



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΟΔΙΚΗΣ ΣΗΡΑΓΓΑΣ
ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ
ΕΚΣΚΑΦΗΣ ΚΑΙ ΕΠΑΝΕΠΙΧΩΣΗΣ
(CUT AND COVER) ΣΤΗ ΜΙΚΡΗ
ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΗ ΠΑΤΡΩΝ, ΑΧΑΪΑ**

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΣΠΟΥΔΑΣΤΩΝ:

ΑΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΠΕΤΡΟΣ

ΑΝΑΓΝΩΣΤΟΠΟΥΛΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

ΜΑΡΚΑΤΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

**ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:
ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΚΛΟΥΚΙΝΑΣ**

ΠΑΤΡΑ - ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2010

ΘΕΜΑ:

**ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΟΔΙΚΗΣ ΣΗΡΑΓΓΑΣ
ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ
ΕΚΣΚΑΦΗΣ ΚΑΙ ΕΠΑΝΕΠΙΧΩΣΗΣ
(CUT AND COVER) ΣΤΗ ΜΙΚΡΗ
ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΗ ΠΑΤΡΩΝ, ΑΧΑΪΑ**



ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΣΠΟΥΔΑΣΤΩΝ:

ΑΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΠΕΤΡΟΣ

ΑΝΑΓΝΩΣΤΟΠΟΥΛΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

ΜΑΡΚΑΤΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αναφέρεται στην κατασκευή οδικής σήραγγας μήκους 212 m στη Μικρή Περιμετρική Πατρών (από την Χ.Θ. 0+950 έως την Χ.Θ.1+200), με τη μέθοδο Cut & Cover.

Η Μικρή Περιμετρική αποτελεί κύριο οδικό άξονα της περιοχής και έχει χαρακτηριστεί ως πρωτεύουσα αρτηρία δύο λωρίδες ανά κατεύθυνση πλάτους 3,75 μέτρων μέχρι τα όρια του αστικού ιστού (ώστε να εναρμονίζεται με την τυπική διατομή υπεραστικού τύπου) και πλάτους 3,50 μέτρων μέχρι τη συμβολή της με την Παπαδιαμαντοπούλου, ώστε να μπορεί να αναπτυχθεί μέσα στο εύρος της απαλλοτριούμενης ζώνης. Από τη Χ.Θ. 1+720 και μέχρι τον κόμβο Κ7 (συμβολή με οδό Πρεβεδούρου) κατατάσσεται σε αστική αρτηρία με παρόδια δόμηση και διαχωρισμένο οδόστρωμα.

Το έργο αναφέρεται στη δημιουργία ζωτικού αρτηριακού δικτύου τόσο για τις άμεσες, όσο και για τις μακροπρόθεσμες ανάγκες της πόλης. Η Μικρή Περιμετρική θα αποτελέσει τμήμα ενός εσωτερικού δακτυλίου της πόλης που θα εκτρέψει από το κέντρο της πόλης κινήσεις που αφορούν τα ανατολικότερα τμήματα του πολεοδομικού της συγκροτήματος. Την έξοδο της Μικρής Περιμετρικής θα την παραλάβει ο κόμβος εξόδου ο οποίος ουσιαστικά θα συνδέσει την Μικρή Περιμετρική με το αστικό δίκτυο του νότιου τμήματος της πόλης.

Το τμήμα που αφορά τη χάραξη της Μικρής Περιμετρικής Οδού Πατρών διέρχεται από μια λοφώδη περιοχή με συνεχή διάνοιξη ορυγμάτων για ένα μήκος 1200m περίπου, όπου εντάσσεται και το συγκεκριμένο cut & cover. Οι τεχνικές δυσκολίες του έργου πηγάζουν τόσο από το έντονο ανάγλυφο (μέγιστο βάθος ορύγματος 45 m), όσο και από τις γεωτεχνικές συνθήκες όπου κυριαρχούν γενικώς ασταθή (αργιλοϊλυώδη και αργιλοαμμώδη) ιζήματα.

Στα πλαίσια της πτυχιακής εργασίας παρουσιάζεται η εφαρμογή της μεθόδου cut & cover, γενικά αλλά και πιο συγκεκριμένα για το συγκεκριμένο έργο, οι γεωτεχνικές συνθήκες και τα μέτρα υποστήριξης και προστασίας των πρανών, ορισμένες χαρακτηριστικές αστοχίες που παρατηρήθηκαν και εξάγονται χρήσιμα συμπεράσματα.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	iii
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	iv
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	v
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - Η ΜΕΘΟΔΟΣ CUT & COVER ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	
ΣΗΡΑΓΓΩΝ.....	1
1.1 Εφαρμοσιμότητα.....	1
1.2 Πλεονεκτήματα της μεθόδου cut & cover	6
1.3 Τεχνικές και είδη cut & cover.....	7
1.3.1 Μέθοδος ανοιχτού ορύγματος (Cut & Cover).....	7
1.3.2 Μέθοδος επικάλυψης-εκσκαφής (Top - Down).....	9
1.4 Εναλλακτικές μέθοδοι κατασκευής σηράγγων.....	10
1.4.1 Συμβατική μέθοδος εκσκαφής σηράγγων (NATM).....	10
1.4.2 Κατασκευή του έργου με ολομέτωπης διάνοιξης (TBM).....	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - Η ΜΙΚΡΗ ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΗ ΠΑΤΡΩΝ.....	17
2.1 Σκοπιμότητα της κατασκευής της Μικρής Περιμετρικής.....	17
2.2 Ιστορικοί αρχαιολογικοί χώροι.....	20
2.3 Γενικά Γεωλογικά στοιχεία.....	21
2.3.1 Γεωμορφολογία.....	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - Στοιχεία σχεδιασμού της σήραγγας Cut & Cover, από	
Χ.Θ. 0+986 – 1+198.....	26
3.1 Γενική οριζοντιογραφία.....	26
3.2 Οριζοντιογραφία του έργου.....	27
3.3 Τυπικές διατομές.....	30
3.4 Διατομές.....	32
3.5 Αναλυτική προμέτρηση.....	43
3.6 Πίνακας χωματισμών.....	60
3.7 Εδαφικές συνθήκες.....	61
3.8 Δειγματοληπτικές Γεωτρήσεις.....	65
3.9 Μελέτη ευστάθειας πρανών.....	68
3.10 Στοιχεία σεισμικής επικινδυνότητας.....	77
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - Κατασκευή της σήραγγας.....	79
4.1 Παρουσίαση εργασιών.....	79
4.2 Οικονομικά στοιχεία.....	86
4.3 Συνολικός προϋπολογισμός.....	91
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	92

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Κατά τη διεκπεραίωση αυτής της πτυχιακής εργασίας συνεργαστήκαμε με αξιόλογους ανθρώπους απ' όλους τους τομείς. Μας αφιέρωσαν πολύτιμο χρόνο προκειμένου να κατανοήσουμε και να καταγράψουμε όλα τα στάδια ανάπτυξης του έργου.

Θα θέλαμε να τους ευχαριστήσουμε όλους και κυρίως την Πολιτικό μηχανικό κύρια Ελένη Σπυράκη υπεύθυνο της ΠΕ.ΔΤ.ΕΛ

Τέλος, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον εισηγητή μας κύριο Κλουκίνα Παναγιώτη για τη σωστή καθοδήγηση και την υπομονή που έδειξε προκειμένου να ολοκληρωθεί με επιτυχία αυτή η εργασία.

Με εκτίμηση

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - Η ΜΕΘΟΔΟΣ CUT & COVER ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΣΗΡΑΓΓΩΝ

1.1 Εφαρμοσιμότητα

Εφαρμόζεται σε εδαφικούς σχηματισμούς όταν το έργο είναι σε μικρό βάθος. Η μέθοδος ανοικτού ορύγματος εφαρμόζεται διαφορετικά σε ακατοίκητες και διαφορετικά σε κατοικημένες περιοχές. Σε ακατοίκητες περιοχές δεν αντιμετωπίζουμε προβλήματα. Η εκσκαφή γίνεται σε όλο της το εύρος από την επιφάνεια του εδάφους μέχρι το βάθος στο οποίο θα εδρασθεί το έργο, δε γίνεται αντιστήριξη των παρειών της εκσκαφής οι οποίες διαμορφώνονται με την κλίση που επιτρέπει το έδαφος (βλ. Σχήματα 1.1 και 1.2). Όταν υπάρχουν νερά η στάθμη υποβιβάζεται μέχρι ότου κατασκευαστεί το έργο.



Σχήμα 1.1 Απλή εφαρμογή της μεθόδου cut & cover – Εγκιβωτισμός της κοίτης του χειμάρρου Διακονιάρη στην Πάτρα



Σχήμα 1.2 Η εφαρμογή της μεθόδου cut & cover στο υπό εξέταση έργο (Μικρή περιμετρική οδό Πάτρας)

Πολλές δυσκολίες παρουσιάζονται όταν το έργο βρίσκεται σε κατοικημένες περιοχές (βλ. Σχήμα 1.3) επειδή η κατασκευή των έργων δεν πρέπει αφενός να προκαλέσει προβλήματα στην κυκλοφορία και αφετέρου ζημιές στις γειτονικές κατασκευές: οικοδομές, υπογείους αγωγούς υπόγεια καλώδια.

Ανάλογα με τα πολεοδομικά χαρακτηριστικά της περιοχής στην οποία θα γίνει το έργο εφαρμόζονται οι παρακάτω δύο λύσεις:

A) Αντιστηριζόμενη εκσκαφή με κάλυψη, που περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια κατασκευής:

- 1) Αντιστήριξη της εκσκαφής με διαφραγματικούς τοίχους ή πασσαλοσανίδες
- 2) Διακοπή της κυκλοφορίας
- 3) Κατασκευή της πλάκας οροφής της σήραγγας (πλάκα κάλυψης).
- 4) Αποκατάσταση της κυκλοφορίας
- 5) Εκσκαφή κάτω από την ολοκληρωμένη πλάκα κάλυψης.

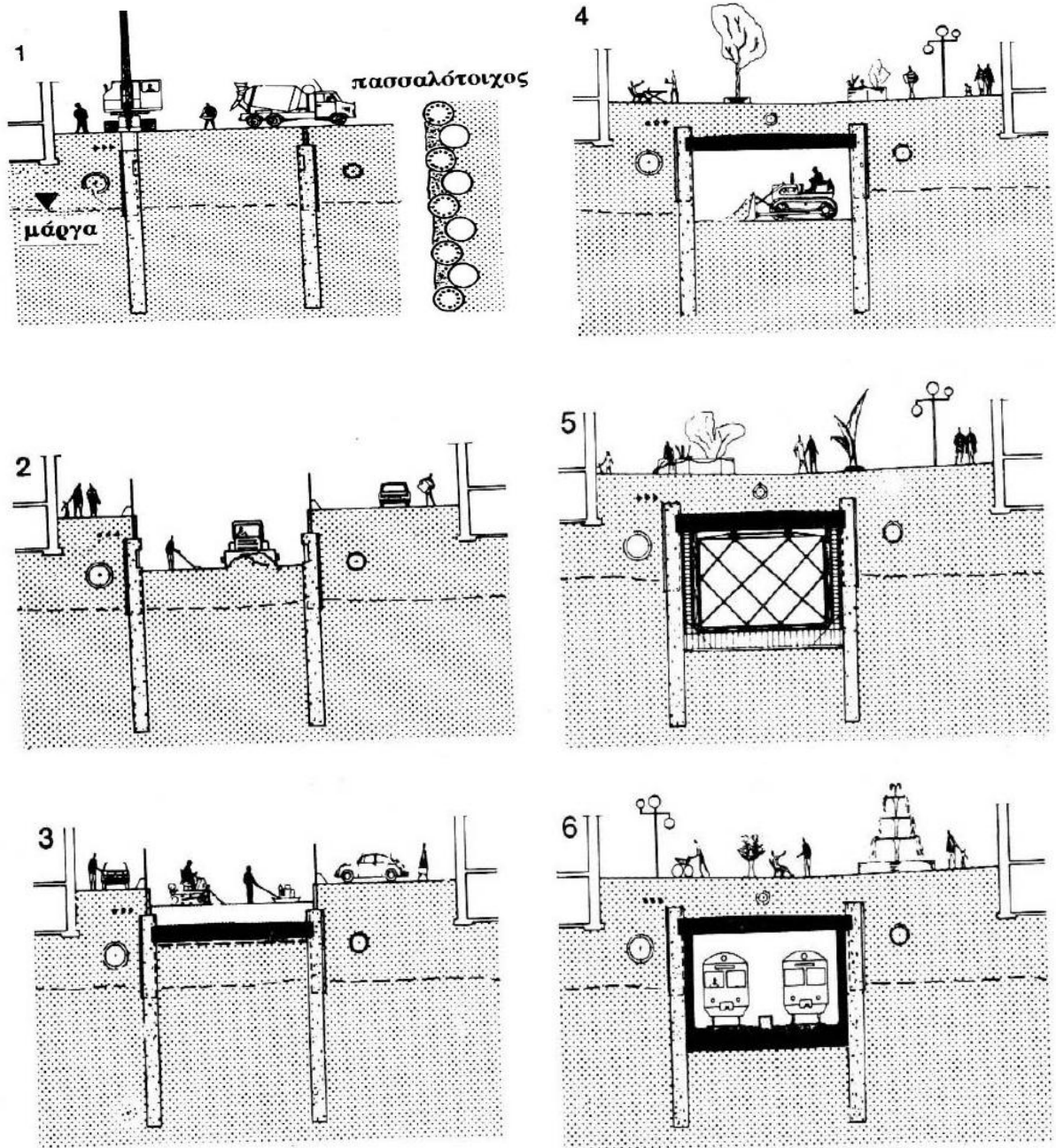
Β) Αντιστηριζόμενη εκσκαφή χωρίς κάλυψη, που περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια κατασκευής

- 1) Αντιστήριξη της εκσκαφής με διαφραγματικούς τοίχους ή πασσαλοσανίδες.
- 2) Κατασκευή αρχικά της μισής διατομής ώστε να είναι δυνατή η κυκλοφορία στο άλλο ήμισυ της οδού.
- 3) Κατασκευή της άλλης μισής διατομής.
- 4) Αποκατάσταση της κυκλοφορίας.
- 5) Εκσκαφή κάτω από την ολοκληρωμένη πλάκα κάλυψης.

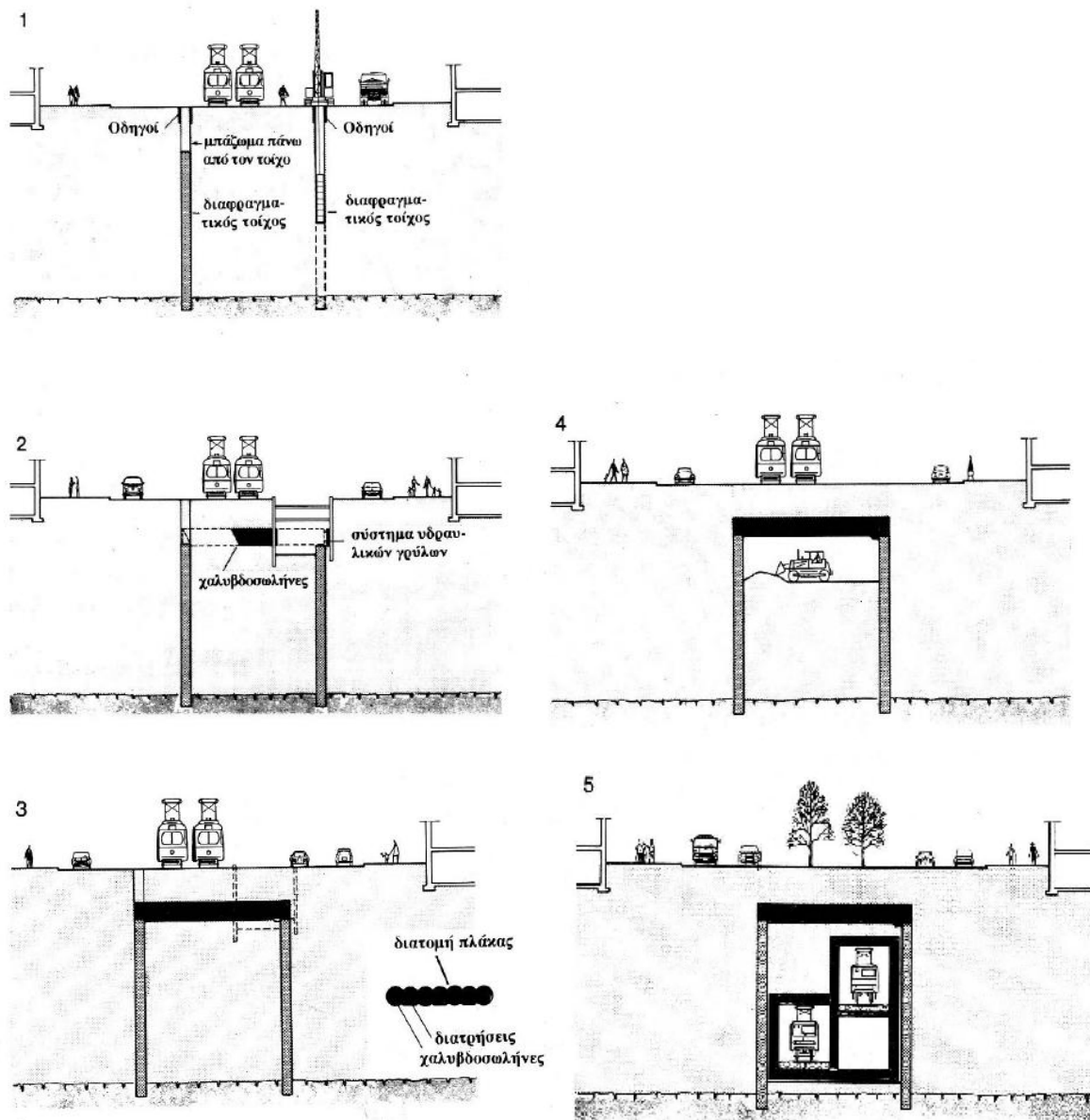


Σχήμα 1.3 Εφαρμογή της μεθόδου cut & cover σε κατοικημένη περιοχή

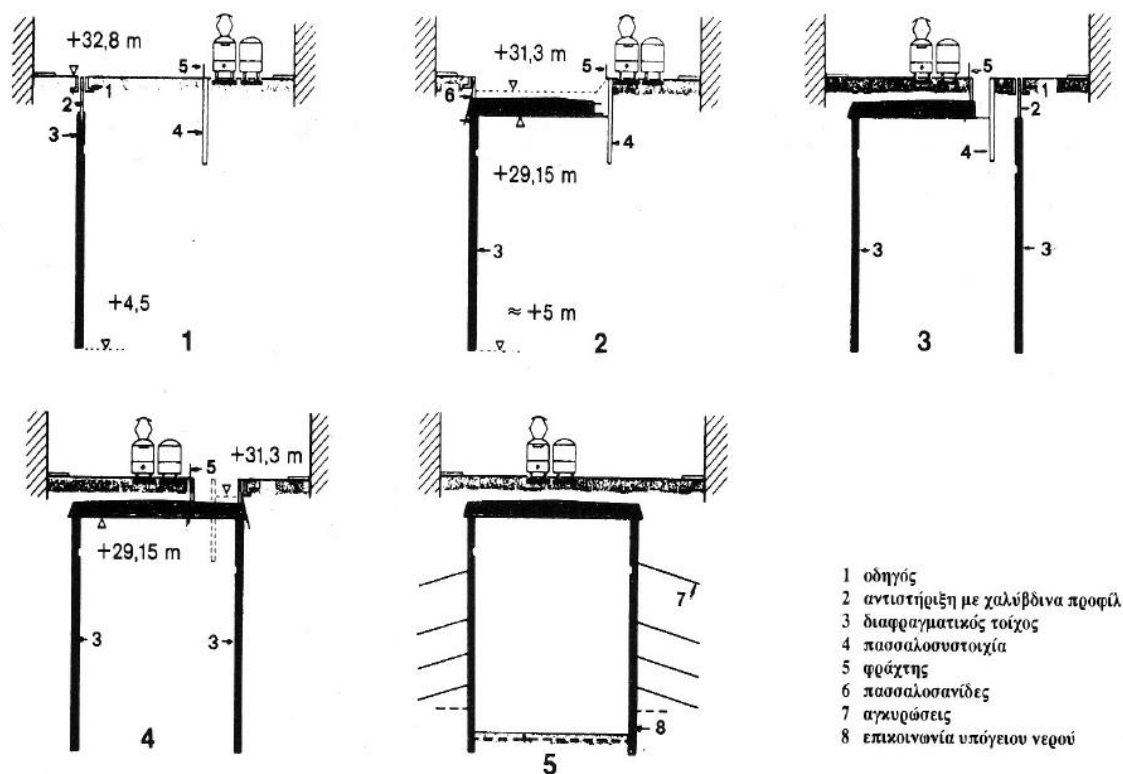
Οι παραπάνω λύσεις παρουσιάζονται σχηματικά στα Σχήματα 1.4 έως 1.6 που ακολουθούν.



Σχήμα 1.4 Παράδειγμα αντιστηριζόμενης εκσκαφής με κάλυψη – Στάδια κατασκευής: 1) Κατασκευή πασσαλότοιχου αντιστήριξης: Αφαίρεση του εδαφικού υλικού και σκυροδέτηση. Κάθε δεύτερος πάσσαλος είναι οπλισμένος. 2) Εκσκαφή μέχρι το βάθος έδρασης της πλάκας κάλυψης. Ισοπέδωση, διάστρωση, μπετόν καθαριότητας. 3) Σκυροδέτηση της πλάκας οροφής της σήραγγας. Επιχωμάτωση της εκσκαφής. 4) Εκσκαφή κάτω από την πλάκα κάλυψης. Εκτοξευόμενο σκυρόδεμα στους πασσαλότοιχους. 5) Κατασκευή του δαπέδου και των κατακόρυφων τοίχων με υδατοστεγές μπετόν σε μπλοκ των 10μ. 6) Ολοκλήρωση της σήραγγας



Σχήμα 1.5 Παράδειγμα αντιστηριζόμενης εκσκαφής με κάλυψη – Στάδια κατασκευής: 1) Κατασκευή διαφραγματικού τοίχου σκυροδέματος αντιστήριξης. 2) Διάνοιξη τάφρου για την κατασκευή της πλάκας κάλυψης. Γίνεται έμπηξη χαλυβδοσωλήνων με υδραυλικούς γρούλους. Εναλλάσσονται με οριζόντιες διατρήσεις. 3) Σκυροδέτηση των σωλήνων και των διατρήσεων. Σκυροδέτηση της πλάκας στην περιοχή της τάφρου, επιχωμάτωση της τάφρου και αποκατάσταση της κυκλοφορίας. 4) Εκσκαφή κάτω από την πλάκα κάλυψης. 5) Ολοκλήρωση της σήραγγας



Σχήμα 1.6 Παράδειγμα αντιστηριζόμενης εκσκαφής χωρίς κάλυψη – Στάδια Κατασκευής: 1) Αντιστήριξη της εκσκαφής με διαφραγματικούς τοίχους ή πασσαλοσανίδες. 2) Κατασκευή αρχικά της μισής διατομής ώστε να είναι δυνατή η κυκλοφορία στο άλλο ήμισυ της οδού. 3) Κατασκευή της άλλης μισής διατομής. 4) Αποκατάσταση της κυκλοφορίας. 5) Εκσκαφή κάτω από την ολοκληρωμένη πλάκα κάλυψης.

1.2 Πλεονεκτήματα της μεθόδου cut & cover

- 1) Διαφραγματικοί τοίχοι προστατεύουν σχεδόν απόλυτα τις υπάρχουσες κατασκευές.
- 2) Οι παραμόρφωσης του εδάφους πίσω από τους διαφραγματικούς τοίχους έχουν αποτελέσει αντικείμενο συστηματικής έρευνας με αποτέλεσμα να υπάρχουν πραγματικές μέτρησης.
- 3) Αν ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα αντιστήριξης των διαφραγματικών τοίχων και οι εκσκαφές γίνουν με την κατάλληλη φροντίδα, οι καθιζήσεις του εδάφους έχουν ασήμαντες επίπτωσης στην συμπεριφορά των θεμελιώσεων των γειτονικών κατασκευών.

- 4) Η κατανομή των φορτιών πάνω της είναι καλή(μειώνονται η ροπές και διατρητικές τάσεις).
- 5) Προβλήματα θεμελίωσης δεν υπάρχουν επειδή τα φορτία που υπείχαν πριν αφαιρεθεί το έδαφος ήταν μεγαλύτερα από τα φόρτια που μεταφέρει στο έδαφος η σήραγγα.
- 6) Οι κατακόρυφη τοίχοι δέχονται τις ωθήσεις του εδάφους και της κυκλοφορίας που είναι σημαντικές.
- 7) Για λογούς στεγανότητας γίνεται η επίστρωση από ασφαλτικό υλικό και ηχητικής προστασίας όπου επενδύεται εσωτερικά.

1.3 Τεχνικές και είδη cut & cover

1.3.1 Μέθοδος ανοιχτού ορύγματος (Cut & Cover)

Οι υπόγειες μέθοδοι διάνοιξης σηράγγων, είτε με το μηχάνημα TBM είτε με συμβατικά μηχανικά μέσα (NATM), επιλέγονται ιδιαίτερα στις κεντρικές περιοχές των πόλεων, ενώ σε πιο απομακρυσμένες περιοχές προτιμάται η μέθοδος ανοικτής εκσκαφής για την κατασκευή τόσο σηράγγων όσο και σταθμών Μετρό. Χρήση αυτής της μεθόδου γίνεται και σε περιπτώσεις όπου, ακόμα και αν βρισκόμαστε στο κέντρο της πόλης, υπάρχει διαθέσιμος χώρος. Αυτό συμβαίνει διότι η μέθοδος ανοικτής εκσκαφής είναι περισσότερο απλή, ασφαλής και κυρίως ελέγξιμη στην υλοποίηση της.

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

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

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

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

Μεθοδολογία Κατασκευής

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:

- Εκτελείται γεωτεχνική/γεωλογική έρευνα και δοκιμές (επί τόπου και εργαστηριακές) για τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών του εδάφους στην περιοχή όπου έχει σχεδιασθεί να γίνει η κατασκευή μας.
- Γίνεται η μελέτη (υπολογισμοί και σχέδια) εκσκαφής και προσωρινής αντιστήριξης, με βάση τα γεωτεχνικά χαρακτηριστικά του εδάφους που προέκυψαν στο προηγούμενο στάδιο. Επίσης, εκτελείται και η μελέτη του μόνιμου φορέα της κατασκευής.
- Πριν την έναρξη των κυρίως εργασιών εκτελούνται οι απαιτούμενες αρχαιολογικές έρευνες στη περιοχή όπου θα εκτελεστούν οι εκσκαφές, απομακρύνονται όλοι οι αγωγοί κοινής ωφελείας (ύδρευσης, ηλεκτρισμού, τηλεφώνου, κλπ) και πραγματοποιούνται οι ενδεχόμενες κυκλοφοριακές παρακάμψεις.
- Η προσωρινή αντιστήριξη της εκσκαφής αποτελείται συνήθως από 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 προεντίνονται με την προβλεπόμενη από τη μελέτη δύναμη. Κατόπιν εφαρμόζεται δομικό πλέγμα σε όλη την περιμετρική επιφάνεια του σκάμματος και τοποθετείται εκτοξευόμενο σκυρόδεμα. Μετά από αυτά, συνεχίζεται η εκσκαφή ως την επόμενη στάθμη και τοποθετείται και προεντίνεται 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.

- Η κατασκευή του φέροντος οργανισμού γίνεται κατά φάσεις αρχίζοντας από την θεμελίωση, ακολουθούν τα τοιχεία και κατόπιν η πλάκα οροφής εάν πρόκειται για την περίπτωση σήραγγας, ενώ για τους σταθμούς γίνεται, επιπλέον, και η κατασκευή ενδιάμεσων επιπέδων πλακών και τοιχείων. 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.

1.3.2 Μέθοδος επικάλυψης-εκσκαφής (Top - Down)

Παραλλαγή της μεθόδου ανοικτής εκσκαφής αποτελεί και η μέθοδος επικάλυψης και εκσκαφής – στα Αγγλικά cover & cut ή αλλιώς top-down.

Τα στάδια αυτής της κατασκευής είναι τα ακόλουθα:

- κατασκευάζονται από την επιφάνεια τα κατακόρυφα πετάσματα αντιστήριξης (πάσσαλοι, διαφραγματικοί τοίχοι, κλπ) περιμετρικά της εκσκαφής που θα ακολουθήσει.
- γίνεται μια πρώτη εκσκαφή ως τη στάθμη της πλάκας οροφής της κατασκευής. Αναλόγως του βάθους της εκσκαφής αυτής μπορεί να χρειασθεί μια μικρή αντιστήριξη των παρειών.
- σκυροδετείται η πλάκα οροφής επί του πυθμένου της εκσκαφής. Η πλάκα συνδέεται με την περιμετρική αντιστήριξη και στηρίζεται επ' αυτής.
- γίνεται επίχωση πάνω από την πλάκα και αποκαθίσταται η επιφάνεια του εδάφους.
- ξεκινά η εκσκαφή για το σταθμό ή τη σήραγγα κάτω από τη πλάκα οροφής μέσω ράμπας που έχει αφεθεί σε κάποιο σημείο. Η εκσκαφή γίνεται κατά στάδια ενώ τοποθετούνται διαδοχικά τα απαιτούμενα στοιχεία αντιστήριξης (πχ αγκύρια, αντηρίδες).

- αφού τελειώσει η εκσκαφή ολόκληρου του ορύγματος ξεκινά η κατασκευή των στοιχείων του μόνιμου φορέα. Τα στοιχεία αυτά είναι συνήθως η πλάκα δαπέδου (θεμελίωσης) και τα πλευρικά τοιχεία, ενώ εάν πρόκειται για σταθμό είναι και η κατασκευή των ενδιάμεσων πλακών των ορόφων. Εάν γίνει χρήση διαφραγματικών τοίχων ως πλευρική αντιστήριξη, δεν κατασκευάζονται άλλοι μόνιμοι τοίχοι, καθόσον οι ίδιοι διαφραγματικοί τοίχοι παίζουν το ρόλο και της τελικής περιμετρικής κατασκευής.

Το πλεονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι ο μειωμένος χρόνος εκτεταμένων εργοταξιακών καταλήψεων και η ταχύτητα αποκατάστασης και απόδοσης σε χρήση της περιοχής (οδική κυκλοφορία, πλατείες, κλπ), και τελικώς η αποφυγή μακρόχρονης όχλησης των λειτουργιών της πόλης.

Τα μειονεκτήματα της είναι, κυρίως, το αυξημένο κόστος και η πολυπλοκότερη κατασκευαστική διαδικασία.

1.4 Εναλλακτικές μέθοδοι κατασκευής σηράγγων

1.4.1 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 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.

Μεθοδολογία Κατασκευής

Βασική αρχή της μεθόδου αυτής είναι να διατηρηθεί η αντοχή του περιβάλλοντος στη σήραγγα εδάφους και να γίνει πλήρης αξιοποίηση 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:

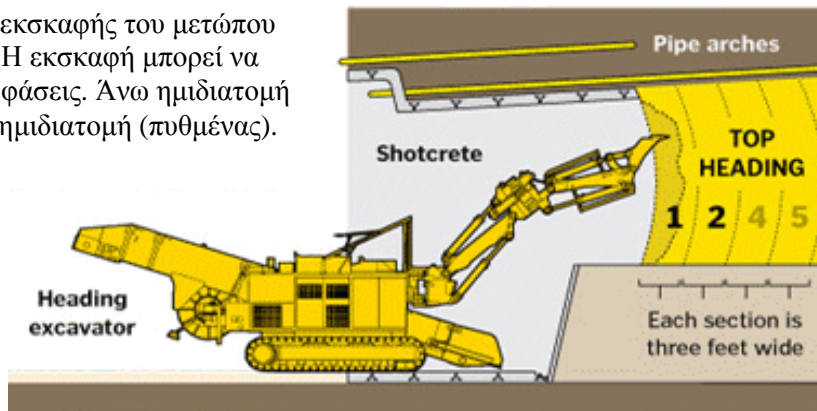
- Εκτελείται γεωτεχνική/ γεωλογική έρευνα και δοκιμές (επί τόπου και εργαστηριακές) για τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών του εδάφους στην περιοχή όπου έχει σχεδιασθεί να γίνει η διάνοιξη της σήραγγας.
- Γίνεται η μελέτη (υπολογισμοί και σχέδια) εκσκαφής και προσωρινής υποστήριξης της σήραγγας, βάσει των γεωτεχνικών χαρακτηριστικών του εδάφους που προέκυψαν στο προηγούμενο στάδιο. Επίσης, γίνεται και η μελέτη της μόνιμης (τελικής) επένδυσης της σήραγγας.
- 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.
- 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). 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 τότε 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 αλλά και τις επί τόπου επισκέψεις των μηχανικών. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων συγκρίνεται με τις παραδοχές και τα αποτελέσματα της μελέτης και, εάν χρειάζεται, γίνονται οι απαραίτητες εργασίες . 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. αποποιήσεις 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.
- Η τελική (μόνιμη) επένδυση της σήραγγας κατασκευάζεται όταν το σύστημα της αρχικής υποστήριξης έχει φθάσει σε συνθήκες ισορροπίας. Η μόνιμη επένδυση προσφέρει αυξημένη ασφάλεια στο χρόνο ζωής του έργου, δημιουργεί μία ομοιόμορφη εσωτερική επιφάνεια και βελτιώνει την στεγανότητα της. Η μόνιμη επένδυση των σηράγγων κατασκευάζεται από σπλισμένο σκυρόδεμα, έγχυτο επί τόπου. Χρησιμοποιούνται ειδικοί σιδηρότυποι, συνήθως αυτοφερόμενοι, κάτι που μειώνει σημαντικά το χρόνο και το κόστος του έργου. Υπάρχουν υδραυλικοί μοχλοί που μπορούν να ρυθμίζουν το επιθυμητό πάχος της επένδυσης. Το συνολικό μήκος τέτοιων καλουπιών είναι της τάξεως των 10-12 μ, αναλόγως της διατομής. Σε πρώτη φάση κατασκευάζεται το κάτω μέρος της σήραγγας (πυθμένας) και στους κατασκευαστικούς αρμούς τοποθετούνται ειδικοί υδατοφραγμοί (waterstop) για υδατοστεγάνωση. Σε επόμενη φάση σκυροδετείτε ο θόλος με τη χρήση του αυτοφερόμενου σιδηρότυπου. Ο χρόνος αφαίρεσης του σιδηροτύπου είναι της τάξεως ωρών από την έγχυση. Για την ανάπτυξη επαρκούς αντοχής του σκυροδέματος σε σύντομο χρόνο, χρησιμοποιούνται στη σύνθεση του ειδικά χημικά πρόσμεινα. Επειδή πάντοτε απομένει μικρό κενό μεταξύ της στέψης του σκυροδέματος και του εδάφους στην οροφή της σήραγγας, ακολουθούν τσιμεντενέσεις πλήρωσης αυτών των κενών.

A) Τοποθέτηση δοκών προπορείας στο θόλο της σήραγγας (forepoling).



B) Μηχάνημα εκσκαφής του μετώπου της σήραγγας. Η εκσκαφή μπορεί να γίνεται σε δυο φάσεις. Άνω ημιδιατομή (θόλος), κάτω ημιδιατομή (πυθμένας).



Σχήμα 1. 8 Κατασκευή σήραγγας με τη μέθοδο NATM

Υδατοστεγανότητα

Στις Τεχνικές Προδιαγραφές του έργου ορίζονται οι απαιτούμενοι βαθμοί υδατοστεγανότητας για τα διάφορα τμήματα των κατασκευών. Για παράδειγμα στα έργα του Μετρό, οι σταθμοί προδιαγράφονται πλήρως υδατοστεγανοί, ενώ στις σήραγγες ήταν αποδεκτή η ύπαρξη περιορισμένων σημείων υγρασίας στις περιοχές κατασκευαστικών αρμών.

Βάση για την ικανοποιητική στεγάνωση των υπογείων έργων είναι πάντοτε η καλή μελέτη και κατασκευή. Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται στην σύνθεση του σκυροδέματος, στην συμπύκνωση και συντήρηση μετά τη διάστρωση, καθώς και στην επαρκή επικάλυψη του σπλισμού. Για τις σήραγγες του Μετρό δεν απαιτείτο γενικά η τοποθέτηση υδατοστεγανούς μεμβράνης, ενώ η περιορισμένη διήθηση νερού ήταν αποδεκτή. Στις νέες επεκτάσεις του Μετρό οι προδιαγραφές έγιναν ακόμη αυστηρότερες και πλέον απαιτείται η τοποθέτηση συστήματος υδατοστεγάνωσης ακόμα και στις σήραγγες του Έργου.

Σε Σταθμούς του Μετρό τυχόν διήθηση και επιφανειακές κηλίδες υγρασίας δεν είναι αποδεκτές καθόσον εκεί στεγάζονται αίθουσες επιβατών ή προσωπικού, χώροι μηχανημάτων και ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων, αρχιτεκτονικά τελειώματα, κλπ. Για να διασφαλιστεί αυτό χρησιμοποιούνται συστήματα υδατοστεγάνωσης με υλικά και εργασία κατάλληλης ποιότητας. Οι υδατοστεγανωτικές μεμβράνες είναι συνήθως από PVC ή από πολυαιθυλένιο και τοποθετούνται μεταξύ της προσωρινής και της οριστικής επένδυσης της σήραγγας, προστατευόμενες με γεωυφάσματα. Τα τμήματα (ρολά) των μεμβρανών συγκολλούνται μεταξύ τους με κατάλληλο τρόπο, ενώ στις θέσεις των αρμών της κατασκευής (διακοπής σκυροδέτησης ή αρμού μετακίνησης) τοποθετούνται υδατοφραγμοί. Όλα τα υλικά υπόκεινται σε δοκιμές τοποθετημένα επί τόπου στο έργο και ακολουθούν τις γερμανικές προδιαγραφές DS 853 και DIN 16726.

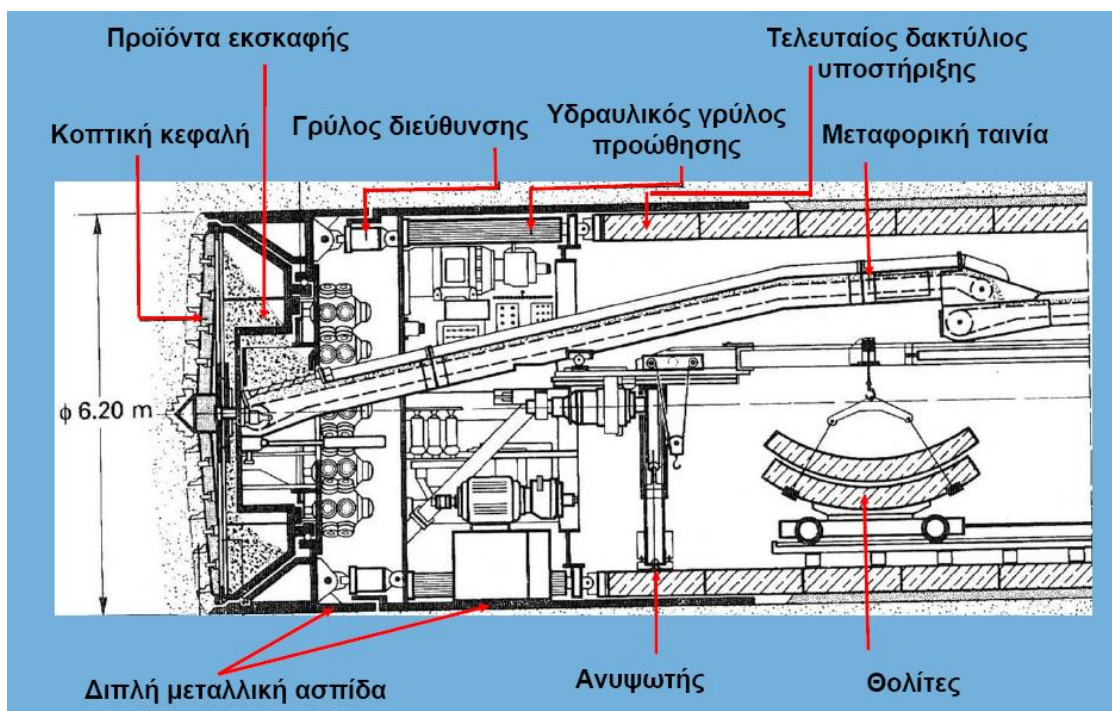
1.4.2 Κατασκευή του έργου με ολομέτωπης διάνοιξης (TBM)

Οι Μηχανές ολομέτωπης διάνοιξης χρησιμοποιούνται για την κατασκευή σήραγγων κυκλικής διατομής. Με τις μηχανές αυτές εκτελούνται ταυτόχρονα η διάνοιξη, η υποστήριξη του μετώπου και των τοιχωμάτων της σήραγγας και η τοποθέτηση της οριστικής υποστήριξης.

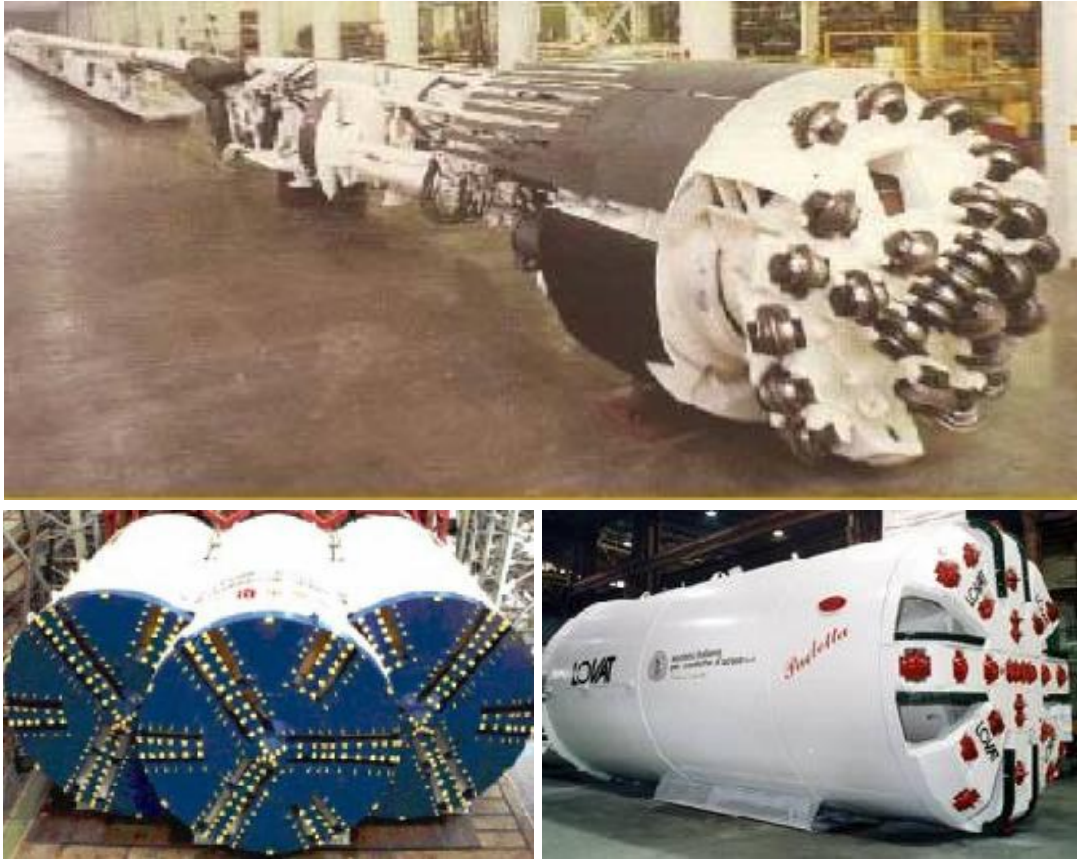
- I. Μία ολομέτωπη κοπτική κεφαλή (τύμπανο προώθησης) εφοδιασμένη με διάφορα είδη κοπτικών (σιαγώνες σύνθλιψης για εδάφη κυλιόμενη κοπτικοί

δίσκοι για σκληρά πετρώματα). Στο τύμπανο προώθησης το οποίο έκτος από τη διάνοιξη εξασφαλίζει και τη στήριξη του μετώπου της σήραγγας υπάρχουν μεταβλητά ανοίγματα ώστε να είναι δυνατή η αλλαγή των κοπτήρων υπό ασφαλούς συνθήκες. Η κοπτική κεφαλή έχει τη δυνατότητα να περιστρέφεται και στις δυο διεύθυνσης ώστε σιαγόνες να μπορούν να καθαρίσουν από μόνες τους όταν τρυπούν μαλακά εδάφη. Στο τύμπανο υπάρχουν ανθρωποθυρίδες οι οποίες παρέχουν τη δυνατότητα να επιθεωρείτε το μέτωπο με την είσοδο ειδικών στο χώρο μεταξύ του μετώπου και του τύμπανου (γίνεται μικρή οπισθοχώρηση της μηχανής ώστε να προλαμβάνονται ζημίες σε αρχαιολογικά ευρήματα. Όταν το έδαφος το επιτρέπει η διάνοιξη μπορεί να γίνει σκαπτικά μηχανήματα τα οποία εργάζονται υπό την προστασία της ασπίδας.

- II. Μια μεταλλική κυλινδρική ασπίδα για την ακτινική υποστήριξη της σήραγγας. Όταν δεν υπάρχουν προβλήματα καταπτώσεων η ασπίδα δεν χρησιμοποιείται.
- III. Ένα θάλαμο εργασίας πίσω από την κοπτική κεφαλή.
- IV. Μια ανυψωτική μηχανή οι οποία μεταφέρει και τοποθετεί την επένδυση στο πίσω μέρος της ασπίδας.
- V. Ένα σύστημα υδραυλικών προωθητικών γρύλων σε κυκλική διάταξη, καθώς και μηχανή αποκομιδής των προϊόντων εκσκαφής.



Σχήμα 1. 8 Μέρη εξοπλισμού μηχανών ολομέτωπης εκσκαφής (TBM)



Σχήμα 1. 9 Τύποι μηχανών ολομέτωπης εκσκαφής (TBM)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - Η ΜΙΚΡΗ ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΗ ΠΑΤΡΩΝ

2.1 Σκοπιμότητα της κατασκευής της Μικρής Περιμετρικής

Η οδική επικοινωνία της Πάτρας με την υπόλοιπη Ελλάδα διασφαλίζεται από την Εθνική Οδό Αθηνών - Κορίνθου - Πατρών, που συνεχίζει προς νότο μέχρι την Ηλεία και την Μεσσηνία. Η Ευρεία Παράκαμψη Πατρών, που παραλαμβάνει όλη τη διαμπερή κυκλοφορία του εν λόγω άξονα και η Μικρή Περιμετρική που θα συνδέσει τα δύο άκρα της πόλης έχουν έντονα συμπληρωματικό χαρακτήρα και αποφορτίζουν την αυξημένη έως σήμερα κυκλοφοριακή κίνηση στο εσωτερικό της πόλης της Πάτρας. Ο άξονας της Μικρής Περιμετρικής προβλέπεται να συνδέσει την προς Αθήνα είσοδο της πόλης (κόμβος Κουρτέση) με το οδικό δίκτυο της περιοχής νοτιοανατολικά του φρουρίου (οδός Παπαδιαμαντοπούλου) (βλ. Σχήμα 2.1)

Η κατασκευή των Κόμβων Εισόδου και Εξόδου προγραμματίζονται και χωροθετούνται ώστε να παραλάβουν την κυκλοφορία από την είσοδο της Πόλης από την Ν.Ε.Ο. Πατρών-Αθηνών στον Κόμβο Κουρτέση, και να τη διοχετεύουν μέσω της Μικρής Περιμετρικής στην οδό Παπαδιαμαντοπούλου. Παρακάμπτονται έτσι οι υπάρχουσες οδοί Κων/πόλεως, Μαιζώνος, Παραλιακή και Ρήγα Φεραίου, που έως σήμερα αναλαμβάνουν όλο τον κυκλοφοριακό φόρτο για την είσοδο στην πόλη της Πάτρας.

Ο Κόμβος Εξόδου συνδέεται άμεσα με την οδό Παπαδιαμαντοπούλου η οποία προτείνεται να διανοιχτεί ώστε να μπορεί να παραλάβει τους αντίστοιχους φόρτους, οι οποίοι μπορούν μέσω υφιστάμενων ισόπεδων συμβολών (πλατεία Παννιά, πλατεία Ταμπάχανα, συμβολή με Παναχαΐδος Αθηνάς και οδό Πόντου) να διοχετευθούν στο υπόλοιπο οδικό δίκτυο της πόλης. Η Μικρή Περιμετρική αποτελεί κύριο οδικό άξονα της περιοχής και έχει χαρακτηριστεί ως πρωτεύουσα αρτηρία δύο λωρίδες ανά κατεύθυνση πλάτους 3,75 μέτρων μέχρι τον κόμβο Κ7 (ώστε να εναρμονίζεται με την τυπική διατομή υπεραστικού τύπου) και πλάτους 3,50 μέτρων μέχρι τη συμβολή της με την Παπαδιαμαντοπούλου, ώστε να μπορεί να αναπτυχθεί μέσα στο εύρος της απαλλοτριούμενης ζώνης.. Από τη Χ.Θ. 1+720 και μέχρι τον κόμβο Κ7 (συμβολή με οδό Πρεβεδούρου) κατατάσσεται σε αστική αρτηρία με παρόδια δόμηση και διαχωρισμένο οδόστρωμα.



Σχήμα 2.1. Τοπογραφικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής που κατασκευάζεται η Μικρή Περιμετρική Πατρών που περιλαμβάνει τη χάραξη της οδού.

Το τμήμα που αφορά τη χάραξη της Μικρής Περιμετρικής Οδού Πατρών διέρχεται από μια λοφώδη περιοχή με συνεχή διάνοιξη ορυγμάτων για ένα μήκος 1200m περίπου (Α' φάση) και κατόπιν προβλέπεται η σύνδεση της αρτηρίας με το αστικό δίκτυο της Πάτρας. Στην Α' φάση των γεωτεχνικών ερευνών, ελέγχθηκαν οι συνθήκες και η συμπεριφορά των εδαφικών σχηματισμών στα εξής προβλεπόμενα έργα οδοποιίας:

- 1) Όρυγμα από την Χ.Θ. 0+250 έως την Χ.Θ. 0+500 με μέγιστο ύψος στον άξονα 20m και στην άκρη του ορύγματος περίπου 40 m. Εκτελέσθηκαν οι γεωτρήσεις Γ1 και Γ2.
- 2) Όρυγμα από την Χ.Θ. 0+550 έως την Χ.Θ.0+800 με μέγιστο ύψος στον άξονα 12 m και στην άκρη του ορύγματος 25 m περίπου. Εκτελέσθηκε η γεώτρηση Γ3.
- 3) Όρυγμα από την Χ.Θ. 0+800 έως την Χ.Θ.0+950 με μέγιστο ύψος στον άξονα 20 m και στην άκρη του ορύγματος 45 m περίπου. Εκτελέσθηκε η γεώτρηση Γ6.
- 4) Όρυγμα ή σήραγγα (Cut and Cover) από την Χ.Θ. 0+950 έως την Χ.Θ.1+200. Εκτελέσθηκαν οι γεωτρήσεις Γ4 και Γ5 στην αρχή και στο τέλος του τμήματος.

Σε μια Β' φάση προβλέπεται η διάνοιξη ορυγμάτων για μήκος 1300m περίπου και η κατασκευή ενός ακόμη Cut and Cover κοντά στον κόμβο εξόδου πριν την οδό Παπαδιαμαντοπούλου. Ακολούθησε η κατασκευή γεωτρήσεων στην περιοχή του Cut & Cover (Χ.Θ. 1+048, Χ.Θ. 1+104 και Χ.Θ. 1+163) της Μικρής Περιμετρικής, αλλά τα στοιχεία των γεωτρήσεων αυτών δεν είναι διαθέσιμα στην παρούσα εργασία. Το έργο αναφέρεται στη δημιουργία ζωτικού αρτηριακού δικτύου τόσο για τις άμεσες, όσο και για τις μακροπρόθεσμες ανάγκες της πόλης.

Ο κόμβος εξόδου σχεδιάστηκε σε συνάρτηση με την χάραξη του άξονα της Μικρής Περιμετρικής Πάτρας. Η Μικρή Περιμετρική θα αποτελέσει τμήμα ενός εσωτερικού δακτυλίου της πόλης που θα εκτρέψει από το κέντρο της πόλης κινήσεις που αφορούν τα ανατολικότερα τμήματα του πολεοδομικού της συγκροτήματος. Την έξοδο της Μικρής Περιμετρικής θα την παραλάβει ο κόμβος εξόδου ο οποίος ουσιαστικά θα συνδέσει την Μικρή Περιμετρική με το αστικό δίκτυο του νότιου τμήματος της πόλης. Το Γ.Π.Σ. Πατρών χωροθετεί την κατασκευή του κόμβου εξόδου στη θέση αυτή. Επίσης η Κυκλοφοριακή Μελέτη Πάτρας περιέχει ως μια από τις βασικές της προτάσεις τόσο την Μικρή Περιμετρική όσο και τον Κόμβο Εξόδου ειδικότερα.

2.2 Ιστορικοί αρχαιολογικοί χώροι

Οικισμός στην ευρύτερη περιοχή της πόλης της Πάτρας ιδρύθηκε από τα πανάρχαια χρόνια και από αυτόχθονες κατοίκους, πελασγικής ίσως καταγωγής, με ηγεμόνα τον Εύμηλο, οι οποίοι ίδρυσαν την πόλη Αρόη (πιθανότατα στο λόφο του φρουρίου).

Ο λόφος του φρουρίου (Κάστρο), βρίσκεται στα βορειοδυτικά της περιοχής μελέτης. Επίσης από ανασκαφικές έρευνες έχουν παρουσιαστεί τμήματα ρωμαϊκού υδραγωγείου. Έτσι η περιοχή μελέτης συνιστά περιοχή ιδιαίτερης αρχαιολογικής σημασίας.



Σχήμα 2.2 Τμήμα του αρχαίου υδραγωγείου

2.3 ΓΕΝΙΚΑ ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Στο κεφάλαιο αυτό αναλύεται το ευρύτερο γεωλογικό πλαίσιο της περιοχής έρευνας δίνοντας στοιχεία που αφορούν στη γεωμορφολογία, στη γεωδυναμική και νεοτεκτονική εξέλιξη, στη σεισμικότητα και στις δευτερογενείς επιπτώσεις της στα εξεταζόμενα ιζήματα, στη λίθοστρωματογραφία και στις υδρογεωλογικές συνθήκες. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην ανάλυση της λιθοστρωματογραφίας που θεωρείται απαραίτητη για την αξιολόγηση των γεωμηχανικών χαρακτήρων των ιζημάτων.

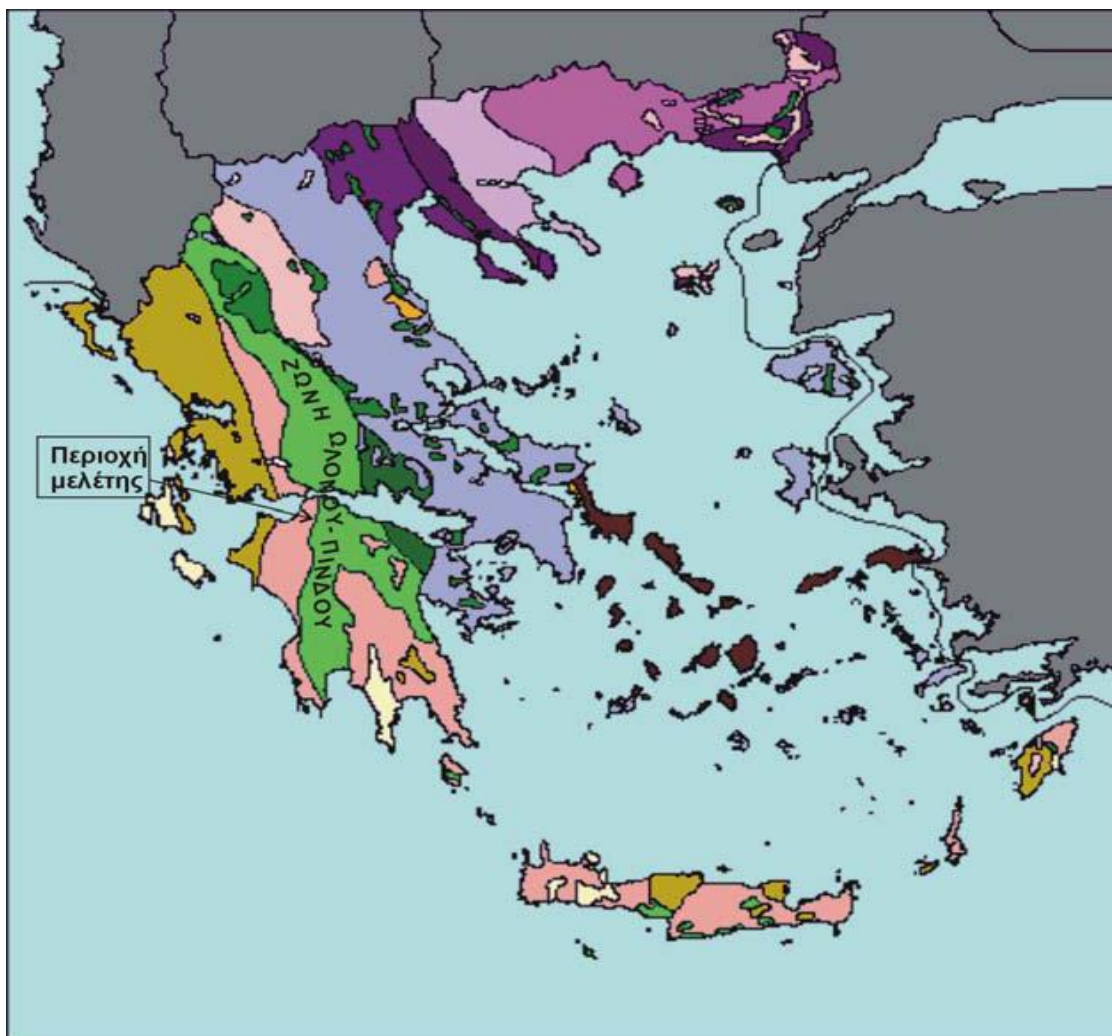
2.3.1 Γεωμορφολογία

Η γεωμορφολογική εικόνα μιας περιοχής είναι αποτέλεσμα της λιθολογικής της σύστασης, της τεκτονικής και της συνδυασμένης δράσης της διάβρωσης και της αποσάθρωσης. Ο ρόλος της γεωμορφολογίας επηρεάζει σημαντικά τη μορφή και την 'υγεία' των σχηματισμών, ιδιαίτερα όταν αυτοί είναι εκτεθειμένοι στην ατμόσφαιρα και στις εξωγενείς γεωλογικές διεργασίες (π.χ. ορύγματα, πρηνή κ.α). Η γεωμορφολογία μιας περιοχής, σε συνδυασμό με άλλους παράγοντες, παίζει σημαντικό ρόλο στην ύπαρξη τυχόν αστοχιών και την εκδήλωση νέων, υπό ορισμένες πάντα προϋποθέσεις.

Γεωμορφολογία του ευρύτερου νομού

Η βόρεια Πελοπόννησος και ειδικότερα ο νομός Αχαΐας θεωρείται από γεωμορφολογική άποψη ορεινή - ημιορεινή περιοχή. Αναλυτικότερα, στο νομό Αχαΐας το 60% της συνολικής έκτασης είναι ορεινό. Οι κύριοι ορεινοί όγκοι είναι: το Παναχαϊκό, ο Ερύμανθος ή Ωλονός και τα Αροάνια ή Χελμός. Έχουν γενική διεύθυνση ΒΔ - ΝΑ/κή, δημιουργήθηκαν κατά τις Αλπικές πτυχώσεις και αποτελούν συνέχεια των ορεινών όγκων της Κεντρικής Ελλάδας και Ηπείρου. Το κύριο υδρογραφικό δίκτυο στην περιοχή ανάπτυξης των Νεογενών - Πλειστοκαινικών ιζημάτων του νομού Αχαΐας, αποτελούν οι λεκάνες απορροής των ποταμών Πείρου, Γλαύκου, Φοίνικα, Σελινούντα, Βουραϊκού και Κράθι. Οι ποταμοί αυτοί διαρρέουν μία περιοχή που βρίσκεται σε γεωδυναμική εξέλιξη, λόγω έντονης νεοτεκτονικής δραστηριότητας και μεταφέρουν σημαντική ποσότητα ιζημάτων στις βόρειες ακτές, διαβρώνοντας τα Νεογενή - Πλειστοκαινικά ιζήματα και σε αρκετές περιπτώσεις και νεώτερους γεωλογικούς σχηματισμούς.

Στο νομό Αχαΐας σύμφωνα με το Ρόζο (1989) η λεκάνη ιζηματογένεσης του Πατραϊκού αρχίζει από τους δυτικούς πρόποδες του Παναχαϊκού όρους και φθάνει προς τα δυτικά σχεδόν μέχρι τις ακτές του Ιονίου. Αντίθετα προς νότο, περιορίζεται πολύ σύντομα από τις εμφανίσεις των σχηματισμών του φλύσχη της ζώνης Γαβρόβου -Τριπόλεως, που αποτελούν σχεδόν αποκλειστικά το αλπικό της υπόβαθρο. Παρά την εκτεταμένη επιμήκη ανάπτυξη της λεκάνης, οι εμφανίσεις των Νεογενών-Πλειστοκαινικών ιζημάτων περιορίζονται σημαντικά λόγω της παρουσίας προσφάτων ιζημάτων. Θα πρέπει ακόμη να σημειωθεί ότι η περιοχή εμφάνισης των Νεογενών-Πλειστοκαινικών ιζημάτων είναι ήπια μορφολογικά και χαρακτηρίζεται από την παρουσία επιμηκών λοφοειδών εξάρσεων, που το ύψος τους δεν υπερβαίνει τα 200m.



Σχήμα 2.3. Γεωτεκτονικός χάρτης του Ελλαδικού χώρου όπου φαίνεται η θέση της περιοχής μελέτης.

Στρωματογραφία-Λιθολογία

Οι λιθολογικοί σχηματισμοί της υπό μελέτη περιοχής είναι Νεογενείς κυρίως αλλά και Τεταρτογενείς αποθέσεις. Οι Νεογενείς σχηματισμοί αποτελούνται από αμμομάργες και μαργαϊκούς ψαμμίτες, κυανογκρίζου και καφεκίτρινου χρώματος. Οι Τεταρτογενείς σχηματισμοί αποτελούνται από σύγχρονες αλλουβιακές αποθέσεις και επιχώσεις. Οι αλλουβιακές και ελλουβιακές αποθέσεις του Τεταρτογενούς επικάθονται στα ιζήματα του Νεογενούς.

Στη μάζα του σχηματισμού των Νεογενών συναντώνται ενστρώσεις πλουσιότερες σε αργιλοιλύ, συνήθως γκριζόμαυρου χρώματος καθώς και αμμοχαλικώδεις ενστρώσεις ή ενστρώσεις κροκαλοπαγών. Ένστρωση κροκαλοπαγούς χαρτογραφήθηκε στο σημείο Χ.Θ. 0+900 ανάντι, περίπου στο κέντρο της περιοχής.

Στην εικόνα που ακολουθεί δίνονται οι λιθοφάσεις των ιζημάτων που επικρατούν στην ευρύτερη περιοχή του Πατραϊκού κόλπου.

Γεωμορφολογία του έργου

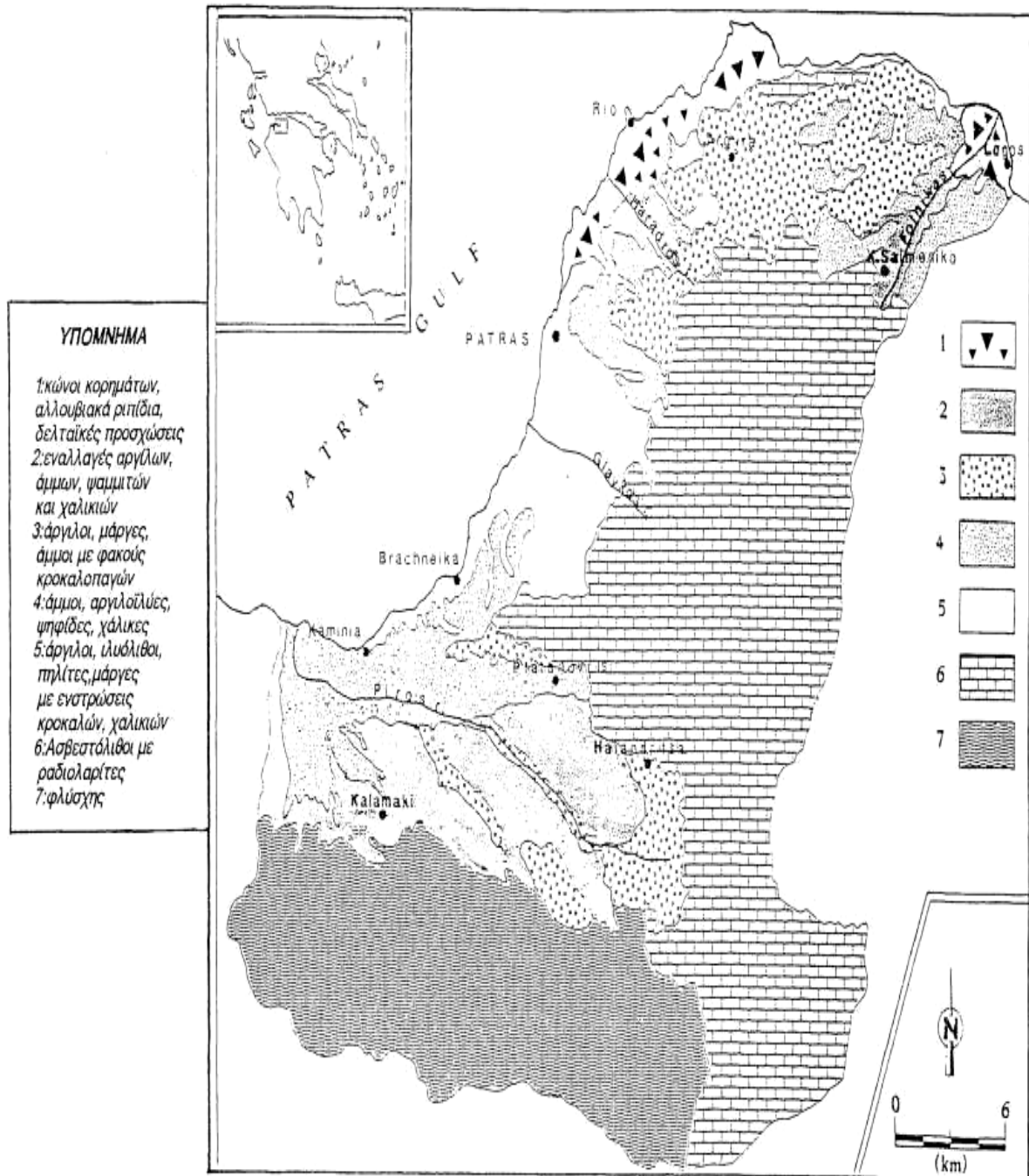
Η γεωμορφολογική εικόνα μιας περιοχής είναι αποτέλεσμα της λιθολογικής της σύστασης, της τεκτονικής και της συνδυασμένης δράσης της διάβρωσης και της αποσάθρωσης. Ο ρόλος της γεωμορφολογίας επηρεάζει σημαντικά τη μορφή και την 'υγεία' των σχηματισμών, ιδιαίτερα όταν αυτοί είναι εκτεθειμένοι στην ατμόσφαιρα και στις εξωγενείς γεωλογικές διεργασίες (π.χ. ορύγματα, πρηνή κ.α). Η γεωμορφολογία μιας περιοχής, σε συνδυασμό με άλλους παράγοντες, παίζει σημαντικό ρόλο στην ύπαρξη τυχόν αστοχιών και την εκδήλωση νέων, υπό ορισμένες πάντα προϋποθέσεις.

Το ανάγλυφο της περιοχής είναι σχετικά εντονότερο από αυτό που θα αναμενόταν για τους συγκεκριμένους γεωλογικούς σχηματισμούς. Από την άποψη σταδίου διάβρωσης η περιοχή βρίσκεται σε στάδιο προχωρημένης νεότητας έως ωριμότητας. Ο χαρακτηρισμός αυτός οφείλεται στο γεγονός ότι υπάρχουν ευρείς υδροκρίτες με επιφάνειες ισοπέδωσης, απότομες κλιτύες και πλατειές μισάγγειες. Ακόμη παρατηρούνται λίγα υδρορεύματα ανά μονάδα επιφανείας.

Το υψόμετρο της περιοχής όπως διακρίνεται και στο χάρτη δεν ξεπερνά τα 200m. Η κατασκευή του έργου περιλαμβάνει τη διάνοιξη ορυγμάτων και πρηνών ύψους

18 29 έως 50 m, πράγμα που απαιτεί τη διερεύνηση τυχόν γεωλογικών αστοχιών που θα επηρεάσουν τόσο την ασφάλεια του έργου, όσο και τη μορφολογία της περιοχής.

Συμπέρασμα των παραπάνω παρατηρήσεων είναι το γεγονός ότι αναμένονται μακρόχρονες διαδικασίες διάβρωσης και μεταβολής του επιφανειακού ανάγλυφου.



Σχήμα 2.4. Οι λιθοφάσεις των ιζημάτων στην ευρύτερη περιοχή του Πατραϊκού κόλπου (Βουδούρης, 1995).



Σχήμα 2.5. Όρυγμα στον ανώτερο μαργαϊκό ορίζοντα



Σχήμα 2.6. Διακρίνεται ο ανώτερος μαργαϊκός ορίζοντας σε ανοικτή διατομή. Παρατηρούνται οι εναλλαγές καστανόχρωμων και γκρι στρωμάτων ιλυωδών αργίλων με μικρό ποσοστό άμμου. Εικόνα νότιου πρανούς.

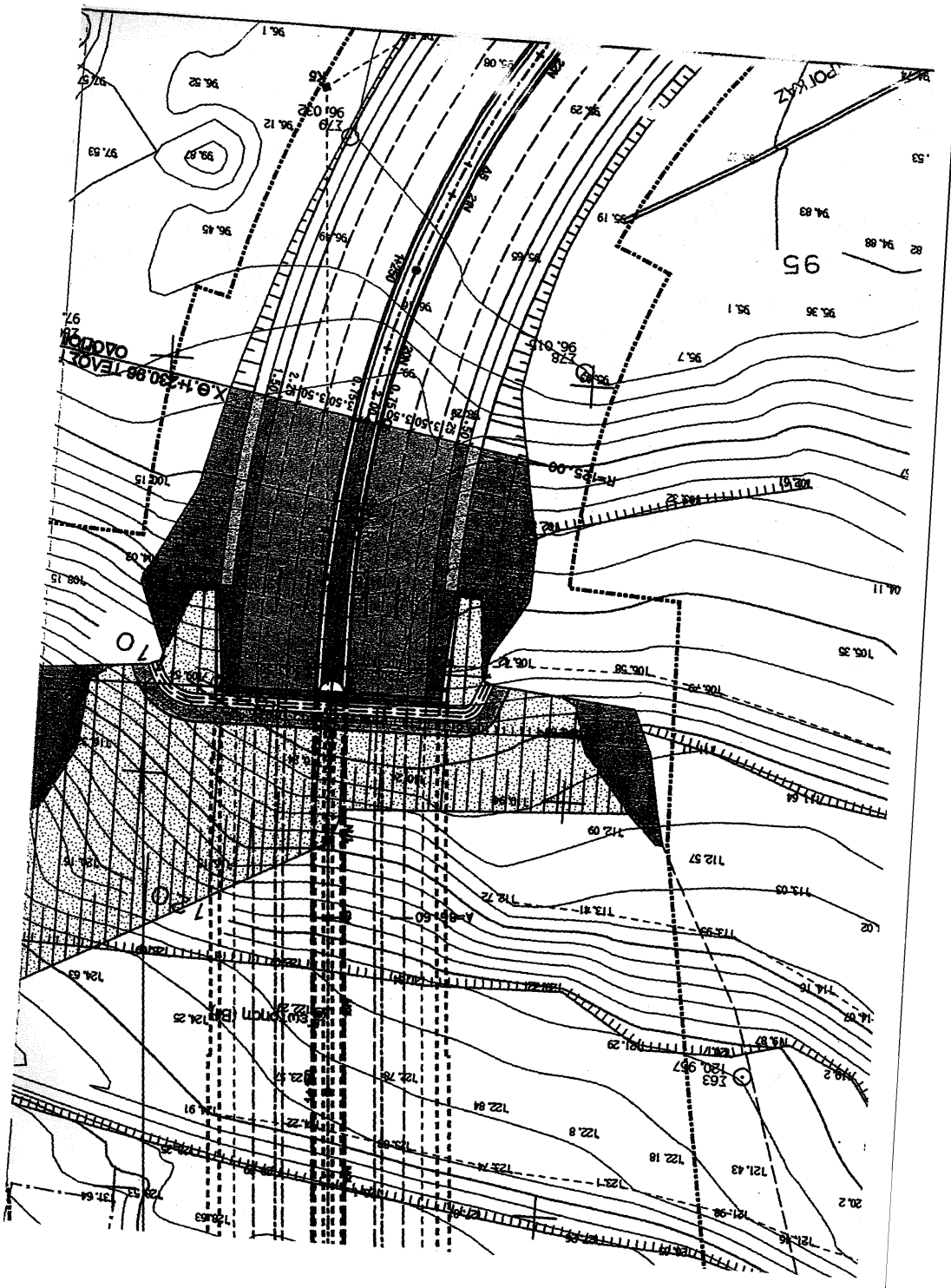
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - Στοιχεία σχεδιασμού της σήραγγας Cut & Cover, από Χ.Θ. 0+986 – 1+198

3.1 Γενική οριζοντιογραφία

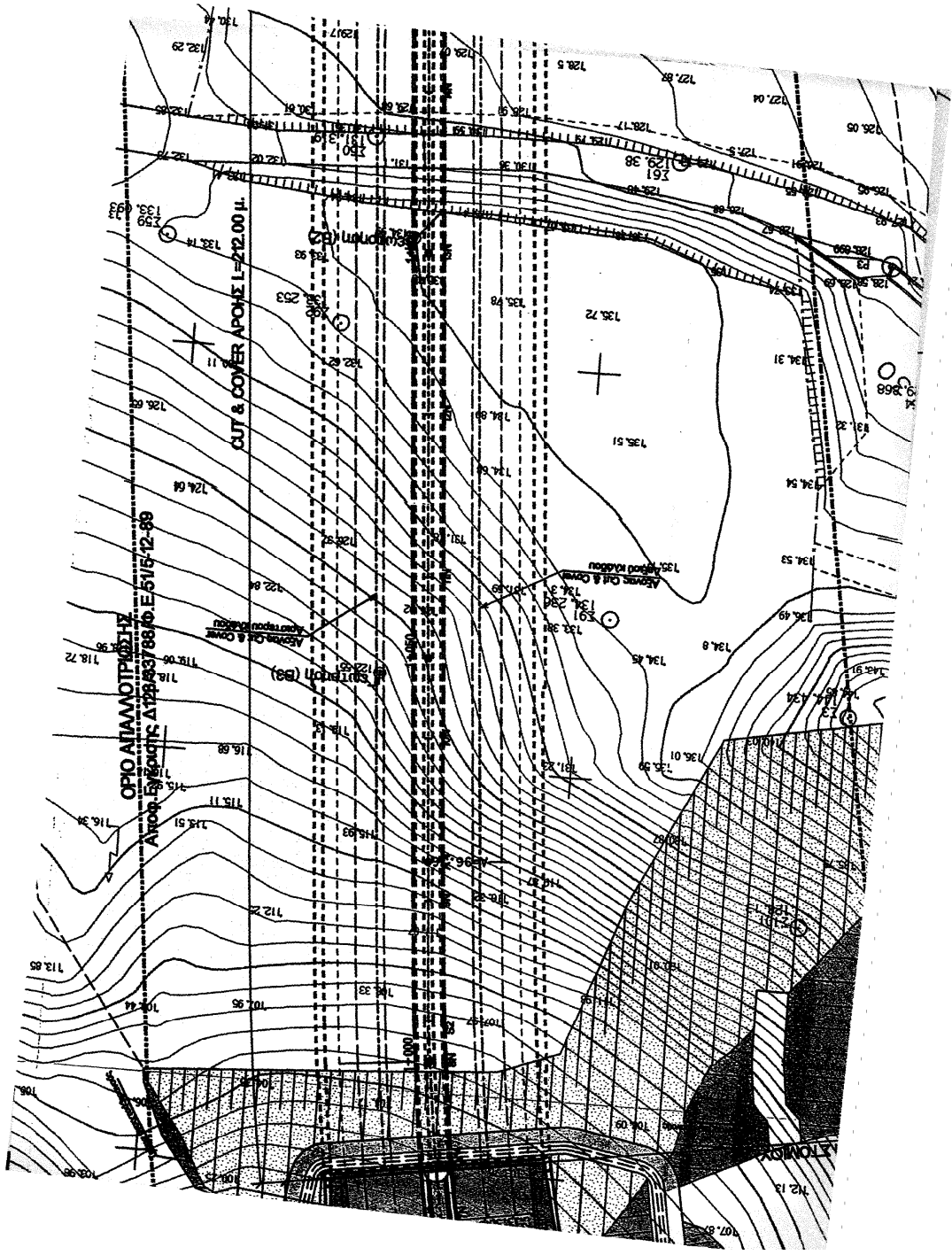


Σχήμα 3.1 Γενική Οριζοντιογραφία

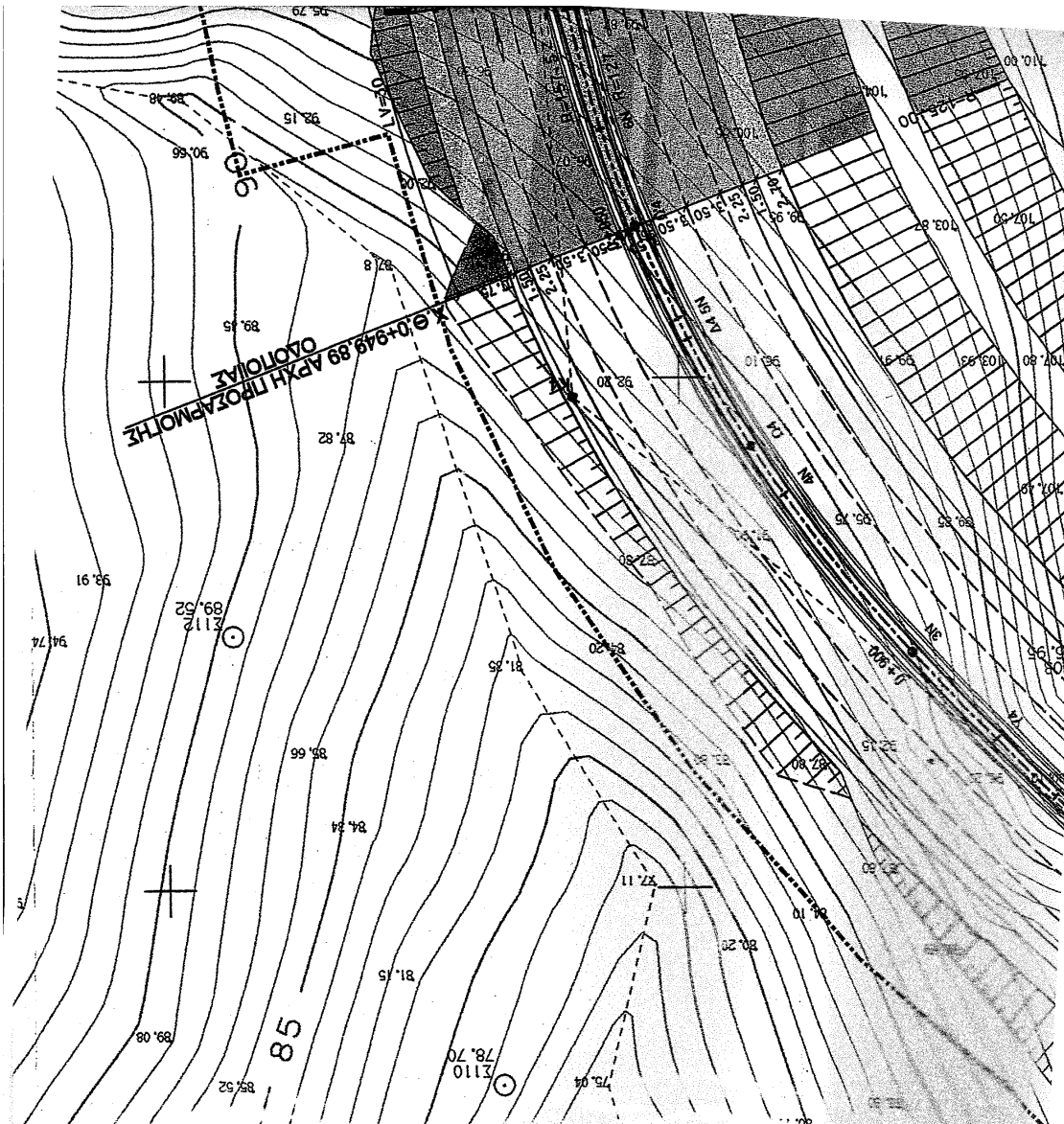
3.2 Οριζοντιογραφία του έργου



Σχήμα 3.2 Οριζοντιογραφία του έργου



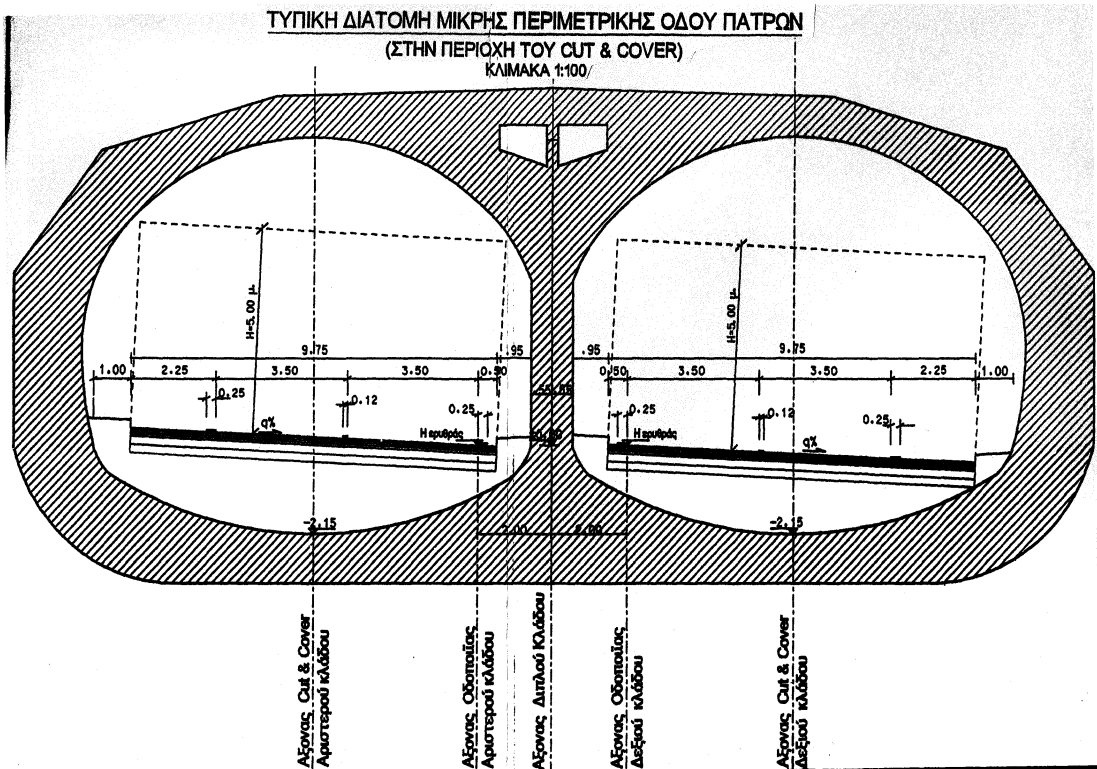
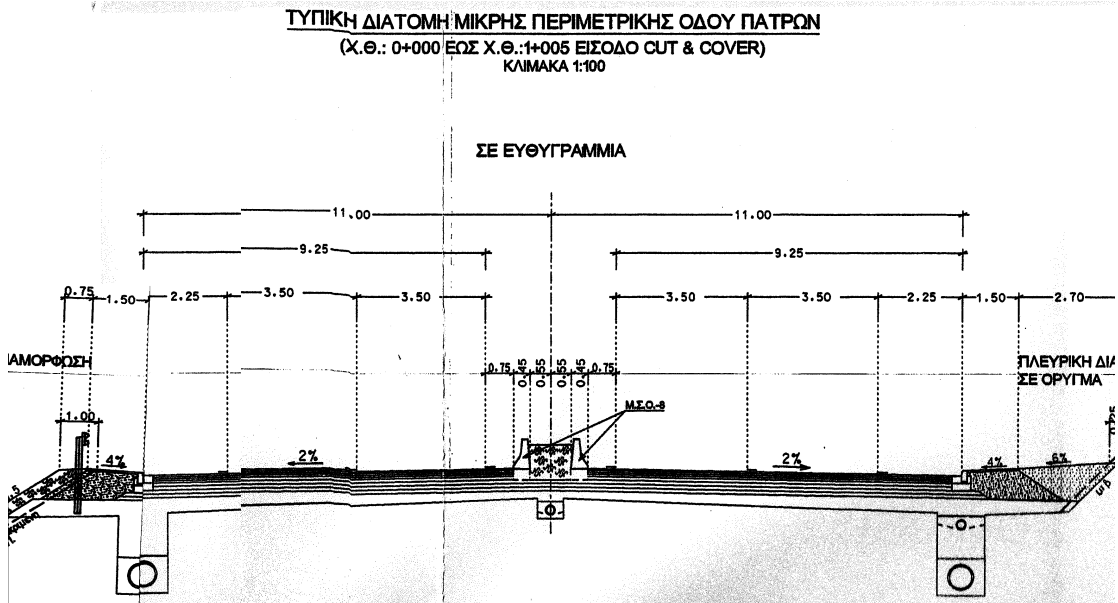
Σχήμα 3.3 Οριζοντιογραφία του έργου (συνέχεια)



Σχήμα 3.3 Οριζοντιογραφία του έργου (συνέχεια)

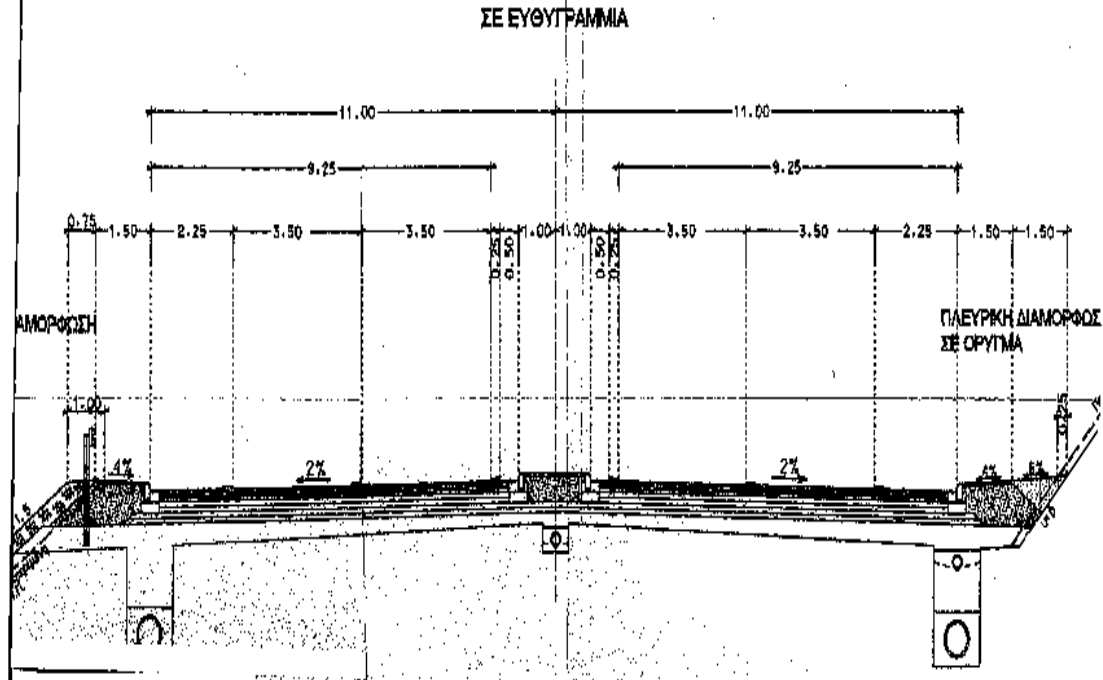
3.3 Τυπικές διατομές

Οι διατομές σχεδιασθήκαν σύμφωνα με τα στοιχεία των νέων τυπικών διατομών. Επίσης προσετέθηκαν νέες διατομές στην περιοχή των πτερυγοτοιχών του Cut & Cover, ώστε απεικονιστεί σαφέστατα η σχετική θέση της οδού

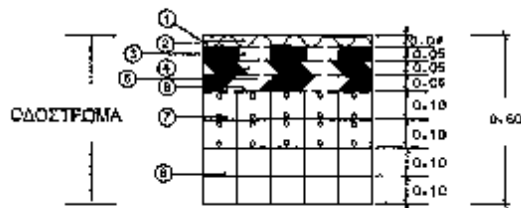


Σχήμα 3.4

ΤΥΠΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΜΙΚΡΗΣ ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΗΣ ΟΔΟΥ ΠΑΤΡΩΝ
 (Χ.Θ.:1+005 ΕΙΣΟΔΟΣ CUT & COVER ΕΩΣ Χ.Θ.:1+716,62 ΑΡΧΗ ΚΟΜΒΟΥ ΕΞΟΔΟΥ)
 ΚΑΙΜΑΚΑ 1:100



ΤΟΜΗ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ-ΜΙΚΡΗΣ ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΗΣ
 (ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΜΙΚΡΗΣ ΠΑΡΑΚΑΜΨΗΣ / 6-3988)

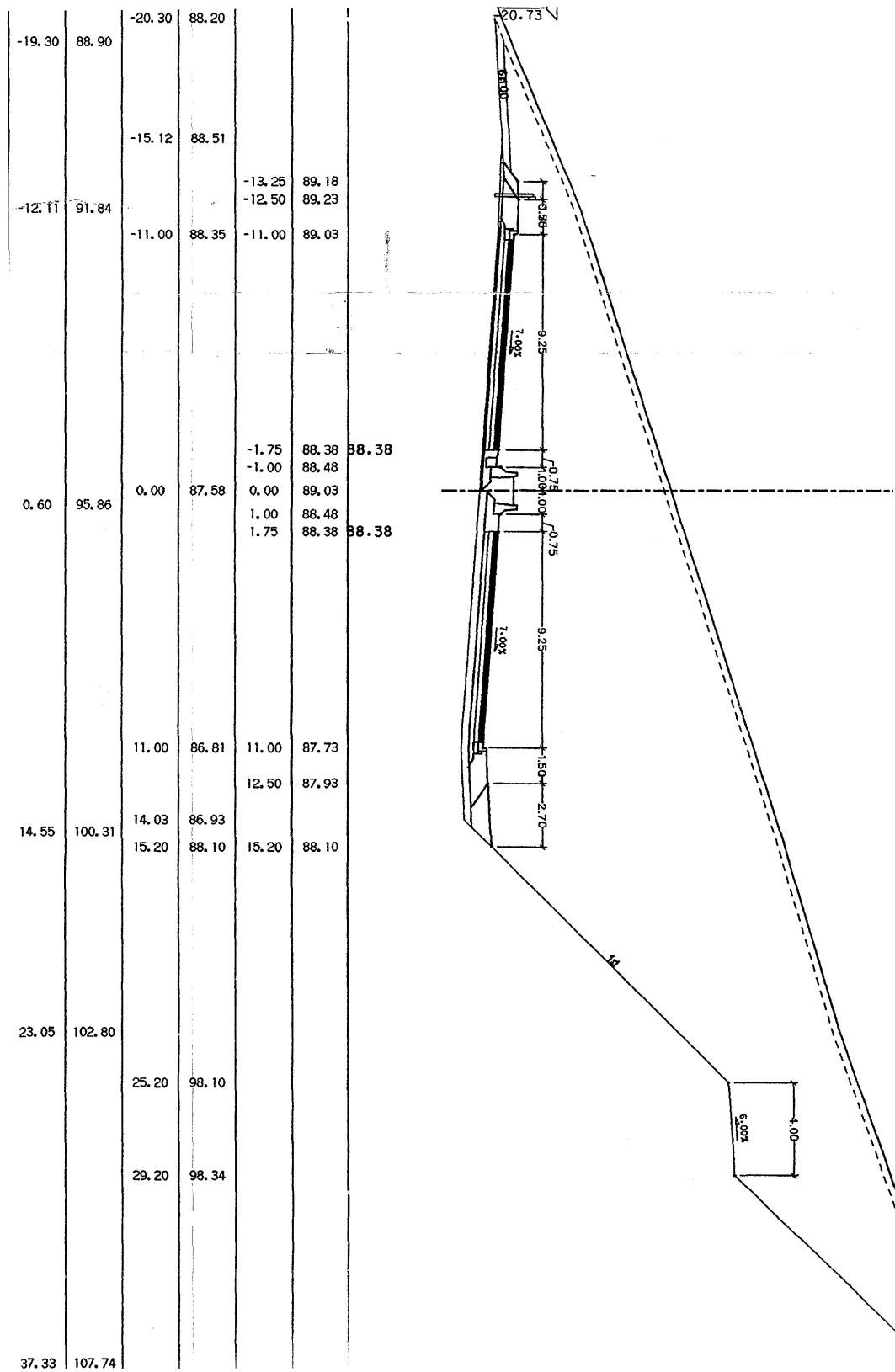


ΥΠΟΜΝΗΜΑ

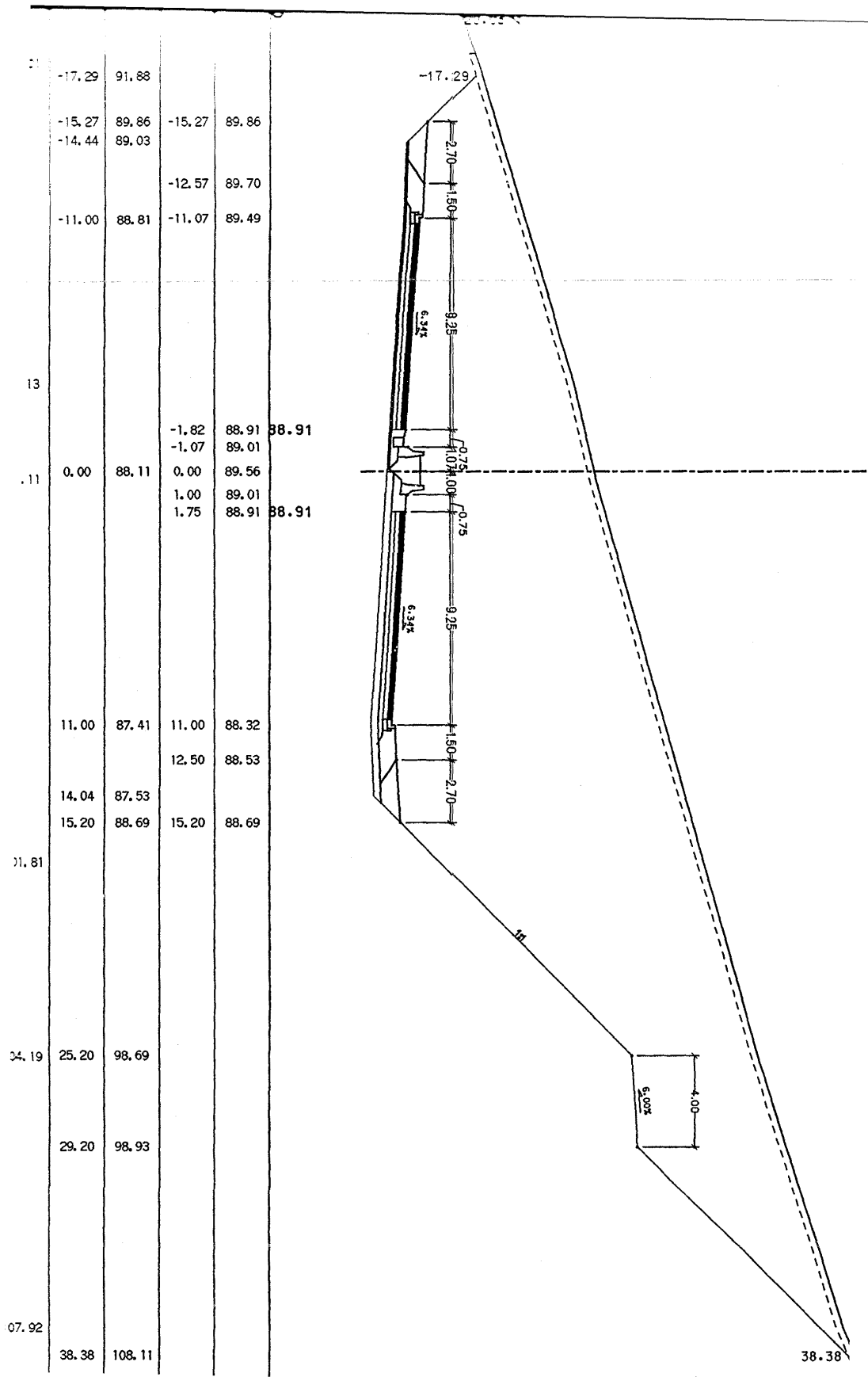
- ① Ασφαλτική αντιολισθηρή στρώση κυκλοφορίας
- ② Ασφαλτική συγκολλητική επάλειψη κατά Π.Τ.Π. ΑΣ-12 και Α-201
- ③ Ασφαλτική στρώση κυκλοφορίας κατά Π.Τ.Π. Α-265 συμπ. πάχους 5 εκ.
- ④ Ασφαλτική ισοπεδωτική στρώση κατά Π.Τ.Π. Α-265 συμπ. πάχους 5 εκ.
- ⑤ Ασφαλτική στρώση βάσεως κατά Π.Τ.Π. Α-260 συμπ. πάχους 6 εκ.
- ⑥ Ασφαλτική προεπάλειψη ανασφάλτωτης βάσης κατά Π.Τ.Π. ΑΣ-11 και Α-201
- ⑦ Δυο στρώσεις βάσης κατά Π.Τ.Π. 0-155 συμπ. πάχους 10 εκ. έκαστης
- ⑧ Δυο στρώσεις υπόβασης κατά Π.Τ.Π. 0-150 συμπ. πάχους 10 εκ.

Σχήμα 3.5

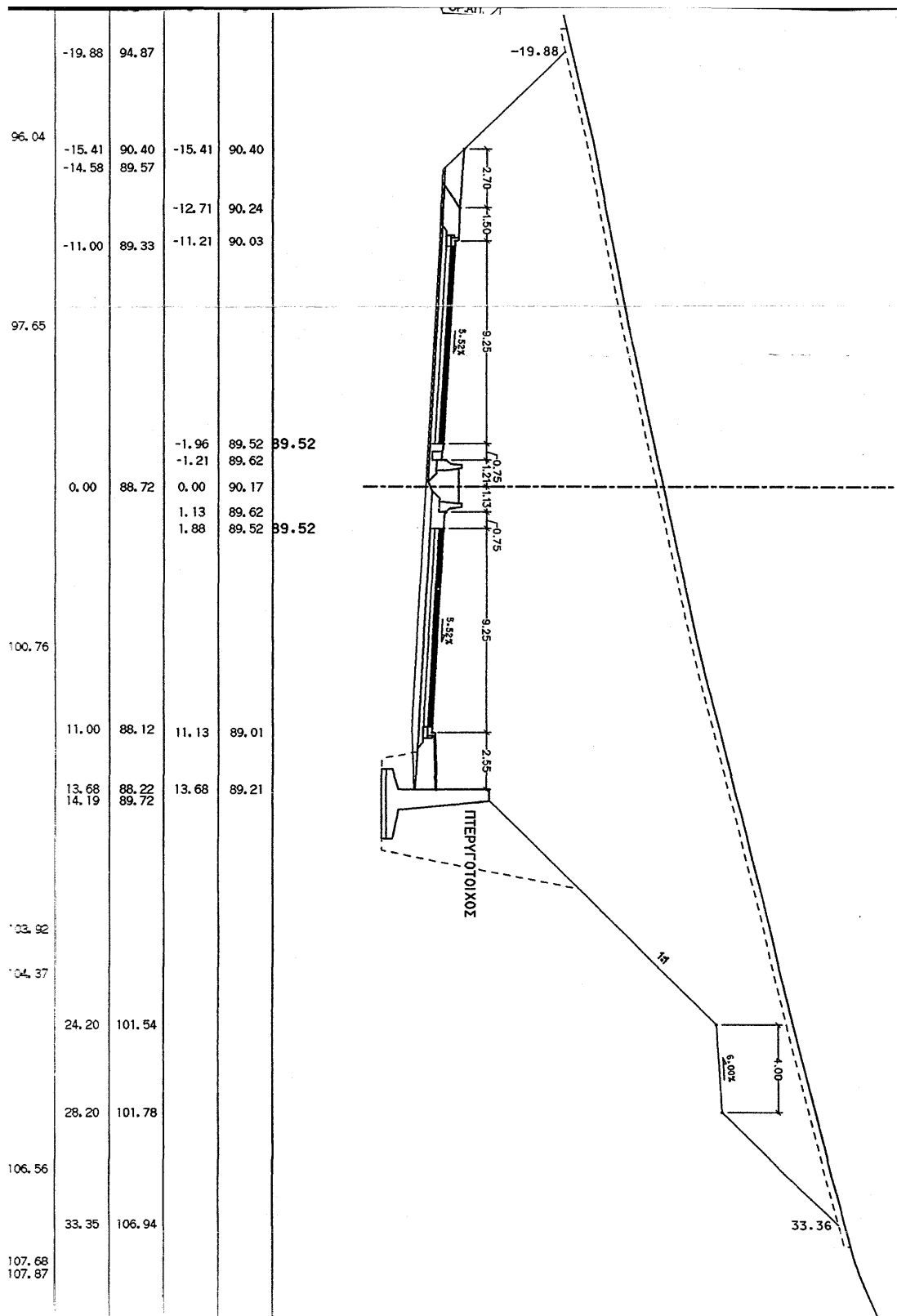
3.4 Διατομές



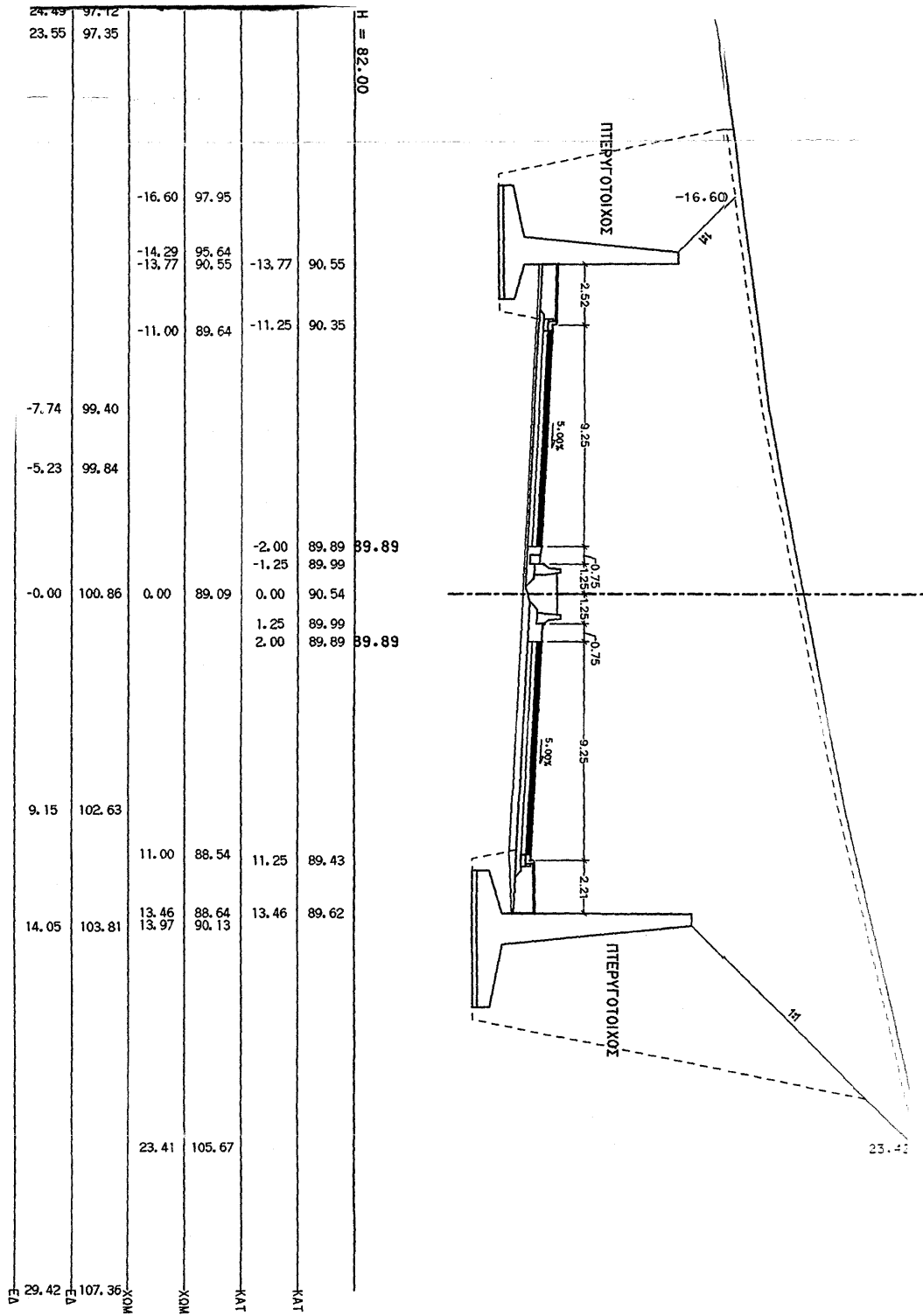
Σχήμα 3.6 Διατομή Ω'4 0+949.89



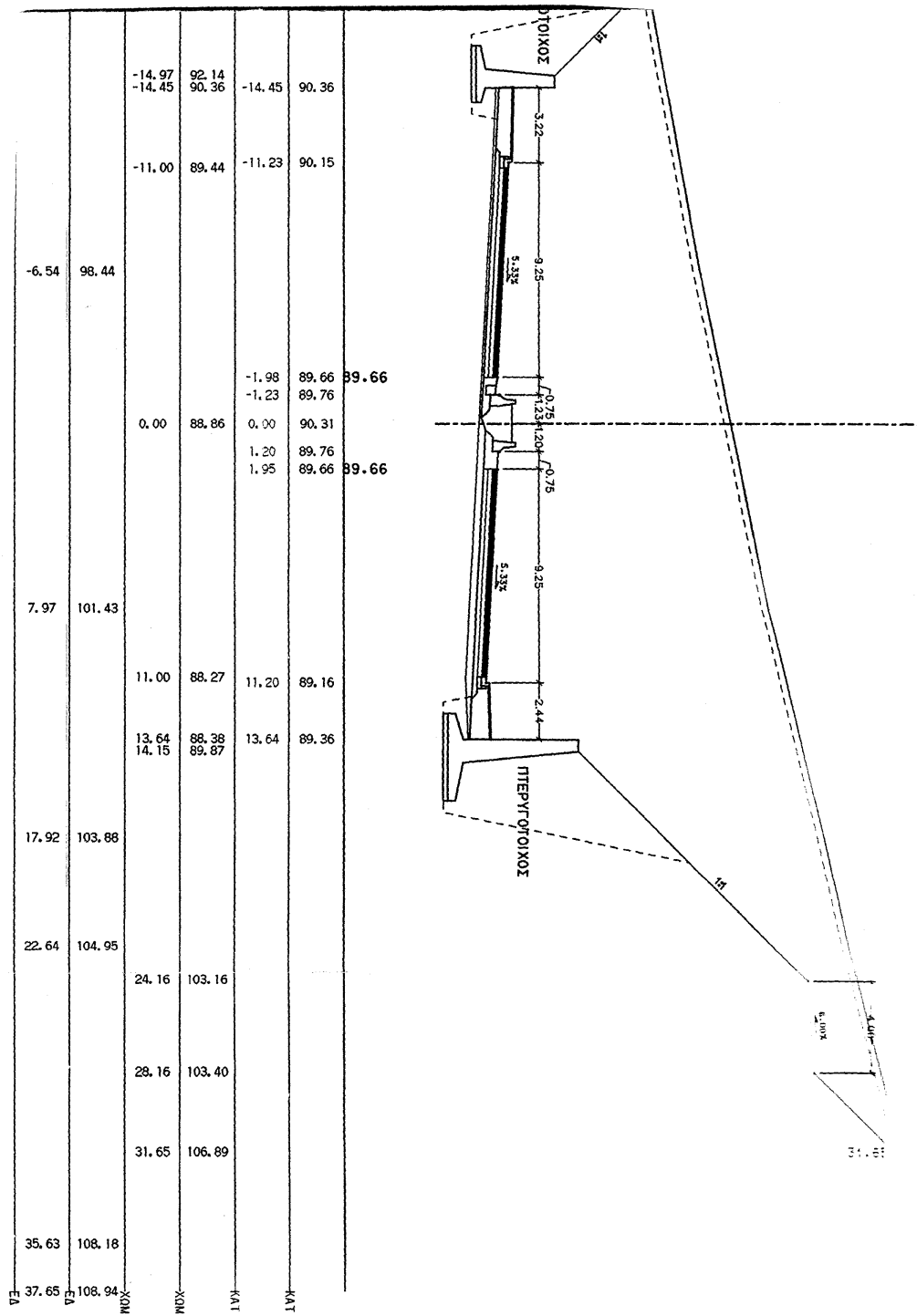
Σχήμα 3.7 Διατομή 6N 0+960



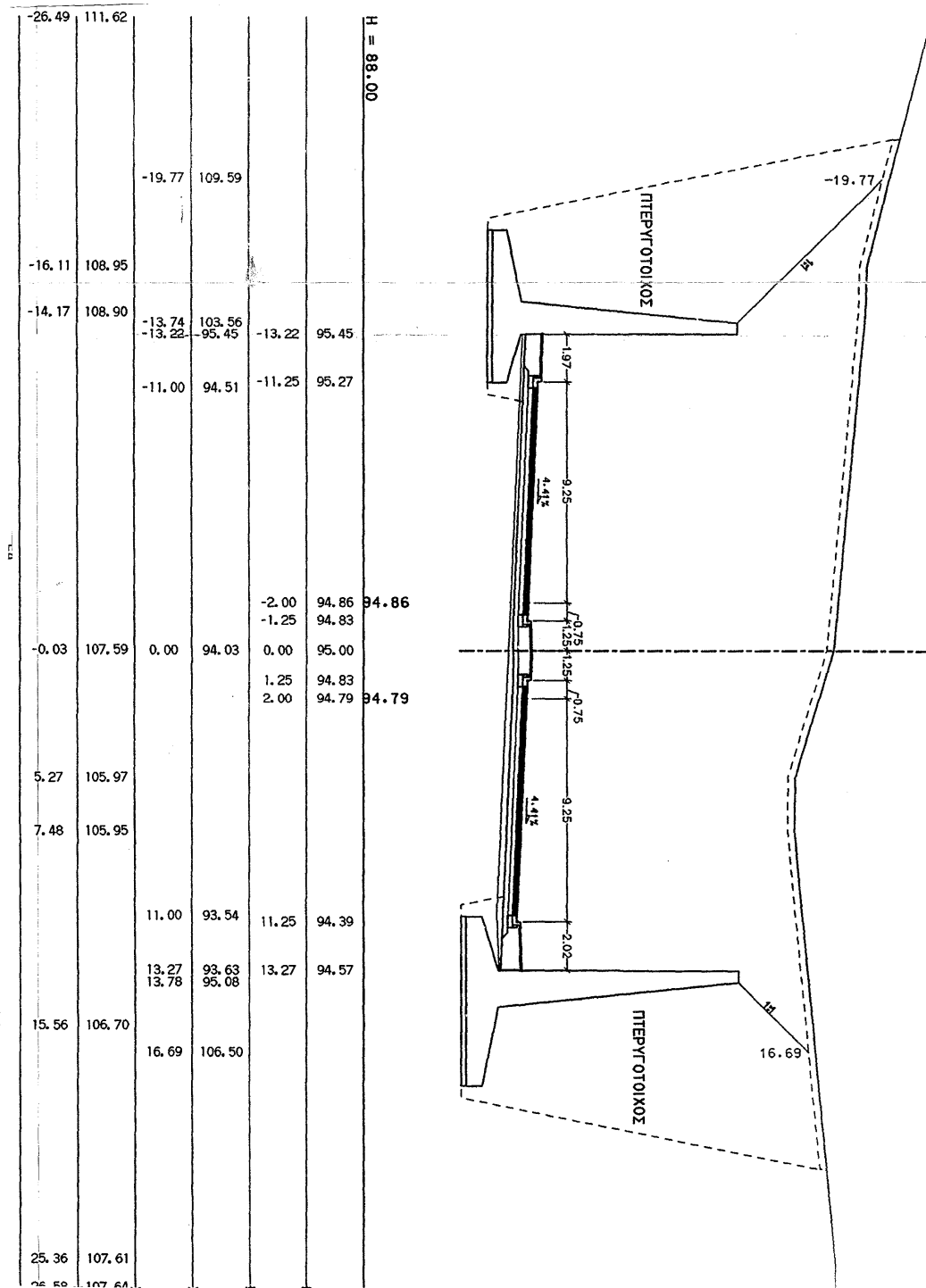
Σχήμα 3.8 Διατομή To1 0+972.32



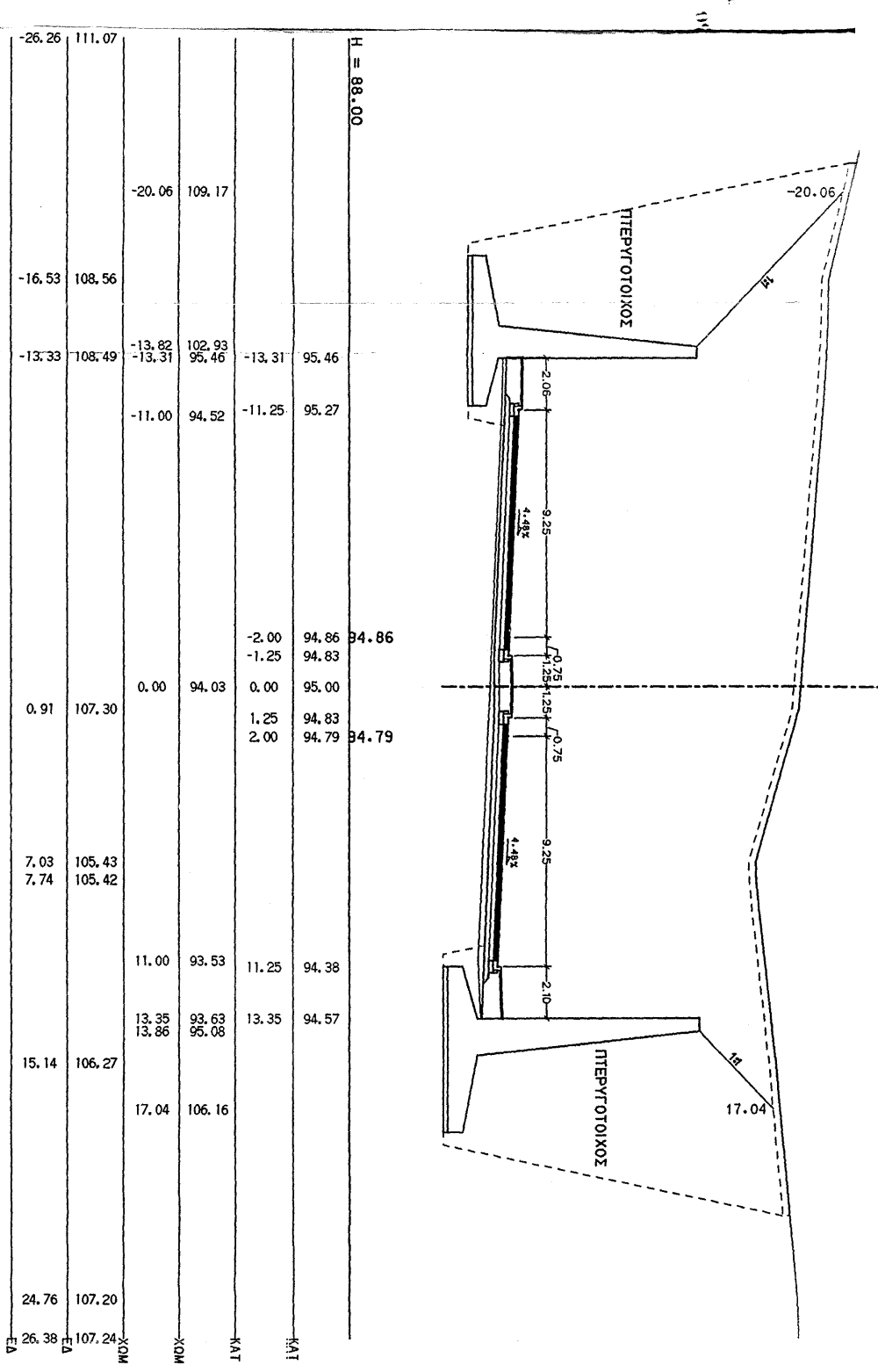
Σχήμα 3.9 Διατομή 7N 0+975



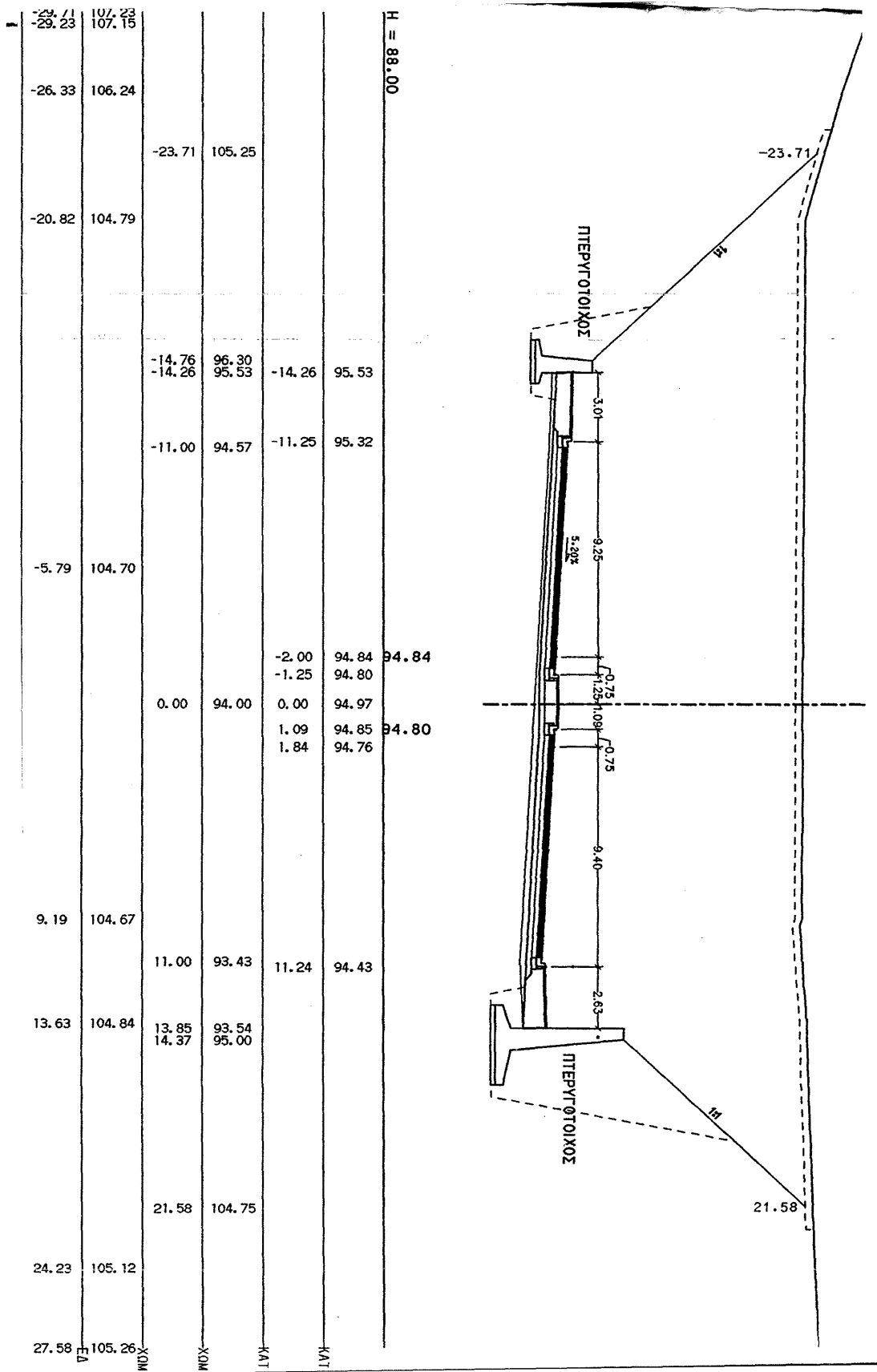
Σχήμα 3.10 Διατομή Το2 0+980



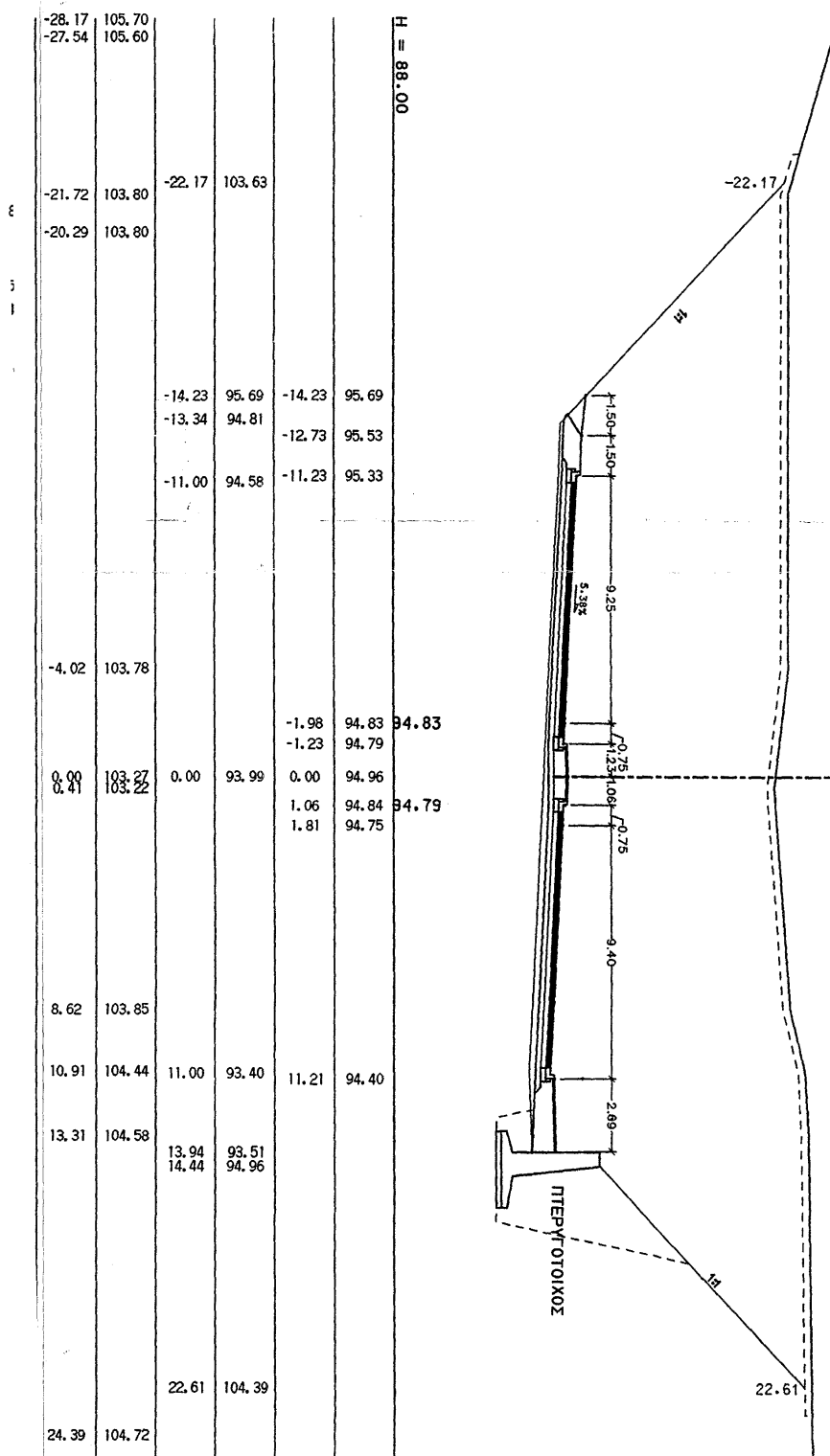
Σχήμα 3.11 Διατομή 18N 1+200



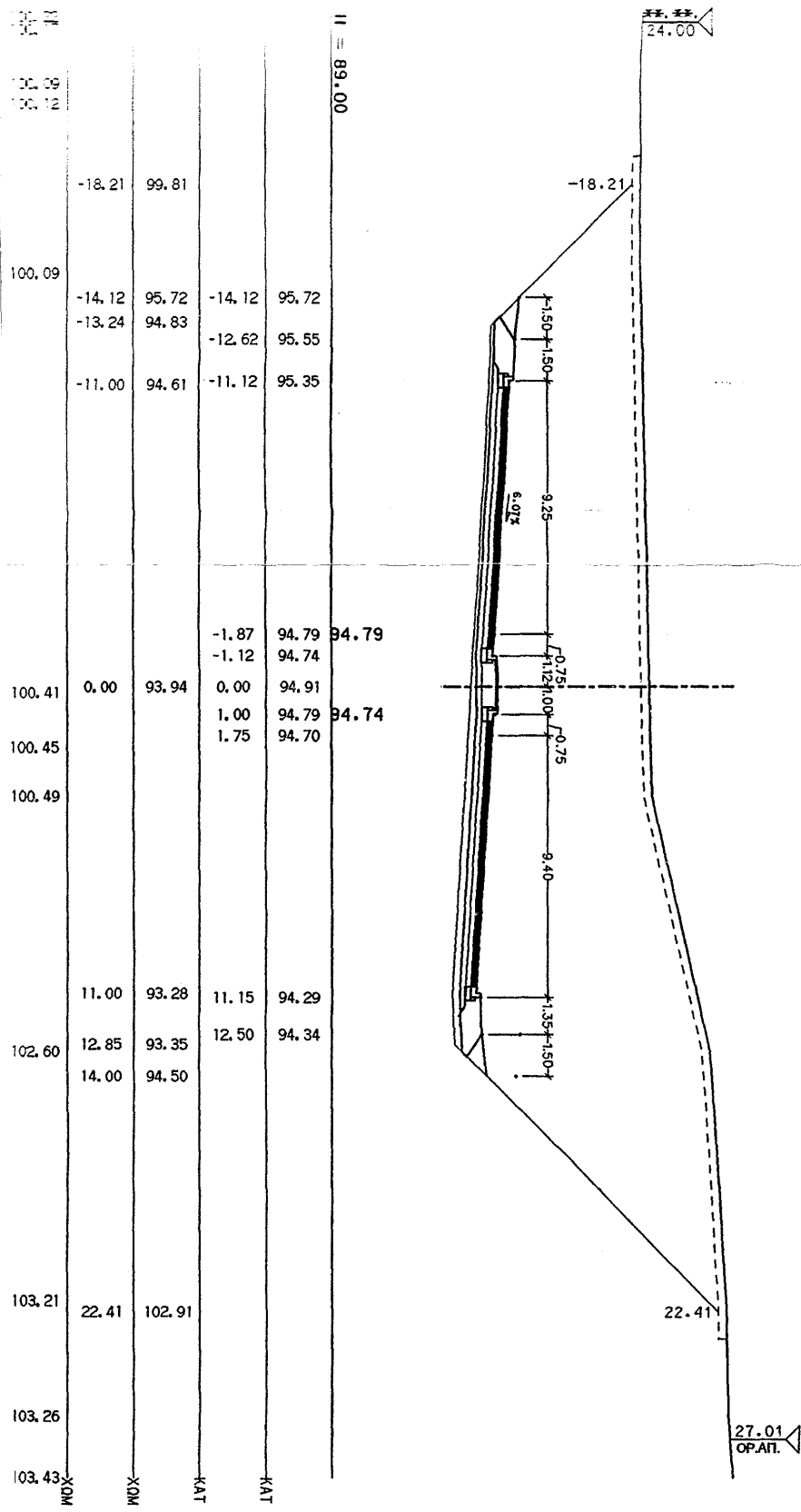
Σχήμα 3.12 Διατομή Υ5 1+200.92



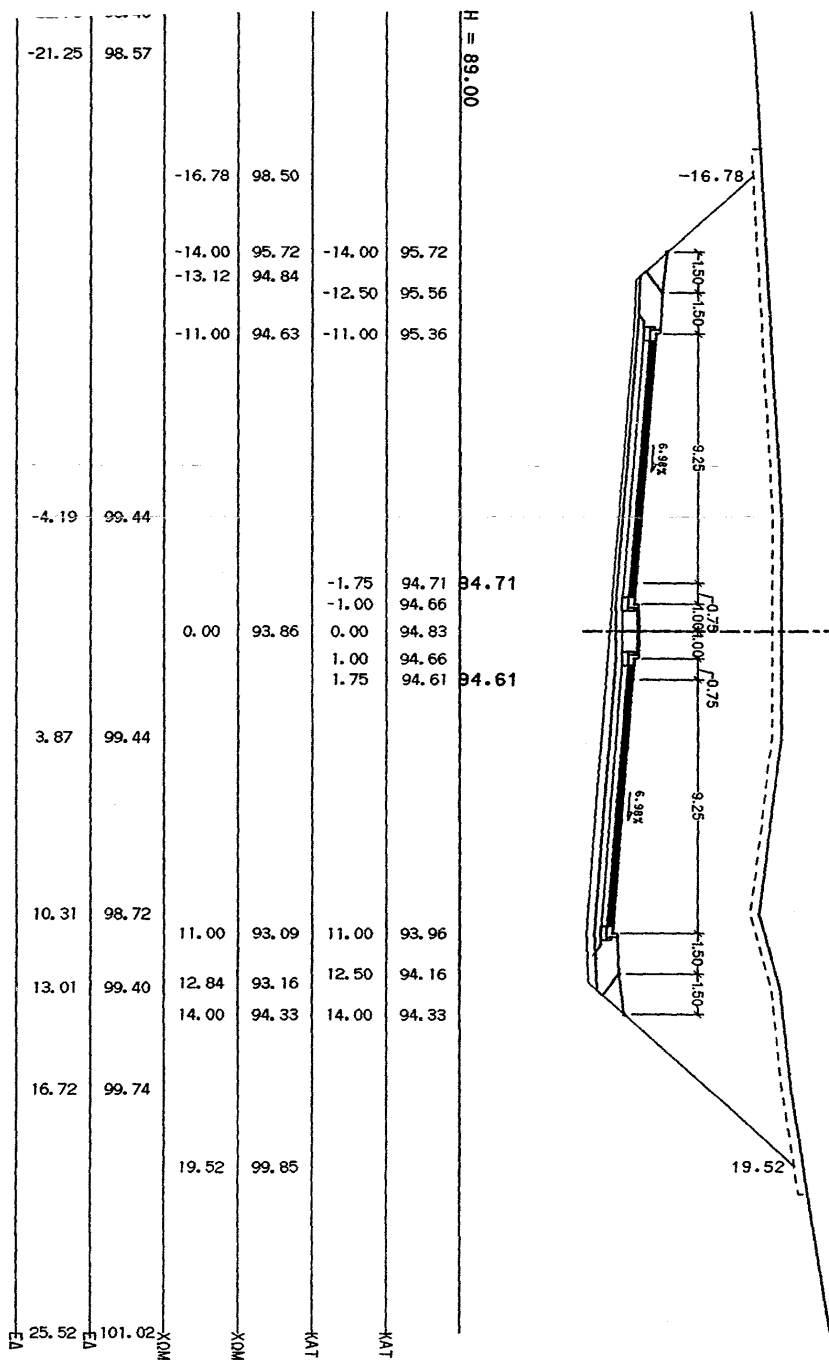
Σχήμα 3.13 Διατομή Το3 1+209.56



Σχήμα 3.14 Διατομή Το41+211.74



Σχήμα 3.15 Διατομή 19N 1+220



Σχήμα 3.16 Διατομή Ω5 1+230.96

3.5 Αναλυτική προμέτρηση

ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ

1. Γενικές εικασφές (m³)

Γενικός τύπος υπολογισμού όγκου: $V = ((F_i + F_{i+1}) + (\text{SQRT } F_i * F_{i+1})) * L / 3$

ΕΜΒΑΔΑ ΣΕ ΘΕΣΕΙΣ ΔΙΑΤΟΜΩΝ (Μετρημένα στο CAD)

Χ.Θ. ΔΙΑΤΟΜΗΣ	ΕΜΒΑΔΟΝ ΔΙΑΤΟΜΗΣ Fi (m ²)	ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΔΙΑΤΟΜΩΝ L (m)	ΟΓΚΟΣ m ³
0+974	486,94	12,00	7335,85
0+986	744,8		
0+986	744,8	14,00	13203,78
1+000	1156,49		
1+000	1156,49	20,00	33655,38
1+020	2271,15		
1+020	2271,15	20,00	52579,55
1+040	3003,85		
1+040	3003,85	20,00	59296,70
1+060	2925,99		
1+060	2925,99	20,00	60777,25
1+080	3153,15		
1+080	3153,15	20,00	64761,01
1+100	3323,7		
1+100	3323,7	20,00	63464,78
1+120	3025,12		
1+120	3025,12	20,00	57463,06
1+140	2723,82		
1+140	2723,82	20,00	48201,49
1+160	2109,4		
1+160	2109,4	20,00	34571,43
1+180	1373,92		
1+180	1373,92	18,00	19913,38
1+198	858,76		
1+198	858,76	12,00	7269,44
1+210	384,2		
ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ :			522493,12

2.Εκσκαφές Ανακαλλήλων (m³)

Επιφάνεια σε οριζοντιογραφία (Μετρημένη στο CAD)

$$V = (27615,35 * 0,50) = 13807,675$$

Σύνολο: 13807,68

3.Επίγωση με θραυστό υλικό λατομείου (m³)

Εμβαδό πλήρωσης με σάρα για Διατομή:

$$\text{I} = 146,932 - 0,632 - 6,5 = 139,80$$

$$\text{II} = 149,7998 - 0,632 - 6,5 = 142,67$$

$$\text{III} = 154,0185 - 0,632 - 6,5 = 146,89$$

ΕΜΒΑΔΑ ΣΕ ΘΕΣΕΙΣ ΔΙΑΤΟΜΩΝ (Μετρημένα στο CAD)

Χ.Θ. ΔΙΑΤΟΜΗΣ	ΕΜΒΑΔΟΝ ΔΙΑΤΟΜΗΣ Fi (m ²)	ΠΛΗΘ. x ΜΗΚΟΣ ΣΠΟΝΔΥΛΟΥ L (m)	ΟΓΚΟΣ m ³
0+986	139,80	1*12,00=12,00	1677,60
0+998			
0+998	142,66	4*12,00=48,00	6847,68
1+046			
1+046	146,88	9*12,00=108,00	15863,04
1+154			
1+154	142,66	3*12,00=36,00	5135,76
1+190			
1+190	139,80	1*8,00=8,00	1118,40
1+198			
ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ :			30642,48

μεταφορά γαιών από αποθεσιοθαλάμους προσωρινής απόθεσης (MAM=0,50Km)
 $1 \cdot m^3$)

Ως άρθρο 6 όγκος επίχωσης $V=374243,09 \text{ m}^3$:

$$V=(374243,09 \cdot 0,50)= 187121,95$$

Σύνολο: 187121,95

επίχωση με προϊόντα εικοσιφής (m^3)

Γενικός τύπος υπολογισμού όγκου: $V=((F_i+F_{i+1})+(\text{SQRT } F_i \cdot F_{i+1})) \cdot L/3$

ΕΜΒΑΔΑ ΣΕ ΘΕΣΕΙΣ ΔΙΑΤΟΜΩΝ (Μετρημένα στο CAD)

Χ.Θ. ΔΙΑΤΟΜΗΣ	ΕΜΒΑΔΟΝ ΔΙΑΤΟΜΗΣ $F_i \text{ (m}^2\text{)}$	ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΔΙΑΤΟΜΩΝ L (m)	ΟΓΚΟΣ m^3
0+986	17,40	14,00	2697,06
1+000	470,10		
1+000	470,10	20,00	16973,29
1+020	1295,50		
1+020	1295,50	20,00	35017,52
1+040	2249,875		
1+040	2249,875	20,00	46869,72
1+060	2438,36		
1+060	2438,36	20,00	51021,94
1+080	2665,52		
1+080	2665,52	20,00	55000,16
1+100	2835,37		
1+100	2835,37	20,00	53699,83
1+120	2537,37		
1+120	2537,37	20,00	47703,90
1+140	2236,19		
1+140	2236,19	20,00	38011,76
1+160	1583,699		
1+160	1583,699	20,00	22130,49
1+180	690,30		
1+180	690,30	18,00	5117,42
1+198	26,74		
ΣΥΝΟΛΟ :			374243,09

7. Λοιπό σκυρόδεμα B10 (m³)

ΔΙΑΤΟΜΗ	ΕΜΒΑΔΟΝ ΔΙΑΤΟΜΗΣ Fi (m ²)	ΜΗΚΟΣ L (m)	ΟΓΚΟΣ m ³
I	17,50	12+8=20	350,00
II	15,51	48+36=84	1302,84
III	18,50	108	1998,00
Σκυρόδεμα καθαριότητας B10 τοίχων αντιστήριξης πάχους 0,10 m (Βλέπε σχ.06)			
$V = ((4,80 + 6,40 + 8,00) * 4,00) * 0,10 * 2$			15,360
$V = ((4,80 + 6,40 + 8,00) * 3,70) * 0,10 * 2$			14,208
ΣΥΝΟΛΟ :			3680,41

→ 3680,41

8. Σκυρόδεμα B25 μικροκατασκευών (m³)

ΕΜΒΑΔΑ ΣΕ ΘΕΣΕΙΣ ΔΙΑΤΟΜΩΝ (Μετρημένα στο CAD)

Χ.Θ. ΔΙΑΤΟΜΗΣ	ΕΜΒΑΔΟΝ ΔΙΑΤΟΜΗΣ Fi (m ²)	ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΔΙΑΤΟΜΩΝ L (m)	ΟΓΚΟΣ m ³
0+986	2,8504	14,00	39,73
1+000	2,8248		
1+000	2,8248	20,00	56,30
1+020	2,8052		
1+020	2,8052	20,00	56,44
1+040	2,8386		
1+040	2,8386	20,00	56,77
1+060	2,8386		
1+060	2,8386	20,00	56,77
1+080	2,8386		
1+080	2,8386	20,00	56,77
1+100	2,8386		
1+100	2,8386	20,00	56,77
1+120	2,8386		
1+120	2,8386	20,00	56,77
1+140	2,8386		
1+140	2,8386	20,00	56,77
1+160	2,8386		
1+160	2,8386	20,00	57,79
1+180	2,9410		
1+180	2,9410	18,00	44,67
1+198	2,7878		
ΣΥΝΟΛΟ :			595,55

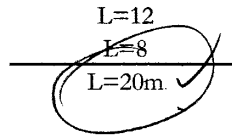
9. Σκυρόδεμα Β25 θεμελίων, βάθρων, τοίχων (m³)

Επιφάνεια βάθρων, θεμελίων ανα τύπο διατομής ως συνημμένο σχήμα.

Διατομή I

(από Χ.Θ. 0+986 έως 0+998)

(από Χ.Θ. 1+190 έως 1+198)



$$\text{Εβάθρων} = 11,889\text{m}^2$$

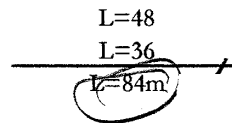
$$\text{Εθεμελίων} = 41,6\text{m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Ογκος Βάθρων} &= 11,889 \cdot 20 = 237,78 \\ \text{Ογκος Θεμελίων} &= 41,6 \cdot 20 = 832 \end{aligned}$$

Διατομή II

(από Χ.Θ. 0+998 έως 1+046)

(από Χ.Θ. 1+154 έως 1+190)



$$\text{Εβάθρων} = 13,6\text{m}^2$$

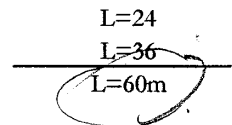
$$\text{Εθεμελίων} = 44,75\text{m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Ογκος Βάθρων} &= 13,6 \cdot 84 = 1142,4 \\ \text{Ογκος Θεμελίων} &= 44,75 \cdot 84 = 3759 \end{aligned}$$

Διατομή III

(από Χ.Θ. 1+046 έως 1+070)

(από Χ.Θ. 1+118 έως 1+154)



$$\text{Εβάθρων} = 16,1\text{m}^2$$

$$\text{Εθεμελίων} = 51,7\text{m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Ογκος Βάθρων} &= 16,1 \cdot 60 = 966 \\ \text{Ογκος Θεμελίων} &= 51,7 \cdot 60 = 3102 \end{aligned}$$

$$\text{Συνολικός Ογκος Σ1 (m}^3\text{)} = 10039,18$$

Κατακόρυφα τοιχώματα στομιών

Εισόδος:

$$V_A = (0,7 \cdot 9,4 \cdot 1,00) = 6,58$$

$$V_{\Delta} = (10,25 \cdot 0,7 \cdot 1,00) = 7,175$$

Εξόδος:

$$V_A = (0,7 \cdot 9,4 \cdot 1,00) = 6,58$$

$$V_{\Delta} = (10,25 \cdot 0,7 \cdot 1,00) = 7,175$$

$$\text{Συνολικός Ογκος Σ2 (m}^3\text{)} = 27,51$$

Τοίχος αντιστήριξης μήκους 11,10 m

Οι υπολογισμοί έχουν γίνει με βάση το σχέδιο 06 φύλλο 1/1 στο οποίο παρουσιάζεται αναλυτικά η γεωμετρία των τοίχων αντιστήριξης

Τμήμα Α με ύψος από 8,07 έως 10,60m

Κορμός τοίχου

$$E1 = (0,6+0,89)/2 \cdot 7,17 = 5,34$$

$$E2 = (0,7+1,10)/2 \cdot 9,4 = 8,46$$

$$V_A = (5,34+8,46+\text{SQRT}(5,34 \cdot 8,46)) \cdot 3,7/3 = 25,31$$

Θεμέλιο

$$E1 = ((0,89+8)/2 \cdot 0,4) + (0,8 \cdot 8) = 8,178$$

$$E2 = ((1,10+8)/2 \cdot 0,4) + (0,8 \cdot 8) = 8,22$$

$$V_A = (8,178+8,22+\text{SQRT}(8,178 \cdot 8,2246)) \cdot 3,7/3 = 30,34$$

Τμήμα Β με ύψος από 5,53 έως 8,07m

Κορμός τοίχου

$$E1 = (0,5+0,69)/2 \cdot 4,93 = 2,93$$

$$E2 = (0,6+0,9)/2 \cdot 7,17 = 5,38$$

$$V_B = (2,93+5,38+\text{SQRT}(2,93 \cdot 5,38)) \cdot 3,7/3 = 15,15$$

Θεμέλιο

$$E1 = ((6,4+0,7)/2 \cdot 0,3) + (0,6 \cdot 6,4) = 4,905$$

$$E2 = ((0,9+6,4)/2 \cdot 0,3) + (0,6 \cdot 6,4) = 4,935$$

$$V_B = (4,9+4,935+\text{SQRT}(4,9 \cdot 4,935)) \cdot 3,7/3 = 18,19$$

Τμήμα Γ με ύψος από 3 έως 5,53m

Κορμός τοίχου

$$E1 = (0,4+0,49)/2 \cdot 2,4 = 1,068$$

$$E2 = (0,5+0,7)/2 \cdot 4,93 = 2,958$$

$$V_B = (1,068+2,958+\text{SQRT}(1,068 \cdot 2,958)) \cdot 3,7/3 = 7,16$$

Θεμέλιο

$$E1 = ((4,8+0,49)/2 \cdot 0,2) + (4,8 \cdot 0,4) = 2,449$$

$$E2 = ((4,8+0,7)/2 \cdot 0,2) + (4,8 \cdot 0,4) = 2,47$$

$$V_B = (2,449+2,47+\text{SQRT}(2,449 \cdot 2,47)) \cdot 3,7/3 = 9,10$$

Πτερόγιο τοίχου αντιστήριξης

$$E1 = (2,71 \cdot 0,4) = 1,084$$

$$E2 = (2,8 \cdot 0,4) = 1,12$$

$$V = (1,08+1,12+\text{SQRT}(1,08 \cdot 1,12)) \cdot 3/3 = 3,30$$

$$\text{Συνολικός Όγκος } \Sigma 3 \text{ (m}^3\text{):} = 108,55$$

Υόγκος καταπύρεξης μήκους 12 m

Οι υπολογισμοί έχουν γίνει με βάση το σχέδιο 06 γίνονται 1/1000
 οπότε λαμβάνεται αναλυτικά η γεωμετρία των τοίχων αντιστήριξης

Τμήμα Α με ύψος από 8,63 έως 11,45m

Κορμός τοίχου

$$\begin{aligned} \Delta 1 &= (1,10+0,7)/2 \cdot 10,25 & = & 9,225 \\ \Gamma 2 &= (0,6+0,9)/2 \cdot 7,73 & = & 5,7975 \end{aligned}$$

$$V_A = (5,79+9,22) \cdot \text{SQRT}(5,79 \cdot 9,22)^{1/3} = 24,75$$

Θεμέλιο

$$\begin{aligned} \Phi 1 &= ((0,89+8)/2 \cdot 0,4) + (0,8 \cdot 8) & = & 8,178 \\ \Xi 2 &= ((1,10+8)/2 \cdot 0,4) + (0,8 \cdot 8) & = & 8,22 \end{aligned}$$

$$V_{A-} = (8,178+8,22) \cdot \text{SQRT}(8,178 \cdot 8,2246)^{1/3} = 32,80$$

Τμήμα Β με ύψος από 5,82 έως 8,63m

Κορμός τοίχου

$$\begin{aligned} \Delta 1 &= (0,5+0,69)/2 \cdot 5,22 & = & 3,1050 \\ \Gamma 2 &= (0,6+0,9)/2 \cdot 7,73 & = & 5,7975 \end{aligned}$$

$$V_B = (3,10+5,79) \cdot \text{SQRT}(3,1 \cdot 5,79)^{1/3} = 17,5$$

Θεμέλιο

$$\begin{aligned} \Delta 1 &= ((6,4-0,7)/2 \cdot 0,3) + (0,6 \cdot 6,4) & = & 4,905 \\ \Xi 2 &= ((0,9-6,4)/2 \cdot 0,3) + (0,6 \cdot 6,4) & = & 4,935 \end{aligned}$$

$$V_{B-} = (4,91+4,935) \cdot \text{SQRT}(4,9 \cdot 4,935)^{1/3} = 19,67$$

Τμήμα Γ με ύψος από 3 έως 5,82m

Κορμός τοίχου

$$\begin{aligned} \Delta 1 &= (0,5+0,7)/2 \cdot 5,22 & = & 3,132 \\ \Gamma 2 &= (0,4+0,49)/2 \cdot 3,4 & = & 1,068 \end{aligned}$$

$$V_C = (1,068+3,13) \cdot \text{SQRT}(1,068 \cdot 3,13)^{1/3} = 3,04$$

Θεμέλιο

$$\begin{aligned} \Delta 1 &= ((4,8+0,19)/2 \cdot 0,2) + (4,8 \cdot 0,4) & = & 2,419 \\ \Xi 2 &= ((4,8+0,7)/2 \cdot 0,2) + (4,8 \cdot 0,4) & = & 2,47 \end{aligned}$$

$$V_{C-} = (2,419+2,47) \cdot \text{SQRT}(2,419 \cdot 2,47)^{1/3} = 9,10$$

Παράλληλος τοίχος αντιστήριξης

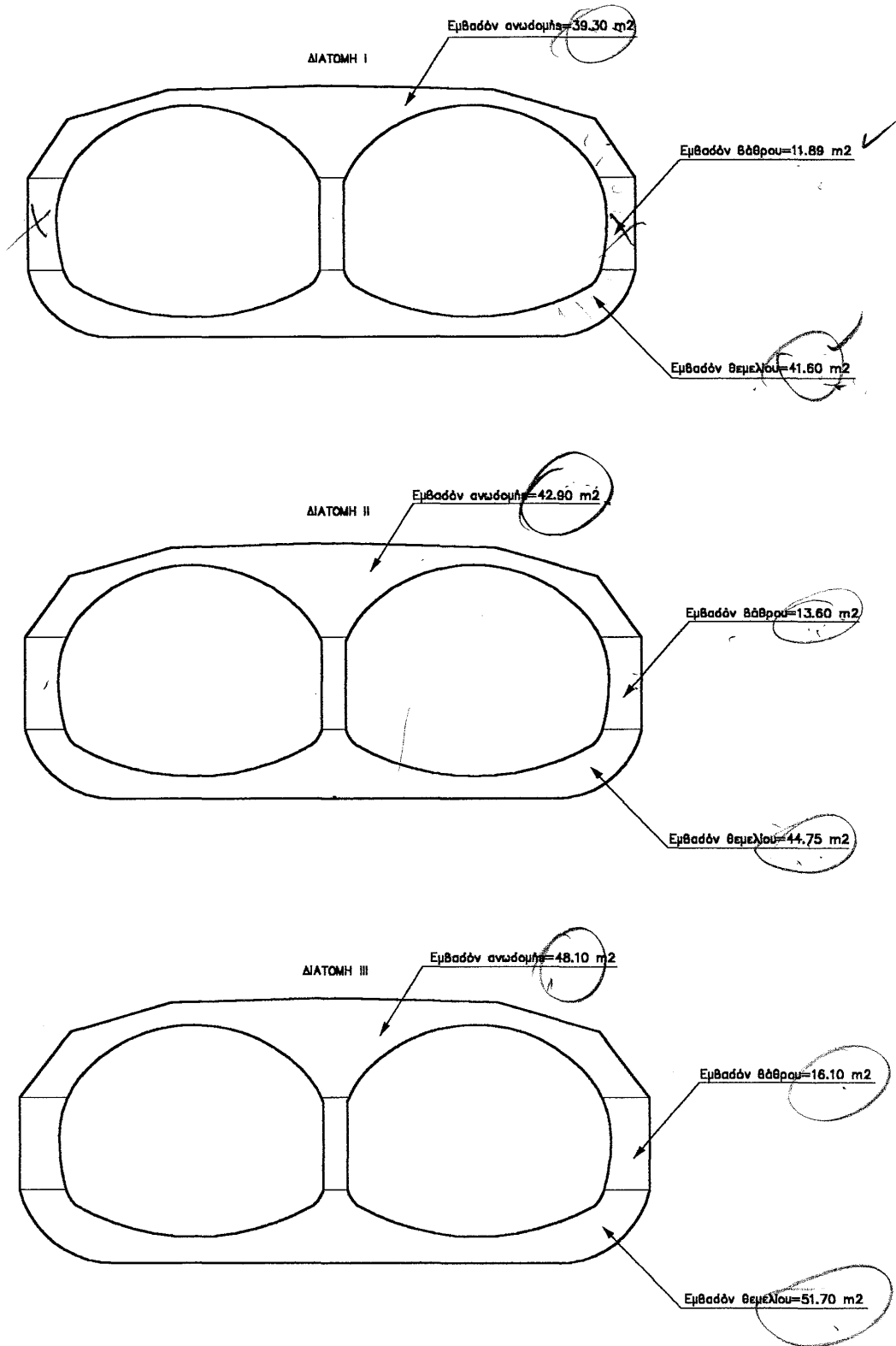
$$\begin{aligned} \Delta 1 &= (2,71 \cdot 0,4) & = & 1,084 \\ \Xi 2 &= (2,8 \cdot 0,4) & = & 1,12 \end{aligned}$$

$$V = (1,08+1,12) \cdot \text{SQRT}(1,08 \cdot 1,12)^{1/3} = 3,30$$

Συνολικός Όγκος Σ4 (m³): 115,36

~~$\Sigma \text{ολ} = \Sigma 1 + \Sigma 2 + (\Sigma 3 + \Sigma 4) \cdot 2 = 115,36 \text{ m}^3$~~

ΣΧΗΜΑ 1.: ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΑΝΑ ΤΥΠΟ ΔΙΑΤΟΜΗΣ



ωρόδεμα B25 φορέων ανωδομής μορφής συμπαγούς πλάκας (H<7.0 m) (m³)

μή I

επὸ Χ.Θ. 0+986 ἕως 0+998)

L=12

επὸ Χ.Θ. 1+190 ἕως 1+198)

L=8

L=20m

ανωδομής = 39,3m²

Ογκος ανωδομής: 39,3*20 = 786,00

μή II

επὸ Χ.Θ. 0+998 ἕως 1+046)

L=48

επὸ Χ.Θ. 1+154 ἕως 1+190)

L=36

L=84m

ανωδομής = 42,9m²

Ογκος ανωδομής: 42,9*84 = 3603,60

μή III

επὸ Χ.Θ. 1+046 ἕως 1+070)

L=24

επὸ Χ.Θ. 1+118 ἕως 1+154)

L=36

L=60m

ανωδομής = 48,1m²

Ογκος ανωδομής: 48,1*60 = 2886,00

Συνολικός όγκος

= 7275,60

ωρόδεμα B35 θεμελίων, βάθρων (m³)

μή III

επὸ Χ.Θ. 1+070 ἕως 1+118)

L=48

βάθρων=16,1m²

θεμελίων=51,7m²

Ογκος Βάθρων 16,1*48 = 772,80

Ογκος Θεμελίων 51,7*48 = 2481,60

Συνολικός όγκος

= 3254,40

12. Σκυρόδεμα B35 φορέων ανωδομής μορφής συμπαγούς πλάκας (H<7.0 m) (m³)

Διατομή III

(από X.Θ. 1+070 έως 1+118)

L=48

E ανωδομής = 48,1m²

$$\text{Όγκος ανωδομής} \quad 48,1 \times 48 \quad = \quad 2308,80$$

13. Σιδηρός οπλισμός S500 (Kg)

ΔΙΑΤΟΜΗ	ΟΠΛΙΣΜΟΣ S 500 ΣΕ Kg	Αριθμός-φύλλο σχεδίου
I	151275,13	σχ.08-5/5
II	905194,82	σχ.08-2,3,4/5
III	1678169,65	σχ.08-1/5
Σιδηρός οπλισμός πεζοδρομίων (70kg/m ³)	41688,50	-
Σιδηρός οπλισμός τοίχων αντιστήριξης	37273,75	σχ.09-1,2/2
ΣΥΝΟΛΟ:	2813601,85	

Προσαύξηση 8% για δευτερεύοντα οπλισμό στηρίξεων κ.λ.π. = 0,08 * 2813601,85 = 225088,15

ΣΥΝΟΛΟ: 2813601,85 + 225088,15 = 3038690,00

14. Σωλήνας αποστράγγισης Φ200 διάτρητος (m)

(από X.Θ. 0+974 έως 1+210)

Μήκος σωλήνα :

$$\text{αριστερής οριογραμμής} \quad 11,10 + 1,00 + 212,00 + 1,00 + 11,10 \quad = \quad 236,20$$

$$\text{δεξιάς οριογραμμής} \quad 12,00 + 1,00 + 212,00 + 1,00 + 12,00 \quad = \quad 238,00$$

$$\text{Μήκος σωλήνα (m)} \quad = \quad 474,20$$

5. Γεωφάσμα στραγγιστηρίου (m²)

(από Χ.Θ. 0+974 έως 1+210)



$$(2 \cdot \pi \cdot R \cdot 1,10) \cdot \Gamma_{\text{ολικό}}$$
$$(2 \cdot 3,14 \cdot 0,2 \cdot 1,1) \cdot 474,2$$

= 655,15

6. Πορώδες σκυρόδεμα στραγγιστηρίου (m³)

Επιφάνεια σκυροδετούμενης διατομής = 0,2544 m²
(από σχέδιο 04)

0,36.

Όγκος σκυροδέματος 0,2544 * 474,2

= 120,64

7. Γεωφάσμα μη υφαντό πολυπροπυλενικό τύπου STRATUM 300 (m²)

ΔΙΑΤΟΜΗ	ΠΕΡΙΜΕΤΡΟΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ (m)	ΣΤΡΩΣΕΙΣ* ΜΗΚΟΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ (m)	ΕΜΒΑΔΟΝ m ²
I	70,20	2*20=40	2808,00
II	70,87	2*84=168	11906,16
III	72,30	2*108=216	15616,80
ΣΥΝΟΛΟ :			30330,96

8. Γεωμεμβράνη HDPE (υψηλής πυκνότητας) πάχους 1,5mm (m²)

ΔΙΑΤΟΜΗ	ΠΕΡΙΜΕΤΡΟΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ (m)	ΜΗΚΟΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ (m)	ΕΜΒΑΔΟΝ m ²
I	70,20	20	1404,06
II	70,87	84	5952,91
III	72,30	108	7808,40
ΣΥΝΟΛΟ :			15165,37

9. Σκυροδέμα Β10 προστασίας στεγάνωσης (m³)

Επιφάνεια σκυροδετούμενης διατομής = 4,292m²
(από σχέδιο 04)

Για πάχος επιφάνειας στεγάνωσης 0,10 προέκυψε εμβαδό 2,50 m² ✓

Για πάχος επιφάνειας στεγάνωσης 0,15 προέκυψε εμβαδό 1,79 m² ✓

$$\text{Όγκος σκυροδέματος} \quad (2,5+1,79)*212 \quad = \quad \text{909,48}$$

0. Αρμός με στεγανωτική ταινία τύπου Hydrofoil πλάτους 240mm (m)

Τοποθέτηση του υλικού μεταξύ των σπονδύλων

$$\text{Περίμετρος σπονδύλου} \times \text{Αριθμός Αρμών Διαστολής} \\ 50,30 * 8 \quad = \quad 402,40$$

Τοποθέτηση του υλικού μεταξύ των στομιών και των τοίχων αντιστήριξης

$$\text{Υψος κορμού τοίχου} \times \text{αριθμό επανάληψης} \\ (11,45-1,20)*2 \quad = \quad 20,50 \\ (10,6-1,20)*2 \quad = \quad 18,80$$

$$\text{Συνολικό μήκος (m)} \quad = \quad \text{441,70}$$

1. Σφράγιση κατακορύφων ή κεκλιμένων αρμών με plastijoint ή ανάλογο (m)

Τοποθέτηση του υλικού στα κάθετα μέρη του εσωραχίου

$$\text{Μήκος τμημάτων} \times \text{Αριθμός Αρμών Διαστολής} \\ (4,08+4+4,08+4)*8 \quad = \quad 129,28$$

Τοποθέτηση του υλικού στα κάθετα μέρη του εξωραχίου της διατομής II & III

$$\text{Μήκος τμημάτων} \times \text{Αριθμός Αρμών Διαστολής} \\ \text{Διατομή II} \quad (6,6+6,6)*5 \quad = \quad 66,00 \\ \text{Διατομή III} \quad (7,97+7,97)*3 \quad = \quad 47,82$$

Τοποθέτηση του υλικού μεταξύ στομιών και τοίχων αντιστήριξης

$$\text{Πλευρικές διαστάσεις κορμού τοίχου} \times \text{Αριθμό επανάληψης} \\ (9,74+9,4)*2 \quad = \quad 38,28 \\ (10,63+10,25)*2 \quad = \quad 41,76$$

$$\text{Συνολικό μήκος (m)} \quad = \quad \text{323,14}$$

Υφολήπιση οριζοντίων αρμών με Pliastik ή ανάλογο (m)

Γοποθέτηση του υλικού στα οριζόντια μέρη του εσωραχίου

$$\begin{aligned} & \text{Μήκος τμημάτων} \times \text{Αριθμό Αρμών Διαστολής} \\ & ((14,4 \times 2) + (13,016 \times 2)) \times 8 = 438,656 \end{aligned}$$

Γοποθέτηση του υλικού στα οριζόντια μέρη του εξωραχίου

$$\begin{aligned} & \text{Μήκος τμημάτων} \times \text{Αριθμό Αρμών Διαστολής} \\ & \text{Διατομή II \& III} \quad (24,47) \times 8 = 195,76 \end{aligned}$$

Γοποθέτηση του υλικού μεταξύ στομιών και τοίχων αντιστήριξης

$$\begin{aligned} & \text{πλευρικές διαστάσεις κορμού τοίχου} \times \text{αριθμό επανάληψης} \\ & 0,7 \times 2 = 1,40 \\ & 0,7 \times 2 = 1,40 \\ & \text{Συνολικό μήκος (m)} = 637,22 \end{aligned}$$

Ϊόρφωση αρμού με πλάκες FLEXCELL ή ανάλογες (m²)

Γοποθέτηση του υλικού μεταξύ των σπονδύλων

$$\begin{aligned} & \text{Εμβαδό καλυπτόμενης επιφάνειας} \times \text{Αριθμό Αρμών Διαστολής} \\ & \text{Διατομή II} \quad 300,11 \times 5 = 1500,55 \\ & \text{Διατομή III} \quad 315,11 \times 3 = 945,33 \end{aligned}$$

Γοποθέτηση του υλικού μεταξύ σπονδύλων και τοίχων αντιστήριξης

$$\begin{aligned} & \text{Εμβαδό επιφάνειας κορμού τοίχου} \times \text{Αριθμό επανάληψης} \\ & (0,7 + 1,10) / 2 \times 9,4 = 8,46 \\ & (0,7 + 1,10) / 2 \times 10,25 = 9,225 \\ & \text{Συνολικό εμβαδό (m²)} = 2463,57 \end{aligned}$$

1.Υλικό επίχωσης της ΠΤΠ 0155 για μόρφωση βάσης οδοστρώσας
προαγγιστική στρώση)(m³)

Χ.Θ. ΔΙΑΤΟΜΗΣ	ΕΜΒΑΔΟΝ ΔΙΑΤΟΜΗΣ Fi (m ²)ΔΕΞΙΑ	ΕΜΒΑΔΟΝ ΔΙΑΤΟΜΗΣ Fi (m ²)ΑΡΙΣΤ.	ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΔΙΑΤΟΜΩΝ L (m)	ΟΓΚΟΣ Μ3 ΔΕΞΙΑ	ΟΓΚΟΣ Μ3 ΑΡΙΣΤΕΡΑ
0-986	15,30	18,71	14,00	216,92	259,06
1-000	15,69	18,30			
1+000	15,69	18,30	20,00	319,87	365,60
1-020	16,30	18,26			
1+020	16,30	18,26	20,00	328,10	364,20
1-040	16,51	18,16			
1+040	16,51	18,16	20,00	330,10	364,20
1-060	16,50	18,16			
1+060	16,50	18,16	20,00	330,10	364,20
1-080	16,50	18,16			
1+080	16,50	18,16	20,00	330,10	364,20
1+100	16,50	18,16			
1+100	16,50	18,16	20,00	330,10	364,20
1+120	16,50	18,16			
1+120	16,50	18,16	20,00	330,10	364,20
1+140	16,50	18,16			
1+140	16,50	18,16	20,00	330,10	364,20
1+160	16,50	18,16			
1+160	16,50	18,16	20,00	326,39	366,30
1+180	16,14	18,47			
1+180	16,14	18,47	18,00	291,96	331,56
1+198	16,30	18,37			
				3463,84	3871,92
ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ :				7335,76	

25.Υπόβαση πάχους 0.10m (m²)

$$V = (9,25 \cdot 212 \cdot 0,10 \cdot 2) = 392,20$$

Σύνολο: 392,20

26.Βαση πάχους 0.10m(m²)

$$V = (9,25 \cdot 212 \cdot 0,10 \cdot 2) = 392,20$$

Σύνολο: 392,20

27.Ασφαλτική στρώση βάσης πάχους 0.06m(m²)

$$V = (9,25 \cdot 212 \cdot 2) = 3922,00 \cdot (0,06/0,05) =$$

Σύνολο: 4706,40

28.Ασφαλτική στρώση βάσης πάχους 0.05m(m²)

$$V = (9,25 \cdot 212 \cdot 2) = 3922,00$$

Σύνολο: 3922,00

29.Ασφαλτική ισοπεδωτική στρώση πάχους 0.05m(m²)

$$V = (9,25 \cdot 212 \cdot 2) = 3922,00$$

Σύνολο: 3922,00

30.Ασφαλτική στρώση κυκλοφορίας πάχους 0.04m(m²)

$$V = (9,25 \cdot 212 \cdot 2) = 3922,00$$

Σύνολο: 3922,00

31.Αποχετευτικός τσιμεντοσωλήνας Φ400(m)

Δεξιά οριογραμμή	212,00	212,00
Αριστερή οριογραμμή	212,00	212,00
Σύνολο:		424,00

32. Εκτοξευόμενο σκυρόδεμα σε υπαίθρια έργα (m³)

ΑΡΙΣΤΕΡΟΣ ΚΛΑΔΟΣ

Χ.Θ. ΔΙΑΤΟΜΗΣ	ΕΜΒΑΔΟΝ ΕΩΣ 1η ΜΠΑΓΚΙΝΑ Fi (m ²)ΑΡΙΣΤ.	ΕΜΒΑΔΟΝ ΕΩΣ 2η ΜΠΑΓΚΙΝΑ Fi (m ²)ΑΡΙΣΤ.	ΕΜΒΑΔΟΝ ΕΩΣ 3η ΜΠΑΓΚΙΝΑ Fi (m ²)ΑΡΙΣΤ.	ΕΜΒΑΔΟΝ ΕΩΣ 4η ΜΠΑΓΚΙΝΑ Fi (m ²)ΑΡΙΣΤ.	ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΔΙΑΤΟΜΩΝ L (m)
0+974	169,68				12,00
0+986					
0+986	197,96				14,00
1+000					
1+000	282,80	141,40			20,00
1+020					
1+020	282,80	282,80			20,00
1+040					
1+040	282,80	282,80			20,00
1+060					
1+060	282,80	282,80	141,40		20,00
1+080					
1+080	282,80	282,80	282,80		20,00
1+100					
1+100	282,80	282,80	282,80	141,40	20,00
1+120					
1+120	282,80	282,80	282,80	282,80	20,00
1+140					
1+140	282,80	282,80	282,80	141,40	20,00
1+160					
1+160	282,80	282,80	282,80		20,00
1+180					
1+180	254,52	254,50	127,26		18,00
1+198					
1+198	169,68				12,00
1+210					
Συνολα:	3337,04	2658,30	1682,66	565,60	
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟ ΑΡΙΣΤΕΡΑ:					
8243,60					

ΔΕΞΙΟΣ ΚΛΑΔΟΣ

Χ.Θ. ΔΙΑΤΟΜΗΣ	ΕΜΒΑΔΟΝ ΕΩΣ 1η ΜΠΑΓΚΙΝΑ Fi (m ²)ΔΕΞΙΑ	ΕΜΒΑΔΟΝ ΕΩΣ 2η ΜΠΑΓΚΙΝΑ Fi (m ²)ΔΕΞΙΑ	ΕΜΒΑΔΟΝ ΕΩΣ 3η ΜΠΑΓΚΙΝΑ Fi (m ²)ΔΕΞΙΑ	ΕΜΒΑΔΟΝ ΕΩΣ 4η ΜΠΑΓΚΙΝΑ Fi (m ²)ΔΕΞΙΑ	ΕΜΒΑΔΟΝ ΕΩΣ 5η ΜΠΑΓΚΙΝΑ Fi (m ²)ΔΕΞΙΑ	ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΔΙΑΤΟΜΩΝ L (m)
0+974	203,64					12,00
0+986						
0+986	237,58	111,30	111,30	118,79		14,00
1+000						
1+000	339,40	339,40	339,40	339,40	169,70	20,00
1+020						
1+020	339,40	339,40	339,40	339,40	169,70	20,00
1+040						
1+040	339,40	339,40	339,40	169,70		20,00
1+060						
1+060	339,46	339,40	339,40			20,00
1+080						
1+080	339,40	339,40	339,40			20,00
1+100						
1+100	339,40	339,40	169,70			20,00
1+120						
1+120	339,40	339,40				20,00
1+140						
1+140	339,40	169,70				20,00
1+160						
1+160	339,40					20,00
1+180						
1+180	305,46					18,00
1+198						
1+198	203,64					12,00
1+210						
Συνολα:	4004,92	2656,80	1978,00	967,29	339,40	
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟ ΔΕΞΙΑ:						
9946,41						

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟ : 18190 m²

ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ Gunite : 18190 * 0,08 = 1455,20 m³

3.6 Πίνακας χωματισμών

ΠΙΝΑΚΑΣ ΧΩΜΑΤΙΣΜΩΝ
Μ.Π.Π. (ΧΛΜ.0+949,89-ΧΛΜ.1+230,96)

ΕΠΙΠΛΗΣΙΜΑΤΑ Γ/Η/ΒΡΑΧΟΣ : 1,0		ΒΡΑΧΟΣ : 1,15		ΟΡΥΓΜΑΤΑ		ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ		ΣΤΡΑΓΓ.ΣΤΡΩΣΗ		ΦΥΤΙΚΕΣ ΓΑΙΕΣ		ΕΠΕΝΔ. ΠΡΑΝΩΝ		ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΣΤΗ ΔΙΑΤΟΜΗ		ΚΥΒΟΙ ΔΙΤ ΑΡΧΗΣ		ΠΛΕΟΝΑΣΜΑΤΑ	
ΔΙΑΤΟΜΗ	Χ.Θ. ΔΙΑΤΟΜΗΣ	ΑΠΟΣΤ. ΜΕΤΑΞΥ	ΕΠΙΦΑΝ.	ΚΥΒΟΙ	ΕΠΙΦΑΝ.	ΚΥΒΟΙ	ΕΠΙΦΑΝ.	ΚΥΒΟΙ	ΕΠΙΦΑΝ.	ΚΥΒΟΙ	ΕΠΙΦΑΝ.	ΚΥΒΟΙ	ΑΝΑΠΤ.	ΕΠΙΦΑΝ.	ΚΥΒΟΙ	ΑΡΧΗΣ	ΟΡΥΓΜΑ	ΕΠΙΧΩΜΑ	
	[km + m]	[m]	[m ²]	[m ³]	[m ²]	[m ³]	[m ²]	[m ³]	[m ²]	[m ³]	[m ²]	[m ³]	[m]	[m ²]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	
ΑΠΟ ΜΕΤΑΦΟΡΑ				0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
Ω4	0+949,89		378,68		0		5,85		18,13		7			35,38	0	3949,23	3949,23	0	
6N	0+960,00	10,11	402,9	3949,23	0	0	5,64	58,06	17,31	179,04	0	0	0	0	0	4958,17	4958,17	0	
Το1	0+972,32	12,32	402	4958,17	0	0	5,16	66,55	16,61	208,92	0	0	0	0	0	1082,97	1082,97	0	
Το2	0+975,07	2,75	385,61	1082,97	0	0	5,26	14,34	15,83	44,61	0	0	0	0	0	1841,03	1841,03	0	
7N	0+980,00	4,93	381,04	1841,03	0	0	5,18	25,75	13,27	71,77	0	0	0	0	0	1340,57	1340,57	0	
Υ4	0+987,43	7,43	0	1340,57	0	0	0	19,23	0	49,29	0	0	0	0	0	0	0	0	
8N	1+000,00	12,58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
82	1+005,00	4,99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9N	1+020,00	15,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Α4	1+024,78	4,78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10N	1+040,00	15,21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11N	1+060,00	20,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12N	1+080,00	20,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13N	1+100,00	20,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14N	1+120,00	20,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15N	1+140,00	20,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16N	1+160,00	20,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Α5	1+170,96	10,96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17N	1+180,00	9,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		20,00		3738,53				50,94		129,66				0	0	3738,53	3738,53	0	
ΣΕ ΜΕΤΑΦΟΡΑ					16.910,50		0,00		234,87		683,29		35,38		0,00	16.910,50	16.910,50	0,00	

ΠΙΝΑΚΑΣ ΧΩΜΑΤΙΣΜΩΝ
Μ.Π.Π. (ΧΛΜ.0+949,89-ΧΛΜ.1+230,96)

ΕΠΙΠΛΗΣΙΜΑΤΑ Γ/Η/ΒΡΑΧΟΣ : 1,0		ΒΡΑΧΟΣ : 1,15		ΟΡΥΓΜΑΤΑ		ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ		ΣΤΡΑΓΓ.ΣΤΡΩΣΗ		ΦΥΤΙΚΕΣ ΓΑΙΕΣ		ΕΠΕΝΔ. ΠΡΑΝΩΝ		ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΣΤΗ ΔΙΑΤΟΜΗ		ΚΥΒΟΙ ΔΙΤ ΑΡΧΗΣ		ΠΛΕΟΝΑΣΜΑΤΑ	
ΔΙΑΤΟΜΗ	Χ.Θ. ΔΙΑΤΟΜΗΣ	ΑΠΟΣΤ. ΜΕΤΑΞΥ	ΕΠΙΦΑΝ.	ΚΥΒΟΙ	ΕΠΙΦΑΝ.	ΚΥΒΟΙ	ΕΠΙΦΑΝ.	ΚΥΒΟΙ	ΕΠΙΦΑΝ.	ΚΥΒΟΙ	ΕΠΙΦΑΝ.	ΚΥΒΟΙ	ΑΝΑΠΤ.	ΕΠΙΦΑΝ.	ΚΥΒΟΙ	ΑΡΧΗΣ	ΟΡΥΓΜΑ	ΕΠΙΧΩΜΑ	
	[km + m]	[m]	[m ²]	[m ³]	[m ²]	[m ³]	[m ²]	[m ³]	[m ²]	[m ³]	[m ²]	[m ³]	[m]	[m ²]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	
ΑΠΟ ΜΕΤΑΦΟΡΑ					16.910,50		0,00		234,87		683,29			35,38	0,00	16.910,50	16.910,50	0,00	
18N	1+200,00		373,85		0		5,09		12,97		12,97		0	0	0	340,7	340,7	0	
Υ5	1+200,92	0,92	370,17	340,7	0	0	5,11	4,67	12,83	11,81	0	0	0	0	0	3159,41	3159,41	0	
Το3	1+209,56	8,64	380,82	3159,41	0	0	5,19	44,52	14,24	117,02	0	0	0	0	0	757,83	757,83	0	
Το4	1+211,74	2,18	334,44	757,83	0	0	5	11,1	14,09	30,88	0	0	0	0	0	2305,76	2305,76	0	
19N	1+220,00	8,26	223,74	2305,76	0	0	5,14	41,87	12,81	111,11	0	0	0	0	0	2090,78	2090,78	0	
Ω5	1+230,96	10,96	157,89	2090,78	0	0	5,2	56,63	11,57	133,6	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΣΥΝΟΛΟ					25.565		0		394		1.088		36		0	25.565	25.565	0	

3.7 Εδαφικές ιδιότητες

Με βάση τα βιβλιογραφικά στοιχεία η επικρατούσα διεύθυνση ρηγμάτων είναι ΒΑ-ΝΔ, αλλά παρατηρείται και δευτερεύουσα η Α-Δ. Η κατεύθυνση αυτή δεν είναι ιδιαίτερα δυσμενής για την ευστάθεια των ορυγμάτων εφόσον είναι εγκάρσια στα προβλεπόμενα προς διάνοιξη πρηνή. Εφόσον συναντηθούν δεν αναμένεται να προκαλέσουν αστοχίες κατά τη διάνοιξη ή κατά τη λειτουργία του έργου.

Τα ρήγματα που αποτυπώθηκαν στην περιοχή δεν κρίθηκαν επικίνδυνα για την κατασκευή των πρηνών που εμφανίζονται λόγω του προσανατολισμού τους. Συνοπτικά δίνονται στον παρακάτω πίνακα και διακρίνονται στις εικόνες που ακολουθούν.

ΡΗΓΜΑΤΑ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ-ΚΛΙΣΗ	ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ
P1	$286/42^{\circ}$	Ανωτ. Μαργαϊκοί
P1	$336^{\circ}/62^{\circ}$	Ανωτ. Μαργαϊκοί



Σχήμα 3.17 Ρήγμα στους ανώτερους σχηματισμούς της μάργας. Μ.Π.Π. Χ.Θ. 0+950.



Σχήμα 3.17 Εικόνα 3.3.2 Ρήγμα στους ανώτερους μαργαϊκούς σχηματισμούς. Μ.Π.Π. Χ.Θ. 0+900.



Σχήμα 3.18 Διακρίνεται ο κατώτερος μαργαϊκός ορίζοντας με κυανόγκριζο χρώμα και ιλυώδη αργιλική σύσταση.



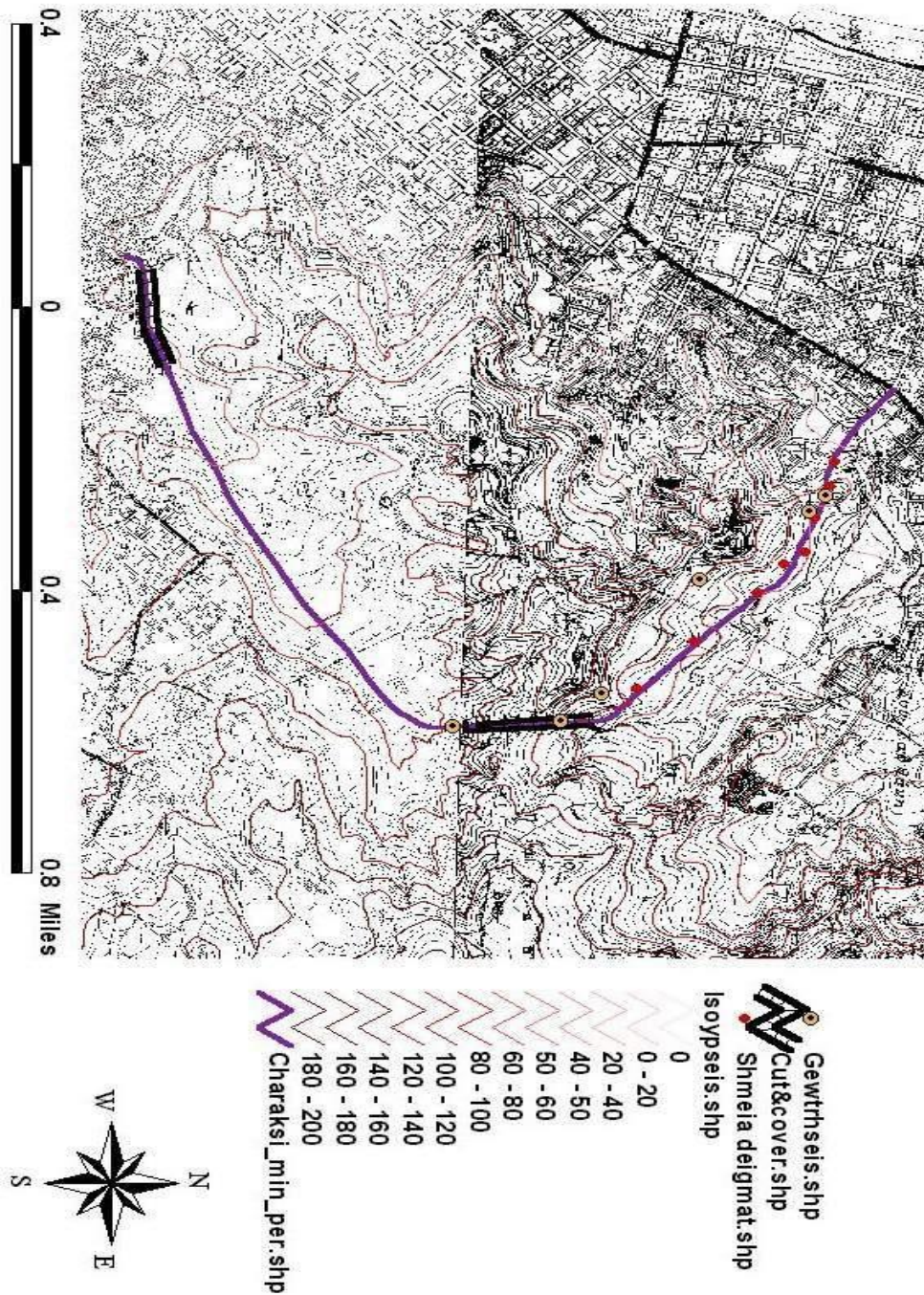
Σχήμα 3.19 Διακρίνεται ο ανώτερος μαργαϊκός ορίζοντας σε ανοικτή διατομή. Παρατηρούνται οι εναλλαγές καστανόχρωμων και γκρι στρωμάτων ιλυωδών αργίλων με μικρό ποσοστό άμμου. Εικόνα νότιου πρσανούς. Χ.Θ. 0+950Μ.Π.Π.



Σχήμα 3.20 Ενστρώσεις κροκαλοπαγών πάχους έως 1 m μέσα στον Ανώτερο μαργαϊκό ορίζοντα. Χ.Θ. 0+800.

3.8. Δειγματοληπτικές Γεωτρήσεις

Στην περιοχή του έργου κατασκευάστηκαν σε μια πρώτη φάση 6 δειγματοληπτικές γεωτρήσεις με στόχο τη μελέτη της γεωλογίας του υπεδάφους, τις εναλλαγές των σχηματισμών και την μελέτη τυχόν υδροφορίας. Οι θέσεις των γεωτρήσεων αυτών σημειώνονται στο χάρτη του Σχήματος 3.21 που ακολουθεί.



Σχήμα 3.21

Σκοπός των ερευνητικών εργασιών και των ερευνητικών γεωτρήσεων είναι η διαπίστωση της σύστασης του υπεδάφους και η εκτίμηση της αντοχής του. Ειδικότερα οι έρευνες περιλαμβάνουν την διαπίστωση της στρωματογραφίας και τον εργαστηριακό προσδιορισμό των φυσικών και μηχανικών ιδιοτήτων του εδάφους.

Για την εκτέλεση της εδαφοτεχνικής έρευνας ισχύουν οι σχετικές προδιαγραφές του ΥΠΕΧΩΔΕ που περιλαμβάνουν στο τεύχος « Όροι Εκτελέσεως Εδαφοτεχνικών Εργασιών » όπως εγκρίθηκε με την απόφαση του ΥΠΕΧΩΔΕ Δ20192/22.1.1996, στο τεύχος « Τεχνικές Προδιαγραφές Δειγματοληπτικών Γεωτρήσεων Ξηράς για Γεωτεχνικές Έρευνες – ΚΕΔΕ », όπως δημοσιεύθηκε στο ΦΕΚ 363/24-6-83, στο τεύχος « Προδιαγραφές Εργαστηριακών Δοκιμών Βραχομηχανικής (Ε 103-84) –ΕΚ1» όπως εγκρίθηκε από το ΦΕΚ 70/8-2-1985 καθώς και στο τεύχος «Προδιαγραφές Γεωλογικών Εργασιών μέσα στα πλαίσια των μελετών τεχνικών έργων (Ε 104-85)» όπως εγκρίθηκε από το ΦΕΚ 29/11-2-1986.

Εκτελέστηκαν συνολικά έξι (6) γεωτρήσεις με υπεύθυνους οργάνωσης, επίβλεψης και καθοδήγησης τους Α. Μπασδέκη Γεωλόγο, Γ. Αργύρη Γεωλόγο, Μ. Ρετσίλα διπλωματούχο Εργοδηγό δομικών έργων. Τα στοιχεία που αναφέρονται στον πίνακα που ακολουθεί αφορούν τις γεωτρήσεις αυτές, που κατασκευάστηκαν με γεωτρήσιμα τύπου CRAELIUS D1000 με χρήση νερού και με κατάλληλα κοπτικά άκρα. Ανάλογα με τη φύση του υπεδάφους χρησιμοποιήθηκε ο καταλληλότερος εξοπλισμός και εφαρμόσθηκε η πλέον πρόσφορη τεχνική διατρήσεως ώστε να εξασφαλίζεται ο σωστός και συνεχής προσδιορισμός της φύσεως του υπεδάφους με το μέγιστο ποσό πυρηνοληψίας και την μείωση στο ελάχιστο του θρυμματισμού των πετρωμάτων, της αποπλύσεως και της διαταραχής του υπεδάφους, όπως αναφέρονται στο τεύχος « Τεχνικές Προδιαγραφές Δειγματοληπτικών Γεωτρήσεων Ξηράς για Γεωτεχνικές Έρευνες – ΚΕΔΕ», όπως δημοσιεύθηκε στο ΦΕΚ 363/24-6-83.

Η μέθοδος προχώρησης και η αρχική διάμετρος της γεώτρησης επελέγησαν με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η επιτυχής ολοκλήρωση της στο συμβατικά προβλεπόμενο βάθος έρευνας, χωρίς τεχνικά προβλήματα. Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε και η τεχνική διάτρησης ήταν προσαρμοσμένα στη φύση του υπεδάφους έτσι ώστε να επιτυγχάνεται το μέγιστο δυνατό ποσοστό δειγματοληψίας χωρίς απόπλυση και διατάραξη του δείγματος. Για τη

συγκράτηση των τοιχωμάτων των γεωτρήσεων χρησιμοποιήθηκε ο τύπος σωλήνωσης Φ127/107 mm.

Το διατρητικό υγρό που χρησιμοποιήθηκε ήταν πάντοτε καθαρό νερό και η τροφοδοσία του έγινε είτε με εμβολοφόρα αντλία και με δίκτυο μεταφοράς νερού είτε με βυτιοφόρο όχημα μεταφοράς νερού.

Με βάση τη φύση του υπεδάφους κατά την έρευνα χρησιμοποιήθηκαν οι ακόλουθοι δειγματολήπτες.

- Σε χαλαρούς σχηματισμούς (π.χ. Αργίλους, μάργες κλπ) χρησιμοποιήθηκε δειγματολήπτης απλού τοιχώματος τύπου T2-101 σύμφωνα με τις συμβατικές προδιαγραφές για δείγμα διαμέτρου 84 mm.

- Δειγματολήπτες λεπτού τοιχώματος τύπου ανοικτού σωλήνα (Shelby) διαμέτρου 100mm (BS 5930) για αδιατάρακτη δειγματοληψία, όπου η φύση του υπεδάφους το επέτρεπε. Τα κοπτικά άκρα που χρησιμοποιήθηκαν, ήταν επίσης προσαρμοσμένα στη φύση του υπεδάφους.

Σε χαλαρούς μαλακούς σχηματισμούς χρησιμοποιήθηκαν κοπτικά άκρα με σκληρομέταλλα από καρβίδια. Η μέθοδος δειγματοληψίας περιελάμβανε τους ακόλουθους τύπους δειγμάτων:

- Διαταραγμένα δείγματα με διαιρετό δειγματολήπτη βραδείας προχώρησης και με δειγματολήπτη διπλού τοιχώματος. Τα δείγματα του διαιρετού δειγματολήπτη κυρίως στους ιλυολιθικούς σχηματισμούς καλύφθηκαν επιμελώς με πλαστική μεμβράνη για τη διατήρηση της φυσικής τους υγρασίας και την άρτια μεταφορά τους στο εργαστήριο. Όλα τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε ημιδιατομή πλαστικού σωλήνα και κατόπιν σε ειδικά ξύλινα κιβώτια συνολικού μήκους δείγματος 5,00 m για τη μεταφορά τους στο εργαστήριο.

- Ημιδιαταραγμένα δείγματα "εν ξηρώ" (φραγμός) με τη χρήση δειγματολήπτη τοιχώματος με ειδική βαλβίδα εξισορρόπησης της υδραυλικής πίεσης στην κεφαλή του.

- Αδιατάρακτα δείγματα τύπου Shelby

Η συχνότητα δειγματοληψίας κάθε τύπου δείγματος καθορίστηκε με βάση τον τύπο του εδάφους που διατρήθηκε.

Τα βάθη δειγματοληψίας σε σχέση με το φυσικό έδαφος καταγράφονταν συνεχώς. Κάθε δείγμα έφερε ετικέτα ανεξίτηλης μελάνης προστατευμένη από την υγρασία και τη φθορά. Στην ετικέτα υπήρχαν οι ακόλουθες πληροφορίες:

- τίτλος έργου.
- κωδικός αριθμός δείγματος.
- ημερομηνία δειγματοληψίας.
- σύντομη περιγραφή τρόπου δειγματοληψίας.
- ένδειξη βάθους ανώτερου και κατώτερου τμήματος του δείγματος.

Τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε ειδικά ξύλινα κιβώτια, που έφεραν συνοπτικά στοιχεία του περιεχομένου τους.

- Τίτλος του έργου.
- Ονομασία της γεώτρησης.
- Ανώτερο και κατώτερο βάθος του περιεχομένου δείγματος.
- Αύξοντα αριθμό κιβωτίου

Η περιγραφή των δειγμάτων συσχετίστηκε με τις γεωλογικές πληροφορίες επιφανείας και υπεδάφους καθώς και από τις υπάρχουσες εμφανίσεις των σχηματισμών στην ευρύτερη περιοχή.

3.9. ΜΕΛΕΤΗ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΡΑΝΩΝ

Η μελέτη της ευστάθειας των πρανών των ορυγμάτων κρίθηκε απαραίτητη λόγω της σπουδαιότητας του έργου. Το οδικό έργο κατασκευάζεται σε ένα από τα μεγαλύτερα αστικά κέντρα της Ελλάδας και δύναται να χρησιμοποιείται από χιλιάδες ανθρώπους ημερησίως. Η παρατήρηση και καταγραφή τυχόν αστοχιών ή και η διερεύνηση πιθανής εκδήλωσης αστοχίας είναι σημαντική, διότι αφενός μεν το ανάγλυφο της περιοχής είναι έντονο και παρατηρήθηκαν σε ορισμένες θέσεις αστοχίες, όπως διακρίνεται και στις αντίστοιχες εικόνες που παραθέτονται. Αφ' ετέρου ένα σημαντικό τμήμα της οδού κατασκευάζεται σε όρυγμα του οποίου το δεξιό πρανές κατά θέσεις φθάνει και τα 45 m και επομένως είναι αναγκαίος ο έλεγχος της ευστάθειας των σχηματισμών που θα φιλοξενήσουν το έργο.

3.9.1 Περιπτώσεις εκδήλωσης αστοχιών

Οι παράγοντες που ευνοούν την εκδήλωση αστοχιών στην περιοχή οφείλονται κυρίως σε εξωγενείς διεργασίες και κατά δεύτερο λόγω στην τεκτονική. Η αστάθεια των σχηματισμών επιδεινώνεται με την παρουσία του νερού με τη μορφή υδροφόρου ορίζοντα ή έντονο κορεσμό. Τέτοιες παρατηρήσεις δεν έγιναν στην περιοχή.

Οι μαργαϊκοί σχηματισμοί προσβάλλονται επίσης εύκολα από τους παράγοντες αποσάθρωσης και ιδιαίτερα από το νερό της βροχής. Στις εικόνες που ακολουθούν παρατηρούνται τα αποτελέσματα των αποσαθρωτικών διαδικασιών στους σχηματισμούς. Αυτοί όπως διακρίνεται συμβάλλουν στη χαλάρωση των πετρωμάτων, στην εμφάνιση διαρρήξεων, κυρίως στα τμήματα των πετρωμάτων που είναι εκτεθειμένα στο εξωτερικό περιβάλλον, αλλά και στο σχηματισμό αυλακώσεων από τη δράση των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων.

Η μάλλον υψηλή παρατηρούμενη τιμή του ετήσιου θερμοκρασιακού εύρους (11 °C) (Βουδούρης, 1995) υποδεικνύει ότι αυτό παίζει σημαντικό ρόλο στις διαδικασίες αποσάθρωσης των σχηματισμών. Οι ημερήσιες και εποχικές διακυμάνσεις της θερμοκρασίας σε συνδυασμό με τις μεταβολές της υγρασίας έχουν ως αποτέλεσμα τη δραστική αύξηση των αποσαθρωτικών διεργασιών που επιδρούν στα πετρώματα της περιοχής.

Στην περιοχή που κατασκευάζονται τα ορύγματα και τα πρηνή του οδικού έργου της Μ.Π.Π. παρατηρήθηκαν και καταγράφηκαν περιπτώσεις όπου έχουν εκδηλωθεί αστοχίες. Οι περιπτώσεις αυτές παρατηρούνται στο σώμα των ανώτερων μαργών στις πρόσφατες αποθέσεις και περιλαμβάνουν αποκολλήσεις και πτώσεις τεμαχών όπως διακρίνεται στις εικόνες.



Σχήμα 3.22 Χαρακτηριστική οικογένεια διακλάσεων σε αργιλοαμμώδη στρώματα



Σχήμα 3.23 Αποκολλήσεις και πτώσεις τεμαχών στο επίπεδο της στρώσης στο σώμα των Ανώτερων μαργών. Διακρίνονται οι σχηματισμοί αυλακώσεων. Αριστερό πρανάς Χ.Θ. 0+850+900 Μ.Π.Π.

Οι παραπάνω αστοχίες παρατηρήθηκαν στο νότιο πρανές. Οι αποκολλήσεις που παρατηρούνται εντοπίζονται στο επίπεδο της στρώσης και αφορούν τεμάχια με σημαντικό ποσοστό άμμου. Το επίπεδο του πρανούς έχει διεύθυνση και κλίση $195^{\circ}/44^{\circ}$. Το κύριο αίτιο της εκδήλωσης της αστοχίας είναι η αποκάλυψη του κατώτερου μαργαϊκού ορίζοντα όπως διακρίνεται στο κατώτερο άκρο της εικόνας, λόγω της εκσκαφής.

Τρία χρόνια μετά την ολοκλήρωση του τμήματος από Χ.Θ. 0 – 900, σημειώθηκε μια σημαντική αστοχία τον Φεβρουάριο του 2010, λόγω έντονου κορεσμού σε τμήμα του νότιου πρανούς με σχετικά χαμηλό ύψος, όπως φαίνεται από τις παρακάτω φωτογραφίες. Λόγω του χαμηλού ύψους, το συγκεκριμένο πρανές ήταν εντελώς απροστάτευτο.



Σχήμα 3.24



Σχήμα 3.25

Είναι σημαντικό επομένως να τηρούνται τα μέτρα που έχουν προταθεί για την προστασία των πρανών και περιλαμβάνουν:

- Την κατασκευή αναβαθμών που ομαλοποιεί την κλίση των πρανών και αυξάνει έτσι τον συντελεστή ασφάλειας.
- Την κατασκευή αποστραγγιστικών τάφρων παράλληλα με τη διεύθυνση των αναβαθμών για τη συλλογή των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων και των επιφανειακών απορροών.
- Την κατασκευή κατακόρυφων αποστραγγιστικών τάφρων για τη συλλογή και την απαγωγή των απορροών των οριζόντιων τάφρων από τους αναβαθμούς στο αποχετευτικό δίκτυο, μέσω συλλεκτήριων υπόγειων τάφρων.
- Την κάλυψη με ποώδη φυτά οπότε επιτυγχάνεται, τόσο συγκράτηση τυχόν αποσαθρωμένων τεμαχών, όσο και απορρόφηση των απορροών.
- Την κατασκευή τοίχου αναχαίτησης ύψους περίπου 1m.
- Την κάλυψη του πρανούς με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα για την αποφυγή της επιφανειακής αποσάθρωσης.

Στις παραπάνω περιπτώσεις η ύπαρξη του τοίχου αναχαίτησης λειτουργεί θετικά στην ασφάλεια του έργου. Επιπροσθέτως προτείνεται

- η αφαίρεση των αποκολλημένων τεμαχών,
- η χρήση γεωυφάσματος για τη συγκράτηση των αποσαθρωμάτων.

Οι μορφές ολίσθησης που μπορούν να εκδηλωθούν είναι:

- Ολισθήσεις ιδιαίτερα στο επιφανειακό τμήμα κυκλικής μορφής, λόγω του κατακερματισμού και της αποσάθρωσης του πετρώματος, η οποία μπορεί να συμβεί είτε στην κλίμακα του μεμονωμένου αναβαθμού είτε στην κλίμακα του συνολικού εύρους του πρανούς.
- Πτώση κορημάτων λόγω των αποσαθρωτικών διαδικασιών τις οποίες έχει υποστεί ιδιαίτερα ο ανώτερος μαργαϊκός ορίζοντας.

Τα ήδη υπάρχοντα μέτρα αντιμετώπισης πιθανής εκδήλωσης αστοχίας είναι

- Την κατασκευή 4 αναβαθμών που ομαλοποιούν την κλίση του πρανούς.
- Την κατασκευή αποστραγγιστικών τάφρων παράλληλα με τη διεύθυνση των αναβαθμών για τη συλλογή των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων και των επιφανειακών απορροών.
- Την κατασκευή κατακόρυφων αποστραγγιστικών τάφρων για τη συλλογή και την απαγωγή των απορροών των οριζόντιων τάφρων από τους αναβαθμούς στο αποχετευτικό δίκτυο, μέσω συλλεκτήριων υπόγειων τάφρων.
- Την κάλυψη με ποώδη φυτά οπότε επιτυγχάνεται, τόσο συγκράτηση τυχόν αποσαθρωμένων τεμαχών, όσο και απορρόφηση των απορροών.
- Την κάλυψη του πρανούς με γεωύφασμα που επιτρέπει την κυκλοφορία των απορροών ενώ παράλληλα συγκρατεί το πρανές.
- Την κατασκευή τοίχου αναχαίτησης ύψους περίπου 1m.
- Την κάλυψη του πρανούς με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα για την αποφυγή της επιφανειακής αποσάθρωσης. Το μέτρο αυτό κρίνεται ως λανθασμένο διότι το σκυρόδεμα δεν μπορεί να συγκρατήσει τους λεπτόκοκκους σχηματισμούς. Για την καλύτερη πρόληψη και αντιμετώπιση εκδήλωσης τυχόν αστοχιών προτείνονται τα παρακάτω επιπρόσθετα μέτρα:
- Την κατασκευή αποστραγγιστικής τάφρου στη στέψη του πρανούς.
- Τη θεμελίωση τυχόν επιχωμάτων στις υγιείς μάργες.
- Τη συνεχή απομάκρυνση τυχόν αποσαθρωμένων τεμαχών.
- Τέλος την εξομάλυνση της κλίσης των πρανών που πρόκειται να κατασκευαστούν, ώστε να μην εμφανιστούν κρίσιμες συνθήκες.

Στις παρακάτω φωτογραφίες παρουσιάζονται τα μέτρα που λήφθηκαν σε μόνιμο πρανές ύψους 45 μέτρων που βρίσκεται ακριβώς μπροστά στην είσοδο του cut & cover.



Σχήμα 3.26



Σχήμα 3.27



Σχήμα 3.28 Μέτρα προστασίας πρानούς: Αναβαθμοί, αγκυρώσεις, γεωδίκτυα και αποστραγγιστικές τάφροι

3.10 Στοιχεία σεισμικής επικινδυνότητας

Η περιοχή της Βορείου Πελοποννήσου είναι από τις πιο ενεργές σεισμικά περιοχές της Ελλάδος διότι οι λεκάνες και του Πατραϊκού και του Κορινθιακού κόλπου δείχνουν μεγάλες ταχύτητες τεκτονικής καταβύθισης.

Σύμφωνα με τον ισχύοντα αντισεισμικό κανονισμό και με στοιχεία της σεισμικότητας για την περιοχή της Πάτρας, η περιοχή μελέτης κατατάσσεται στην κατηγορία II. Με βάση τον ίδιο κανονισμό το έδαφος θεμελίωσης κατατάσσεται στις ακόλουθες κατηγορίες:

Οι αλλουβιακές αποθέσεις κατατάσσονται στην κατηγορία Β (Εντόνως αποσαθρωμένα βραχώδη ή εδάφη που από μηχανική άποψη μπορούν να εξομοιωθούν με κοκκώδη. Στρώσεις κοκκώδους υλικού μέσης πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 5m. ή μεγάλης πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 70m. Στρώσεις σκληρής προσυμπιεσμένης αργίλου πάχους μεγαλύτερου των 70m).

- Τα κορημάτα στην κατηγορία Γ ή Δ ανάλογα με την κλίση του εδάφους. (Στρώσεις κοκκώδους υλικού μικρής σχετικής πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 5m. ή μέσης πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 70m.) ή (Έδαφος με μαλακές αργίλους υψηλού δείκτη πλαστιμότητας (5I) συνολικού πάχους μεγαλύτερου των 10m)

- Τα νεογενή στο σύνολό τους, σαν εδάφη θεμελίωσης κατατάσσονται στην κατηγορία Α. (Βραχώδεις ή ημιβραχώδεις σχηματισμοί εκτεινόμενοι σε αρκετή έκταση και βάθος, με τη προϋπόθεση ότι δεν παρουσιάζουν έντονη αποσάθρωση. Στρώσεις πυκνού κοκκώδους υλικού με μικρό ποσοστό ιλυοαργιλικών προσμίξεων, πάχους μικρότερου των 70m. Στρώσεις πολύ σκληρής προσυμπιεσμένης αργίλου πάχους μικρότερου των 70m.). Ιδιαίτερα στην περιοχή μελέτης, στα βάθη που ερευνούνται λόγω του έργου, οι Νεογενείς μάργες εμφανίζονται κυρίως σαν εδαφικοί σχηματισμοί με μεγάλη συνεκτικότητα.

Γενικά η σεισμική δραστηριότητα στις λεκάνες του Πατραϊκού και του Κορινθιακού περιορίζεται στο 1/3 του ηπειρωτικού φλοιού (<15 Km) (Tselentis & Makropoulos, 1986, Κισκύρας, 1986).

Με βάση τα παραπάνω συμπεραίνεται τελικά ότι η σεισμική επικινδυνότητα αναμένεται οπωσδήποτε υψηλή στην περιοχή και επομένως θα πρέπει για κάθε τεχνικό έργο να διευκρινίζονται, στη φάση της έρευνας, οι παράμετροι που αναφέρονται στην επιβολή δυναμικών φορτίσεων στις κατασκευές, για την ασφαλή θεμελίωση αυτών και να λαμβάνεται υπόψη ο αντισεισμικός κανονισμός.

Η δυναμική φόρτιση που επιφέρουν οι συχνοί, ως επί το πλείστον αβαθείς και συνήθως μεγάλου μεγέθους σεισμοί στους διάφορους γεωλογικούς σχηματισμούς εκτός από τα άμεσα αποτελέσματα στις κατασκευές, προκαλούν συχνά και την εκδήλωση δευτερογενών φαινομένων (κατολισθήσεις, καταπτώσεις, ρευστοποιήσεις κ.λ.π.) που ενδιαφέρουν από γεωτεχνικής πλευράς, καθώς πλήττουν οικισμούς και διάφορα τεχνικά έργα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - Κατασκευή της σήραγγας

4.1 Παρουσίαση εργασιών

Στις φωτογραφίες που ακολουθούν παρουσιάζεται η κατασκευή της σήραγγας σε διάφορες φάσεις. Τα πρανή της εκσκαφής διαμορφώθηκαν σε τρεις αναβαθμούς με κλίση άνω των 45 μοιρών, με τη βοήθεια πυκνού κάναβου αγκυρώσεων (κυρίως παθητικών, αλλά και με ζώνες προεντεταμένων αγκυριών). Η σήραγγα σκυροδετείται σε φατνώματα μήκους 12 m, με τη βοήθεια κυλιόμενου καλουπιού



Σχήμα 4.1



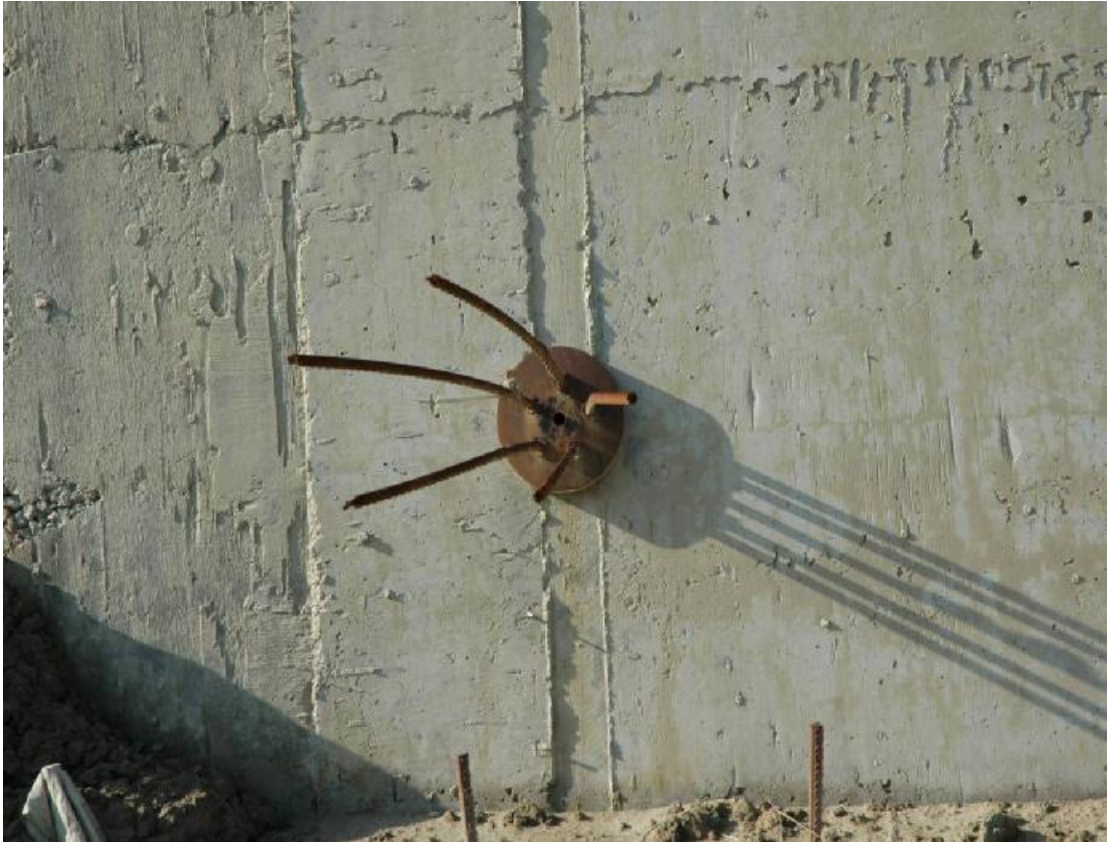
Σχήμα 4.2 Εργασίες αποκάλυψης και προστασίας αρχαιοτήτων



Σχήμα 4.3



Σχήμα 4.4



Σχήμα 4.5 α) Προεντεταμένα και β) Παθητικά αγκύρια



Σχήμα 4.6 Παράλληλες εργασίες σε τρία φατνώματα α) σιδέρωμα , β) σκυροδέτηση και γ) τοποθέτηση γεωφάσματος και στεγανωτικής μεμβράνης



Σχήμα 4.7

4.2 Οικονομικά στοιχεία

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΤΙΜΩΝ

Γενικώς χρησιμοποιούνται οι τιμές μονάδος του Αναλυτικού Τιμολογίου Έργων Οδοποιίας (Δ' Τρίμηνο 2001
Για τις τιμές που δεν συμπεριλαμβάνονται στο ανωτέρω τιμολόγιο χρησιμοποιείται ανάλυση τιμών από
εγκεκριμένα Τιμολόγια.

1. Σκυρόδεμα μικροκατασκευών, πεζοδρομίων κλπ. B25 – ΑΤΕΟ 2548.1 – m³

Ως ΑΤΕΟ 2548 με αντικατάσταση του B15 σε B25	(2548) m ³	T.E.	=	48.187,04
Επιπλέον ποσότητα τσιμέντου	(222) kg	(360-300) x 28,0	=	1.680,00
		T.E.		49.867,04

2. Γεωύφασμα στραγγιστηρίων πίσω από τοίχους – ΟΙΚ 7914 - m²

α) Προμήθεια υλικού	(356.3) m ²	1,25 x 770,00	=	962,50
β) Χωματουργός	(112) h	0,106 x 4.192,71	=	444,43
γ) Εργάτης ανειδίκευτος	(111) h	0,106 x 3.772,04	=	399,84
		T.E.		1.806,77

3. Σφράγιση κατακορύφων αρμών με Plastijoint ή ανάλογο - ΟΔΟ 2662 –(ΥΔΡ-6370) - m

Προμήθεια υλικού	(540.1.2) kg	0,40 x 336,00	=	134,40
Τεχνίτης	(113) h	0,25 x 5.552,89	=	1.388,22
Βοηθός τεχνίτη	(112) h	0,25 x 4.192,71	=	1.048,18
		T.E.		2.570,80

4. Μόρφωση αρμού με πλάκες FLEXCELL - ΟΔΟ 2663–(ΥΔΡ-6370) - m²

Προμήθεια υλικού	(536.2.2) kg	1,10 x 2.760,00	=	3.036,00
Τεχνίτης	(113) h	0,30 x 5.552,89	=	1.665,87
Βοηθός	(112)h	0,30 x 4.192,71	=	1.257,81
		T.E.		5.959,68

5. Στεγάνωση αρμού με ταινία τύπου Hydrofoil πλάτους 240mm - ΟΔΟ 2665 -(ΥΔΡ-6373)- m

Προμήθεια υλικού	(396.12)kg	1,05 x 1.160,00	=	1.218,00
Τεχνίτης	(113) h	0,40 x 5.552,89	=	2.221,16
Βοηθός	(112) h	0,40 x 3.772,04	=	1.508,82
		T.E.		4.947,98

6. Σφράγιση οριζοντίων αρμών με pliastik ή ανάλογο ΟΔΟ 2661(ΥΔΡ 6370) - m

Προμήθεια υλικού	(540.1.1) kg	0,40 x 320,00	=	128
Τεχνίτης	(113) h	0,25 x 5.370,60	=	1342,65
Βοηθός	(112) h	0,25 x 4.192,71	=	1048,18
		T.E.		2.518,83

7. Σκυρόδεμα Β25 φορέων ανωδομής μορφής συμπαγούς πλάκας (H<7.0) ΟΔΟ 2561.1 - m³

ως άρθρο ΑΤΕΟ 2561 με αντικατάσταση του Β35 με Β25	(2561) m ³	T.E.	=	57.910,48
Αφαιρείται ποσότητα τσιμέντου	(222) Kg	(450-360)x28,00	=	2.520.00
		T.E.		60.430,48

8. Σκυρόδεμα Β35 θεμελίων, βάθρων ΟΔΟ 2552 - m³

ως άρθρο ΑΤΕΟ 2551 με αντικατάσταση του Β25 με Β35	(2551) m ³	T.E.	=	39.758,09
Επιπλέον ποσότητα τσιμέντου	(222) Kg	(450-360)x28,00	=	2.520.00
		T.E.		42.278.09

9. Κατασκευή αγκυρίων Φ25 – ΥΔΡ Ν7025.1 – m

1) Διάτρηση οπής Φ70mm (ΑΤΥΕ 7106.1)

Διάνοιξη γεώτρησης τελικής διαμέτρου 146mm σε πετρώματα μαλακά (με σκληρότητα ίση ή μικρότερη από 4 MOHS) με εγκατεστημένο στη θέση γεωτρήσεως γεωτρώπανο. Τιμή ανά μέτρο μήκους κατακόρυφης γεώτρησης που εκτελείται με περιστροφικό γεωτρώπανο. Συμπεριλαμβάνεται η δαπάνη δειγματοληψίας καρότων και των κιβωτίων φύλαξης αυτών, μπετονίτου (αν πρέπει να χρησιμοποιηθεί), καταγραφής και παρουσίας των στοιχείων της γεώτρησης (στάθμη νερού στρωματογραφία κλπ.)

Τιμή χωρίς τη δαπάνη κοπτικών.

$$\lambda_1 = 1$$

$$\lambda_2 = 0-20.00$$

$$\lambda_3 = 2.5$$

$$7106.1 \text{ βάθος } 0-20.00 \text{ mm}$$

Γεωτρώπανο ΗΔ(577) / 8 x λ

$$(577) \quad \text{ΗΔ } 0,85 \times 176.147,10 / 8 \times 2,5 = 46.789,07$$

$$\text{Καταγραφή και παρουσίαση στοιχείων} \quad 0,05 \times 46.789,07 = 2.339,45$$

$$\text{Άθροισμα:} \quad 49.128,53$$

$$\text{Για } \Phi 70 \text{ γίνεται αναλογική μείωση της τιμής} \quad (100/146)$$

$$\text{Τιμή ενός m δρχ. για } \Phi 70 \quad \text{m} \quad (70/146) \times 49.128,53 = \underline{23.554,77}$$

2) Χάλυβας S500, Φ25 (ΑΤΕΟ 2612 Τ.Ε.)

$$\text{Τιμή ενός kg δρχ.} \quad \text{kg} \quad 1,02 \times 300,40 = 306,41$$

Προσαύξηση λόγω ελασμάτων αγκύρωσης

$$\text{Παρεβλημάτων κλπ.} \quad 15\% \times 306,41 = 45,96$$

$$352,37$$

Μέση ποσότητα χάλυβα ανά m αγκυρίου 4,0 kg/m

$$\text{Τιμή ενός m δρχ.} \quad \text{m} \quad 4,0 \times 352,37 = \underline{1.409,48}$$

3) Τιμεντένεση αγκυρίου

3.1 Σύνδεση συγκροτήματος τιμεντένεσης (ΑΤΥΕ 7031)

Σύνδεση του συγκροτήματος ενέματος με τις οπές εντός υπογείου έργων. Τιμή ανα οπή ή για κάθε "βήμα" εκτέλεσης της τιμεντένεσης. (1 τεμ.)

Παραδοχές:

- Απασχόληση του εξοπλισμού των ενέσεων λόγω μετατοπίσεων και προπαρασκευαστικών εργασιών προ της διοχετεύσης του ενέματος.

- Εισπιέσεις νερού, τελική σφράγιση άκρου οπής κλπ.

α) Συγκρότημα ενέματος $A=(573) \text{ ΗΔ } 0,85 \times 254.291,21/8 = 27.108,44$

β) Δευτερεύουσες επιβαρύνσεις $0,15 \times 27.108,44 = 4.052,77$

Άθροισμα: 31.071,21 ✓

Μέσο μήκος αγκυρίου (10) m

Τιμή ενός m δρχ m $31.071,21 / 10 = \underline{3.107,12}$

3.2 Τιμεντένεμα χωρίς το τσιμέντο (ΑΤΥΕ 7032)

Τσιμεντένεμα, χωρίς την αξία του τσιμέντου, εντός υπογείου έργων. Τιμή ανα m^3 απορροφηθέντος ενέματος, περιλαμβανομένων και των επιβαρύνσεων για υδρύαλο, αλλά υλικά ενέματος πλην τσιμέντου, απρόβλεπτες καθυστερήσεις κλπ.

α) Συγκρότημα ενέματος $A=(573) \text{ ΗΔ } 0,85 \times 254.251,21/4 = 54.036,88$

β) Επιβάρυνση για δοκιμές ενεμάτων,

λίπανση οπής με υδρύαλο, αλλά

υλικά ενέματος πλην τσιμέντου,

απρόβλεπτες καθυστερήσεις κλπ $0,30 \times 54.036,88 = 16.211,06$

Άθροισμα: 70.247,85 ✓

Όγκος τιμεντέν. m αγκυρίου $0,003357 \text{ m}^3 / \text{m}$

Τιμή ενός m δρχ m $0,003357 \times 70.247,85 = \underline{235,82}$ ✓

3.3 Τσιμέντο υψηλής αντοχής (B.T. 027)

(B.T. 027) 28,00 = 28,00 ανά kg

$1.200 \text{ kg/m}^3 \times 0,003357 \text{ m}^3/\text{m} \times 28,00 \text{ δρχ./kg}$

Τιμή ενός m δρχ.

$$m \quad 1.200 \times 0,003357 \times 28,00 = \underline{112,80}$$

ΑΘΡΟΙΣΜΑ: T.E. 28.420,00

**10. Γεώφασμα μη υφαντό πολυπροπυλενικό τύπου STRATUM ή ανάλογο των 300gr/m² – (TE)
(ΟΙΚ 7914)– m²**

Προμήθεια υλικού	(TE) m ²	1,05 x 307	= 322,35
Τεχνίτης	(113)h	0,15 x 5552,89	= 832,93
Εργάτης Ειδικευμένος	(112)h	0,20 x 4192,71	= 838,54
			<hr/>
			1.993,82

11. Γεωμεμβράνη HDPE (υψηλής πυκνότητας) πάχους 1.5mm – TE(2412) – m²

Προμήθεια υλικού	(TE) m ²	1,05 x 2.895	= 3.039,75
Τεχνίτης	(113)h	0,20 x 5552,89	= 1.110,58
Εργάτης Ειδικευμένος	(112)h	0,25 x 4192,71	= 1.048,18
			<hr/>
			5.198,51

4.3 Συνολικός προϋπολογισμός

ΤΜΗΜΑ : ΧΘ 0+986 - ΧΘ 1+198

ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΗΡΑΓΓΑ ΜΕ ΕΚΣΚΑΦΗ ΚΑΙ ΕΠΑΝΕΠΙΧΩΣΗ

ΕΚΔΟΣΗ Α'

Δ' ΤΡΙΜΗΝΟ 2001

Α/Α	ΕΡΓΑΣΙΑ	ΑΤΕΟ	ΜΟΝΑΔΟΣ			ΔΑΠΑΝΗ	ΕΝΔ.ΤΙΜΗ
			Είδος	Ποσότητα	Τιμή	ΑΡΧ	ΣΕ ΕΥΡΩ
1	Γενικές εκσκαφές	ΟΔΟ 1123	m ³	523.000	539,53	282.174.190	828.097
2	Εκσκαφές ακαταλλήλων	ΟΔΟ 1122	m ³	13.900	489,08	6.798.212	19.951
3	Επίχωση με θραυστό υλικό λατομείου	ΥΔΡ 6068	m ³	31.000	10.714,88	332.161.280	974.795
4	Επέκδοση με φυτικές γαίες	ΟΔΟ 1610	m ²	26.700	317,81	8.485.527	24.903
5	Μεταφορά γαιών από αποθεσιοθαλάμους προσωρινής απόθεσης (ΜΑΜ 0,5 Km)	ΟΔΟ 1520	Km m ³	187.500	108,70	20.381.250	59.813
6	Επίχωση με προϊόντα εκσκαφής	ΟΔΟ 1530	m ³	375.000	220,40	82.650.000	242.553
7	Αόπλο σκυρόδεμα Β10	ΟΔΟ 2521	m ³	3.700	24.744,30	91.553.910	268.684
8	Σκυρόδεμα Β25 μικροκατασκευών	ΟΔΟ 2548.1	m ³	600	49.867,04	29.920.224	87.807
9	Σκυρόδεμα Β25 θεμελίων, βάθρων, τοίχων	ΟΔΟ 2551	m ³	10.550	39.758,09	419.447.850	1.230.955
10	Σκυρόδεμα Β25 φορέων ανωδομής μορφής συμπαγούς πλάκας (H<7.0 m)	ΟΔΟ 2561.1	m ³	7.300	60.430,48	441.142.504	1.294.622
11	Σκυρόδεμα Β35 θεμελίων, βάθρων	ΟΔΟ 2552	m ³	3.270	42.278,09	138.249.354	405.721
12	Σκυρόδεμα Β35 φορέων ανωδομής μορφής συμπαγούς πλάκας (H<7.0 m)	ΟΔΟ 2562	m ³	2.320	65.096,76	151.024.483	443.212
13	Σιδηρούς σπλισμός S 500	ΟΔΟ 2612	Kg	3.040.000	300,40	913.216.000	2.680.018
14	Σωλήνας αποστράγγισης Φ200 διάτρητος	ΟΔΟ 2861	m	475	5.487,59	2.606.605	7.650
15	Γεωφύλαγμα στραγγιστηρίου	ΟΙΚ 7914	m ²	660	1.594	1.052.040	3.087
16	Πορώδες σκυρόδεμα στραγγιστηρίου	ΥΔΡ 6351	m ³	125	28.926,61	3.615.826	10.611
17	Γεωφύλαγμα μη υφαντό πολυπροπυλενικό τύπου STRATUM 300	ΟΔΟ 2412	m ²	30.340	1.993,82	60.492.499	177.528
18	Γεωμεμβράνη HDPE (υψηλής πυκνότητας) πάχους 1,5mm	ΟΙΚ 7914	m ²	15.170	5.198,51	78.861.397	231.435
19	Σκυρόδεμα Β10 προστασίας στεγάνωσης	ΟΔΟ 2521	m ³	920	24.744,30	22.764.756	66.808
20	Αρμός με στεγανωτική ταινία τύπου Hydrofoil πλάτους 240mm	ΟΔΟ 2665	m	445	4.947,98	2.201.851	6.462
21	Σφράγιση κατακορφών ή κεικλιμένων αρμών με plastijoint ή ανάλογο	ΟΔΟ 2662	m	325	2.570,80	835.510	2.452
22	Σφράγιση οριζοντίων αρμών με Pliastik ή ανάλογο	ΟΔΟ 2661	m	640	2.518,83	1.612.051	4.731
23	Μόρφωση αρμού με πλάκες FLEXCELL ή ανάλογες	ΟΔΟ 2663	m ²	2.470	5.959,68	14.720.410	43.200
24	Υλικό επίχωσης της ΠΠΠ 0155 για μόρφωση βάσης οδοστρώσεως (στραγγιστική στρώση)	ΟΔΟ 3121B	m ³	7.350	6.236,74	45.840.039	134.527
25	Υπόβαση πάχους 0.10m	ΟΔΟ 3111B	m ²	395	624,70	246.757	724
26	Βάση πάχους 0.10m	ΟΔΟ 3211B	m ²	395	645,66	255.036	748
27	Ασφαλτική στρώση βάσης πάχους 0.06m	ΟΔΟ 4321B	m ²	4.720	840,69	3.968.057	11.645
28	Ασφαλτική στρώση βάσης πάχους 0.05m	ΟΔΟ 4321B	m ²	3.930	840,69	3.303.912	9.696
29	Ασφαλτική ισοπεδωτική στρώση πάχους 0.05m	ΟΔΟ 4421B	m ²	3.930	840,69	3.303.912	9.696
30	Ασφαλτική στρώση κυκλοφορίας πάχους 0.04m	ΟΔΟ 4521B	m ²	3.930	900,22	3.537.865	10.383
31	Αποχρετωτικός τσιμεντοσωλήνας Φ400	ΟΔΟ 2883	m	425	10.845,91	4.609.512	13.528
32	Εκτοξευόμενο σκυρόδεμα σε υπαίθρια έργα	ΥΔΡ 7017	m ³	1.460	69.183,37	101.007.720	296.428
33	Δομικό πλέγμα επενδύσεως με Gunite	ΥΔΡ 7018	Kg	38.500	481,03	18.519.655	54.350
34	Κατασκευή αγκυρίων Φ25	ΥΔΡ/Ν7025.1	m	11.400	28.420,00	323.988.000	950.809
ΣΥΝΟΛΟ:						3.614.548.192	10.607.625

Αθήνα, Αύγουστος 2002

Για το Γραφείο Μελετών

Τ. ΤΣΙΚΝΙΑΣ ΚΑΙ ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ Α.Ε.Μ.Τ.Ε.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Μαραγκός Χρ., (2001). Τεχνικά Έργα Υποδομής, Κατασκευές στην επιφάνεια του βράχου, Υπόγειες κατασκευές, Φράγματα

ΓΕΩΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ Ε.Π.Ε - ΘΕΟΔΟΣΙΑ ΚΛΕΑΝΘΟΥΣ – ΥΔΡΟΕΡΕΥΝΑ Α.Ε. – Τ. ΤΣΙΚΝΙΑΣ & ΣΥΝ/ΤΕΣ ΑΕΜΤΕ – ΑΣΗΜΟΥΛΑ ΣΤΑΜΑΤΟΠΟΥΛΟΥ – ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΜΑΡΣΕΛΟΣ – ΙΩΑΝΝΗΣ ΡΟΥΣΣΟΣ., (2001), «ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΗΣ ΜΙΚΡΗΣ ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΗΣ ΠΑΤΡΩΝ»

Ε. Βγενοπούλου, σημειώσεις του μαθήματος «Κατασκευή σηράγγων», ΤΕΙ ΠΑΤΡΩΝ

Ευπαλίνος Τ.Α.Ε. & Κ. ΚΟΡΩΝΙΩΤΗΣ (1989). Γεωλογική Μελέτη, «Αναπροσαρμογή & Συμπλήρωση Οριστικής Μελέτης Μικρής Περιμετρικής Οδού Πατρών», Τεύχη 1, 2, 3 Αθήνα, Σεπτέμβριος 1989

Ρόζος Δ., (1989), Τεχνικογεωλογικές συνθήκες στο νομό Αχαΐας – Γεωμηχανικοί χαρακτήρες των πλειοπλειστοκαινικών ιζημάτων. Διδακτορική Διατριβή. Πανεπιστήμιο Πατρών