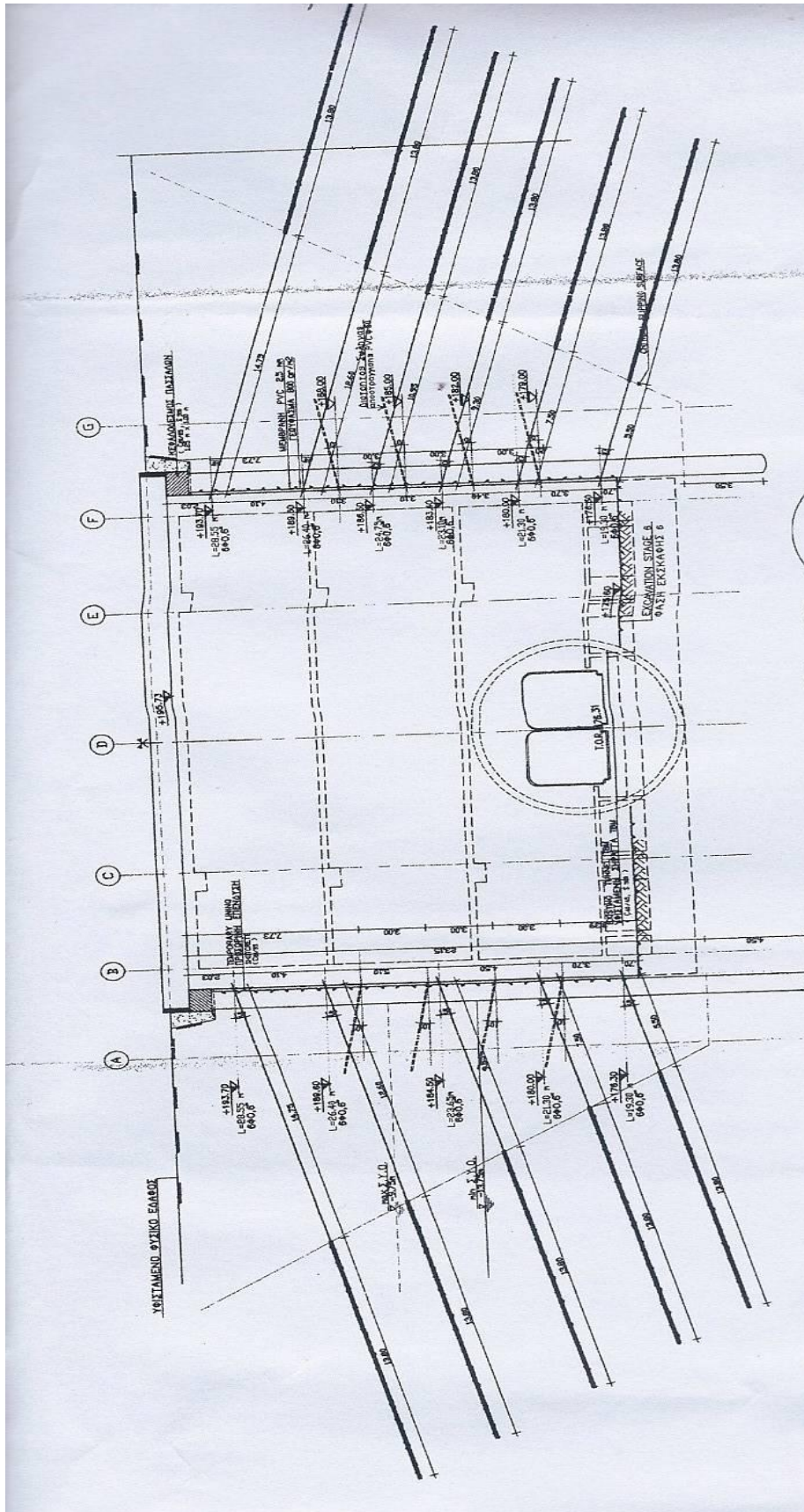


Εικόνα 4.43. Θέση μεταλλικών δακτυλίων, τελική στάθμη δυτικής εισόδου, κατασκευασμένο Ν.Φ.Ε., καθαίρεση σήραγγας.

Στη συνέχεια δίνεται η κάτοψη του σταθμού (Σχήμα 4.18), όπου εμφανίζονται τα ύψη εκσκαφής στις 5 περιοχές όπου τελούνται οι εργασίες καθώς και η καταπλάτος τομή του Σταθμού (Σχήμα 4.19), όπου εμφανίζονται το ύψος όπου τοποθετήθηκαν τα αγκύρια. Έπειτα αναλύεται για κάθε τμήμα οι εργασίες που πραγματοποιήθηκαν.



Σχήμα 4.18. Κάτοψη σταθμού κατά την 6^η φάση εκσκαφής



Σχήμα 4.19. Κατά πλάτος τομή του σταθμού κατά την 6^η φάση εκσκαφής

Οι εργασίες, ανά περιοχές, που πραγματοποιήθηκαν στην παρούσα φάση είναι οι εξής

1. Εκσκαφή στη ανατολική πλευρά έως τα 175,6 m (Εικόνα 4.44) και τοποθέτηση και τάνυση προεντεταμένων αγκυρίων των πασσάλων στα 176,3 m (Εικόνα 4.45).



Εικόνα 4.44. Εκσκαφή 6^{ης} φάσης στην ανατολική πλευρά (τμήμα 1).



Εικόνα 4.45. Κατασκευή 6^{ης} σειράς αγκυρίων στην ανατολική πλευρά (τμήμα 1).

2. Ομοίως εκσκαφή στην δυτική πλευρά έως τα 175,6 m και τοποθέτηση και τάνυση προεντεταμένων αγκυρίων των πασσάλων στα 176,3 m (Εικόνα 4.46).



Εικόνα 4.46. Κατασκευή 5^{ης} σειράς αγκυρίων στη δυτική πλευρά (τμήμα 2).

3. Στην περιοχή επάνω από την υφιστάμενη σήραγγα πραγματοποιήθηκε εκσκαφή του τραπεζίου από τα 188,6 m που ήταν στα 175,6 m (Εικόνα 4.47) και καθαιρέθηκε το άνω μέρος της σήραγγας του Μετρό (μέχρι το ύψος της εκσκαφής δηλαδή τα 175,6m)(Εικόνα 4.48). Επιπλέον ξεκίνησε η διάνοιξη με τη μέθοδο NATM του Νότιου Φρέατος Εξαερισμού αφού είχε προηγηθεί νωρίτερα η διάτρηση των δοκών προπορείας .

Η διαδικασία διάνοιξης και κατασκευής του νότιου φρέατος εξαερισμού (ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ, 2008 β) καθώς και αυτής της καθαίρεσης της υφιστάμενης σήραγγας (ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ, 2008 δ) αναλύονται στη συνέχεια.



Εικόνα 4.47. Εκσκαφή άνω τμήματος πρίσματος.



Εικόνα 4.48. Εκσκαφή έως το όριο της υφιστάμενης σήραγγας.

4. Στη περιοχή της δυτικής εισόδου στο πρανές που σχηματίστηκε λόγω της υψομετρικής διαφοράς από το κεντρικό σκάμμα (Εικόνα 4.49) ακολουθήθηκε η ίδια μέθοδος αντιστήριξης με αυτή των πρανών του κεντρικού πρίσματος δηλαδή εφαρμογή εκτοξευόμενου σκυροδέματος οπλισμένου με δομικό πλέγμα T188, κατασκευή δύο σειρών αγκυρίων βράχου στο +180m και +176,6m καθώς και δυο σειρών αποστραγγιστικών οπών στο +179,5m και +175,5m (Εικόνα 4.50).



Εικόνα 4.49. Δυτική είσοδος στην οποία φαίνεται η υψομετρική διαφορά με το κεντρικό σκάμμα.



Εικόνα 4.50. Αποστραγγιστικές οπές στη δυτική είσοδο.

5. Στην περιοχή της Νότιας εισόδου ολοκληρώθηκαν οι εργασίες διάνοιξης του Β σταδίου και ξεκίνησε η μόνιμη κατασκευή της σήραγγας.

4.3.7.1 Μέθοδος διάνοιξης και κατασκευής της προσωρινής υποστήριξης Νοτίου φρέατος Εξαερισμού

Το φρέαρ αποτελεί κυρίως κατακόρυφη επέκταση της διατομής της υφιστάμενης σήραγγας του συρμού, με καμπύλη στέψη. Οι τελικές διαστάσεις του είναι 16,80m σε ύψος και 12.28m σε πλάτος (με τα elephant feet).

Η διάνοιξη του φρέατος έγινε σε πέντε (5) διαδοχικές καθ' ύψος φάσεις, όπου η κάθε επόμενη φάση ξεκινά την διάνοιξή της αφού ολοκληρωθεί η διάνοιξη της ανώτερής της. Τα υψόμετρα της κάθε φάσης ήταν : Α' φάση από +189,53m έως +183,50m, Β' φάση από +183,50m έως +181,35m, Γ' φάση από +181,35m έως +178,80m, Δ' φάση από +178,8m έως +175,90m και Ε' φάση από +175,90m έως +172,58m. Οι δοκοί προπορείας της στέψης του φρέατος είχαν ήδη τοποθετηθεί, καθώς και η χαλύβδινη δοκός διατομής HEA160, η οποία εδράζεται στους πασσάλους της αντιστήριξης, με γεωμετρία αντίστοιχη των δοκών προπορείας, ώστε αυτές να εδραστούν στο άνω πέλμα του HEA160.

Μετά τη διακοπή λειτουργίας της γραμμής και ταυτόχρονα με την καθαίρεση της υφιστάμενης μόνιμης επένδυσης της σήραγγας κατά μήκος του κυρίως σταθμού το πέρας της οποίας συντελέσθηκε στο νότιο άκρο του σταθμού, έγινε η εκσκαφή και προσωρινή αντιστήριξη του νότιου φρέατος (Εικόνα 4.51) σύμφωνα με τη μεθοδολογία που περιγράφεται στη συνέχεια, μέχρι τη στάθμη της οριζόντιας διαμέτρου της σήραγγας. Ακολούθησε η καθαίρεση της μόνιμης επένδυσης της σήραγγας στο τμήμα του μήκους της εντός του νοτίου φρέατος.

Μετά την καθαίρεση της σήραγγας ακολούθησε η ολοκλήρωση της εκσκαφής και της προσωρινής αντιστήριξης του νοτίου φρέατος μέχρι την βάση της σήραγγας.

Η διαδικασία διάνοιξης ήταν κοινή για όλες τις φάσεις και περιλαμβάνει τα παρακάτω:

- I. Αρχικά έγινε η εκσκαφή του 1ου βήματος (μήκους 1.20m) της Α' φάσης με επιπλέον εύρος 0,50m εκατέρωθεν της βάσης (elephant foot).και εφαρμογή εκτοξευόμενου σκυροδέματος πάχους 5cm οπλισμένο με χαλύβδινες ίνες σε ποσοστό 40kg/m³.

- II. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε η εκσκαφή του 2^{ου} βήματος (μήκους 1.20m) της Α' φάσης (Εικόνα 4.52) και εφαρμόστηκε εκτοξευόμενο σκυρόδεμα πάχους 5cm οπλισμένο με χαλύβδινες ίνες σε ποσοστό 40kg/m³ στο 2^ο βήμα ενώ προστέθηκε εκτοξευόμενο σκυρόδεμα πάχους 10cm οπλισμένο με χαλύβδινο δομικό πλέγμα T188/S500 στο 1^ο βήμα. Στην περιοχή των elephant feet προστέθηκαν επιπλέον πλέγματα 2T131/S500 ανά πλευρά.
- III. Έπειτα συνεχίστηκε η εκσκαφή 3^{ου} βήματος (μήκους 1.20m) της Α' φάσης και η εφαρμογή εκτοξευόμενου σκυροδέματος πάχους 5cm ινοπλισμένου με χαλύβδινες ίνες σε ποσοστό 40kg/m³ στο 3^ο βήμα και πάχους 10cm οπλισμένο με χαλύβδινο δομικό πλέγμα T188/S500 στο 2^ο βήμα. Στην περιοχή των elephant feet προστέθηκαν επιπλέον πλέγματα 2T131/S500 ανά πλευρά. Ακόμη για την ολοκλήρωση του 1^{ου} βήματος εφαρμόστηκε εκτοξευόμενο σκυρόδεμα πάχους 10cm οπλισμένο με χαλύβδινο δομικό πλέγμα T188/S500, ενώ στην περιοχή των elephant feet προστέθηκαν επιπλέον πλέγματα 2T131/S500 ανά πλευρά.
- IV. Μετά πραγματοποιήθηκε η εκσκαφή του 4^{ου} βήματος (μήκους 1.20m) της Α' φάσης και εφαρμόστηκε εκτοξευόμενο σκυρόδεμα πάχους 5cm ινοπλισμένο με χαλύβδινες ίνες σε ποσοστό 40kg/m³ στο 4^ο βήμα, πάχους 10cm οπλισμένο με χαλύβδινο δομικό πλέγμα T188/S500 στο 3^ο βήμα. Στην περιοχή των elephant feet προστίθενται επιπλέον πλέγματα 2T131/S500 ανά πλευρά. Επιπλέον για την ολοκλήρωση του 2^{ου} βήματος εφαρμόστηκε εκτοξευόμενο σκυρόδεμα πάχους 10cm οπλισμένο με χαλύβδινο δομικό πλέγμα T188/S500, ενώ στην περιοχή των elephant feet προστέθηκαν επιπλέον πλέγματα 2T131/S500 ανά πλευρά.

Η ίδια διαδικασία ακολουθήθηκε μέχρι την ολοκλήρωση της διάνοιξης.

Επιπλέον, λόγω μεγάλου ύψους του Νότιου Φρέατος Εξαερισμού και προκειμένου να εξασφαλιστεί η ασφάλεια και η ευστάθεια της κατασκευής, κρίθηκε αναγκαία η διάτρηση, τοποθέτηση και ενεμάτωση κατά τη δεύτερη, τρίτη και τέταρτη φάση 2 αγκυρίων βράχου σε κάθε βήμα και σε κάθε πλευρά, δηλαδή τοποθετήθηκαν συνολικά 36 rockbolts.



Εικόνα 4.51. Εκκίνηση εκσκαφής Ν.Φ.Ε.



Εικόνα 4.52. 2^ο βήμα Α' φάσης για την κατασκευή του Ν.Φ.Ε.

4.3.7.2 Καθαίρεση υφιστάμενης μόνιμης επένδυσης σήραγγας

Η υφιστάμενη μόνιμη επένδυση της σήραγγας με κυκλική διατομή, εσωτερικής διαμέτρου 8,48 m, αποτελούνταν από προκατασκευασμένα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος, μέσου μήκους 3,45 m επί της περιφέρειας, πλάτους 1,50 m και πάχους 0,35 m, με τα οποία σχηματίζονταν επάλληλοι κατά το μήκος κυλινδρικοί δακτύλιοι. Τα προκατασκευασμένα τεμάχια συνδέονταν μεταξύ τους με λοξούς κοχλιοφόρους ήλους οι οποίοι εφαρμόζονταν στην εσωτερική επιφάνεια. Εσωτερικά στην επένδυση συμμετείχε στρώση εκτοξευόμενου σκυροδέματος πλήρωσης με εκτιμώμενο μέσο πάχος 0,20 m. Για τη διαμόρφωση της υποδομής

των σιδηροτροχιών, στον πυθμένα της σήραγγας είχε διαστρωθεί άοπλο σκυρόδεμα με οριζόντια την άνω επιφάνεια και μέγιστο ύψος στον άξονα 2,40 m.

Το βάρος κάθε προκατασκευασμένου τεμαχίου υπολογίσθηκε στα 45,30 kN ενώ το βάρος του εκτοξευόμενου σκυροδέματος στα 24.90 kN. Επομένως το συνολικό βάρος ήταν 70,20 kN (45.30kN+24.90kN).

Μετά την ολοκλήρωση της γενικής εκσκαφής του ορύγματος μέχρι την άνω στάθμη υποδομής της γραμμής, και την αποκάλυψη της μόνιμης επένδυσης της σήραγγας, η καθαίρεσή της έγινε στις ακόλουθες φάσεις:

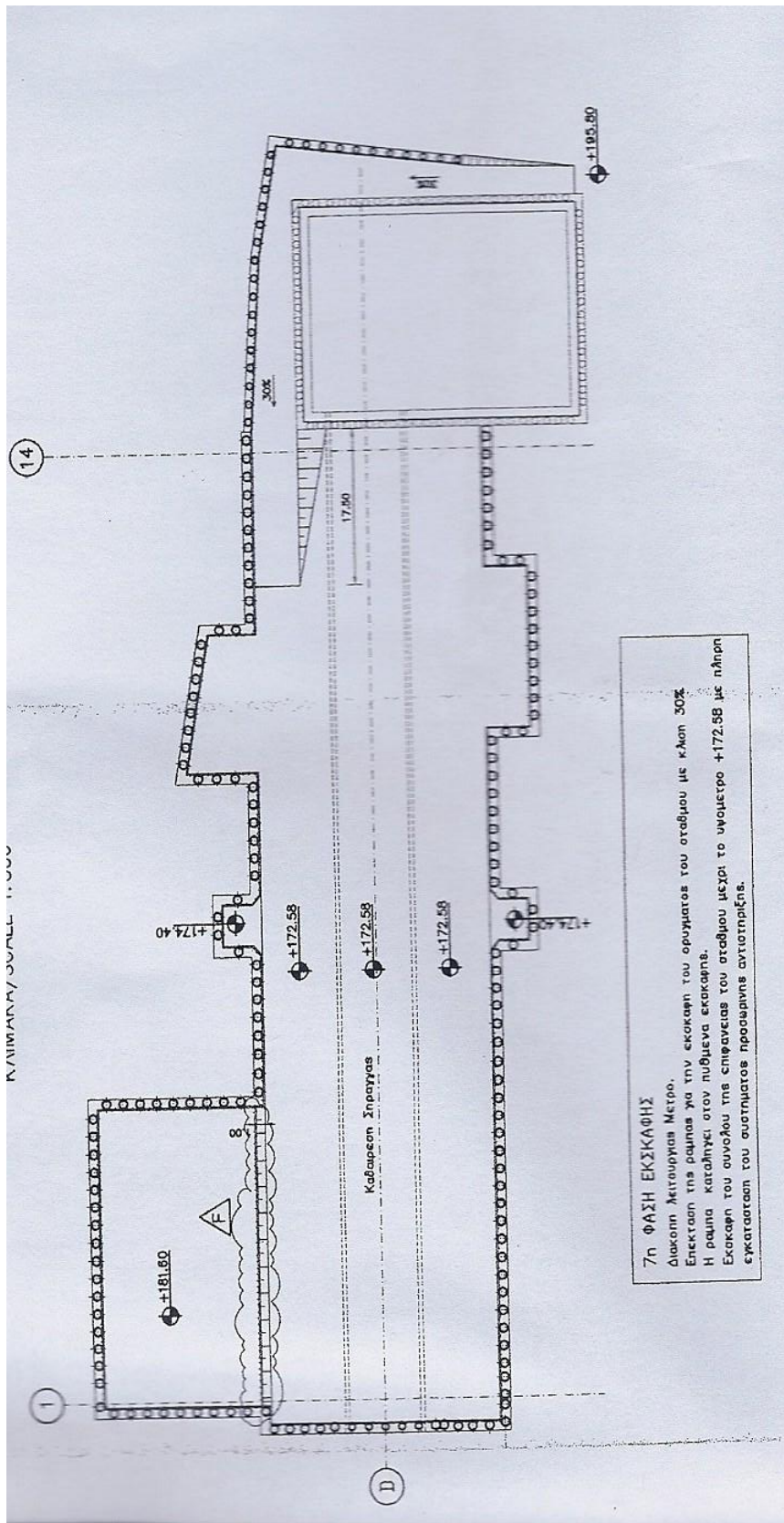
1. Καθαίρεση του εξωτερικού εκτοξευόμενου σκυροδέματος πλήρωσης σε ζώνες στις θέσεις των αρμών μεταξύ των προκατασκευασμένων τεμαχίων, τα οποία υπέρκεινται του σκυροδέματος της ανωδομής, με χρήση αερόσφυρας ή κοπτικού δίσκου(Εικόνα 4.53), με σκοπό την εξωτερική αποσύνδεση των τεμαχίων.
2. Επί του άξονος κάθε τεμαχίου εφαρμόζονταν δύο επαναχρησιμοποιούμενα διευρυνόμενα βήσματα M16 με δακτυλιοειδή κεφαλή, για την προσαρμογή των άκρων των συρματόσχοινων ανάρτησης. Τα διατρήματα των βλήτρων διανοίγονταν στον πυθμένα τοπικών κοιλοτήτων του εκτοξευόμενου σκυροδέματος οι οποίες διαμορφώνονταν με χρήση αερόσφυρας.
3. Η απομάκρυνση κάθε προκατασκευασμένου τεμαχίου έγινε με την βοήθεια γερανού, στον οποίον προσαρμόστηκαν τα συρματόσχοινα ανάρτησης. Προηγήθηκε η αποσύνδεσή του από τα γειτονικά με την αφαίρεση των συνδετήριων κοχλιοφόρων ήλων από την εσωτερική επιφάνεια. Αρχικά έγινε η καθαίρεση των τεμαχίων στη στέψη κάθε δακτυλίου, και έπειτα η καθαίρεση των πλευρικών εκ των άνω προς τα κάτω, μέχρι να ολοκληρωθεί πλήρως η απομάκρυνση του άνω τμήματος κάθε δακτυλίου. Η σειρά καθαίρεσης των δακτυλίων ήταν από το βόρειο φρέαρ εξαερισμού προς το νότιο άκρο του σταθμού.
4. Μετά την απομάκρυνση του άνω τμήματος των δακτυλίων ακολούθησε η καθαίρεση του άοπλου σκυροδέματος της υποδομής της γραμμής, καθώς και των προκατασκευασμένων τεμαχίων του πυθμένα, με χρήση αερόσφυρας και η απομάκρυνση των προϊόντων με φόρτωσή τους, είτε σε αυτοκίνητα, είτε σε κάδους αναρτημένους από γερανό.
5. Ακολούθησε η εκσκαφή του ορύγματος μέχρι την τελική στάθμη εκσκαφής.



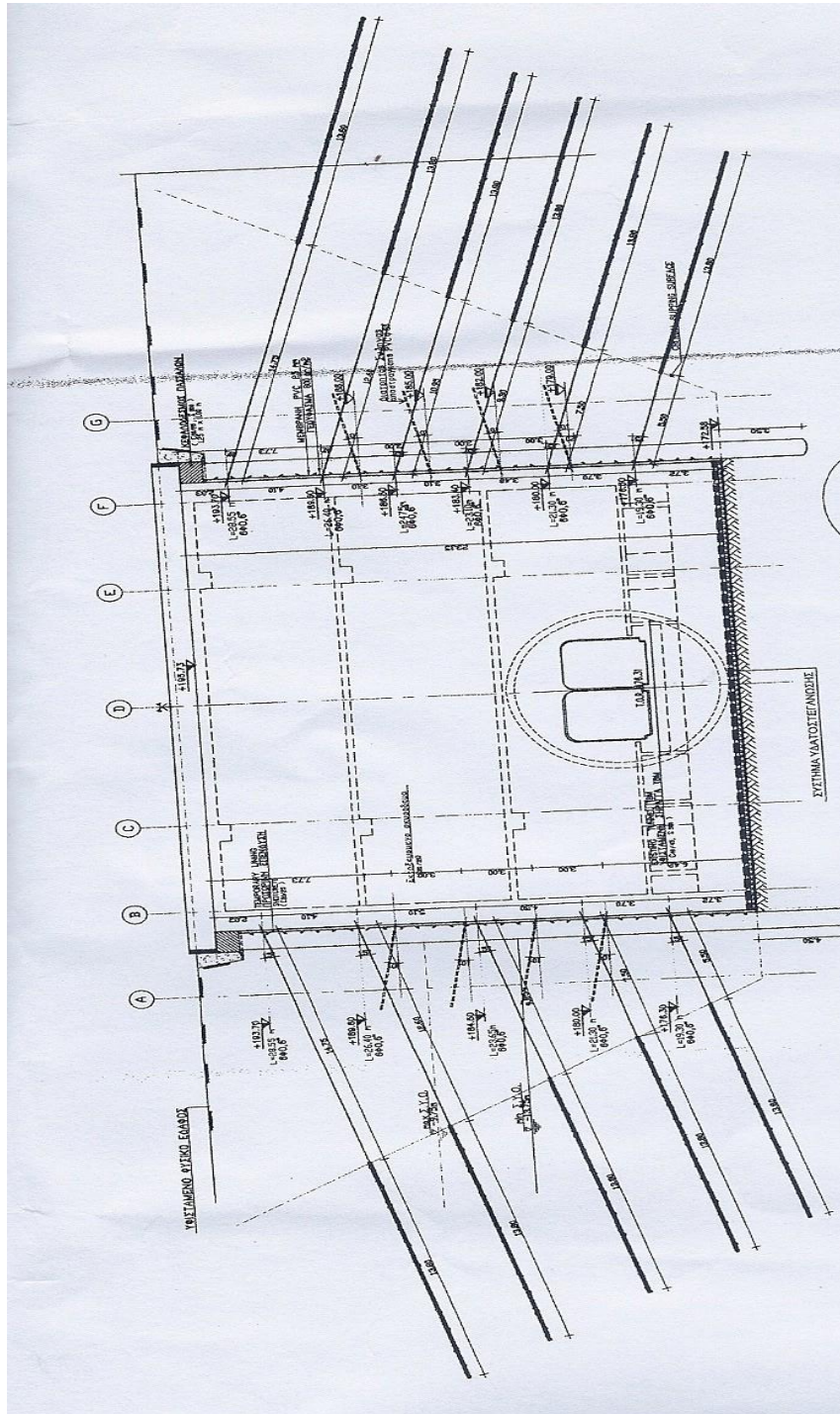
Εικόνα 4.53. Καθαίρεση με μηχανικά μέσα της υφιστάμενης σήραγγας

4.3.8 Φάση 7

Σε αυτή τη φάση η εκσκαφή προχώρησε στο σύνολο του ορύγματος στα 172,58m, δηλαδή στη τελική στάθμη του σταθμού, (Σχήμα 4.20) και πραγματοποιήθηκε διάστρωση εκτοξευόμενου σκυροδέματος στους πασσάλους, χωρίς εγκατάσταση προεντεταμένων αγκυρίων (Σχήμα 4.21). Επιπλέον συνεχίστηκε τμηματικά η καθαίρεση της σήραγγας (Εικόνα 4.54, Εικόνα 4.55) καθώς και οι εργασίες διάνοιξης και κατασκευής του νότιου φρέατος εξαερισμού. Στην εικόνα 4.56 διακρίνεται το τελικό ύψος του σταθμού σε σχέση με την υφιστάμενη σήραγγα.



Σχήμα 4.20. Κάτοψη σταθμού κατά την 7^η φάση εκσκαφής



Σχήμα 4.21. Κατά πλάτος τομή του σταθμού κατά την 7^η φάση εκσκαφής



Εικόνα 4.54 Διαδικασία καθαίρεσης της σήραγγας



Εικόνα 4.55. Τελευταίο στάδιο καθαίρεσης της σήραγγας.



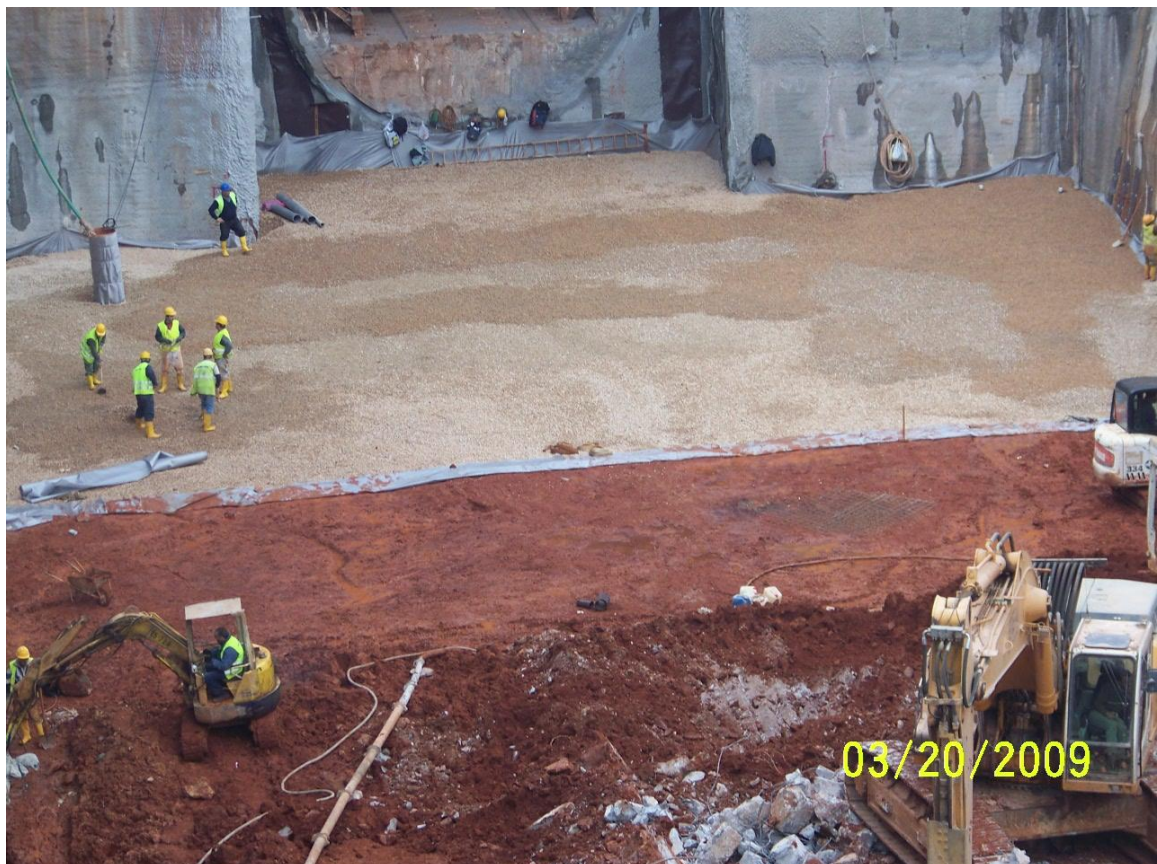
Εικόνα 4.56. Κάτω μέρος υφιστάμενης σήραγγας.

4.3.9 Φάση 8

Αυτή η φάση θεωρείται η τελευταία της προσωρινής αντιστήριξης και περιλαμβάνει την κατασκευή του συστήματος προσωρινής αποστράγγισης του σταθμού και τη σκυροδέτηση της πλάκας του πυθμένα (Εικόνα 4.57). Σε όλη την επιφάνεια του πυθμένα του ορύγματος τοποθετήθηκε αρχικά γεώφασμα διαχωρισμού πάρους 150 gr/m^2 και στη συνέχεια διαστρώθηκε στραγγιστική στρώση χαλικιών πάχους $0,15\text{m}$ (Εικόνα 4.58) η οποία επικαλύπτεται με μεμβράνη χλωριούχου πολυαιθυλενίου, επί της οποίας διαστρώνεται εξομαλυντική στρώση άοπλου σκυροδέματος κατηγορίας C 12/15 πάχους 7cm . Το σύστημα της προσωρινής αποστράγγισης πραγματοποιήθηκε τοποθετώντας αντλία σε φρεάτια βάθους $1,50\text{m}$ από τον πυθμένα του ορύγματος και διαστάσεων $1,2\text{m} \times 1,2\text{m}$. Στην περιφέρεια και τον πυθμένα τοποθετήθηκε γεώφασμα διαχωρισμού πάρους 150 gr/m^2 . Η αντιστήριξη των παρειών έγινε με σωλήνα PVC $\Phi 500$ διάτρητο, βαρέως τύπου 16mm . Η αντλία τοποθετήθηκε στο κέντρο του πυθμένα του φρέατος σε στρώση χαλικιών, εντός του σωλήνα. Περιμετρικά του ορύγματος κατασκευάστηκαν αυλάκια επενδυμένα όπως το φρεάτιο για τη συγκέντρωση των υδάτων. Όλα τα αυλάκια συνδέονταν μεταξύ τους και κατέληγαν στα φρεάτια. Μετά την ολοκλήρωση των παραπάνω εργασιών ξεκίνησε η υδατοστεγάνωση του σταθμού. Στην Εικόνα 4.59 παρατηρούνται όλες οι παράλληλες εργασίες που πραγματοποιήθηκαν σε αυτή τη φάση.



Εικόνα 4.57. Τοποθέτηση σιδηροπλισμού στο τμήμα της πλάκας θεμελίωσης.



Εικόνα 4.58. Αποστράγγιστική στρώση χαλικιών στο πρώτο τμήμα.



Εικόνα 4.59. Παράλληλες εργασίες στο σύνολο του ορύγματος στο Α τμήμα τοποθέτηση σιδηροπλισμού στο Β αποστράγγιση πυθμένα και στο Γ καθαίρεση σήραγγας.

4.3.9.1 Μεθοδολογία υδατοστεγάνωσης

Η μεθοδολογία αυτή εφαρμόστηκε στο σταθμό της Αγίας Παρασκευής (ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ, 2008 ε) στις υπόγειες διαβάσεις αυτού, στα φρέατα αερισμού, στις εσοχές, στο Αμαξοστάσιο και στο τμήμα Cut and Cover της σήραγγας πρόσβασης.

Γενικά η υδατοστεγάνωση έγινε σύμφωνα με την μέθοδο της διαμερισματοποίησης σε κατασκευές C/C και χωρίζεται σε δύο διαφορετικά στάδια. Αρχικά έγινε η τοποθέτηση του συστήματος υδατοστεγάνωσης στις οριζόντιες επιφάνειες και έπειτα στις κατακόρυφες. Με αυτήν την μέθοδο, έγινε κατορθωτό να σχηματιστούν ανεξάρτητοι υδατοστεγείς τομείς και σε περίπτωση αστοχίας της υδατοστεγάνωσης να περιοριστεί η διασπορά του νερού, να εντοπιστεί εύκολα και γρήγορα το σημείο της αστοχίας και να είναι πιο εύκολη η επιδιόρθωση της υδατοστεγάνωσης.

Κατά την διάρκεια κατασκευής των αντιστηρίξεων λήφθηκε μέριμνα ώστε να εξασφαλιστούν οι απαιτήσεις επιπεδότητας για την εφαρμογή της υδατοστεγάνωσης.

Πριν την τοποθέτηση του συστήματος υδατοστεγάνωσης, όλες οι επιφάνειες καθαρίστηκαν από σκόνη, έλαια, υλικά συντήρησης σκυροδέματος και άλλες επιβλαβείς ουσίες. Όποιο ξένο σώμα προεξείχε (π.χ. μεταλλικά φέροντα στοιχεία, κεφαλές αγκυρίων κ.λ.π.) καλύφθηκαν με πρόσθετο gunite ελάχιστου πάχους 5cm.

Οι απαιτήσεις της επιφάνειας του υποστρώματος (σκυροδέματος ή εκτοξευόμενου σκυροδέματος) πάνω στο οποίο στηρίχτηκε το γεωύφασμα και ακολούθως η μεμβράνη, συνοψίζονται ακολούθως:

- Σταθερότητα και συνέχεια της στρώσης, του σκυροδέματος, που είχε τοποθετηθεί.
- Ελάχιστο πάχος αυτού 5 cm
- Αναλογία βάθους - διαμέτρου κοιλοτήτων σκυροδέματος: 1/5
- Ακτίνα καμπυλότητας στρογγυλεμάτων προεξοχών σκυροδέματος $r_a > 20\text{cm}$

Σε περίπτωση που το υπόστρωμα δεν ήταν σύμφωνα με τις παρακάτω απαιτήσεις το πρόβλημα αντιμετωπίστηκε κατά περίπτωση είτε με συμπληρωματική εκτόξευση σκυροδέματος είτε με τοποθέτηση επιπρόσθετου γεωυφάσματος είτε με σπάσιμο της περιοχής και επιδιόρθωσή της.

Ο τελικός καθαρισμός των επιφανειών έγινε με πεπιεσμένο αέρα και οι επιφάνειες διατηρήθηκαν στεγνές μέχρι την τοποθέτηση του γεωυφάσματος.

4.3.9.1.1 Τοποθέτηση του συστήματος υδατοστεγάνωσης στις οριζόντιες επιφάνειες.

Οι στρώσεις του συστήματος υδατοστεγάνωσης που χρησιμοποιήθηκε ήταν οι ακόλουθες (Εικόνα 4.60) :

1. Γεωύφασμα 500gr/m²
2. Μεμβράνη PVC 2.5mm
3. Γεωύφασμα 500gr/m²
4. Άοπλο σκυρόδεμα προστασίας

Αρχικά τοποθετήθηκε το γεωύφασμα για την προστασία της μεμβράνης. Η τοποθέτηση του έγινε με απλή εναπόθεση και επικάλυψη του ενός με του άλλου φύλλου κατά 10cm τουλάχιστον.

Μετά την τοποθέτηση του γεωυφάσματος ακολούθησε η τοποθέτηση της μεμβράνης PVC η οποία εναποτέθηκε πάνω στο γεωύφασμα. Τα φύλλα μεμβράνης θερμοσυγκολλήθηκαν μεταξύ τους με αυτόματο μηχάνημα διπλής ραφής που δημιουργήσε ενδιάμεσο κανάλι αέρος για τον έλεγχο των ραφών. Η επικάλυψη των φύλλων είναι 10-15cm. Όπου δεν μπόρεσε να χρησιμοποιηθεί το αυτόματο μηχάνημα, χρησιμοποιήθηκε συσκευή θερμού αέρα (leister) χειρός. Γενικά η χρήση του leister χειρός ήταν περιορισμένη και μόνο όπου δεν υπήρχε δυνατότητα χρήσης του αυτόματου.

Οι επιφάνειες στεγάνωσης (κατακόρυφες και οριζόντιες) χωρίστηκαν σε «διαμερίσματα» μέγιστης επιφάνειας 250m², με την θερμοσυγκόλληση των ταινιών υδατοστεγάνωσης (waterstop) και σύμφωνα με τα σχέδια υδατοστεγάνωσης. Τοποθετήθηκαν και οι σωλήνες έγχυσης στις γωνίες και στο κέντρο του διαμερίσματος (5 τεμάχια σε κάθε διαμέρισμα). Από τους σωλήνες αυτούς μπορεί να πραγματοποιηθεί η εισπίεση υδροδιογκούμενων πολυουρεθανικών ρητινών ή τσιμεντενέματος για στεγανοποίηση πιθανής διαρροής. Η συγκόλλησή τους στη μεμβράνη έγινε σημειακά με το πιστόλι leister χειρός.

Σε κατασκευαστικούς αρμούς, όπως και στις οριογραμμές των διαμερισμάτων τοποθετήθηκαν ταινίες υδατοστεγάνωσης πλάτους 240mm με 4 νευρώσεις, ενώ σε αρμούς διαστολής ή συστολής πλάτους 300mm με 6 νευρώσεις.

Με την ολοκλήρωση της τοποθέτησης της μεμβράνης στο οριζόντιο τμήμα της στεγανολεκάνης η μεμβράνη προστατεύθηκε με την τοποθέτηση γεωυφάσματος 500 gr/m². Πάνω από το γεωύφασμα τοποθετήθηκε το άοπλο σκυρόδεμα προστασίας. Οι περιοχές όπου υπήρχαν ταινίες υδατοστεγάνωσης (waterstop) έμειναν ελεύθερες, καθώς γέμισαν αργότερα με το σκυρόδεμα του δαπέδου μόνιμης επένδυσης, ώστε να επιτευχθεί ολοκληρωτική πλήρωση και σύνδεση μεταξύ του σκυροδέματος και της ταινίας. Τέλος διαμορφώθηκαν οι απαραίτητες αναμονές στο σύστημα υδατοστεγάνωσης για να συνδεθεί με το σύστημα στεγάνωσης των κατακόρυφων επιφανειών.



Εικόνα 4.60. Υδατοστεγάνωση δαπέδου και άοπλο σκυρόδεμα.

4.3.9.1.2 Τοποθέτηση του συστήματος υδατοστεγάνωσης στα κατακόρυφα στοιχεία

Οι στρώσεις του συστήματος υδατοστεγάνωσης πάνω στην επιφάνεια Εκτοξευόμενου Σκυροδέματος είναι οι εξής:

1. Γεωύφασμα 500gr/m^2
2. Μembrάνη PVC 2.5mm
3. Τοιχίο Σκυροδέματος

Ανάλογα με το ύψος του τοιχίου η τοποθέτηση έγινε τμηματικά κατά στάδια καθ' ύψος(αφήνοντας τις απαραίτητες αναμονές, ώστε να συνδεθεί κάθε φάση στεγάνωσης με το επόμενο στάδιο) ή σε μία φάση από την στέψη μέχρι των πυθμένα.

Αρχικά τοποθετήθηκε το γεωύφασμα από το υψηλότερο επίπεδο προς το χαμηλότερο με επικάλυψη του ενός φύλλου με το άλλο κατά 10cm τουλάχιστον.

Η στερέωση του γεωυφάσματος έγινε μηχανικά με εκτοξευόμενα ατσάλινα καρφιά τα οποία φέρουν στο πάνω μέρος ειδικές ροδέλες από PVC και τοποθετήθηκαν σε συχνότητα περίπου 1 τεμ/μ².

Τα φύλλα της μεμβράνης αναρτήθηκαν κατά τον ίδιο τρόπο (Εικόνα 4.61). Η συγκόλληση της μεμβράνης έγινε σημειακά πάνω στις ροδέλες στήριξης του γεωυφάσματος και επετεύχθη η στερέωσή της χωρίς την διάνοιξη οπών.

Τα φύλλα μεμβράνης θερμοσυγκολλήθηκαν μεταξύ τους με αυτόματο μηχάνημα διπλής ραφής.

Όπου απαιτήθηκε για λόγους προσωρινής προστασίας της μεμβράνης κατά την διάρκεια της κατασκευής π.χ παρατεταμένη έκθεση αναμονών σε ηλιακή ακτινοβολία δηλαδή χρονικό διάστημα παραπάνω του ενός μηνός) τοποθετήθηκε κατάλληλο προστατευτικό φύλλο κάλυψης χωρίς να ενσωματωθεί στην μόνιμη επένδυση.

Οι επιφάνειες στεγάνωσης (κατακόρυφες και οριζόντιες) χωρίστηκαν σε «διαμερίσματα» μέγιστης επιφάνειας 250μ², με την θερμοσυγκόλληση των ταινιών υδατοστεγάνωσης (waterstop). Τοποθετήθηκαν στη συνέχεια σωλήνες έγχυσης στις γωνίες και στο κέντρο του διαμερίσματος (5 τεμάχια σε κάθε διαμέρισμα). Από τους σωλήνες έγχυσης μπορεί να γίνει η εισπίεση υδροδιογκούμενων πολυουρεθανικών ρητινών ή τσιμεντενέματος για στεγανοποίηση πιθανής διαρροής. Η συγκόλληση τους στη μεμβράνη έγινε σημειακά' με το πιστόλι leister χειρός.

Η τελική στερέωση της μεμβράνης στον τοίχο αντιστήριξης (μόνιμης επένδυσης) έγινε με ειδική λάμα.



Εικόνα 4.61. Τοποθέτηση μεμβρανών υδατοστεγάνωσης στα τοιχία του ορύγματος.

4.3.9.1.3 Έλεγχος ραφών

Οι διπλές ραφές της μεμβράνης ελέγχθηκαν για την καταλληλότητά τους με τη μέθοδο της πίεσης με αέρα. Κατόπιν εισήχθη προσεκτικά μία βελόνα δοκιμής στο κανάλι αέρα (ραφή), το οποίο είναι κλειστό και από τις δύο μεριές. Κατά τη διάρκεια του test η βελόνα έπρεπε να μετακινηθεί. Εφαρμόστηκε πίεση ίση με 2 bars για το χρονικό διάστημα των 10 λεπτών. Μετά το πέρας των 10 λεπτών η πίεση δεν έπρεπε να έχει μειωθεί περισσότερο από 20% (το ποσοστό αυτό είναι αποδεκτό λόγω της ελαστικότητας της μεμβράνης). Μετά την επιτυχή δοκιμή ένα κομμάτι μεμβράνης PVC συγκολλήθηκε πάνω από την τρύπα που δημιούργησε η βελόνα.

Οι ραφές οι οποίες έγιναν με το πιστόλι χειρός (leister) ελέγχθηκαν ως εξής : μία ατσάλινη βαλβίδα (συνδεδεμένη με κομπρεσέρ) διαμέτρου 3-4mm εισήχθη στη ραφή κάτω από πίεση 5 bars. Τυχόν διαρροές εντοπίστηκαν άμεσα λόγω της δημιουργίας φουσαλίδων αέρα από την εφαρμοζόμενη πίεση αέρα.

4.3.9.1.4 Ειδικές Περιπτώσεις Τοποθέτησης - Προστασία Μεμβράνης.

Στα σημεία όπου η συνέχεια της μεμβράνης διακόπτεται από αγωγούς, σωλήνες, κλπ (Εικόνα 4.62), έγινε πλήρης, υδατοστεγάνωση, με τη χρήση ενώσεων με κολάρα, που συμπεριλάμβαναν παρεμβύσματα.

Όπου απαιτήθηκαν εγκιβωτισμένα εξαρτήματα στερέωσης (π.χ. χημικά ανκύρια) ή οπές για τέτοια εξαρτήματα, τοποθετήθηκαν προσωρινές θολωτές τάπες που επέτρεψαν τη στερέωση διαμέσου της υδατοστεγάνωσης. Η μεμβράνη κόπηκε με κατάλληλο κόφτη και ουδέποτε έγινε διάτρηση της μεμβράνης. Όπου απαιτήθηκε η διάτρηση οπών για την τοποθέτηση εξαρτημάτων στερέωσης, η μεμβράνη κοβόταν πρώτα, σύμφωνα με τα ανωτέρω. Όλα τα εξαρτήματα στερέωσης σφραγίστηκαν με εγκεκριμένο σφραγιστικό.

Με σκοπό την μείωση πιθανότητας τραυματισμού της επένδυσης απαγορεύθηκε η πρόσβαση σε μη εξουσιοδοτημένο προσωπικό κατά την διάρκεια και μετά την τοποθέτηση της. Η πρόσβαση σε οριζόντιες επιφάνειες επενδυμένες με μεμβράνη έγινε με προσοχή με χρήση κατάλληλων υποδημάτων. Για την προστασία της μεμβράνης από τραυματισμούς κατά την τοποθέτηση του σιδηρού οπλισμού, λήφθηκαν προφυλάξεις ώστε να μην προκληθεί βλάβη στην μεμβράνη.



Εικόνα 4.62. Διακοπή της μεμβράνης από σωλήνα

4.3.9.1.5 Εξοπλισμός

Ο απαιτούμενος, εξοπλισμός για την υδατοστεγάνωση περιλαμβάνει:

- Οικοδομικό ή τηλεσκοπικό γερανό
- Ηλεκτροπαραγωγό Ζεύγος
- Αυτόματο μηχάνημα θερμοσυγκόλλησης
- Χειροκίνητο μηχάνημα θερμοσυγκόλλησης
- Μεταλλικά ικριώματα
- Πιεσόμετρα και πλήρη εξοπλισμό για τα airtaats

4.3.9.1.6 Υλικά

Για την υδατοστεγάνωση χρησιμοποιήθηκαν υλικά τα οποία ήταν συμβατά μεταξύ τους, όπως και με τα παρακείμενα υλικά. Το σύστημα υδατοστεγάνωσης ήταν κατάλληλο για το έργο και τις τοπικές συνθήκες του εδάφους.

Τα ρολά της μεμβράνης και του γεωφάσματος παρέμειναν αποθηκευμένα σε οριζόντια θέση και όχι εκτεθειμένα σε καιρικές μεταβολές.

Μεμβράνη υδατοστεγάνωσης

Χρησιμοποιήθηκε μεμβράνη PVC πάχους 2,5mm

Γεωφάσμα

Το γεωφάσμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν βάρους 500gr/m² προτάθηκε από τον προμηθευτή της μεμβράνης

Εξαρτήματα στερέωσης

Οι ροδέλες για τη στερέωση της μεμβράνης και οι σωλήνες έγχυσης ήταν από PVC, υλικό συμβατό με την μεμβράνη.

Υδατοφραγμοί

Οι ταινίες υδατοστεγάνωσης για αρμούς κατασκευαστικούς, συστολοδιαστολής, διαμερισματοποίησης ήταν κατασκευασμένες από PVC υλικό συμβατό με την μεμβράνη.

Για τους κατασκευαστικούς αρμούς χρησιμοποιήθηκαν ταινίες υδατοστεγάνωσης πλάτους 240mm με 4 νευρώσεις. Στους αρμούς συστολής χρησιμοποιήθηκαν ταινίες πλάτους 300mm με 6 νευρώσεις. Για τη διαμερισματοποίηση χρησιμοποιήθηκαν ταινίες υδατοστεγάνωσης πλάτους 240mm με 4 νευρώσεις.

4.4 Ειδικά προβλήματα

4.4.1 Έλεγχος για την αποφυγή αστοχιών

Ο σημαντικότερος παράγοντας που έπρεπε να ελεγχθεί κατά τη διάρκεια της προσωρινής αντιστήριξης και πριν τη διακοπή της λειτουργίας του μετρό ήταν αυτός της πιθανής ανύψωσης της σήραγγας λόγω άνωσης. Η όποια αστοχία θα προκαλούσε ανύψωση των τροχιών έχοντας ως συνέπεια την εκτροχίαση των συρμών.

4.4.1.1 Άνωση υφιστάμενης σήραγγας κατά τη διάρκεια της προσωρινής εκσκαφής και αντιστήριξης

Ο σημαντικότερος παράγοντας που έπρεπε να ελεγχθεί κατά τη διάρκεια της προσωρινής αντιστήριξης και πριν τη διακοπή της λειτουργίας του μετρό ήταν αυτός της πιθανής ανύψωσης της σήραγγας λόγω άνωσης. Η όποια αστοχία θα προκαλούσε ανύψωση των τροχιών έχοντας ως συνέπεια την εκτροχίαση των συρμών. Για την αποφυγή της ανύψωσης (πάνω από το επιτρεπτό όριο) επιλέχθηκε η κατασκευή πρίσματος άνωθεν της σήραγγας με την εκσκαφή και αντιστήριξη δεξιά και αριστερά από αυτήν. Κατά τις εργασίες εκσκαφών και προσωρινών αντιστηρίξεων του Σταθμού πριν από τη διακοπή λειτουργίας της γραμμής 3 ορίστηκε ως μέγιστη απόλυτη μετακίνηση της σήραγγας $\max \delta = 20$ mm.

Για το λόγο αυτό τοποθετήθηκαν τόσο στο επίπεδο της τροχιάς όσο και στην κλείδα της σήραγγας ειδικά μηχανήματα που μετρούσαν τις όποιες μετακινήσεις. Σύμφωνα με αυτά οι αποκλίσεις που παρατηρήθηκαν στις φάσεις εκσκαφής έχουν ως εξής:

Στη 1 φάση εκσκαφής στο υψόμετρο +192,7m στο επίπεδο της τροχιάς είχαμε απόκλιση 5,72mm ενώ σε αυτό της κλείδας είχαμε 7,27mm.

Στη 2 φάση εκσκαφής στο υψόμετρο +188,6m στο επίπεδο της τροχιάς η απόκλιση έφτασε στα 12,53mm ενώ σε αυτό της κλείδας στα 15,6mm.

Στη 3 φάση εκσκαφής και στα υψόμετρα +185,6m δεξιά και +183,5m αριστερά στο επίπεδο της τροχιάς η απόκλιση έφτασε στα 16,7mm ενώ σε αυτό της κλείδας στα 18,7mm.

Στη 4 φάση εκσκαφής, στα υψόμετρα +183,5m δεξιά και +182,2m αριστερά στο επίπεδο της τροχιάς η απόκλιση έφτασε στα 17,4mm ενώ σε αυτό της κλείδας στα 19mm.

Τέλος στη 5 φάση (τελευταία πριν της διακοπής της λειτουργίας της γραμμής 3 του μετρό) στο υψόμετρο +178,8m η απόκλιση στο επίπεδο της τροχιάς έφτασε στα 19,3mm ενώ σε αυτό της κλείδας της σήραγγας έφτασε στα 19,8mm

Η μέγιστη ανύψωση στο επίπεδο της τροχιάς ήταν τα 19,3mm ενώ στη κλείδα της σήραγγας 19,8mm. Αναπτύχθηκε δε μετά την εκσκαφή του τελευταίου εδαφικού τμήματος και την ολοκλήρωση της στερεοποίησης. Η τιμή αυτή ήταν ελαφρά μικρότερη από αυτή της μέγιστης επιτρεπόμενης. Επομένως γίνεται εύκολα αντιληπτό ο σημαντικός ρόλος της δημιουργίας του πρίσματος επάνω από την υφιστάμενη σήραγγα αφού αυτό υποδαύλιζε της δυνάμεις της ανώσεως. Επιπλέον για την ευστάθεια του πρίσματος κρίθηκε απαραίτητο η επένδυση αυτού με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα και δομικό πλέγμα καθώς επίσης και η διάτρηση αγκυρίων και αποστραγγιστικών οπών. Λόγω της οριακής αυτής κατάστασης κάτι τέτοιο κρίθηκε αναγκαίο κατά τη διάρκεια των εργασιών αν και στα αρχικά σχέδια δε προβλεπόταν.

4.4.2 Αποκατάσταση αστοχίας στο θόλο της νότιας εισόδου του σταθμού Αγία Παρασκευή

Στη περιοχή της συνδετήριου μικρής σήραγγας της Νότιας Εισόδου που έχει πρόσβαση στον κεντρικό χώρο του Σταθμού (επίπεδο έκδοσης εισητηρίων) εμφανίστηκε στο θόλο της σήραγγας και ακριβώς στον άξονα της διατομής μία φωλιά όταν αφαιρέθηκε ο μεταλλότυπος

Οι φωλιές είναι τοπικά φαινόμενα διακοπής της συνέχειας σκυροδέματος που παρουσιάζονται κατά τη διάρκεια της σκυροδέτησης. Οι λόγοι για τους οποίους παρουσιάζονται κενά σε μορφή εσοχών ή θυλάκων είναι είτε δυσκολία πλήρωσης των κενών στη μάζα εξαιτίας του πυκνού σιδηροπλισμού που υπάρχει στο δομικό στοιχείο ή λόγω ελλιπούς δόνησης. Σε περιπτώσεις αστοχιών σε επιφάνειες από οπλισμένο σκυρόδεμα, ανάλογα με το είδος και την σοβαρότητα της αστοχίας επιλέγεται και η ενδεδειγμένη κατά περίπτωση επισκευή για την πλήρη αποκατάσταση της επιφάνειας αλλά και της αντοχής του στοιχείου.

Η μέθοδος που επιλέχθηκε (ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ, 2007 δ) έγινε με κριτήρια της σοβαρότητας του προβλήματος καθώς και της δυσκολίας πρόσβασης στο εσωτερικό της οπής λόγω ύπαρξης του σιδηροπλισμού. Τα υλικά επισκευής είναι της SIKA το MONOTOP 622 για το σκυρόδεμα και το SIKA TOP ARMATEC 110 EPOCEM για την αντιδιαβρωτική προστασία του σιδηροπλισμού.

Πριν από την αποκατάσταση καθαρίστηκε προσεκτικά η περιοχή, απομακρύνθηκαν τα σαθρά τμήματα και καθαρίστηκαν επίσης οι επιφάνειες των διατομών του σιδηροπλισμού που είναι εμφανείς. Η εφαρμογή της αντιδιαβρωτικής προστασίας έγινε με πινέλο.

Αφού ολοκληρώθηκε η πρώτη φάση που αφορά τον σιδηροπλισμό, άρχισε η αποκατάσταση της οπής η οποία ήταν έτοιμη να δεχτεί το επισκευαστικό κονίαμα. Έτσι μετά τη διαβραχή της επιφάνειας, έγινε η πλήρωση του κενού με την μέθοδο της εκτόξευσης (π.χ Pultzmeister) σε αλληπάλληλες στρώσεις πάχους έως 20mm έκαστη μέχρι την εξωτερική τελική επιφάνεια .

Συνεπώς με τη διαδικασία αυτή αποκαταστάθηκε η αστοχία στο θόλο της Νοτίας εισόδου που θα μπορούσε να προκαλέσει, εξαιτίας του μεγάλου μεγέθους της και

της εμφάνισης του σιδηροπλισμού, διάβρωση του σιδηροπλισμού λόγω οξείδωσης αφού αυτός ήρθε σε επαφή με τον αέρα. Επιπλέον ένα άλλο πρόβλημα που δημιουργούσε η παρουσία της φωλιάς ήταν αυτό της εμφανής ασυνέχειας του μπετόν με αποτέλεσμα να επηρεάζεται η καλαισθησία αυτού.

5 ΜΟΝΙΜΗ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗ -ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

5.1 Γενικά

Αντικείμενο αυτού του κεφαλαίου είναι η παρουσίαση του είδους της μόνιμης αντιστήριξης και της διαδικασίας κατασκευής του σταθμού της Αγίας Παρασκευής. Πρόκειται για υπόγειο Σταθμό που έχει τέσσερα (4) επίπεδα (ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ, 2007 ε). Συγκεκριμένα, **το επίπεδο -1** όπου υπάρχει ένας όροφος γενικής χρήσης, **το επίπεδο κεντρικού χώρου σταθμού (-2)** όπου βρίσκονται τα εκδοτήρια εισιτηρίων και οι κύριες ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις, **το επίπεδο των αποβαθρών (-3)**, και τέλος **το επίπεδο των σιδηροτροχιών των τραινών (-4)**. Οι προσβάσεις προς το σταθμό γίνονται από δύο υπόγειες κατασκευές στατικώς ανεξάρτητες με το κύριο σώμα του Σταθμού. Η δυτική πρόσβαση παρέχει εισόδους στο επίπεδο -1 καθώς και στο επίπεδο των εκδοτηρίων. Η νότια πρόσβαση διασχίζει υπογείως την οδό Αγ. Παρασκευής και επικοινωνεί με το επίπεδο -1 του σταθμού.

5.2 Οριακή κατάσταση ισορροπίας έναντι ανώσεως στη μόνιμη κατασκευή

Ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που πρέπει να εξεταστούν για την αποφυγή αστοχιών (στη μόνιμη κατασκευή) είναι αυτός της άνωσης. Σε περίπτωση που παρατηρηθεί ότι η δύναμη της άνωσης είναι μεγαλύτερα από αυτή των μόνιμων φορτίων τότε το σύνολο του έργου μπορεί να οδηγηθεί σε αστοχία.

Για αυτό το λόγο εξετάστηκε (ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ, 2008 α) η συνθήκη ισορροπίας των δυνάμεων ανώσεως και βαρύτητας από μόνιμα φορτία, οι οποίες εφαρμόστηκαν σε εγκάρσια κατακόρυφη λωρίδα του σταθμού πλάτους 1.00m. Τα φορτία βαρύτητας που αντιδρούν στην άνωση είναι: (α) το ίδιο βάρος της κατασκευής, (β) τα πρόσθετα μόνιμα και (γ) η επίκωση, Παραλείφθηκε ως προφανώς ευμενής η επιρροή των φορτίων των μικρών ορθογωνικών προεξοχών της κάτοψης με μεγάλα φορτία βαρύτητας τοιχωμάτων έναντι μικρών σχετικά πρόσθετων δυνάμεων άνωσης.

Ο έλεγχος έγινε για την τελική κατάσταση της μόνιμης κατασκευής του σταθμού. Ενώ κατά τη διάρκεια της κατασκευής η στάθμη του υπόγειου υδάτινου ορίζοντα υποβιβαζόταν με κατάλληλη άντληση.

Σύμφωνα με τις προδιαγραφές των έργων πολιτικού μηχανικού ορίζεται ως ελάχιστες τιμές για τους συντελεστές ασφαλείας των δυνάμεων:

$$\text{Δυνάμεις Βαρύτητας: } \gamma_f = 0.95$$

$$\text{Δυνάμεις Ανώσεως: } \gamma_\alpha = 1.07$$

Δυνάμεις Ανώσεως:

Βάθος επιφάνειας έδρασης: 23.60m

Ελάχιστο βάθος υδροφόρου ορίζοντα: 9.75m

Πλάτος πλάκας θεμελίωσης: 27.20m

Δύναμη άνωσης: $A = 27.20 \cdot (23.60 - 9.75) \cdot 10.00 = 3767.20 \text{ kN} / m$

Δυνάμεις Βαρύτητας:

Ειδικό βάρος οπλισμένου σκυροδέματος: $25.00 \text{ kN} / m$

Ειδικό βάρος άοπλου σκυροδέματος: $23.00 \text{ kN} / m$

Ειδικό βάρος επικαλύψεων: $24.00 \text{ kN} / m$

Ειδικό βάρος επιχώσεων: $20.00 \text{ kN} / m$

Ίδιο βάρος ψευδορόφων: $1.00 \text{ kN} / m^2$

Μόνιμα φορτία:

α. Οπλισμένο σκυρόδεμα

Πλάκα πυθμένα: $25.20 \cdot 2.00 = 50.40 \text{ m}^3 / m$

Τοιχώματα αποβάθρων: $6 \cdot 0.30 \cdot 1.75 = 3.15 \text{ m}^3 / m$

Πλάκες αποβάθρων: $2 \cdot 9.40 \cdot 0.25 = 4.20 \text{ m}^3 / m$

Πλάκες επίπεδων -1,-2: $25.20 \cdot 2.00 \cdot 0.30 = 15.12 \text{ m}^3 / m$

Πλάκα οροφής: $25.20 \cdot 0.50 = 12.60 \text{ m}^3 / m$

Δοκοί πλαισίων: $\frac{1}{0.875} \cdot 3 \cdot 25.20 \cdot 1.00 \cdot 0.70 = 6.40 \text{ m}^3 / m$

Υποστυλώματα: $\frac{1}{0.875} \cdot 6 \cdot 5.00 \cdot (1.00)^2 = 4.06 \text{ m}^3 / m$

Περιμετρικά τοιχώματα: $2 \cdot 22.50 \cdot 1.00 = 45.00 \text{ m}^3 / m$

Σύνολο: $140.93 \text{ m}^3 / m$

$$G_1 = 140.93 \cdot 25.00 = 3523.25 \text{ kN} / m$$

β. Άοπλο σκυρόδεμα

$$\text{Προστατευτικές στρώσεις στεγάνωσης: } 2 \cdot 27.20 \cdot 0.10 = 5.44 \text{ m}^3 / m$$

$$\text{Κλίνη τροχιών: } 8.00 \cdot 0.90 = 7.20 \text{ m}^3 / m$$

$$\text{Σύνολο: } 12.64 \text{ m}^3 / m$$

$$G_2 = 12.64 \cdot 23.00 = 290.72 \text{ kN} / m$$

γ. Επικαλύψεις-επιχώσεις

$$\text{Επικάλυψη αποβάθρων: } 2 \cdot 9.40 \cdot 0.10 \cdot 24.00 = 45.12 \text{ kN} / m$$

$$\text{Επικάλυψη δάπεδων: } 2 \cdot 25.20 \cdot 0.15 \cdot 24.00 = 181.44 \text{ kN} / m$$

$$\text{Επικάλυψη τοιχωμάτων: } 2 \cdot 19.00 \cdot 0.05 \cdot 24.00 = 45.60 \text{ kN} / m$$

$$\text{Ψευδοροφές: } 3 \cdot 25.20 \cdot 1.00 = 75.60 \text{ kN} / m$$

$$\text{Επίχωση: } 27.20 \cdot 0.90 \cdot 20.00 = 489.60 \text{ kN} / m$$

$$G_3 = 837.36 \text{ kN} / m$$

$$\text{Συνολικά φορτία βαρύτητας: } G = G_1 + G_2 + G_3 = 4651.33 \text{ kN} / m$$

Συντελεστές Ασφάλειας:

$$\text{Ανώσεως: } \gamma_\alpha = \frac{0.95G}{A} = \frac{0.95 \cdot 4651.33}{3767.20} = 1.173 > 1.07$$

$$\text{Ολικός: } \gamma = \frac{1.173}{0.95} = 1.235$$

Επομένως διαπιστώνεται ότι τα συνολικά φορτία βαρύτητας είναι 4651,33 kN/m, ενώ αυτά της άνωσης 3767,20 kN/m. Άρα η κατασκευή δεν κινδυνεύει να οδηγηθεί σε αστοχία. Σε αυτό το συμπέρασμα μας οδηγούν οι συντελεστές ασφαλείας τόσο της ανώσεως 1,173 όσο και ο ολικός 1,235 που είναι μεγαλύτεροι από τις ελάχιστε τιμές που καθορίζουν οι προδιαγραφές του έργου.

5.3 Φάσεις κατασκευής

5.3.1 Μόνιμη Επένδυση Κυρίως Σταθμού

Η μόνιμη κατασκευή του σταθμού πραγματοποιήθηκε στις ακόλουθες φάσεις (ΑΕΓΕΚ-IMPREGILO-ALSTOM transport, 2008) :

1. Σκυροδέτηση πλάκας πυθμένα με αναμονές οπλισμού για τα τοιχώματα και τα υποστυλώματα (Εικόνα 5.1).



Εικόνα 5.1. Σκυροδέτηση πλάκας πυθμένα

2. Σκυροδέτηση τοιχίων και πλακών αποβάθρων (Εικόνα 5.2) με εγκατάσταση σωλήνων διέλευσης καλωδίων καθώς και τοποθέτηση σκυροδέματος πλήρωσης του πυθμένα της σήραγγας.



Εικόνα 5.2. Σκυροδέτηση τοιχίων και πλακών αποβάθρων στο επίπεδο των αποβάθρων.

3. Σκυροδέτηση τοιχείων και υποστυλωμάτων έως το κάτω όριο της πλάκας έκδοσης εισιτηρίων, με χρήση μεταλλότυπου (Εικόνα 5.3).



Εικόνα 5.3. Σκυροδέτηση τοιχίων έως το κάτω όριο της πλάκας έκδοσης εισιτηρίων.

4. Τμηματική κατασκευή πλάκας και δοκών του επιπέδου έκδοσης εισιτηρίων, με επί τόπου σκυροδέτηση και χρήση συμβατικού ξυλοτύπου (Εικόνα 5.4, Εικόνα 5.5).



Εικόνα 5.4. Κατασκευή πλάκας του επιπέδου έκδοσης εισιτηρίων.



Εικόνα 5.5. Κατασκευή πλάκας έκδοσης εισιτηρίων Β' τμήμα.

5. Επανεγκατάσταση κλίνης τροχιάς και τροχιών που πραγματοποιήθηκε τμηματικά. Αρχικά της 1^{ης} σιδηροτροχιάς (Εικόνα 5.6, Εικόνα 5.7) και αφετέρου της 2^{ης} (Εικόνα 5.8).



Εικόνα 5.6. Επανεγκατάσταση 1^{ης} σιδηροτροχιάς.



Εικόνα 5.7. Εργασίες εγκατάστασης 1^{ης} σιδηροτροχιάς.



Εικόνα 5.8. Επανεγκατάσταση και των δύο σιδηροτροχιών.

6. Σκυροδέτηση τοιχείων και υποστυλωμάτων έως το κάτω όριο της πλάκας του μηχανολογικού ορόφου (-1) (Εικόνα 5.9, Εικόνα 5.10), Η/Μ εγκαταστάσεις και τοποθέτηση γρανιτών και ψευδοροφών, σε τμήμα των αποβαθρών.



Εικόνα 5.9. Σκυροδέτηση τοιχείων και υποστυλωμάτων ορόφου (-2).



Εικόνα 5.10. Ολοκλήρωση της σκυροδέτησης των τοιχίων και υποστυλωμάτων στον όροφο (-2).

7. Σκυροδέτηση πλάκας και δοκών του επιπέδου μηχανολογικού ορόφου(-1) (Εικόνα 5.11). Ακόμα Πραγματοποιήθηκαν δοκιμές Η/Μ Συστημάτων και τοποθέτηση διαχωριστικών πανέλων (Εικόνα 5.12) και στις δυο αποβάθρες. Τα πανέλα αυτά στόχο έχουν την απομόνωση μιας λωρίδας πλάτους 3 μέτρων από τις αποβάθρες προς τις τροχιές και για όλο το μήκος του σταθμού, καθώς πρόκειται να επαναλειτουργήσει η γραμμή του μετρό. Η πρόσβαση αλλά και κάθε εργασία στο απομονωμένο τμήμα απαγορεύτηκε σε όλους για λόγους ασφαλείας. Οι εργασίες που ήταν απαραίτητο να πραγματοποιηθούν στο συγκεκριμένο τμήμα, απαιτούσαν ειδική άδεια και γίνονταν μόνο κατά τις βραδινές ώρες διακοπής λειτουργίας του μετρό.



Εικόνα 5.11. Σκυροδέτηση πλάκας δαπέδου του ορόφου (-1).



Εικόνα 5.12. Τοποθετημένα διαχωριστικά πανέλα.

8. Επαναλειτουργία της γραμμής του μετρό.

9. Σκυροδέτηση τοιχείων και υποστηλωμάτων έως το κάτω όριο της πλάκας οροφής (Εικόνα 5.13) δηλαδή μεταξύ των επιπέδων -1 και 0. Υπολειπόμενες εργασίες στο επίπεδο -2.



Εικόνα 5.13. Σκυροδέτηση τοιχείων και υποστηλωμάτων του ορόφου (-1).

10. Σκυροδέτηση δοκών και πλάκας οροφής σταθμού (Εικόνα 5.14).



Εικόνα 5.14. Σκυροδέτηση πλάκας οροφής.

11. Στεγάνωση πλάκας οροφής(Εικόνα 5.15),



Εικόνα 5.15. Στεγάνωση πλάκας οροφής.

12. Σκυροδέτηση τμημάτων που είχαν παραληφθεί όπως σκάλες (Εικόνα 5.16), κυλούμενες σκάλες, πατάρι Η/Μ ορόφου, πλάκα ΔΕΗ.



Εικόνα 5.16. Σκυροδέτηση σκάλων που είχαν παραληφθεί.

13. Κατασκευή μεταλλικού στεγάστρου εισόδου και τοποθέτηση μεταλλικών εσχάρων στα ανοίγματα οροφής.

14. Εργασίες αρχιτεκτονικών τελειωμάτων στο σύνολο του σταθμού.

5.3.2 Μόνιμη Επένδυση Σήραγγας Νότιας Εισόδου

Η μόνιμη επένδυση της σήραγγας κατασκευάστηκε στις ακόλουθες φάσεις (ΑΕΓΕΚ-IMPREGILO-ALSTOM transport,2008):

1. Τοποθέτηση στεγανωτικής μεμβράνης στον πυθμένα, τα τοιχώματα και την οροφή.
2. Σκυροδέτηση του πυθμένα αφού είχε γίνει εγκατάσταση σωλήνων διέλευσης καλωδίων και αποχέτευσης.
3. Σκυροδέτηση υπόλοιπης διατομής της σήραγγας με χρήση μεταλλότυπου.
4. Εργασίες τελειωμάτων της σήραγγας.

5.4 Κατασκευή Μόνιμου φορέα Σταθμού

Ο φέρων οργανισμός της κατασκευής αποτελείται από πλάκα θεμελίωσης πάχους 2.00 m, πλάκα πλατφόρμας πάχους 0.20 m η οποία στηρίζεται σε τοιχία, πλάκα επιπέδου έκδοσης εισιτηρίων πάχους 0.90 m, της οποίας τμήμα, στην περιοχή της δυτικής εισόδου του σταθμού, εδράζεται στο έδαφος πλάκα επιπέδου -1 πάχους 1.00 m, πλάκα οροφής πάχους 1.00 m, περιμετρικά τοιχώματα πάχους 1.20 m και υποστυλώματα.

Ολόκληρος ο φορέας του Σταθμού είναι πλήρως υδατοστεγανωμένος (περιλαμβανομένων των Εισόδων) με κατάλληλο σύστημα υδατοστεγάνωσης όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο.

Στη μελέτη έγινε πρόβλεψη για την πλάκα οροφής του Σταθμού να χρησιμοποιηθεί είτε για γενική χρήση (πλατεία) είτε για την έδραση της (επιφανειακής) Λεωφόρου Πεντέλης όταν αυτή διέλθει από την περιοχή αυτή.

Ο φέρων οργανισμός του Σταθμού είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα και αποτελείται από περιμετρικό τοίχωμα, δύο σειρές υποστυλωμάτων επί των οποίων εδράζονται δοκοί, πλάκες οροφής και ενδιάμεσων σταθμών καθώς και

θεμελίωση με συμπαγή πλάκα επί εδάφους. Η στάθμη αποβάθρων αποτελείται από πλάκες και τοιχώματα που διαμορφώνουν κανάλια.

Λόγω της πιθανότητας να εμφανισθεί διαφορική καθίζηση του μονίμου φορέως του σταθμού σε σχέση με τις γειτνιάζουσες υπάρχουσες κατασκευές του Μετρό (σήραγγα και Φρέαρ Αγ. Παρασκευής), διαμορφώθηκαν ειδικού τύπου αρμοί μετακίνησης (movement joints), οι οποίοι έχουν την ικανότητα να απορροφούν τις προβλεπόμενες μετακινήσεις.

Στο σχεδιασμό του σταθμού είχε ληφθεί υπόψη η διέλευση της λεωφόρου Πεντέλης είτε υπόγεια είτε επίγεια. Το πρώτο επίπεδο του σταθμού δηλαδή έχει κρατηθεί κενό για να περιλάβει την ελεύθερη λεωφόρο, σε περίπτωση που αυτή υποβιβαστεί. Σε κάθε περίπτωση οι είσοδοι και τα φρέατα του σταθμού έχουν τοποθετηθεί έξω από τα όρια του μελλοντικού δρόμου.

Η σύνδεση του Σταθμού με το υπάρχον Φρέαρ Αγ. Παρασκευής πραγματοποιήθηκε αφενός στο επίπεδο των αποβαθρών και αφετέρου στα επίπεδα -2 και -3 (Εικόνα 5.17, Εικόνα 5.18) στις θέσεις υπάρχοντων αφαιρουμένων τμημάτων τοίχων που είχαν προβλεφθεί για το σκοπό αυτό στο μετωπικό τοίχο του Φρέατος.



Εικόνα 5.17. Δημιουργία ανοίγματος στο επίπεδο -3 για τη σύνδεση με το υπάρχον φρέαρ με τη μέθοδο της συρματοκοπής στην ανατολική πλευρά.



Εικόνα 5.18. Καθαίρεση σκυροδέματος στο άνοιγμα για τη σύνδεση με το υπάρχον φρέαρ στη δυτική πλευρά.

Αναλυτικότερα τα επί μέρους τμήματα του σταθμού χωρίζονται σε (ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ, 2007 α):

5.4.1 Είσοδοι σταθμού

Ο σταθμός διαθέτει δύο εισόδους με πρόβλεψη και για τρίτη. Οι δύο κύριες εισοδοί είναι τοποθετημένες διαγώνια έτσι, ώστε να εξυπηρετούν και τα δύο ρεύματα της υφιστάμενης οδού Αγίας Παρασκευής καθώς και της μελλοντικής ελεύθερης λεωφόρου Πεντέλης.

Η βορειοδυτική είσοδος φέρει διπλό κλιμακοστάσιο με πλατύσκαλο πρόσβασης στο πρώτο επίπεδο, με δύο κυλιόμενες και μια σταθερή κλίμακα το καθένα, καθώς και ανελκυστήρα για άτομα με ειδικές ανάγκες. Η κατασκευή καλύπτεται από γυάλινο στέγαστρο ασφαλείας με σκελετό ανοξείδωτου χάλυβα.

Η νοτιοανατολική είσοδος χωροθετήθηκε σε απαλλοτριωμένη πρασιά οικοπέδου επί της οδού Αγίας Παρασκευής στο ρεύμα προς Αγία Παρασκευή. Περιλαμβάνει δύο κυλιόμενες κλίμακες (Εικόνα 5.19) για την πρόσβαση ως το επίπεδο έκδοσης

εισιτηρίων μέσω ευθύγραμμου διαδρόμου που διέρχεται κάτω από την παραπάνω οδό και καταλήγει στο κύριο σώμα του σταθμού (Εικόνα 5.20).



Εικόνα 5.19. Κυλιόμενες κλίμακες στη Νότια είσοδο.



Εικόνα 5.20. Σήραγγα που περνάει κάτω από την οδό της αγία Παρασκευής και κατασκευάστηκε με τη μέθοδο της NATM.

Η μελλοντική είσοδος χωροθετήθηκε επίσης επί της οδού Αγίας Παρασκευής στο ρεύμα προς Χαλάνδρι και φτάνει μέχρι το πλατύσκαλο του πρώτου επιπέδου, συνδυαζόμενη μετά, με το δεύτερο σκέλος της νοτιοανατολικής εισόδου και ένα μελλοντικό σκέλος σταθερής κλίμακας.

Η είσοδος αυτή δεν κατασκευάστηκε σε αυτή τη φάση. Προβλέφθηκε όμως το άνοιγμα (knock out panel) στο κουτί του σταθμού, στο επίπεδο -1 για τη μελλοντική της σύνδεση, καθώς και ένα knock out panel στο επίπεδο -2 για τη σύνδεση με το μελλοντικό σκέλος της σταθερής. Ο σταθμός διαθέτει επίσης έξοδο κινδύνου από την αποβάθρα προς Χαλάνδρι, που περνώντας από το επίπεδο έκδοσης εισιτηρίων και το επίπεδο -1, καταλήγει στο επίπεδο οδού με υδατοστεγανή καταπακτή, υδραυλικά ανοιγμένη.

Ο φορέας όλων των κυλιόμενων κλιμάκων έχει κλίση 30 μοιρών ως προς το οριζόντιο επίπεδο και το συνολικό πλάτος τους είναι 1,65m , με πλάτος φρέατος 1,73m.

Τα πλευρικά στηθαία όλων των κυλιόμενων κλιμάκων επενδύθηκαν με φύλλα ανοξείδωτου χάλυβα 316L με κατακόρυφους αρμούς.

Η ψάθα του πρώτου κλιμακοστασίου της δυτικής εισόδου που είναι εμφανής επενδύθηκε με διάτρητα βαμμένα μεταλλικά πανέλλα με ηχομονωτικό υλικό όπως αυτά της παράπλευρης ψευδοροφής.

Σε όλες τις προσβάσεις τηρήθηκαν μέτρα αντιπλημμυρικής προστασίας που περιελάμβαναν και την απορροή των όμβριων από τα στέγαστρα. Επίσης υπάρχουν ράμπες και ειδικές λωρίδες για άτομα με ειδικές ανάγκες.

5.4.2 Επίπεδο -1

Ο χώρος του επιπέδου αυτού, με χρήση πολλαπλών λειτουργιών, έχει ανεξάρτητη πρόσβαση μέσω της δυτικής εισόδου του Σταθμού και του ανελκυστήρα ΑΜΕΑ.

Σε ολόκληρο το επίπεδο -1 (Εικόνα 5.21) υπάρχει χώρος για εγκαταστάσεις αερισμού, πυρανίχνευσης, πυρόσβεσης, κλιματισμού, κέντρου τηλεφωνίας και πλήρους φωτισμού. Όλες οι εγκαταστάσεις- παροχές για την πλήρη λειτουργικότητα του χώρου με οποιαδήποτε μελλοντική χρήση, προβλεφθηκαν,

έτσι ώστε να μην διαταραχθεί καθόλου η λειτουργία του σταθμού στη φάση διαμόρφωσης αυτού του χώρου. Για το λόγο αυτό το φρέαρ 3.12 απομονώθηκε με κινητό πανέλλρ που διευκόλυνε την μεταφορά υλικών από το επίπεδο δρόμου κατά τη φάση της κατασκευής.

Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στο χώρο, είναι τσιμεντοκονία με σκληρυντικό για το δάπεδο, ανεπίχριστο σκυρόδεμα με αντικονιακή βαφή για την οροφή, οι δε τοίχοι και οι κολώνες είναι επιχρισμένοι και βαμμένοι.



Εικόνα 5.21. Συνολική άποψη του ορόφου (-1).

5.4.3 Επίπεδο Κεντρικού Χώρου Σταθμού -2

Το επίπεδο έκδοσης εισιτηρίων όπου καταλήγουν οι εισοδοι, περιλαμβάνει τους χώρους εξυπηρέτησης κοινού, τους χώρους προσωπικού, καθώς και τους τεχνικούς χώρους που χρειάζονται και δεν είναι ήδη τοποθετημένοι στο υφιστάμενο φρέαρ Αγίας Παρασκευής. Περιλαμβάνει ακόμα το δυτικό φρέαρ εξαερισμού της σήραγγας. Το κεντρικό τμήμα του ορόφου είναι χώρος διακίνησης και εξυπηρέτησης επιβατών ενώ τα δύο άκρα καταλαμβάνουν τεχνικοί χώροι.

Αναλυτικά στο επίπεδο αυτό περιλαμβάνονται τα εξής:

Στο σημείο που καταλήγουν οι εισοδοι βρίσκονται:

- ο χώρος των αυτόματων εκδοτικών μηχανών εισιτηρίων,
- τα εκδοτήρια των εισιτηρίων (εικόνα 5.22),

- Ο ανελκυστήρας από το επίπεδο δρόμου που βρίσκεται στο χώρο της δυτικής εισόδου. Η όψη του από την πλευρά της εισόδου επενδύεται με υαλοστάσιο ασφαλείας σε όλο της το ύψος και πλάτος,

- ο χώρος παροχής νερού και πυροσβεστικής φωλιάς .

Στην ανατολική πλευρά του ορόφου βρίσκεται σύνολο χώρων με χαμηλότερη οροφή από την τελική οροφή του χώρου. Σε αυτούς τους χώρους περιλαμβάνονται:

- ο χώρος προϊσταμένου σταθμού (Εικόνα 5.23),

- τα αναπαυτήρια προσωπικού ,
- οι χώροι υγιεινής προσωπικού ,
- ο χώρος καθαριστών,
- οι αποθήκες,
- διάδρομος.

Στην ίδια πλευρά βρίσκονται:

- δύο δημόσιες τουαλέτες κατασκευασμένες για άτομα με ειδικές ανάγκες,
- η έξοδος κινδύνου

Ο χώρος διακίνησης κοινού στο κέντρο του σταθμού περιλαμβάνει τη ζώνη ακυρωτικών μηχανημάτων, εκατέρωθεν του ανοίγματος της πλάκας. Από το χώρο αυτό μετά τη ζώνη ακύρωσης ξεκινούν τα τέσσερα (4) κλιμακοστάσια (δύο ανά αποβάθρα, με 1 σταθερή και 1 κυλιόμενη κλίμακα έκαστο) και οι δύο ανελκυστήρες για τα ΑΜΕΑ (ένας ανά αποβάθρα) που συνδέουν τη στάθμη των εισιτηρίων με τις δύο αποβάθρες.

Στο επίπεδο αυτό περιλαμβάνονται επίσης οι εξής τεχνικοί χώροι:

- οι εγκαταστάσεις ψύξεως,
- ο αεραγωγός πρόσληψης αέρος,
- ο αεραγωγός απαγωγής αέρος,
- Το δυτικό φρέαρ αποτόνωσης (εικόνα 5.24),
- δύο εφεδρικοί χώροι.

Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στο χώρους κοινού του επιπέδου, είναι πλάκες κόκκινου και μαύρου γρανίτη για το δάπεδο, βαμμένα διάτρητα μεταλλικά πανέλλα με ηχοαπορροφητικό υλικό για την οροφή, οι κολώνες είναι καλυμμένες με πλάκες γρανίτη χρώματος γκρι ενώ οι τοίχοι είναι είτε καλυμμένοι με γρανίτες είτε αποτελούνται από εμφανές σκυρόδεμα επεξεργασμένο με ελαστότυπο τύπου Reckli και βαφή τύπου Lazur. Η τελική μορφή αυτού του ορόφου παρουσιάζεται στην Εικόνα 5.25.



Εικόνα 5.22. Εκδοτήρια εισιτηρίων



Εικόνα 5.23. Χώρος προϊσταμένου σταθμού



Εικόνα 5.24. Τεχνικός χώρος-φρέαρ αποτώνωσης αέρα



Εικόνα 5.25. Τελική μορφή ορόφου -2

5.4.4 Επίπεδο Αποβάθρων -3

Στο επίπεδο αποβάθρων οδηγούν τα 4 κλιμακοστάσια και οι δύο ανελκυστήρες από το επίπεδο -2. Στις απολήξεις των κλιμακοστασίων υπάρχουν διευρύνσεις στις αποβάθρες.

Επίσης περιλαμβάνονται οι εξής τεχνικοί χώροι:

- 2 φρέατα εξαερισμού και

- ο χώρος του αντλιοστασίου.

Στο δάπεδο των αποβάθρων υπάρχουν ανοίγματα στην πλάκα που οδηγούν στο επίπεδο των σιδηροτροχιών (-4) και κλείνουν με ανθρωποθυρίδες.

Οι αεραγωγοί, τα φωτιστικά σώματα και τα λοιπά δίκτυα στο επίπεδο οροφής των αποβάθρων τοποθετήθηκαν μέσα στις ψευδοροφές.

Σε κάθε αποβάθρα τοποθετήθηκαν:

- 6 σειρές καθισμάτων από 6 καθίσματα με επίπεδα πεδία στήριξης από ανοξείδωτο χάλυβα,
- 2 πίνακες πληροφοριών, με πλαίσιο από ανοξείδωτο χάλυβα 316L αυτοφωτιζόμενοι,
- 6 πινακίδες με το όνομα του σταθμού, από Plexiglass αυτοφωτιζόμενες,
- 2 θύρες ασφαλείας από ανοξείδωτο χάλυβα 316L, για πρόσβαση στις σήραγγες, και
- 2 μονάδες έκτακτης ανάγκης.

Επίσης αναρτώνται 2 ανοξείδωτα ρολόγια, κάμερες και ηχεία.

Στο δάπεδο των αποβάθρων εγκαταστάθηκαν σιφώνια από ανοξείδωτο χάλυβα.

Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στο χώρους κοινού του επιπέδου αποβάθρων, είναι πλάκες γκρι και μαύρου γρανίτη για το δάπεδο, βαμμένα διάτρητα μεταλλικά πανέλλα με ηχοαπορροφητικό υλικό για την οροφή και επιπλέον επάνω από τις σιδηροτροχιές εμφανίζεται σκυρόδεμα επεξεργασμένο με ελαστότυπο τύπου Reckli και βαφή τύπου Lazur. Οι κολώνες είναι καλυμμένες με πλάκες γρανίτη χρώματος κόκκινου και γκρι (Εικόνα 5.26) ενώ οι τοίχοι είναι είτε καλυμμένοι με γρανίτες γκρι και κόκκινου χρώματος είτε αποτελούνται από εμφανές σκυρόδεμα επεξεργασμένο με ελαστότυπο τύπου Reckli και βαφή τύπου Lazur.



Εικόνα 5.26. Επίπεδο αποβαθρών όπου εμφανίζονται οι αποχρώσεις του γρανίτη σε δάπεδο και κολώνες.

5.4.5 Επίπεδο Σιδηροτροχιών (-4)

Στο επίπεδο των σιδηροτροχιών κάτω από κάθε αποβάθρα διαμορφώθηκαν δύο κανάλια πλάτους 2.00 μ. και ύψους 3,00 μ., ένα για τον αερισμό των σιδηροτροχιών και ένα για τη διέλευση των ηλεκτροφόρων καλωδίων σύμφωνα με τις ηλεκτρομηχανολογικές απαιτήσεις, καθώς και ο χώρος φρεατίων αποχετεύσεως. Οι χώροι αυτοί είναι επισκέψιμοι από τις ανθρωποθυρίδες του δαπέδου της αποβάθρας.

5.4.6 Στέγαστρο Δυτικής εισόδου

Η δυτική είσοδος στο επίπεδο της οδού καλύφθηκε με μεταλλικό στέγαστρο, προκειμένου να προστατεύονται οι εισερχόμενοι και οι εξερχόμενοι αλλά και οι μηχανικές κλίμακες (Εικόνα 5.27). Το στέγαστρο αποτελείται από :

α) κάθετα τοιχία από εμφανές, σκυρόδεμα επεξεργασμένα με ελαστότυπο τύπου reckli και βαμμένα με βαφή τύπου λαζούρ. Υπάρχει επίσης σταμπωμένο πάνω στο μπετόν ανάγλυφο σήμα του μετρώ.

β) Επί των κάθετων τοιχίων από σκυρόδεμα στηρίχτηκε σκελετός από ανοξείδωτο χάλυβα. Όλα τα εξαρτήματα στήριξης είναι επίσης από ανοξείδωτο χάλυβα.

γ) Επί του σκελετού ανοξείδωτου χάλυβα τοποθετήθηκαν υαλοπίνακες ασφαλείας triplex 18mm. Οι υαλοπίνακες είναι σημειακής στήριξης με ειδικά εξαρτήματα. Όλα τα μεταλλικά εξαρτήματα είναι από ανοξείδωτο χάλυβα. Η στεγανότητα της κατασκευής είναι απόλυτη και με διάρκεια στο χρόνο.

Η γέφυρα, εισόδου προς τον ανελκυστήρα που έχει εκατέρωθεν τα ανοίγματα στην πλάκα με θεά προς τις σκάλες, φέρει στις κάθετες πλευρές της επί του σκελετού ανοξείδωτου χάλυβα 316L, αντί για υαλοπίνακες, τελάρια από ανοξείδωτο χάλυβα 316L με ανοξείδωτο πλέγμα τύπου GKD στερεωμένο σε αυτά, ώστε να εξασφαλίζεται ο αερισμός του γυάλινου στεγάστρου. Υπάρχει επίσης χειρολισθήρας από ανοξείδωτο χάλυβα 316L στερεωμένος στην κατασκευή.



Εικόνα 5.27. Τελική μορφή στέγαστρου δυτικής εισόδου.

5.5 Διαμόρφωση και αποκατάσταση του περιβάλλοντα χώρου

Ο χώρος που απαλλοτριώθηκε για την κατασκευή του σταθμού διαμορφώθηκε ως χώρος πρασίνου με χρήση καθιστικών (20 ξύλινα παγκάκια) και διαδρόμους περάσματα. Εκεί χωροθετούνται η βορειοδυτική είσοδος με μία σταθερή και δύο κυλιόμενες κλίμακες και τον ανελκυστήρα, δύο φρέατα εξαερισμού του σταθμού, οι απολήξεις των δύο φρεατίων αποτόνωσης (το ανατολικό έχει κατασκευαστεί ήδη) και υδατοστεγανή καταπακτή της εξόδου κινδύνου.

Η άλλη είσοδος χωροθετείται σε πεζοδρόμιο και μέρος πρασιάς στην απέναντι πλευρά της οδού Αγίας Παρασκευής.

Οι κατασκευές που πραγματοποιήθηκαν σε αυτό το χώρο είναι:

Διαμορφώσεις διαδρομών και ανοιχτών χώρων πλατείας (Εικόνα 5.28) με πλάκες πεζοδρομίου (τσιμεντόπλακες) και με κυβολιθοστρώσεις και με οδηγούς τυφλών από τσιμεντόπλακες με ραβδώσεις που συνδέουν τις εισόδους και τον ανελκυστήρα του σταθμού με τις διαδρομές τυφλών που κατασκευάστηκαν επίσης κατά μήκος των πεζοδρομίων.

Διαμορφώσεις με πλάκες γκρι φλογισμένου γρανίτη με οδηγούς τυφλών, μπροστά στις εισόδους του Σταθμού Μετρό κατά τουλάχιστον 7,00m μήκους από το τελευταίο πάτημα του κλιμακοστασίου. Οι πλάκες του γρανίτη είναι ίδιου χρώματος και ποιότητας με αυτόν που τοποθετήθηκαν στο εσωτερικό του σταθμού. Η κατασκευή οδηγών πλάτους 40cm, για άτομα με ειδικές ανάγκες είναι ίδιου τύπου, χρώματος και ποιότητας με τις πλάκες που χρησιμοποιούνται για τις ζώνες ΑΜΕΑ στο εσωτερικό του σταθμού. Όλες οι πλακοστρωμένες περιοχές διαμορφώθηκαν με κλίση τουλάχιστον 1% και μικρότερη από 2.5%, ώστε να επιτυγχάνεται η σωστή αποστράγγιση των όμβριων από την επιφάνεια τους. Τα φρεάτια καλύφθηκαν με την παρακείμενη πλακόστρωση και η τελική στάθμη της κατασκευής είναι ίδια με την στάθμη του παρακείμενου πεζοδρομίου.

Επιπλέον πραγματοποιήθηκε η κατασκευή ειδικών χώρων στάθμευσης δικύκλων, μοτοσικλετών, και μοτοποδηλάτων, επί της οδού και σε ειδικά διαμορφωμένες εσοχές βάθους 2,00μ. Οι θέσεις (0,90X1,80μ η κάθε μία) διαμορφώθηκαν, με τον κατάλληλο εξοπλισμό από σωλήνες ανοξείδωτου χάλυβα 316, διατομής 6 εκ, κατάλληλου πάχους, διαμορφωμένοι σε σχήμα Π.

Επίσης προβλέφθηκε χώρος στάθμευσης ποδηλάτων δίπλα στη βορειοδυτική είσοδο. Ο εξοπλισμός από σωλήνα ανοξειδωτού χάλυβα 316 διαμορφώθηκε σύμφωνα με την τυπική λεπτομέρεια που υπάρχει στο σχέδιο επιπέδου οδού.

Τοποθετήθηκαν στυλίσκοι (Εικόνα 5.28) κατά μήκος των πεζοδρομίων και συγκεκριμένα κατά μήκος του πεζοδρομίου επί της οδού της Αγίας Παρασκευής όπου βρίσκεται η νοτιοανατολική είσοδος καθώς και στην απέναντι πλευρά κατά μήκος των πεζοδρομίων των οδών Αγ. Παρασκευής και Πολυδούρη όπου βρίσκεται η βορειοδυτική είσοδος. Η τοποθέτηση έγινε ανά 1,50 -1,60m. σε απόσταση 0,20m. από το ρείθρο του πεζοδρομίου. Οι στυλίσκοι αποτελούνται από ένα μεταλλικό πάσσαλο Φ 180mm με πάχος 4mm και ύψος 700mm, γαλβανισμένο και βαμμένο με ηλεκτροστατική βαφή και επίσης κολλημένο σε ορθογωνική μεταλλική βάση διαστάσεων 250x250x8mm που βιδώνεται με γαλβανισμένα μπουλόνια στην πλακόστρωση.

Κατασκευάστηκαν δύο πέργκολες από μέταλλο. Κάθε μέλος της μεταλλικής κατασκευής είναι από χάλυβα κατηγορίας τουλάχιστον St 37 (σύμφωνα με το DIN 18800) ή ισότιμο. Όλα τα χαλύβδινα μέρη είναι γαλβανισμένα εν θερμώ, σύμφωνα με το DIN 50976 ή ISO 1461 ή άλλο ισοδύναμο με ελάχιστο πάχος γαλβανισμού 55μπι, με αντιδιαβρωτική προστασία και βαμμένα, αφού προετοιμαστούν κατάλληλα (φωσφάτωση και αστάρωμα). Τα υποστυλώματα τους εδράστηκαν στο έδαφος με μεταλλική βάση με την οποία ενώνονται με συγκόλληση και με 4 νεύρα για την ενίσχυση της ένωσης.

Δημιουργήθηκαν τρία φωτεινά σήματα Μετρό από ανοξειδωτο χάλυβα 316, δύο στη βορειοδυτική πρόσβαση και ένα στη νοτιοανατολική.

Τέλος πραγματοποιήθηκε η κατασκευή παρτεριών και χώρων πρασίνου(Εικόνα 5.29), η φύτευση της περιοχής με δένδρα, θάμνους και χλοοτάπητα, το σύστημα αυτόματου ποτίσματος και το δίκτυο αποστράγγισης όμβριων. Πρόκειται για παρτέρια με χαμηλή βλάστηση (χαμηλοί και ψηλοί θάμνοι) καθώς και υψηλή βλάστηση (δένδρα ύψους 5,00-30,00m) στον απαλλοτριωμένο χώρο που διαμορφώνεται ως πλατεία.

Οι χώροι πρασίνου περιβάλλονται από κράσπεδα. Οι επιφάνειες των τοιχίων που έρχονται σε επαφή με χώμα προστατεύονται με ειδικά στεγανωτικά από την

υγρασία του εδάφους και από προβλήματα επαφής με τις ρίζες φυτών. Τα παρτέρια πρασίνου πληρώθηκαν με κηπιαίο χώμα μέχρι, το πάνω μέρος των κρασπέδων που τα οριοθετούν, συνυπολογίζοντας ότι υπάρχει μια μικρή συμπίεση του φερτού χώματος μετά τα πρώτα ποτίσματα.



Εικόνα 5.28. Συνολική άποψη του περιβάλλοντος χώρου όπου εμφανίζονται και οι στιλίσκοι.



Εικόνα 5.29. Κατασκευή παρτεριών στο περιβάλλοντα χώρο.

6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα συμπεράσματα που εξαγονται, σύμφωνα με τα στοιχεία που δόθηκαν, για τις γεωλογικές και υδρογεωλογικές συνθήκες στην περιοχή του σταθμού συνοψίζονται στα εξής:

1.Κυριαρχούν οι μεταλλικές αποθέσεις και κυρίως οι πιο λεπτομερείς φάσεις, αμμώδους και ελαφρώς χαλικώδους αργίλου και ιλύος. Στη μάζα τους και κυρίως στο ανώτερο και επιφανειακό τμήμα συναντώνται μικρού σχετικώς πάχους αμμώδεις οριζόντες και φακοειδείς ενστρώσεις.

2.Από τις επί τόπου δοκιμές περατοτήτων που εκτελέστηκαν προέκυψε ότι η περατότητα κυμαίνεται από πρακτικά αδιαπέρατο $2.6 \cdot 10^{-8}$ m/ sec έως $9.6 \cdot 10^{-6}$ m/ sec με μέση τιμή $6.9 \cdot 10^{-7}$ m/ sec.

3.Η στάθμη των υπογείων υδάτων βρίσκεται περίπου στα 9 m βάθος. Η μέγιστη πτώση στάθμης που καταγράφηκε κατά τη διάνοιξη της σήραγγας ήταν μικρή της τάξεως των 4 m. Γενικά, η μεταβολή της στάθμης είναι μικρή σε εποχιακή κλίμακα και αυτό ίσως οφείλεται στον περιορισμό της τροφοδοσίας και την περιορισμένη εκμετάλλευση του υδροφόρου γιατί λόγω της μικρής περατότητας θα περίμενε κανείς μεγαλύτερες εποχιακές διακυμάνσεις.

4.Κατά τη κατασκευή δεν παρατηρήθηκαν, όπως και αναμενόταν από τις μελέτες, εισροές άξιες λόγου που να απαιτούν μια ειδική αντιμετώπιση.

Όσο αφορά την κατασκευαστική διαδικασία που ακολουθήθηκε διαπιστώνονται τα εξής:

α.Η άργιλος εμφανίζει πολύ καλά χαρακτηριστικά κατά την κατασκευή όταν είναι στεγνή. Αποτελεί ιδανικό υλικό για την κατασκευή γεωτεχνικών έργων καθώς η ταχύτητα εκσκαφής είναι ικανοποιητική.

β.Για τη συγκεκριμένη μέθοδο διαπιστώθηκε ότι είναι δυνατόν να πραγματοποιούνται εργασίες εκσκαφών και αντιστηρίξεων παραπλεύρως της σήραγγας σύμφωνα και με τις μετρήσεις από τα όργανα γεωμηχανικής παρακολούθησης διαπιστώθηκε ότι δεν επηρεάστηκε η ήδη κατασκευασμένη σήραγγα και δεν προκλήθηκαν σημαντικές παραμορφώσεις.

γ. Για την αποφυγή κατάπτωσης του πρίσματος που δημιουργούνται ενώ η εκσκαφή προχωρούσε καθώς επίσης και για την αποφυγή της άνωσης των τροχιών της υφιστάμενης σήραγγας κατά τη διάρκεια λειτουργίας της, ήταν απαραίτητη η ενίσχυση του διαμορφούμενου πρίσματος με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα και δομικό πλέγμα καθώς και η διάτρηση αγκυρίων και αποστραγγιστικών οπών.

δ. Σημαντική παράμετρος για την ασφάλεια της κατασκευής ήταν η αποστράγγιση που πραγματοποιήθηκε με τη διάνοιξη αποστραγγιστικών οπών κατά μήκος του πρानούς ώστε να αποφευχθούν ολισθήσεις με αποτέλεσμα να συμβάλει και στο μικρό καταβιβασμό του υδροφόρου ορίζοντα στην περιοχή εκσκαφής.

ε. Κατά την κατασκευή της συνδετήριας σήραγγας με τη συμβατική μέθοδο MATM κάτω από την οδό της Αγίας Παρασκευής δε χρειάστηκαν πρόσθετα μέτρα υποστήριξης (ενώ η σήραγγα ήταν σχετικά αβαθής) στην υπερκείμενη οδό και δεν παρατηρήθηκαν παραμορφώσεις. Αυτό οφείλεται και στο γεγονός ότι στην περιοχή υπήρχε συνεκτικό έδαφος.

στ. Ο προβλεπόμενος χρόνος διακοπής της λειτουργίας του Μετρό για (6) μήνες ήταν επαρκής ώστε να πραγματοποιηθούν όλες οι απαραίτητες εργασίες κατασκευής με αποτέλεσμα την όσο δυνατό μικρότερη επιβάρυνση του επιβατικού κοινού. Για το σκοπό αυτό όμως ήταν απαραίτητη η εντατικοποίηση των εργασιών κατασκευής και ο συντονισμός πολλών διαφορετικών εργασιών (ταυτόχρονες εργασίες προσωρινής και μόνιμης αντιστήριξης, ηλεκτρομηχανολογικές εργασίες).

Γενικά η κατασκευή του σταθμού στη συγκεκριμένη θέση, όπου δεν είχε προβλεφθεί κατά τη διάνοιξη της σήραγγας η δημιουργία του, ήταν πρωτοπόρα για τα ελληνικά δεδομένα και αποκτήθηκε η απαιτούμενη εμπειρία και τεχνογνωσία για πιθανή μελλοντική κατασκευή σταθμού ακόμα και σε σημεία που δεν είχε προβλεφθεί η διάνοιξή τους. Πλέον μελλοντικά και με γνώμονα αυτό το έργο μπορεί να κατασκευαστεί σταθμός, στη χάραξη των υφιστάμενων σηράγγων της Αττικό Μετρό, όποια και αν είναι η πληθυσμιακή εξέλιξη στην περιοχή των Αθηνών.

7 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε., 2001: « Μετρό Αθηνών- Επέκταση γραμμής 3 «Εθνική Άμυνα – Σταυρός», Γεωτεχνικά δεδομένα και φωτογραφίες πυρήνων Γεωτρήσεων. Γεωλογικά Γεωτεχνικά δεδομένα από έρευνες πεδίου 1979-1980». Αδημοσίευτη τεχνική έκθεση.
- ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε., 2007 α: «Τεχνική περιγραφή των Σταθμών της γραμμής 3 του Μετρό 'Χολαργός', 'Νομισματοκοπείο', 'Αγία Παρασκευή'». Αδημοσίευτη τεχνική έκθεση.
- ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε., 2007 β: «Μεθοδολογία κατασκευής προεντεταμένων αγκυρίων.». Αδημοσίευτη τεχνική έκθεση.
- ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε., 2007 γ: «Μεθοδολογία δοκών προπορείας forepoling». Αδημοσίευτη τεχνική έκθεση.
- ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε., 2007 δ: «Μεθοδολογία αποκατάστασης αστοχίας στο θόλο της νότιας εισόδου στο σταθμό Αγία Παρασκευή.». Αδημοσίευτη τεχνική έκθεση.
- ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε., 2007 ε:«Σταθμοί Χολαργός Νομισματοκοπείο Αγία Παρασκευή. Έκθεση μεθοδολογίας μόνιμης αντιστήριξης.». Αδημοσίευτη τεχνική έκθεση.
- ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε., 2008 α: «Σταθμός Αγ. Παρασκευής Εκσκαφή και προσωρινή αντιστήριξη, στατικοί υπολογισμοί». Αδημοσίευτη τεχνική έκθεση.
- ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε., 2008 β: «Σταθμός Αγίας Παρασκευής-Νότια είσοδο NATM-Προσωρινή κατασκευή-Τμήμα προς ράμπα εισόδου». Αδημοσίευτη τεχνική έκθεση.
- ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε., 2008 γ: «Σταθμός Αγία Παρασκευή- Νότια είσοδο εκσκαφή και προσωρινή αντιστήριξη». Αδημοσίευτη τεχνική έκθεση.
- ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε., 2008 δ: «Τίτλος Στ. Αγ. Παρασκευή – Μεθοδολογία καθαίρεσης υφιστάμενης σήραγγας». Αδημοσίευτη τεχνική έκθεση.
- ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε., 2008 ε: «Σύστημα υδατοστεγάνωσης της 'DOMISSIMA'». Αδημοσίευτη τεχνική έκθεση.

- ΑΕΓΕΚ-IMPREGILO-ALSTOM transport, 2008: «Στατικοί υπλογισμοί σταθμός Αγία Παρασκευή Κύριος σταθμός Μόνιμη Κατασκευή».
- Γκαζέτα Γ. και Γερόλυμου Ν. 2008: «Περιγραφή και ανάλυση της κατασκευαστικής ακολουθίας και συμπεριφοράς της προσωρινής αντιστήριξης, η νέα λύση.».
- ΓΕΩΓΝΩΣΗ Α.Ε. – ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗ Α.Τ.Ε., 2007 α: «Γεωλογική, υδρογεωλογική και γεωτεχνική μελέτη - Αξιολόγηση αποτελεσμάτων γεωτεχνικών ερευνών του συνόλου του έργου. Έκθεση μελέτης γραφείου».
- ΓΕΩΓΝΩΣΗ Α.Ε. – ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗ Α.Τ.Ε., 2007 β: «Υδρογεωλογική μελέτη των σταθμών της γραμμής 3 του Μετρό Χολαργός Νομισματοκοπείο και Αγία Παρασκευή».
- ΓΕΩΓΝΩΣΗ Α.Ε.-ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗ Α.Τ.Ε., 2007 γ: «Έκθεση γεωτεχνικής αξιολόγησης σταθμός "ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ"».
- ΓΕΩΓΝΩΣΗ Α.Ε. - ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗ Α.Τ.Ε., 2007 δ: «Έκθεση αξιολόγησης αποτελεσμάτων γεωτεχνικών ερευνών. Τμήματα: "Σταθμοί Χολαργού, Νομισματοκοπείου, Αγίας Παρασκευής"».
- Ιστότοπος www.attikometro.gr
- ΚΟΥΜΑΝΤΑΚΗΣ, Ι., 1996 : «Έρευνα Υδρογεωλογικών Συνθηκών και Καθεστώς Εκμετάλλευσης Υπόγειων Νερών Λεκανοπεδίου Αθηνών. Α Φάση», *Οργανισμός Ρυθμιστικού Σχεδίου και Προστασίας Περιβάλλοντος Αθήνας*. Ερευνητικό Πρόγραμμα Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων — Μεταλλουργών. Τομέας Γεωλογικών Επιστημών.
- ΚΟΥΜΑΝΤΑΚΗΣ, Ι., 1997: «Έρευνα Υδρογεωλογικών Συνθηκών και Καθεστώς Εκμετάλλευσης Υπόγειων Νερών Λεκανοπεδίου Αθηνών. Α και Β Φάση». *Οργανισμός Ρυθμιστικού Σχεδίου και Προστασίας Περιβάλλοντος Αθήνας*. Ερευνητικό Πρόγραμμα Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων - Μεταλλουργών. Τομέας Γεωλογικών Επιστημών.
- ΚΟΥΝΗΣ, Γ., 1981: «Υδρογεωλογική Έρευνα Μετρό Αθηνών, Ι. Μετρήσεις. Υδρολογικές και Υδρογεωλογικές Έρευνες.» Τεύχος 34.1.Γ.Μ.Ε Αθηνών.
- ΚΟΥΝΗΣ, Γ et al, 1981: «Υδρογεωλογική Έρευνα Μετρό Αθηνών, 2. Ανάλυση Υδρογεωλογικών Συνθηκών. Υδρολογικές και Υδρογεωλογικές Έρευνες»· Τεύχος 34.1.Γ.Μ.Ε Αθηνών.
- Μαρίνος Γ., 2003: «Επί των επικρατουσών υδρογεωλογικών συνθηκών στην περιοχή της σήραγγας επέκτασης της Γραμμής 3 Αιγάλεω του Μητροπολιτικού

Σιδηρόδρομου των αθηνών μεταξύ χ.θ 2+150 –χ.θ. 4+000. Τεχνικό σημείωμα εμπειρογνώμονος. Έκθεση 2^η. Εκτίμηση υδραυλικών παραμέτρων».

- Παπανικολάου et al, 2002: «Γεωλογικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής του σταθμού της αγίας Παρασκευής».
- Ρόζος Δ, 2007 : «ΤΕΧΝΙΚΗ ΓΕΩΛΟΓΙΑ 1», 325 σελ., εκδόσεις Ε.Μ.Π.
- GEOPLAN, 2001 α: «Υδρογεωλογική μελέτη της περιοχής επέκτασης της Γραμμής 3 προς Σταυρό». Αδημοσίευτη τεχνική έκθεση για λογαριασμό της ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε.
- GEOPLAN, 2001 β: «Μετρό Αθηνών - Επέκταση Γραμμής 3 «Εθνική Άμυνα - Σταυρός», Γεωτεχνικά Δεδομένα και Φωτογραφίες Πυρήνων Γεωτρήσεων (τόμος 5), Μητρώα Γεωτρήσεων». Αδημοσίευτη τεχνική έκθεση για λογαριασμό της ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε.
- GEOPLAN, 2001 γ : «Μετρό Αθηνών - Επέκταση Γραμμής 3 «Εθνική Άμυνα - Σταυρός», Γεωτεχνικά Δεδομένα και Φωτογραφίες Πυρήνων Γεωτρήσεων (τόμος 5), Αποτελέσματα Δοκιμών Πεδίου - Δοκιμές Υδατοπερατότητας». Αδημοσίευτη τεχνική έκθεση για λογαριασμό της ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε.