



ΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΕΧΝΙΚΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΟΥ
ΟΔΙΚΟΥ ΑΞΟΝΑ ΑΛΥΚΕΣ-ΕΥΓΚΙΑ ΖΑΚΥΝΘΟΥ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:

ΡΙΚΟΣ ΦΙΛΙΠΠΟΣ

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΕΑ ΧΡΥΣΟΥΛΑ

ΚΟΥΡΛΙΜΠΙΝΗ ΒΑΣΙΛΙΚΗ

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΠΟΥΛΟΣ ΣΤΑΥΡΟΣ

ΠΑΤΡΑ - 2009

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1.	ΠΕΡΙΛΗΨΗ	4
2.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	5
	2.1. Γενικά.....	5
	2.2. Στοιχεία μελέτης	6
3.	ΘΕΣΗ - ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ	7
	3.1. Θέση.....	7
	3.2. Μορφολογία.....	7
	3.3. Υδρογραφικό δίκτυο	8
	3.4. Καρστικοποίηση	9
4.	ΓΕΩΛΟΓΙΑ	11
	4.1. Γεωλογία της ευρύτερης περιοχής.....	11
	4.2. Γεωλογική δομή της ζώνης διέλευσης του οδικού άξονα	12
	4.2.1. Κύρια Χάραξη.....	12
	4.2.2. Εναλλακτική Χάραξη.....	14
5.	ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ	17
6.	ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΑΙ ΠΑΛΑΙΟΓΕΩΓΡΑΦΙΑ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	21
7.	ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ	26
	7.1. Υδρολογική συμπεριφορά των γεωλογικών σχηματισμών που δομούν την ευρύτερη περιοχή.....	26
	7.1.1. Υδροπερατοί λόγω καρστικότητας.....	27

7.1.2. Υδροπερατοί λόγω πορώδους.....	28
7.1.3. Πρακτικά αδιαπέρατοι γεωλογικοί σχηματισμοί.....	28
7.2. Υδρολογική συμπεριφορά των γεωλογικών σχηματισμών που δομούν την ζώνη εκτέλεσης του έργου	29
8. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ.....	31
8.1. Σεισμική επικινδυνότητα	31
8.2. Σεισμικότητα της περιοχής	32
8.3. Σεισμική επικινδυνότητα των εδαφών της ευρύτερης περιοχής.....	35
8.4. Σεισμική επικινδυνότητα εδάφους θεμελίωσης.....	36
8.5. Συντελεστής σεισμικής επιβάρυνσης.....	39
9. ΤΕΧΝΙΚΗ ΓΕΩΛΟΓΙΑ	40
9.1. Τεχνικογεωλογική συμπεριφορά των γεωλογικών σχηματισμών	40
9.1.1. Αλπικοί σχηματισμοί	40
9.2. Μεταλπικοί γεωλογικοί σχηματισμοί	44
10. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	46
10.1. Κύρια Χάραξη.....	46
11. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	64
12. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	85

1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αρχικά θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον καθηγητή μας, κ. Σταύρο Χαραλαμπίδου για την βοήθεια που μας προσέφερε, για την περάτωση της παρούσας πτυχιακής εργασίας. Επίσης αφιερώνουμε αυτή την πτυχιακή εργασία στους γονείς μας για την στήριξη, τη βοήθεια και την αγάπη που μας προσέφεραν.

Αντικείμενο της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η προκαταρκτική εξέταση των γεωλογικών – γεωτεχνικών συνθηκών, στην ευρύτερη περιοχή απ' όπου διέρχεται ο υπό βελτίωση οδικός άξονας Αλυκές - Ξύγκια, ο προσδιορισμός των τυχόν τεχνικογεωλογικών προβλημάτων που θα επηρεάσουν την κατασκευή του έργου οδοποιίας καθώς και η υποβολή συγκεκριμένων προτάσεων για τα επιμέρους τμήματα της οδού, όπου απαιτείται η εκπόνηση οριστικής γεωλογικής μελέτης για την περαιτέρω λεπτομερή εξέταση της γεωλογικής δομής των διάφορων σχηματισμών στην ζώνη εκτέλεσης του έργου.

Όπως διαπιστώθηκε στα πλαίσια της επιτόπιας έρευνάς, ιδιαίτερα σε ορισμένες των Χ.Θ, είναι απαραίτητη η πρόταση συγκεκριμένων τεχνικών επεμβάσεων, προκειμένου να αντιμετωπισθούν τάσεις ερπυσμού, κατολισθήσεων ή και κατάπτωσης βράχων των λιθολογικών σχηματισμών που δομούν την περιοχή ενδιαφέροντος.

2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

2.1. Γενικά

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιείται προκειμένου να επιτύχει την βελτίωση της οδού Αλυκές Ξύγκια, την οποία χαρακτηρίζουν πολλά μειονεκτήματα (μικρό πλάτος, μικρές ακτίνες καμπυλότητας σε οριζοντιογραφία αλλά και προβλήματα στα υπόλοιπα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της), για αυτό το σκοπό εκπονείται η αναγνωριστική γεωλογική μελέτη, στον ανωτέρω υπό βελτίωση οδικό άξονα, μέσω του οποίου θα επιτευχθεί αφ' ενός ευκολότερη και ασφαλέστερη πρόσβαση στο Λιμένα Αγ. Νικολάου, αφ' ετέρου θα εξυπηρετείται μέρος των κυκλοφοριακών αναγκών του βορειοανατολικού τμήματος του νομού Ζακύνθου.

Η γεωλογική έρευνα που πραγματοποιήσαμε, συμπεριέλαβε τις ακόλουθες εργασίες:

- α) Γεωλογική χαρτογράφηση σε κλίμακα 1: 5.000 , εκατέρωθεν του υπό νέα χάραξη οδικού άξονα, σε συνολική έκταση 3,5 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 αλπικών και μεταλπικών 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 αποβλέπει στη διερεύνηση των φυσικών και μηχανικών ιδιοτήτων των γεωλογικών σχηματισμών που δομούν την περιοχή. Τα στοιχεία που συγκεντρώνονται στην παρούσα φάση της πτυχιακής εργασίας, αξιολογήθηκαν και συσχετίστηκαν με τα αποτελέσματα παλαιότερων γεωλογικών ερευνών προκειμένου να επισημανθούν έτσι τα κύρια γεωτεχνικά προβλήματα που θα αντιμετωπισθούν κατά την εκτέλεση του έργου της οδοποιίας.

2.2. Στοιχεία πτυχιακής εργασίας

Κατά την εκπόνηση της πτυχιακής εργασίας 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, κ.λ.π.
3. Διάφορες μελέτες και έρευνες, οι οποίες αναφέρονται λεπτομερώς στην βιβλιογραφία.
4. Γεωλογικός χάρτης Φ^ο "Ζάκυνθος" (έκδοση Ι.Γ.Μ.Ε, κλίμακα 1 : 50.000)
5. Τοπογραφικοί χάρτες Φ^α "Ζάκυνθος & Βολίμαι" (έκδοση Γ.Υ.Σ, κλίμακα 1 : 50.000)

3. ΘΕΣΗ - ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

3.1. Θέση

Η τοποθεσία εκτέλεσης του έργου, με μέσο υψόμετρο 40 μέτρα περίπου, εντοπίζεται στο βορειοανατολικό τμήμα του νομού Ζακύνθου, σε απόσταση 13,8 χιλιομέτρων περίπου βορειοδυτικά του Δημοτικού Διαμερίσματος Ζακύνθου (σχ . 1).

Προς Βορρά οριοθετείται από το υδρόρευμα Αφεντικό Λαγκάδι, προς Ανατολάς από τον όρμο των Αλυκών, προς Νότο από τους οικισμούς Αλυκές και Χαρτάτα και τέλος προς Δυσμάς από την Ιερά Μονή Ιωάννου Προδρόμου και την τοποθεσία Ψηλή Κορυφή (σχ . 2)

3.2. Μορφολογία

Μορφολογικά εξεταζόμενη η περιοχή θεωρείται πεδινή και διαμορφώνεται απότομα από την θάλασσα μέχρι το υψόμετρο των 100 m. παρουσιάζοντας έντονο και απότομο ανάγλυφο με κλίσεις των πρανών σε πολλά τμήματα άνω των 50°. Χαρακτηρίζεται από βαθιές σχετικά κοιλάδες, χωρίς να υφίσταται σημαντικός αριθμός διακλαδώσεων. Εξαίρεση αποτελεί ένα επίπεδο τμήμα (μέχρι την Χ.Θ 0+600), πλάτους και μήκους λίγων εκατοντάδων μέτρων (σχ .3).

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

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

Μεγαλύτερη τιμή η μέση κλίση παρουσιάζει στους Ανωκρητιδικούς Ασβεστόλιθους της γεωτεκτονικής ενότητας της ζώνης Παξών, περίπου ίση με 50° , ενώ η σειρά των ψαμμιτών, ιλυολίθων και γαλαζοπών μαργών της ίδιας γεωτεκτονικής ενότητας παρουσιάζει μέση κλίση ίση περίπου με 40° .

Οι παράκτιες αποθέσεις, οι προσχώσεις και τα πλευρικά κορήματα, ακολουθούν σε γενικές γραμμές την κλίση του υποβάθρου τους.

Σχετικά με το στάδιο εξέλιξης (μορφογένεσης του καρστ), η ευρύτερη περιοχή βρίσκεται σε προχωρημένο στάδιο διάβρωσης το οποίο χαρακτηρίζεται ως στάδιο προχωρημένης νεότητας - ωριμότητας. Σ' αυτή έχει σχηματισθεί ολοκληρωμένο σύστημα αποστράγγισης με σημαντικό αριθμό ρεμάτων ανά μονάδα επιφανείας. Οι δολίνες έχουν σχεδόν εξαφανισθεί από την ταπείνωση του αρχικού αναγλύφου και στη θέση τους έχουν σχηματισθεί μικρές κοιλάδες. Η καρστικοποίηση έχει προχωρήσει σε μεγάλο βαθμό και οι καρστικές μορφές είναι τέλεια αναπτυγμένες, οι δε γλυφές είναι ένα καθολικό φαινόμενο των γυμνών ή καλυμμένων από το έδαφος επιφανειών του ασβεστόλιθου. Η επιφανειακή απορροή έχει εξαφανισθεί και αντικατασταθεί από την υπόγεια.

3.3. Υδρογραφικό δίκτυο

Η επιφανειακή αποστράγγιση της περιοχής πραγματοποιείται κατά κύριο λόγο μέσω των εποχιακών υδρορευμάτων Αφεντικό Λαγκάδι και Μακουριάνου, 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 μέτρια εφόσον σημαντικός αριθμός κλάδων συμβάλλει στους βασικούς άξονες αποστράγγισης.

Ο μεγαλύτερος αριθμός ρεμάτων αναπτύσσεται είτε κατά μήκος ρηγμάτων, είτε παράλληλα σ' αυτά.

3.4. Καρστικοποίηση

Η καρστικοποίηση στους ασβεστόλιθους είναι αρκετά έντονη, όπως αποδεικνύεται από την παρουσία πηγών επαφής που παρατηρούνται στη βάση των υπερκείμενων ασβεστολίθων με σχετικά αδιαπέρατους σχηματισμούς όπως είναι οι λιθολογικοί σχηματισμοί των ιλυολίθων και γαλαζοπών μαργών.

Όπως προαναφέρθηκε ο έντονος βαθμός καρστικοποίησης είναι φανερός τόσο από πλευράς μορφών και μεγέθους όσο και βάθους, δεδομένου ότι σε άλλες περιοχές η καρστικοποίηση έχει προχωρήσει σε μεγάλα βάθη ενιαίας επικοινωνίας, ενώ σε άλλες, αν και επίσης έχει αναπτυχθεί καρστ σε μεγάλα βάθη, παρατηρούνται ανεξάρτητοι καρστικοί υδροφόροι ορίζοντες οι οποίοι και κρέμονται πάνω από τους βαθύτερους.

Αιτία της έντονης καρστικοποίησης θα πρέπει να θεωρηθεί η καθαρότητα των ανθρακικών ιζημάτων, η φύση τους (λεπτοπλακώδεις έως παχυπλακώδεις) και κυρίως ο τεκτονισμός. Τόσο ο εφαπτομενικός τεκτονισμός (επωθήσεις - λεπιώσεις) όσο και ο ρηγματογόνος έχουν συμβάλλει στον έντονο κερματισμό

των ανθρακικών σχηματισμών με συνέπεια την κυκλοφορία του νερού και την καρστικοποίηση.

Μικρές εγκατακρημνισιγενείς επιμήκεις δολίνες απαντούν στις μεγάλες ανθρακικές μάζες. Συνήθως οι επιμηκυσμένες δολίνες δεν οφείλονται μόνο στην καρστικοποίηση, αλλά και στον τεκτονισμό, αφού πολλές φορές οριοθετούνται από ρήγματα.

Το κυριότερο χαρακτηριστικό της καρστικοποίησης βάθους αποτελούν οι ανοικτές ασυνέχειες λόγω διάβρωσης. Τα συστήματα αυτά είναι ποικίλα και η κατά βάθος διάβρωση δημιουργεί εξάρσεις που κάνουν την περιοχή δύσβατη.

Φαινόμενα επιφανειακής καρστικοποίησης, όπως αμαξοτροχιές, δακτυλογλυφές κ.λ.π, είναι πολύ συχνά.

4. ΓΕΩΛΟΓΙΑ

4.1. Γεωλογία της ευρύτερης περιοχής

Η γεωλογική δομή της ευρύτερης περιοχής και γενικότερα της Νήσου Ζακύνθου είναι ιδιαίτερα σύνθετη (σχ. 4) και οι γεωλογικοί σχηματισμοί που συνέρχονται και συνθέτουν την περιοχή μελέτης, από τον νεότερο προς τον αρχαιότερο στρωματογραφικά, είναι οι κάτωθι :

- ◆ **Προσχώσεις (ΟΛΟΚΑΙΝΟ) :** προέρχονται από μεταφορά ποικίλων υλικών στις χαμηλότερα από τοπογραφική άποψη περιοχές. Τοπικά υπάρχουν και ελλουβιακοί σχηματισμοί, προερχόμενοι από την εξαλλοίωση των πλειοκαινικών μαργών. Μέσα στις δολίνες και πόλγες, κυρίως στα μικρά οροπέδια, αποτελούνται από ερυθρογαίες (πηλούς και ψαμμύχους πηλούς ερυθρού χρώματος).
- ◆ **Πλευρικά κορήματα (ΟΛΟΚΑΙΝΟ) :** συνεκτικοί έως χαλαροί σχηματισμοί που αποτελούνται από ασβεστολιθικές και ψαμμιτικές λατύπες με επικράτηση των ασβεστολιθικών και με κυμαινόμενο μέγεθος, αλλά γενικά επικρατούν τα μικρά μεγέθη.
- ◆ **Παράκτιες αποθέσεις (ΠΛΕΙΣΤΟΚΑΙΝΟ) :** χαλαρά ή συνεκτικά κροκαλοπαγή με μαργαϊκό συνδετικό υλικό, μάργες κυανές και ασβεστοψαμμίτες.
- ◆ **Νεογενείς αποθέσεις (ΠΛΕΙΟΚΑΙΝΟ) :** αποτελείται από δύο ορίζοντες. Ο ανώτερος ορίζοντας συνθέτεται από ανοικτοκάστανους έως λευκούς ψαμμίτες με αργιλομαργαϊκές παρεμβολές. Ο κατώτερος ορίζοντας συνθέτεται από μάργες κυανές και μαργαϊκούς ψαμμίτες.
- ◆ **Σειρά ψαμμιτών, ιλυολίθων και γαλαζωπών μαργών της ζώνης Παξών (ΜΕΙΟΚΑΙΝΟ) :** στα ανώτερα μέλη υπάρχουν ενστρώσεις γύψου, συνεκτικής αργίλου με γύψο και ψαμμίτη με γύψο. Η γύψος είναι

αδρομερής, κρυσταλλική με καλά αναπτυγμένους κρυστάλλους και σε στρώματα πάχους 5 m – 20 m. Το Ανώτερο Μειόκαινο αποτελείται από μία σειρά εναλλαγών μαργών και πηλιτών με ελάχιστους ψαμμίτες και ιλύολιθους.

- ◆ **Ασβεστόλιθοι μαργαϊκοί (ΗΩΚΑΙΝΟ) :** λευκοί, στρωματώδεις, πλακώδεις έως λεπτοπλακώδεις, νηριτικής ή υφαλώδους φάσης, εναλλασσόμενοι με μικρολατυποπαγείς ασβεστολίθους.
- ◆ **Ασβεστόλιθοι (ΑΝΩΤΕΡΟ ΚΡΗΤΙΔΙΚΟ) :** λευκοί, λεπτοπλακώδεις έως παχυπλακώδεις, υπολιθογραφικοί, εύθρυπτοι, εναλλασσόμενοι με μικρολατυποπαγείς ασβεστόλιθους.

4.2. Γεωλογική δομή της ζώνης διέλευσης του οδικού άξονα

4.2.1. Κύρια Χάραξη

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. 0+446**

Στο τμήμα αυτό ο υπό βελτίωση οδικός άξονας εδράζεται επί των προσχωματικών αποθέσεων που προέρχονται από μεταφορά ποικίλων υλικών στις χαμηλότερα από τοπογραφική άποψη θέσεις. Συνθέτονται κυρίως από χαλαρά καστανόχρωμα έως ερυθροκάστανα αργιλοαμμώδη υλικά με διάσπαρτες κροκαλολατύπες (γεωλογικός χάρτης).

- **X.Θ. 0+446 – X.Θ 1+695 & X.Θ 2+460 – X.Θ 2+610.**

Ο λιθολογικός σχηματισμός πάνω στον οποίο εδράζεται ο υπό βελτίωση δρόμος είναι οι παράκτιες αποθέσεις. Παρουσιάζονται σαν χαλαρά έως συνεκτικά κροκαλοπαγή με μαργαϊκό συνδετικό υλικό και με ενδιαστρώσεις από μάργες κυανές και ασβεστοψαμμίτες (γεωλογικός χάρτης).

▪ **X.Θ 1+695 – X.Θ. 2+460 & X.Θ 3+115 – X.Θ 3+581,79.**

Στα τμήματα αυτά έχουμε την εμφάνιση της σειράς των ψαμμιτών, ιλυολίθων και γαλαζωπών μαργών της γεωτεκτονικής ενότητας της ζώνης Παξών. Στις πρώτες των X. Θ η σειρά αποτελείται από εναλλαγές μαργών και πηλιτών με ελάχιστους ψαμμίτες και ιλυόλιθους. Η παράταξη της στρώσης τους είναι ΒΑ – ΝΔ με την κλίση τους να κυμαίνεται από 30° - 35° περίπου προς τα ΝΑ. Η X. Θ 2+190 διασχίζεται από εγκάρσιο κανονικό ρήγμα. (γεωλογικός χάρτης).

Στις δεύτερες των X. Θ έχουμε την εμφάνιση ψαμμιτών με γύψο και ενστρώσεις συνεκτικής αργίλου με γύψο. Η παράταξη της στρώσης τους είναι ΒΑ – ΝΔ με την κλίση τους να κυμαίνεται από 55° - 65° περίπου προς τα ΒΔ (γεωλογικός χάρτης).

▪ **X.Θ. 2+610 – X.Θ. 2+945 & X.Θ 3+083 – X.Θ 3+115.**

Ο λιθολογικός σχηματισμός από τον οποίο δομούνται οι προαναφερόμενες X.Θ είναι των λευκών, λεπτοπλακωδών έως παχυπλακωδών, υπολιθογραφικών, εύθρυπτων και έντονα κερματισμένων Ανωκρητιδικών ασβεστολίθων της ζώνης Παξών, οι οποίοι εναλλάσσονται με μικρολατυποπαγείς ασβεστόλιθους. Η παράταξη της στρώσης τους είναι

ΒΑ – ΝΔ με την κλίση τους να κυμαίνεται από 30° - 35° περίπου προς τα ΝΑ (γεωλογικός χάρτης).

▪ **X.Θ. 2+945 – X.Θ 3+083.**

Το τμήμα αυτό δομείται από πλευρικά κορήματα τα οποία παρουσιάζονται σαν συνεκτικοί έως χαλαροί σχηματισμοί που αποτελούνται από ασβεστολιθικές και ψαμμιτικές λατύπες με επικράτηση των ασβεστολιθικών και με κυμαινόμενο μέγεθος. Η X.Θ 3+020 διασχίζεται από εγκάρσιο κανονικό ρήγμα. (γεωλογικός χάρτης).

4.2.2. Εναλλακτική Χάραξη

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. 0+390**

Στο τμήμα αυτό ο υπό βελτίωση οδικός άξονας εδράζεται επί των προσχωματικών αποθέσεων οι οποίες συνθέτονται κυρίως από χαλαρά καστανόχρωμα έως ερυθροκάστανα αργιλοαμμώδη υλικά με διάσπαρτες κροκαλολατύπες (γεωλογικός χάρτης).

▪ **X.Θ. 0+390 – X.Θ 1+695 & X.Θ 2+460 – X.Θ 2+610.**

Ο λιθολογικός σχηματισμός πάνω στον οποίο εδράζεται ο υπό βελτίωση δρόμος είναι οι παράκτιες αποθέσεις. Παρουσιάζονται σαν χαλαρά έως συνεκτικά κροκαλοπαγή με μαργαϊκό συνδετικό υλικό και με ενδιαστρώσεις από μάργες κυανές και ασβεστοψαμμίτες (γεωλογικός χάρτης).

- **X.Θ 1+695 – X.Θ. 2+460 & X.Θ 3+115 – X.Θ 3+581,79.**

Στα τμήματα αυτά έχουμε την εμφάνιση της σειράς των ψαμμιτών, ιλυολίθων και γαλαζωπών μαργών της γεωτεκτονικής ενότητας της ζώνης Παξών. Στις πρώτες των X. Θ η σειρά αποτελείται από εναλλαγές μαργών και πηλιτών με ελάχιστους ψαμμίτες και ιλυόλιθους. Η παράταξη της στρώσης τους είναι ΒΑ – ΝΔ με την κλίση τους να κυμαίνεται από 30° - 35° περίπου προς τα ΝΑ. Η X. Θ 2+190 διασχίζεται από εγκάρσιο κανονικό ρήγμα. (γεωλογικός χάρτης).

Στις δεύτερες των X. Θ έχουμε την εμφάνιση ψαμμιτών με γύψο και ενστρώσεις συνεκτικής αργίλου με γύψο. Η παράταξη της στρώσης τους είναι ΒΑ – ΝΔ με την κλίση τους να κυμαίνεται από 55° - 65° περίπου προς τα ΒΔ (γεωλογικός χάρτης).

- **X.Θ. 2+610 – X.Θ. 2+945 & X.Θ 3+083 – X.Θ 3+115.**

Ο λιθολογικός σχηματισμός από τον οποίο δομούνται οι προαναφερόμενες X.Θ είναι των λευκών, λεπτοπλακωδών έως παχυπλακωδών, υπολιθογραφικών, εύθρυπτων και έντονα κερματισμένων Ανωκρητιδικών ασβεστολίθων της ζώνης Παξών, οι οποίοι εναλλάσσονται με μικρολατυποπαγείς ασβεστόλιθους. Η παράταξη της στρώσης τους είναι ΒΑ – ΝΔ με την κλίση τους να κυμαίνεται από 30° - 35° περίπου προς τα ΝΑ (γεωλογικός χάρτης).

- **X.Θ. 2+945 – X.Θ 3+083.**

Το τμήμα αυτό δομείται από πλευρικά κορήματα τα οποία παρουσιάζονται σαν συνεκτικοί έως χαλαροί σχηματισμοί που αποτελούνται από ασβεστολιθικές και ψαμμιτικές λατύπες με επικράτηση των ασβεστολιθικών και με κυμαινόμενο μέγεθος. Η Χ.Θ 3+020 διασχίζεται από εγκάρσιο κανονικό ρήγμα. (γεωλογικός χάρτης).

5. ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ

Η Αδριατικοϊόνιος ζώνη η οποία αναφέρεται συχνά και με το απλό όνομα "Ιόνιος ζώνη", εκτείνεται κατά μήκος της δυτικής παραλίας της Ηπειρωτικής Ελλάδας με διεύθυνση Β - Ν και περιλαμβάνει τμήματα από τα Ιόνια νησιά και την Πελοπόννησο. Ορισμένες νεώτερες απόψεις τοποθετούν τα ημιμεταμορφωμένα γεωλογικά στρώματα του Ταυγέτου και της Κρήτης στην Ιόνιο ζώνη (σχ . 5).

Η Αδριατικοϊόνιος ζώνη θεωρείται το Ελληνικό "μειογεωσύγκλινο" σε συσχετισμό με το "ευγεωσύγκλινο" της ζώνης Πίνδου. Με τις νεώτερες απόψεις χαρακτηρίζεται σαν μια ηπειρωτική λεκάνη με ημιπελαγική ιζηματογένεση.

Παλαιογεωγραφικά διαιρέθηκε από ορισμένους ερευνητές σε τρεις ενότητες ή υποζώνες : την εσωτερική (ανατολική), την αξονική και την εξωτερική (δυτική), με σημαντικές διαφοροποιήσεις στην ιζηματογένεσή τους.

Προαλπικό υπόβαθρο δεν έχει αποδειχθεί. Υπάρχει όμως η άποψη, όπως αναφέρθηκε προηγούμενα, ότι τα ημιμεταμορφωμένα πετρώματα Πελοποννήσου - Κυθήρων - Κρήτης αποτελούν κοινό Ανωπαλαιοζωικό υπόβαθρο για τις ζώνες Γαβρόβου - Τρίπολης και Αδριατικοϊόνιο.

Σαν πρώτα αλπικά ιζήματα της ζώνης θεωρούνται τα κοιτάσματα γύψου, η ηλικία των οποίων υπολογίζεται Περμοτριάδικη, ενώ αναφέρονται ορισμένες παρεμβολές των μέσα σε ασβεστόλιθους του Κάτω Λιασίου. Το συνολικό πάχος του στρώματος της γύψου υπολογίσθηκε με γεωτρήσεις γύρω στα 1.500 m.

Πάνω στις γύψους επίκειται μαύρος ασβεστόλιθος ηλικίας Καρνίου και μετά άσπροι δολομίτες του Νορίου (Άνω Τριαδικό). Στη συνέχεια αποθέτονται οι νηριτικοί ασβεστόλιθοι Νορίου - Μέσου Λιασίου που είναι γνωστοί στη

βιβλιογραφία σαν "ασβεστόλιθοι του Παντοκράτορα" με πάχος γύρω στα 600 m.

Στο Άνω Λιάσιο διαφοροποιείται η αξονική περιοχή της ζώνης σε βαθύτερο χώρο ιζηματογένεσης, όπου αποθέτονται κερατόλιθοι σε εναλλαγές με έγχρωμους αργιλικούς σχιστόλιθους που είναι γνωστοί σαν "σχιστόλιθοι με Posidonomyes" από τα απολιθώματα που περιέχουν. Την ίδια περίοδο στις δύο πλευρές της ζώνης (εσωτερική και εξωτερική) αποθέτονται κόκκινοι ασβεστόλιθοι με αμμωνίτες, της φάσης Ammonitico rosso. Η διττή αυτή ιζηματογένεση διαρκεί όλο το Δογγέριο (Μέσο Ιουρασικό), ενώ στο Μάλμιο γίνεται κοινή σε όλο το πλάτος της ζώνης με την απόθεση πελαγικών ασβεστόλιθων με ενστρώσεις κερατολίθων, που αναφέρονται με το όνομα "ασβεστόλιθοι Βίγλας". Η απόθεσή τους κράτησε το Μάλμιο, το Κάτω και Μέσο Κρητιδικό μέχρι τα μέσα του Άνω Κρητιδικού (Σενώνιο).

Η ιζηματογένεση συνεχίζεται αδιάκοπα προς τα πάνω με ασβεστόλιθους λατυποπαγείς Ανωτέρου Κρητιδικού - Μέσου Ηωκαίνου οι οποίοι όμως στην αξονική υποζώνη χαρακτηρίζονται περισσότερο ημιπελαγικοί.

Τέλος αποθέτεται ο φλύσχη από το Πριαμπόνιο του Ηωκαίνου μέχρι το Ακουϊτάνιο του Κάτω Μειοκαίνου οπότε και έλαβε χώρα η παροξυσμική πτύχωση της ζώνης.

Η ζώνη Παξών αποτελεί το εσωτερικό (ανατολικό) τμήμα της Απουλίας πλατφόρμας που εκτείνεται προς την Ιταλία. Τα Ιόνια νησιά Παξοί, Αντίπαξοι, Λευκάδα, Κεφαλονιά και Ζάκυνθος είναι οι μοναδικές περιοχές που εμφανίζεται η ζώνη ενώ το μεγαλύτερο τμήμα της βρίσκεται βυθισμένο κάτω από τη θάλασσα.

Η συνεχής ανθρακική ιζηματογένεση, βασικά νηριτική και η απουσία του φλύσχη είναι τα γνωρίσματα της ζώνης, χαρακτηριστικά της Απουλίας πλατφόρμας.

Γύψοι, δολομίτες και νηριτικοί ασβεστόλιθοι είναι τα πιο παλιά αλπικά ιζήματα της ζώνης ("Άνω Τριαδικού") που εμφανίζουν μια σαφή αναλογία με τα αντίστοιχα της Αδριατικοϊονίου ζώνης.

Νηριτικοί ασβεστόλιθοι αντιπροσωπεύουν και το Κάτω και το Μέσο Ιουρασικό, ενώ στους ασβεστόλιθους του Άνω Ιουρασικού παρεμβάλλονται και μερικές ενστρώσεις από κερατόλιθους και μάργες.

Η ανθρακική ιζηματογένεση συνεχίστηκε αδιάκοπα όλο το Κρητιδικό και Παλαιογενές (Παλαιόκαινο - Ηώκαινο - Ολιγόκαινο) με την απόθεση νηριτικών ασβεστόλιθων λευκών ή τεφρών που συχνά εμφανίζονται μικρο - λατυποπαγείς.

Η θαλάσσια ιζηματογένεση συνεχίστηκε στην ζώνη Παξών και στο Νεογενές με νηριτικούς και μαργαϊκούς, ημιπελαγικούς ασβεστόλιθους του Κάτω Μειόκαινου. Αυτή η θαλάσσια ιζηματογένεση που φαίνεται ότι διακόπηκε μεταξύ Μειόκαινου - Πλειόκαινου με τον σχηματισμό του Αιγαιακού τόξου, συνεχίζεται φυσικά και σήμερα στις περιοχές της ζώνης που παραμένουν κάτω από τη θάλασσα.

Δεν είναι όμως εξακριβωμένο αν η ανάδυση ήταν αρχικά ενιαία για όλη τη ζώνη Παξών και έγινε με μια παροξυσμική ορογενετική φάση (όπως πιστεύεται από ορισμένους) και στη συνέχεια έγινε βύθιση, με ρηξιγενή τεκτονική, του χώρου ανάμεσα στα νησιά Παξοί, Λευκάδα, Κεφαλονιά, Ζάκυνθος που σήμερα αποτελούν τις μοναδικές εμφανίσεις της ζώνης,

ή η ανάδυση των νησιών έγινε μεμονωμένα από την τεκτονική συμπίεσης που έδωσε κατά το σχηματισμό του Αιγαιακού (Ελληνικού) τόξου κι επομένως η ιζηματογένεση συνεχίζεται αδιάκοπα στον υπόλοιπο χώρο της ζώνης.

Χαρακτηριστικό πάντως στοιχείο είναι ότι η ιζηματογένεση δεν τελειώνει με την απόθεση φλύσχη.

6. ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΑΙ ΠΑΛΑΙΟΓΕΩΓΡΑΦΙΑ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Παλαιογεωγραφικό ενδιαφέρον παρουσιάζει το θέμα του σχηματισμού των κοιτασμάτων εβαποριτών (γύψου και ορυκτού άλατος) Περμοτριάδικής ηλικίας. Δύο παραπλήσιες παλαιογεωγραφικές συνθήκες έχουν προταθεί για την εξήγηση σχηματισμού των εβαποριτών :

- Σύμφωνα με την πρώτη, κατάλληλο περιβάλλον εξάτμισης (evaporation) και επομένως σχηματισμού των κοιτασμάτων των εβαποριτών ήταν πολλές συνεχόμενες στοματολίμνες, δηλαδή παραθαλάσσιες ρηχές λίμνες που η επικοινωνία τους με την θάλασσα φράσσονταν με χαμηλούς βραχίονες. Με τις παλίρροιες η θάλασσα κατόρθωνε να υπερπηδά τους βραχίονες και να εμπλουτίζει τις λίμνες με άλατα.
- Κατά την δεύτερη, υπήρχαν μεγάλες, ρηχές, κλειστές λίμνες - λεκάνες, χωρίς επικοινωνία με τη θάλασσα αλλά με συνεχή τροφοδοσία σε άλατα από ποταμούς που προέρχονταν από περιοχές με αλατούχα πετρώματα.

Ανεξάρτητα από το πιο από τα δύο ήταν το καταλληλότερο περιβάλλον, γεγονός είναι ότι η Αδριατικοϊόνιος ζώνη ήταν κατά την διάρκεια του Περμοτριάδικού μια χερσαία ή πολύ ρηχή θαλάσσια περιοχή έτσι ώστε να έχει τη δυνατότητα να χερσεύει συχνά και να σχηματίσει τελικά τα τόσο μεγάλου πάχους στρώματα της γύψου.

Παρόμοια σχεδόν ήταν η παλαιογεωγραφική κατάσταση της ζώνης όλο το Τριαδικό και το Κάτω Ιουρασικό, με την απόθεση νηριτικών ιζημάτων (δολομίτες και ασβεστόλιθοι Παντοκράτορα) και μόνο από το Μέσο Ιουρασικό διαμορφώνεται σε μειογεωσύγκλινο με πελαγική - ημιπελαγική, θα μπορούσε να χαρακτηριστεί, ιζηματογένεση.

Τα κοιτάσματα της γύψου που προαναφέραμε, εκτός από την κανονική στρωματογραφική τους θέση στη βάση των αλπικών ιζημάτων, βρίσκονται συχνά και ενδιάμεσα στα νεώτερα στρώματα της ζώνης (Κρητιδικά και Ηωκαινικά) όπου έχουν ανέλθει διαπηρικά δια μέσου των ρηγμάτων. Αυτή η προς τα πάνω μετανάστευση της γύψου γίνεται από την θερμότητα που αναπτύσσεται λόγω θερμικής βαθμίδας και από τις υψηλές πιέσεις που ασκούνται στο βάθος από τα υπερκείμενα στρώματα, συνθήκες που κάνουν την γύψο πλαστική με ικανότητες ροής. Αυτή η δευτερογενής θέση της γύψου μέσα στα νεώτερα στρώματα είχε οδηγήσει παλαιότερα τους ερευνητές στο χαρακτηρισμό των κοιτασμάτων με τους όρους "κρητιδική γύψος", "ηωκαινική γύψος", κ.λ.π.

Η πύχωσης της Αδριατικοϊονίου ζώνης έγινε το Κάτω Μειόκαινο με την Στυριακή φάση πτυχώσεων. Τα στρώματα της ζώνης υπέστησαν έντονη λεπίωση στην οποία τα στρώματα της γύψου έπαιξαν το ρόλο του λιπαντικού μέσου που διευκόλυνε τις εσωτερικές ολισθήσεις.

Τα ρήγματα που απαντούν στη Αδριατικοϊόνιο ζώνη είναι στην πλειοψηφία τους κανονικά ενώ διακρίνεται και ένα μεγάλο πλήθος επιπεύσεων – λεπίων που οφείλει την γένεσή του στον εφαπτομενικό τεκτονισμό.

Η ηλικία των ρηγμάτων και σ' αυτή την γεωτεκτονική ζώνη δεν είναι ίδια. Ρήγματα δημιουργήθηκαν κατά την διάρκεια της ασβεστολιθικής ιζηματογένεσης (συνιζηματογενή ρήγματα), καθώς και πριν από την έναρξη της φλυσικής ιζηματογένεσης. 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.

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

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 υδρογεωλογικών συνθηκών με τη δημιουργία διόδων εκλεκτικής κυκλοφορίας του υπόγειου νερού και με την τοποθέτηση τεκτονικών καλυμμάτων σε αδιαπέρατο υπόβαθρο.

Για την γεωτεκτονική ενότητα της ζώνης Παξών, η έλλειψη σαφών συμπερασμάτων για την τεκτοορογενετική και πάλαιγεωγραφική εξέλιξη οφείλεται κυρίως στο ότι οι εμφανίσεις της ζώνης είναι περιορισμένης έκτασης. Πρέπει επίσης να τονιστεί ότι από τα αλπικά ιζήματα που περιγράφηκαν παραπάνω μόνο αυτά που αποτέθηκαν μετά το Μέσο Κρητιδικό βρίσκονται σε επιφανειακές εμφανίσεις στα νησιά που αναπτύσσεται η ζώνη, ενώ όλα τα πιο παλιά (τριαδικοϊουρασικά και κατω-κρητιδικά) διαπιστώθηκαν με τις βαθιές γεωτρήσεις που έγιναν για την έρευνα πετρελαίου. Τέλος αξίζει να σημειωθεί ότι ορισμένα τμήματα των πλακωδών ασβεστόλιθων της σειράς των "Plattenkalk" στη Νότια Λακωνία της Πελοποννήσου, πιστεύεται από μερικούς ότι ανήκουν στη ζώνη Παξών και αποκαλύπτονται στην περιοχή αυτή ως πολλαπλό τεκτονικό παράθυρο κάτω από τα επωθημένα καλύμματα των ζωνών Ιονίου, Γαβρόβου - Τρίπολης και Πίνδου.

Τα ρήγματα που απαντούν στην ευρύτερη περιοχή είναι στη συντριπτική τους πλειοψηφία κανονικά ρήγματα, έχουν σχετικά μικρό μήκος και οι επιφάνειες διάρρηξης δεν είναι ως επί το πλείστον επίπεδες, αλλά κυρτές. Ορισμένα από αυτά παρουσιάζουν γραμμές προστριβής, που μας επιτρέπουν να διαπιστώσουμε τη φορά της σχετικής κίνησης των τεμαχών.

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

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. Ρήγματα δημιουργήθηκαν κατά την διάρκεια της ασβεστολιθικής ιζηματογένεσης (συνιζηματογενή ρήγματα), καθώς και πριν από την έναρξη της ιζηματογένεσης. Παρατηρούνται επίσης ρήγματα που η ηλικία τους είναι πριν από την άφιξη του Τριαδικοϊουρασικού επικαλύμματος, και ρήγματα σχετικά νεότερα, που είναι υπεύθυνα για την δημιουργία των τεκτονικών βυθισμάτων που πληρώθηκαν από τα μεταλλικά ιζήματα και καθορίζουν σήμερα ένα τμήμα από το ανάγλυφο της περιοχής.

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

Τα συστήματα διακλάσεων στους λιθολογικούς σχηματισμούς των ανωκρητιδικών ασβεστολίθων και των ψαμμιτών της σειράς των ιλυολίθων, ψαμμιτών και γαλαζωπών μαργών της ζώνης Παζών, είναι κατά την διεύθυνση των κυρίως ρηγμάτων της περιοχής ΒΑ - ΝΔ με συχνότητα ανά 0,15 έως 0,25 m. και ΒΔ - ΝΑ με συχνότητα ανά 0,20 έως 0,30 m.

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 υδρογεωλογικών συνθηκών με τη δημιουργία διόδων εκλεκτικής κυκλοφορίας του υπόγειου νερού και με την τοποθέτηση τεκτονικών καλυμμάτων σε αδιαπέρατο υπόβαθρο.

7. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ

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

- Σύνθετη γεωλογική δομή με έντονο τεκτονισμό.
- Επικράτηση σε μεγάλο τμήμα επιφανείας, ανθρακικών υδροπερατών σχηματισμών.
- Εναλλαγές περατών - αδιαπέρατων σχηματισμών και έντονη καρστικοποίηση των ανθρακικών 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, 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 καρστικότητας
- ◆ υδροπερατούς λόγω πορώδους και
- ◆ πρακτικά αδιαπέρατους.

7.1.1. Υδροπερατοί λόγω καρστικότητας

7.1.1.1 Ανθρακικά ιζήματα

Τα ανθρακικά ιζήματα που συναντώνται στην περιοχή που μελετήθηκε είναι οι ανωκρητιδικοί ασβεστόλιθοι της γεωτεκτονικής ενότητας της ζώνης Παξών. Όπως προαναφέρθηκε στο κεφάλαιο της γεωμορφολογίας, οι ανθρακικοί σχηματισμοί παρουσιάζονται καρστικοποιημένοι και κερματισμένοι. Ο συντελεστής κατείδυσης στους ασβεστόλιθους, που γενικά εξεταζόμενος είναι της τάξης πάνω από 35%, σε συνδυασμό με τις ψηλές βροχοπτώσεις της περιοχής έχει σαν αποτέλεσμα την μεγάλη τροφοδοσία με νερό των ανθρακικών μαζών που καταλαμβάνουν μεγάλη έκταση στην περιοχή.

Λόγω του έντονου τεκτονισμού που έχει υποστεί η περιοχή, τόσο από εφαπτομενικές κινήσεις (επωθήσεις – επιπτεύσεις - λεπιώσεις) όσο και από κατακόρυφες (ρήγματα), η διακίνηση και αποθήκευση του υπόγειου νερού ελέγχεται καθοριστικά από τον παράγοντα αυτό.

Ο συνδυασμός του πάχους των ασβεστολίθων με την παρουσία ενδιαστρώσεων από ιλύολίθους και μάργες στους κατώτερους κατά βάση ορίζοντες των σχηματισμών, δημιουργεί συνθήκες υδατοστεγούς επιπέδου και συγχρόνως την ύπαρξη υδροφορίας αρκετά καλής δυναμικότητας σε μέσο σχετικά βάθος.

7.1.2. Υδροπερατοί λόγω πορώδους

Στην ενότητα αυτή εντάσσονται οι προσχώσεις, τα πλευρικά κορήματα και οι παράκτιες αποθέσεις του τεταρτογενούς. Οι σχηματισμοί αυτοί αποτελούνται από εναλλαγές ενστρώσεων ποικίλης κοκκομετρίας, οι οποίες μεταβάλλονται τόσο κατά την οριζόντια, όσο και κατά την κατακόρυφη έννοια. Οι σχηματισμοί της ενότητας αυτής παρουσιάζουν δυναμικότητα σε υδροφορία, η οποία μπορεί να χαρακτηριστεί από ασθενής έως ισχυρή. Η δυναμικότητα αυτή εξαρτάται από το ποσοστό συμμετοχής της αδρόκοκκης φάσης και κατά κύριο λόγο από το πάχος και τη δυνατότητα τροφοδοσίας τους μέσω πλευρικών μεταγίσεων από παρακείμενους υδροφόρους μεγάλης δυναμικότητας (καρστικοί υδροφόροι).

7.1.3. Πρακτικά αδιαπέρατοι γεωλογικοί σχηματισμοί

Οι γεωλογικοί αυτοί σχηματισμοί (σειρά ψαμμιτών, ιλυολίθων και γαλαζωπών μαργών), δεν παρουσιάζουν ίχνη υπόγειας υδροφορίας (στην ζώνη εκτέλεσης του έργου) γιατί η μεγάλη συμμετοχή του αργιλομαργαϊκού κλάσματος στην σύνθεσή 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 υδροπερατότητά τους είναι ασήμαντη. Επιφανειακά, στον μανδύα αποσάθρωσης είναι δυνατόν να εμφανίζουν 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 προσχωματικές αποθέσεις, οι παράκτιες αποθέσεις, τα πλευρικά κορήματα, οι λιθολογικοί σχηματισμοί της σειράς των ψαμμιτών, ιλυολίθων και γαλαζωπών μαργών και οι ανωκρητιδικοί ασβεστόλιθοι.

Από τους προαναφερθέντες γεωλογικούς σχηματισμούς, οι προσχωματικές αποθέσεις, οι παράκτιες αποθέσεις, τα πλευρικά κορήματα και οι ανωκρητιδικοί ασβεστόλιθοι, θεωρούνται υδροπερατοί σχηματισμοί με διαφορετικές όμως τιμές υδροπερατότητας, υδατοαγωγιμότητας, εναποθήκευσης κ.λπ. σε αντίθεση με τους ψαμμίτες, ιλυόλιθους και γαλαζωπές μάργες που στο σύνολό τους είναι πρακτικά αδιαπέρατοι.

Η υδρολογική συμπεριφορά των ψαμμιτών, ιλυολίθων και γαλαζωπών μαργών 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 προσχωματικές 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 ανωκρητιδικών ασβεστολίθων, η αναπτυσσόμενη σε μέσο- μεγάλο βάθος υδροφορία δεν επηρεάζει δυσμενώς την οποιαδήποτε εκτέλεση τεχνικού έργου στην επιφάνειά τους.

8. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ

8.1. Σεισμική επικινδυνότητα

Η κυρίως περιοχή μελέτης, καθώς και το μεγαλύτερο τμήμα του Ιονίου Πελάγους φιλοξενούν μεγάλο αριθμό σεισμικών εστιών.

Τα νησιά του Ιονίου Πελάγους σαν σύνολο αναπτύσσουν μεγάλη σεισμική δράση (Γαλανόπουλος, 1955, Σεισμική Γεωγραφία της Ελλάδας).

Στον χάρτη επικέντρων των πιο γνωστών ισχυρών σεισμών που έγιναν στον Ελληνικό χώρο κατά την περίοδο 1901-1986 (Παπαζάχος, 1987), (σχ . 6), παρατηρείται σημαντικός αριθμός σεισμικών εστιών πλησίον της περιοχής μελέτης, γεγονός που επιβεβαιώνει την μεγάλη σχετικά σεισμικότητά της.

Θεωρητικά οι σεισμοί που μπορούν να επηρεάσουν την ευρύτερη περιοχή είναι οι τεκτονικοί των μεγάλου βάθους του Ιονίου Πελάγους, διεύθυνσης όμοιας με το σύστημα ρηγμάτωσης του πεδίου (Σεισμοτεκτονικός χάρτης Ι.Γ.Μ.Ε).

Οι σύγχρονες μελέτες σεισμικής επικινδυνότητας του Ελληνικού χώρου (Τομέας Γεωφυσικής Πανεπιστημίων Αθηνών & Θεσ/νίκης, Γεωδυναμικό Ινστιτούτο, ΙΤΣΑΚ, 1989), οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η Δυτική Νησιωτική Ελλάδα, στην οποία υπάγεται και η περιοχή εκτέλεσης του έργου, χαρακτηρίζεται από μεγάλη σεισμική επικινδυνότητα και κατατάσσεται στην Ζώνη III δηλαδή σε ζώνη μεγάλης σεισμικής επικινδυνότητας (σχ . 7).

Για τις περιοχές της Ζώνης III, η αναμενόμενη σεισμική επιτάχυνση του εδάφους είναι 3.53, προκύπτοντας από την σχέση : $A = a * g = 0,36 * g$

όπου g = η επιτάχυνση της βαρύτητας

και $a = 0,36$ (συντελεστής οριζόντιας εδαφικής επιτάχυνσης)

Οι Papadopoulos G. & Kijko A. (1991) στην δική τους έρευνα για την σεισμική επικινδυνότητα του Ελληνικού χώρου, συμπεραίνουν ότι η Δυτική Νησιωτική Ελλάδα, εμπεριέχοντας και την περιοχή ενδιαφέροντος, χαρακτηρίζεται σαν περιοχή πολύ υψηλού σεισμικού κινδύνου (σχ . 8).

8.2 . Σεισμικότητα της περιοχής

Απαραίτητο στοιχείο στην έρευνα σεισμικότητας και σεισμικής επικινδυνότητας μιας περιοχής, είναι η συγκέντρωση όλων των διαθέσιμων σεισμολογικών δεδομένων.

Στον χάρτη επικέντρων του Σχ.6, στην περιοχή μελέτης εμφανίζονται τα επίκεντρα σεισμών που έγιναν αισθητοί με ένταση $>VIII$, όπως επίσης και η κατανομή των επικέντρων επιφανειακών σεισμών που έγιναν στο Ελληνικό χώρο κατά τον παρόντα αιώνα (Comninakis & Papazachos, 1986). Σύμφωνα λοιπόν με τον συγκεκριμένο χάρτη, στην περιοχή ενδιαφέροντος, φιλοξενούνται αρκετά επίκεντρα.

Εξετάζοντας την σεισμική ιστορία της περιοχής τα τελευταία 100 χρόνια έχουμε να παρατηρήσουμε :

1. Το σεισμό που εκδηλώθηκε στις 24-1-1912 με επίκεντρο την Κεφαλονιά και είχε μέγεθος 6.8 βαθμούς της κλίμακας Richter. Η μέγιστη έντασή του παρατηρήθηκε στον οικισμό Ασπρογέρακας (X Mercalli).
2. Το σεισμό που έγινε στις 27-11-1914 με επίκεντρο την Λευκάδα και είχε μέγεθος 6.3 βαθμούς της κλίμακας Richter. Η μέγιστη έντασή του παρατηρήθηκε στον οικισμό της Λευκάδας (IX Mercalli).

3. Το σεισμό που εκδηλώθηκε στις 27-1-1915 με επίκεντρο την Ιθάκη και είχε μέγεθος 6.6 βαθμούς της κλίμακας Richter. Η μέγιστη έντασή του παρατηρήθηκε στον οικισμό Εξωγή (IX Mercalli).
4. Το σεισμό που εκδηλώθηκε στις 7-8-1915 με επίκεντρο την Ιθάκη και είχε μέγεθος 6.7 βαθμούς της κλίμακας Richter. Η μέγιστη έντασή του παρατηρήθηκε στον οικισμό της Ιθάκης (IX Mercalli).
5. Το σεισμό που εκδηλώθηκε στις 19-8-1915 με επίκεντρο τους Παξούς και είχε μέγεθος 6.1 βαθμούς της κλίμακας Richter. Η μέγιστη έντασή του παρατηρήθηκε στον οικισμό Γάιος (VII Mercalli).
6. Το σεισμό που εκδηλώθηκε στις 23-5-1917 με επίκεντρο την Πρέβεζα και είχε μέγεθος 6.1 βαθμούς της κλίμακας Richter. Η μέγιστη έντασή του παρατηρήθηκε στον οικισμό της Πρέβεζας (VI Mercalli).
7. Το σεισμό που έγινε στις 24-12-1917 με επίκεντρο την Αιτωλία και είχε μέγεθος 6.0 βαθμούς της κλίμακας Richter. Η μέγιστη έντασή του παρατηρήθηκε στον οικισμό της Ναυπάκτου (VIII Mercalli).
8. Το σεισμό που έγινε στις 13-9-1921 με επίκεντρο την Ακαρνανία και είχε μέγεθος 6.0 βαθμούς της κλίμακας Richter. Η μέγιστη έντασή του παρατηρήθηκε στον οικισμό της Αμφιλοχία (VIII Mercalli).
9. Το σεισμό που έγινε στις 19-9-1938 με επίκεντρο την Φωκίδα και είχε μέγεθος 6.4 βαθμούς της κλίμακας Richter. Η μέγιστη έντασή του παρατηρήθηκε στον οικισμό του Γαλαξιδίου (VI Mercalli).
10. Το σεισμό που έγινε στις 20-9-1939 με επίκεντρο την Κεφαλονιά και είχε μέγεθος 6.3 βαθμούς της κλίμακας Richter. Η μέγιστη έντασή του παρατηρήθηκε στον οικισμό της Κεφαλονιάς.

11. Το σεισμό που έγινε στις 22-4-1948 με επίκεντρο την Λευκάδα και είχε μέγεθος 6.5 βαθμούς της κλίμακας Richter. Η μέγιστη έντασή του παρατηρήθηκε στον οικισμό της Βασιλικής (IX Mercalli).
12. Το σεισμό που εκδηλώθηκε στις 12-8-1953 με επίκεντρο την Κεφαλονιά και είχε μέγεθος 7.2 βαθμούς της κλίμακας Richter. Η μέγιστη έντασή του παρατηρήθηκε στον οικισμό του Αργοστολίου (X+ Mercalli).
13. Το σεισμό που εκδηλώθηκε στις 21-10-1953 με επίκεντρο την Ακαρνανία και είχε μέγεθος 6.3 βαθμούς της κλίμακας Richter. Η μέγιστη έντασή του παρατηρήθηκε στον οικισμό Κανδήλα (VIII Mercalli).
14. Το σεισμό που εκδηλώθηκε στις 15-11-1959 με επίκεντρο την Ζάκυνθο και είχε μέγεθος 6.8 βαθμούς της κλίμακας Richter. Η μέγιστη έντασή του παρατηρήθηκε στον οικισμό Άνω Βολιμές (VII Mercalli).
15. Το σεισμό που εκδηλώθηκε στις 10-4-1962 με επίκεντρο την Ζάκυνθο και είχε μέγεθος 6.3 βαθμούς της κλίμακας Richter. Η μέγιστη έντασή του παρατηρήθηκε στον οικισμό Βολιμές (VI Mercalli).
16. Το σεισμό που εκδηλώθηκε στις 31-3-1965 με επίκεντρο την Αιτωλία και είχε μέγεθος 6.8 βαθμούς της κλίμακας Richter. Η μέγιστη έντασή του παρατηρήθηκε στον οικισμό του Αγρινίου (VII Mercalli).
17. Το σεισμό που εκδηλώθηκε στις 29-10-1966 με επίκεντρο την Ακαρνανία και είχε μέγεθος 6.0 βαθμούς της κλίμακας Richter. Η μέγιστη έντασή του παρατηρήθηκε στον οικισμό Κατούνα (VIII Mercalli).
18. Το σεισμό που εκδηλώθηκε στις 1-5-1967 με επίκεντρο την Άρτα και είχε μέγεθος 6.4 βαθμούς της κλίμακας Richter. Η μέγιστη έντασή του παρατηρήθηκε στον οικισμό Δροσοπηγή (IX Mercalli).

19. Το σεισμό που εκδηλώθηκε στις 17-9-1972 με επίκεντρο την Κεφαλονιά και είχε μέγεθος 6.3 βαθμούς της κλίμακας Richter. Η μέγιστη έντασή του παρατηρήθηκε στον οικισμό Χαβριάτα (VII Mercalli).

20. Ο σεισμός που έγινε στις 11-5-1976 με επίκεντρο την Ζάκυνθο και είχε μέγεθος 6.5 βαθμούς της κλίμακας Richter. Η μέγιστη έντασή του παρατηρήθηκε στον οικισμό Αμπελόκηποι (V Mercalli).

21. Το σεισμό που εκδηλώθηκε στις 17-1-1983 με επίκεντρο την Κεφαλονιά και είχε μέγεθος 7.0 βαθμούς της κλίμακας Richter. Η μέγιστη έντασή του παρατηρήθηκε στον οικισμό του Αργοστολίου (VI Mercalli).

8.3. 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 ανωκρητιδικοί ασβεστόλιθοι και οι λιθολογικοί σχηματισμοί της σειράς των ψαμμιτών, ιλυολίθων και γαλαζωπών μαργών της γεωτεκτονικής ενότητας της ζώνης Παξών.
- Εδάφη μέτριας σεισμικής επικινδυνότητας : εδώ ανήκουν οι σύγχρονες προσχώσεις και οι παράκτιες αποθέσεις.
- Εδάφη μεγάλης σεισμικής επικινδυνότητας : εδώ ανήκουν τα πλευρικά κορήματα.

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 της νήσου Ζακύνθου υπάγεται στην Ζώνη ΙΙΙ. Για κάθε μια κατηγορία ζωνών οι αναμενόμενες επιταχύνσεις σε συνάρτηση με την μέση περίοδο επανάληψης δίνονται από τις παρακάτω σχέσεις :

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

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

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

Είναι έτσι δυνατόν, με βάση τον χάρτη του σχήματος 3 να καθορισθούν για οποιαδήποτε τοποθεσία ή περιοχή οι δύο παράμετροι της σεισμικής κίνησης (γ_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).

8.4. 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 αντίστοιχα.

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.

ΠΙΝΑΚΑΣ Ι

Λιθολογικός σχηματισμός	Κατηγορία	T ₁ **	T ₂ **
▪ Προσχώσεις *	Γ	0.20	0.80
▪ Παράκτιες αποθέσεις *	Γ	0.20	0.80
▪ Πλευρικά κορήματα *	Δ	0.20	1.20
▪ Σειρά ψαμμιτών, ιλυολίθων και μαργών	Α	0.10	0.40
▪ Ασβεστόλιθοι	Α	0.10	1.40

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

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

Κατάταξη λιθολογικών σχηματισμών βάση της σεισμικής επικινδυνότητας

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
Α	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Βραχώδεις ή ημιβραχώδεις σχηματισμοί εκτεινόμενοι σε αρκετή έκταση και βάθος, με την προϋπόθεση ότι δεν παρουσιάζουν έντονη αποσάθρωση ➤ Στρώσεις πυκνού κοκκώδους υλικού με μικρό ποσοστό ιλυοαργιλικών προσμίξεων πάχους μικρότερου των 70 μ. ➤ Στρώσεις πολύ σκληρής προσυμπιεσμένης αργίλου, πάχους μικρότερου των 70 μ.
Β	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Έντονα αποσαθρωμένα βραχώδη ή εδάφη που από μηχανική άποψη μπορούν να εξομοιωθούν με κοκκώδη ➤ Στρώσεις κοκκώδους υλικού μέσης πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 5 μ. ή μεγάλης πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 70 μ. ➤ Στρώσεις σκληρής προσυμπιεσμένης αργίλου πάχους μεγαλύτερου των 70 μ.
Γ	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Στρώσεις κοκκώδους υλικού μικρής σχετικά πυκνότητας, πάχους μεγαλύτερου των 5 μ. ή μέσης πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 70 μ. ➤ Ιλυοαργιλικά εδάφη μικρής αντοχής, σε πάχος μεγαλύτερο των 5 μ.
Δ	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Έδαφος με μαλακές αργίλους υψηλού δείκτη πλασιμότητας ($I_p > 50$), συνολικού πάχους μεγαλύτερου των 10 μ.
Χ	<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 αμμοίλυδα 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 κλιτείες καλυπτόμενες με προϊόντα χαλαρών πλευρικών κορημάτων</p> <p>X6 Χαλαρά κοκκώδη ή μαλακά ιλυοαργιλικά εδάφη, εφόσον έχει αποδειχθεί ότι είναι επικίνδυνα από 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>

8.5. 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.

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. Αλπικοί σχηματισμοί

Οι ανωτέρω γεωλογικοί σχηματισμοί χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες :

Ανθρακικοί σχηματισμοί : Σ' αυτούς εντάσσονται οι ανωκρητιδικοί ασβεστόλιθοι της ζώνης Παξών. Οι σχηματισμοί αυτοί 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 $2.42 \text{ gr/cm}^3 - 2.80 \text{ gr/cm}^3$.
- Το υγρό φαινόμενο βάρος κυμαίνεται από $2.39 \text{ gr/cm}^3 - 2.81 \text{ gr/cm}^3$.
- 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 $432.5 \text{ Kg/cm}^2 - 853.62 \text{ Kg/cm}^2$ και $405.5 \text{ Kg/cm}^2 - 1800 \text{ Kg/cm}^2$.
- Το αξονικό μέτρο ελαστικότητας E παράλληλα προς τη στρώση κυμαίνεται από $12,3 \times 10^4 \text{ Kg/cm}^2 - 60.42 \times 10^4 \text{ Kg/cm}^2$.
- Το διαμετρικό μέτρο ελαστικότητας E παράλληλα προς τη στρώση κυμαίνεται από $41 \times 10^4 \text{ Kg/cm}^2 - 198 \times 10^4 \text{ Kg/cm}^2$.
- Το αξονικό μέτρο ελαστικότητας E κάθετα προς τη στρώση κυμαίνεται από $16.7 \times 10^4 \text{ Kg/cm}^2 - 30 \times 10^4 \text{ Kg/cm}^2$.
- Το διαμετρικό μέτρο ελαστικότητας E κάθετα προς τη στρώση κυμαίνεται από $3.33 \times 10^5 \text{ Kg/cm}^2 - 9.06 \times 10^5 \text{ Kg/cm}^2$.
- Η συνοχή C και η γωνία εσωτερικής τριβής ϕ σε δοκίμια διαμορφωμένα παράλληλα και κάθετα προς τη στρώση κυμαίνεται αντίστοιχα ως ακολούθως :

$$C = 36 \text{ Kg/cm}^2 - 389.5 \text{ Kg/cm}^2 \text{ και } \phi = 29.5^\circ - 48.6^\circ.$$

$$C = 109.6 \text{ Kg/cm}^2 - 514.5 \text{ Kg/cm}^2 \text{ και } \phi = 7^\circ - 49^\circ.$$

- Η δοκιμή υγείας κατά Los Angeles κυμαίνεται από $24.02\% - 62.72\%$.

Πιθανές καταπτώσεις ογκολίθων, μικρών διαστάσεων, είναι αναμενόμενες λόγω του εντόνου κερματισμού των ασβεστολίθων, αλλά σε μικρή συχνότητα.

Σε ότι αφορά την περατότητα των ασβεστολίθων είναι αρκετά μεγάλη και βιβλιογραφικά κυμαίνεται από 10^{-3} cm/sec έως 10^{-5} cm/sec που χαρακτηρίζει περατό έως ημιπερατό σχηματισμό.

Ο ασβεστόλιθος στη ζώνη εκτέλεσης του έργου είναι λεπτοπλακώδης έως και παχυπλακώδης, με παρεμβολές μικρολατυποπαγών ασβεστολίθων, λευκός έως λευκόφαιος. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στις Χ.Θ. όπου συναντώνται ζώνες τεκτονισμού (διάρρηξη, εφίπλευση, επώθηση) με μυλωνιτιωμένο 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 ευκρινής (Z) ενώ οι κατατμήσεις που φέρει η βραχώμαζα χαρακτηρίζονται ως μικροκατατμήσεις ευκρινώς μηχανικά δραστικές με τα συστήματα των διακλάσεων και joints να μην δείχνουν επικίνδυνες αποσφηνώσεις για κατάρρευση των πρανών. Ιδιαίτερο επίσης χαρακτηριστικό των ανθρακικών σχηματισμών στην ευρύτερη περιοχή είναι η έντονη καρστικοποίησή τους και η πλήρωση συνήθως των καρστικών εγκοίλων, που ενδέχεται να συναντηθούν κατά τις εκσκαφές, με αργιλικό υλικό. Προβλήματα που μπορεί να δημιουργηθούν είναι η ολίσθηση του εδαφικού υλικού ή η διαφορετική καθίζηση. Η εκσκαφή των ανθρακικών 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.

Σειρά ψαμμιτών, ιλυολίθων και γαλαζωπών μαργών : Στην ευρύτερη περιοχή συναντώνται, όπως έχει προαναφερθεί, είτε εναλλαγές μαργών και πηλιτών με ελάχιστους ψαμμίτες και ιλυόλιθους, είτε ψαμμίτες με γύψο και ενστρώσεις συνεκτικής αργίλου με γύψο. Οι ανωτέρω σχηματισμοί φαίνονται έντονα κερματισμένοι και πολυπτυχωμένοι, με πάχος συνήθως αρκετών δεκάδων μέτρων και χαμηλή έως μέτρια υδροπερατότητα.

Παρουσιάζουν χαρακτηριστικές μορφές πλαστικής παραμόρφωσης των στρωμάτων από την άσκηση ισχυρών οριζοντίων τεκτονικών πιέσεων. Τα επιφανειακά στρώματα είναι έντονα αποσαθρωμένα και χαλαρά. Η χαλάρωσή 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 m/sec – 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.

Στην επαφή του αποσαθρωμένου μανδύα τους με το μητρικό πέτρωμα εκδηλώνονται συνήθως πηγαίες εκφορτίσεις μικρών παροχών.

Τα φυσικά και μηχανικά των επιμέρους λιθολογικών σχηματισμών είναι:

α) Ιλυόλιθοι

$$Y_b : 2.6 \text{ gr/cm}^3 - 2.8 \text{ gr/cm}^3$$

$$q_u : 200 \text{ kg/cm}^2 - 1900 \text{ kg/cm}^2$$

$$c_s : 200 \text{ kg/cm}^2 - 350 \text{ kg/cm}^2$$

$$\varphi_s : 30^\circ - 48^\circ$$

β) Ψαμμίτες

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

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

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

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

γ) Μάργες

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

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

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

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

$$LL : 20\% - 46\%$$

$$PL : 8\% - 30\%$$

9.2. Μεταλλικοί γεωλογικοί σχηματισμοί

Οι προσχώσεις, παράκτιες αποθέσεις και τα πλευρικά κορήματα είναι τα μεταλλικά ιζήματα που καλύπτουν ένα αρκετά μεγάλο τμήμα της ζώνης εκτέλεσης του έργου οδοποιίας. Όπως έχει αναπτυχθεί στο κεφάλαιο της Γεωλογίας, συνθέτονται από αργιλομαργαϊκά υλικά, άμμους, χαλίκια και κροκαλολατύπες ασβεστολίθων, ψαμμιτών κ.α. Έχουν σχετικά μικρό πάχος και παρουσιάζουν συχνές και ταχείες μεταβολές της λιθολογικής τους σύστασης και κοκκομετρίας κατά την οριζόντια και κατακόρυφη εξάπλωση του σχηματισμού. Παρουσιάζουν χαμηλή έως μέτρια συνεκτικότητα και πλαστικότητα. Η

υδροπερατότητα τους κυμαίνεται από μέτρια έως μεγάλη ($K = 1,4 \cdot 10^{-4}$ m/sec έως $2,9 \cdot 10^{-5}$ 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. Η εκσκαφή τους γίνεται εύκολα με μηχανικά μέσα και αποτελούν κατάλληλα υλικά για την χρήση τους ως δάνεια.

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

$$\begin{aligned} Y_b & : 1.8 \text{ gr/cm}^3 - 2.2 \text{ gr/cm}^3 \\ q_u & : 0.5 \text{ kg/cm}^2 - 3.5 \text{ kg/cm}^2 \\ c_s & : 0.2 \text{ kg/cm}^2 - 0.5 \text{ kg/cm}^2 \\ \varphi_s & : 15^\circ - 35^\circ \\ LL & : 20\% - 46\% \\ PL & : 8\% - 30\% \end{aligned}$$

10. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σύμφωνα με τα παραταθέντα στοιχεία η διάνοιξη του οδικού άξονα θα εκτελεστεί στους γεωλογικούς σχηματισμούς των πλευρικών κορημάτων, προσχωματικών και παράκτιων αποθέσεων, των ανωκρητιδικών ασβεστολίθων και των λιθολογικών σχηματισμών της σειράς των ψαμμιτών, ιλυολίθων και γαλαζωπών μαργών της γεωτεκτονικής ενότητας της ζώνης Παξών, οι οποίοι παρουσιάζουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά, στο πεδίο εκτέλεσης του έργου:

- Οι κλίσεις των στρώσεων τους σε ορισμένες των Χ.Θ είναι ομόρροπες με τα πρανή του δρόμου.
- Η ύπαρξη υπόγειας υδροφορίας σε συνδυασμό με το αργιλικό στοιχείο δημιουργεί κατολισθητικές τάσεις.
- Τα συστήματα διακλάσεων έχουν προκαλέσει κερματισμό της βραχώμαζας δημιουργώντας κίνδυνο βραχόπτωσης.

Οι παρατηρήσεις και τα συμπεράσματα που περιγράφηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια μας οδηγούν στις προτάσεις που ακολουθούν.

10.1 Κύρια Χάραξη

1. Χ.Θ 0+000 – Χ.Θ 0+446

Στο ανωτέρω επιμέρους τμήμα του μελετούμενου έργου οδοποιίας προτείνεται να ληφθούν τα κάτωθι μέτρα :

- ◆ Λόγω ιδιομορφίας, όπως έχει προαναφερθεί, από υδρογεωλογική άποψη των γεωλογικών σχηματισμών που δομούν την περιοχή μελέτης (προσχώσεις) πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στην καλή αποχέτευση των επιφανειακών νερών που προέρχονται από τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα σ' όλο το μήκος του υπό διάνοιξη δρόμου με την

κατασκευή επενδεδυμένων τάφρων, οι διαστάσεις των οποίων θα προκύψουν από την υδρολογική - υδραυλική μελέτη.

- ◆ Να πραγματοποιηθεί εξυγίανση του αποσαθρωμένου μανδύα των λιθολογικών σχηματισμών του υπόβαθρου, με ελάχιστο βάθος αυτό των 0.50 m.
- ◆ Τα υλικά επιχωμάτωσης που θα χρησιμοποιηθούν να μην έχουν καθόλου οργανικά συστατικά και να μην παρουσιάζουν υψηλό όριο ροής. Τα λεπτά συστατικά αυτών των υλικών να μην είναι μόνο αργιλικά, διότι τότε το υλικό θα συμπυκνωθεί πάρα πολύ και σε περίοδο υγρού καιρού κατά την διάρκεια των εργασιών μπορεί να διογκωθεί και να γίνει παχύρρευστο. Για την κορυφή των επιχωμάτων είναι αναγκαίο να εκλεχθεί υλικό από αμμώδεις χάλικες ή αμμώδη πλευρικά κορήματα (χωρίς αργιλικά συστατικά).
- ◆ Η παρεμπόδιση της εισόδου του επιφανειακού νερού στο έδαφος των επιχωμάτων μπορεί να επιτευχθεί από ένα στρώμα φίλτρου κάτω από την υπόβαση του δρόμου με πάχος 50 cm - 60 cm περίπου, αποτελούμενο από ένα πακέτο με ένα ανώτερο στρώμα πολύ λεπτής άμμου πάχους 10 cm, ένα μεσαίο στρώμα με αμμώδη χαλίκια και πάχος 30 cm - 50 cm και ένα κατώτερο στρώμα από λεπτή επίσης άμμο με πάχος 10 cm - 15 cm. Το φίλτρο αυτό χρησιμεύει και για την παρεμπόδιση της ανόδου του νερού εξαιτίας τριχοειδών φαινομένων.
- ◆ Οι πτερυγότοιχοι των τυχόν τεχνικών πρέπει να θεμελιωθούν βαθιά στο υγιές πέτρωμα.

2. Χ.Θ 0+446 – Χ.Θ 1+695

Και στο τμήμα αυτό, τα πρανή επί των οποίων εδράζεται ο οδικός άξονας χαρακτηρίζονται από κλίσεις $<20^\circ$. Πετρογραφικά, ο οδικός άξονας επικάθεται επί των παράκτιων αποθέσεων.

Στο ανωτέρω επιμέρους τμήμα προτείνεται να ληφθούν τα κάτωθι μέτρα :

- ◆ Κλίση πρανών που θα διέπεται από την σχέση: $\beta : \nu = 1 : 1$.
- ◆ Δημιουργία αναβαθμίδων με μέγιστο ύψος κάθε μίας αυτό των 6 μέτρων.
- ◆ Λόγω ιδιομορφίας, όπως έχει προαναφερθεί, από υδρογεωλογική άποψη των γεωλογικών σχηματισμών που δομούν την περιοχή ενδιαφέροντος πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στην καλή αποστράγγιση από επιφανειακά και υπόγεια νερά σ' όλο το μήκος του υπό βελτίωση δρόμου με την κατασκευή επενδεδυμένων τάφρων, ελαχίστου πλάτους 0.40 m και σχέση: $\pi : \nu = 1 : 1$.
- ◆ Κατασκευή αυλάκων, με ανάλογη κλίση, κατά μήκος των βάσεων των αναβαθμίδων προκειμένου να επιτυγχάνεται όσο το δυνατό καλύτερα η αποστράγγιση των πρανών. Οι αύλακες θα οδηγούν τα βρόχινα νερά αλλά και αυτά του αποσαθρωμένου μανδύα στα φυσικά υδρορέματα που συναντούν εγκάρσια τον οδικό άξονα.
- ◆ Δενδροφύτευση των αναβαθμίδων από φυτά με πλούσιο ριζικό σύστημα, το οποίο ταυτόχρονα δεν θα προκαλεί φαινόμενα διάρρηξης στους ήδη καταπονημένους γεωλογικούς σχηματισμούς.

- ◆ Στις Χ.Θ που έστω και μέρος του οδικού άξονα προβλέπεται να κατασκευαστεί σε επιχώματα είναι απαραίτητο εκτός της προβλεπόμενης κλίσης και της δημιουργίας βαθμίδων αγκύρωσης, πρέπει προκειμένου να αποφευχθούν φαινόμενα καθίζησης ή ολίσθησης του όγκου των επιχωμάτων ή μέρους αυτών, να ληφθούν τα κάτωθι μέτρα :
 - Να πραγματοποιηθεί εξυγίανση του αποσαθρωμένου μανδύα των λιθολογικών σχηματισμών του υπόβαθρου, με ελάχιστο βάθος αυτό των 0.50 m.
 - Τα υλικά επιχωμάτωσης που θα χρησιμοποιηθούν να μην έχουν καθόλου οργανικά συστατικά και να μην παρουσιάζουν υψηλό όριο ροής. Τα λεπτά συστατικά αυτών των υλικών να μην είναι μόνο αργιλικά, διότι τότε το υλικό θα συμπυκνωθεί πάρα πολύ και σε περίοδο υγρού καιρού κατά την διάρκεια των εργασιών μπορεί να διογκωθεί και να γίνει παχύρρευστο. Οι ανωκρητιδικοί ασβεστόλιθοι και οι ψαμμίτες της σειράς των ψαμμιτών, ιλυολίθων και γαλαζωπών μαργών μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν υλικά για τις επιχωματώσεις. Για την κορυφή των επιχωμάτων είναι αναγκαίο να εκλεχθεί υλικό από αμμώδεις χάλικες ή αμμώδη πλευρικά κορήματα (χωρίς αργιλικά συστατικά).
 - Να πραγματοποιηθεί απαραίτητα απομάκρυνση του υπόγειου νερού αλλά και η αντιμετώπιση της πλευρικής προσροής νερού με τσιμεντένιους εγκάρσιους ή επιμήκεις αγωγούς αποστράγγισης που θα το οδηγούν σε χώρους μακράν των επιχωμάτων.

- Η παρεμπόδιση της εισόδου του επιφανειακού νερού στο έδαφος των επιχωμάτων μπορεί να επιτευχθεί από ένα στρώμα φίλτρου κάτω από την υπόβαση του δρόμου με πάχος 50 cm - 60 cm περίπου, αποτελούμενο από ένα πακέτο με ένα ανώτερο στρώμα πολύ λεπτής άμμου πάχους 10 cm, ένα μεσαίο στρώμα με αμμώδη χαλίκια και πάχος 30 cm - 50 cm και ένα κατώτερο στρώμα από λεπτή επίσης άμμο με πάχος 10 cm - 15 cm. Το φίλτρο αυτό χρησιμεύει και για την παρεμπόδιση της ανόδου του νερού εξαιτίας τριχοειδών φαινομένων.
- Οι περυγότοιχοι των τυχόν τεχνικών πρέπει να θεμελιωθούν βαθιά στο υγιές πέτρωμα.

3. Χ.Θ 1+695 – Χ.Θ 2+460

Στο παραπάνω τμήμα του μελετούμενου έργου, το οποίο εδράζεται σε εναλλαγές μαργών και πηλιτών με ελάχιστους ψαμμίτες και ιλύολιθους, προτείνεται η υλοποίηση των ακόλουθων τεχνικών επεμβάσεων :

- ◆ Κλίση πρανών που θα διέπεται από την σχέση: $\beta : \nu = 1 : 1$.
- ◆ Δημιουργία αναβαθμίδων με μέγιστο ύψος εκάστης, αυτό των 6 m.
- ◆ Κατασκευή αυλάκων, με ανάλογη κλίση, κατά μήκος των βάσεων των αναβαθμίδων προκειμένου να επιτυγχάνεται όσο το δυνατό καλύτερα η αποστράγγιση των πρανών. Οι αύλακες θα οδηγούν τα βρόχινα νερά αλλά και αυτά του αποσαθρωμένου μανδύα στα φυσικά υδρορεύματα που συναντούν εγκάρσια τον οδικό άξονα.

- ◆ Κατασκευή επενδεδυμένων τάφρων σ' όλο το μήκος του υπό βελτίωση δρόμου για την καλή αποστράγγιση από επιφανειακά και υπόγεια νερά, ελαχίστου πλάτους 0.40 m και σχέση: $\pi : \upsilon = 1 : 1$.
- ◆ Δενδροφύτευση των αναβαθμίδων από φυτά με πλούσιο ριζικό σύστημα, το οποίο ταυτόχρονα δεν θα προκαλεί φαινόμενα διάρρηξης στους ήδη καταπονημένους γεωλογικούς σχηματισμούς.
- ◆ Εφόσον κριθεί αναγκαίο, κατά την εκτέλεση του έργου, σε επιμέρους μικρά τμήματα που ο κερματισμός της βραχώμαζας είναι αρκετά μεγάλος, προτείνεται ο εγκλωβισμός των συγκεκριμένων πρανών με ατσάλινο πλέγμα προκειμένου να αποφευχθούν καταπτώσεις μικρού όγκου βράχων.
- ◆ Στις Χ.Θ που έστω και μέρος του οδικού άξονα προβλέπεται να κατασκευαστεί σε επιχώματα είναι απαραίτητο εκτός της προβλεπόμενης κλίσης και της δημιουργίας βαθμίδων αγκύρωσης, πρέπει προκειμένου να αποφευχθούν φαινόμενα καθίζησης ή ολίσθησης του όγκου των επιχωμάτων ή μέρος τους, να ληφθούν τα κάτωθι μέτρα :
 - Να πραγματοποιηθεί εξυγίανση του αποσαθρωμένου μανδύα των λιθολογικών σχηματισμών του υπόβαθρου, με ελάχιστο βάθος αυτό των 0.50 m.
 - Τα υλικά επιχωμάτωσης που θα χρησιμοποιηθούν να μην έχουν καθόλου οργανικά συστατικά και να μην παρουσιάζουν υψηλό όριο ροής. Τα λεπτά συστατικά αυτών των υλικών να μην είναι μόνο αργιλικά, διότι τότε το υλικό θα συμπυκνωθεί πάρα πολύ και σε περίοδο υγρού καιρού κατά την διάρκεια των εργασιών μπορεί να διογκωθεί και να γίνει παχύρρευστο. Οι ανωκρητιδικοί ασβεστόλιθοι και οι ψαμμίτες της σειράς των

ψαμμιτών, ιλυολίθων και γαλαζωπών μαργών μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν υλικά για τις επιχωματώσεις. Για την κορυφή των επιχωμάτων είναι αναγκαίο να εκλεχθεί υλικό από αμμώδεις χάλικες ή αμμώδη πλευρικά κορήματα (χωρίς αργιλικά συστατικά).

- Να πραγματοποιηθεί απαραίτητα απομάκρυνση του υπόγειου νερού αλλά και η αντιμετώπιση της πλευρικής προσροής νερού με τσιμεντένιους εγκάρσιους ή επιμήκεις αγωγούς αποστράγγισης που θα το οδηγούν σε χώρους μακράν των επιχωμάτων.
 - Η παρεμπόδιση της εισόδου του επιφανειακού νερού στο έδαφος των επιχωμάτων μπορεί να επιτευχθεί από ένα στρώμα φίλτρου κάτω από την υπόβαση του δρόμου με πάχος 50 cm - 60 cm περίπου, αποτελούμενο από ένα πακέτο με ένα ανώτερο στρώμα πολύ λεπτής άμμου πάχους 10 cm, ένα μεσαίο στρώμα με αμμώδη χαλίκια και πάχος 30 cm - 50 cm και ένα κατώτερο στρώμα από λεπτή επίσης άμμο με πάχος 10 cm - 15 cm. Το φίλτρο αυτό χρησιμεύει και για την παρεμπόδιση της ανόδου του νερού εξαιτίας τριχοειδών φαινομένων.
 - Οι περυγότοιχοι των τυχόν τεχνικών πρέπει να θεμελιωθούν βαθιά στο υγιές πέτρωμα.
- Στις Χ. Θ 1+820 - 2+110, επειδή στο πρόσφατο παρελθόν, μετά από έντονα καιρικά φαινόμενα, παρουσιάσθηκαν προβλήματα ολίσθησης, λόγω :

α). Της κακής αποστράγγισης των νερών της βροχής και του εμποτισμού του οδοστρώματος από αυτά.

β). Της αρχικής χάραξης του δρόμου κατά τέτοιο τρόπο ώστε η δημιουργία ορύγματος, είχε σαν αποτέλεσμα το φάγωμα του πόδα του ανάντη πρανούς και την διατάραξη της ισορροπίας αυτού (αφού με αυτό τον τρόπο έχασε την αντιστήριξή του).

γ). Του μεγάλου κερματισμού της βραχώμαζας.

δ). Του μεγάλου ύψους και κλίσης των πρανών

προτείνεται η κατασκευή τοιχείου αντιστήριξης από οπλισμένο σκυρόδεμα. Η θεμελίωση του τοιχείου πρέπει να γίνει βαθιά στο μητρικό και υγιές πέτρωμα.

4. X.Θ 2+460 – X.Θ 2+610

Στο ανωτέρω επιμέρους τμήμα, λόγω του ότι ο οδικός άξονας εδράζεται επί των παράκτιων αποθέσεων, προτείνεται να ληφθούν τα κάτωθι μέτρα :

- ◆ Κλίση πρανών που θα διέπεται από την σχέση: $\beta : \nu = 1 : 1.$
- ◆ Δημιουργία αναβαθμίδων με μέγιστο ύψος κάθε μίας αυτό των 6 μέτρων.
- ◆ Λόγω ιδιομορφίας, όπως έχει προαναφερθεί, από υδρογεωλογική άποψη των γεωλογικών σχηματισμών που δομούν την περιοχή ενδιαφέροντος πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στην καλή αποστράγγιση από επιφανειακά και υπόγεια νερά σ' όλο το μήκος του υπό βελτίωση δρόμου με την κατασκευή επενδεδυμένων τάφρων, ελαχίστου πλάτους 0.40 m και σχέση: $\pi : \nu = 1 : 1.$
- ◆ Κατασκευή αυλάκων, με ανάλογη κλίση, κατά μήκος των βάσεων των αναβαθμίδων προκειμένου να επιτυγχάνεται όσο το δυνατό καλύτερα η

αποστράγγιση των πρανών. Οι αύλακες θα οδηγούν τα βρόχινα νερά αλλά και αυτά του αποσαθρωμένου μανδύα στα φυσικά υδρορέματα που συναντούν εγκάρσια τον οδικό άξονα.

- ◆ Δενδροφύτευση των αναβαθμίδων από φυτά με πλούσιο ριζικό σύστημα, το οποίο ταυτόχρονα δεν θα προκαλεί φαινόμενα διάρρηξης στους ήδη καταπονημένους γεωλογικούς σχηματισμούς.
- ◆ Σημειώνεται ότι στις Χ. Θ 2+435 – Χ. Θ 2+532 υπάρχει τοιχίο αντιστήριξης.

5. Χ.Θ 2+610 – Χ.Θ 2+945

Ο οδικός άξονας στο συγκεκριμένο τμήμα, εδράζεται επί των ανωκρητιδικών ασβεστολίθων της γεωτεκτονικής ενότητας της ζώνης Παξών και προτείνεται η υλοποίηση των ακόλουθων τεχνικών επεμβάσεων :

- ◆ Κλίση πρανών που θα διέπεται από την σχέση: $\beta : \nu = 1 : 3$.
- ◆ Δημιουργία αναβαθμίδων με μέγιστο ύψος εκάστης, αυτό των 7 m.
- ◆ Κατασκευή επενδεδυμένων τάφρων σ' όλο το μήκος του υπό βελτίωση δρόμου για την καλή αποστράγγιση από επιφανειακά και υπόγεια νερά, ελαχίστου πλάτους 0.40 m και σχέση: $\pi : \nu = 1 : 1$.
- ◆ Εφόσον κριθεί αναγκαίο, κατά την εκτέλεση του έργου, σε επιμέρους μικρά τμήματα που ο κερματισμός της βραχώμαζας είναι αρκετά μεγάλος, προτείνεται ο εγκλωβισμός των συγκεκριμένων πρανών με ατσάλινο πλέγμα προκειμένου να αποφευχθούν καταπτώσεις μικρού όγκου βράχων.

- ◆ Στις Χ.Θ που έστω και μέρος του οδικού άξονα προβλέπεται να κατασκευαστεί σε επιχώματα είναι απαραίτητο εκτός της προβλεπόμενης κλίσης και της δημιουργίας βαθμίδων αγκύρωσης, πρέπει προκειμένου να αποφευχθούν φαινόμενα καθίζησης ή ολίσθησης του όγκου των επιχωμάτων ή μέρους αυτών, να ληφθούν τα κάτωθι μέτρα :
 - Να πραγματοποιηθεί εξυγίανση του αποσαθρωμένου μανδύα των λιθολογικών σχηματισμών του υπόβαθρου, με ελάχιστο βάθος αυτό των 0.50 m.
 - Τα υλικά επιχωμάτωσης που θα χρησιμοποιηθούν να μην έχουν καθόλου οργανικά συστατικά και να μην παρουσιάζουν υψηλό όριο ροής. Τα λεπτά συστατικά αυτών των υλικών να μην είναι μόνο αργιλικά, διότι τότε το υλικό θα συμπυκνωθεί πάρα πολύ και σε περίοδο υγρού καιρού κατά την διάρκεια των εργασιών μπορεί να διογκωθεί και να γίνει παχύρρευστο. Οι ανωκρητιδικοί ασβεστόλιθοι και οι ψαμμίτες της σειράς των ψαμμιτών, ίλυολίθων και γαλαζωπών μαργών μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν υλικά για τις επιχωματώσεις. Για την κορυφή των επιχωμάτων είναι αναγκαίο να εκλεχθεί υλικό από αμμώδεις χάλικες ή αμμώδη πλευρικά κορήματα (χωρίς αργιλικά συστατικά).
 - Να πραγματοποιηθεί απαραίτητα απομάκρυνση του υπόγειου νερού αλλά και η αντιμετώπιση της πλευρικής προσροής νερού με τσιμεντένιους εγκάρσιους ή επιμήκεις αγωγούς αποστράγγισης που θα το οδηγούν σε χώρους μακράν των επιχωμάτων.

- Η παρεμπόδιση της εισόδου του επιφανειακού νερού στο έδαφος των επιχωμάτων μπορεί να επιτευχθεί από ένα στρώμα φίλτρου κάτω από την υπόβαση του δρόμου με πάχος 50 cm - 60 cm περίπου, αποτελούμενο από ένα πακέτο με ένα ανώτερο στρώμα πολύ λεπτής άμμου πάχους 10 cm, ένα μεσαίο στρώμα με αμμώδη χαλίκια και πάχος 30 cm - 50 cm και ένα κατώτερο στρώμα από λεπτή επίσης άμμο με πάχος 10 cm - 15 cm. Το φίλτρο αυτό χρησιμεύει και για την παρεμπόδιση της ανόδου του νερού εξαιτίας τριχοειδών φαινομένων.
- Οι περυγότοιχοι των τυχόν τεχνικών πρέπει να θεμελιωθούν στο υγιές πέτρωμα.

6. Χ.Θ 2+945 – Χ.Θ 3+083

Στο παραπάνω αναφερόμενο τμήμα της υπό μελέτη οδού, επειδή οι λιθολογικοί σχηματισμοί (πλευρικά κορήματα) πάνω στους οποίους εδράζεται ο οδικός άξονας παρουσιάζονται χαλαροί, με μικρή αντοχή σε διάτμηση στα επιφανειακά τουλάχιστον τμήματά τους, προτείνονται :

- ❖ Να πραγματοποιηθεί εξυγίανση του αποσαθρωμένου μανδύα των λιθολογικών σχηματισμών του υπόβαθρου, με ελάχιστο βάθος αυτό των 0.50 m.
- ❖ Τα υλικά επιχωμάτωσης που θα χρησιμοποιηθούν να μην έχουν καθόλου οργανικά συστατικά και να μην παρουσιάζουν υψηλό όριο ροής. Τα λεπτά συστατικά αυτών των υλικών να μην είναι μόνο αργιλικά, διότι τότε το υλικό θα συμπυκνωθεί πάρα πολύ και σε περίοδο υγρού καιρού κατά την διάρκεια των εργασιών μπορεί να διογκωθεί και να γίνει παχύρρευστο. Οι ανωκρητιδικοί ασβεστόλιθοι και οι ψαμμίτες της σειράς

των ψαμμιτών, ιλυολίθων και γαλαζωπών μαργών μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν υλικά για τις επιχωματώσεις. Για την κορυφή των επιχωμάτων είναι αναγκαίο να εκλεχθεί υλικό από αμμώδεις χάλικες ή αμμώδη πλευρικά κορήματα (χωρίς αργιλικά συστατικά).

- ❖ Να πραγματοποιηθεί απαραίτητα απομάκρυνση του υπόγειου νερού αλλά και η αντιμετώπιση της πλευρικής προσροής νερού με τσιμεντένιους εγκάρσιους ή επιμήκεις αγωγούς αποστράγγισης που θα το οδηγούν σε χώρους μακράν των επιχωμάτων.
- ❖ Η παρεμπόδιση της εισόδου του επιφανειακού νερού στο έδαφος των επιχωμάτων μπορεί να επιτευχθεί από ένα στρώμα φίλτρου κάτω από την υπόβαση του δρόμου με πάχος 50 cm - 60 cm περίπου, αποτελούμενο από ένα πακέτο με ένα ανώτερο στρώμα πολύ λεπτής άμμου πάχους 10 cm, ένα μεσαίο στρώμα με αμμώδη χαλίκια και πάχος 30 cm - 50 cm και ένα κατώτερο στρώμα από λεπτή επίσης άμμο με πάχος 10 cm - 15 cm. Το φίλτρο αυτό χρησιμεύει και για την παρεμπόδιση της ανόδου του νερού εξαιτίας τριχοειδών φαινομένων.
- ❖ Οι περυγότοιχοι των τυχόν τεχνικών πρέπει να θεμελιωθούν στο υγιές πέτρωμα.

7. X.Θ 3+083 – X.Θ 3+115

Και σ' αυτό το τμήμα ο οδικός άξονας εδράζεται επί των ανωκρητιδικών ασβεστολίθων και προτείνεται η υλοποίηση των ακόλουθων τεχνικών επεμβάσεων :

- ◆ Κλίση πρανών που θα διέπεται από την σχέση: $\beta : \nu = 1 : 3$.
- ◆ Δημιουργία αναβαθμίδων με μέγιστο ύψος εκάστης, αυτό των 7 m.

- ◆ Κατασκευή επενδεδυμένων τάφρων σ' όλο το μήκος του υπό βελτίωση δρόμου για την καλή αποστράγγιση από επιφανειακά και υπόγεια νερά, ελαχίστου πλάτους 0.40 m και σχέση: $\pi : \upsilon = 1 : 1$.
- ◆ Εφόσον κριθεί αναγκαίο, κατά την εκτέλεση του έργου, σε επιμέρους μικρά τμήματα που ο κερματισμός της βραχώμαζας είναι αρκετά μεγάλος, προτείνεται ο εγκλωβισμός των συγκεκριμένων πρανών με ατσάλινο πλέγμα προκειμένου να αποφευχθούν καταπτώσεις μικρού όγκου βράχων.
- ◆ Στις Χ.Θ που έστω και μέρος του οδικού άξονα προβλέπεται να κατασκευαστεί σε επιχώματα είναι απαραίτητο εκτός της προβλεπόμενης κλίσης και της δημιουργίας βαθμίδων αγκύρωσης, πρέπει προκειμένου να αποφευχθούν φαινόμενα καθίζησης ή ολίσθησης του όγκου των επιχωμάτων ή μέρους αυτών, να ληφθούν τα κάτωθι μέτρα :
 - Να πραγματοποιηθεί εξυγίανση του αποσαθρωμένου μανδύα των λιθολογικών σχηματισμών του υπόβαθρου, με ελάχιστο βάθος αυτό των 0.50 m.
 - Τα υλικά επιχωμάτωσης που θα χρησιμοποιηθούν να μην έχουν καθόλου οργανικά συστατικά και να μην παρουσιάζουν υψηλό όριο ροής. Τα λεπτά συστατικά αυτών των υλικών να μην είναι μόνο αργιλικά, διότι τότε το υλικό θα συμπυκνωθεί πάρα πολύ και σε περίοδο υγρού καιρού κατά την διάρκεια των εργασιών μπορεί να διογκωθεί και να γίνει παχύρρευστο. Οι ανωκρητιδικοί ασβεστόλιθοι και οι ψαμμίτες της σειράς των ψαμμιτών, ιλυολίθων και γαλαζωπών μαργών μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν υλικά για τις επιχωματώσεις. Για την κορυφή των επιχωμάτων είναι αναγκαίο να εκλεχθεί υλικό από

αμμώδεις χάλικες ή αμμώδη πλευρικά κορήματα (χωρίς αργιλικά συστατικά).

- Να πραγματοποιηθεί απαραίτητα απομάκρυνση του υπόγειου νερού αλλά και η αντιμετώπιση της πλευρικής προσροής νερού με τσιμεντένιους εγκάρσιους ή επιμήκεις αγωγούς αποστράγγισης που θα το οδηγούν σε χώρους μακράν των επιχωμάτων.
- Η παρεμπόδιση της εισόδου του επιφανειακού νερού στο έδαφος των επιχωμάτων μπορεί να επιτευχθεί από ένα στρώμα φίλτρου κάτω από την υπόβαση του δρόμου με πάχος 50 cm - 60 cm περίπου, αποτελούμενο από ένα πακέτο με ένα ανώτερο στρώμα πολύ λεπτής άμμου πάχους 10 cm, ένα μεσαίο στρώμα με αμμώδη χαλίκια και πάχος 30 cm - 50 cm και ένα κατώτερο στρώμα από λεπτή επίσης άμμο με πάχος 10 cm - 15 cm. Το φίλτρο αυτό χρησιμεύει και για την παρεμπόδιση της ανόδου του νερού εξαιτίας τριχοειδών φαινομένων.
- Οι πτερυγότοιχοι των τυχόν τεχνικών πρέπει να θεμελιωθούν στο υγιές πέτρωμα.

8. X.Θ 3+115 – X.Θ 3+581,79

Στο παραπάνω τμήμα του μελετούμενου έργου, το οποίο εδράζεται σε ψαμμίτες με γύψο και ενστρώσεις συνεκτικής αργίλου με γύψο, προτείνεται η υλοποίηση των ακόλουθων τεχνικών επεμβάσεων :

- ◆ Κλίση πρανών που θα διέπεται από την σχέση: $\beta : \nu = 1 : 1$.
- ◆ Δημιουργία αναβαθμίδων με μέγιστο ύψος εκάστης, αυτό των 6 m.

- ◆ Κατασκευή αυλάκων, με ανάλογη κλίση, κατά μήκος των βάσεων των αναβαθμίδων προκειμένου να επιτυγχάνεται όσο το δυνατό καλύτερα η αποστράγγιση των πρανών. Οι αύλακες θα οδηγούν τα βρόχινα νερά αλλά και αυτά του αποσαθρωμένου μανδύα στα φυσικά υδρορεύματα που συναντούν εγκάρσια τον οδικό άξονα.
- ◆ Κατασκευή επενδεδυμένων τάφρων σ' όλο το μήκος του υπό βελτίωση δρόμου για την καλή αποστράγγιση από επιφανειακά και υπόγεια νερά, ελαχίστου πλάτους 0.40 m και σχέση: $\pi : \upsilon = 1 : 1$.
- ◆ Δενδροφύτευση των αναβαθμίδων από φυτά με πλούσιο ριζικό σύστημα, το οποίο ταυτόχρονα δεν θα προκαλεί φαινόμενα διάρρηξης στους ήδη καταπονημένους γεωλογικούς σχηματισμούς.
- ◆ Εφόσον κριθεί αναγκαίο, κατά την εκτέλεση του έργου, σε επιμέρους μικρά τμήματα που ο κερματισμός της βραχώμαζας είναι αρκετά μεγάλος, προτείνεται ο εγκλωβισμός των συγκεκριμένων πρανών με ασάλινο πλέγμα προκειμένου να αποφευχθούν καταπτώσεις μικρού όγκου βράχων.
- ◆ Στις Χ.Θ που έστω και μέρος του οδικού άξονα προβλέπεται να κατασκευαστεί σε επιχώματα είναι απαραίτητο εκτός της προβλεπόμενης κλίσης και της δημιουργίας βαθμίδων αγκύρωσης, πρέπει προκειμένου να αποφευχθούν φαινόμενα καθίζησης ή ολίσθησης του όγκου των επιχωμάτων ή μέρους αυτών, να ληφθούν τα κάτωθι μέτρα :
 - Να πραγματοποιηθεί εξυγίανση του αποσαθρωμένου μανδύα των λιθολογικών σχηματισμών του υπόβαθρου, με ελάχιστο βάθος αυτό των 0.50 m.

- Τα υλικά επιχωμάτωσης που θα χρησιμοποιηθούν να μην έχουν καθόλου οργανικά συστατικά και να μην παρουσιάζουν υψηλό όριο ροής. Τα λεπτά συστατικά αυτών των υλικών να μην είναι μόνο αργιλικά, διότι τότε το υλικό θα συμπυκνωθεί πάρα πολύ και σε περίοδο υγρού καιρού κατά την διάρκεια των εργασιών μπορεί να διογκωθεί και να γίνει παχύρρευστο. Οι ανωκρητιδικοί ασβεστόλιθοι και οι ψαμμίτες της σειράς των ψαμμιτών, ιλυολίθων και γαλαζωπών μαργών μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν υλικά για τις επιχωματώσεις. Για την κορυφή των επιχωμάτων είναι αναγκαίο να εκλεχθεί υλικό από αμμώδεις χάλικες ή αμμώδη πλευρικά κορήματα (χωρίς αργιλικά συστατικά).
- Να πραγματοποιηθεί απαραίτητα απομάκρυνση του υπόγειου νερού αλλά και η αντιμετώπιση της πλευρικής προσροής νερού με τσιμεντένιους εγκάρσιους ή επιμήκεις αγωγούς αποστράγγισης που θα το οδηγούν σε χώρους μακράν των επιχωμάτων.
- Η παρεμπόδιση της εισόδου του επιφανειακού νερού στο έδαφος των επιχωμάτων μπορεί να επιτευχθεί από ένα στρώμα φίλτρου κάτω από την υπόβαση του δρόμου με πάχος 50 cm - 60 cm περίπου, αποτελούμενο από ένα πακέτο με ένα ανώτερο στρώμα πολύ λεπτής άμμου πάχους 10 cm, ένα μεσαίο στρώμα με αμμώδη χαλίκια και πάχος 30 cm - 50 cm και ένα κατώτερο στρώμα από λεπτή επίσης άμμο με πάχος 10 cm - 15 cm. Το φίλτρο αυτό χρησιμεύει και για την παρεμπόδιση της ανόδου του νερού εξαιτίας τριχοειδών φαινομένων.

- Οι περυγότοιχοι των τυχόν τεχνικών πρέπει να θεμελιωθούν βαθιά στο υγιές πέτρωμα.

- ◆ Στις Χ. Θ 3+525 - 3+570, επειδή στο πρόσφατο παρελθόν, μετά από έντονα καιρικά φαινόμενα, παρουσιάστηκαν προβλήματα ολίσθησης, λόγω :
 - α). Της κακής αποστράγγισης των νερών της βροχής και του εμποτισμού του οδοστρώματος από αυτά.
 - β). Της αρχικής χάραξης του δρόμου κατά τέτοιο τρόπο ώστε η δημιουργία ορύγματος, είχε σαν αποτέλεσμα το φάγωμα του πόδα του ανάντη πρανούς και την διατάραξη της ισορροπίας αυτού (αφού με αυτό τον τρόπο έχασε την αντιστήριξή του).
 - γ). Του μεγάλου κερματισμού της βραχώμαζας.
 - δ). Του μεγάλου ύψους και κλίσης των πρανών**προτείνεται η κατασκευή τοιχίου αντιστήριξης από οπλισμένο σκυρόδεμα.** Η θεμελίωση του τοιχίου πρέπει να γίνει βαθιά στο μητρικό και υγιές πέτρωμα.

Προτείνεται η διάνοιξη των πρανών να γίνει, κατά το δυνατόν, χωρίς επιπλέον διατάραξής τους. Δηλαδή, όσο μπορεί να εκσκαφθεί με ισχυρά μηχανικά μέσα (π.χ D9 ή D10) και τη χρήση ripper. Αν παραστεί οπωσδήποτε ανάγκη χρήσης εκρηκτικών, αυτή να γίνει με απόλυτα ελεγχόμενες εκρήξεις.

Τέλος στα τμήματα που ορίζονται από τις Χ.Θ 1 + 600 - Χ.Θ 2 + 610 και Χ.Θ 2 + 945 - Χ.Θ 3 + 581,79 προτείνεται η εκπόνηση οριστικής γεωλογικής μελέτης γιατί οι λιθολογικοί σχηματισμοί (ιλυόλιθοι, μάργες, ψαμμίτες και

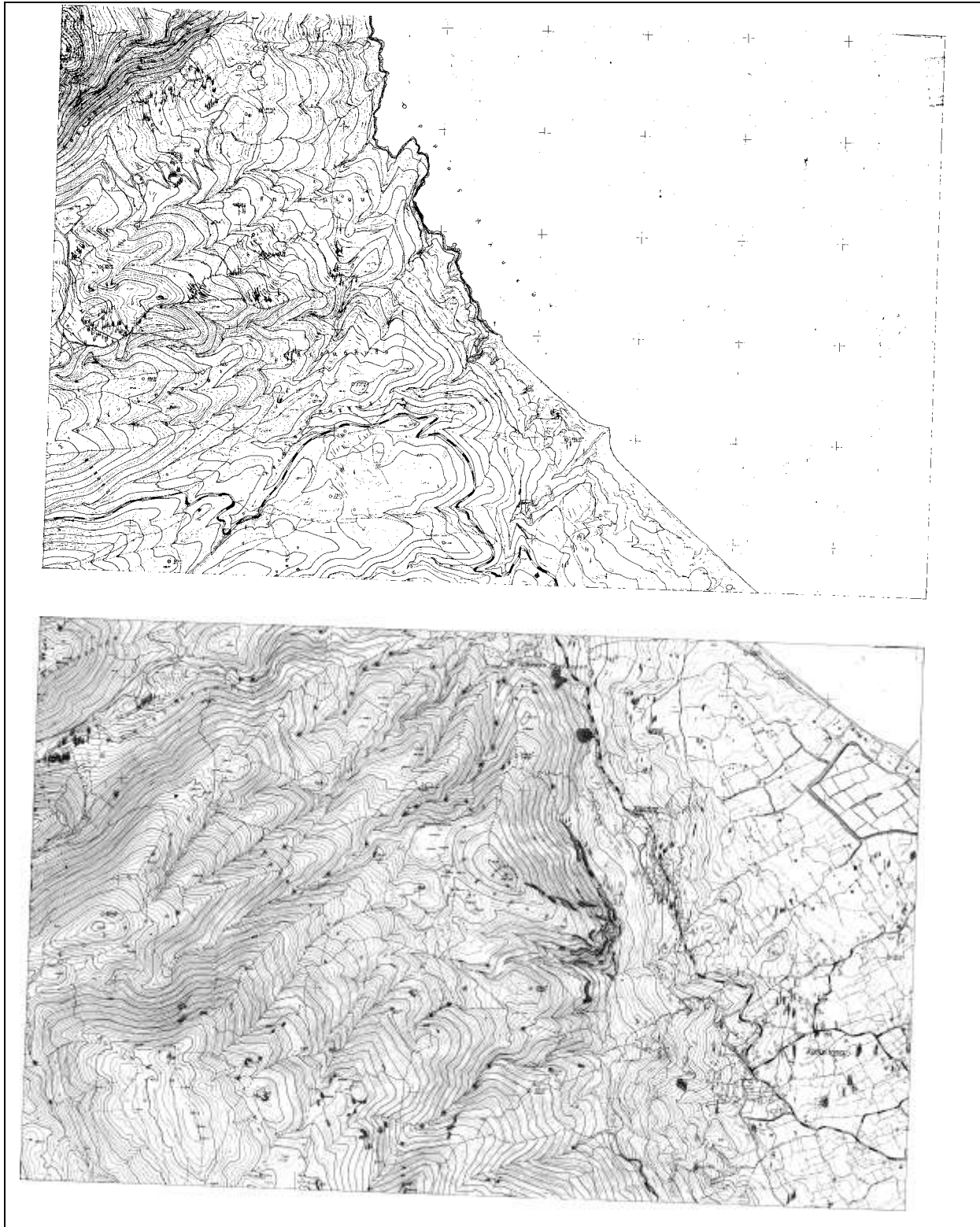
παράκτιες αποθέσεις) πάνω στους οποίους εδράζεται ο οδικός άξονας παρουσιάζονται χαλαροί, διερρηγμένοι και κερματισμένοι με μικρή αντοχή σε διάτμηση στα επιφανειακά τουλάχιστον τμήματά τους. Στις θέσεις όπου αυτοί είναι λεπτο - μεσοστρωματώδεις λαμβάνουν χώρα ολισθήσεις κατά επίπεδα ή ακόμα λαμβάνει χώρα και ολίσθηση του αποσαθρωμένου μανδύα εκεί όπου η αποσάθρωση έχει προχωρήσει σε μεγάλο βαθμό. Ορατός βέβαια είναι και ο κίνδυνος κατάπτωσης βράχων μικρού όμως σχετικά μεγέθους.

Στα πλαίσια της παρούσας πτυχιακής εργασίας οριστικοποιούνται οι προτάσεις για τον ασφαλή σχεδιασμό των πρηνών και η λήψη διαφόρων τεχνικών επεμβάσεων για την αντιμετώπιση ολισθήσεων, κατάπτωσης βράχων και κατολισθητικών τάσεων.

Επίσης στα πλαίσια της παρούσας πτυχιακής εργασίας υποδεικνύονται οι θέσεις ειδικών συνθηκών ή τεχνικών (μεγάλα τεχνικά, ασταθή υψηλά ορύγματα) που χρίζουν περαιτέρω γεωτεχνικής έρευνας και προτείνονται οι προς υλοποίηση απαραίτητες γεωτεχνικές εργασίες που είναι απαραίτητο να εκτελεσθούν πριν την κατασκευή του έργου για να δοθούν οι απαιτούμενοι παράμετροι σταθεροποίησης ή θεμελίωσης των τεχνικών.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

(ΣΧΕΔΙΑ – ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ - ΧΑΡΤΕΣ)



Σχήμα 1: Οριζοντιογραφία της περιοχής εκτέλεσης του έργου



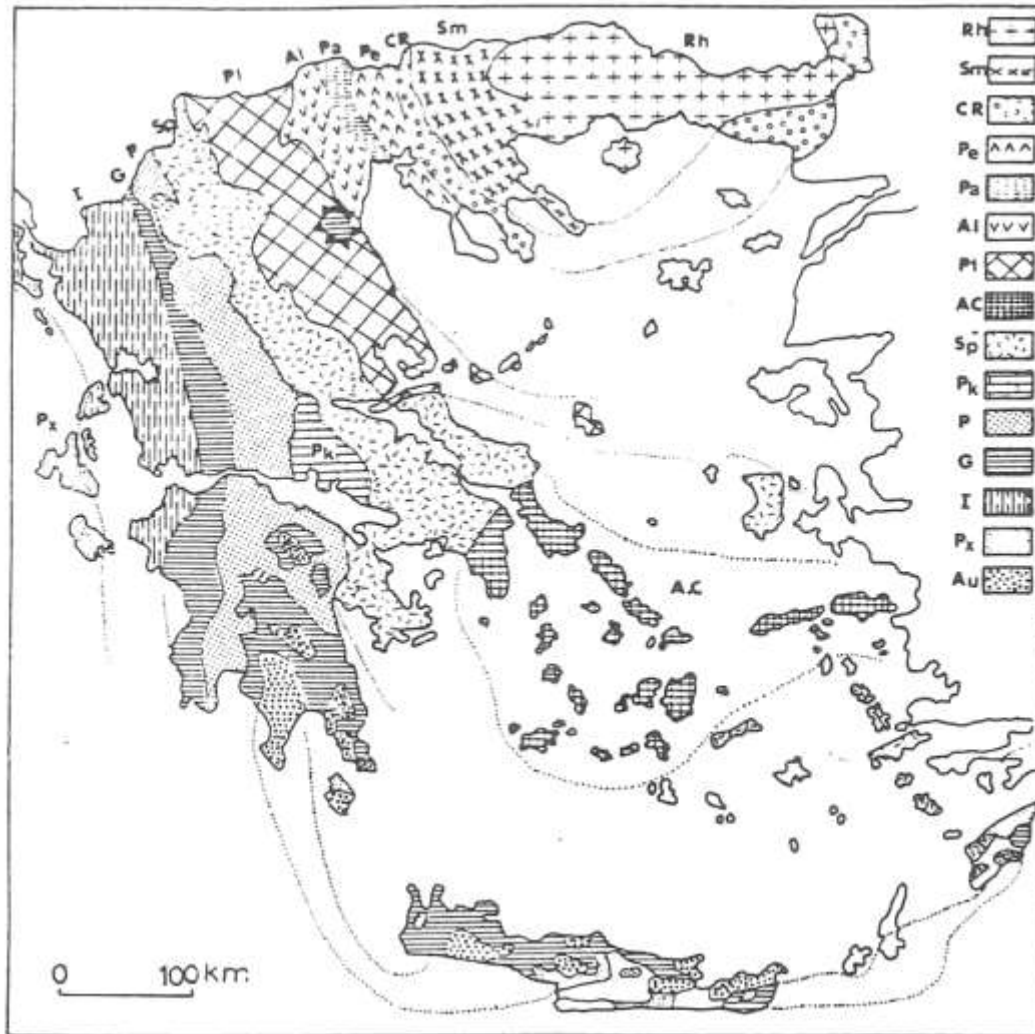
Σχήμα 2 : Χάρτης Ζακύνθου



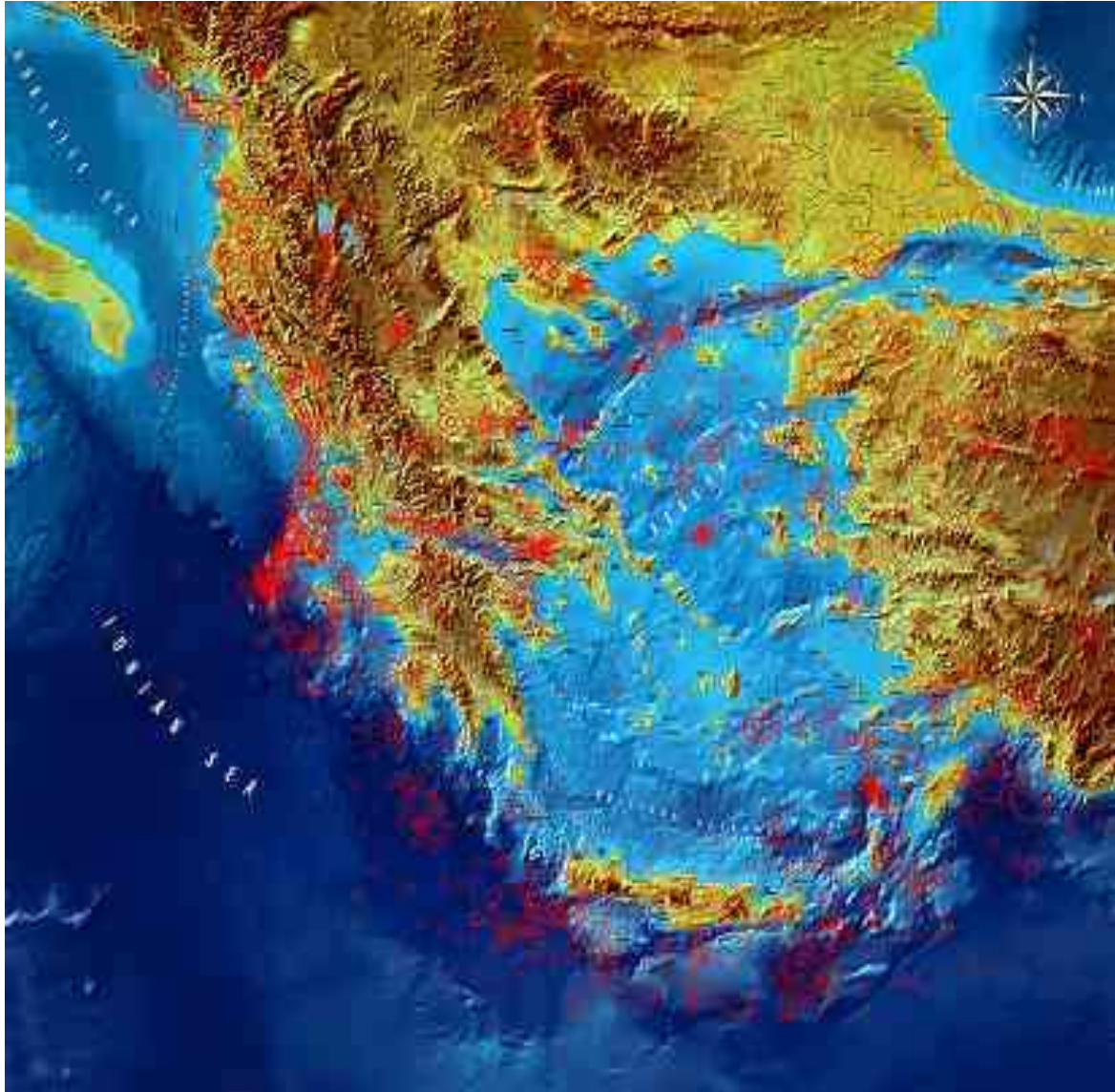
Σχήμα 3 : Γεωλογικός χάρτης νομού Ζακύνθου



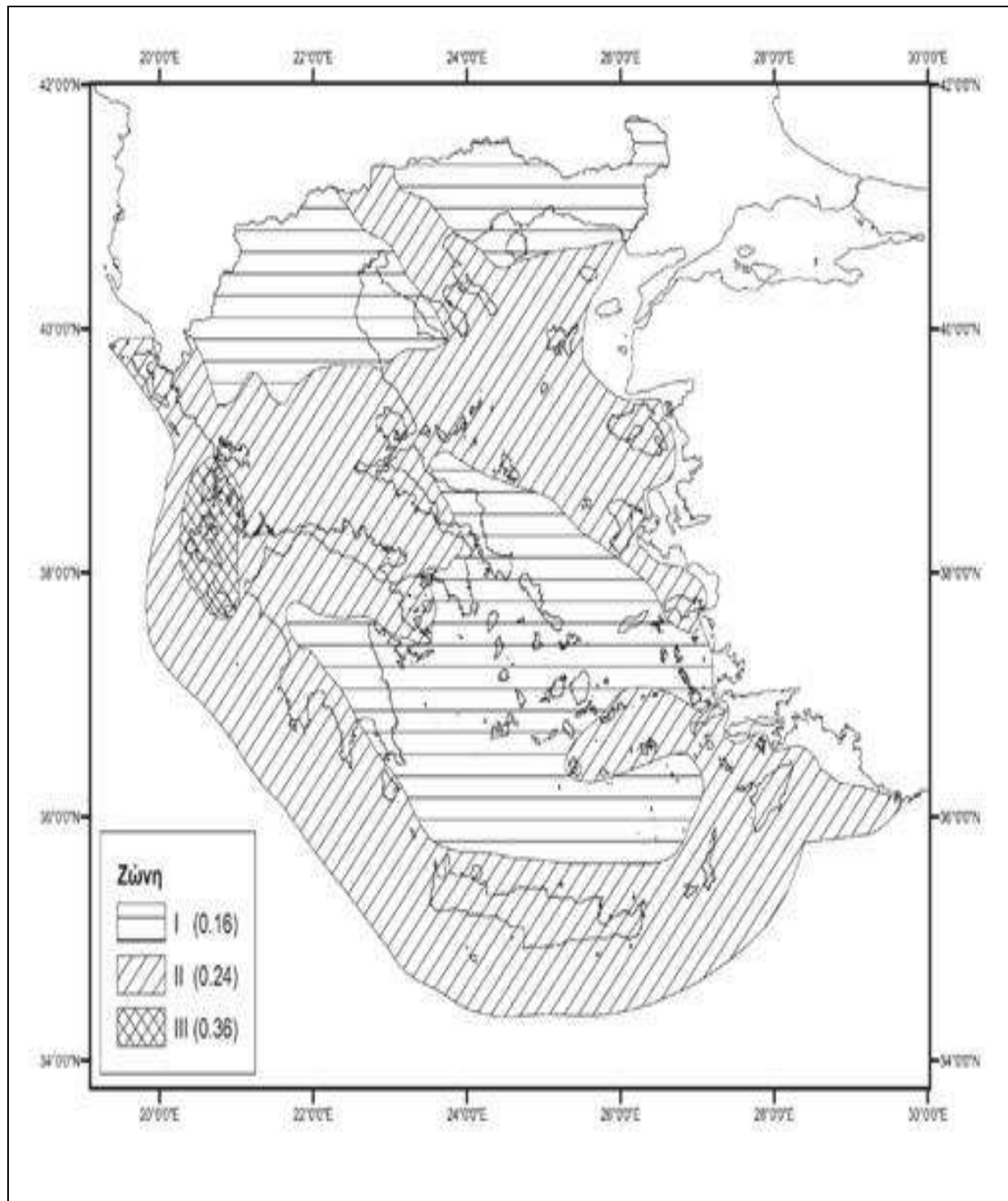
Σχήμα 4 : Γεωλογική δομή της ευρύτερης περιοχής



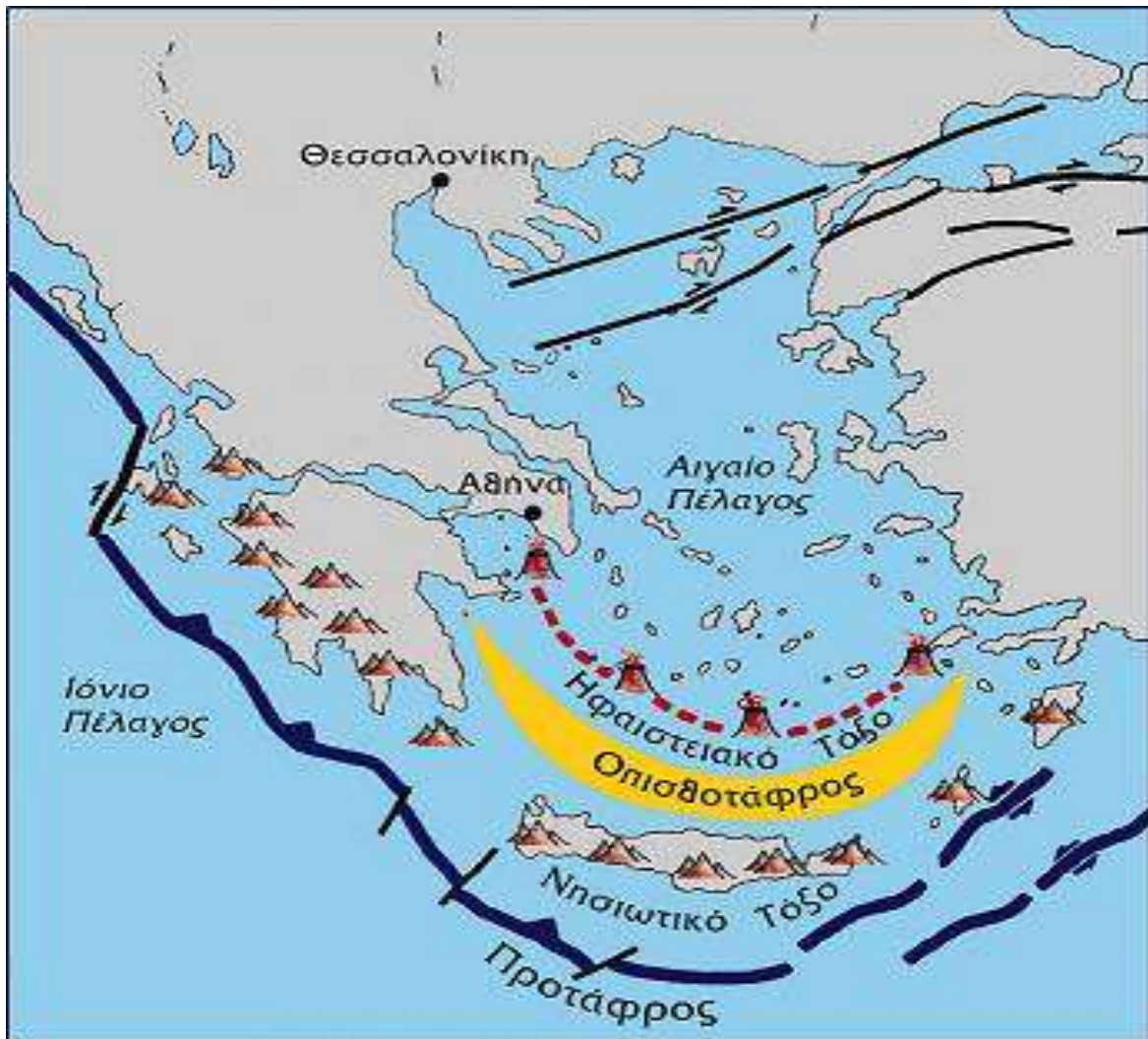
Σχήμα 5 : Γεωτεκτονικό σχήμα των Ελληνίδων ζωνών. Rh: Μάζα της Ροδόπης, Sm: Σερβομακεδονική μάζα, CR: Περιοδοπική ζώνη, (Pe: Ζώνη Παιανίας, Pa: Ζώνη Πάικου, Al: Ζώνη Αλμωπίας) = Ζώνη Αξιού, Pl: Πελαγονική ζώνη, Ac: Αττικό-Κυκλαδική ζώνη, Sp: Υποπελαγονική ζώνη, Pk: Ζώνη Παρνασσού - Γκιώνας, P: Ζώνη Πίνδου, G: Ζώνη Γαβρόβου - Τρίπολης, I: Ιόνιος ζώνη, Px: Ζώνη Παξών ή Προαπούλια, Au: Ενότητα (Ταλέα όρη - πλακώδεις ασβεστόλιθοι) πιθανόν της Ιονίου ζώνης. (Κατά Mountrakis et al. 1983)



Σχήμα 6 : Κατανομή των επικέντρων των επιφανειακών σεισμών στον ελληνικό χώρο(Papazachos B.C. et al, 1997).



Σχήμα 7 : Χάρτης Ζωνών Σεισμικής Επικινδυνότητας της Ελλάδος



Σχήμα 8 : Το Ελληνικό τόξο (Παπανικολάου Δ., 1998)

ΕΝ ΣΥΝΕΧΕΙΑ ΠΑΡΑΤΙΘΕΤΑΙ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ ΑΠΟ ΤΗΝ
ΕΠΙΤΟΠΙΑ ΕΡΕΥΝΑ Η ΟΠΟΙΑ ΔΙΕΞΗΧΘΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΟΥΣΑ
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ.









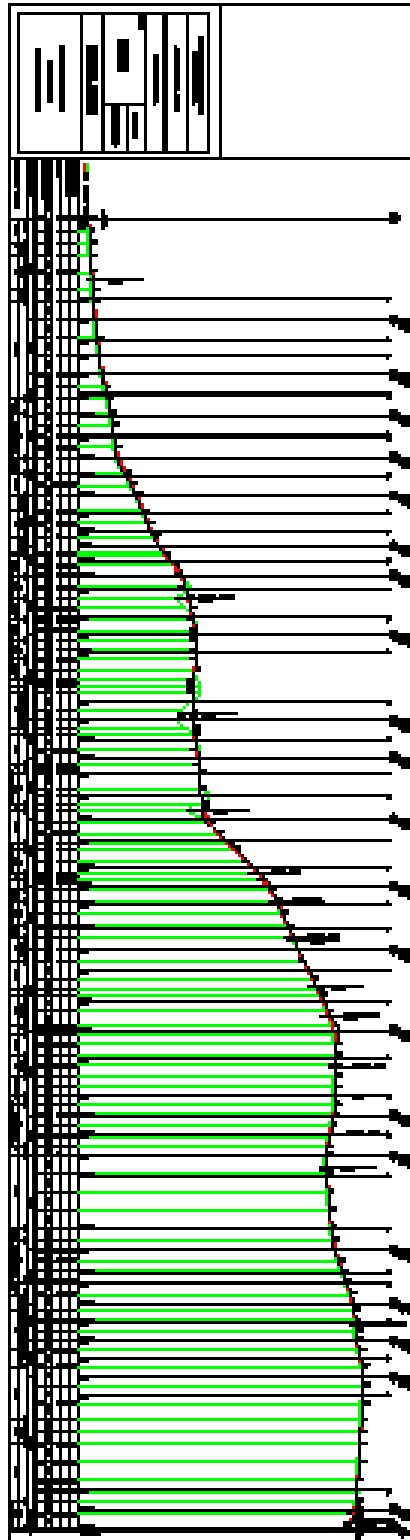




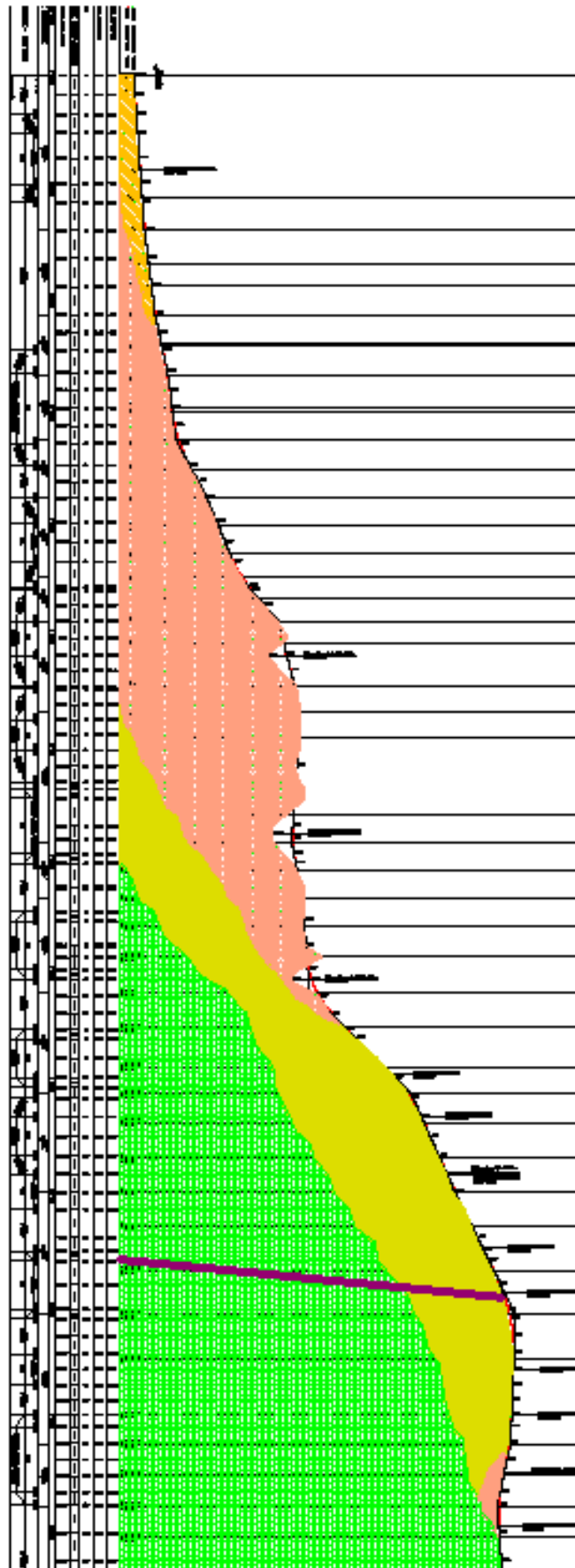


ΤΕΧΝΙΚΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΟΔΟΥ ΑΛΥΚΕΣ - ΞΥΓΚΙΑ





ΤΕΧΝΙΚΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΟΔΟΥ ΑΛΥΚΕΣ - ΞΥΓΚΙΑ



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. BRANDECKER , H (1971) : Die Gestaltung von Böschungen in Lockermassen und in Fels . – Forsch . – Ber . Forschungsges . Strassenwesen im Ostereichischen Ingenier . – u . Architekten verein , 3 , 59 , S . Wien .
2. ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΣ , Γ (1986) : Τεχνική γεωλογία με βασικές έννοιες βραχομηχανικής και γεωλογικές μελέτες τεχνικών έργων . Αν . καθηγητής Α.Π.Θ . Εκδόσεις Γιαχούδη – Γιαπούλη , Θεσσαλονίκη .
3. Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός 2000 (Ε.Α.Κ 2000). Έκδοση Ο.Α.Σ.Π.
4. ZARUBA , Qu & MENCL , V (1961) : Ingenieurgeologie . – Akademie – Verlag , Berlin .
5. ΚΑΛΛΕΡΓΗΣ, Γ (1986) : Εφαρμοσμένη Υδρογεωλογία. Έκδοση Τ.Ε.Ε, Αθήνα.
6. ΜΑΡΑΓΓΟΣ , Χρ. (1981) : Βραχώδη πρανή . – Ε.ΕΔ.ΘΕ. , Α.Π.Θ , Π.Σ , Τ.7 , Θεσσαλονίκη .
7. ΜΟΥΝΤΡΑΚΗΣ, Δ (1983) : Γεωλογία της Ελλάδος.
8. NAVFAC DM – 7.1 & 7.2 Department of the Navy, (1982) : Properties based on Standard Proctor Maximum Density.
9. ΠΑΠΑΧΑΡΙΣΗΣ, Ν – ΜΑΝΟΥ – ΑΝΔΡΕΑΔΗ, Ν – ΓΡΑΜΜΑΤΙΚΟΠΟΥΛΟΣ, Ι (1999): Γεωτεχνική Μηχανική, Έρευνα – Γεωτρήσεις – Εργαστήριο. Έκδοση Αφων Κυριακίδη Α.Ε
10. Port and Harbour Research Institute, Ministry of Transport, Japan, (1993). Handbook on Liquefaction – Remediation of Reclaimed Land. A.A BALKEMA / ROTTERDAM / BROOKFIELD.
11. ΠΑΠΑΖΑΧΟΣ, Β. & ΠΑΠΑΖΑΧΟΥ, Κ (1989) : Οι σεισμοί της Ελλάδας. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.
12. PRINZ , H (1982) : Abriss der Ingenieurgeologie , Stuttgart (Enke) .

13. RICHARD, P – WEBER, (1999) : Engineering Properties of Soils.
14. TERZAGHI , K (1969) : Εφαρμοσμένη εδαφομηχανική
15. TODD , D (1959) : Groundwater Hydrology
16. VERRUIZT , A (1966) : Theory of Groundwater flow .
17. WILSON , E (1974) : Hydrology .
18. ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ : Φ^ο ‘ΖΑΚΥΝΘΟΣ’ (έκδοση Ι.Γ.Μ.Ε , κλίμακα 1:50.000)