

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΙΤΛΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

**<<ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΤΗΣ
ΕΠΑΡΧΙΑΚΗΣ ΟΔΟΥ ΝΕΜΕΑ ΚΟΥΤΣΙ ΤΟΥ
ΝΟΜΟΥ ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ>>**

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΣΠΟΥΔΑΣΤΩΝ

**ΠΑΝΤΕΛΑΚΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ
ΡΟΘΩΝΗ ΜΑΡΙΑ – ΕΛΕΝΗ
ΦΑΡΜΑΚΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ**

**ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΠΟΥΛΟΣ ΣΤΑΥΡΟΣ**

ΠΑΤΡΑ 2010

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
2.1. Γενικά	6
2.2. Στοιχεία μελέτης.....	8
3. ΘΕΣΗ – ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ	9
3.1. Θέση.....	9
3.2. Μορφολογία.....	9
3.3. Υδρογραφικό δίκτυο.....	11
4. ΓΕΩΛΟΓΙΑ	12
4.1. Γεωλογία της ευρύτερης περιοχής.....	12
4.2. Γεωλογική δομή της ζώνης διέλευσης του οδικού άξονα.....	15
4.2.1.1° Τμήμα (Άσσος - Βεληνιάτικα – Σπαθοβούνι).....	15
4.2.2.2° Τμήμα (Νεμέα - Στιμάγκα - Ταρσινά - Βέλο).....	16
4.2.3.3° Τμήμα (Ξυλόκαστρο - Ζεμένο - Στύλια - Παναρίτι).....	18
5. ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ	20
6. ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΑΙ ΠΑΛΑΙΟΓΕΩΓΡΑΦΙΑ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	28
7. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	38
7.1. Υδρολογική συμπεριφορά των γεωλογικών σχηματισμών που δομούν την ευρύτερη περιοχή.....	38
7.1.1. Υδροπερατοί γεωλογικοί σχηματισμοί λόγω πορώδους.....	39
7.1.2. Πρακτικά αδιαπέρατοι γεωλογικοί σχηματισμοί.....	39

7.2. Υδρολογική συμπεριφορά των γεωλογικών σχηματισμών που δομούν την ζώνη εκτέλεσης του έργου.....	40
8. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ - ΕΛΛΑΦΙΚΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ	42
8.1. Γενικά.....	42
8.2. Σεισμικότητα της ευρύτερης περιοχής μελέτης.....	43
8.2.1.Χαρακτηριστικές περιπτώσεις μεγάλων σεισμών.....	46
8.3 Κύριες σεισμικές πηγές.....	50
8.4 Σεισμική επικινδυνότητα.....	52
8.4.1. Σχέσεις εξασθένισης εδαφικών κινήσεων.....	53
8.5. Ζώνες σεισμικής επικινδυνότητας της Ελλάδος.....	53
8.6. Σεισμική επικινδυνότητα των εδαφών της ευρύτερης περιοχής.....	56
8.7. Σεισμική επικινδυνότητα εδάφους θεμελίωσης.....	57
8.8. Συντελεστής σεισμικής επιβάρυνσης.....	58
9. ΤΕΧΝΙΚΗ ΓΕΩΛΟΓΙΑ	63
9.1. Τεχνικογεωλογική συμπεριφορά των γεωλογικών σχηματισμών.....	63
9.1.1. Μάργες του πλειόκαινου.....	63
9.1.2.Αμμούχες μάργες Ρέθιου – Δένδρου.....	65
9.1.3. Σχηματισμοί του μεγάλου Βάλτου.....	65
9.1.4.Κροκαλοπαγή του τυρρήνιου της ενότητας των θαλάσσιων και παράκτιων αποθέσεων, κροκαλοπαγή 4 ^{ης} θαλάσσιας αναβαθμίδας, κροκαλοπαγή των σχηματισμών του Μεγάλου Βάλτου.....	67
9.1.5.Κροκαλοπαγή του πλειόκαινου – διλούβιου.....	68
9.1.6.Αποθέσεις εντός ποταμών, σύγχρονες προσχώσεις, πλευρικά κορήματα, ελουβιακοί σχηματισμοί, κολλουβιακοί σχηματισμοί.....	70

10. ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ	71
10.1 Ερευνα Υπεδάφους.....	72
10.2 Εργαστηριακές δοκιμές.....	73
10.3. Συνθήκες έδρασης οδικού άξονα.....	74
10.3.1. Λιθολογικοί σχηματισμοί που συγκροτούν το Υπέδαφος στο 1 ^ο Οδικό Τμήμα (Νεμέα - Κούτσι).....	74
10.3.2. Λιθολογικοί σχηματισμοί που συγκροτούν το Υπέδαφος στο 2 ^ο Οδικό Τμήμα (Κούτσι - Οινοποιείο).....	104
10.3.3. Στάθμη υπόγειων νερών.....	112
10.3.4. Σεισμική επικινδυνότητα.....	112
10.3.5. Εκσκαψιμότητα.....	113
11. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	114
11.1. 1 ^ο Οδικό Τμήμα (Νεμέα-Κούτσι).....	116
11.2. 2 ^ο Οδικό Τμήμα (Κούτσι - Οινοποιείο).....	121
11.3. Δανειοθάλαμοι.....	121
11.4 Οδοστρωσία.....	122
11.5 Στρώση στράγγισης.....	123
12. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	123
13. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	128

1.ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της πτυχιάκης εργασίας είναι η προκαταρκτική εξέταση των γεωλογικών-γεωτεχνικών συνθηκών, στις ευρύτερες περιοχές απ' όπου διέρχονται οι υπό βελτίωση οδικοί άξονες Άσσος - Βεληνιάτικα - Σπαθοβούνι, Νεμέα - Στιμάγκα - Ταρσινά - Βέλο και Ξυλόκαστρο - Ζεμένο - Στύλια - Παναρίτι, ο προσδιορισμός των τυχόν τεχνικογεωλογικών προβλημάτων που θα επηρεάσουν την κατασκευή του έργου οδοποιίας καθώς και η υποβολή συγκεκριμένων προτάσεων για τα επιμέρους τμήματα των οδικών αξόνων.

Όπως διαπιστώθηκε στα πλαίσια της επιτόπιας έρευνας μας, ιδιαίτερα σε ορισμένες των Χ. Θ, είναι απαραίτητη η εκπόνηση λεπτομερούς μελέτης μέσω της οποίας προτείνεται η υλοποίηση συγκεκριμένων τεχνικών επεμβάσεων, προκειμένου να αντιμετωπισθούν τάσεις ίλυροής, ερπυσμού, κατολισθήσεων ή και κατάπτωσης βράχων των λιθολογικών σχηματισμών που δομούν την περιοχή ενδιαφέροντος.

2.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

2.1. Γενικά

Προκειμένου να επιτύχουμε την βελτίωση των επαρχιακών οδικών αξόνων Άσσος - Βεληνιάτικα - Σπαθοβούνι, Νεμέα - Στιμάγκα - Ταρσινά -Βέλο και Ευλόκαστρο - Ζεμένο - Στύλια - Παναρήτι, τους οποίους χαρακτηρίζουν πολλά μειονεκτήματα (μικρό πλάτος, μικρές ακτίνες καμπυλότητας σε οριζοντιογραφία αλλά και προβλήματα στα υπόλοιπα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της) μελετήσαμε τις γεωλογικές ιδιομορφίες στους ανωτέρω υπό βελτίωση οδικούς άξονες, μέσω των οποίων θα εξυπηρετείται μέρος των κυκλοφοριακών αναγκών του νοτιοδυτικού ορεινού τμήματος του νομού Κορινθίας.

Η γεωλογική έρευνα που πραγματοποιήθηκε τον μήνα Ιανουάριο του τρέχοντος έτους 2010, συμπεριέλαβε τις ακόλουθες εργασίες:

- α) Γεωλογική χαρτογράφηση σε κλίμακα 1: 20.000 , εκατέρωθεν των υπό βελτίωση οδικών αξόνων, σε συνολική έκταση 70 Km² περίπου.
- β) Μελέτη των λιθοστρωματογραφικών δεδομένων της ευρύτερης περιοχής καθώς και της τεκτονικής η οποία διαμόρφωσε και δημιούργησε την σημερινή εικόνα που παρουσιάζουν οι πετρολογικοί σχηματισμοί.
- γ) Μελέτη του υδρογραφικού δικτύου και των υδρογεωλογικών δομών όπως αυτές προσδιορίζονται από την παρουσία μεταλλικών σχηματισμών στην περιοχή έρευνας.
- δ) Μελέτη των στοιχείων σεισμικότητας και σεισμικής επικινδυνότητας της ευρύτερης περιοχής.

ε) Μελέτη των γεωτεχνικών συνθηκών στην ζώνη εκτέλεσης του έργου.

Η προαναφερόμενη έρευνα απέβλεπε στη διερεύνηση των φυσικών και μηχανικών ιδιοτήτων των γεωλογικών σχηματισμών που δομούν την περιοχή.

2.2. Στοιχεία μελέτης

Κατά την εκπόνηση της μελέτης χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω στοιχεία :

1. Οι μέχρι τώρα εκπονηθείσες ή εκπονούμενες μελέτες του συγκοινωνιακού έργου.
2. Στοιχεία από διάφορες υπηρεσίες όπως Ι.Γ.Μ.Ε, Δ.Ε.Β Κορινθίας, κ.λ.π.
3. Διάφορες μελέτες και έρευνες, οι οποίες αναφέρονται λεπτομερώς στην βιβλιογραφία.
4. Γεωλογικοί χάρτες Φ^α "Κόρινθος, Νεμέα, Περαχώρα & Ξυλόκαστρο"
(έκδοση. Ι.Γ.Μ.Ε, κλίμακα 1 : 50.000)
5. Τοπογραφικοί χάρτες Φ^α " Κόρινθος, Νεμέα, Περαχώρα & Ξυλόκαστρο "
(έκδοση Γ.Υ.Σ, κλίμακα 1 : 50.000)

3.ΘΕΣΗ - ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

3.1. Θέση

Οι τοποθεσίες εκτέλεσης του έργου, με μέσο υψόμετρο 460 μέτρα περίπου, εντοπίζονται στο νοτιοδυτικό τμήμα του νομού Κορινθίας, σε ευθεία απόσταση 17.5 έως και 35 χύλιομέτρων περίπου βορειοδυτικά του Δημοτικού Διαμερίσματος Κορίνθου .

Προς Βορρά οριοθετούνται από τα όρια των οικισμών Άσσου, Βέλου και Ευλόκαστρου, προς Ανατολάς από τις τοποθεσίες Συκιώνας, Ζαφείρη και Λακκιώτιχα, τους ορεινούς όγκους Προφήτης Ηλίας, Γεροθανάση, Πάτημα και Καστράκι, το υδρόρευμα Λίτσα και τον οικισμό Πεντεσκούφι, προς Νότο από τις τοποθεσίες Μπουσμπάρδι, Κουτσοψώρα και Λάκκα, τον ορεινό όγκο Δημινιό, το υδρόρευμα Σκουρούκλη και τους οικισμούς Νεμέας, Βελίνας και τέλος προς Δυσμάς από τις τοποθεσίες Κοπρισιά, Κουτσοπάλακκα, Φραγκοκκλησια και Μαστροκώστα, τον ποταμό Τρικαλίτικο και τους οικισμούς Μερτικάϊκα, Θεοδωραϊκά και Κατσουλαϊκά.

3.2. Μορφολογία

Γενικά η ευρύτερη περιοχή παρουσιάζει γεωμορφολογική πολυμορφία. Αναπτύσσεται μεταξύ των υψομέτρων των 15 και 935 m, δηλαδή το χαμηλότερο και το υψηλότερο σημείο παρουσιάζουν υψομετρική διαφορά 920 μέτρων, μια διαφορά που αντικατοπτρίζει τις πολύ έντονες μορφολογικές κλίσεις που διαμορφώνονται σε μεγάλο τμήμα της.

Έτσι, το μορφολογικό ανάγλυφο της περιοχής αυτής χαρακτηρίζεται πεδινό - λοφώδες έως ορεινό, καθώς στη διαμόρφωση του συμμετέχουν

λοφοειδείς εξάρσεις και αντερείσματα, με κύρια διεύθυνση ΒΑ - ΝΔ. Ανάμεσα στις εξάρσεις αυτές διαμορφώνεται πυκνό δίκτυο χαραδρώσεων.

Μορφολογικά επομένως, η εξεταζόμενη περιοχή μπορεί να χωρισθεί σε δύο τμήματα, ένα με έντονο ανάγλυφο που καλύπτεται από τους νεογενείς (πλειοκαινικούς) κατά βάση γεωλογικούς σχηματισμούς και ένα με ήπιο, που καλύπτεται από τους ολοκαινικούς και πλειστοκαινικούς γεωλογικούς σχηματισμούς.

Η μορφολογική αυτή ανάπτυξη της περιοχής είναι αποτέλεσμα της τεκτονικής εξέλιξης, που ήταν ο σημαντικότερος μορφογενετικός παράγοντας, αλλά διαβρωτικών - αποσαθρωτικών διεργασιών που συνέβαλαν στην πλήρωση των τεκτονικών βυθισμάτων με πρόσφατα ιζήματα.

Η μέση κλίση των πρανών της ορεινής περιοχής έχει άμεση σχέση, όπως προαναφέρθηκε, με τον τεκτονισμό και μεταβάλλεται ανάλογα με την λιθολογία των σχηματισμών.

Η μεγαλύτερη μέση τιμή της κλίσης των κλιτύων παρουσιάζεται στους γεωλογικούς σχηματισμούς των μαργών και κροκαλοπαγών του πλειόκαινου και είναι περίπου ίση με 60° , ενώ στις πλειστοκαινικές θαλάσσιες αναβαθμίδες κυμαίνεται από 40° μέχρι 50° .

Οι ολοκαινικοί σχηματισμοί έχουν ένα ανάγλυφο σχεδόν οριζόντιο και παρουσιάζουν μέση κλίση περίπου 10° .

Σχετικά με το στάδιο εξέλιξης η ευρύτερη περιοχή διακρίνεται επίσης σε δύο επιμέρους τμήματα :

- Στο βόρειο επίπεδο τμήμα, με διεύθυνση ΒΔ - ΝΑ, το οποίο βρίσκεται στο στάδιο γήρατος με την απορροή των υδάτων να γίνεται σχεδόν επιφανειακά. Ο αριθμός των ρεμάτων ανά μονάδα επιφανείας είναι μικρός ενώ το μήκος τους είναι σχετικά μεγάλο και
- Στο νότιο τμήμα το οποίο βρίσκεται σε προχωρημένο στάδιο διάβρωσης, το

οποίο χαρακτηρίζεται ως στάδιο προχωρημένης νεότητας - ωριμότητας. Σε αυτό έχει σχηματισθεί ολοκληρωμένο σύστημα αποστράγγισης με σημαντικό αριθμό ρεμάτων ανά μονάδα επιφανείας.

3.3. Υδρογραφικό δίκτυο

Η επιφανειακή αποστράγγιση της περιοχής πραγματοποιείται κατά κύριο λόγο μέσω των υδρορευμάτων Τρικαλίτικο, Καθαρονέρι, Ασωπός, Φίλιζα, Περιστερέωνα, Χαϊκάλη, Ραϊζάνη, Ζαπάντη και Λίτσα τα οποία σύμφωνα με την διαδρομή τους χαρακτηρίζονται σαν εξωρροϊκά . Βασική διεύθυνση ροής του μεγαλύτερου μέρους των υδρορευμάτων είναι από τα ΝΔ προς τα ΒΑ.

Η μορφή του υδρογραφικού δικτύου σε γενικές γραμμές είναι δυνατόν να χαρακτηριστεί ως δενδριτική ενώ η τάξη του κατά HORTON και STRAHLER είναι αρκετά μεγάλη εφόσον σημαντικός αριθμός κλάδων συμβάλλει στους βασικούς άξονες αποστράγγισης. Ο μεγαλύτερος αριθμός ρεμάτων αναπτύσσεται είτε κατά μήκος ρηγμάτων, είτε παράλληλα σ' αυτά.

4.ΓΕΩΛΟΓΙΑ

4.1. Γεωλογία της ευρύτερης περιοχής

Η γεωλογική δομή της ευρύτερης περιοχής και γενικότερα της Βορειοανατολικής Πελοποννήσου είναι ιδιαίτερα σύνθετη και οι γεωλογικοί σχηματισμοί που συνέρχονται και συνθέτουν την περιοχή μελέτης, από τον νεότερο προς τον αρχαιότερο στρωματογραφικά, είναι οι κάτωθι:

- **Αποθέσεις εντός ποταμών (ΟΛΟΚΑΙΝΟ)** : αδρομερή υλικά από άμμους και κροκαλολατύπες στις κοίτες των ποταμών και των χειμάρρων. Κατά θέσεις αναβαθμίδες μικρού πάχους.
- **Σύγχρονες προσχώσεις (ΟΛΟΚΑΙΝΟ)** : Αλλουβιακές αποθέσεις στις εσωτερικές κοιλάδες. Συνθέτονται από υλικά που έχουν μεταφερθεί από γειτονικά πετρώματα, δηλαδή μάργες, αργίλους, άμμους κ.λ.π. σε πεδινές περιοχές και βαθύπεδα.
- **Πλευρικά κορήματα (ΟΛΟΚΑΙΝΟ)** : συνεκτικοί έως χαλαροί σχηματισμοί που αποτελούνται από ασβεστολιθικές και ψαμμιτικές λατύπες με επικράτηση των ψαμμιτικών και με κυμαινόμενο μέγεθος, αλλά γενικά επικρατούν τα μικρά μεγέθη.
- **Ελουβιακοί κυρίως σχηματισμοί (ΟΛΟΚΑΙΝΟ)** : πηλοί και ψαμμούχοι πηλοί, ερυθρού χρώματος από αλλοίωση ψαμμούχων μαργών του Πλειόκαινου ή του Τυρρηνίου. Ενίοτε δευτερογενής επίπαγος.
- **Κολλουβιακοί σχηματισμοί (ΟΛΟΚΑΙΝΟ)** : κοκκινόχωμα, αργιλούχα υλικά με διάσπαρτες λατύπες και κροκάλες που προέρχονται από την αποσάθρωση και την εξαλλοίωση των κροκαλοπαγών ανθρακικής προέλευσης.
- **Θαλάσσιες και παράκτιες αποθέσεις - κροκαλοπαγή (ΤΥΡΡΗΝΙΟ)** :

κροκαλοπαγή, μάργες, μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι, άμμοι, ψηφιοπαγή κ.τ.λ. Πάχος 5 - 20 μ. Επί των προαναφερθέντων σχηματισμών επίκεινται μαργαϊκοί ψαμμίτες, παράκτιας φάσης, με θραύσματα θαλασσίων απολιθωμάτων. Συναντώνται σε υψόμετρο 100 μ. και έχουν πάχος 5 - 10 μ. Οι τυρρήνιοι σχηματισμοί συναντώνται σε αναβαθμίδες με πάχος 20 - 300 μ. Η σημερινή μορφολογία οφείλεται στο νεότερο σύστημα ρηγμάτων. Πιθανώς μεταξύ της αναβαθμίδας των 100 μ. και 300 μ. έλαβε χώρα ηπειρογενετική κίνηση.

- **Θαλάσσιες αναβαθμίδες :** Η ποικίλη λιθολογική σύσταση των αναβαθμίδων, που έχει σαν αποτέλεσμα την έντονη διάβρωση τους και ο έντονος τεκτονισμός της περιοχής έχουν συντελέσει στην υπό μορφή υπολειμμάτων εμφάνιση των αναβαθμίδων αυτών. Οι αναβαθμίδες αυτές βρίσκονται σε ελαφρά ασυμφωνία (5° - 10°) με τις υποκείμενες μάργες και το πάχος τους στην περιοχή του φύλλου κυμαίνεται από 3 έως 20 μ. Διάφοροι ερευνητές κατά το παρελθόν αναφέρονται στις θαλάσσιες αναβαθμίδες της περιοχής οι οποίες από τις νεώτερες προς τις παλαιότερες είναι οι παρακάτω :

1. **Τέταρτη αναβαθμίδα (ΤΥΡΡΗΝΙΟ) :** κροκαλοπαγή που εναλλάσσονται με ψαμμιτομαργαϊκούς ορίζοντες.
2. **Τρίτη αναβαθμίδα (ΜΙΛΑΤΣΙΟ - ΤΥΡΡΗΝΙΟ) :** εναλλαγές αμμούχων αργίλων, αμμούχων μάργων με ασβεστιτικά συγκρίματα και κροκαλοπαγών.
3. **Δεύτερη αναβαθμίδα (ΣΙΚΕΛΙΟ) :** πάγκοι συνεκτικού

κροκαλοπαγούς.

4. **Πρώτη αναβαθμίδα (ΣΙΚΕΛΙΟ)** : συνεκτικά κροκαλοπαγή με ψαμμιτικές ενστρώσεις.

■ **Σχηματισμοί Μεγάλου Βάλτου (ΑΝΩΤΕΡΟ ΠΛΕΙΟΚΑΙΝΟ - ΚΑΤΩΤΕΡΟ ΠΛΕΙΣΤΟΚΑΙΝΟ)** : (κυρίως θαλάσσια - υφάλμυρη φάση). Εναλλαγές μαργών λευκού έως υποκίτρινου χρώματος, αμμούχων μαργών γκρίζου χρώματος, αραιών ενστρώσεων άμμων και χαλαρών κροκαλοπαγών μικρού πάχους. Κατά θέσεις έχουμε ενστρώσεις χαλαρών κροκαλοπαγών, άμμων και ψαμμιτών που το πάχος τους φθάνει τα 70 μ. Απαντώνται επίσης ενστρώσεις συνεκτικών κροκαλοπαγών που το πάχος τους φθάνει μέχρι τα 150 μ.

■ **Αμμούχες μάργες Ρέθιου - Δένδρου (ΑΝΩΤΕΡΟ ΠΛΕΙΟΚΑΙΝΟ – ΚΑΤΩΤΕΡΟ ΠΛΕΙΣΤΟΚΑΙΝΟ)** : (λιμναία - υφάλμυρη, θαλάσσια φάση στα ανώτερα μέλη). Οι σχηματισμοί αυτοί καταλαμβάνουν μεγάλη έκταση και είναι κατά το μάλλον ή ήττον ομοιογενείς. Αποτελούνται από εναλλαγές αμμούχων και πηλούχων μαργών, χρώματος υποκίτρινου έως καστανού. Νότια του χωριού Πελλήνη, στη βάση των σχηματισμών αυτών, έχουμε αποθέσεις χαλαρών κροκαλοπαγών που εναλλάσσονται με ενστρώσεις καστανών και γκρίζων πηλούχων υλικών. Το πάχος των κροκαλοπαγών αυτών φθάνει μέχρι τα 300 μ. Κατά θέσεις, μέσα στη σειρά των παραπάνω σχηματισμών παρεμβάλλονται φακοειδείς ενστρώσεις άμμων και χαλαρών κροκαλοπαγών που το πάχος τους κυμαίνεται από 0,50 -3 μ. Επίσης στα ανώτερα μέλη απαντούν ενστρώσεις συνεκτικών κροκαλοπαγών που το πάχος τους φθάνει μέχρι τα 40 μ.

■ **Κροκαλοπαγή (ΑΝΩΤΕΡΟ ΠΛΕΙΟΚΑΙΝΟ - ΔΙΛΟΥΒΙΟ)** : Λίαν συνεκτικά με παρεμβολές κατά θέσεις των λεπτομερέστερων και λιγότερο συνεκτικών ή χαλαρών ιζημάτων.

- **Μάργες (ΠΛΕΙΟΚΑΙΝΟ)** : Υποκίτρινες έως λευκές ενίοτε ανοιχτότεφροι ή κυανίζουσες με παρεμβολές ψαμμιτών, ψηφίτοπαγών, κροκαλοπαγών μαργαϊκών ασβεστόλιθων.

4.2. Γεωλογική δομή της ζώνης διέλευσης του οδικού άξονα

4.2.1. 1° Τμήμα (Άσσος - Βεληνιάτικα - Σπαθοβούνι)

Στην ζώνη εκτέλεσης του έργου οδοποιίας οι λιθολογικοί σχηματισμοί πάνω στους οποίους εδράζεται ο οδικός άξονας είναι οι ακόλουθοι:

■ X.Θ. 0+000 - X.Θ. 2+060

Στο τμήμα αυτό ο υπό βελτίωση οδικός άξονας εδράζεται επί των σύγχρονων ολοκαινικών προσχώσεων που συνθέτονται κυρίως από υλικά που έχουν μεταφερθεί από γειτονικά πετρώματα, δηλαδή μάργες, αργίλους, άμμους, χαλίκια και κροκαλολατύπες μικρού μεγέθους .

■ X.Θ. 2+060 - X.Θ 2+160.

Ο λιθολογικός σχηματισμός πάνω στον οποίο εδράζεται ο υπό βελτίωση δρόμος είναι τα κροκαλοπαγή του τυρρήνιου της λιθολογικής ενότητας των θαλάσσιων και παράκτιων αποθέσεων. Επί των κροκαλοπαγών επίκεινται κατά θέσεις μαργαϊκοί ψαμμίτες μικρού πάχους.

■ X.Θ 2+160 - X.Θ. 5+100, X.Θ 5+220 - X.Θ 5+520, X.Θ 5+600 - X.Θ 6+240, X.Θ 7+160 - X.Θ 8+140, X.Θ 8+360 - X.Θ 8+680 & X.Θ 9+360 - X.Θ 9+900

Στα τμήματα αυτά έχουμε την εμφάνιση των σκληρών υποκίτρινων έως λευκών ενίοτε ανοιχτότεφρων μαργών, με παρεμβολές ψαμμιτών, ψηφίτοπαγών και κροκαλοπαγών. Η παράταξη της στρώσης τους είναι ΒΔ - ΝΑ με την κλίση τους να κυμαίνεται από 15° - 20° περίπου προς τα ΝΔ για το τμήμα X. Θ 2+000 - X. Θ 6+000. Από την X.Θ 6+000 έως και την X.Θ

10+650 η παράταξη της στρώσης τους είναι ΒΑ - ΝΔ με την κλίση τους να κυμαίνεται από 5° - 10° περίπου προς τα ΒΑ για το τμήμα Χ.Θ 6+000 -Χ.Θ 7+000 και 10° περίπου προς τα ΝΑ για το τμήμα Χ.Θ 7+000 - Χ.Θ 10+650.

■ **Χ.Θ. 5+100 - Χ.Θ. 5+220, Χ.Θ. 5+520 - Χ.Θ 5+600, Χ.Θ. 6+240 - Χ.Θ. 7+160, Χ.Θ 8+140 - Χ.Θ 8+360, Χ.Θ 8+680 - Χ.Θ 9+020, Χ.Θ 9+200 - Χ.Θ 9+360 & Χ.Θ 9+900 -Χ.Θ 10+650.**

Ο λιθολογικός σχηματισμός από τον οποίο δομούνται οι προαναφερόμενες Χ.Θ είναι των αποθέσεων εντός των ποταμών και χειμάρρων από αδρομερή υλικά, δηλαδή χαλίκια, άμμους και κροκαλολατύπες.

■ **Χ.Θ. 9+020 - Χ.Θ 9+200.**

Το τμήμα αυτό δομείται από πλειοκαινικά κροκαλοπαγή, λίαν συνεκτικά με παρεμβολές κατά θέσεις λεπτομερέστερων και λιγότερο συνεκτικών ή χαλαρών ιζημάτων (γεωλογικός χάρτης, σχέδιο Γ.Χ.Α.1).

4.2.2. 2° Τμήμα (Νεμέα - Στιμάγκα - Ταρσινά - Βέλο)

Στο τμήμα αυτό ο υπό βελτίωση οδικός άξονας θα εδράζεται στους ακόλουθους γεωλογικούς σχηματισμούς:

■ **Χ.Θ. 0+000 - Χ.Θ. 0+120, Χ.Θ 0+800 - Χ.Θ 2+620, Χ.Θ 3+200 - Χ.Θ 12+220, Χ.Θ 12+600 - Χ.Θ 19+600, Χ.Θ 20+620 - Χ.Θ 20+760, Χ.Θ 21+460 - Χ.Θ 22+340, Χ.Θ 22+620 - Χ.Θ 22+900, Χ.Θ 23+140 - Χ.Θ 23+260 & Χ.Θ 23+500 - Χ.Θ 24+000**

Στις προαναφερόμενες Χ. Θ ο υπό βελτίωση οδικός άξονας εδράζεται επί των σκληρών υποκίτρινων έως λευκών ενίοτε ανοιχτότεφρων μαργών, με παρεμβολές ψαμμιτών, ψηφίτοπαγών και κροκαλοπαγών. Η παράταξη της

στρώσης τους είναι ΒΔ — ΝΑ με την κλίση τους να κυμαίνεται από 5° - 15° περίπου προς τα ΒΑ.

■ **X.Θ. 0+120 - X.Θ 0+800.**

Ο λιθολογικός σχηματισμός πάνω στον οποίο εδράζεται ο υπό βελτίωση δρόμος είναι τα πλευρικά κορήματα, που εδώ παρουσιάζονται σαν χαλαροί σχηματισμοί, αποτελούμενοι από ασβεστολιθικές και ψαμμιτικές λατύπες με επικράτηση των ψαμμιτικών κυμαινόμενου μεγέθους, με επικρατέστερα τα μικρότερα μεγέθη.

■ **X.Θ 2+620 - X.Θ. 3+200 & X.Θ 12+220 - X.Θ 12+600**

Στα επιμέρους αυτά τμήματα αυτά έχουμε την εμφάνιση των πλειοκαινικών, λίαν συνεκτικών κροκαλοπαγών, με παρεμβολές κατά θέσεις λεπτομερέστερων, λιγότερο συνεκτικών ή χαλαρών ιζημάτων .

■ **X.Θ. 19+600 - X.Θ. 20+620, X.Θ. 20+760 - X.Θ 21+460, X.Θ. 22+340 - X.Θ. 22+620 & X.Θ 22+900 - X.Θ 23+140.**

Ο λιθολογικός σχηματισμός από τον οποίο δομούνται οι προαναφερόμενες X.Θ είναι των κροκαλοπαγών του τυρρήνιου της λιθολογικής ενότητας των θαλάσσιων και παράκτιων αποθέσεων. Επί των κροκαλοπαγών επίκεινται κατά θέσεις μαργαϊκοί ψαμμίτες μικρού πάχους.

■ **X.Θ. 23+260 - X.Θ 23+500 & X.Θ 24+000 - X.Θ 24+100.**

Ο λιθολογικός σχηματισμός στον οποίο εδραιώνεται ο υπό βελτίωση οδικός άξονας είναι των αποθέσεων εντός των ποταμών και χειμάρρων από αδρομερή υλικά, δηλαδή χαλίκια, άμμους και κροκαλολατύπες.

■ **X.Θ. 24+100 - X.Θ. 25+600**

Εδώ ο υπό βελτίωση οδικός άξονας εδράζεται επί των σύγχρονων ολοκαινικών προσχώσεων που συνθέτονται κυρίως από υλικά που έχουν

μεταφερθεί από γειτονικά πετρώματα, δηλαδή μάργες, αργίλους, άμμους, χαλίκια και κροκαλολατύπες μικρού μεγέθους.

4.2.3. 3° Τμήμα (Ξυλόκαστρο - Ζεμενό - Στύλια - Παναρίτι)

Στην ζώνη εκτέλεσης του έργου οδοποιίας, οι λιθολογικοί σχηματισμοί πάνω στους οποίους θα εδράζεται το 3° τμήμα του υπό βελτίωση οδικού δικτύου είναι οι:

■ **X.Θ. 0+000 - X.Θ. 1+260, X.Θ 4+320 - X.Θ 4+500, X.Θ 6+200 - X.Θ 8+140, X.Θ 15+580 - X.Θ 16+860, X.Θ 17+340 - X.Θ 18+160, X.Θ 19+140 - X.Θ 19+320 & X.Θ 23+010 - X.Θ 24+100**

Στις παραπάνω αναφερόμενες X. Θ ο υπό βελτίωση οδικός άξονας εδράζεται επί των σε εναλλαγές αμμούχων και πηλούχων μαργών, χρώματος υποκίτρινου έως καστανού. Στη βάση των σχηματισμών αυτών παρατηρούνται αποθέσεις χαλαρών κροκαλοπαγών που εναλλάσσονται με ενστρώσεις καστανών και γκρίζων πηλούχων υλικών. Κατά θέσεις, μέσα στη σειρά των παραπάνω σχηματισμών παρεμβάλλονται φακοειδείς ενστρώσεις άμμων και χαλαρών κροκαλοπαγών που το πάχος τους κυμαίνεται από 0,50 - 3 m.

■ **X.Θ. 1+260 - X.Θ 1+900 & X.Θ 2+500 - X.Θ 2+600.**

Ο λιθολογικός σχηματισμός πάνω στον οποίο εδράζεται ο υπό βελτίωση δρόμος είναι κροκαλοπαγή που εναλλάσσονται με ψαμμιτομαργαϊκούς ορίζοντες και στρωματογραφικά συνθέτουν την 4^η των θαλάσσιων αναβαθμίδων .

■ **X.Θ 1+900 - X.Θ. 2+500, X.Θ 2+600 - X.Θ 4+320 & X.Θ 4+500 - X.Θ 6+200**

Στα επιμέρους αυτά τμήματα αυτά έχουμε την εμφάνιση των κολλουβιακών γεωλογικών σχηματισμών που συνθέτονται από

κοκκινοχώματα και αργιλούχα υλικά με διάσπαρτες λατύπες και κροκάλες που προέρχονται από την αποσάθρωση και την εξαλλοίωση των κροκαλοπαγών ανθρακικής προέλευσης .

- **X.Θ. 8+140 - X.Θ. 8+420, X.Θ. 9+440 - X.Θ 15+580, X.Θ. 16+860 - X.Θ.17+340,X.Θ 18+160 - X.Θ 19+140 & X.Θ 19+320 - X.Θ 23+010.**

Ο λιθολογικός σχηματισμός από τον οποίο δομούνται οι προαναφερόμενες X.Θ είναι των γεωλογικών σχηματισμών του Μεγάλου Βάλτου που αντιπροσωπεύονται από εναλλαγές μαργών λευκού έως υποκίτρινου χρώματος, αμμούχων μαργών γκρίζου χρώματος, αραιών ενστρώσεων άμμων και χαλαρών κροκαλοπαγών μικρού πάχους. Κατά θέσεις έχουμε ενστρώσεις χαλαρών κροκαλοπαγών, άμμων και ψαμιτιών.

- **X.Θ. 8+420 - X.Θ 9+440.**

Ο λιθολογικός σχηματισμός στον οποίο εδραιώνεται ο υπό βελτίωση οδικός άξονας είναι των συνεκτικών κροκαλοπαγών της λιθολογικής ενότητας των σχηματισμών του Μεγάλου Βάλτου.

5. ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ

Η ζώνη Τρίπολης θεωρείται ύβωμα, με συνεχή νηριτική ιζηματογένεση, που χώριζε το ευγεωσύγκλινο της ζώνης Ωλονού - Πίνδου από το μειογεωσύγκλινο της Αδριατικοϊονίου ζώνης. Στην περιοχή μελέτης απαντά με την ανθρακική αλλά και την κλαστική σειρά της.

Η ανθρακική σειρά αρχίζει από το Κατώτερο Ιουρασικό και συνεχίζει έως το Μέσο Ηώκαινο.

Τα ανθρακικά ιζήματα είναι πιο πολύ νηριτικής φάσης και παρουσιάζονται σαν ασβεστόλιθοι και δολομίτες ή δολομιτωμένοι ασβεστόλιθοι, με την δολομιτίωση να μην περιορίζεται σε καθορισμένους στρωματογραφικούς ορίζοντες, αλλά να παρατηρείται σ¹ όλο το φάσμα της ηλικίας των ασβεστόλιθων. Φαίνεται να είναι καθολική στο Κάτω Κρητιδικό. Παρατηρείται κυρίως στις τεκτονικές επαφές, δεξιά και αριστερά των κατακόρυφων ρηξιγενών επιφανειών.

Η πετρογένεση του φλύσχη της ζώνης Τρίπολης φαίνεται να πραγματοποιήθηκε κατά το Μέσο - Ανώτερο Ηώκαινο, λήγοντας με την πτύχωση (Σαβική φάση) και την οριστική ανάδυση της ζώνης. Έρχεται σε επαφή με τους ασβεστόλιθους, στις περισσότερες περιπτώσεις με ρήγματα, ενώ υπάρχουν και θέσεις όπου παρατηρούνται μεταβατικά στρώματα από τον ασβεστόλιθο προς τον φλύσχη.

Τα μεταβατικά στρώματα μπορούν να διακριθούν σε δύο διαφορετικές μορφές:

α) Κανονική βαθμιαία μετάβαση από το ανθρακικό στο πηλιτικό υλικό με ένα πάχος κυμαινόμενο από 5-20 μέτρα.

β) Ίδιας μορφής όπως προηγούμενα με μεταβατικά στρώματα, με τη διαφορά

ότι μέσα στους ορίζοντες απαντούν κροκάλες και λατύπες των ασβεστόλιθων Τρίπολης διαφορετικής λιθολογικής σύστασης.

Παρατηρείται τοπικά ασύμφωνη απόθεση μεταξύ των μεταβατικών στρωμάτων και των ασβεστόλιθων.

Τα κατώτερα στρώματα του φλύσχη αποτελούνται από εναλλαγές πηλιτών και ψαμμιτών με μια ρυθμική ακολουθία.

Τα ανώτερα στρώματα του φλύσχη συνιστούν ένα τύπο «άγριου φλύσχη» που περιέχει ασβεστολιθικά τεμάχια που ανήκουν είτε στην ζώνη Πίνδου, είτε στην ενότητα των ασβεστολιθικών λατυποπαγών, είτε σε ασβεστόλιθους που ανήκουν στη ζώνη Τρίπολης.

Μία ακόμη προσωρινή, μικρής διάρκειας, ανάδυση της ζώνης πιθανολογείται από ορισμένους ερευνητές πριν από την έναρξη απόθεσης του φλύσχη με αποτέλεσμα την ασυμφωνία αυτού πάνω στους ηωκαινικούς ασβεστόλιθους.

Η ζώνη Ωλονού - Πίνδου θεωρείται αύλακα με συνεχή ιζηματογένεση σε περιβάλλον βαθιάς θάλασσας, ενώ μεταμορφώθηκε σύμφωνα με τους Degan & Robertson (1991) σε μια ψηλή σειρά λεπίων λόγω επώθησης και εφίπτευσης τμημάτων της με γενική διεύθυνση BBA -NNΔ και κλίση προς τα ανατολικά. Έχει διατηρηθεί δε η σειρά απόθεσης κατά την διαδικασία της εφίπτευσης και συνεπώς και η παλαιογεωγραφική θέση των φάσεων.

Δεν έχει βρεθεί προαλπικό υπόβαθρο της ζώνης Ωλονού - Πίνδου. Τα πρώτα αλπικά ιζήματα είναι δολομίτες και ασβεστόλιθοι του Μέσου Τριαδικού. Από το Ανώτερο Τριαδικό αρχίζουν οι πελαγικοί ασβεστόλιθοι με παρεμβολές κερατολίθων και αργιλοψαμμιτικών υλικών. Το πάχος του σχηματισμού, λόγω της επώθησης, ποικίλει σημαντικά, είναι δε μικρό εν γένει.

Σε όλη την διάρκεια του Ιουρασικού είχαμε την συνεχή απόθεση ιζημάτων βαθιάς θάλασσας, όπως ραδιολαρίτες, αργίλους, ψαμμίτες, ίλυόλιθους,

πελαγικούς πυριτικούς ασβεστόλιθους και ιάσπιδες που συνιστούν τη γνωστή στην Ελληνική βιβλιογραφία σχιστοκερατολιθική διάπλαση' με τα εντυπωσιακά κοκκινοπράσινα χρώματα της.

Αυτή η διάπλαση προς τα επάνω εξελίσσεται σε μια σειρά ρυθμικών εναλλαγών από ψαμμίτες, μάργες, μικρολατυποπαγή, ραδιολαρίτες, πελαγικούς και λατυποπαγείς ασβεστόλιθους, που θυμίζει συμπεριφορά φλύσχη. Αυτή η Κατώτερου Κρητιδικού και αναφέρεται στην βιβλιογραφία με το όνομα «πρώτος φλύσχης της Πίνδου» παρόλο που ο χαρακτηρισμός της σειράς σαν φλύσχης αμφισβητείται από πολλούς ερευνητές.

Η ιζηματογένεση συνεχίστηκε στο Άνω Κρητιδικό χωρίς καμιά διακοπή, χωρίς καμιά ασυμφωνία, με την απόθεση πλακωδών ασβεστόλιθων, ενώ από τα τέλη του Κρητιδικού (Μαιστρίχτιο - Δάνιο) η ιζηματογένεση τροποποιείται, γίνεται περισσότερο ασβεστομαργαϊκή μεταβατική προς τον φλύσχη, η απόθεση του οποίου από το Δάνιο συνεχίζεται στο Τριτογενές μέχρι το Άνω Ηώκαινο. Ο τριτογενής αυτός φλύσχης ονομάζεται και 'δεύτερος φλύσχης της Πίνδου' για διάκριση από τον Κάτω Κρητιδικό 'πρώτο φλύσχη'. Είναι ο κυρίως φλύσχης, ο πιο τυπικός και αντιπροσωπευτικός του Ελληνικού χώρου με ρυθμικές εναλλαγές κροκαλοπαγών, ψαμμιτών, μαργών, ασβεστόλιθων και εμφανίζεται έντονα πτυχωμένος.

Η ζώνη Ωλονού -Πίνδου στην περιοχή μελέτης απαντά με τους ανώτερους στρώματογραφικούς ορίζοντες (Ανώτερο Κρητιδικό και άνω), όπως συμβαίνει και στην ευρύτερη περιοχή, αφού ανήκει στην Αρκαδική τράπεζα, εκτός από ορισμένα ασβεστολιθικά τεμάχια Ανωτριαδικής ηλικίας που βρίσκονται μέσα στα ανώτερα στρώματα του φλύσχης της ζώνης Τρίπολης (άγριος φλύσχης).

Οι ασβεστόλιθοι της Πίνδου έχουν ηλικία Κενομάνιο - Ανώτερο Μαιστρίχτιο και σχετικά μικρό πάχος.

Τα μεταβατικά ιζήματα από τους ασβεστόλιθους προς το φλύσχη αρχίζουν το Ανώτερο Μαιστρίχτιο και συνεχίζουν μέσα στο Παλαιόκαινο. Το

πάχος τους είναι τουλάχιστον 130 μέτρα και παρουσιάζουν μικρή επιφανειακή εμφάνιση στην περιοχή μελέτης. Αποτελούνται από εναλλαγές πηλιτών και μαργαϊκών ασβεστόλιθων μικρού πάχους, που δεν ξεπερνούν μερικές φορές το ένα εκατοστό και έχουν χρώμα κιτρινόλευκο.

Ο φλύσχος της ζώνης Ωλονού-Πίνδου είναι αργιλοψαμμιτικός, με χρώμα ανοικτότερο από αυτό του φλύσχη Τρίπολης ενώ χαρακτηριστικοί είναι οι ερυθροκίτρινοι πηλιτικοί ορίζοντες οι οποίοι δεν συναντώνται στο φλύσχη Τρίπολης.

Η Υποπελαγονική ζώνη είχε χαρακτηριστεί αρχικά από τους Renz (1955) και Μαρίνο (1957) με το όνομα Ζώνη Ανατολικής Ελλάδας. Ο όρος Υποπελαγονική δόθηκε από τον Aubouin (1959) για να υπογραμμίσει την στενή σύνδεση αυτής με την Πελαγονική ζώνη. Σε όσες θέσεις του χώρου της Υποπελαγονικής συναντώνται πετρώματα του υποβάθρου, πρόκειται ουσιαστικά για το ίδιο κρυσταλλοσχιστώδες Κάτω Παλαιοζωικό υπόβαθρο της Πελαγονικής, που αποτελείται από γνεύσιους, μαρμαρυγιακούς σχιστολίθους, αμφιβολίτες και παρεμβολές μαρμάρων.

Εκτός όμως από τα βαθιά μεταμορφωμένα πετρώματα διαπιστώθηκαν σε πολλές περιοχές της ζώνης και ιζηματογενή ή ημιμεταμορφωμένα στρώματα του Παλαιοζωικού, εξακριβωμένα με χαρακτηριστικά απολιθώματα.

Σύμφωνα με όσα αναφέρονται και στην παλαιογεωγραφική και γεωτεκτονική θέση της, η Υποπελαγονική ζώνη παρουσιάζει τρεις διαφορετικές στρωματογραφικές - τεκτονικές διαδοχές των πετρωμάτων της :

- Αυτή που περιλαμβάνει μόνο την οφειολιθική ακολουθία και τα συνοδά ιζήματα βαθιάς θάλασσας χωρίς να παρατηρείται κανένα τεκτονικό υπόβαθρο αυτών.
- Αυτή στην οποία οι οφειόλιθοι με τα συνοδά ιζήματα βρίσκονται τοποθετημένοι πάνω σε πελαγικά ανθρακικά πετρώματα.

- Εκείνη που οι οφειόλιθοι με τα συνοδά ιζήματα βρίσκονται επωθημένοι πάνω σε νηριτικά ανθρακικά πετρώματα τυπικά ηπειρωτικού περιθωρίου, που βέβαια δεν διαφέρει σε τίποτε από την τεκτονική εικόνα του δυτικού Πελαγονικού περιθωρίου.

Οι τρεις παραπάνω διαδοχές πετρωμάτων δεν έχουν την έννοια τριών διαφορετικών ενοτήτων που αναπτύσσονται σε ξεχωριστούς χώρους αλλά ουσιαστικά αντιπροσωπεύουν την εξέλιξη από τα Δυτικά προς τα Ανατολικά των βαθιών ωκεάνιων συνθηκών ιζηματογένεσης προς τις νηριτικές του ηπειρωτικού περιθωρίου. Δεν είναι όμως δυνατή η χάραξη ορίων ανάμεσα τους γιατί η εξέλιξη ήταν σταδιακή αλλά και γιατί οι μετέπειτα τεκτονισμοί και κυρίως οι Τριτογενείς λεπιώσεις έχουν τελείως μεταβάλει κάθε γεωγραφική συνέχεια τους.

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί που μετέχουν στις παραπάνω στρωματογραφικές - τεκτονικές διαδοχές περιγράφονται στη συνέχεια.

Τριαδικά ιζήματα

Στις περιοχές που εμφανίζεται προ - οφειολιθικό ανθρακικό υπόβαθρο, η αλπική ιζηματογένεση αρχίζει το Βερφένιο (πρώτη βαθμίδα του Τριαδικού) με κροκαλοπαγή, ψαμμίτες, ασβεστόλιθους και παρεμβολές τοφφικών υλικών. Ακολουθούν ασβεστόλιθοι Κάτω - Μέσου Τριαδικού οι οποίοι είναι είτε πελαγικοί με κονδύλους πυριτικούς είτε νηριτικοί με φύκη, ανάλογα αν η θέση αυτή ήταν κοντά στον ωκεάνιο χώρο ή κοντά στο ηπειρωτικό περιθώριο. Χαρακτηριστικοί είναι οι κόκκινοι, αμμωνιτοφόροι, πελαγικοί ασβεστόλιθοι της φάσης του Hallstatt που αντιπροσωπεύουν το Μέσο - Άνω Τριαδικό σε ορισμένες περιοχές της ζώνης (Οθρυ, Επίδαυρο κ.λ.π.). Ιδιαίτερα στην Επίδαυρο είναι πολύ χαρακτηριστικός ο κόκκινος κονδυλώδης ασβεστόλιθος με πλήθος αμμωνιτών.

Προς τα πάνω το Ανώτερο Τριαδικό αντιπροσωπεύεται από τεφρούς

ασβεστόλιθους συχνά ωολιθικούς, καθώς και δολομίτες.

Σχιστοκερατολιθική διάπλαση και οφειόλιθοι

Ο πιο βασικός σχηματισμός της Υποπελαγονικής ζώνης είναι η λεγόμενη "σχιστοκερατολιθική διάπλαση", η απόθεση της οποίας κράτησε όλο το Ιουρασικό και στις περιοχές που δεν παρατηρείται η ασβεστολιθική σειρά που περιγράφηκε προηγουμένως, η απόθεση της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης άρχισε από το Άνω Τριαδικό.

Η σχιστοκερατολιθική διάπλαση συνίσταται από λεπτόκοκκα ιζήματα δηλαδή κόκκινους, πράσινους, μαύρους αργιλικούς σχιστόλιθους, ραδιολαριτικούς κερατόλιθους, μάργες, λεπτόκοκκους ψαμμίτες, πηλίτες, αργιλοπηλίτες, παρεμβολές λεπτόκοκκων πελαγικών ασβεστόλιθων. Τα ιζήματα αυτά βρίσκονται σε συνεχείς εναλλαγές και συγκροτούν μια σειρά αρκετού πάχους που αντιπροσωπεύει ιζηματογένεση πελαγική - ωκεάνια.

Σε ορισμένες θέσεις τα ανώτερα στρώματα της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης έχουν τουρβιδική εμφάνιση που προσομοιάζει με φλυσχοειδή ιζηματογένεση και επεκτείνεται μέχρι το Κατώτερο Κρητιδικό.

Μέσα στη σχιστοκερατολιθική διάπλαση βρίσκονται συχνά παρεμβλλόμενα -συμπτυχωμένα μικρά και μεγάλα οφειολιθικά σώματα γι' αυτό και το σύνολο ονομάζεται "σχιστοκερατολιθική με οφειόλιθους διάπλαση".

Συχνές επίσης είναι οι διεισδύσεις μέσα στα ιζήματα της διάπλασης βασικών ηφαιστιτών (διάβασες, δολερίτες κ.λ.π) καθώς και βασικών τόφφων έτσι ώστε η διάπλαση να αποκτά χαρακτήρα ηφαιστειοϊζηματογενούς σειράς.

Ο κύριος όγκος των οφειολίθων βρίσκεται στην ανώτερη στάθμη της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης και στη βάση τους μάλιστα παρατηρείται και σχηματισμός τεκτονικών οφειολιθικών μιγμάτων (melanges). Οι πιο μεγάλες

οφειολιθικές μάζες της Υποπελαγονικής, δηλαδή της δυτικής οφειολιθικής λωρίδας ERO, βρίσκονται στις περιοχές Όθρυ, Βούρινο, Καστοριά, Αοκρίδα, Κεντρική Εύβοια. Ιδιαίτερα στις περιοχές Όθρυς και Βούρινου εμφανίζονται πλήρεις οφειολιθικές ακολουθίες με όλα σχεδόν τα βασικά και υπερβασικά είναι σερπεντίνες, χαρτσβουργίτες, δουνίτες, λερζόλιθοι, νορίτες, γάββροι, διάβασες, δολερίτες, βασύλτες, pillow lavas κ. α.

Συνδεδεμένα με τις παραπάνω μεγάλες οφειολιθικές μάζες είναι τα σημαντικά ιρτρυήιατα, πλουτωνικά ή ηφαιστειακά. Τα κυριότερα από τα πετρώματα αυτά κοιτάσματα νρωμιτών (Βούρινος, Τσαγκλίκ.α).

Ασβεστόλιθοι Ιουρασικού

Παρ' όλο που η σχιστοκερατολιθική διάπλαση δεσπόζει στην ιζηματογένεση του Ιουρασικού, εντούτοις σε πολλές περιοχές της Υποπελαγονικής οι οφειόλιθοι βρίσκονται τεκτονικά τοποθετημένοι πάνω σε ανθρακικά πετρώματα που αποτελούν συνέχεια των αντίστοιχων Τριαδικών και η απόθεση τους συνεχίστηκε και στο Ιουρασικό. Πρόκειται για ασβεστόλιθους πελαγικούς ή νηριτικούς τυπικούς ηπειρωτικού περιθωρίου. Συγκεκριμένα πρόκειται για ασβεστόλιθους Λιασίου (Κάτω Ιουρασικού) μαύρους, τεφρούς περισσότερο νηριτικούς, επίσης ασβεστόλιθους πλακώδεις, τεφρούς, συχνά ωολιθικούς ή του τύπου "bird eye" ηλικίας Δογγερίου - Μαλμίου (Μέσου - Άνω Ιουρασικού) οι οποίοι εναλλάσσονται με αλληπάλληλες ενστρώσεις κερατολίθων, πηλιτών και πυριτικών μαργών, στοιχεία που δείχνουν τον πελαγικό χαρακτήρα της όλης σειράς.

Ιζήματα της Μέσο - Άνω Κρητιδικής επίκλυσης

Με την ορογένεση που εκδηλώθηκε στο χώρο των Εσωτερικών Ελληνίδων ζωνών στην περίοδο Ανωτέρου Ιουρασικού - Κάτω Κρητιδικού, αναδύθηκε και η Υποπελαγονική ζώνη. Ακολούθησε περίοδος χέρσευσης κατά την οποία σχηματίστηκαν τα αξιόλογα σιδηρονικελιούχα λατεριτικά κοιτάσματα, στη

Λάρυμνα, Λοκρίδα, Κεντρική Εύβοια, από την λατεριτική αποσάθρωση των οφειολίθων. Τα κοιτάσματα αυτά στη συνέχεια καλύφθηκαν και προστατεύθηκαν από τη διάβρωση χάρη στην απόθεση των Μέσο - Άνω Κρητιδικών επικλυσιογενών ιζημάτων.

Η επίκλυση της θάλασσας εκδηλώθηκε γενικά το Κενομάνιο του Μέσου Κρητιδικού με μικρές χρονικές διαφορές στις διάφορες θέσεις. Το πρώτο επικλυσιογενές στρώμα είναι ένα τυπικό κροκαλοπαγές βάσης και ακολουθούν ασβεστόλιθοι Άνω Κρητιδικού άλλοτε νηριτικοί (κυρίως με ρουδιστές) και άλλοτε πελαγικοί μαργαϊκοί κονδυλώδεις, μέσα στους οποίους παρεμβάλλονται μικρού πάχους ψαμμιτικά και μαργαϊκά στρώματα.

Η ιζηματογένεση συνεχίζεται με την απόθεση του φλύσχη που άρχισε στο Άνω Μαιστρίχτιο (Ανώτερο Κρητιδικό) και έληξε στο τέλος Ηωκαίνου με την εκδήλωση της τελικής ορογενετικής δράσης.

Τα επικλυσιογενή ιζήματα του Μέσου - Άνω Κρητιδικού αποτέθηκαν με ασυμφωνία πάνω στα προϋπάρχοντα πετρώματα. Άλλοτε πάνω στους οφειόλιθους και τα λατεριτικά κοιτάσματα, άλλοτε πάνω στη σχιστοκερατολιθική διάπλαση και άλλοτε πάνω στα ανθρακικά ιζήματα του Τριαδικού ή Ιουρασικού, ανάλογα με την τεκτονική δομή που δημιουργήθηκε ύστερα από τις πτυχώσεις Ανωτέρου Ιουρασικού - Κάτω Κρητιδικού.

Μεταλπικά μολασσικά ιζήματα

Στο χώρο της Υποπελαγονικής ζώνης προς την πλευρά της ζώνης Πίνδου αναπτύχθηκε στη διάρκεια της τελικής ορογενετικής δράσης του Άνω Ηωκαίνου, μια μεγάλη αύλακα που λειτούργησε κυρίως το Ολιγόκαινο - Μέσο Μειόκαινο σαν χώρος απόθεσης μολασσικών ιζημάτων, πολύ μεγάλου πάχους. Η αύλακα αυτή ονομάστηκε "Μεσοελληνική αύλακα".

6. ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΑΙ ΠΑΛΑΙΟΓΕΩΓΡΑΦΙΑ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Όπως προαναφέρθηκε στο κεφάλαιο της Στρωματογραφίας, η ζώνη Τρίπολης αποτελεί ένα εκτεταμένο κάλυμμα επώθησης στο μεταμορφωμένο υπόβαθρο που αποτελείται από φυλλίτες, αργιλικούς και μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους, χαλαζίτες, κ.α..

Χαρακτηριστική γεωμετρία των τεκτονικών μορφών της ζώνης Τρίπολης είναι οι πτυχές με μεγάλη ακτίνα καμπυλότητας και τα ρήγματα μεγάλου μήκους και άλματος, λόγω της νηριτικής φάσης των ασβεστόλιθων.

Φαινόμενα εφαπτομενικού τεκτονισμού συναντώνται και στα ανώτερα στρώματα της ακολουθίας της ζώνης Τρίπολης.

Η τεκτονική επαφή της ζώνης Τρίπολης με το μεταμορφωμένο υπόβαθρο παρουσιάζεται πτυχωμένη με μεγάλη ακτίνα καμπυλότητας και τα πετρώματα της βάσης της μηλωνιτοποιημένα, σχηματίζοντας ένα τεκτονικό λατυποπαγές από ροδόχροο ασβεστόλιθο. Η επιφάνεια επώθησης δεν βρίσκεται σ' ένα καθορισμένο στρωματογραφικά ορίζοντα, αλλά κατά μήκος αυτής παρατηρούνται όλοι οι στρωματογραφικοί ορίζοντες της ζώνης Τρίπολης από τα αρχαιότερα στρώματα της έως και τον φλύσχη.

Συμπερασματικά η άποψη για την επικλυσιογενή επαφή των ιζημάτων της ζώνης Τρίπολης με το μεταμορφωμένο υπόβαθρο στην ευρύτερη περιοχή δεν ευσταθεί.

Η επώθηση της ζώνης Τρίπολης θα πρέπει να πραγματοποιήθηκε μετά από την μεταμόρφωση των σχιστολίθων, δεδομένου ότι δεν παρατηρείται μεταμόρφωση κατά μήκος της τεκτονικής επαφής στα πετρώματα της ζώνης Τρίπολης.

Η παρουσία ανάστροφων ρηγμάτων - λεπίων στην περιοχή μελέτης, αλλά

και στην ευρύτερη περιοχή, υποδηλώνει την ύπαρξη εφαπτομενικού τεκτονισμού. Ο μηχανισμός της δημιουργίας των λεπίωσεων στην ζώνη Τρίπολης πρέπει να αντιστοιχεί στους επόμενους τρεις τύπους:

- * Ανάστροφα ρήγματα, ώστε το αρχαιότερο τέμαχος να ολισθαίνει πάνω σε νεότερο.
- * Αποκόλληση ορισμένων τμημάτων και ολίσθηση τους πάνω σε νεότερους σχηματισμούς.
- * Ανεστραμμένες πτυχές με αποκοπή τμημάτων των πτυχών και ολίσθηση τους, όπως στα γνωστά λέπια της ζώνης Πίνδου.

Δεν διαπιστώθηκαν εφίππευσεις με αλληλουχία τεκτονικών ενοτήτων της ζώνης Τρίπολης και Πίνδου έτσι ώστε τα ιζήματα της Τρίπολης να βρίσκονται τεκτονικά πάνω από ιζήματα της Πίνδου.

Ο «άγριος φλύσχης», που συναντάται πολύ συχνά κάτω από το κάλυμμα της Πίνδου και σύμφωνα με τις απόψεις του S. LEKKAS (1977) οφείλεται στην άφιξη του Πινδικού καλύμματος, δεν παρατηρείται στην περιοχή μελέτης αλλά και στην ευρύτερη περιοχή ανάμεσα στα διαδοχικά λέπια της Τρίπολης.

Εάν η λεπίωση έγινε πριν την άφιξη του Πινδικού καλύμματος δικαιολογείται η απουσία του «άγριου φλύσχη» και η μη εναλλαγή τεκτονικών ενοτήτων Πίνδου και Τρίπολης.

Στον φλύσχη Τρίπολης παρατηρούνται μικροπτυχές στις οποίες η μεγαλύτερη πυκνότητα των αξόνων είναι βόρεια και παρουσιάζει μέση διεύθυνση BBA - NNΔ και βύθιση κατά βάση B B A.

Τα ρήγματα που απαντούν στη ζώνη Τρίπολης είναι στη συντριπτική τους πλειοψηφία κανονικά ρήγματα, έχουν σχετικά μεγάλο μήκος και οι επιφάνειες διάρρηξης δεν είναι ως επί το πλείστον επίπεδες, αλλά κυρτές. Ορισμένα από αυτά παρουσιάζουν γραμμώσεις προστριβής, που μας επιτρέπουν να

διαπιστώσουμε τη φορά της σχετικής κίνησης των τεμαχών. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι ρηξιγενείς αυτές επιφάνειες που παρουσιάζουν γραμμώσεις προστριβής, φέρνουν σε επαφή ασβεστόλιθο με φλύσχη.

Σύμφωνα με τις δικές μας επιτόπιες εκτιμήσεις αλλά και τα βιβλιογραφικά δεδομένα η διεύθυνση των κύριων συστημάτων διάρρηξης της περιοχής είναι ΒΑ - ΝΔ ,συμπίπτοντας με την ανάπτυξη των σημαντικότερων υδρορεμάτων. Παρατηρούνται επίσης ρήγματα διεύθυνσης ΒΔ - ΝΑ (συζυγές σύστημα διάρρηξης) και Α - Δ, συνήθως μικρότερου μήκους. Οι εφελκυστικές τάσεις δείχνουν μια μέση διεύθυνση ΒΔ - ΝΑ.

Ένα σύνθετο εντατικό πεδίο με διατμητικό χαρακτήρα είναι υπεύθυνο για την δημιουργία των ρηγμάτων, όπως διαπιστώνεται από την δυναμική ανάλυση αυτών.

Η ηλικία των ρηγμάτων δεν είναι ίδια. Αυτά δημιουργήθηκαν κατά την διάρκεια της ασβεστολιθικής ιζηματογένεσης (συνιζηματογενή ρήγματα), καθώς και πριν από την έναρξη της φλυσχικής ιζηματογένεσης. Τα ρήγματα αυτά (τα τελευταία) είναι υπεύθυνα για τις ασύμφωνες αποθέσεις των μεταβατικών στρωμάτων πάνω στους ασβεστόλιθους. Επίσης είναι υπεύθυνα για την εμφάνιση των ασβεστολιθικών τεμαχών που προέρχονται από την ζώνη Τρίπολης και βρίσκονται μέσα στην αργιλολαμμιτική σειρά του φλύσχη. Παρατηρούνται ρήγματα που η ηλικία τους είναι πριν από την άφιξη του καλύμματος της Τρίπολης, και ρήγματα μεταφλυσχικά και σχετικά νεότερα, που είναι υπεύθυνα για την δημιουργία των τεκτονικών βυθισμάτων που πληρώθηκαν από τα μεταλλικά ιζήματα και καθορίζουν σήμερα το ανάγλυφο της περιοχής.

Οι δύο κύριες διευθύνσεις διακλάσεων στους ασβεστόλιθους της ζώνης Τρίπολης συμπίπτουν με τις αντίστοιχες των ρηγμάτων της περιοχής.

Οι λατυποπαγείς ασβεστόλιθοι παρουσιάζονται πάντα τεκτονικά

σφηνωμένοι μεταξύ του Πινδικού καλύμματος και της ζώνης Τρίπολης.

Η ζώνη Ωλονού - Πίνδου θεωρείται σαν η πιο βαθιά Ελληνική αύλακα ανάμεσα στα υβώματα Πελαγονικής προς τα ανατολικά και Γαβρόβου - Τρίπολης προς τα δυτικά. Συνήθως αναφέρεται σαν το Ελληνικό ευγεωσύγκλινο' κατά την διάρκεια του Μεσοζωικού.

Τα στρώματα της ζώνης Ωλονού — Πίνδου αναδύθηκαν με την τελική φάση πτυχώσεων που ήταν η Ελβετική φάση στο κάτω Ολιγόκατνο ή σύμφωνα με άλλους ερευνητές η ΙΤυρηναική φάση στο Πριαμόνιο του Ηωκαίνου. Ανεξάρτητα από το πότε ακριβώς και με ποιο όνομα εκδηλώθηκε η πτύχωση, είναι γεγονός ότι ήταν η μοναδική φάση που έπληξε την ζώνη. Δεν επέδρασαν δηλαδή πρώιμες ορογενετικές δράσεις.

Με την μοναδική αυτή φάση πτυχώσεων έγινε η προς τα δυτικά επώθηση της ζώνης Ωλονού - Πίνδου υπό μορφή καλύμματος και ταυτόχρονα η λεπίωση των στρωμάτων της. Η ζώνη λοιπόν του Ωλονού αποτελεί ένα τεκτονικό κάλυμμα που έχει επωθηθεί προς τα δυτικά πάνω στην ζώνη Γαβρόβου — Τρίπολης. Τα τεκτονικά λείπια της Πίνδου εμφανίζονται επωθημένα το ένα πάνω στο άλλο, με κατεύθυνση από ανατολικά προς τα δυτικά και δημιουργούν συνεχείς επαναλήψεις των στρωμάτων της ζώνης και πολλές φορές αυξάνουν το φαινομενικό τους πάχος.

Η ζώνη Ωλονού - Πίνδου διαιρέθηκε από τον AUBOUIN (1959) σε τρεις παλαιογεωγραφικές υποζώνες:

- Την ανατολική πλευρά της αύλακας που ονομάστηκε 'Υπερπινδική υποζώνη', με ιζήματα μεταβατικά μεταξύ της αύλακας Πίνδου και της Υποπελαγονικής κατωφέρειας.

Την αξονική υποζώνη με ιζήματα της πιο βαθιάς θάλασσας. - Την δυτική πλευρά, μεταβατική προς το ύβωμα Γαβρόβου - Τρίπολης που λέγεται

και 'Εξωτερική Πίνδος'.

Όπως προκύπτει από τον χάρτη των γεωτεκτονικών ζωνών της Ελλάδος, η ζώνη Ωλονού - Πίνδου περιβάλλει το ύψωμα Τρίπολης. Για την εξήγηση αυτής της θέσης εκφράστηκαν διάφορες απόψεις σύμφωνα με τις οποίες, η θέση αυτή είναι αυτόχθονη και παλαιογεωγραφικά 11 ζώνη Ωλονού - Πίνδου περιέβαλε το ύψωμα Τρίπολης το οποίο έτσι ήταν ανεξάρτητο από το ύψωμα Γαβρόβου στον βορρά ή ότι πρόκειται για δύο διαφορετικές ζώνες ανατολικά και δυτικά του υψώματος Τρίπολης και τέλος η πιο αποδεκτή άποψη ισχυρίζεται ότι η σημερινή θέση της ζώνης Ωλονού - Πίνδου οφείλεται στην επώθησή της υπό μορφή καλύμματος από τα ανατολικά προς τα δυτικά πάνω στην ζώνη Γαβρόβου - Τρίπολης, που στην συνέχεια αποκαλύφθηκε ενδιάμεσα σαν παράθυρο. Αυτή η εξήγηση συμφωνεί με την σύγχρονη αντίληψη για την επώθηση προς τα δυτικά των Ελληνίδων ζωνών και επιβεβαιώνεται από το παράθυρο του Ολύμπου όπου αποκαλύπτεται επίσης η ζώνη Γαβρόβου — Τρίπολης.

Στα στρώματα μετάβασης και στους λιθολογικούς σχηματισμούς των ασβεστόλιθων παρατηρούνται καταδυόμενες πτυχές, στις οποίες η μεγαλύτερη πυκνότητα των αξόνων B παρουσιάζει μέση διεύθυνση BA-NΔ και βύθιση κατά βάση BA.

Τα ρήγματα που απαντούν στη ζώνη Ωλονού - Πίνδου είναι στην πλειοψηφία τους κανονικά ενώ διακρίνεται και ένα μεγάλο πλήθος εφιπτεύσεων — λεπιών που οφείλει την γένεση του στον εφαπτομενικό τεκτονισμό.

Σύμφωνα με τις δικές μας επιτόπιες εκτιμήσεις αλλά και τα βιβλιογραφικά δεδομένα η διεύθυνση των κύριων συστημάτων διάρρηξης της περιοχής είναι ΒΔ - ΝΑ ,συμπίπτοντας με την ανάπτυξη των σημαντικότερων υδρορευμάτων. Παρατηρούνται επίσης ρήγματα διεύθυνσης ΒΑ-ΝΔ (συζυγές σύστημα διάρρηξης) και Α— Δ, συνήθως μικρότερου μήκους.

Ένα σύνθετο εντατικό πεδίο σε δυνάμεις με διατμητικό χαρακτήρα είναι υπεύθυνο για την δημιουργία των ρηγμάτων. Οι εφελκυστικές τάσεις δείχνουν μια μέση διεύθυνση ΒΔ —ΝΑ.

Η ηλικία των ρηγμάτων δεν είναι ίδια. Ρήγματα δημιουργήθηκαν κατά την διάρκεια της ασβεστολιθικής ιζηματογένεσης (συνιζηματογενή ρήγματα), καθώς και πριν από την έναρξη της φλυσικής ιζηματογένεσης. Τα ρήγματα αυτά (τα τελευταία) είναι υπεύθυνα για τις ασύμφωνες αποθέσεις των μεταβατικών στρωμάτων πάνω στους ασβεστόλιθους. Παρατηρούνται επίσης μεταφλυσικά και σχετικά νεότερα, που είναι υπεύθυνα για την δημιουργία των τεκτονικών βυθισμάτων που πληρώθηκαν από τα μεταλλικά ιζήματα και καθορίζουν σήμερα το ανάγλυφο της περιοχής. Τα συστήματα διακλάσεων στις προαναφερόμενες σειρές, είναι κατά την διεύθυνση των κυρίως ρηγμάτων της περιοχής ΒΒΑ έως ΝΝΔ με συχνότητα ανά 0,15 έως 0,25 m. και ΒΒΔ -Μ ΝΑ με συχνότητα ανά 0,20 έως 0,40 m.

Συμπεραίνεται συνεπώς, ότι η τεκτονική εξέλιξη της περιοχής κλιμακώνεται από το Παλαιοζωικό μέχρι και το Πλειόκαινο, όπου η τελευταία τεκτονική δράση (ρηγματογόνος τεκτονισμός) καθόρισε τα τεκτονικά βυθίσματα που πληρώθηκαν στη συνέχεια από ιζήματα.

Η Υποπελαγονική ζώνη βρίσκεται στη δυτική πλευρά της Πελαγονικής. Εκτείνεται με διεύθυνση τη γενική των Ελληνίδων ΒΔ - ΝΑ από την Αλβανία, κατά μήκος του μέσου περίπου του κορμού της Ελλάδας, προς την Δυτική Θεσσαλία και Ανατολική Στερεά Ελλάδα, από εκεί στα νησιά Σαλαμίνα, Ύδρα και την Ανατολική Πελοπόννησο και συνεχίζεται πιθανόν στη νήσο Κω και την Μικρά Ασία. Φαίνεται όμως ότι η Υποπελαγονική ζώνη καλύπτει και την Κεντρική Εύβοια (περιοχή που ονομαζόταν διάυλος) και από εκεί συνεχίζεται στο νησί της Χίου, έχοντας έτσι ένα σύνθετο σχήμα γύρω από την Αττικοκυκλαδική μάζα.

Τα βουνά Όθρυς, Καλλίδρομο, Ελικών, Κιθαιρών, Πάρνηθα, Χλωμόν και Γεράνια ανήκουν στην Υποπελαγονική ζώνη.

Όπως έχει αναφερθεί παραπάνω η ζώνη αυτή είχε χαρακτηριστεί αρχικά από τους Renz (1955) και Μαρίνο (1957) με το όνομα Ζώνη Ανατολικής Ελλάδας. Ο όρος Υποπελαγονική δόθηκε από τον Aubouin (1959) για να υπογραμμίσει την στενή σύνδεση αυτής με την Πελαγονική ζώνη. Καθόρισε δηλαδή την Παλαιογεωγραφική θέση της Υποπελαγονικής ως τη δυτική κατωφέρεια του υβάματος της Πελαγονικής προς την αύλακα της ζώνης Πίνδου, και της απέδωσε έτσι χαρακτήρες ιζηματογένεσης ενδιάμεσους μεταξύ νηριτικής και πελαγικής φάσης.

Κύριο χαρακτηριστικό γνώρισμα της Υποπελαγονικής ζώνης είναι οι μεγάλες οφειολιθικές μάζες και η συνοδεύουσα αυτές σχιστοκερατολιθική διάπλαση που έχει μεγάλη εξάπλωση. Η σημασία που απέκτησαν οι οφειόλιθοι με τη νέα παγκόσμια τεκτονική δημιούργησε την ανάγκη επανεξέτασης του γεωτεκτονικού ρόλου της Υποπελαγονικής. Για το λόγο αυτό η ζώνη ονομάζεται και "ζώνη οφειολίθων" ή ακόμη και "ζώνη της Όθρυς" επειδή η σπουδαιότερη οφειολιθική ακολουθία βρίσκεται στο ομώνυμο βουνό.

Σύμφωνα λοιπόν με τις σημερινές γεωτεκτονικές αντιλήψεις οι οφειόλιθοι της Υποπελαγονικής χαρακτηρίζονται σαν η εξωτερική (δυτική) οφειολιθική λωρίδα της Ελλάδας, γνωστή με το χαρακτηρισμό ERO. Θεωρείται έτσι η Υποπελαγονική ότι αντιπροσωπεύει την οφειολιθική συρραφή της παλιάς ωκεάνιας περιοχής που βρισκόταν Δυτικά του Πελαγονικού ηπειρωτικού τεμάχους. Με την έννοια αυτή η Υποπελαγονική μαζί με τη ζώνη Πίνδου αντιστοιχούν πιθανόν σε ένα ενιαίο παλαιό - ωκεάνιο χώρο.

Εντούτοις θα πρέπει να τονισθεί ότι οι οφειόλιθοι και η σχιστοκερατολιθική διάπλαση βρίσκονται συχνά τοποθετημένοι με τεκτονική επαφή (παλαιό - επώθηση) πάνω σε νηριτικά ανθρακικά πετρώματα ηπειρωτικού περιθωρίου.

Έτσι λοιπόν η Υποπελαγονική ζώνη φαίνεται να έχει αντίστοιχη γεωτεκτονική σημασία με τη ζώνη Αλμωπίας από την ανατολική πλευρά της Πελαγονικής όπου επίσης παρατηρούνται οφειολιθικές μάζες τοποθετημένες τεκτονικά πάνω σε ανθρακικά πετρώματα ηπειρωτικού περιθωρίου.

Η τοποθέτηση των οφειολίθων της Υποπελαγονικής άλλοτε πάνω σε νηριτικά και άλλοτε πάνω σε πελαγικά ιζήματα ήταν και ο λόγος για τον οποίο η ζώνη θεωρήθηκε κατωφέρεια της Πελαγονικής, χαρακτηρισμός ο οποίος δεν απέχει πολύ από την σημερινή γεωτεκτονική αντίληψη, στην οποία όμως βαρύνουσα σημασία έχει η έννοια της οφειολιθικής συρραφής.

Για τον παραπάνω λόγο ορισμένες ερευνητικές εργασίες τείνουν να καταργήσουν την Υποπελαγονική σαν ζώνη και να την ενσωματώσουν στην Πελαγονική θεωρώντας ότι ουσιαστικά αυτό που ονομάζεται Υποπελαγονική δεν είναι τίποτε άλλο από την περιοχή του δυτικού Πελαγονικού περιθωρίου πάνω στο οποίο επωθήθηκαν οι οφειόλιθοι.

Παρ' όλα αυτά μια τέτοια κατάργηση της Υποπελαγονικής θα άφηνε ένα κενό στη γεωτεκτονική αναπαράσταση των Ελληνίδων ζωνών για το ποια ζώνη αντιπροσωπεύει τη δυτική οφειολιθική συρραφή, ρόλο τον οποίο δεν μπορούμε να αποδώσουμε στη ζώνη Πίνδου. Οι σαφείς ωκεάνιοι χαρακτήρες της μεγάλης περιοχής της Όθρυς δεν αφήνουν αμφιβολία ότι η ζώνη ήταν τμήμα ενός ωκεάνιου χώρου, πιθανόν ενιαίου με τη ζώνη Πίνδου.

Άλλη μία προσπάθεια για να τροποποιηθεί η έννοια της Υποπελαγονικής έγινε με τον διαχωρισμό της περιοχής Όθρυς ως μόνης ωκεάνιας - την οποία ορισμένοι συγγραφείς ονόμασαν "Μαλιακή ζώνη" από το όνομα του Μαλιακού Κόλπου - και ταυτόχρονη κατάργηση της υπόλοιπης Υποπελαγονικής ζώνης. Δεν έχουν όμως ολοκληρωθεί αυτές οι απόψεις.

Η Υποπελαγονική ζώνη έχει παρόμοια τεκτοορογενετική εξέλιξη με την Πελαγονική με την οποία όπως αναφέρθηκε έχει στενή γεωτεκτονική σχέση. Υπάρχει έτσι και σαφής αντιστοιχία των φάσεων των πτυχώσεων

Η ορογενετική περίοδος Ανωτέρου Ιουρασικού - Κάτω Κρητιδικού είχε σαφή επίδραση στην Υποπελαγονική, προκάλεσε την ανάδυση των προ - Κρητιδικών σχηματισμών και τη χέρσευση με τη δημιουργία των λατεριτών μέχρι την επίκλυση του Κενομανίου.

Οι πτυχές της περιόδου αυτής που αναγνωρίζονται με βεβαιότητα στο χώρο της Υποπελαγονικής ανήκουν στη φάση JE₂ του Κάτω Κρητιδικού. Πρόκειται για πτυχές κλειστές ή ανοιχτές που συνοδεύονται συχνά από σχιστότητα ολίσθησης και αναγνωρίστηκαν στις η;ριοχές των οφειολιθικών μαζών Καστοριάς, Βούρινου και Όθρυς. Οι άξονες τους έχουν διεύθυνση γενικά BBA - NNΔ (0° - 40°) εκτός από την περιοχή της Όθρυς που αναφέρονται και ορισμένες μετρήσεις αξόνων με διεύθυνση ΒΔ - ΝΑ. Βασικό πάντως γνώρισμα των πτυχών αυτών είναι η ασύμμετρη απόκλιση προς τα Ανατολικά και η σύνδεση τους με την απώθηση των οφειολίθων από το δυτικό ωκεάνιο χώρο της Υποπελαγονικής προς τα Ανατολικά πάνω στο περιθώριο της Πελαγονικής.

Στο διάστημα του Τριτογενούς έλαβαν χώρα δυο φάσεις πτυχώσεων : μία (CT₁) με πτυχές (Ανοιχτές, ισοπαχείς, γενικής αξονικής διεύθυνσης ΒΔ - ΝΑ και απόκλισης προς τα ΝΔ και μία άλλη (CT₂) με πτυχές κλειστές - ανοιχτές αξονικής διεύθυνσης ΒΑ - ΝΔ (70° - 80°) και απόκλισης προς τα ΝΑ. Δεν είναι εξακριβωμένο ποια από τις δύο έγινε πρώτα ή αν ακόμη ανήκουν σε μια συνεχόμενη συμπιεστική παραμόρφωση του Παλαιογενούς. Οι φάσεις πάντως αυτές σχημάτισαν μεγάλες πτυχές και σπουδαίες δομές.

Τέλος στην περίοδο Ολιγοκαίνου - Μειόκαινου έγινε η τελική παραμόρφωση (CT₃) των σχηματισμών προκαλώντας πτυχές κάμψης πολύ ανοιχτές και τύπου knick γενικής αξονικής διεύθυνσης Β - Ν.

Η οριστική ανάδυση της ζώνης έγινε στο τέλος Ηωκαίνου με τη λήξη της απόθεσης του φλόσχη.

Η ρηξιγενής τεκτονική δραστηριότητα έπαιξε καθοριστικό ρόλο στην διαμόρφωση του υδρογραφικού δικτύου και συνέτεινε στην επιτάχυνση των διαδικασιών της καρστικής διάβρωσης.

Τέλος η τεκτονική δραστηριότητα έπαιξε σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση σύνθετων υδρογεωολογικών συνθηκών με τη δημιουργία διόδων εκλεκτικής κυκλοφορίας του υπόγειου νερού.

7.ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Η περιοχή μελέτης χαρακτηρίζεται από σύνθετες υδρογεωλογικές συνθήκες, τα βασικά -χαρακτηριστικά των οποίων είναι τα παρακάτω :

- Σύνθετη γεωλογική δομή με έντονο τεκτονισμό.
- Εναλλαγές περάτων - αδιαπέρατων σχηματισμών με αποτέλεσμα την εκλεκτική κυκλοφορία του νερού.

Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης συγκεντρώθηκαν όλα τα σχετικά στοιχεία όπως μελέτες, εκθέσεις, αναγνωρίσεις που έχουν εκπονηθεί από δημόσιους και ιδιωτικούς φορείς (Ι.Γ.Μ.Ε, Δ/ση Εγγείων Βελτιώσεων Κορινθίας, κ.λ.π)

7.1. Υδρολογική συμπεριφορά των γεωλογικών σχηματισμών που δομούν την ευρύτερη περιοχή

Η υδρολογική συμπεριφορά των διαφόρων γεωλογικών σχηματισμών εξαρτάται από την λιθολογική τους σύσταση, την ύπαρξη ή όχι ενεργού πορώδους (πρωτογενούς ή δευτερογενούς) και την μορφή του πορώδους. Το πρωτογενές πορώδες εξαρτάται από την κοκκομετρική διαβάθμιση, το σχήμα και το μέγεθος των κόκκων εφ' όσον πρόκειται για κοκκώδεις κυρίως σχηματισμούς, ενώ το δευτερογενές εξαρτάται από το είδος του σχηματισμού, την διαγένεσή του και τον τεκτονισμό που έχει υποστεί. Συνεπώς από πλευράς υδρολιθολογικών συνθηκών οι πετρολογικοί σχηματισμοί που δομούν την περιοχή ενδιαφέροντος μπορούν να διακριθούν σε :

- ◆ υδροπερατούς λόγω πορώδους και
- ◆ πρακτικά αδιαπέρατους

7.1.1 Υδροπερατοί γεωλογικοί σχηματισμοί λόγω πορώδους

Όπως προαναφέρθηκε **οι ολοκαινικής και πλειστοκαινικής ηλικίας αποθέσεις** (αποθέσεις εντός ποταμών, σύγχρονες προσχώσεις, πλευρικά κορήματα και κολλουβιακοί σχηματισμοί, θαλάσσιες και παράκτιες αποθέσεις, θαλάσσιες αναβαθμίδες και κροκαλοπαγή του τεταρτογενούς και νεογενούς) αποτελούνται βασικά από δύο μεγάλες κατηγορίες λιθολογικών σχηματισμών. Τις λεπτές ενδιαστρώσεις αργίλων, κυρίως λιμναίας ή θαλάσσιας φάσεως, και τους λατυποκροκαλοπαγείς σχηματισμούς ποτάμιας προέλευσης. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι και οι δύο σχηματισμοί εναλλάσσονται μεταξύ τους τόσο πλευρικά όσο και κατακόρυφα.

Η φύση αυτή των ιζημάτων δημιουργεί μικροπερατούς σχηματισμούς με μικρό σχετικά συντελεστή υδατοαγωγιμότητας (T) και εναποθήκευσης (S).

Από τα υφιστάμενα υδροληπτικά έργα (φρεάτια, γεωτρήσεις) που απαντούν στους ολοκαινικούς - πλειστοκαινικούς σχηματισμούς φαίνεται ότι η δυναμικότητα της υδροφορίας τους είναι σχετικά μικρή.

Στους γεωλογικούς σχηματισμούς των κροκαλοπαγών, ψηφίτοπαγών και μαργαϊκών ψαμμιτών του τυρρήγιου και πλειόκαινου - διλούβιου, αναπτύσσεται αξιόλογη υδροφορία λόγω της παρουσίας δικτύου διακλάσεων, της χαλαρή συνοχής τους και ενδιαστρώσεων από άμμο. Σημειώνεται ότι οι σχηματισμοί αυτοί εναλλάσσονται με αυτούς των μαργών και ψαμμιτομαργών της ίδιας ηλικίας, τόσο πλευρικά όσο και κατακόρυφα.

7.1.2. Πρακτικά αδιαπέρατοι γεωλογικοί σχηματισμοί

Οι γεωλογικοί αυτοί σχηματισμοί (μάργες, ελλουβιακοί σχηματισμοί, αμμούχες μάργες Ρεθίου, σχηματισμοί Μεγάλου Βάλτου), δεν παρουσιάζουν

ίχνη υπόγειας υδροφορίας (στην ζώνη εκτέλεσης του έργου) γιατί η μεγάλη συμμετοχή του αργιλομαργαϊκού κλάσματος στην σύνθεση τους, οδηγεί στην δημιουργία ενός ασήμαντου πρωτογενούς πορώδους και ενός συχνά σημαντικότερου δευτερογενούς, που είναι κυρίως συνάρτηση του τεκτονισμού που έχουν υποστεί, αποτρέποντας κατ' αυτό το τρόπο την κυκλοφορία νερού μέσα από το σύνολο της μάζας τους. Στην περίπτωση απουσίας δευτερογενούς πορώδους συμπεριφέρονται σαν στεγανά στρώματα ή διαφράγματα και κατά συνέπεια η υδροπερατότητα τους είναι ασήμαντη. Επιφανειακά, στον μανδύα αποσάθρωσης είναι δυνατόν να εμφανίζονται αυξημένη υδροπερατότητα, λόγω του αυξημένου πρωτογενούς πορώδους ενώ βαθύτερα αυτή μειώνεται σημαντικά εκτός της περίπτωσης που οι αργιλόμαργες παρουσιάζουν υψηλή διαγένεση και διατηρούν συστήματα ασυνεχειών λόγω τεκτονικής καταπόνησης.

7.2. Υδρολογική συμπεριφορά των γεωλογικών σχηματισμών που δομούν την ζώνη εκτέλεσης του έργου

Όπως έχει ήδη αναφερθεί οι γεωλογικοί σχηματισμοί που απαντούν στην ζώνη εκτέλεσης του έργου είναι οι σύγχρονες προσχώσεις, τα κροκαλοπαγή του τυρρήνιου της ενότητας των θαλάσσιων και παράκτιων αποθέσεων, οι μάργες του πλειόκαινου, οι αποθέσεις εντός των ποταμών και χειμάρρων, τα πλειοκαινικά - διλλούβια κροκαλοπαγή, τα πλευρικά κορήματα, οι (αμμούχες μάργες Ρέθιου - Δένδρου, η 4^η θαλάσσια αναβαθμίδα, οι κολλουβιακοί σχηματισμοί και οι σχηματισμοί του Μεγάλου Βάλτου.

Από τους προαναφερθέντες γεωλογικούς σχηματισμούς, οι αποθέσεις εντός ποταμών, οι σύγχρονες προσχώσεις, τα πλευρικά κορήματα και κολλουβιακοί σχηματισμοί, οι θαλάσσιες και παράκτιες αποθέσεις, οι θαλάσσιες αναβαθμίδες και τα κροκαλοπαγή του τεταρτογενούς και νεογενούς, θεωρούνται υδροπερατοί σχηματισμοί με διαφορετικές όμως τιμές υδροπερατότητας,

υδατοαγωγιμότητας, εναποθάκευσης κ.λ.π. σε αντίθεση με τις μάργες, τις αμμούχες μάργες Ρεθίου - Δένδρου και τους σχηματισμούς του Μεγάλου Βάλτου που στο σύνολο τους είναι πρακτικά αδιαπέρατοι.

Η υδρολογική συμπεριφορά των μάργων και αμμούχων μαργών Ρεθίου - Δένδρου καθώς και των σχηματισμών του Μεγάλου Βάλτου είναι αυτή που κατέχει θέση σπουδαιότητας γιατί η ανάπτυξη υδροφορίας στον αποσαθρωμένο τους μανδύα, αλλά και στα ανώτερα στρώματα αυτών, δημιουργεί τα πλείστα των τεχνικογεωλογικών προβλημάτων.

Οι σύγχρονες προσχώσεις, οι αποθέσεις εντός ποταμών, τα πλευρικά κορήματα και οι θαλάσσιες και παράκτιες αποθέσεις, λόγω μικρού πάχους στην ζώνη εκτέλεσης του έργου, αναπτύσσουν υδροφορία μικρής δυναμικότητας, χωρίς αυτή να δημιουργεί ιδιαίτερα προβλήματα στην εκτέλεση του έργου οδοποιίας.

Τέλος, στην μάζα των τεταρτογενών και νεογενών κροκαλοπαγών και της 4^{ης} θαλάσσιας αναβαθμίδας, η αναπτυσσόμενη σε μέσο- μεγάλο βάθος υδροφορία δεν επηρεάζει δυσμενώς την οποιαδήποτε εκτέλεση τεχνικού έργου στην επιφάνεια.

8.ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ - ΕΛΑΦΙΚΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ

8.1. Γενικά

Ο σεισμικός κίνδυνος αποτελεί μια από τις σημαντικότερες φυσικές καταστροφές που είναι δυνατό να πλήξουν την ευρύτερη περιοχή, καθώς στον ευρύτερο χώρο υπάρχει ένας σημαντικός αριθμός μεγάλων ενεργών σεισμικών ρηγμάτων.

Οι σχετικές μελέτες που ακολούθησαν την σεισμική δραστηριότητα στο λεκανοπέδιο της Αττικής, επιβεβαίωσαν αυτό που είχε αποδειχθεί και από παλαιότερους αλλά και μεγαλύτερους σεισμούς π.χ. στην Καλαμάτα, στον Πύργο, στα Γρεβενά και στο Αίγιο, ότι δηλαδή η τοπική γεωλογική δομή και τα γεωτεχνικά χαρακτηριστικά του εδάφους θεμελίωσης διαδραματίζουν ίσως τον πλέον καθοριστικό ρόλο στο μέγεθος την ένταση και κατανομή των καταστροφών.

Στο κεφαλαίο αυτό περιγράφονται μια σειρά από στοιχεία τα οποία αφορούν

- την ιστορική και πρόσφατη σεισμικότητα και το σεισμοτεκτονικό καθεστώς της ευρύτερης περιοχής.
- τον καθορισμό των κυριοτέρων σεισμικών πηγών πιθανή ενεργοποίηση των οποίων αναμένεται να επηρεάσει την περιοχή ενδιαφέροντος και
- τον προσδιορισμό των αναμενόμενων σεισμικών επιταχύνσεων και εντάσεων στην περιοχή μελέτης

Πριν ξεκινήσει η περιγραφή των πιο πάνω στοιχείων πρέπει να σημειωθεί ότι σεισμοί διαφορετικού μεγέθους και από διαφορετικούς εστιακούς χώρους είναι δυνατό να προκαλέσουν την ίδια στάθμη εδαφικής επιτάχυνσης σε μια δεδομένη θέση. Αυτός είναι και ο λόγος που η εξέταση της σεισμικής

επικινδυνότητας επεκτείνεται σε πολύ μεγαλύτερη περιοχή.

8.2. Σεισμικότητα της ευρύτερης περιοχής μελέτης

Εξετάζοντας την σεισμική ιστορία της περιοχής τα τελευταία 150 χρόνια έχουμε να παρατηρήσουμε :

1. Το σεισμό που εκδηλώθηκε στις 18-8-1853 με επίκεντρο την Θήβα και είχε μέγεθος 6.8 βαθμούς της κλίμακας Richter. Η μέγιστη ένταση του παρατηρήθηκε στον οικισμό της Θήβας (X Mercalli).
2. Το σεισμό που εκδηλώθηκε στις 21-2-1858 με επίκεντρο την Κόρινθο και είχε μέγεθος 6.7 βαθμούς της κλίμακας Richter. Η μέγιστη ένταση του παρατηρήθηκε στον οικισμό της Κορίνθου (X Mercalli).
3. Το σεισμό που εκδηλώθηκε στις 26-12-1861 με επίκεντρο την Αχαΐα και είχε μέγεθος 6.7 βαθμούς της κλίμακας Richter. Η μέγιστη ένταση του παρατηρήθηκε στον οικισμό Βαλιμίτικα (X Mercalli).
4. Το σεισμό που εκδηλώθηκε στις 1-8-1870 με επίκεντρο την Αράχοβα και είχε μέγεθος 6.8 βαθμούς της κλίμακας Richter. Η μέγιστη ένταση του παρατηρήθηκε στον οικισμό της Αράχοβας (IX Mercalli).
5. Το σεισμό που εκδηλώθηκε στις 25-7-1873 με επίκεντρο την Επίδαυρο και είχε μέγεθος 6.0 βαθμούς της κλίμακας Richter. Η μέγιστη ένταση του παρατηρήθηκε στον οικισμό της Επιδαύρου (VII Mercalli).
6. Το σεισμό που εκδηλώθηκε στις 26-6-1876 με επίκεντρο την Νεμέα και είχε μέγεθος 6.0 βαθμούς της κλίμακας Richter. Η μέγιστη ένταση του παρατηρήθηκε στον οικισμό της Νεμέας (VIII Mercalli).
7. Το σεισμό που εκδηλώθηκε στις 3-10-1887 με επίκεντρο το Ξυλόκαστρο και είχε μέγεθος 6.3 βαθμούς της κλίμακας Richter. Η μέγιστη ένταση του

- παρατηρήθηκε στον οικισμό του Ξυλόκαστρου (VIII Mercalli).
8. Το σεισμό που εκδηλώθηκε στις 9-9-1888 με επίκεντρο το Αίγιο και είχε μέγεθος 6.2 βαθμούς της κλίμακας Richter. Η μέγιστη ένταση του παρατηρήθηκε στον οικισμό του Αγίου (IX Mercalli).
 9. Το σεισμό που εκδηλώθηκε στις 25-8-1889 με επίκεντρο το Αίγιο και είχε μέγεθος 7.0 βαθμούς της κλίμακας Richter. Η μέγιστη ένταση του παρατηρήθηκε στον οικισμό Φτέρη (VIE Mercalli).
 10. Το σεισμό που εκδηλώθηκε στις 23-5-1893 με επίκεντρο την Θήβα και είχε μέγεθος 6.2 βαθμούς της κλίμακας Richter. Η μέγιστη ένταση του παρατηρήθηκε στον οικισμό της Θήβας (VII Mercalli).
 11. Το σεισμό που εκδηλώθηκε στις 27-4-1894 με επίκεντρο την Φθιώτιδα και είχε μέγεθος 7.0 βαθμούς της κλίμακας Richter. Η μέγιστη ένταση του παρατηρήθηκε στον οικισμό του Αγ. Κωνσταντίνου (X Mercalli).
 12. Το σεισμό που εκδηλώθηκε στις 28-5-1897 με επίκεντρο την Τρίπολη και είχε μέγεθος 7.5 βαθμούς της κλίμακας Richter. Η μέγιστη ένταση του παρατηρήθηκε στον οικισμό της Τρίπολης (VII Mercalli).
 13. Το σεισμό που εκδηλώθηκε στις 2-6-1898 με επίκεντρο την Τρίπολη και είχε μέγεθος 7.0 βαθμούς της κλίμακας Richter. Η μέγιστη ένταση του παρατηρήθηκε στον οικισμό της Τρίπολης (VII Mercalli).
 14. Το σεισμό που εκδηλώθηκε στις 30-5-1909 με επίκεντρο την Φωκίδα και είχε μέγεθος 6.2 βαθμούς της κλίμακας Richter. Η μέγιστη ένταση του παρατηρήθηκε στον οικισμό του Δαφνοχωρίου (VIII Mercalli).
 15. Το σεισμό που εκδηλώθηκε στις 17-10-1914 με επίκεντρο την Βοιωτία και είχε μέγεθος 6.0 βαθμούς της κλίμακας Richter. Η μέγιστη ένταση του παρατηρήθηκε στον οικισμό της Θήβας (VIII Mercalli).
 16. Το σεισμό που εκδηλώθηκε στις 24-12-1917 με επίκεντρο την Αιτωλία και είχε μέγεθος 6.0 βαθμούς της κλίμακας Richter. Η μέγιστη ένταση του

παρατηρήθηκε στον οικισμό της Ναυπάκτου (VIII Mercalli).

17. Το σεισμό που εκδηλώθηκε στις 13-9-1921 με επίκεντρο την Ακαρνανία και είχε μέγεθος 6.0 βαθμούς της κλίμακας Richter. Η μέγιστη ένταση του παρατηρήθηκε στον οικισμό της Αμφιλοχίας (VIII Mercalli).
18. Ο σεισμός που έγινε στις 6-7-1925 με επίκεντρο τα ορεινά του νομού Αχαΐας και είχε μέγεθος 6.6 βαθμούς της κλίμακας Richter. Η μέγιστη ένταση του παρατηρήθηκε στην Κάτω Κλειτορία (VI Mercalli).
19. Το σεισμό που εκδηλώθηκε στις 22-4-1928 με επίκεντρο την Κορινθία και είχε μέγεθος 6.3 βαθμούς της κλίμακας Richter. Η μέγιστη ένταση του παρατηρήθηκε στον οικισμό της Κορίνθου (IX Mercalli).
20. Το σεισμό που εκδηλώθηκε στις 17-4-1930 με επίκεντρο την Κορινθία και είχε μέγεθος 6.0 βαθμούς της κλίμακας Richter. Η μέγιστη ένταση του παρατηρήθηκε στον οικισμό του Σοφικού (VIII Mercalli).
21. σεισμό που εκδηλώθηκε στις 18-9-1938 με επίκεντρο την Φωκίδα και είχε μέγεθος 6.4 βαθμούς της κλίμακας Richter. Η μέγιστη ένταση του παρατηρήθηκε στον οικισμό του Γαλαξιδίου (VI Mercalli).
22. Το σεισμό που εκδηλώθηκε στις 21-10-1953 με επίκεντρο την Ακαρνανία και είχε μέγεθος 6.3 βαθμούς της κλίμακας Richter. Η μέγιστη ένταση του παρατηρήθηκε στον οικισμό της Κανδήλας (VIII Mercalli).
23. Το σεισμό που εκδηλώθηκε στις 6-7-1962 με επίκεντρο την Αχαΐα και είχε μέγεθος 6.1 βαθμούς της κλίμακας Richter. Η μέγιστη ένταση του παρατηρήθηκε στον οικισμό των Βραχναΐκων (V+ Mercalli).
24. Το σεισμό που εκδηλώθηκε στις 28-8-1962 με επίκεντρο την Κορινθία και είχε μέγεθος 6.8 βαθμούς της κλίμακας Richter. Η μέγιστη ένταση του παρατηρήθηκε στον οικισμό της Αρχαίας Κορίνθου (VIII+ Mercalli).

25. Το σεισμό που εκδηλώθηκε στις 31-3-1965 με επίκεντρο την Αιτωλία και είχε μέγεθος 6.8 βαθμούς της κλίμακας Richter. Η μέγιστη ένταση του παρατηρήθηκε στον οικισμό του Αγρινίου (VIII+ Mercalli).
26. Το σεισμό που εκδηλώθηκε στις 6-7-1965 με επίκεντρο την Φωκίδα και είχε μέγεθος 6.3 βαθμούς της κλίμακας Richter. Η μέγιστη ένταση του παρατηρήθηκε στον οικισμό της Ερατινής (VIII+ Mercalli).
27. Τον υποθαλάσσιο σεισμό που εκδηλώθηκε στις 6-7-1965 στον ανατολικό Κορινθιακό Κόλπο, μεγέθους 6.4 R
28. Το σεισμό που εκδηλώθηκε στις 29-10-1966 με επίκεντρο την Ακαρνανία και είχε μέγεθος 6.0 βαθμούς της κλίμακας Richter. Η μέγιστη ένταση του παρατηρήθηκε στον οικισμό Κατούνα (VIII Mercalli).
29. Το σεισμό που εκδηλώθηκε στις 8-4-1970 με επίκεντρο την Βοιωτία και είχε μέγεθος 6.2 βαθμούς της κλίμακας Richter. Η μέγιστη ένταση του παρατηρήθηκε στον οικισμό των Αντικύρων (VII Mercalli).
30. Το σεισμό που εκδηλώθηκε στις 13-9-1972 με επίκεντρο την Κορινθία και είχε μέγεθος 6.3 βαθμούς της κλίμακας Richter. Η μέγιστη ένταση του παρατηρήθηκε στον οικισμό της Άνω Καλλιθέας (VIII Mercalli).

8.2.1. Χαρακτηριστικές περιπτώσεις μεγάλων σεισμών

Για να υπάρχει μια καλύτερη εικόνα σχετικά με την ένταση και τις επιπτώσεις που είχαν οι μεγάλοι σεισμοί της ευρύτερης περιοχής στην περιοχή μελέτης κρίθηκε σκόπιμο να γίνει παρουσίαση ορισμένων χαρακτηριστικών παραδειγμάτων.

Η σεισμική έξαρση στην περιοχή του ανατολικού Κορινθιακού Κόλπου το 1981

Ο ανατολικός Κορινθιακός Κόλπος αποτέλεσε το επίκεντρο μιας σειράς από ισχυρές σεισμικές δονήσεις που έλαβαν χώρα την περίοδο Φεβρουάριος - Μάρτιος του 1981. Η σεισμική αυτή έξαρση άρχισε στις 24 Φεβρουάριου οπότε και εκδηλώθηκε ο κύριος σεισμός μεγέθους 6.7 της κλίμακας Richter ενώ περίπου 6 ώρες αργότερα ακολούθησε ο μεγαλύτερος μετασεισμός μεγέθους 6.4 R. Στις 4 Μαρτίου έλαβε χώρα η τρίτη ισχυρότερη σεισμική δόνηση που είχε μέγεθος 6.2 R.

Ο εστιακός χώρος των παραπάνω σεισμικών δονήσεων καθώς και όλης της σεισμικής ακολουθίας ήταν κοντά στα νησιά Αλκυονίδες του ανατολικού Κορινθιακού Κόλπου 60 περίπου χιλ. ΑΒΑ της πόλης των Αθηνών. Οι σεισμικές δονήσεις προκλήθηκαν από την ενεργοποίηση δυο σημαντικών ρηξιγενών ζωνών με μέση διεύθυνση Α - Δ. Το ίχνος της πρώτης ρηξιγενούς ζώνης εντοπίστηκε μεταξύ της Περαχώρας και του Σχίνου σε μήκος περίπου 20 χιλ. και διεύθυνση ΑΒΑ - ΔΝΔ ενώ το ίχνος της δεύτερης ρηξιγενούς ζώνης το οποίο και συνδέθηκε με το σεισμό της 4^{ης} Μαρτίου εντοπίστηκε στην κοιλάδα μεταξύ των οροσειρών του Κιθαιρώνα και Κορομπίλι είχε ορατό μήκος 15 χιλιομέτρων με μέση διεύθυνση Α-Δ.

Εντυπωσιακό στοιχείο της σεισμικής αυτής έξαρσης είναι το γεγονός της μεγάλης συχνότητας των μετασεισμών που ακολούθησαν τον κύριο σεισμό. Έτσι υπολογίζεται ότι 290 μετασεισμοί μεγέθους μεγαλύτερου των 3 βαθμών της κλίμακας Richter έλαβαν χώρα το πρώτο 24ωρο αμέσως μετά την εκδήλωση του κύριου σεισμού. Πρέπει να σημειωθεί ότι η μετασεισμική δραστηριότητα συνεχίστηκε για τουλάχιστον δυο χρόνια.

Εκτός από τη δημιουργία των επιφανειακών διαρρήξεων κατά μήκος ρηξιγενών ζωνών παρατηρήθηκαν πολλά δευτερογενή φαινόμενα κυρίως στην επικεντρική περιοχή όπως κατολισθήσεις, καταπτώσεις βραχωδών μαζών,

ρευστοποιήσεις κ.λ.π. Πολύ σημαντικές ήταν οι καταστροφές και οι βλάβες σε κτήρια και διάφορων φύσης τεχνικά έργα τόσο στην επίκεντρη περιοχή της ανατολικής Κορινθίας όσο και στη Βοιωτία και Αττική. Ο αριθμός των κτηρίων που καταστράφηκαν πλήρως υπολογίστηκε σε περίπου 6.000 ενώ αλλά 30.000 υπέστησαν σοβαρές ζημιές και 50.000 ελαφρότερες. Οι τιμές της επιτάχυνσης που καταγράφηκαν στην πόλη της Κορίνθου για τον κύριο σεισμό της 24^{ης} Φεβρουάριου ήταν 0.24 g κατά την οριζόντια και 0.30g κατά την κατακόρυφη συνιστώσα.

Το Λεκανοπέδιο της Αθήνας ήταν επίσης μια από τις περιοχές που επλήγη σημαντικά από την παραπάνω σεισμική δραστηριότητα παρά την απόσταση από την επίκεντρη περιοχή. Έτσι εκτιμάται ότι αν η ένταση των κυρίων σεισμών στην επίκεντρη περιοχή ήταν 9-10 βαθμούς της κλίμακας Mercalli, σε μερικές περιοχές του Λεκανοπεδίου όπως στο Χαλάνδρι και τη Νέα Ιωνία ήταν της τάξης των 7 βαθμών. Εκτιμάται ότι ένας σημαντικός λόγος για την έκταση των καταστροφών στις περιοχές αυτές του Λεκανοπεδίου ήταν οι συνθήκες του εδάφους θεμελίωσης (βάθος βραχώδους υποβάθρου και πάχος χαλαρών αποθέσεων) που ευνόησαν φαινόμενα συντονισμού υπεδάφους και ανωδομής των κτιρίων.

Η σεισμική έξαρση του 1984 στην περιοχή της Αταλάντης

Τον Απρίλιο του 1984 έλαβε χώρα μια έντονη σεισμική δραστηριότητα με δημιουργία εκτεταμένων επιφανειακών διαρρήξεων από την οποία διακρίνονται δυο ισχυρότατοι σεισμοί, ο ένας στις 20 Απριλίου μεγέθους 6.7 και ο δεύτερος στις 27 με μέγεθος 6.9 από τον οποίο δημιουργήθηκαν εδαφικές διαρρήξεις κατά μήκος του ρήγματος της Αταλάντης.

Η σεισμική αυτή έξαρση προκάλεσε πολλά δευτερογενή φαινόμενα όπως κατολισθήσεις παλιρροϊκά κύματα κ.λ.π. Ο τελικός απολογισμός ήταν 225 άνθρωποι να χάσουν τη ζωή τους και 3.783 κτίρια να καταρρεύσουν. Στην

Αθήνα και στον Πειραιά αναφέρονται σημαντικές βλάβες σε κτίρια χωρίς όμως να έχει γίνει αξιοποίηση αυτών των στοιχείων.

Η σεισμική έξαρση στην περιοχή του Ασπρόπυργου (Πάρνηθα) το 1999

Στις 7 Σεπτεμβρίου 1999 ένας αναπάντεχος σεισμός μεγέθους $M_s = 5.9$ R έπληξε την πόλη των Αθηνών. Ο σεισμός προερχόταν από απόσταση 20 χιλ. ΒΔ της Αθήνας και προκάλεσε 143 θύματα, 700 τραυματισμούς, την κατάρρευση δεκάδων κτηρίων, ενώ χιλιάδες άλλα υπέστησαν σοβαρές ή ελαφριές βλάβες. Το επίκεντρο του σεισμού εντοπίζεται στο Θριάσιο Πεδίο. Είναι γεγονός ότι στην περιοχή δεν είχε καταγραφεί τον παρόντα αιώνα κανένας ισχυρός σεισμός ενώ ούτε οι ιστορικές πηγές κάνουν λόγο για σεισμούς στην εν λόγω περιοχή και για αυτό μέχρι πρόσφατα η περιοχή θεωρούνταν ασεισμική. Παρόλο που το επίκεντρο απείχε μόλις μερικά χιλιόμετρα από την Αθήνα τα διάφορα ελληνικά και διεθνή ινστιτούτα δίνουν διαφορετική εκτίμηση για το ακριβές επίκεντρο όσο και για το εστιακό βάθος του σεισμού (πιν. 1) (PAPADHMHTRIOY et al 2000). Του κυρίου σεισμού προηγήθηκε μικρός αριθμός προσεισμών ενώ ακολούθησαν πλήθος μετασεισμών που στο χρονικό διάστημα των τριών μηνών έφτασε τον αριθμό των 5.000 (VOYLGARIS et al 2000).

Ο μηχανισμός γένεσης του κύριου σεισμού αντιστοιχεί στην δραστηριοποίηση ενός κανονικού ρήγματος διεύθυνσης περίπου ANA - ΔΒΔ κλίσης 40° προς τα νότια. Η χωρική κατανομή των μετασεισμών παρουσιάζει μια επιμήκυνση κατά την ANA - ΔΒΔ διεύθυνση, με μεγαλύτερη πυκνότητα αυτών προς τα ανατολικά και με τα εστιακά βάθη να φθάνουν στο βάθος των 18 χιλιομέτρων (PAPANASTASIOU et al 2000).

Από το σεισμό της 7^{ης} Σεπτεμβρίου 1999 δεν κατεγράφησαν ιδιαίτερες βλάβες στην ευρύτερη περιοχή μελέτης.

Πίνακας 1 : Μερικά στοιχεία του σεισμού της 7^{ης} Σεπτεμβρίου 1999
όπως αυτά προσδιορίστηκαν από διάφορα σεισμολογικά
κέντρα.

Ημερ/νια	Γεωγρ. πλάτος (°)	Γεωγρ. μήκος (°)	Βάθος (Km.)	Ms	Mw	Ινστιτούτο
07 - 09 - 99	38.105	23.565	8		5.7	ATHU ¹
	38.15	23.62	30	5.9		NOA ²
	38.132	23.545	10	5.6	5.9	USGS
	38.119	23.605	10	5.8	6.0	PDE
	37.87	23.604	15	5.8	6.0	HRV

1:Εθνικό & Καποδιστριακό
Πανεπιστήμιο Αθηνών

2:Γεωδυναμικό Ινστιτούτο

8.3. Κύριες σεισμικές πηγές

Η γεωγραφική κατανομή, η γεωμετρία και ο χωρισμός των κύριων σεισμοτεκτονικών ζωνών του Ελλαδικού χώρου βασίζεται σε νεοτεκτονικά και σεισμολογικά στοιχεία, όπως η ιστορική και πρόσφατη σεισμική δράση. Σύμφωνα με τους ΔΡΑΚΟΠΟΥΛΟ & ΜΑΚΡΟΠΟΥΛΟ (1983) η περιοχή βρίσκεται κοντά στις ζώνες 4, 5 και 7, οι οποίες έχουν τη δυνατότητα να δώσουν επιφανειακούς σεισμούς με μέγεθος μεγαλύτερο του 7.0.

Ειδικότερα :

Ζώνη Κορινθιακού (4) : Το μέγιστο αναμενόμενο μέγεθος σεισμού είναι 7.2

R. Η περιοχή αυτή επηρεάζεται από κανονικά ρήγματα διεύθυνσης A - Δ, αποτέλεσμα της δράσης εφελκυστικών τάσεων με διεύθυνση B - N. Η μέση περίοδος επανάληψης (T) για αντίστοιχα μεγέθη σεισμών (Ms) είναι (PAPAZACHOS et al, 1982).

Ms(R)	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
T (χρόνια)	1	3	8	25	70

Ζώνη Κορινθιακού - Θηβών - Κεντρικής Εύβοιας (5) : Όπως και στην περιοχή του Κορινθιακού έτσι και σε αυτήν επικρατούν εφελκυστικές τάσεις διεύθυνσης B - N και δρουν κανονικά ρήγματα διεύθυνσης A - Δ. Η ζώνη αυτή παρουσιάζει ανώτερο όριο μεγέθους αναμενόμενου σεισμού 7.0 R με τις μέσες περιόδους επανάληψης να είναι ίδιες με αυτές του Κορινθιακού

Ms (R)	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
T (χρόνια)	1	3	8	25	70

Ζώνη Αταλάντης (7) : Τα κυριότερα ρήγματα αυτής της περιοχής έχουν διεύθυνση A - Δ έως ΒΔ - ΝΑ και παρουσιάζουν κανονικό έως πλαγιοκανονικό χαρακτήρα. Το ανώτερο όριο μεγέθους αναμενόμενου σεισμού είναι 7.2 K, ενώ η μέση περίοδος επανάληψης (T) για αντίστοιχα μεγέθη σεισμών (Ms) είναι (RONDOGIANNI, 1984).

Ms (R)	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
T (χρόνια)	3	4 - 5	9 - 11	43	100

Σεισμική δραστηριότητα εκτός από το σεισμό του Ασπρόπυργου είχε

διαπιστωθεί και παλιότερα από το ΓΑΛΑΝΟΠΟΥΛΟ (1965) ο οποίος είχε προτείνει τη σεισμοτεκτονική σχέση αυτής με ρήγματα που απαντούν στην ανατολική πλευρά του λεκανοπεδίου Αττικής, ενώ οι σεισμικές αναγραφές έχουν δείξει την ύπαρξη τοπικών σεισμικών εστιών στην ευρύτερη περιοχή του Ωρωπού που σχετίζονται με τα ρήγματα του νότιου Ευβοϊκού Κόλπου.

8.4. Σεισμική επικινδυνότητα

Ο υπολογισμός της σεισμικής επικινδυνότητας σε μια περιοχή δεν αποτελεί μονοσήμαντη διαδικασία αλλά εξαρτάται από το σεισμοτεκτονικό περιβάλλον της περιοχής, την πληρότητα και τη χρονική διάρκεια που καλύπτουν τα σεισμολογικά δεδομένα καθώς και από το μαθηματικό μοντέλο που χρησιμοποιείται για τους υπολογισμούς.

Οι υπάρχουσες μεθοδολογίες εκτίμησης της σεισμικής επικινδυνότητας διακρίνονται σε δυο μεγάλες κατηγορίες. Αυτές που βασίζονται στη στατιστική ανάλυση των σεισμολογικών δεδομένων και σε αυτές που κάνουν συνδυασμό των σεισμολογικών δεδομένων και των σεισμοτεκτονικών στοιχείων που θεωρούνται και οι πλέον αξιόπιστες.

Αναλυτικότερα η ακολουθία των σταδίων που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση της σεισμικής επικινδυνότητας μιας περιοχής είναι:

1. Ο καθορισμός των σεισμικών ζωνών της ευρύτερης περιοχής ενδιαφέροντος, του τρόπου γένεσης των σεισμών και της σχέσης συχνότητας σεισμών με το μέγεθος τους για κάθε μια ζώνη.
2. Ο καθορισμός του νόμου εξασθένησης και
3. Ο υπολογισμός της σεισμικής επικινδυνότητας που ουσιαστικά είναι ο καθορισμός των μέγιστων τιμών σεισμικής επιτάχυνσης,

ταχύτητας και μετατόπισης για τις οποίες υπάρχει 90% πιθανότητα μη υπέρβασης για τα επόμενα 50 και 100 χρόνια

Όσο αφορά το πρώτο στάδιο ήδη στα προηγούμενα έχουν περιγραφεί με λεπτομέρεια οι σεισμοτεκτονικές συνθήκες της περιοχής.

8.4.1. Σχέσεις εξασθένισης εδαφικών κινήσεων

Το δεύτερο στάδιο περιλαμβάνει ουσιαστικά τον καθορισμό του τρόπου εξασθένισης των εδαφικών παραμέτρων όπως η μέγιστη εδαφική επιτάχυνση, η ταχύτητα και η μετατόπιση κατά τη διάδοση της σεισμικής ενέργειας από το επίκεντρο μέχρι τη θέση ενδιαφέροντος.

Ουσιαστικά περιγράφεται από τους νόμους απόσβεσης οι οποίοι συνδέουν συνήθως εμπειρικά τη μέγιστη τιμή των παραμέτρων της εδαφικής κίνησης με την ενέργεια που απελευθερώνεται στην εστία και την απόσταση εστίας-θέσης. Δυστυχώς όμως λόγω της έλλειψης σε παγκόσμια κλίμακα πολλών στοιχείων και δεδομένων περιορίζεται η δυνατότητα εύρεσης τοπικών νόμων απόσβεσης κι αναγκαστικά χρησιμοποιούνται σχέσεις είτε από περιοχές που υπάρχουν τέτοια δεδομένα είτε μέσοι όροι πολλών παρόμοιων σχέσεων. Ο ΜΑΚΡΟΠΟΥΛΟΣ (1978) έδωσε για τον Ελληνικό χώρο την παρακάτω σχέση για την επιτάχυνση :

$$A = 2164 e^{0.7M} * (R + 20)^{18} \text{ σε cm / sec}^2$$

Όπου **A** η επιτάχυνση, **M** το μέγεθος του σεισμού και **R** η απόσταση εστίας - θέσης

8.5. Ζώνες σεισμικής επικινδυνότητας της Ελλάδος

Με βάση το Χάρτη Ζωνών Σεισμικής Επικινδυνότητας της Ελλάδος του Νέου Ελληνικού Αντισεισμικού Κανονισμού (Ν.Ε.Α.Κ.,Ο.Α.Σ.Π.,1999) όπως

αυτός τροποποιήθηκε με τις υπ' αριθ. Δ17α/67/1/ΦΝ275/03 (ΦΕΚ Β 781/16-6-2003) και Δ17α/115/9/ΦΝ275/03 (ΦΕΚ Β 1154/12-8-2003) Αποφάσεις Υπουργού ΠΕΧΩΔΕ, προκύπτει ότι η περιοχή μελέτης εντάσσεται στην κατηγορία ΙΙ (Ι κατηγορία με τη μικρότερη σεισμική επικινδυνότητα και ΙΙΙ με τη μεγαλύτερη).

Σύμφωνα με τον Ν.Ε.Α.Κ. για τις περιοχές της Ζώνης ΙΙ, η αναμενόμενη σεισμική επιτάχυνση του εδάφους είναι 2.35, προκύπτοντας από την σχέση

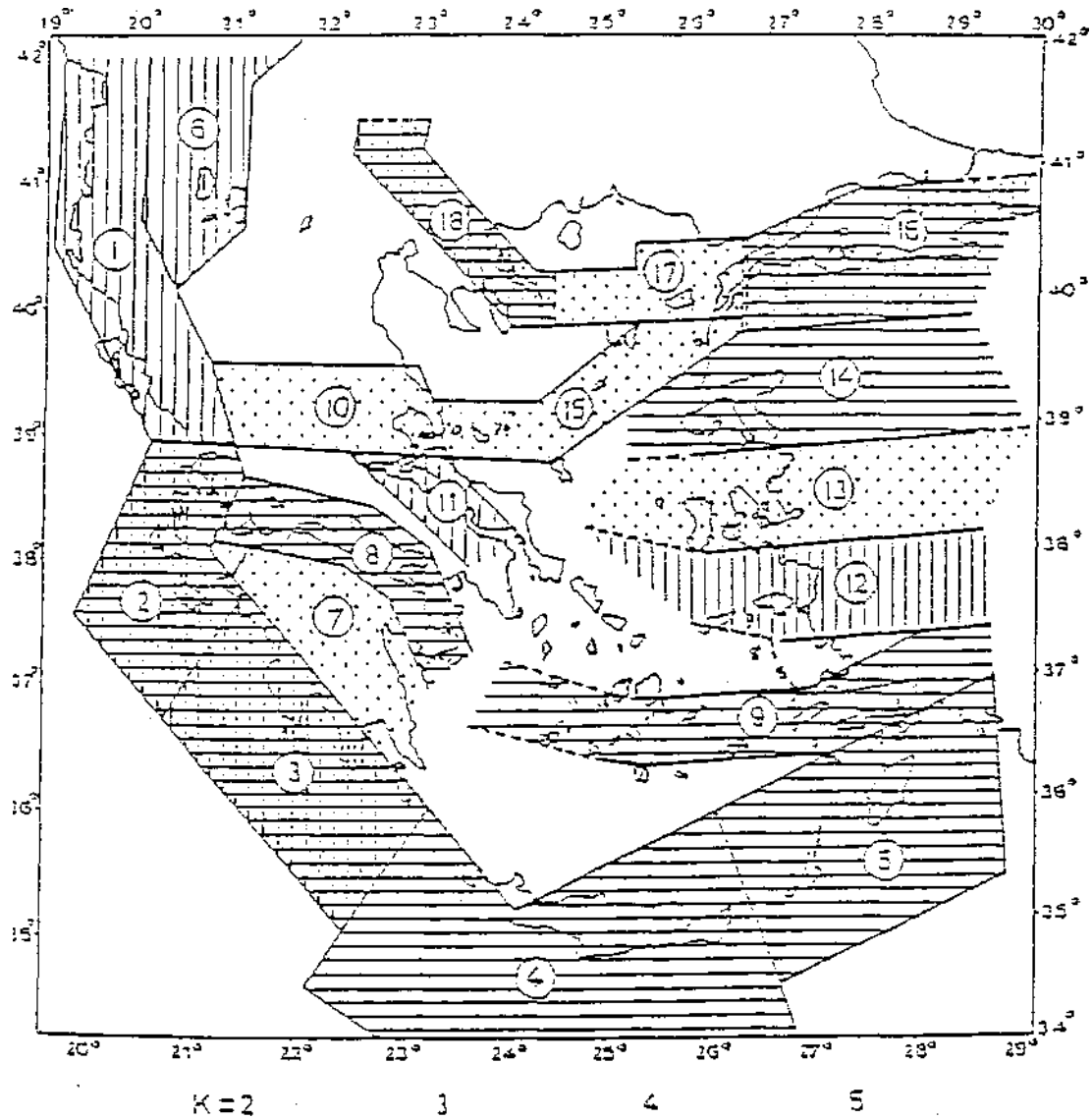
$$A = a * g = 0,24 * g$$

όπου g = η επιτάχυνση της βαρύτητας

και $a = 0,24$ (συντελεστής οριζόντιας εδαφικής επιτάχυνσης)

Οι Papadopoulos G. & Kijko A. (1991) στην δική τους έρευνα για την σεισμική επικινδυνότητα του Ελληνικού χώρου, συμπεραίνουν ότι η βορειοανατολική Πελοπόννησος, εμπεριέχοντας και την περιοχή ενδιαφέροντος, χαρακτηρίζεται από υψηλή σεισμική επικινδυνότητα (Σχ. 3).

Για τις περιοχές της ζώνης 8, το αναμενόμενο μέγιστο μέγεθος είναι 7.35 ($M_{max} = 7.35$). Σύμφωνα με το διάγραμμα που ακολουθεί (Σχ. 4), η πιθανότητα μη υπέρβασης του μεγέθους των 6,4 R στα επόμενα 50 χρόνια είναι της τάξης του 98 7 τοις χιλίοις.



Σχήμα 3 : Οι δεκαοκτώ σεισμοτεκτονικές περιοχές του Αιγαίου κατά τον Παπαζάχο (1980) και τα αντίστοιχα επίπεδα επικινδυνότητας (Papadopoulos G & Kijko A, 1991).

K=2 Περιοχές χαμηλού σεισμικού κινδύνου

K=3 Περιοχές μέσου σεισμικού κινδύνου

K=4 Περιοχές υψηλού σεισμικού κινδύνου

K=5 Περιοχές πολύ υψηλού σεισμικού κινδύνου

8.6. Σεισμική επικινδυνότητα των εδαφών της ευρύτερης περιοχής

Τα εδάφη της περιοχής μελέτης από άποψη σεισμικής επικινδυνότητας κατατάσσονται ως

εξής . .

- § Εδάφη μικρής σεισμικής επικινδυνότητας : εδώ ανήκουν οι μάργες του πλειόκαινου, τα κροκαλοπαγή του πλειόκαινου - διλλούβιου, τα κροκαλοπαγή των σχηματισμών του Μεγάλου Βάλτου, τα κροκαλοπαγή του τυρρήνιου της ενότητας των θαλάσσιων και παράκτιων αποθέσεων, οι αμμούχες μάργες Ρέθιου - Δένδρου και οι σχηματισμοί του Μεγάλου Βάλτου.
- § Εδάφη μέτριας σεισμικής επικινδυνότητας : εδώ ανήκουν οι σύγχρονες προσχώσεις, οι θαλάσσιες και παράκτιες αποθέσεις και οι θαλάσσιες αναβαθμίδες.
- § Εδάφη μεγάλης σεισμικής επικινδυνότητας : εδώ ανήκουν οι αποθέσεις εντός των ποταμών, οι ελουβιακοί σχηματισμοί, τα πλευρικά κορήματα και οι κολλουβιακοί σχηματισμοί.

Για τον χαρακτηρισμό των εδαφών από άποψη επικινδυνότητας, λήφθηκαν υπόψη η σύσταση, η κλίση, η ομοιογένεια, η έκταση και το πάχος των στρωμάτων.

Σύμφωνα με τον Αντισεισμικό Σχεδιασμό, όπως έχει ήδη προαναφερθεί, η ευρύτερη περιοχή μελέτης υπάγεται στην Ζώνη Π. Για κάθε μια κατηγορία ζωνών οι αναμενόμενες επιταχύνσεις σε συνάρτηση με την μέση περίοδο επανάληψης δίνονται από τις παρακάτω σχέσεις :

$$\log Y_m = 0,277 \log T_m + 1,579 \quad (\text{Ζώνη I})$$

$$\log Y_m = 0,266 \log T_m + 1,739 \quad (\text{Ζώνη II})$$

$$\log y_m = 0,277 \log T_m + 2,015 \quad (\text{Ζώνη III})$$

Είναι έτσι δυνατόν, με βάση τον χάρτη του σχήματος 2 να καθορισθούν για οποιαδήποτε τοποθεσία ή περιοχή οι δύο παράμετροι της σεισμικής κίνησης (y_m , I) για οποιαδήποτε περίοδο επανάληψης. Γνωρίζοντας την ένταση I για ορισμένη ζώνη και ορισμένη περίοδο επανάληψης, μπορούμε να υπολογίσουμε κάποια προσεγγιστική τιμή και για την μέγιστη εδαφική ταχύτητα.

Συνήθως ως μέγιστη τιμή μιας παραμέτρου της εδαφικής σεισμικής κίνησης η οποία δεν πρέπει να προκαλέσει βλάβες ή μπορεί να προκαλέσει μικρές βλάβες εύκολα επισκευάσιμες, καθορίζεται εκείνη η οποία έχει την μέγιστη πιθανότητα να συμβεί κατά τον χρόνο ζωής της κατασκευής (π.χ. $T = 60$ έτη). Ως μέγιστη τιμή μιας παραμέτρου της εδαφικής κίνησης η οποία δεν πρέπει να προκαλέσει κατάρρευση της κατασκευής θεωρείται, συνήθως, εκείνη που έχει μεγάλη μέση περίοδο επανάληψης (π.χ. $T = 1000$ έτη).

Στις περιοχές που επικρατούν οι πολλαπλές λειώσεις των ανθρακικών σχηματισμών της ζώνης Ωλονού - Πίνδου, οι καμπύλες ακολουθούν τοπικά την διεύθυνση αυτών των δομών.

Στην νότια και νοτιοδυτική Στερεά Ελλάδα σημαντικό ρόλο στην τελική διαμόρφωση των ισόσειστων καμπυλών παίζουν οι επωθήσεις, ιδιαίτερα της ζώνης Ωλονού - Πίνδου, προκαλώντας μεγάλη εξασθένιση της σεισμικής ενέργειας.

8.7. Σεισμική επικινδυνότητα εδάφους θεμελίωσης

Σύμφωνα με το άρθρο 3 του ισχύοντος Αντισεισμικού Κανονισμού, τα εδάφη θεμελίωσης, στην περιοχή μελέτης, κατατάσσονται στις κατηγορίες (α),(β)

και(γ), δηλαδή εδάφη μικρής, μέτριας και μεγάλης σεισμικής επικινδυνότητας.

Σύμφωνα με την παράγραφο 2.3.6 του νέου Αντισεισμικού Κανονισμού (NEAK, 1999), οι λιθολογικοί σχηματισμοί που εντοπίστηκαν στην ευρύτερη περιοχή μελέτης, κατατάσσονται όπως στον ΠΙΝΑΚΑ Ι.

8.8. Συντελεστής σεισμικής επιβάρυνσης

Σύμφωνα με το τροποποιημένο άρθρο 4 του Αντισεισμικού Κανονισμού, η τιμή του συντελεστή σεισμικής επιβάρυνσης (ϵ), που υπολογίζεται για την περιοχή μελέτης είναι:

- **0.08** για συνήθεις κατασκευές και **0.096** για κατασκευές μεγάλης σπουδαιότητας στα εδάφη μικρής σεισμικής επικινδυνότητας.
- **0.12** για συνήθεις κατασκευές και **0.144** για κατασκευές μεγάλης σπουδαιότητας στα εδάφη μέτριας σεισμικής επικινδυνότητας.
- **0.16** για συνήθεις κατασκευές και **0.192** για κατασκευές μεγάλης σπουδαιότητας στα εδάφη μεγάλης σεισμικής επικινδυνότητας.

Πίνακας 1

Λιθολογικός σχηματισμός	Κατηγορία	T1**	T2**
Αποθέσεις εντός ποταμών *	Δ	0.20	1.20
Σύγχρονες προσχώσεις *	Γ	0.20	0.80
Πλευρικά κορήματα *	Δ	0.20	1.20
Ελουβιακοί σχηματισμοί *	Δ	0.20	1.20
Κολλουβιακοί σχηματισμοί *	Δ	0.20	1.20
Κροκαλοπαγή του τυρρήνιου της των θαλάσσιων και παράκτιων	B	0.15	0.60

4η θαλάσσια αναβαθμίδα	Γ	0.20	0.80
Κροκαλοπαγή των σχηματισμών	B	0.15	0.60
Μεγάλου Βάλτου			
Υπόλοιποι σχηματισμοί του	Γ	0.20	0.80
Βάλτου			
Αμμούχες μάργες Ρέθιου - Δένδρου	B	0.15	0.60
Κροκαλοπαγή πλειόκαινου - διλούβιου	B	0.15	0.60
Μάργες πλειόκαινου	B	0.15	0.60

* (σχηματισμός πάχους μικρότερου των 5 m. μπορεί να θεωρείται ότι ανήκει στην αμέσως προηγούμενη κατηγορία εδάφους N.E.A.K., 1999).

** Τι και Υ% είναι οι χαρακτηριστικές περίοδοι του φάσματος που συνδέονται με την σεισμική επικινδυνότητα του εδάφους θεμελίωσης.

Πίνακας Π : Κατηγορίες Εδάφους από άποψης σεισμικής επικινδυνότητας (από N.E.A.K., 1999)

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
A	> Βραχώδεις ή ημιβραχώδεις σχηματισμοί εκτεινόμενοι σε αρκετή έκταση και βάθος, με την προϋπόθεση ότι δεν παρουσιάζουν έντονη αποσάθρωση

	<p>> Στρώσεις πυκνού κοκκώδους υλικού με μικρό ποσοστό ιλυοαργιλικών προσμίξεων πάχους μικρότερου των 70 μ.</p> <p>> Στρώσεις πολύ σκληρής προσυμπιεσμένης αργίλου, πάχους μικρότερου των 70 μ.</p>
B	<p>> Έντονα αποσαθρωμένα βραχώδη ή εδάφη που από μηχανική άποψη μπορούν να εξομοιωθούν με κοκκώδη</p> <p>> Στρώσεις κοκκώδους υλικού μέσης πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 5 μ. ή μεγάλης πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 70 μ.</p> <p>> Στρώσεις σκληρής προσυμπιεσμένης αργίλου πάχους μεγαλύτερου των 70 μ.</p>
Γ	<p>> Στρώσεις κοκκώδους υλικού μικρής σχετικά πυκνότητας, πάχους μεγαλύτερου των 5 μ. ή μέσης πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 70 μ.</p> <p>> Ιλυοαργιλικά εδάφη μικρής αντοχής, σε πάχος μεγαλύτερο των 5</p>

	μ.
Δ	> Έδαφος με μαλακές αργίλους υψηλού δείκτη πλασιμότητας ($I_p > 50$), συνολικού πάχους μεγαλύτερου των 10 μ.
X	<p>X1 Κατολισθαίνοντα εδάφη</p> <p>X2 Εδαφικοί ή βραχώδεις σχηματισμοί στους οποίους υπάρχουν ή είναι πιθανόν να σχηματισθούν σπήλαια</p> <p>X3 Χαλαρά λεπτόκοκκα αμμοτλυώδη εδάφη υπό τον υδάτινο ορίζοντα, που ενδέχεται να ρευστοποιηθούν (εκτός αν ειδική μελέτη αποκλείσει τέτοιον κίνδυνο ή γίνει βελτίωση των μηχανικών τους ιδιοτήτων)</p> <p>X4 Εδάφη που βρίσκονται δίπλα σε εμφανή τεκτονικά ρήγματα</p> <p>X5 Απότομες κλιτείς καλυπτόμενες με προϊόντα χαλαρών πλευρικών κορημάτων</p> <p>X6 Χαλαρά κοκκώδη ή μαλακά ιλυοαργιλικά εδάφη, εφόσον έχει αποδειχθεί ότι είναι επικίνδυνα από</p>

	<p>άποψη δυναμικής συμπεκνώσεως ή απώλειας αντοχής.</p> <p>X7 Πρόσφατες χαλαρές επιχωματώσεις (μπάζα). Οργανικά εδάφη.</p> <p>X8 Εδάφη κατηγορίας Γ με επικίνδυνα μεγάλη κλίση.</p>
--	---

9.ΤΕΧΝΙΚΗ ΓΕΩΛΟΓΙΑ

Η γεωλογική - τεκτονική δομή, η μορφολογία και οι κλιματολογικές συνθήκες είναι κατά βάση οι παράγοντες που επιδρούν στην τεχνικογεωλογική συμπεριφορά των γεωλογικών σχηματισμών που δομούν την περιοχή ενδιαφέροντος.

Οι εκδηλώσεις αστάθειας των πρανών στην ζώνη εκτέλεσης του έργου ευνοούνται κατά βάση από :

- § τις κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν στην ευρύτερη περιοχή
- § το εδαφικό κάλυμμα που σε ορισμένες των Χ Θ το χαρακτηρίζει ανομοιογένεια, μικρού βαθμού συνοχή και αντοχή σε διάτμηση
- § την διαφορετική υδρογεωλογική συμπεριφορά ακόμη και του ίδιου γεωλογικού σχηματισμού σε διάφορες θέσεις καθώς και το μέγεθος πάχους του μανδύα αποσάθρωσης, το οποίο συγκρατεί μεγάλο ποσοστό από το νερό διήθησης
- § την παρουσία πηγαίων εκφορτίσεων που έχουν σαν αποτέλεσμα την περαιτέρω μείωση των διατμητικών αντοχών.

9.1. Τεχνικογεωλογική συμπεριφορά των γεωλογικών σχηματισμών

9.1.1. Μάργες του πλειόκαινου

Στην ευρύτερη περιοχή συναντώνται, όπως έχει προαναφερθεί, κίτρινες, κυανίζουσες και λευκές έως τεφρόλευκες, πολύ σκληρές και με καλή στρώση μάργες, κατά θέσεις με παρεμβολές και ενστρώσεις μαργαϊκών ασβεστόλιθων, μαργαϊκών κροκαλοπαγών και κροκαλοπαγών. Οι ανωτέρω σχηματισμοί φαίνονται έντονα κερματισμένοι, με πάχος συνήθως λίγων δεκάδων μέτρων και χαμηλή υδροπερατότητα.

Παρουσιάζουν χαρακτηριστικές μορφές πλαστικής παραμόρφωσης των στρωμάτων από την άσκηση ισχυρών οριζοντίων τεκτονικών πιέσεων. Τα επιφανειακά στρώματα είναι έντονα αποσαθρωμένα και χαλαρά. Η χαλάρωση τους είναι δευτερογενής και συνδέεται με την λεπτοστρωματώδη δομή, την τεκτονική καταπόνηση και την δράση του νερού και των παραγόντων αποσάθρωσης. Οι τιμές VP που τα χαρακτηρίζουν είναι μικρές (1000 - 1200 m/sec στους ανώτερους ορίζοντες). Η μηχανική συμπεριφορά της βραχόμαζας χαρακτηρίζεται από σχετικά χαμηλή αντοχή γO διάτμηση και ικανοποιητική αντοχή σε θλίψη. Τάσεις ερπυσμού και κατολίσθησης παρουσιάζονται κυρίως στον μανδύα και την ζώνη κερματισμού των γεωλογικών αυτών σχηματισμών.

Τα φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά των επιμέρους λιθολογικών σχηματισμών τους είναι:

α) Μάργες

$$Y_b : 1.8-2.2 \text{ gr/cm}^3$$

$$q_u : 0.5 - 3.5 \text{ kg/cm}^2$$

$$c_s : 0.2 - 0.5 \text{ kg/cm}^2$$

$$\varphi_s : 15^\circ - 35^\circ$$

$$LL ; 20-46\%$$

$$PL : 8-30\%$$

β) Μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι, μαργαϊκά κροκαλοπαγή

$$Y_b : 2.5 - 2.7 \text{ gr/cm}^3$$

$$q_u : 200 - 1700 \text{ kg/cm}^2$$

$$c_s : 100 - 300 \text{ kg/cm}^2$$

$$\varphi_s : 30^\circ - 45^\circ$$

$$E : 25.000-1.000.000 \text{ kg/cm}^2$$

γ) Ψαμμιτό μάργες

$$Y_b : 1.7 - 2.8 \text{ gr/cm}^3$$

$$q_u : 100 - 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ (συνήθεις τιμές } 200 - 700 \text{ kg/cm}^2)$$

$$c_s : 10 - 200 \text{ kg/cm}^2$$

$$\varphi_s : 25^\circ - 45^\circ$$

9.1.2. Αμμούχες μάργες Ρέθιου - Δένδρου

Η λιθολογική αυτή ενότητα συναντάται στην περιοχή εκτέλεσης του έργου οδοποιίας και συνίσταται από εναλλαγές αμμούχων και πηλούχων μαργών, υποκίτρινου έως καστανού χρώματος.

Παρουσιάζουν χαρακτηριστικές μορφές πλαστικής παραμόρφωσης των στρωμάτων από την άσκηση ισχυρών οριζοντίων τεκτονικών πιέσεων. Τα επιφανειακά στρώματα είναι έντονα αποσαθρωμένα και χαλαρά. Η χαλάρωση τους είναι δευτερογενής και συνδέεται με την τεκτονική καταπόνηση και την δράση του νερού και των παραγόντων αποσάθρωσης. Οι τιμές VP που τα χαρακτηρίζουν είναι μικρές (1000 - 1200 m/sec στους ανώτερους ορίζοντες).

Η μηχανική συμπεριφορά της βραχώμαζας χαρακτηρίζεται από σχετικά χαμηλή αντοχή σε διάτμηση και ικανοποιητική αντοχή σε θλίψη. Τάσεις ερπυσμού και κατολίσθησης παρουσιάζονται κυρίως στον μανδύα και την ζώνη κερματισμού των γεωλογικών αυτών σχηματισμών.

Τα φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά των λιθολογικών σχηματισμών τους είναι:

$$Y_b : 1.8 \sim 2.2 \text{ gr/cm}^3$$

$$q_u : 0.5 - 3.5 \text{ kg/cm}^2$$

$$c_s : 0.2 - 0.5 \text{ kg/cm}^2$$

$$\varphi_s : 15^\circ - 35^\circ$$

$$LL : 20 - 46\%$$

$$PL : 8 - 30\%$$

9.1.3. Σχηματισμοί του μεγάλου Βάλτου

Στις Χ. Θ που ο υπό βελτίωση οδικός άξονας εδράζεται σ' αυτή την

ενότητα, έχουμε εναλλαγές λευκών έως υποκίτρινων μαργών, γκρίζου χρώματος αμμούχων μαργών, άμμων και χαλαρών κροκαλοπαγών.

Σαν ενότητα παρουσιάζουν χαρακτηριστικές μορφές πλαστικής παραμόρφωσης των στρωμάτων από την άσκηση ισχυρών οριζοντίων τεκτονικών πιέσεων. Τα επιφανειακά στρώματα είναι έντονα αποσαθρωμένα και χαλαρά. Η χαλάρωση τους είναι δευτερογενής και συνδέεται με την τεκτονική καταπόνηση και την δράση του νερού και των παραγόντων αποσάθρωσης. Οι τιμές VP που τα χαρακτηρίζουν είναι μικρές (1000 - 1200 m/sec στους ανώτερους ορίζοντες).

Η μηχανική συμπεριφορά της βραχώμαζας χαρακτηρίζεται από σχετικά χαμηλή αντοχή σε διάτμηση και ικανοποιητική αντοχή σε θλίψη. Τάσεις ερπυσμού και κατολίσθησης παρουσιάζονται κυρίως στον μανδύα και την ζώνη κερματισμού των γεωλογικών αυτών σχηματισμών.

Τα φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά των λιθολογικών σχηματισμών

$$\text{τους είναι: } Y_b : 1.8-2.2 \text{ gr/cm}^3$$

$$q_u : 0.5-3.5 \text{ kg/cm}^2$$

$$c_s : 0.2 - 0.5 \text{ kg/cm}^2$$

9.1.4. Κροκαλοπαγή του τυρρήνιου της ενότητας των θαλάσσιων και παράκτιων αποθέσεων, κροκαλοπαγή 4^{ης} θαλάσσιας αναβαθμίδας, κροκαλοπαγή των σχηματισμών του Μεγάλου Βάλτου

Έχουν χαλαρή γενικά συνοχή, εμφανίζονται συνήθως με ενστρώσεις ψηφιοπαγών, ψαμμιτών και μαργών. Φαίνονται έντονα κερματισμένοι λιθολογικοί σχηματισμοί, με πάχος συνήθως λίγων δεκάδων μέτρων και χαμηλή έως μέτρια υδροπερατότητα.φ₃ :

Η ύπαρξη αργιλικού στοιχείου ανάμεσα στις επιφάνειες στρώσης αλλά και στην σύνθεση τους σε συνδυασμό με την υπόγεια υδροφορία καθιστούν τις επιφάνειες αυτές ολισθηρά επίπεδα. Το νερό των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων που κατεισδύει, προπαρασκευάζει πλήρως τους υπερκείμενους μανδύες αποσάθρωσης ή επιφάνειες στρώσης σε κατολίσθηση διαβρέχοντας και διαποτίζοντας τους. Οπότε αυτοί, όταν για οιονδήποτε λόγο καταφαγωθούν οι πόδες των πρανών τους, χάνοντας κατ' αυτό τον τρόπο την αντιστήριξή τους, αρχίζουν κάτω από το ίδιο τους το βάρος να κινούνται επί των ολισθηρών επιπέδων των επιφανειών στρώσης, σχιστότητας ή επαφής προς τα χαμηλότερα από τοπογραφική άποψη σημεία.

Τα επιφανειακά στρώματα είναι έντονα αποσαθρωμένα και χαλαρά. Η χαλάρωση τους είναι δευτερογενής και συνδέεται με την λεπτοστρωματώδη δομή, την τεκτονική καταπόνηση και την δράση του νερού και των παραγόντων αποσάθρωσης. Οι τιμές VP που τα χαρακτηρίζουν είναι μικρές (1000 - 1200 m/sec στους ανώτερους ορίζοντες).

Η μηχανική συμπεριφορά της βραχώμαζας χαρακτηρίζεται από σχετικά χαμηλή αντοχή σε διάτμηση και ικανοποιητική αντοχή σε θλίψη. Τάσεις ερπυσμού και κατολίσθησης παρουσιάζονται κυρίως στον μανδύα και την ζώνη κερματισμού των γεωλογικών αυτών σχηματισμών.

Τα φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά των επιμέρους λιθολογικών

σχηματισμών τους είναι:

α) κροκαλοπαγή

$$Y_b; 2.5-2.7 \text{ gr/cm}^3$$

$$q_u : 200 - 1700 \text{ gr/cm}^3$$

$$c_s : 100-300 \text{ kg/cm}^2$$

$$\varphi_s : 30^\circ - 45^\circ$$

$$E : 25.000-1.000.000 \text{ kg/cm}^2$$

β) Ψαμμιτόμαργες

$$Y_b : 1.7-2.8 \text{ gr/cm}^3$$

$$q_u : 100-1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ (συνήθεις τιμές } 200 - 700 \text{ kg/cm}^2)$$

$$c_s : 10 - 200 \text{ kg/cm}^2$$

$$\varphi_s : 25^\circ - 45^\circ$$

9.1.5. Κροκαλοπαγή του πλειοκαίνου - διλούβιου

Οι γεωλογικοί αυτοί σχηματισμοί σε γενικές γραμμές παρουσιάζουν ικανοποιητικά μηχανικά χαρακτηριστικά και συνήθως το υγιές πέτρωμα δίνει υψηλές αντοχές. Τα στοιχεία αυτά έχουν μελετηθεί και αναφέρονται αναλυτικά σε μελέτη του Α. TZITZIΡΑ και έχουν ως ακολούθως :

- Το ξηρό φαινόμενο βάρος κυμαίνεται από $2.44 \text{ gr/cm}^3 - 2.85 \text{ gr/cm}^3$.
- Το υγρό φαινόμενο βάρος κυμαίνεται από $2.41 \text{ gr/cm}^3 - 2.84 \text{ gr/cm}^3$.
- Η ικανότητα απορρόφησης νερού κυμαίνεται από 0.31 - 3.98%.
- Η αντοχή σε ανεμπόδιστη θλίψη σε δοκίμια διαμορφωμένα παράλληλα και κάθετα προς τη στρώση κυμαίνεται αντίστοιχα $429.5 \text{ Kg/cm}^2 - 851.59 \text{ Kg/cm}^2$ και $401.3 \text{ Kg/cm}^2 - 1798 \text{ Kg/cm}^2$.
- Το αξονικό μέτρο ελαστικότητας E παράλληλα προς τη στρώση κυμαίνεται από $12,1 \times 10 \text{ Kg/cm}^2 - 59.36 \times 10^4 \text{ Kg/cm}^2$.
- Το διαμετρικό μέτρο ελαστικότητας E παράλληλα προς τη στρώση

κυμαίνεται από $39 \times 10^4 \text{Kg/cm}^2$ - Το αξονικό μέτρο ελαστικότητας E κάθετα προς τη στρώση κυμαίνεται από $16.2 \times 10 \text{ Kg/cm}^2$ - $29 \times 10^4 \text{Kg/cm}^2$.

- Το διαμετρικό μέτρο ελαστικότητας E κάθετα προς τη στρώση κυμαίνεται από $3.31 \times 10^5 \text{ Kg/cm}^2$ - $9.02 \times 10^5 \text{Kg/cm}^2$.
- Η συνοχή C και η γωνία εσωτερικής τριβής ϕ σε δοκίμια διαμορφωμένα παράλληλα και κάθετα προς τη στρώση κυμαίνεται αντίστοιχα ως ακολούθως :

$$C = 34 \text{ Kg/cm}^2 - 385.5 \text{ Kg/cm}^2 \text{ και}$$

$$\phi = 29.2^\circ - 48.3^\circ.$$

$$C = 107.9 \text{ Kg/cm}^2 - 511.5 \text{ Kg/cm}^2 \text{ και}$$

$$\phi = 6^\circ - 48^\circ.$$

- Η δοκιμή υγείας κατά Los Angeles κυμαίνεται από 24.01 - 62.69%.

Σε ότι αφορά την περατότητα των κροκαλοπαγών είναι αρκετά μεγάλη και βιβλιογραφικά κυμαίνεται από 10^4 cm/sec έως 10^6 cm/sec που χαρακτηρίζει περατό έως ημιπερατό σχηματισμό.

Εμφανίζονται λίαν συνεκτικά στην περιοχή μελέτης ενώ ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στις θέσεις όπου συναντώνται ζώνες τεκτονισμού (διάρρηξη, εφίπλευση, επώθηση) με μυλωνιτωμένο υλικό, όπου απομειώνονται τα μηχανικά χαρακτηριστικά των γεωλογικών σχηματισμών. Επίσης σοβαρό ρόλο στην ευστάθεια των σχηματισμών παίζει ο κερματισμός της βραχώμαζας, με τον βαθμό ρωγμάτωσής τους στην περιοχή μελέτης να κρίνεται σαν ελαφρός (Zo) ενώ οι καταταμήσεις που φέρει η βραχώμαζα χαρακτηρίζονται ως μικροκαταταμήσεις ευκρινώς μηχανικά δραστικές με τα συστήματα των διακλάσεων και joints να μην δείχνουν επικίνδυνες αποσφηνώσεις για κατάρρευση των πρανών. Η εκσκαφή των λιθολογικών αυτών σχηματισμών γίνεται συνήθως με την βοήθεια εκρηκτικών. Η μέθοδος που θα επιλεγεί παίζει

καθοριστικό ρόλο στη διατάραξη της βραχώμαζας. Γι' αυτό συνιστάται η χρήση των εκρηκτικών να γίνεται με την μέθοδο της πρότμησης. Η χρήση τους σαν αδρανή υλικά δεν είναι η πλέον ενδεδειγμένη λόγω της συμμετοχής στην μάζα τους αργιλομαργαϊκών υλικών.

9.1.6. Αποθέσεις εντός ποταμών, σύγχρονες προσχώσεις, πλευρικά κορήματα, ελουβιακοί σχηματισμοί, κολλουβιακοί σχηματισμοί

Τα εν λόγω μεταλλικά ιζήματα που καλύπτουν ένα αρκετά μεγάλο τμήμα της περιοχής μελέτης, όπως έχει αναπτυχθεί στο κεφάλαιο της Γεωλογίας, συνθέτονται κυρίως από θραύσματα των αλπικών γεωλογικών σχηματισμών (ποικίλων διαστάσεων), ιλυοαμμώδους κυρίως σύστασης υλικά, με λίγη άργιλο, ψηφίδες, χαλίκια και κροκάλες, ανθρακικής ή και φλυσχικής προέλευσης. Έχουν σχετικά μέτριο έως μεγάλο πάχος και παρουσιάζουν συχνές και ταχείες μεταβολές της λιθολογικής σύστασης και κοκκομετρίας κατά την οριζόντια και κατακόρυφη εξάπλωση των σχηματισμών. Παρουσιάζουν χαμηλή έως μέτρια συνεκτικότητα και πλαστικότητα. Η υδροπερατότητα τους κυμαίνεται από μέτρια έως μεγάλη ($K_v = 1,4 \cdot 10^{-4}$ έως $2,9 \cdot 10^{-9}$ m/sec). Τα φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά τους ποικίλουν ανάλογα με την επί μέρους λιθολογική σύσταση και κοκκομετρία, ενώ η συμπεριφορά τους ελέγχεται εκτός των ανωτέρω από το πάχος τους και την κλίση του εδάφους (ιδιαίτερα στις δυναμικές φορτίσεις). Οι ταχείες πλευρικές μεταβολές στην λιθολογική σύσταση συνεπάγονται σε μακροκλίμακα ισχυρή ανισοτροπία στην μηχανική συμπεριφορά του γεωλογικού σχηματισμού.

Γενικά οι μεταλλικοί σχηματισμοί παρουσιάζουν μειωμένα μηχανικά χαρακτηριστικά ενώ στο σύνολο τους συνιστούν χαλαρό έως ημισυνεκτικό σχηματισμό. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται πάντα στη συμμετοχή του αργιλικού στοιχείου, η οποία συνήθως επιβάλλει ιδιαίτερα μέτρα σχεδιασμού. Τα ορυκτά αργιλικής σύστασης (ιλίτης, μοντμοριλλονίτης, βερμικουλίτης κ.λ.π) είναι

δυνατόν με την παρουσία υδάτινου φρεατίου ορίζοντα να απορροφήσουν νερό ανάμεσα στις στιβάδες τους (κρυσταλλικό πλέγμα του τύπου 2 : 1) να διογκωθούν και να προκαλέσουν σημαντική μείωση στα μηχανικά τους χαρακτηριστικά.

Η εκσκαφή τους γίνεται συνήθως εύκολα με μηχανικά μέσα. Τα αδρομερέστερα υλικά τους (κροκάλες, χαλίκια) μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δάνεια υλικά.

Τα φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά αυτών των σχηματισμών από εργαστηριακές δοκιμές στην λεπτομερή κυρίως φάση, είναι:

$$Y_b : 1.8-2.2 \text{ gr/cm}^3$$

$$q_u : 0.5 -3.5 \text{ kg/cm}^2$$

$$c_s : 0.2 -0.5 \text{ kg/cm}^2$$

$$\varphi_s : 15^\circ -35^\circ$$

$$LL : 20-46\%$$

$$PL : 8-30\%$$

10.ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

Γενικά

Η γεωτεχνική έρευνα που πραγματοποιήθηκε τον μήνα Μάιο του τρέχοντος έτους 2010, συμπεριέλαβε τις ακόλουθες εργασίες:

α) Ανόρυξη 35 ερευνητικών δειγμάτων στις Χ.Θ που οι λιθολογικοί σχηματισμοί ,πάνω στους οποίους εδράζεται ο υπό βελτίωση οδικός άξονας εμφανίζονται ασταθείς και χαλαρωμένοι ,προκειμένου να προσδιοριστούν οι γεωτεχνικές συνθήκες που υφίστανται και να αποφευχθούν οι οποιοσδήποτε αστοχίες κατά την εκτέλεση του έργου. Επίσης πραγματοποιήθηκαν επιτόπου δοκιμές Proctor και Συμπύκνωσης στις Χ.Θ. όπου λόγω των εσκαφών θα ληφθούν εκχώματα, προκειμένου να διαπιστωθεί αν αυτά μπορούν να χρησιμοποιήθουν ως δάνεια υλικά για την κατασκευή των προβλεπόμενων επιχωμάτων.

β) Λήψη αδιατάρακτων δειγμάτων με δειγματολήπτη Shelby

10.1. Έρευνα υπεδάφους

Η έρευνα του υπεδάφους πραγματοποιήθηκε με :

- την εκτέλεση τριάντα πέντε (35) ερευνητικών ορυγμάτων Ε.Ο-1, Ε.Ο-2, Ε.Ο-3, Ε.Ο-4, Ε.Ο-5, Ε.Ο-6, Ε.Ο-7, Ε.Ο-8, Ε. 0-9, Ε. Ο-10, Ε.Ο-11, Ε.Ο-12, Ε.Ο-13, Ε.Ο-14, Ε.Ο-15, Ε.Ο-16, Ε.Ο-17, Ε.Ο-18, Ε. 0-19, Ε. Ο-20, Ε.Ο-21, Ε.Ο-22, Ε.Ο-23, Ε.Ο-24, Ε.Ο-25, Ε.Ο-26, Ε.Ο-27, Ε.Ο-28, Ε. 0-29, Ε. Ο-30, Ε.Ο-31, Ε.Ο-32, Ε.Ο-33, Ε.Ο-34 και Ε.Ο-35 με βάθη ανόρυξης 4.00 m αντίστοιχα και

- δειγματοληψία διαταραγμένων δειγμάτων ανά 1.00 m βάθος, σε κάθε ένα των ερευνητικών ορυγμάτων.

Η εκσκαφή των ερευνητικών ορυγμάτων πραγματοποιήθηκε με εκσκαπτικό μηχάνημα JCB.

Κατά την διάρκεια της εκσκαφής των ερευνητικών ορυγμάτων έγινε δειγματοληψία και ελήφθησαν διαταραγμένα δείγματα για προσδιορισμό των μηχανικών χαρακτηριστικών του λιθολογικού υλικού.

Η δειγματοληψία των αδιατάρακτων δειγμάτων έγινε με δειγματολήπτη Shelby (διάμετρος 12,00 cm και ύψος 30,00 cm) και εξωλκέα με ξηρά προχώρηση.

Αμέσως μετά την δειγματοληψία τα δείγματα καταγράφηκαν, κλείστηκαν σε πλαστικούς σάκους και τοποθετήθηκαν σε κατάλληλα δειγματοληπτικά κιβώτια.

Οι εργασίες υπαίθρου έγιναν σύμφωνα με τους όρους των προδιαγραφών του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε (Ε 101 - 83) "Τεχνικές Προδιαγραφές Δειγματοληπτικών Γεωτρήσεων Ξηράς για Γεωτεχνικές Έρευνες" που δημοσιεύθηκε στο ΦΕΚ 363 / 24 - 6 - 83 Β'.

Τα μητρώα των ερευνητικών ορυγμάτων, στα οποία αναφέρεται η περιγραφή του)ν λιθολογικών σχηματισμών και τα βάθη των δειγματοληψιών, δίνονται στο Παράρτημα

10.2. Εργαστηριακές δοκιμές

Οι εργαστηριακές δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό των φυσικών και μηχανικών ιδιοτήτων των δειγμάτων των λιθολογικών σχηματισμών εκτελέστηκαν στο εργαστήριο εδαφομηχανικής "Γεωτεχνική Ο. Ε. - Γ. Ρούσος & Συνεργάτες", σύμφωνα με τις προδιαγραφές του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε (Ε - 103 - 84)

"Προδιαγραφές Εργαστηριακών Δοκιμών Βραχομηχανικής" και ISRM Suggested Methods (Rock Characterization Testing and Monitoring).

Συνολικά έγιναν οι ακόλουθες εργαστηριακές δοκιμές :

• Κοκκομετρικές αναλύσεις με κόσκινα	56
• Κοκκομετρικές αναλύσεις με αραιόμετρα	56
• Προσδιορισμός Φυσικής Υγρασίας	56
• Προσδιορισμός ορίων Atterberg	56
• Προσδιορισμός Υγρού Φαινόμενου Βάρους	8
• Προσδιορισμός Ξηρού Φαινόμενου Βάρους	20
• Δοκιμές Ανεμπόδιστης Θλίψης	8
• Προσδιορισμός Ειδικού Βάρους	8
• Δοκιμές PROCTOR	12

Τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών δίνονται στο Παράρτημα.

10.3. Συνθήκες έδρασης οδικού άξονα

10.3.1. Λιθολογικοί σχηματισμοί που συγκροτούν το Υπέδαφος στο 1^ο Οδικό Τμήμα (Νεμέα - Κούτσι)

Ερευνητικά όρυγμα Ε.Ο-1 (Χ. θ 0+270)

Η έρευνα των λιθολογικών σχηματισμών που συγκροτούν το υπέδαφος, στην θέση του ερευνητικού ορύγματος Ε.Ο-1, έδειξε ότι το υπέδαφος αποτελείται από την ακόλουθη εδαφική στρώση:

- Η πρώτη επιφανειακή εδαφική στρώση συνίσταται από καστανού έως καστανοκίτρινου χρώματος χαλαρούς σχηματισμούς πλευρικών κορημάτων (ασβεστολιθικές και ψαμμιτικές κροκαλολατύπες με

επικράτηση των ασβεστολιθικών και με κυμαινόμενο μέγεθος, αλλά γενικά με επικράτηση των μικρών μεγεθών, χαλίκια, άμμο και λιγαστή άργιλο). Έχει μικρή πλαστικότητα και κατατάσσεται ως έδαφος (GC). Εκτείνεται έως το βάθος των 4.00 m. κάτω από την επιφάνεια του εδάφους του ερευνητικού ορύγματος E. O - 1.

Οι φυσικές ιδιότητες της στρώσης κυμαίνονται όπως στον πίνακα που ακολουθεί:

		Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέση τιμή
Φυσική Υγρασία	W ^o /o	7.10	8.99	8.05
Όριο Υδαρότητας	LL%	19.00	32.45	25.75
Όριο Πλαστικότητας	PL%	11.00	15.38	13.19
Δείκτης Πλαστικότητας	PI%	8.00	17.06	12.53
Χαλίκια	%	42.00	58.00	50.00
Άμμος	%	12.00	35.00	23.50
Λεπτόκοκκα (Ιλύς &	%	23.00	30.00	26.50
Διερχόμενο N ₀ 200	%	23.00	30.00	26.50
Διερχόμενο N ₀ 4	%	35.00	65.00	50.00

Μηχανικές Ιδιότητες

Από μία (1) δοκιμή ανεμπόδιστης θλίψης σε δείγματα (GC), βρέθηκε ότι η αντοχή σε ανεμπόδιστη θλίψη q_u είναι ίση με 72 kPa (0,72 kg / cm²).

Ερευνητικό ορύγμα E.O-2 (X. θ 0+370)

Η έρευνα των λιθολογικών σχηματισμών που συγκροτούν το υπέδαφος, στην θέση του ερευνητικού ορύγματος E.O-2, έδειξε ότι το υπέδαφος αποτελείται από την ακόλουθη εδαφική στρώση :

■ Η Πρώτη επιφανειακή εδαφική στρώση συνίσταται από καστανού έως καστανοκίτρινου χρώματος χαλαρούς σχηματισμούς πλευρικών κορημάτων (ασβεστολιθικές και ψαμμιτικές κροκαλολατύπες με επικράτηση των ασβεστολιθικών και με κυμαινόμενο μέγεθος αλλά γενικά με επικράτηση των μικρών μεγεθών, χαλίκια, άμμο και λιγοστή άργιλο). Έχει μικρή πλαστικότητα και κατατάσσεται ως έδαφος(SC). Εκτείνεται έως το βάθος των 4.00 m. κάτω από την επιφάνεια του εδάφους του ερευνητικού ορύγματος E. O - 2.

Οι φυσικές ιδιότητες της στρώσης κυμαίνονται όπως στον πίνακα που ακολουθεί:

		Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέση τιμή
Φυσική Υγρασία	W%	19.90	20.50	20.20
Όριο Υδαρότητας	LL%	21.00	23.00	22.00
Όριο Πλαστικότητας	PL%	13.00	14.00	13.50
Δείκτης Πλαστικότητας	PI%	8.00	9.00	12.53
Χαλίκια	%	22.00	27.00	24.50
Άμμος	%	45.00	55.00	50.00
Λεπτόκοκκα (Ιλύς &	%	23.00	28.00	25.50
Διερχόμενο N ₀ 200	%	23.00	28.00	25.50
Διερχόμενο N ₀ 4	%	68.00	83.00	75.50

Ερευνητικό ορύγμα E.O-3 (X.Θ 0+460)

Η έρευνα των λιθολογικών σχηματισμών που συγκροτούν το υπέδαφος, στην θέση του ερευνητικού ορύγματος E.O-3, έδειξε ότι το υπέδαφος αποτελείται από την ακόλουθη εδαφική στρώση :

§ Η πρώτη επιφανειακή εδαφική στρώση συνίσταται από καστανού έως καστανοκίτρινου χρώματος χαλαρούς σχηματισμούς πλευρικών

κο ρημάτων (ασβεστολιθικές και ψαμμιτικές κροκαλολατύπες με επικράτηση των ασβεστολιθικών και με κυμαινόμενο μέγεθος, αλλά γενικά με επικράτηση των μικρών μεγεθών, χαλίκια, άμμο και λιγοστή άργιλο). Έχει μικρή πλαστικότητα και κατατάσσεται ως έδαφος (SC). Εκτείνεται έως το βάθος των 4.00 m. κάτω από την επιφάνεια του εδάφους του ερευνητικού ορύγματος Ε. Ο - 3.

Οι φυσικές ιδιότητες της στρώσης κυμαίνονται όπως στον πίνακα που ακολουθεί:

		Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέση τιμή
Φυσική Υγρασία	W%	19.20	19.60	19.40
Όριο Υδαρότητας	LL%	25.00	28.00	26.50
Όριο Πλαστικότητας	PL %	13.00	14.00	13.50

Δείκτης Πλαστικότητας	PI%	11.00	15.00	13.00
Χαλίκια	%	32.00	33.00	32.50
Άμμος	%	38.00	46.00	42.00
Λεπτόκοκκα (Ιλύς &	%	22.00	29.00	25.50
Διερχόμενο N ₀ 200	%	22.00	29.00	25.50
Διερχόμενο N ₀ 4	%	60.00	75.00	67.50

Μηχανικές Ιδιότητες

Από μία (1) δοκιμή ανεμπόδιστης θλίψης σε δείγματα (SC), βρέθηκε ότι η αντοχή σε ανεμπόδιστη θλίψη q_u είναι ίση με 122 kPa (1,22 kg / cm²).

Ερευνητικό όρυγμα Ε.Ο-4 (Χ.Θ 0+530)

Η έρευνα των λιθολογικών σχηματισμών που συγκροτούν το υπέδαφος,

στην θέση του ερευνητικού ορύγματος E.O-4, έδειξε ότι το υπέδαφος αποτελείται από την ακόλουθη εδαφική στρώση :

- Η πρώτη επιφανειακή εδαφική στρώση συνίσταται από καστανού έως καστανοκίτρινου χρώματος χαλαρούς σχηματισμούς πλευρικών κορημάτων (ασβεστολιθικές και ψαμμιτικές κροκαλολατύπες με επικράτηση των ασβεστολιθικών και με κυμαινόμενο μέγεθος αλλά γενικά με επικράτηση των μικρών μεγεθών, χαλίκια, άμμο και λιγοστή άργιλο). Έχει μικρή πλαστικότητα και κατατάσσεται ως έδαφος (GC). Εκτείνεται έως το βάθος των 4.00 m. κάτω από την επιφάνεια του εδάφους του ερευνητικού ορύγματος E. 0-4.

Οι φυσικές ιδιότητες της στρώσης κυμαίνονται όπως στον πίνακα που ακολουθεί:

		Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέση τιμή
Φυσική Υγρασία	W%	11.10	12.30	11.70
Όριο Υδαρότητας	LL%	26.00	28.00	27.00
Όριο Πλαστικότητας	PL%	12.00	12.00	12.00
Δείκτης Πλαστικότητας	PI%	14.00	16.00	15.00
Χαλίκια	%	40.00	56.00	48.00
Άμμος	%	16.00	39.00	27.50
Λεπτόκοκκα (Ιλύς &	%	21.00	28.00	24.50

Διερχόμενο N ₀ 200	%	21.00	28.00	24.50
Διερχόμενο N ₀ 4	%	37.00	67.00	52.00

Ερευνητικό όρυγμα E.O-5 (X. θ 0+600)

Η έρευνα των λιθολογικών σχηματισμών που συγκροτούν το υπέδαφος,

στην θέση του ερευνητικού ορύγματος Ε.Ο-5, έδειξε ότι το υπέδαφος αποτελείται από την ακόλουθη εδαφική στρώση :

- Η πρώτη επιφανειακή εδαφική στρώση συνίσταται από καστανού έως καστανοκίτρινου χρώματος χαλαρούς σχηματισμούς πλευρικών κορημάτων (ασβεστολιθικές και ψαμμιτικές κροκαλολατύπες με επικράτηση των ασβεστολιθικών και με κυμαινόμενο μέγεθος αλλά γενικά με επικράτηση των μικρών μεγεθών, χαλίκια, άμμο και λιγοστή άργιλο). Έχει μικρή πλαστικότητα και κατατάσσεται ως έδαφος (GC). Εκτείνεται έως το βάθος των 4.00 m. κάτω από την επιφάνεια του εδάφους του ερευνητικού ορύγματος Ε. 0-5.

Οι φυσικές ιδιότητες της στρώσης κυμαίνονται όπως στον πίνακα που ακολουθεί:

		Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέση τιμή
Φυσική Υγρασία	W%	9.80	10.10	9.95
Όριο Υδαρότητας	LL%	17.00	19.00	18.00
Όριο Πλαστικότητας	PL%	8.00	11.00	9.50
Δείκτης Πλαστικότητας	PI%	8.00	9.00	8.50
Χαλίκια	%	50.00	54.00	52.00
Άμμος	%	31.00	31.00	31.00
Λεπτόκοκκα (Ίλύς &	%	15.00	19.00	17.00
Διερχόμενο N ₀ 200	%	15.00	19.00	17.00
Διερχόμενο N ₀ 4	%	46.00	50.00	48.00

Ερευνητικό όρυγμα Ε.Ο-6 (Χ.Θ 0+700)

Η έρευνα των λιθολογικών σχηματισμών που συγκροτούν το υπέδαφος, στην θέση του ερευνητικού ορύγματος Ε.Ο-6, έδειξε ότι το υπέδαφος αποτελείται από την ακόλουθη εδαφική στρώση :

■ Η πρώτη επιφανειακή εδαφική στρώση συνίσταται από καστανού έως καστανοκίτρινου χρώματος χαλαρούς σχηματισμούς πλευρικών κορημάτων (ασβεστολιθικές και ψαμμιτικές κροκαλολατύπες με επικράτηση των ασβεστολιθικών και με κυμαινόμενο μέγεθος, αλλά γενικά με επικράτηση των μικρών μεγεθών, χαλίκια, άμμο και λιγοστή άργιλο). Έχει μικρή πλαστικότητα και κατατάσσεται ως έδαφος (SC - CL). Εκτείνεται έως το βάθος των 4.00 m. κάτω από την επιφάνεια του εδάφους του ερευνητικού ορύγματος Ε. Ο - 6.

Οι φυσικές ιδιότητες της στρώσης κυμαίνονται όπως στον πίνακα που ακολουθεί:

		Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέση τιμή
Φυσική Υγρασία	W%	12.50	12.60	12.55
Όριο Υδαρότητας	IX %	17.00	25.00	21.00
Όριο Πλαστικότητας	PL%	8.00	12.00	10.00
Δείκτης Πλαστικότητας	PI %	9.00	13.00	11.00
Χαλίκια	%	25.00	30.00	27.50
Άμμος	%	14.00	45.00	29.50
Λεπτόκοκκα (Ιλύς &	%	25.00	61.00	43.00
Διερχόμενο N ₀ 200	%	25.00	61.00	43.00
Διερχόμενο N ₀ 4	%	39.00	106.00	72.50

Μηχανικές Ιδιότητες

Από μία (1) δοκιμή ανεμπόδιστης θλίψης σε δείγματα (CL), βρέθηκε ότι η αντοχή σε ανεμπόδιστη θλίψη q_u είναι ίση με 118 kPa (1,18 kg / cm²).

Ερευνητικό όρυγμα Ε.Ο-7 (Χ. Θ 0+800)

Η έρευνα των λιθολογικών σχηματισμών που συγκροτούν το υπέδαφος,

στην θέση του ερευνητικού ορύγματος E.O-7, έδειξε ότι το υπέδαφος αποτελείται από την ακόλουθη εδαφική στρώση :

- Η πρώτη επιφανειακή εδαφική στρώση συνίσταται από των κίτρινες έως λευκές μάργες με άμμο, χαλίκια και λιγοστές κροκαλολατύπες. Έχει μικρή έως μέση πλαστικότητα και κατατάσσεται ως έδαφος (CL). Εκτείνεται έως το βάθος των 4.00 m. κάτω από την επιφάνεια του εδάφους του ερευνητικού ορύγματος E. O - 7.

Οι φυσικές ιδιότητες της στρώσης κυμαίνονται όπως στον πίνακα που ακολουθεί:

		Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέση τιμή
Φυσική Υγρασία	W%	17.60	19.40	18.50
Όριο Υδαρότητας	LL%	26.00	31.00	28.50
Όριο Πλαστικότητας	PL%	14.00	17.00	15.50
Δείκτης Πλαστικότητας	PI%	12.00	14.00	13.00
Χαλίκια	%	1.00	2.00	1.50
Άμμος	%	20.00	21.00	20.50
Λεπτόκοκκα (Ιλύς &	%	77.00	79.00	78.00
Διερχόμενο N ₀ 200	%	77.00	79.00	78.00
Διερχόμενο N ₀ 4	%	97.00	100.00	98.50

Ερευνητικό όρυγμα E.O-8 (X. θ 0+900)

Η έρευνα των λιθολογικών σχηματισμών που συγκροτούν το υπέδαφος, στην θέση του ερευνητικού ορύγματος E.O-8, έδειξε ότι το υπέδαφος αποτελείται από την ακόλουθη εδαφική στρώση :

- Η πρώτη επιφανειακή εδαφική στρώση συνίσταται από των κίτρινες έως λευκές μάργες με άμμο, χαλίκια και λιγοστές κροκαλολατύπες. Έχει μέση πλαστικότητα και κατατάσσεται ως έδαφος (CL). Εκτείνεται έως το βάθος των 4.00 m. κάτω από την επιφάνεια του εδάφους του

ερευνητικού ορύγματος Ε. Ο - 8.

Οι φυσικές ιδιότητες της στρώσης κυμαίνονται όπως στον πίνακα που ακολουθεί:

		Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέση τιμή
Φυσική Υγρασία	W%	17.80	21.60	19.70
Όριο Υδαρότητας	LL%	44.00	47.00	45.50
Όριο Πλαστικότητας	PL%	15.00	17.00	16.00
Δείκτης Πλαστικότητας	PI%	29.00	30.00	29.50
Χαλίκια	%	2.00	3.00	2.50
Άμμος	%	2.00	4.00	3.00
Άεπτόκοκκα (Ιλύς &	%	94.00	95.00	94.50
Διερχόμενο N ₀ 200	%	94.00	95.00	94.50
Διερχόμενο N ₀ 4	%	96.00	99.00	97.50

Ερευνητικό όρυγμα Ε.Ο-9 (Χ. θ 1+000)

Η έρευνα των λιθολογικών σχηματισμών που συγκροτούν το υπέδαφος, στην θέση του ερευνητικού ορύγματος Ε.Ο-9, έδειξε ότι το υπέδαφος αποτελείται από την ακόλουθη εδαφική στρώση :

- Η πρώτη επιφανειακή εδαφική στρώση συνίσταται από των κίτρινες έως λευκές μάργες με άμμο, χαλίκια και λιγοστές κροκαλολατύπες. Έχει μέση πλαστικότητα και κατατάσσεται ως έδαφος (CL). Εκτείνεται έως το βάθος των 4.00 m. κάτω από την επιφάνεια του εδάφους του ερευνητικού ορύγματος Ε. Ο - 9.

Οι φυσικές ιδιότητες της στρώσης κυμαίνονται όπως στον πίνακα που ακολουθεί:

		Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέση τιμή
Φυσική Υγρασία	W%	17.80	21.60	19.70
Όριο Υδαρότητας	LL%	39.00	41.00	40.00
Όριο Πλαστικότητας	PL%	13.00	16.00	14.50
Δείκτης Πλαστικότητας	PI%	23.00	28.00	25.50
Χαλίκια	%	0.00	1.00	0.50
Άμμος	%	5.00	6.00	5.50
Λεπτόκοκκα (Ιλύς &	%	94.00	94.00	94.00
Διερχόμενο N ₀ 200	%	94.00	94.00	94.00
Διερχόμενο N ₀ 4	%	99.00	100.00	99.50

Ερευνητικό όρυγμα Ε.Ο-10 (Χ. θ 1+100)

Η έρευνα των λιθολογικών σχηματισμών που συγκροτούν το υπέδαφος, στην θέση του ερευνητικού ορύγματος Ε.Ο-10, έδειξε ότι το υπέδαφος αποτελείται από την ακόλουθη εδαφική στρώση :

- Η πρώτη επιφανειακή εδαφική στρώση συνίσταται από των κίτρινες έως λευκές μάργες με άμμο, χαλίκια και λιγοστές κροκαλολατύπες. Έχει μέση πλαστικότητα και κατατάσσεται ως έδαφος (CL). Εκτείνεται έως το βάθος των 4.00 m. κάτω από την επιφάνεια του εδάφους του ερευνητικού ορύγματος Ε. Ο - 10.

Οι φυσικές ιδιότητες της στρώσης κυμαίνονται όπως στον πίνακα που ακολουθεί:

		Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέση τιμή
Φυσική Υγρασία	W%	20.40	26.70	23.55

Όριο Υδαρότητας	LL%	37.00	39.00	38.00
Όριο Πλαστικότητας	PL%	15.00	16.00	15.50
Δείκτης Πλαστικότητας	PI %	22.00	23.00	22.50
Χαλίκια	%	0.00	1.00	0.50
Άμμος	%	8.00	8.00	8.00
Λεπτόκοκκα (Ιλύς &	%	91.00	92.00	91.50
Διερχόμενο N ₀ 200	%	91.00	92.00	91.50
Διερχόμενο N ₀ 4	%	99.00	100.00	99.50

Ερευνητικό ορύγμα Ε.Ο-11 (Χ. θ 1+200)

Η έρευνα των λιθολογικών σχηματισμών που συγκροτούν το υπέδαφος, στην θέση του ερευνητικού ορύγματος Ε.Ο-11, έδειξε ότι το υπέδαφος αποτελείται από την ακόλουθη εδαφική στρώση :

- Η πρώτη επιφανειακή εδαφική στρώση συνίσταται από των κίτρινες έως λευκές μάργες με άμμο, χαλίκια και λιγοστές κροκαλολατύπες. Έχει μέση πλαστικότητα και κατατάσσεται ως έδαφος (CL). Εκτείνεται έως το βάθος των 4.00 m. κάτω από την επιφάνεια του εδάφους του ερευνητικού ορύγματος Ε. Ο - 11.

Οι φυσικές ιδιότητες της στρώσης κυμαίνονται όπως στον πίνακα που ακολουθεί:

		Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέση τιμή
Φυσική Υγρασία	W%	17.10	27.10	22.10
Όριο Υδαρότητας	LL%	36.00	37.00	36.50
Όριο Πλαστικότητας	PL%	13.00	14.00	13.50
Δείκτης Πλαστικότητας	PI%	23.00	23.00	23.00
Χαλίκια	%	1.00	3.00	2.00
Άμμος	%	9.00	9.00	9.00
Λεπτόκοκκα (Ιλύς &	%	88.00	90.00	89.00

Διερχόμενο N ₀ 200	%	88.00	90.00	89.00
Διερχόμενο N ₀ 4	%	97.00	99.00	98.00

Ερευνητικό ορύγμα Ε.Ο-12 (Χ. Θ 1+300)

Η έρευνα των λιθολογικών σχηματισμών που συγκροτούν το υπέδαφος, στην θέση του ερευνητικού ορύγματος Ε.Ο-12, έδειξε ότι το υπέδαφος αποτελείται από την ακόλουθη εδαφική στρώση :

- Η πρώτη επιφανειακή εδαφική στρώση συνίσταται από των κίτρινες έως λευκές μάργες με άμμο, χαλίκια και λιγοςτές κροκαλολατύπες. Έχει μέση πλαστικότητα και κατατάσσεται ως έδαφος (CL). Εκτείνεται έως το βάθος των 4.00 m. κάτω από την επιφάνεια του εδάφους του ερευνητικού ορύγματος Ε. Ο - 12.

Οι φυσικές ιδιότητες της στρώσης κυμαίνονται όπως στον πίνακα που ακολουθεί:

		Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέση τιμή
Φυσική Υγρασία	W%	16.60	21.60	19.10
Όριο Υδαρότητας	LL%	38.00	41.00	39.50
Όριο Πλαστικότητας	PL%	11.00	18.00	14.50
Δείκτης Πλαστικότητας	PI%	23.00	27.00	25.00
Χαλίκια	%	2.00	2.00	2.00
Άμμος	%	3.00	9.00	6.00
Λεπτόκοκκα (Ιλύς &	%	89.00	95.00	92.00
Διερχόμενο N ₀ 200	%	89.00	95.00	92.00
Διερχόμενο N ₀ 4	%	92.00	104.00	98.00

Μηχανικές Ιδιότητες

Από μία (1) δοκιμή ανεμπόδιστης θλίψης σε δείγματα (CL), βρέθηκε ότι η αντοχή σε ανεμπόδιστη θλίψη q_u είναι ίση με 343 kPa

(3,43 kg / cm²).

Ερευνητικό ορύγμα E.O-13 (X. Θ 1+400)

Η έρευνα των λιθολογικών σχηματισμών που συγκροτούν το υπέδαφος, στην θέση του ερευνητικού ορύγματος E.O-13, έδειξε ότι το υπέδαφος αποτελείται από την ακόλουθη εδαφική στρώση :

- Η πρώτη επιφανειακή εδαφική «τρώση συνίσταται από των κίτρινες έως λευκές μάργες με άμμο, χαλίκια και λιγοστές κροκαλολατύπες. Έχει μέση πλαστικότητα και κατατάσσεται ως έδαφος (CL). Εκτείνεται έως το βάθος των 4.00 m. κάτω από την επιφάνεια του εδάφους του ερευνητικού ορύγματος E. O - 13.

Οι φυσικές ιδιότητες της στρώσης κυμαίνονται όπως στον πίνακα που ακολουθεί:

		Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέση τιμή
Φυσική Υγρασία	W%	14.90	21.10	18.00
Όριο Υδαρότητας	IX %	39.00	49.00	44.00
Όριο Πλαστικότητας	PL %	15.00	17.00	16.00
Δείκτης Πλαστικότητας	PI%	22.00	34.00	28.00
Χαλίκια	%	2.00	8.00	5.00
Άμμος	%	1.00	9.00	5.00
Λεπτόκοκκα (Ιλύς &	%	83.00	97.00	90.00
Διερχόμενο N ₀ 200	%	83.00	97.00	90.00
Διερχόμενο N ₀ 4	%	84.00	106.00	95.00

Ερευνητικό ορύγμα E.O-14 (X. Θ 1+500)

Η έρευνα των λιθολογικών σχηματισμών που συγκροτούν το υπέδαφος, στην θέση του ερευνητικού ορύγματος E.O-14, έδειξε ότι το υπέδαφος

αποτελείται από την ακόλουθη εδαφική στρώση :

- Η πρώτη Επιφανειακή εδαφική στρώση συνίσταται από των κίτρινες έως λευκές μάργες με άμμο, χαλίκια και λιγοστές κροκαλολατύπες. Έχει χαμηλή πλαστικότητα και κατατάσσεται ως έδαφος (CL). Εκτείνεται έως το βάθος των 4.00 m. κάτω από την επιφάνεια του εδάφους του ερευνητικού ορύγματος E. O - 14.

Οι φυσικές ιδιότητες της στρώσης κυμαίνονται όπως στον πίνακα που ακολουθεί:

		Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέση τιμή
Φυσική Υγρασία	W%	17.60	17.80	17.70
Όριο Υδαρότητας	LL%	23.00	27.00	25.00
Όριο Πλαστικότητας	PL %	13.00	18.00	15.50
Δείκτης Πλαστικότητας	PI%	9.00	10.00	9.50
Χαλίκια	%	2.00	5.00	3.50
Άμμος	%	26.00	32.00	29.00
Λεπτόκοκκα (Ιλύς &	%	66.00	69.00	67.50
Διερχόμενο N ₀ 200	%	66.00	69.00	67.50
Διερχόμενο N ₀ 4	%	92.00	101.00	96.50

Ερευνητικό όρυγμα E.O-15 (X. θ 1+600)

Η έρευνα των λιθολογικών σχηματισμών που συγκροτούν το υπέδαφος, στην θέση του ερευνητικού ορύγματος E.O-15, έδειξε ότι το υπέδαφος αποτελείται από την ακόλουθη εδαφική στρώση :

- Η πρώτη επιφανειακή εδαφική στρώση συνίσταται από των κίτρινες έως λευκές μάργες με άμμο, χαλίκια και λιγοστές κροκαλολατύπες. Έχει χαμηλή έως μέση πλαστικότητα και κατατάσσεται ως έδαφος (CL). Εκτείνεται έως το βάθος των 4.00 m. κάτω από την επιφάνεια του

εδάφους του ερευνητικού ορύγματος Ε. Ο - 15.

Οι φυσικές ιδιότητες της στρώσης κυμαίνονται όπως στον πίνακα που ακολουθεί:

		Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέση τιμή
Φυσική Υγρασία	W%	14.70	19.90	17.30
Όριο Υδαρότητας	LL%	31.00	36.00	33.50
Όριο Πλαστικότητας	PL%	15.00	19.00	17.00
Δείκτης Πλαστικότητας	PI%	16.00	17.00	16.50
Χαλίκια	%	5.00	6.00	5.50
Άμμος	%	22.00	35.00	28.50
Λεπτόκοκκα (Ιλύς &	%	59.00	73.00	66.00
Διερχόμενο N ₀ 200	%	59.00	73.00	66.00
Διερχόμενο N ₀ 4	%	81.00	108.00	94.50

Ερευνητικό όρυγμα Ε.Ο-16 (Χ. θ 1+700)

Η έρευνα των λιθολογικών σχηματισμών που συγκροτούν το υπέδαφος, στην θέση του ερευνητικού ορύγματος Ε.Ο-16, έδειξε ότι το υπέδαφος αποτελείται από την ακόλουθη εδαφική στρώση :

- Η πρώτη επιφανειακή εδαφική στρώση συνίσταται από των κίτρινες έως λευκές μάργες με άμμο, χαλίκια και λιγοστές κροκαλολατύπες. Έχει χαμηλή πλαστικότητα και κατατάσσεται ως έδαφος (CL). Εκτείνεται έως το βάθος των 4.00 m. κάτω από την επιφάνεια του εδάφους του ερευνητικού ορύγματος Ε. Ο - 16.

Οι φυσικές ιδιότητες της στρώσης κυμαίνονται όπως στον πίνακα που ακολουθεί:

		Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέση τιμή
Φυσική Υγρασία	W%	12.70	17.80	15.25
Όριο Υδαρότητας	LL %	21.00	26.00	23.50
Όριο Πλαστικότητας	PL%	10.00	15.00	12.50
Δείκτης Πλαστικότητας	PI%	11.00	11.00	11.00
Χαλίκια	%	11.00	13.00	12.00
Άμμος	%	33.00	44.00	38.50
Λεπτόκοκκα (Ιλύς &	%	43.00	56.00	49.50
Διερχόμενο N ₀ 200	%	43.00	56.00	49.50
Διερχόμενο N ₀ 4	%	76.00	100.00	88.00

Μηχανικές Ιδιότητες

Από μία (1) δοκιμή ανεμπόδιστης θλίψης σε δείγματα (CL), βρέθηκε ότι η αντοχή σε ανεμπόδιση θλίψη q_u είναι ίση με 425 kPa (4.25 kg / cm²).

Ερευνητικό ορύγμα Ε.Ο-17 (Χ. Θ 1+800)

Η έρευνα των λιθολογικών σχηματισμών που συγκροτούν το υπέδαφος, στην θέση του ερευνητικού ορύγματος Ε.Ο-17, έδειξε ότι το υπέδαφος αποτελείται από την ακόλουθη εδαφική στρώση :

- Η πρώτη επιφανειακή εδαφική στρώση συνίσταται από των κίτρινες έως λευκές μάργες με άμμο, χαλίκια και λιγοστές κροκαλολατύπες. Έχει μέση πλαστικότητα και κατατάσσεται ως έδαφος (CL). Εκτείνεται έως το βάθος των 4.00 m. κάτω από την επιφάνεια του εδάφους του ερευνητικού ορύγματος Ε. Ο - 17.

Οι φυσικές ιδιότητες της στρώσης κυμαίνονται όπως στον πίνακα που ακολουθεί:

		Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέση τιμή
Φυσική Υγρασία	W%	13.40	19.80	16.60
Όριο Υδαρότητας	LL%	32.00	39.00	35.50
Όριο Πλαστικότητας	PL %	15.00	21.00	18.00
Δείκτης Πλαστικότητας	PI%	17.00	18.00	17.50
Χαλίκια	%	7.00	14.00	10.50
Άμμος	%	8.00	17.00	12.50
Λεπτόκοκκα (Ιλύς &	%	69.00	85.00	77.00
Διερχόμενο N ₀ 200	%	69.00	85.00	77.00
Διερχόμενο N ₀ 4	%	77.00	102.00	89.50

Μηχανικές Ιδιότητες

Από μία (1) δοκιμή ανεμπόδιστης θλίψης σε δείγματα (CL), βρέθηκε ότι η αντοχή σε ανεμπόδιστη θλίψη q_u είναι ίση με 219 kPa (2.19 kg / cm²).

Ερευνητικό ορύγμα E.O-18 (X. θ 1+915)

Η έρευνα των λιθολογικών σχηματισμών που συγκροτούν το υπέδαφος, στην θέση του ερευνητικού ορύγματος E.O-18, έδειξε ότι το υπέδαφος αποτελείται από την ακόλουθη εδαφική στρώση :

- Η πρώτη επιφανειακή εδαφική στρώση συνίσταται από κροκαλοπαγή η στρωματογραφική διάρθρωση των οποίων καθίσταται δυσχερής συνεπεία των μεταβάσεων τόσο κατά τη στρώση όσο και κάθετα σε αυτή, καθώς επίσης λόγω των πολλών εσωτερικών ασυμφωνιών οφειλομένων στο χειμαρρώδη χαρακτήρα των αδρομερέστερων από τα

ιζήματα και επί πλέον λόγω των διαρρήξεων. Ο συντελεστής υδροπερατότητάς τους είναι $\kappa = 1,7 * 10^{-6}$ m/sec.

Οι φυσικές ιδιότητες της στρώσης κυμαίνονται όπως στον πίνακα που ακολουθεί:

		Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέση τιμή
Ξηρό βάρος	gr/cm	2.72	2.92	2.82
Ξηρά πυκνότητα	kN/m ³	23.71	25.39	24.55

Μηχανικές Ιδιότητες

Από τέσσερις (4) δοκιμές μονοαξονικής θλίψης σε δείγματα, βρέθηκε ότι η αντοχή σε μονοαξονική θλίψη σ_0 κυμαίνεται από 16,8 έως 21,8 MPa με μέση τιμή $\sigma_0 = 19,3$ MPa (193 kg / cm²) με τυπική απόκλιση $\sigma_{n-1} = 9,6$ MPa (965 kg / cm²).

Σύμφωνα με το σύγγραμμα του A. C. Waltham, "Foundations of Engineering Geology", ο βράχος που παρουσιάζει αντοχή σε μονοαξονική θλίψη μεταξύ 10 και 50 MPa χαρακτηρίζεται ως "σχετικά ασθενής βράχος", ενώ σε περίπτωση που η αντοχή του κυμαίνεται από 1,5 έως 10 MPa χαρακτηρίζεται ως "ασθενής βράχος".

Το τέμνον μέτρο ελαστικότητας E_s στις τέσσερις δοκιμές κυμαίνεται από 3878 έως 8810 MPa με μέση τιμή $E_s = 6344$ MPa (63440 kg / cm²) και τυπική απόκλιση $\sigma_{n.1} = 3172$ MPa (31720 kg / cm²).

Για την αντοχή σε μονοαξονική θλίψη μπορούμε να λάβουμε ως παράμετρο σχεδιασμού τη μέση τιμή μείον την τυπική απόκλιση των τιμών που προκύπτουν από τις προαναφερόμενες δοκιμές,

δηλαδή :

$$\sigma_0 (\text{σχεδιασμού}) = 19,3 - 9,6 = 9,7 \text{ Mpa}$$

Σύμφωνα επομένως με τα παραπάνω αναφερόμενα στοιχεία, επιλέγονται οι ακόλουθες παράμετροι σχεδιασμού :

1. Αντοχή σε μονοαξονική θλίψη $\sigma_c = 9,7 \text{ Mpa}$
2. Τέμνον μέτρο ελαστικότητας $E_s = 6300 \text{ Mpa}$
3. Πυκνότητα $\gamma = 24,55 \text{ kN/m}^3$
4. Γωνία εσωτερικής τριβής $\varphi = 35^\circ$
5. Συνοχή $c = 10 \text{ kPa}$

Ερευνητικό ορύγμα Ε.Ο-19 (Χ. Θ 2+000)

Η έρευνα των λιθολογικών σχηματισμών που συγκροτούν το υπέδαφος, στην θέση του ερευνητικού ορύγματος Ε.Ο-19, έδειξε ότι το υπέδαφος αποτελείται από την ακόλουθη εδαφική στρώση :

- Η πρώτη επιφανειακή εδαφική στρώση συνίσταται από κροκαλοπαγή η στρωματογραφική διάρθρωση των οποίων καθίσταται δυσχερής συνεπεία των μεταβάσεων τόσο κατά τη στρώση όσο και κάθετα σε αυτή, καθώς επίσης λόγω των πολλών εσωτερικών ασυμφωνιών οφειλομένων στο χειμαρρώδη χαρακτήρα των αδρομερέστερων από τα ιζήματα και επί πλέον λόγω των διαρρήξεων. Ο βαθμός αποσάθρωσης της βραχώμαζας είναι I - I_α, έχοντας ασυνέχειες πυκνές και κλειστές. Ο βαθμός ρωγμάτωσης τους είναι ελαφρός - ευκρινής Z₀ - Z με τις κατατμήσεις τους να χαρακτηρίζονται ευκρινώς μηχανικά δραστικές. Ο συντελεστής υδροπερατότητάς τους είναι $\kappa = 1,7 * 10^{-9} \text{ m/sec}$. Οι φυσικές ιδιότητες της στρώσης κυμαίνονται όπως στον πίνακα που ακολουθεί:

		Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέση τιμή
Ξηρό βάρος	gr/cm	2.72	2.92	2.82

Ξηρά πυκνότητα	kN/m ³	23.71	25.39	24.55
----------------	-------------------	-------	-------	-------

Μηχανικές Ιδιότητες

Από τέσσερις (4) δοκιμές μονοαξονικής θλίψης σε δείγματα, βρέθηκε ότι η αντοχή σε μονοαξονική θλίψη σ_0 κυμαίνεται από 16,8 έως 21,8 MPa με μέση τιμή $\sigma_0 = 20,5$ MPa (205 kg / cm²) με τυπική απόκλιση $\sigma_{\eta-1} = 10,2$ MPa (102 kg / cm²).

Σύμφωνα με το σύγγραμμα του A. C. Waltham, "Foundations of Engineering Geology", ο βράχος που παρουσιάζει αντοχή σε μονοαξονική θλίψη μεταξύ 10 και 50 MPa χαρακτηρίζεται ως "σχετικά ασθενής βράχος", ενώ σε περίπτωση που η αντοχή του κυμαίνεται από 1,5 έως 10 MPa χαρακτηρίζεται ως "ασθενής βράχος".

Το τέμνον μέτρο ελαστικότητας E_c στις τέσσερις δοκιμές κυμαίνεται από 3878 έως 8810 MPa με μέση τιμή $E_c = 7577$ MPa (75770 kg / cm²) και τυπική απόκλιση $\sigma_{\eta-1} = 3788$ MPa (37885 kg / cm²).

Για την αντοχή σε μονοαξονική θλίψη μπορούμε να λάβουμε ως παράμετρο σχεδιασμού τη μέση τιμή μείον την τυπική απόκλιση των τιμών που προκύπτουν από τις προαναφερόμενες δοκιμές, δηλαδή :

$$\sigma_0 (\text{σχεδιασμού}) = 20,5 - 10,2 = 10,3 \text{ MPa}$$

Σύμφωνα επομένως με τα παραπάνω αναφερόμενα στοιχεία, επιλέγονται οι ακόλουθες παράμετροι σχεδιασμού :

6. Αντοχή σε μονοαξονική θλίψη $\sigma_c = 10,3 \text{ Mpa}$
7. Τέμνον μέτρο ελαστικότητας $E_s = 75011 \text{ Mpa}$
8. Πυκνότητα $\gamma = 24,55 \text{ kN/m}^3$
9. Γωνία εσωτερικής τριβής $\phi = 35^\circ$
10. Συνοχή $c = 10 \text{ kPa}$

Ερευνητικό ορύγμα E.O-20 (X. Θ 2+100)

Η έρευνα των λιθολογικών σχηματισμών που συγκροτούν το υπέδαφος, στην θέση του ερευνητικού ορύγματος E.O-20, έδειξε ότι το υπέδαφος αποτελείται από την ακόλουθη εδαφική στρώση :

- Η πρώτη επιφανειακή εδαφική στρώση συνίσταται από των κίτρινες έως λευκές μάργες με άμμο, χαλίκια και λιγοστές κροκαλολατύπες. Έχει χαμηλή έως μέση πλαστικότητα και κατατάσσεται ως έδαφος (CL). Εκτείνεται έως το βάθος των 4.00 m. κάτω από την επιφάνεια του εδάφους του ερευνητικού ορύγματος E. O — 20.

Οι φυσικές ιδιότητες της στρώσης κυμαίνονται όπως στον πίνακα που ακολουθεί:

		Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέση τιμή
Φυσική Υγρασία	W%	18.20	24.40	21.30
Όριο Υδαρότητας	LL%	29.00	34.00	31.50
Όριο Πλαστικότητας	PL%	12.00	14.00	13.00
Δείκτης Πλαστικότητας	PI%	17.00	20.00	18.50
Χαλίκια	%	11.00	13.00	12.00

Άμμος	%	8.00	10.00	9.00
Λεπτόκοκκα (Ιλύς &	%	77.00	81.00	79.00
Διερχόμενο N ₀ 200	%	77.00	81.00	79.00
Διερχόμενο N ₀ 4	%	85.00	91.00	88.00

Ερευνητικό ορύγμα E.O-21 (X. θ 2+200)

Η έρευνα των λιθολογικών σχηματισμών που συγκροτούν το υπέδαφος, στην θέση του ερευνητικού ορύγματος E.O-21, έδειξε ότι το υπέδαφος αποτελείται από την ακόλουθη εδαφική στρώση :

- Η πρώτη επιφανειακή εδαφική στρώση συνίσταται από κροκαλοπαγή η στρωματογραφική διάρθρωση των οποίων καθίσταται δυσχερής συνεπεία των μεταβάσεων τόσο κατά τη στρώση όσο και κάθετα σε αυτή, καθώς επίσης λόγω των πολλών εσωτερικών ασυμφωνιών οφειλομένων στο χειμαρρώδη χαρακτήρα των αδρομερέστερων από τα ιζήματα και επί πλέον λόγω των διαρρήξεων. Ο βαθμός αποσάθρωσης τους είναι I – I_α έχοντας ασυνέχειες πυκνές και κλειστές. Ο βαθμός ρωγμάτωσης τους είναι ελαφρός - ευκρινής Z₀ - Z με τις κατατμήσεις τους να χαρακτηρίζονται ευκρινώς μηχανικά δραστικές. Ο συντελεστής υδροπερατότητάς τους είναι $\kappa = 2,3 * 10^{-6}$ m/sec.

Οι φυσικές ιδιότητες της στρώσης κυμαίνονται όπως στον πίνακα που ακολουθεί:

		Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέση τιμή
Ξηρό βάρος	gr/cm ³	2.69	2.76	2.72

Ξηρά πυκνότητα	kN/m ³	24.48	24.71	24.59
----------------	-------------------	-------	-------	-------

Μηχανικές Ιδιότητες

Από τέσσερις (4) δοκιμές μονοαξονικής θλίψης σε δείγματα, βρέθηκε ότι η αντοχή σε μονοαξονική θλίψη είναι $\sigma_0 = 24,5 \text{ MPa}$ (245 kg / cm^2) με τυπική απόκλιση $\sigma_{\eta-1} = 12,2 \text{ MPa}$ (122 kg / cm^2).

Σύμφωνα με το σύγγραμμα του A. C. Waltham, "Foundations of Engineering Geology", ο βράχος που παρουσιάζει αντοχή σε μονοαξονική θλίψη μεταξύ 10 και 50 Mpa χαρακτηρίζεται ως "σχετικά ασθενής βράχος", ενώ σε περίπτωση που η αντοχή του κυμαίνεται από 1,5 έως 10 Mpa χαρακτηρίζεται ως "ασθενής βράχος".

Το τέμνον μέτρο ελαστικότητας E_s στις τρεις δοκιμές κυμαίνεται από 2755 έως 3794 Mpa με μέση τιμή $E_s = 3101 \text{ MPa}$ (31013 kg / cm^2) και τυπική απόκλιση $\sigma_{\eta-1} = 1550 \text{ MPa}$ (15505 kg / cm^2).

Για την αντοχή σε μονοαξονική θλίψη μπορούμε να λάβουμε ως παράμετρο σχεδιασμού τη μέση τιμή μείον την τυπική απόκλιση των τιμών που προκύπτουν από τις προαναφερόμενες δοκιμές, δηλαδή :

$$\sigma_0 \text{ (σχεδιασμού)} = 24,5 - 12,2 = 12,3 \text{ Mpa}$$

Σύμφωνα επομένως με τα παραπάνω αναφερόμενα στοιχεία, επιλέγονται οι ακόλουθες παράμετροι σχεδιασμού :

1. Αντοχή σε μονοαξονική θλίψη $\sigma_c = 12,3 \text{ Mpa}$
2. Τέμνον μέτρο ελαστικότητας $E_s = 3100 \text{ Mpa}$
3. Πυκνότητα $\gamma = 24,59 \text{ kN/m}^3$
4. Γωνία εσωτερικής τριβής $\phi = 35^\circ$ Συνοχή $c = 15 \text{ kPa}$

Ερευνητικό όρυγμα Ε.Ο-22 (Χ. Θ 2+300)

Η έρευνα των λιθολογικών σχηματισμών που συγκροτούν το υπέδαφος, στην θέση του ερευνητικού ορύγματος Ε.Ο-22, έδειξε ότι το υπέδαφος αποτελείται από τις ακόλουθες εδαφικές στρώσεις :

- Η πρώτη επιφανειακή εδαφική στρώση συνίσταται από κροκαλοπαγή η στρωματογραφική διάρθρωση των οποίων καθίσταται δυσχερής συνεπεία των μεταβάσεων τόσο κατά τη στρώση όσο και κάθετα σε αυτή, καθώς επίσης λόγω των πολλών εσωτερικών ασυμφωνιών οφειλομένων στο χειμαρρώδη χαρακτήρα των αδρομερέστερων από τα ιζήματα και επί πλέον λόγω των διαρρήξεων. Ο βαθμός αποσάθρωσης τους είναι I - I_a, έχοντας ασυνέχειες πυκνές και κλειστές. Ο βαθμός ρωγμάτωσης τους είναι ελαφρός - ευκρινής Z₀ - Z με τις κατατμήσεις τους να χαρακτηρίζονται ευκρινώς μηχανικά δραστικές. Ο συντελεστής υδροπερατότητάς τους είναι $\kappa = 1,9 * 10^{-6}$ m/sec.

Οι φυσικές ιδιότητες της στρώσης κυμαίνονται όπως στον πίνακα που ακολουθεί:

		Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέση τιμή
Ξηρό βάρος	gr/cm ³	2.96	2.96	2.96
Ξηρά πυκνότητα	kN/m ³	25.33	25.33	25.33

Μηχανικές Ιδιότητες

Από τέσσερις (4) δοκιμές μονοαξονικής θλίψης σε δείγματα, βρέθηκε ότι η αντοχή σε μονοαξονική θλίψη είναι $\sigma_0 = 25,9$ MPa (259 kg / cm²) με τυπική απόκλιση $\sigma_{\eta-1} = 12,9$ MPa (129 kg / cm²).

Σύμφωνα με το σύγγραμμα του A. C. Waltham, "Foundations of Engineering Geology", ο βράχος που παρουσιάζει αντοχή σε μονοαξονική θλίψη μεταξύ 10 και 50 Mpa χαρακτηρίζεται ως "σχετικά ασθενής βράχος", ενώ σε περίπτωση που η αντοχή του κυμαίνεται από 1,5 έως 10 Mpa

χαρακτηρίζεται ως "ασθενής βράχος".

Το τέμνον μέτρο ελαστικότητας E_s στις δύο δοκιμές είναι $E_s = 5360$ MPa (53600 kg / cm^2) και η τυπική απόκλιση $\sigma_{\eta-1} = 2680$ MPa (26800 kg / cm^2).

Για την αντοχή σε μονοαξονική θλίψη μπορούμε να λάβουμε ως παράμετρο σχεδιασμού τη μέση τιμή μείον την τυπική απόκλιση των τιμών που προκύπτουν από τις προαναφερόμενες δοκιμές, δηλαδή :

$$\sigma_0 (\text{σχεδιασμού}) = 25,9 - 12,9 = 13,0 \text{ Mpa}$$

Σύμφωνα επομένως με τα παραπάνω αναφερόμενα στοιχεία, επιλέγονται οι ακόλουθες παράμετροι σχεδιασμού :

1. Αντοχή σε μονοαξονική θλίψη $\sigma_c = 13,0 \text{ Mpa}$
2. Τέμνον μέτρο ελαστικότητας $E_s = 5360 \text{ Mpa}$
3. Πυκνότητα $\gamma = 25,33 \text{ kN/m}^3$
4. Γωνία εσωτερικής τριβής $\phi = 33^\circ$
5. Συνοχή $c = 20 \text{ kPa}$

Ερευνητικό όρυγμα E.O-23 (X. θ 2+510)

Η έρευνα των λιθολογικών σχηματισμών που συγκροτούν το υπέδαφος, στην θέση του ερευνητικού ορύγματος E.O-23, έδειξε ότι το υπέδαφος αποτελείται από τις ακόλουθες εδαφικές στρώσεις :

- Η πρώτη επιφανειακή εδαφική στρώση συνίσταται από κροκαλοπαγή η στρωματογραφική διάρθρωση των οποίων καθίσταται δυσχερής συνεπεία των μεταβάσεων τόσο κατά τη στρώση όσο και κάθετα σε αυτή, καθώς επίσης λόγω των πολλών εσωτερικών ασυμφωνιών οφειλομένων στο χειμαρρώδη χαρακτήρα των αδρομερέστερων από τα ιζήματα και επί πλέον λόγω των διαρρήξεων. Ο βαθμός αποσάθρωσης τους είναι I - I_a, έχοντας ασυνέχειες πυκνές και κλειστές. Ο βαθμός ρωγμάτωσης τους είναι ελαφρός - ευκρινής Z₀ - Z με τις κατατμήσεις

τους να χαρακτηρίζονται ευκρινώς μηχανικά δραστικές. Ο συντελεστής υδροπερατότητας τους είναι $\kappa = 1,2 \cdot 10^{-6}$ m/sec.

Οι φυσικές ιδιότητες της στρώσης κυμαίνονται όπως στον πίνακα που ακολουθεί:

		Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέση τιμή
Ξηρό βάρος	gr/cm	2.84	2.84	2.84
Ξηρά πυκνότητα	kN/m ³	25.48	25.48	25.48

Μηχανικές Ιδιότητες

Από τέσσερις (4) δοκιμές μονοαξονικής θλίψης σε δείγματα, βρέθηκε ότι η αντοχή σε μονοαξονική θλίψη είναι $\sigma_0 = 19,8$ MPa ($198 \text{ kg} / \text{cm}^2$) με τυπική απόκλιση $\sigma_{\eta-1} = 9,9$ MPa ($99 \text{ kg} / \text{cm}^2$).

Σύμφωνα με το σύγγραμμα του A. C. Waltham, "Foundations of Engineering Geology", ο βράχος που παρουσιάζει αντοχή σε μονοαξονική θλίψη μεταξύ 10 και 50 Mpa χαρακτηρίζεται ως "σχετικά ασθενής βράχος", ενώ σε περίπτωση που η αντοχή του κυμαίνεται από 1,5 έως 10 Mpa χαρακτηρίζεται ως "ασθενής βράχος".

Το τέμνον μέτρο ελαστικότητας E_s στις τρεις δοκιμές είναι $E_s = 3919$ MPa ($39190 \text{ kg} / \text{cm}^2$) και η τυπική απόκλιση $\sigma_{\eta-1} = 1959$ MPa ($19590 \text{ kg} / \text{cm}^2$).

Για την αντοχή σε μονοαξονική θλίψη μπορούμε να λάβουμε ως παράμετρο σχεδιασμού τη μέση τιμή μείον την τυπική απόκλιση των τιμών που προκύπτουν από τις προαναφερόμενες δοκιμές, δηλαδή :

$$\sigma_0 (\text{σχεδιασμού}) = 19,8 - 9,9 = 9,9 \text{ Mpa}$$

Σύμφωνα επομένως με τα παραπάνω αναφερόμενα στοιχεία,

επιλέγονται οι ακόλουθες παράμετροι σχεδιασμού :

1. Αντοχή σε μονοαξονική θλίψη $\sigma_c = 9,9 \text{ Mpa}$
2. Τέμνον μέτρο ελαστικότητας $E_s = 39(10 \text{ Mpa}$
3. Πυκνότητα $\gamma = 25,48 \text{ IcN/m}^3$
4. Γωνία εσωτερικής τριβής $\phi = 35^\circ$
5. Συνοχή $c = 10 \text{ kPa}$

Ερευνητικό ορύγμα Ε.Ο-24 (Χ. θ 2+600)

Η έρευνα των λιθολογικών σχηματισμών που συγκροτούν το υπέδαφος, στην θέση του ερευνητικού ορύγματος Ε. 0-24, έδειξε ότι το υπέδαφος αποτελείται από την ακόλουθη εδαφική στρώση :

- Η πρώτη επιφανειακή εδαφική στρώση συνίσταται από των κίτρινες έως λευκές μάργες με άμμο, χαλίκια και λιγοστές κροκαλολατύπες. Έχει μέση πλαστικότητα και κατατάσσεται ως έδαφος (CL). Εκτείνεται έως το βάθος των 4.00 m. κάτω από την επιφάνεια του εδάφους του ερευνητικού ορύγματος Ε. Ο - 24.

Οι φυσικές ιδιότητες της στρώσης κυμαίνονται όπως στον πίνακα που ακολουθεί:

		Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέση τιμή
Φυσική Υγρασία	W%	19.70	21.10	20.40
Όριο Υδαρότητας	LL%	34.00	35.00	34.50
Όριο Πλαστικότητας	PL%	12.00	13.00	12.50
Δείκτης Πλαστικότητας	PI%	21.00	23.00	22.00
Χαλίκια	%	8.00	10.00	9.00
Άμμος	%	8.00	11.00	9.50
Λεπτόκοκκα (Ϊλύς &	%	81.00	82.00	81.50
Διερχόμενο N ₀ 200	%	81.00	82.00	81.50

Διερχόμενο N ₀ 4	%	89.00	93.00	91.00
-----------------------------	---	-------	-------	-------

Ερευνητικό όρυγμα E.O-25 (X. θ 2+900)

Η έρευνα των λιθολογικών σχηματισμών που συγκροτούν το υπέδαφος, στην θέση του ερευνητικού ορύγματος E.O-25, έδειξε ότι το υπέδαφος αποτελείται από την ακόλουθη εδαφική στρώση :

- Η πρώτη επιφανειακή εδαφική στρώση συνίσταται από κροκαλοπαγή η στρωματογραφική διάρθρωση των οποίων καθίσταται δυσχερής συνεπεία των μεταβάσεων τόσο κατά τη στρώση όσο και κάθετα σε αυτή, καθώς επίσης λόγω των πολλών εσωτερικών ασυμφωνιών οφειλομένων στο χειμαρρώδη χαρακτήρα των αδρομερέστερων από τα ιζήματα και επί πλέον λόγοι των διαρρήξεων. Ο βαθμός αποσάθρωσης τους είναι I - I_a, έχοντας ασυνέχειες πυκνές και κλειστές. Ο βαθμός ρωγμάτωσης τους είναι ελαφρός - ευκρινής Z₀ - Z με τις κατατμήσεις τους να χαρακτηρίζονται ευκρινώς μηχανικά δραστικές. Ο συντελεστής υδροπερατότητάς τους είναι $\kappa = 1,9 * 10^{-7}$ m/sec.

Οι φυσικές ιδιότητες της στρώσης κυμαίνονται όπως στον πίνακα που ακολουθεί:

		Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέση τιμή
Ξηρό βάρος	gr/cm	2.69	2.76	2.72
Ξηρά πυκνότητα	kN/m ³	24.48	24.71	24.59
Δείκτης Χαλάρωσης	%	86.29	92.92	89.60

Μηχανικές Ιδιότητες

Από τέσσερις (4) δοκιμές μονοαξονικής θλίψης σε δείγματα, βρέθηκε ότι η αντοχή σε μονοαξονική θλίψη σ_0 κυμαίνεται από 19,8 έως 21,7 MPa με μέση τιμή $\sigma_0 = 20,7$ MPa (207 kg / cm²) με τυπική

απόκλιση $\sigma_{\eta-1} = 10,3 \text{ MPa}$ (103 kg / cm^2).

Σύμφωνα με το σύγγραμμα του A. C. Waltham, "Foundations of Engineering Geology", ο βράχος που παρουσιάζει αντοχή σε μονοαξονική θλίψη μεταξύ 10 και 50 Mpa χαρακτηρίζεται ως "σχετικά ασθενής βράχος", ενώ σε περίπτωση που η αντοχή του κυμαίνεται από 1,5 έως 10 Mpa χαρακτηρίζεται ως "ασθενής βράχος".

Το τέμνον μέτρο ελαστικότητας E_s στις τέσσερις δοκιμές κυμαίνεται από 2988 έως 3919 Mpa με μέση τιμή $E_s = 3453 \text{ MPa}$ (34535 kg / cm^2) και η τυπική απόκλιση $\sigma_{\eta-1} = 1726 \text{ MPa}$ (17265 kg / cm^2).

Για την αντοχή σε μονοαξονική θλίψη μπορούμε να λάβουμε ως παράμετρο σχεδιασμού τη μέση τιμή μείον την τυπική απόκλιση των τιμών που προκύπτουν από τις προαναφερόμενες δοκιμές, δηλαδή :

$$\sigma_0 (\text{σχεδιασμού}) = 20,7 - 10,3 = 10,4 \text{ Mpa}$$

Σύμφωνα επομένως με τα παραπάνω αναφερόμενα στοιχεία, επιλέγονται οι ακόλουθες παράμετροι σχεδιασμού :

1. Αντοχή σε μονοαξονική θλίψη $\sigma_e = 10,4 \text{ Mpa}$
2. Τέμνον μέτρο ελαστικότητας $E_s = 3400 \text{ Mpa}$
3. Πυκνότητα $\gamma = 24,59 \text{ kN/m}^3$
4. Γωνία εσωτερικής τριβής $\phi = 30^\circ$
5. Συνοχή $c = 30 \text{ kPa}$

Ερευνητικό όρυγμα E.O-26 (X. θ 3+100)

Η έρευνα των λιθολογικών σχηματισμών που συγκροτούν το υπέδαφος, στην θέση του ερευνητικού ορύγματος E.O-26, έδειξε ότι το υπέδαφος

αποτελείται από την ακόλουθη εδαφική στρώση :

- Η πρώτη επιφανειακή εδαφική στρώση συνίσταται από κροκαλοπαγή η στρωματογραφική διάρθρωση των οποίων καθίσταται δυσχερής συνεπεία των μεταβάσεων τόσο κατά τη στρώση όσο και κάθετα σε αυτή, καθώς επίσης λόγω των πολλών εσωτερικών ασυμφωνιών οφειλομένων στο χειμαρρώδη χαρακτήρα των αδρομερέστερων από τα ιζήματα και επί πλέον λόγω των διαρρήξεων. Ο βαθμός αποσάθρωσης τους είναι I - I_a, έχοντας ασυνέχειες πυκνές και κλειστές. Ο βαθμός ρωγμάτωσής τους είναι ελαφρός - ευκρινής Z₀ - Z με τις κατατμήσεις τους να χαρακτηρίζονται ευκρινώς μηχανικά δραστικές. Ο συντελεστής υδροπερατότητάς τους είναι $\kappa = 1,7 * 10^{-6}$ m/sec.

Οι φυσικές ιδιότητες της στρώσης κυμαίνονται όπως στον πίνακα που ακολουθεί:

		Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέση τιμή
Ξηρό βάρος	gr/cm	1.55	2.53	2.04
Ξηρά πυκνότητα	kN/m ³	24.95	25.41	25.18
Ποσοστό περιεχόμενης	%	9.48	9.48	9.48
Δείκτης Χαλάρωσης	%	15.25	70.95	43.10

Από τέσσερις (4) δοκιμές μονοαξονικής θλίψης σε δείγματα, βρέθηκε ότι η αντοχή σε μονοαξονική θλίψη σ_0 κυμαίνεται από 6,2 έως 8,1 MPa με μέση τιμή $\sigma_0 = 7,15$ MPa (715 kg / cm²) με τυπική απόκλιση $\sigma_{\eta-1} = 3,57$ MPa (357 kg / cm²).

Σύμφωνα με το σύγγραμμα του A. C. Waltham, "Foundations of Engineering Geology", ο βράχος που παρουσιάζει αντοχή σε μονοαξονική θλίψη μεταξύ 10 και 50 MPa χαρακτηρίζεται ως "σχετικά ασθενής βράχος", ενώ σε περίπτωση που η αντοχή του

κυμαίνεται από 1,5 έως 10 Mpa χαρακτηρίζεται ως "ασθενής βράχος".

Το τέμνον μέτρο ελαστικότητας E_c στις τέσσερις δοκιμές κυμαίνεται από 750 έως 1196 Mpa με μέση τιμή $E_c = 973$ MPa (9730 kg / cm²) και η τυπική απόκλιση $\sigma_{\eta,1} = 486$ MPa (4865 kg / cm²).

Για την αντοχή σε μονοαξονική θλίψη μπορούμε να λάβουμε ως παράμετρο σχεδιασμού τη μέση τιμή μείον την τυπική απόκλιση των τιμών που προκύπτουν από τις προαναφερόμενες δοκιμές, δηλαδή :

$$\sigma_0 (\text{σχεδιασμού}) = 7,15 - 3,57 = 3,58 \text{ Mpa}$$

Σύμφωνα επομένως με τα παραπάνω αναφερόμενα στοιχεία, επιλέγονται οι ακόλουθες παράμετροι σχεδιασμού :

1. Αντοχή σε μονοαξονική θλίψη $\sigma_c = 3,58$ Mpa
2. Τέμνον μέτρο ελαστικότητας $E_c = 900$ Mpa
3. Πυκνότητα $\gamma = 25,18$ kN/m³
4. Γωνία εσωτερικής τριβής $\varphi = 35^\circ$
5. Συνοχή $c = 10$ kPa

10.3.2. Λιθολογικοί σχηματισμοί που συγκροτούν το Υπέδαφος «το 2° Οδικό Τμήμα (Κούτσι - Οινοποιείο)

Ερευνητικό όρυγμα E0-27 (X. Θ 0+220)

Η έρευνα των λιθολογικών σχηματισμών που συγκροτούν το υπέδαφος, στην θέση του ερευνητικού ορύγματος E.0-27, έδειξε ότι το υπέδαφος αποτελείται από την ακόλουθη εδαφική στρώση :

- Η πρώτη επιφανειακή εδαφική στρώση συνίσταται από των κίτρινες έως λευκές μάργες με άμμο, χαλίκια και λιγιστές κροκαλολατύπες. Έχει μέση πλαστικότητα και κατατάσσεται ως έδαφος (CL). Εκτείνεται έως το βάθος των 4.00 να. κάτω από την επιφάνεια του εδάφους του

ερευνητικού ορύγματος Ε. Ο - 27.

Οι φυσικές ιδιότητες της στρώσης κυμαίνονται όπως στον πίνακα που ακολουθεί:

		Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέση τιμή
Φυσική Υγρασία	W%	17.40	23.20	20.30
Όριο Υδαρότητας	LL%	35.00	36.00	35.50
Όριο Πλαστικότητας	PL%	13.00	13.00	13.00
Δείκτης Πλαστικότητας	PI%	22.00	23.00	22.50
Χαλίκια	%	2.00	5.00	3.50
Άμμος	%	9.00	9.00	9.00
Λεπτόκοκκα (Ϊλύς &	%	86.00	89.00	87.50
Διερχόμενο N ₀ 200	%	86.00	89.00	87.50
Διερχόμενο N ₀ 4	%	95.00	102.00	98.50

Ερευνητικό όρυγμα Ε.Ο-28 (Χ. θ 0+300)

Η έρευνα των λιθολογικών σχηματισμών που συγκροτούν το υπέδαφος, στην θέση του ερευνητικού ορύγματος Ε.Ο-28, έδειξε ότι το υπέδαφος αποτελείται από την ακόλουθη εδαφική στρώση :

- Η πρώτη επιφανειακή εδαφική στρώση συνίσταται από των κίτρινες έως λευκές μάργες με άμμο, χαλίκια και λιγοστές κροκαλολατύπες. Έχει χαμηλή έως μέση πλαστικότητα και κατατάσσεται ως έδαφος (CL). Εκτείνεται έως το βάθος των 4.00 m. κάτω από την επιφάνεια του εδάφους του ερευνητικού ορύγματος Ε. Ο - 28.

Οι φυσικές ιδιότητες της στρώσης κυμαίνονται όπως στον πίνακα που ακολουθεί:

		Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέση τιμή
Φυσική Υγρασία	W%	15.60	20.10	17.85
Όριο Υδαρότητας	LL%	29.00	37.00	33.00
Όριο Πλαστικότητας	PL%	13.00	20.00	16.50
Δείκτης Πλαστικότητας	PI%	16.00	17.00	16.50
Χαλίκια	%	4.00	5.00	4.50
Άμμος	%	22.00	36.00	29.00

Λεπτόκοκκα (Ιλύς &	%	59.00	74.00	66.50
Διερχόμενο N ₀ 200	%	59.00	74.00	66.50
Διερχόμενο N ₀ 4	%	81.00	110.00	95.50

Ερευνητικό ορύγμα Ε.Ο-29 (Χ. Θ 0+450)

Η έρευνα των λιθολογικών σχηματισμών που συγκροτούν το υπέδαφος, στην θέση του ερευνητικού ορύγματος Ε.Ο-29, έδειξε ότι το υπέδαφος αποτελείται από την ακόλουθη εδαφική στρώση :

- Η πρώτη επιφανειακή εδαφική στρώση| συνίσταται από των κίτρινες έως λευκές μάργες με άμμο, χαλίκια και λιγοστές κροκαλολατύπες. Έχει μέση πλαστικότητα και κατατάσσεται ως έδαφος (CL). Εκτείνεται έως το βάθος των 4.00 m. κάτω από την επιφάνεια του εδάφους του ερευνητικού ορύγματος Ε. Ο - 29.

Οι φυσικές ιδιότητες της στρώσης κυμαίνονται όπως στον πίνακα που ακολουθεί:

		Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέση τιμή
Φυσική Υγρασία	W%	17.60	19.80	18.70
Όριο Υδαρότητας	LL%	40.00	43.00	41.50
Όριο Πλαστικότητας	PL%	12.00	17.00	14.50
Δείκτης Πλαστικότητας	PI%	23.00	31.00	27.00
Χαλίκια	%	5.00	10.00	7.50
Άμμος	%	2.00	9.00	5.50
Λεπτόκοκκα (Ιλύς &	%	81.00	93.00	87.00
Διερχόμενο N ₀ 200	%	81.00	93.00	87.00
Διερχόμενο N ₀ 4	%	83.00	102.00	92.50

Μηχανικές Ιδιότητες

Από μία (1) δοκιμή ανεμπόδιστης θλίψης σε δείγματα (CL), βρέθηκε ότι η αντοχή σε ανεμπόδιστη θλίψη q_u είναι ίση με 245 kPa (2.45 kg / cm).

Ερευνητικό ορύγμα E.O-30 (X.Θ 0+900)

Η έρευνα των λιθολογικών σχηματισμών που συγκροτούν το υπέδαφος, στην θέση του ερευνητικού ορύγματος E.O-30, έδειξε ότι το υπέδαφος αποτελείται από την ακόλουθη εδαφική στρώση :

- Η πρώτη επιφανειακή εδαφική στρώση συνίσταται από των κίτρινες έως λευκές μάργες με άμμο, χαλίκια και λιγαστές κροκαλολατύπες. Έχει μέση πλαστικότητα και κατατάσσεται ως έδαφος (CL). Εκτείνεται έως το βάθος των 4.00 m. κάτω από την επιφάνεια του εδάφους του ερευνητικού ορύγματος E. O - 30.

Οι φυσικές ιδιότητες της στρώσης κυμαίνονται όπως στον πίνακα που ακολουθεί:

		Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέση τιμή
Φυσική Υγρασία	W%	18.90	20.40	19.65
Όριο Υδαρότητας	LL%	35.00	42.00	38.50
Όριο Πλαστικότητας	PL %	11.00	14.00	12.50
Δείκτης Πλαστικότητας	PI%	24.00	28.00	26.00
Χαλίκια	%	0.00	1.00	0.50
Άμμος	%	5.00	9.00	7.00
Λεπτόκοκκα (Ιλύς &	%	90.00	95.00	92.50
Διερχόμενο N ₀ 200	%	90.00	95.00	92.50
Διερχόμενο N ₀ 4	%	95.00	104.00	99.50

Ερευνητικό όρυγμα Ε.Ο-31 (Χ.Θ 1+415)

Η έρευνα των λιθολογικών σχηματισμών που συγκροτούν το υπέδαφος, στην θέση του ερευνητικού ορύγματος Ε.Ο-31, έδειξε ότι το υπέδαφος αποτελείται από την ακόλουθη εδαφική στρώση :

- Η πρώτη επιφανειακή εδαφική στρώση συνίσταται από των κίτρινες έως λευκές μάργες με άμμο, χαλίκια και λιγοστές κροκαλολατύπες. Έχει μέση πλαστικότητα και κατατάσσεται ως έδαφος (CL). Εκτείνεται έως το βάθος των 4.00 m. κάτω από την επιφάνεια του εδάφους του ερευνητικού ορύγματος Ε. 0-31.

Οι φυσικές ιδιότητες της στρώσης κυμαίνονται όπως στον πίνακα που ακολουθεί:

		Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέση τιμή
Φυσική Υγρασία	W%	18.10	21.30	19.70
Όριο Υδαρότητας	LL%	45.00	46.00	45.50
Όριο Πλαστικότητας	PL %	16.00	18.00	17.00
Δείκτης Πλαστικότητας	PI %	28.00	29.00	28.50
Χαλίκια	%	1.00	1.00	1.00
Άμμος	%	3.00	6.00	4.50

Λεπτόκοκκα (Ιλύς &	%	93.00	96.00	94.50
Διερχόμενο N ₀ 200	%	93.00	96.00	94.50
Διερχόμενο N ₀ 4	%	96.00	102.00	99.00

Ερευνητικό ορύγμα Ε.Ο-32 (Χ. Θ 1+720)

Η έρευνα των λιθολογικών σχηματισμών που συγκροτούν το υπέδαφος, στην θέση του ερευνητικού ορύγματος Ε.Ο-32, έδειξε ότι το υπέδαφος αποτελείται από την ακόλουθη εδαφική στρώση :

- Η πρώτη επιφανειακή εδαφική στρώση συνίσταται από των κίτρινες έως λευκές μάργες με άμμο, χαλίκια και λιγοστές κροκαλολατύπες. Έχει μέση πλαστικότητα και κατατάσσεται ως έδαφος (CL). Εκτείνεται έως το βάθος των 4.00 m. κάτω από την επιφάνεια του εδάφους του ερευνητικού ορύγματος Ε. Ο - 32.

Οι φυσικές ιδιότητες της στρώσης κυμαίνονται όπως στον πίνακα που ακολουθεί:

		Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέση τιμή
Φυσική Υγρασία	W%	17.70	21.10	19.40
Όριο Υδαρότητας	LL%	43.00	45.00	44.00
Όριο Πλαστικότητας	PL%	13.00	18.00	15.50
Δείκτης Πλαστικότητας	PI%	27.00	30.00	28.50
Χαλίκια	%	2.00	2.00	2.00
Άμμος	%	4.00	6.00	5.00
Λεπτόκοκκα (Ιλύς	%	92.00	94.00	93.00
Διερχόμενο N ₀ 200	%	92.00	94.00	93.00
Διερχόμενο N ₀ 4	%	96.00	100.00	98.00

Ερευνητικά όρυγμα Ε.Ο-33 (Χ. θ 2+05§)

Η έρευνα των λιθολογικών σχηματισμών που συγκροτούν το υπέδαφος, στην θέση του ερευνητικού ορύγματος Ε.Ο-33, έδειξε ότι το υπέδαφος αποτελείται από την ακόλουθη εδαφική στρώση :

- Η πρώτη επιφανειακή εδαφική στρώση συνίσταται από των κίτρινες έως λευκές μάργες με άμμο, χαλίκια και λιγοστές κροκαλολατύπες. Έχει μέση πλαστικότητα και κατατάσσεται ως έδαφος (CL). Εκτείνεται έως το βάθος των 4.00 m. κάτω από την επιφάνεια του εδάφους του ερευνητικού ορύγματος Ε. Ο - 33.

Οι φυσικές ιδιότητες της στρώσης κυμαίνονται όπως στον πίνακα που ακολουθεί:

		Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέση τιμή
Φυσική Υγρασία	W%	21.70	22.30	22.00
Όριο Υδαρότητας	LL%	46.00	48.00	47.00
Όριο Πλαστικότητας	PL %	14.00	19.00	16.50
Δείκτης Πλαστικότητας	PI%	27.00	34.00	30.50
Χαλίκια	%	0.00	1.00	0.50
Άμμος	%	4.00	6.00	5.00
Λεπτόκοκκα (Ιλύς &	%	93.00	96.00	94.50
Διερχόμενο N ₀ 200	%	93.00	96.00	94.50
Διερχόμενο N ₀ 4	%	97.00	102.00	99.50

Ερευνητικό όρυγμα Ε.Ο-34 (Χ.Θ 2+510)

Η έρευνα των λιθολογικών σχηματισμών που συγκροτούν το υπέδαφος, στην θέση του ερευνητικού ορύγματος Ε.Ο-34, έδειξε ότι το υπέδαφος αποτελείται από την ακόλουθη εδαφική στρώση :

- Η πρώτη επιφανειακή εδαφική στρώση συνίσταται από κίτρινες έως λευκές μάργες με άμμο, χαλίκια και λιγοστές κροκαλολατύπες. Έχει μέση πλαστικότητα και κατατάσσεται ως έδαφος (CL). Εκτείνεται έως το βάθος των 4.00 m. κάτω από την επιφάνεια του εδάφους του ερευνητικού ορύγματος E. O - 34.

Οι φυσικές ιδιότητες της στρώσης κυμαίνονται όπως στον πίνακα που ακολουθεί:

		Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέση τιμή
Φυσική Υγρασία	W%	19.90	21.10	20.50
Όριο Υδαρότητας	LL%	44.00	46.00	45.00
Όριο Πλαστικότητας	PL %	15.00	21.00	18.00
Δείκτης Πλαστικότητας	PI%	23.00	31.00	27.00
Χαλίκια	%	0.00	1.00	0.50
Άμμος	%	8.00	8.00	8.00
Λεπτόκοκκα (Ιλύς &	%	91.00	92.00	91.50
Διερχόμενο N ₀ 200	%	91.00	92.00	91.50
Διερχόμενο N ₀ 4	%	99.00	100.00	99.50

Ερευνητικό ορύγμα E.O-35 (X. Θ 2+700)

Η έρευνα των λιθολογικών σχηματισμών που συγκροτούν το υπέδαφος, στην θέση του ερευνητικού ορύγματος E.O-35, έδειξε ότι το υπέδαφος αποτελείται από την ακόλουθη εδαφική στρώση :

- Η πρώτη επιφανειακή εδαφική στρώση συνίσταται από των κίτρινες έως λευκές μάργες με άμμο, χαλίκια και λιγοστές κροκαλολατύπες. Έχει μέση πλαστικότητα και κατατάσσεται ως έδαφος (CL). Εκτείνεται έως το βάθος των 4.00 m. κάτω από την επιφάνεια του εδάφους του ερευνητικού ορύγματος E. 0-35.

Οι φυσικές ιδιότητες της στρώσης κυμαίνονται όπως στον πίνακα που ακολουθεί:

		Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέση τιμή
Φυσική Υγρασία	W%	16.80	21.10	18.95
Όριο Υδαρότητας	LL%	39.00	43.00	41.00
Όριο Πλαστικότητας	PL%	12.00	23.00	17.50
Δείκτης Πλαστικότητας	PI%	20.00	27.00	23.50
Χαλίκια	%	0.00	1.00	0.50
Άμμος	%	9.00	10.00	9.50
Λεπτόκοκκα (Ιλύς &	%	89.00	91.00	90.00
Διερχόμενο N ₀ 200	%	89.00	91.00	90.00
Διερχόμενο N ₀ 4	%	98.00	101.00	99.50

Μηχανικές Ιδιότητες

Από μία (1) δοκιμή ανεμπόδιστης θλίψης σε δείγματα (CL), βρέθηκε ότι η αντοχή σε ανεμπόδιστη θλίψη q_u είναι ίση με 239 kPa (2.39 kg / cm).

10.3.3. Στάθμη υπόγειων νερών

Κατά την διάρκεια των εργασιών υπαίθρου δεν διαπιστώθηκε η ύπαρξη φρεατίου υδροφόρου ορίζοντα.

10.3.4. Σεισμική επικινδυνότητα

Όπως έχει προαναφερθεί και στο αντίστοιχο κεφάλαιο της Γεωλογικής έρευνας, σύμφωνα με τον Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό (ΕΑΚ 2000), η περιοχή του έργου ανήκει στην κατηγορία σεισμικής επικινδυνότητας II και το έδαφος θεμελίωσης στις κατηγορίες Α, Β και Γ (βλ. πίνακα 2).

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

Λιθολογικός σχηματισμός	Κατηγορί	T1 **	T2**
■ Πλευρικά κορήματα *	Γ	0.20	0.80
■ Μάργες	B	0.15	0.60
■ Κροκαλοπαγή	A	0.10	0.40

* (σχηματισμός πάχους μικρότερου των 5 m. μπορεί να θεωρείται ότι ανήκει στην αμέσως προηγούμενη κατηγορία εδάφους Ν.Ε.Α.Κ., 1999).

** T1 και T2 είναι οι χαρακτηριστικές περίοδοι του φάσματος που συνδέονται με την σεισμική επικινδυνότητα του εδάφους θεμελίωσης.

Η σεισμική επιτάχυνση εδάφους είναι $A = 0,24 * g = 2,35$.

10.3.5. Εσκαψιμότητα

Από το βάθος των 0,00 m. έως αυτό των 4,00 m. μπορεί να γίνει απευθείας εκσκαφή και φόρτωση με μηχανικό μέσο.

11.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σύμφωνα με τα παραταθέντα στοιχεία της παρούσας έρευνας καθώς επίσης και της γεωλογικής μελέτης, οι βελτιώσεις του οδικού άξονα θα εκτελεστούν στους γεωλογικούς σχηματισμούς των μαργών, των πλευρικών κορημάτων και των κροκαλοπαγών.

Οι παρατηρήσεις και τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των ερευνητικών εργασιών, που περιγράφηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια μας οδηγούν στις ακόλουθες προτάσεις :

1. Συμφωνούμε πλήρως με τις προτάσεις της γεωλογικής μελέτης ως προς :

- Τις τεχνικά υλοποιούμενες κλίσεις των πρανών σε περίπτωση εκσκαφή τους (δημιουργία ορυγμάτων).
- Την δημιουργία αναβαθμίδων.
- Την κατασκευή αποχετευτικών τάφρων και τεχνικών ταχείας αποχέτευσης των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων.
- Κατασκευή των πρανών των επιχωμάτων με κλίση 2:3 (υ : β).
- Την κατασκευή τοιχίων αντιστήριξης στις παρακάτω Χ. Θ :

Τμήμα Νεμέα - Κούτσι						Τμήμα Κούτσι - Οινοποιείο					
Χ.Θ.		πλε ύρα	τ	Μήκος (μ)	Μέσο ύψος(μ)	Χ.Θ.		πλε υρά	τ	Μήκος (μ)	Μέσ ο
από	έως					από	έως				
0+020	0+068	Αρ.	A	48.00	2.50	0+112	0+121	Εξ.	Υ	9.00	2,20
0+089	0+116	Αρ.	A	27.00	1.00	0+564	0+594	Εξ.	Υ	30.00	2,60
0+138	0+164	Αρ.	A	26.00	1.00	2+791	2+818	Δεξ.	Υ	27.00	2,50
3+017	3+063	Αρ.	A	46.00	1.20	2+864	2+869	Αρ.	A	5.00	2,00

* **A:** Τοίχος αντιστήριξης, **Υ:** Τοίχος Υποστήριξης

- Τα προαναφερόμενα τοιχία αντιστήριξης θα θεμελιωθούν στο βάθος των 1,50 m. τουλάχιστον
- Την εξυγίανση του αποσαθρωμένου μανδύα μέχρι το βάθος των 0,50 m.

11.1. 1° Οδικό Τμήμα (Νεμέα - Κούτσι)

- Για την κατασκευή οποιουδήποτε τεχνικού έργου από την Χ. Θ 0+000 έως την Χ.

Θ 0+122 επιλέγονται οι ακόλουθες παράμετροι σχεδιασμού :

- ο Επιτρεπόμενη τάση θεμελίωσης $q_{\text{επ}} = 207 \text{ kPa (2,07 kg / cm}^2\text{)}$.
- ο Γωνία εσωτερικής τριβής : $\varphi = 26^\circ$
- ο Συνοχή : $c = 1,6 \text{ leg / cm}^2$
- ο Γωνία τριβής εδάφους θεμελίωσης : $\delta = 173^\circ$
- ο Σεισμική επιτάχυνση εδάφους : $A = 2,35 \text{ m / sec}^2$
- ο Χαρακτηριστικές περιόδους φάσματος T (sec): $T_1 = 0,15 \text{ και } T_2 = 0,60$
- ο Κατηγορία εδάφους : **B**
- ο Μέτρο ελαστικότητας $E_s = 15 \text{ Mpa}$

- Για την κατασκευή οποιουδήποτε τεχνικού έργου από την Χ. Θ 0+122 έως την Χ.

Θ 0+716 επιλέγονται οι ακόλουθες παράμετροι σχεδιασμού :

- ο Επιτρεπόμενη τάση θεμελίωσης $q_{\text{επ}} = 83 \text{ kPa (0,83 kg / cm}^2\text{)}$.
- ο Γωνία εσωτερικής τριβής : $\varphi = 39^\circ$
- ο Συνοχή : $c = 0,8 \text{ kg / cm}^2$
- ο Γωνία τριβής εδάφους θεμελίωσης : $\delta = 26^\circ$
- ο Σεισμική επιτάχυνση εδάφους : $A = 2,35 \text{ m / sec}^2$
- ο Χαρακτηριστικές περιόδους φάσματος T (sec): $T_1 = 0,20 \text{ και } T_2 = 0,80$
- ο Κατηγορία εδάφους : **Γ**
- ο Μέτρο ελαστικότητας $E_s = 9 \text{ Mpa}$

- Για την κατασκευή οποιουδήποτε τεχνικού έργου από την Χ. Θ 0+716 έως

την X. Θ 1+905 επιλέγονται οι ακόλουθες παράμετροι σχεδιασμού :

- ο Επιτρεπόμενη τάση θεμελίωσης $q_{επ} = 207 \text{ kPa (2,07 kg / cm}^2\text{)}$.
 - ο Γωνία εσωτερικής τριβής : $\phi = 26^\circ$
 - ο Συνοχή : $c = 1,6 \text{ kg / cm}^2$
 - ο Γωνία τριβής εδάφους θεμελίωσης : $\delta = 17,3^\circ$
 - ο Σεισμική επιτάχυνση εδάφους : $A = 2,35 \text{ in / sec}^2$
 - ο Χαρακτηριστικές περιόδους φάσματος T (sec) : $T_1 = 0,15$ και $T_2 = 0,60$
 - ο Κατηγορία εδάφους : **B**
 - ο Μέτρο ελαστικότητας $E_s = 15 \text{ Mpa}$
- Για την κατασκευή οποιουδήποτε τεχνικού έργου από την X. Θ 1+905 έως την

X. Θ 2+003 επιλέγονται οι ακόλουθες παράμετροι σχεδιασμού :

- ο Αντοχή σε μονοαξονική θλίψη $q_{επ} = 3,58 \text{ Mpa}$
- ο Τέμνον μέτρο ελαστικότητας $E_s = 900 \text{ Mpa}$
- ο Πυκνότητα $\gamma = 25,18 \text{ kN/m}^3$
- ο Γωνία εσωτερικής τριβής $\phi = 35^\circ$
- ο Συνοχή $c = 3,6 \text{ kg / cm}^2$
- ο Γωνία τριβής εδάφους θεμελίωσης : $\delta = 23^\circ$
- ο Σεισμική επιτάχυνση εδάφους : $A = 2,35 \text{ m / sec}$
- ο Χαρακτηριστικές περιόδους φάσματος T (sec): $T_1 = 0,10$ και $T_2 = 0,40$
- ο Κατηγορία εδάφους : **A**

- Για την κατασκευή οποιουδήποτε τεχνικού έργου από την X. Θ 2+003 έως την X. Θ 2+121 επιλέγονται οι ακόλουθες παράμετροι σχεδιασμού :

- ο Επιτρεπόμενη τάση θεμελίωσης $q_{επ} = 207 \text{ kPa (2,07 kg / cm}^2\text{)}$.
- ο Γωνία εσωτερικής τριβής : $\phi = 26^\circ$

- ο Συνοχή : $c = 1,6 \text{ kg / cm}$
 - ο Γωνία τριβής εδάφους θεμελίωσης : $\delta = 17,3^\circ$
 - ο Σεισμική επιτάχυνση εδάφους : $A = 2,35 \text{ m / sec}$
 - ο Χαρακτηριστικές περιόδους φάσματος T (sec) : $T_1 = 0,15$ και $T_2 = 0,60$
 - ο Κατηγορία εδάφους : **B**
 - ο Μέτρο ελαστικότητας $E_s = 15 \text{ Mpa}$
- Για την κατασκευή οποιουδήποτε τεχνικού έργου από την Χ. Θ 2+121 έως την Χ. Θ 2+365 επιλέγονται οι ακόλουθες παράμετροι σχεδιασμού :
 - ο Αντοχή σε μονοαξονική θλίψη $\sigma_c = 3,58 \text{ Mpa}$
 - ο Τέμνον μέτρο ελαστικότητας $E_s = 900 \text{ Mpa}$
 - ο Πυκνότητα $\gamma = 25,18 \text{ kN/m}^3$
 - ο Γωνία εσωτερικής τριβής $\phi = 35^\circ$
 - ο Συνοχή $c = 3,6 \text{ kg / cm}^2$
 - ο Γωνία τριβής εδάφους θεμελίωσης : $\delta = 23^\circ$
 - ο Σεισμική επιτάχυνση εδάφους : $A = 2,35 \text{ m / sec}^2$
 - ο Χαρακτηριστικές περιόδους φάσματος T (sec) : $T_1 = 0,10$ και $T_2 = 0,40$
 - ο Κατηγορία εδάφους : **A**
 - Για την κατασκευή οποιουδήποτε τεχνικού έργου από την Χ. Θ 2+365 έως την Χ. Θ 2+475 επιλέγονται οι ακόλουθες παράμετροι σχεδιασμού :
 - ο Επιτρεπόμενη τάση θεμελίωσης $q_{\varepsilon\pi} = 207 \text{ kPa}$ ($2,07 \text{ kg / cm}^2$).
 - ο Γωνία εσωτερικής τριβής : $\phi = 26^\circ$
 - ο Συνοχή : $c = 1,6 \text{ kg / cm}^2$
 - ο Γωνία τριβής εδάφους θεμελίωσης : $\delta = 17,3^\circ$
 - ο Σεισμική επιτάχυνση εδάφους : $A = 2,35 \text{ m / sec}^2$
 - ο Χαρακτηριστικές περιόδους φάσματος T (sec): $T_1 = 0,15$ και $T_2 = 0,60$

- ο Κατηγορία εδάφους : **B**
- ο Μέτρο ελαστικότητας $E_s = 15 \text{ Mpa}$
- Για την κατασκευή οποιουδήποτε τεχνικού έργου από την X. Θ 2+475 έως την X. Θ 2+514 επιλέγονται οι ακόλουθες παράμετροι σχεδιασμού :
 - ο Αντοχή σε μονοαξονική θλίψη $\sigma_c = 3,58 \text{ Mpa}$
 - ο Τέμνον μέτρο ελαστικότητας $E_s = 900 \text{ Mpa}$
 - ο Πυκνότητα $\gamma = 25,18 \text{ kN/m}^3$
 - ο Γωνία εσωτερικής τριβής $\varphi = 35^\circ$
 - ο Συνοχή $c = 3,6 \text{ kg / cm}^2$
 - ο Γωνία τριβής εδάφους θεμελίωσης : $\delta = 23^\circ$
 - ο Σεισμική επιτάχυνση εδάφους : $A = 2,35 \text{ m / sec}^2$
 - ο Χαρακτηριστικές περιόδους φάσματος T (sec): $T_1 = 0,10$ και $T_2 = 0,40$
 - ο Κατηγορία εδάφους : **A**
- Για την κατασκευή οποιουδήποτε τεχνικού έργου από την X. Θ 2+514 έως την X. Θ 2+647 επιλέγονται οι ακόλουθες παράμετροι σχεδιασμού :
 - ο Επιτρεπόμενη τάση θεμελίωσης $q_{\text{επ}} = 207 \text{ kPa (2,07 kg / cm}^2\text{)}$.
 - ο Γωνία εσωτερικής τριβής : $\psi = 26^\circ$
 - ο Συνοχή : $c = 1,6 \text{ kg / cm}^2$
 - ο Γωνία τριβής εδάφους θεμελίωσης : $\delta = 17,3^\circ$
 - ο Σεισμική επιτάχυνση εδάφους : $A = 2,35 \text{ m / sec}$
 - ο Χαρακτηριστικές περιόδους φάσματος T (sec): $T_1 = 0,15$ και $T_2 = 0,60$
 - ο Κατηγορία εδάφους : **B**
 - ο Μέτρο ελαστικότητας $E_s = 15 \text{ Mpa}$
- Για την κατασκευή οποιουδήποτε τεχνικού έργου από την X. Θ 2+647 έως την X. Θ 3+100 επιλέγονται οι ακόλουθες παράμετροι σχεδιασμού :
 - ο Αντοχή σε μονοαξονική θλίψη $\sigma_c = 3,58 \text{ Mpa}$

- ο Τέμνον μέτρο ελαστικότητας $E_s = 900 \text{ Mpa}$
 - ο Πυκνότητα $\gamma = 25,18 \text{ kN/m}^3$
 - ο Γωνία εσωτερικής τριβής $\phi = 35^\circ$
 - ο Συνοχή $c = 3,6 \text{ kg / cm}^2$
 - ο Γωνία τριβής εδάφους θεμελίωσης : $\delta = 23^\circ$
 - ο Σεισμική επιτάχυνση εδάφους : $A = 2,35 \text{ m / sec}^2$
 - ο Χαρακτηριστικές περιόδους φάσματος T (sec): $T_1 = 0,10$ και $T_2 = 0,40$
 - ο Κατηγορία εδάφους : A
- Για την κατασκευή οποιουδήποτε τεχνικού έργου από την X. Θ 3+100 έως την X. Θ 3+436,32 επιλέγονται οι ακόλουθες παράμετροι σχεδιασμού :
- ο Επιτρεπόμενη τάση θεμελίωσης $q_{em} = 207 \text{ kPa}$ ($2,07 \text{ kg / cm}^2$).
 - ο Γωνία εσωτερικής τριβής : $\phi = 26^\circ$
 - ο Συνοχή : $c = 1,6 \text{ kg / cm}^2$
 - ο Γωνία τριβής εδάφους θεμελίωσης : $\delta = 173^\circ$
 - ο Σεισμική επιτάχυνση εδάφους : $A = 2,35 \text{ m / sec}^2$
 - ο Χαρακτηριστικές περιόδους φάσματος T (sec) : $T_1 = 0,15$ και $T_2 = 0,60$
 - ο Κατηγορία εδάφους : B
 - ο Μέτρο ελαστικότητας $E_s = 15 \text{ Mpa}$

Λόγω του μικρού βάθους εκσκαφών, για την κατασκευή των θεμελιώσεων των τεχνικών έργων, απαιτείται τα πρανή εκσκαφής να διαμορφωθούν με κατάλληλη κλίση ($\beta : \nu == 2 : 3$), ούτως ώστε να εξασφαλίζεται η γενική ευστάθεια τους.

Στην περίπτωση όπου τα φορτία και τα γεωμετρικά στοιχεία, των υπό μελέτη τεχνικών έργων, διαφέρουν από την εκτίμηση της παρούσας μελέτης, απαιτείται επανέλεγχος της φέρουσας ικανότητας.

11.2. 2° Οδικό Τμήμα (Κούτσι - Οινοποιείο)

- Για την κατασκευή οποιουδήποτε τεχνικού έργου από την Χ. Θ 0+000 έως την Χ. Θ 2+910,73 επιλέγονται οι ακόλουθες παράμετροι σχεδιασμού :
 - ο Επιτρεπόμενη τάση θεμελίωσης $q_{επ} = 207 \text{ WPa} (2,07 \text{ kg} / \text{cm}^2)$.
 - ο Γωνία εσωτερικής τριβής : $\phi = 26^\circ$
 - ο Συνοχή : $c = 1,6 \text{ kg} / \text{cm}^2$
 - ο Γωνία τριβής εδάφους θεμελίωσης : $\delta = 17,3^\circ$
 - ο Σεισμική επιτάχυνση εδάφους : $A = 2,35 \text{ m} / \text{sec}^2$
 - ο Χαρακτηριστικές περιόδους φάσματος T (sec): $T_1=0,15$ και $T_2 = 0,60$
 - ο Κατηγορία εδάφους : **B**
 - ο Μέτρο ελαστικότητας $E_s = 15 \text{ Mpa}$

Λόγω του μικρού βάθους εκσκαφών, για την κατασκευή των θεμελιώσεων των τεχνικών έργων, απαιτείται τα πρανή εκσκαφής να διαμορφωθούν με κατάλληλη κλίση ($\beta : \nu = 2 : 3$), ούτως ώστε να εξασφαλίζεται η γενική ευστάθεια τους.

Στην περίπτωση όπου τα φορτία και τα γεωμετρικά στοιχεία, των υπό μελέτη τεχνικών έργων, διαφέρουν από την εκτίμηση της παρούσας μελέτης, απαιτείται επανέλεγχος της φέρουσας ικανότητας.

11.3. Δανειοθάλαμοι

Από τους προσδιορισμούς της εργαστηριακής πυκνότητας εδαφών με την μέθοδο PROCTOR στις Χ. Θ που σημειώνονται στα δελτία προσδιορισμού εργαστηριακής πυκνότητας εδαφών (κατά Α.Α.Σ.Η.Τ.0 - 180), προκύπτει ότι τα υλικά των παρακάτω Χ. Θ :

X.Θ. 0+000 - X.Θ. 0+122, X.Θ. 0+716 - X.Θ. 1+905, X.Θ. 2+003 - X.Θ. 2+121, X.Θ. 2+365 - X.Θ. 2+475, X.Θ. 2+514 - X.Θ. 2+647 & X.Θ. 3+100 - X.Θ. 3+436,32 (1° Οδικό Τμήμα) και X.Θ. 0+000 - X.Θ. 2+910,73 (1° Οδικό Τμήμα), δεν ανήκουν στις κατηγορίες E1, E2, E3 και E4, οπότε ανήκουν στην κατηγορία E0, δηλαδή είναι ακατάλληλα, σύμφωνα με την κατάταξη γαιωδών εδαφών των νέων προδιαγραφών του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε, για διάστρωση επιχώματος.

Το σύνολο των υλικών έχει ποσοστό διερχόμενο του N° 200 κοσκίνου (ιλύς και άργιλος) μεγαλύτερο του 25%, όριο Υδαρότητας (LL%) μεγαλύτερο του 40% και Ξηρό Φαινόμενο Βάρος σύμφωνα με τις δοκιμές PROCTOR μικρότερο του 1600 gr/cm³ (1,6 T/m³).

Από τις εργαστηριακές δοκιμές (κοκκομετρικές αναλύσεις, όρια Atterberg) των υλικών που συναντώνται στις X. Θ 0+122 - X.Θ. 0+716 (πλευρικά κορήματα), προκύπτει ότι αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν υλικά για διάστρωση επιχώματος.

Επίσης τα υλικά που συναντώνται στις X.Θ. 1+905 - X.Θ. 2+003, X.Θ. 2+121 - X.Θ. 2+365, X.Θ. 2+475 - X.Θ. 2+514 και X.Θ. 2+647 - X.Θ. 3+100 (κροκαλοπαγή) μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν υλικά για διάστρωση επιχώματος.

11.4 Οδοστρωσία

Από τις εργαστηριακές δοκιμές (κοκκομετρικές αναλύσεις, ποσοστό φυσικής υγρασίας, όρια Atterberg, δοκιμές Proctor), την ανάλυση των εργαστηριακών δεδομένων και την εκτίμηση των καθιζήσεων σε συνάρτηση με τον αναμενόμενο ποσοτικό και ποιοτικό κυκλοφοριακό φόρτο της υπό βελτίωση επαρχιακής οδού, προτείνονται:

- Δύο στρώσεις υπόβασης συμπτυκνωμένου πάχους 10 cm. έκαστη (Π.Τ.Π 0150)
- Δυο στρώσεις βάσης συμπτυκνωμένου πάχους 10 cm. έκαστη (Π.Τ.Π 0155)

11.5. Στρώση στράγγισης

Από τις δοκιμές (κοκκομετρικές αναλύσεις, ποσοστό φυσικής υγρασίας, όρια Atterberg), στα επιχώματα με ύψος μεγαλύτερο των 0,50 m, προς παρεμπόδιση της εισόδου του επιφανειακού νερού στο έδαφος των επιχωμάτων (λόγω τριχοειδών φαινομένων), προτείνεται η κατασκευή κάτω από την οδοστρωσία, στρώσης στράγγισης που θα περιλαμβάνει:

- ο Μία άνω στρώση άμμου πάχους 10 cm.
- ο Μία στρώση από αμμώδη χαλίκια ελάχιστου πάχους 30 cm.
- ο Μία κάτω στρώση άμμου πάχους 10 cm.

12.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. BRANDECKER , H (1971) : Die Gestaltung von Boscungen in Lockermassen und in Fels . - Forsch . - Ber . Forschungsges . Strassenwesen im Ostereichischen Ingenier . - u . Architekten verein , 3 , 59 , S . Wien .
2. BRUNN, J (1956) : Contribution a' Γ etude geologique du Pinde septentrional et d' une partie de laMakedoine occidentale. Ann. Geol. des Pays Hell., 7.
3. BRUNN, J (1959) : Zone du Vardar et zone Pelagonienne en Grece. C. R. Somm. Soc. Geol. France, No 6, p. 138.
4. BRUNN, J (1960) : Mise en place et difFerenciation de Γ association

- plutovolcanique du cortège ophiolitique. Rev. Geogr. Ph. Geol. dyn. (2), III, 3, p. 115 - 132.
5. BRUNN, J (1961) : Les sutures ophiolitiques. Contribution a' Γ etude des relations entre phenomenes magmatiques et orogeniques. Rev. Geogr. Ph. Geol. dyn. IV, 2, p. 86, 3, p. 181.
 6. ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΣ , Γ (1986) : Τεχνική γεωλογία με βασικές έννοιες βραχομηχανικής και γεωλογικές μελέτες τεχνικών έργων . Αν . καθηγητής Α.Π.Θ . Εκδόσεις Γιαχούδη -Γιαπούλη , Θεσσαλονίκη .
 7. Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός 2000 (Ε.Α.Κ 2000).
 8. GODFRIAUX, I (1968) : Etude geologique de la region de Γ Olympe. Ann. Geol. des Pays Hell, (19).
 9. ZARUBA , Qu & MENCL , V (1961) : Ingenieurgeologie . - Akademie - Verlag , Berlin.
 10. HUGON ET COSTES, (1959) : Le Boullanage des Roches.
 11. ΚΑΛΛΕΡΓΗΣ, Γ (1986) : Εφαρμοσμένη Υδρογεωλογία. Έκδοση Τ.Ε.Ε.
 12. ΜΑΡΑΓΓΟΣ , Χρ. (1981) : Βραχώδη πρηνή . - Ε.ΕΔ.ΘΕ. , Α.Π.Θ , Π.Σ , Τ.7 , Θεσσαλονίκη .
 13. MERCIER, J - VERGELY, P - BEBIEN, J (1975) : Les ophiolites Helleniques "obductees" au Jurassique superieur sont - elles les vestiges d¹ un Ocean tethysien ou d' une mer marginale peri - eu - ropeene? C. R Somm. S. G. F.
 14. MERCIER, J (1966) : Etude geologique les zones internes des Hellenides en Macedoine centrale. Contribution a' Γ etude du metamorphisme et de l' evolution magmatique des zones internes des Hellenides. Ann. Geol. des Pays Hell., (20).
 15. ΜΟΥΝΤΡΑΚΗΣ, Δ (1983) : Γεωλογία της Ελλάδος.
 16. NAVFAC DM - 7.1 & 7.2 Department of the Navy, (1982) : Properties

based on Standard Proctor Maximum Density.

17. ΠΑΠΑΧΑΡΙΣΗΣ, Ν - ΜΑΝΟΥ - ΑΝΔΡΕΑΔΗ, Ν - ΓΡΑΜΜΑΤΙΚΟΠΟΥΛΟΣ, Ι (1999): Γεωτεχνική Μηχανική, Έρευνα - Γεωτρήσεις - Εργαστήριο. Έκδοση Αφών Κυριακίδη Α.Ε
18. Port and Harbour Research Institute, Ministry of Transport, Japan, (1993). Handbook on Liquefaction - Remediation of Reclaimed Land. A.A BALKEMA / ROTTERDAM / BROOKFIELD.
19. ΠΑΠΑΖΑΧΟΣ, Β. & ΠΑΠΑΖΑΧΟΥ, Κ (1989) : Οι σεισμοί της Ελλάδας. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.
20. ΡΑΡΑΜΚΟΛΑΟΥ , D. (1982) : The three Metamorphic Belts of the Hellenic Arc : A comparison . In : The geological evolution of the Eastern Mediterranean .
21. PRINZ , H (1982) : Abriss der Ingenieurgeologie , Stuttgart (Enlce) .
22. RICHARD, P - WEBER, (1999): Engineering Properties of Soils.
23. TERZAGHI, Κ (1969) : Εφαρμοσμένη εδαφομηχανική
24. TODD , D (1959) : Groundwater Hydrology
25. VERGELY, P (1976) : Chevachement vers Γ Ouest et retrocharriage vers Γ Est des ophiolites : deux phases tectoniques au cours du Jurassique superieur - Eocretace dans les Hellenides internes. Bull. Soc. geol. France (7) XVHI, No 2. p. 231
26. VERRUIZT , A (1966) : Theory of Groundwater flow .
27. WILSON, E (1974) : Hydrology .
28. ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΙ ΧΑΡΤΕΣ : Φ^α 'ΚΟΡΙΝΘΟΣ - ΝΕΜΕΑ - ΞΥΛΟΚΑΣΤΡΟ' (έκδοση Ι.Γ.Μ.Ε, κλίμακα 1:50.000).
29. ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟΙ ΧΑΡΤΕΣ : Φ^α 'ΚΟΡΙΝΘΟΣ - ΝΕΜΕΑ - ΞΥΛΟΚΑΣΤΡΟ - ΠΕΡΑΧΩΡΑ' (έκδοση Γ. Υ.Σ, κλίμακα 1:50.000).
30. ΑΝΑΓΝΩΣΤΟΠΟΥΛΟΣ, Χ - ΓΕΩΡΓΙΑΔΗΣ, Μ - ΠΙΤΙΛΑΚΗΣ,

K (1995) :

Αντιστηρίξεις και Θεμελιώσεις. Έκδοση Α.Π.Θ

31. BRANDECKER , H (1971) : Die Gestaltung von Boscungen in Lockermassen und in Fels . - Forsch . - Ber . Forschungsges . Strassenwesen im Ostereichischen Ingenier . - u . Architekten verein, 3 , 59 , S . Wien .

32. ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΣ , Γ (1986) : Τεχνική γεωλογία με βασικές έννοιες βραχομηχανικής και

γεωλογικές μελέτες τεχνικών έργων . Αν . καθηγητής Α.Γί.Θ . Εκδόσεις Γιαχούδη - Γιαπούλη , Θεσσαλονίκη .

33. Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός 2000 (Ε.Α.Κ 2000). Έκδοση Ο.Α.Σ.Π.

34. ZARUBA , Qu & MENCL , V (1961) : Ingenieurgeologie . - Akademie - Verlag , Berlin .

35. HUGON ET COSTES, (1959): Le Boullanage des Roches.

36. ΚΑΛΛΕΡΓΗΣ, Γ (1986): Εφαρμοσμένη Υδρογεωλογία. Έκδοση Τ.Ε.Ε, Αθήνα.

37. ΜΑΡΑΓΓΟΣ , Χρ. (1981) : Βραχώδη πρανή . - Ε.ΕΔ.ΘΕ. , Α.Π.Θ , Π.Σ , Τ.7 , Θεσσαλονίκη .

38. ΜΟΥΝΤΡΑΚΗΣ, Δ (1983) : Γεωλογία της Ελλάδος.

39. NAVFAC DM - 7.1 & 7.2 Department of the Navy, (1982) : Properties based on Standard Proctor Maximum Density.

40. ΠΑΠΑΖΑΧΟΣ, Β. & ΠΑΠΑΖΑΧΟΥ, Κ (1989) : Οι σεισμοί της Ελλάδας. Εκδόσεις Ζήτη,

41. ΠΑΠΑΧΑΡΙΣ.Σ, Ν - ΜΑΝΟΥ - ΑΝΔΡΕΑΔΗ, Ν -

ΓΡΑΜΜΑΤΙΚΟΠΟΥΛΟΣ, Ι (1999): Γεωτεχνική Μηχανική, Έρευνα - Γεωτρήσεις - Εργαστήριο. Έκδοση Αφών Κυριακίδη Α.Ε

42. Port and Harbour Research Institute, Ministry of Transport, Japan, (1993).

Handbook on Liquefaction - Remediation of Reclaimed Land. A.A BALKEMA / ROTTERDAM / BROOKFIELD.

43. PRINZ , H (1982) : Abriss der Ingenieurgeologie , Stuttgart («nice).

44. RICHARD, P - WEBER, (1999): Engineering Properties of Soils.
45. TERZAGHI, K (1969) : Εφαρμοσμένη εδαφομηχανική
46. TODD , D (1959): Groundwater Hydrology
47. VERGELY, P (1976) : Chevachement vers Γ Quest et retrocharriage vers Γ Est desophiolites : deux phases tectoniques au cours du Jurassique superieur - Eocretace dans les Hellenides internes. Bull. Soc. geol. France (7) XVIII, No 2. p. 231
48. VERRUIZT , A (1966) : Theory of Groundwater flow .
49. WILSON , E (1974): Hydrology .
50. ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ : Φ^ο "ΝΕΑ ΦΙΓΑΛΕΙΑ", έκδοση Ι.Γ.Μ.Ε, κλίμακα 1:50.000.

13.ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 1 : Χ.Θ 7+400 Ιου Τμήματος Ο οδικός άξονας εδράζεται επι των μαργών του πλειόκαινου



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 2 : Χ. Θ 10+200 Ιου Τμήματος Ο οδικός
άξονας εδράζεται επί των αποθέσεων εντός ποταμών



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 3 : Χ. Θ 0+000 2ου
Τμήματος Ο οδικός άξονας επικάθεται στα
πλευρικά κορήματα



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 4 : Χ.Θ 3+100 2ου Τμήματος
Στο πρανές ορατά είναι τα κροκαλοπαγή
πλειόκαινου



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 5 : Χ. Θ 7+800 2ου
Τμήματος Μάργες του πλειόκαινου
με ίλυοροή



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 6 : Χ. Θ 15+900 2ου Τμήματος
Μάργες του πλειόκαινου



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 7 : Χ. Θ 0+200 3ου Τμήματος
Αμμώχες μάργες του Ρέθιου - Δένδρου με χαλαράκροκαλοπαγή
στην βάση τους



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 8 : Χ. Θ 5+100 3ου
Τμήματος Κολλουβιακοί
σχηματισμοί



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 9 : Χ. Θ 5+900 3ου Τμήματος
Κολλουβιακοί σχηματισμοί



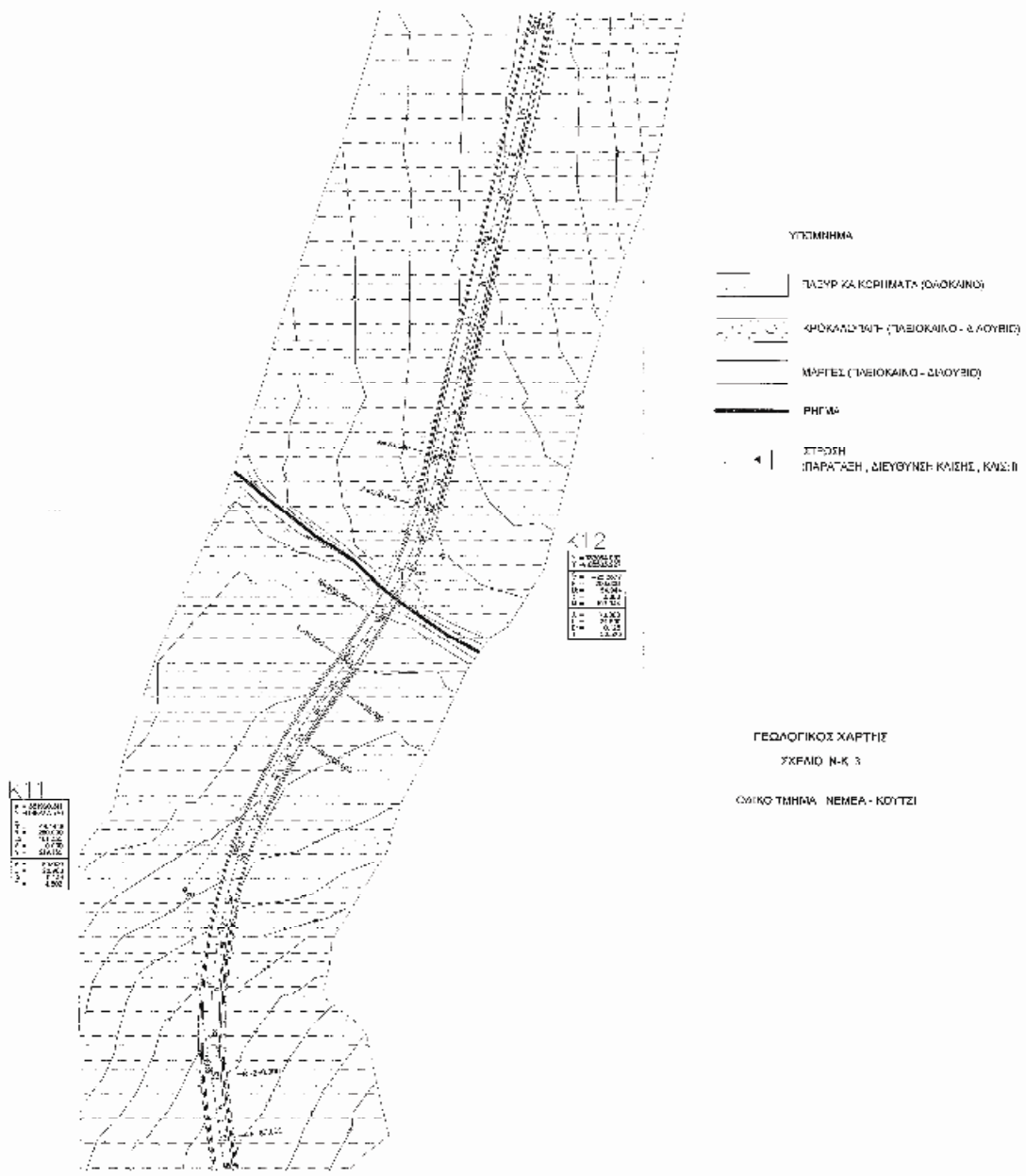
ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 10 : Χ. Θ 10+100 3ου Τμήματος
Σχηματισμοί Μεγάλου Βάλτου



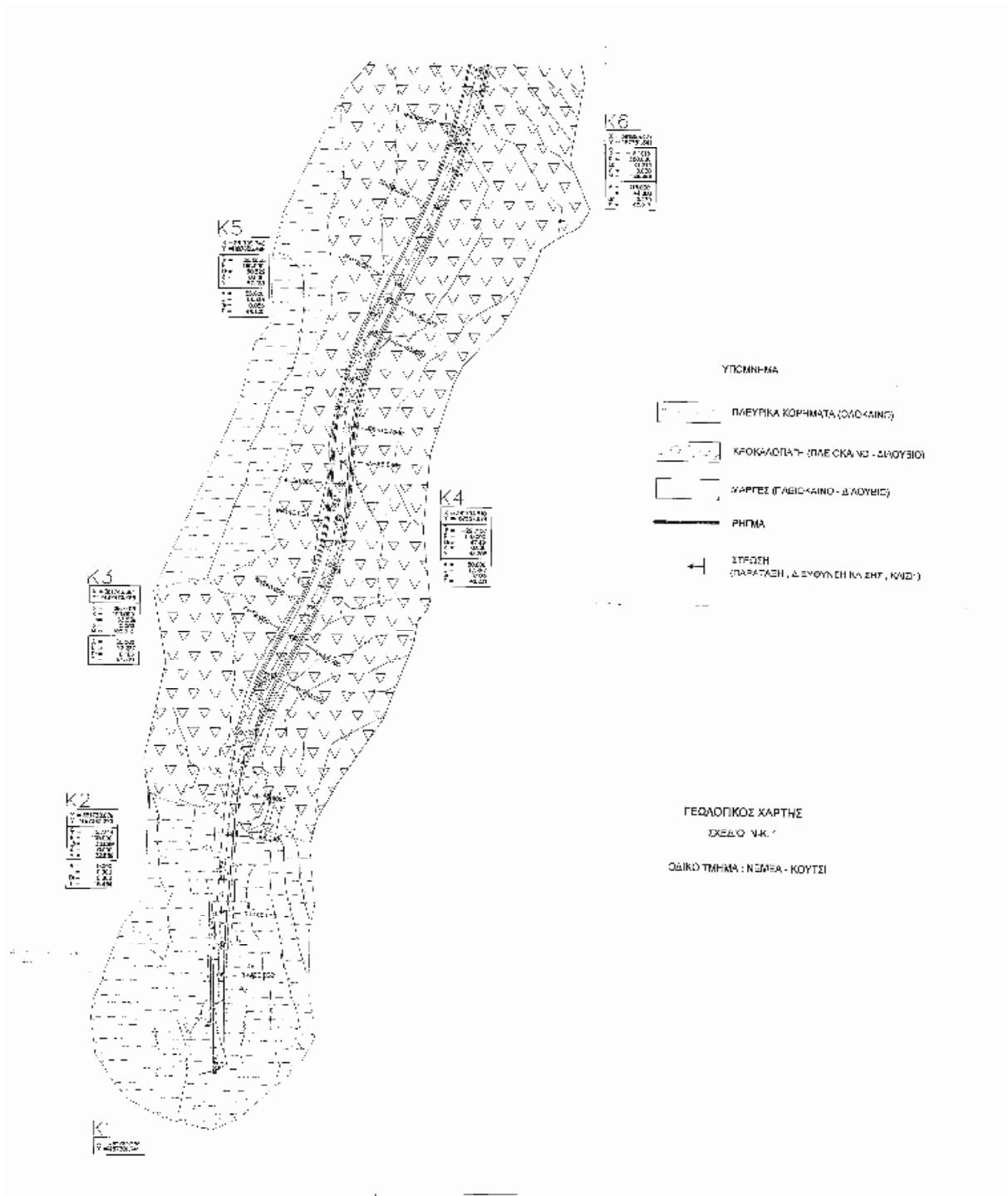
ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 11 : Χ. Θ 17+200 3ου
Τμήματος Σχηματισμοί Μεγάλου Βάλτου με
φαινόμενα ιλυοροής



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 12 : Χ. Θ 23+800 3ου Τμήματος Αμμούχες
μάργες του Ρέθιου - Δένδρου με χαλαρά κροκαλοπαγή στη βάση τους



14.



15.

