



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΤΗ
ΜΕΣΟΓΕΙΟ»

ΘΕΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ:

**«ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ
ΡΗΓΜΑΤΟΣ ΠΕΡΑΙΑΣ, ΔΗΜΟΥ ΘΕΡΜΑΪΚΟΥ, ΝΟΜΟΥ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ»**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΣ ΦΟΙΤΗΤΗΣ: **ΛΕΩΝΙΔΑΣ ΤΣΙΩΚΟΣ**

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: **ΖΟΥΡΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ**

ΜΕΛΗ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ:

ΣΟΥΛΑΚΕΛΛΗΣ ΝΙΚΟΣ

ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΣΠΥΡΙΔΩΝ

ΜΥΤΙΛΗΝΗ 2007

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Καταρχάς θα θελα να ευχαριστήσω τους επιβλέποντες καθηγητές μου κύριο Ζούρο Νίκο και Παυλίδη Σπύρο για την ανάθεση του θέματος και την βοήθεια που μου πρόσφεραν, όπως επίσης και τον καθηγητή Σουλακέλλη Νίκο, ως τρίτο μέλος της επιτροπής. Στην συνέχεια θα θελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή κύριο Συρίδη Γεώργιο και ιδιαίτερα την Ζερβοπούλου Άννα και τον Χατζηπέτρο Αλέξανδρο για τις πολύτιμες συμβουλές, γνώσεις και βοήθεια που μου πρόσφεραν κατά τις εργασίες πεδίου στην περιοχή της Περαίας τον Ιούνιο του 2006.

Εδώ πρέπει να ευχαριστήσω την αγαπημένη φίλη Σεμέλη για την παρέα της καθόλη την διάρκεια του μεταπτυχιακού καθώς και για την ουσιαστική και καθοριστική της βοήθεια τις τελευταίες μέρες συγγραφής της εργασίας.

Στην συνέχεια ευχαριστώ την φίλη Βαλάντω για την φιλοξενία και την εμπνευστική της παρέα στην Μυτιλήνη αλλά και τον Γιώργο, την Νικόλ, την Βάσια και την Μαρία για την φιλοξενία και την επίσης εμπνευστική τους παρέα στην Θεσσαλονίκη.

Ευχαριστώ πολύ επίσης τα παιδιά από την δουλειά και ιδιαίτερα την Ναταλία και την Τάνια που επωμίστηκαν περισσότερο φόρτο εργασίας λόγω της απουσίας μου τον τελευταίο καιρό. Ιδιαίτερα τον Νικολάκη για την βοήθεια και την παρέα στην Αθήνα, τον Γρηγόρη που αν και ξενιτεμένος ήταν κοντά μου, τα παιδιά από το μεταπτυχιακό Γιώργο, Ηλία, Άρη και Ράνια, την καθηγήτρια Πετράκου Ηλέκτρα για την στήριξη και την παρέα της σε Μυτιλήνη και Αθήνα, τα παιδιά από το εργαστήριο χαρτογραφίας και ιδιαίτερα την Νικολέτα και την Νίκη και όλους όσους ίσως αυτή την στιγμή ξεχνώ.

Δεν θα μπορούσα να κλείσω όμως το κεφάλαιο αυτό χωρίς να ευχαριστήσω το Ίδρυμα Ωνάση για την οικονομική του στήριξη (υποτροφία) στα πλαίσια του μεταπτυχιακού καθώς και τους γονείς μου Γεράσιμο και Επιστήμη για την πολύπλευρη στήριξή τους.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Κατά την διάρκεια των ετών 2005 και 2006 στην περιοχή της Περαίας του Δήμου Θερμαϊκού, περίπου 15 χιλιόμετρα νότια της πόλης της Θεσσαλονίκης εμφανίστηκαν κάποιες διαρρήξεις στο έδαφος οι οποίες παρέμεναν ορατές διότι επηρεάζουν το δομημένο περιβάλλον, όπως δρόμους, πεζοδρόμια, οικοδομές κ.ά. Οι διαρρήξεις αυτές εμφανίζονται με συγκεκριμένη διεύθυνση ανατολής – δύσης στο μορφολογικό όριο της Άνω Περαίας με την Κάτω Περαία.

Από την βιβλιογραφία είναι γνωστό ότι από την περιοχή διέρχεται ένα τμήμα του χαρτογραφημένου σε γεωλογικούς χάρτες σεισμικού, κανονικού ρήγματος του Ανθεμούντα το οποίο πιθανώς συνδέεται με ιστορικούς σεισμούς, έχει μήκος πάνω από 30 χιλιόμετρα, γενική διεύθυνση ανατολής – δύσης και διαμορφώνει την ομώνυμη κοιλάδα βόρεια αυτού.

Πιστεύεται ότι οι διαρρήξεις που εμφανίστηκαν στον αστικό ιστό της περιοχής της Περαίας όχι μόνο συνδέονται άμεσα με το ρήγμα αλλά ουσιαστικά «χαρτογραφούν» ακριβώς το που βρίσκεται και την πορεία του, όσο αυτό επηρεάζει τεχνητές κατασκευές, καθώς το ευρύτερο μορφολογικό όριο της Άνω και της Κάτω Περαίας (απότομη αλλαγή κλίσης) το πιθανότερο να οφείλεται στην παρουσία και δράση του ρήγματος.

Για την διερεύνηση του θέματος πραγματοποιήθηκαν 2 ζεύγη γεωτρήσεων εκατέρωθεν των διαρρήξεων οι οποίες απέδειξαν μία μετάπτωση προς βορά του υποβάθρου (τουλάχιστον 30 μέτρων). Αυτό αποτελεί μια αρχική απόδειξη του ότι οι διαρρήξεις αυτές αποτελούν το ίδιο το ρήγμα. Το γεγονός αυτό ενισχύεται και από δύο ερευνητικές εκσκαφές κάθετα στο ίχνος των διαρρήξεων καθώς και από γεωφυσικές διασκοπήσεις στην περιοχή. Η παρούσα εργασία αναφέρεται αναλυτικά στις γεωτρήσεις και την μία εκ των δύο εκσκαφών, παρουσιάζοντας μόνο τα αποτελέσματα των υπόλοιπων εργασιών. Παράλληλα παρουσιάζεται και μία προσπάθεια μορφοτεκτονικής ανάλυσης του τμήματος της Περαίας χρησιμοποιώντας τον δείκτη δαντέλωσης, ο οποίος εμφανίζει τιμές που αποτελούν ένδειξη της ενεργότητας του ρήγματος.

Η αρχική αιτία της δημιουργίας των διαρρήξεων, δηλαδή αν αυτές οφείλονται σε σεισμική κίνηση του ρήγματος ή σε καθιζήσεις από συμπύκνωση του υπεδάφους λόγω πτώσης του υδροφόρου ορίζοντα που παρατηρείται τα τελευταία χρόνια από τις

υπεραντλήσεις, χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση αν και πιστεύεται ότι αποτελεί συνδυασμό των δύο αυτών παραγόντων.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ:

1) ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	1
1.1. ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ	1
1.2. ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ – ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ.....	4
1.2.1 ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΗ.....	6
2) ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	11
2.1. ΓΕΩΛΟΓΙΑ	11
2.2. ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ.....	17
2.2.1 ΤΟ ΡΗΓΜΑ ΤΟΥ ΑΝΘΕΜΟΥΝΤΑ.....	20
3) ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΤΩΝ ΕΛΑΦΙΚΩΝ ΔΙΑΡΡΗΞΕΩΝ.....	26
3.1. ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ	26
3.2. ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΤΩΝ ΕΛΑΦΙΚΩΝ ΔΙΑΡΡΗΞΕΩΝ	29
4) ΓΕΩΦΥΣΙΚΑ ΚΑΙ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	35
4.1. ΓΕΩΦΥΣΙΚΕΣ ΔΙΑΣΚΟΠΗΣΕΙΣ	35
4.2. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΓΕΩΦΥΣΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ	36
4.3. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	37
5) ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ.....	40
5.1. ΓΕΝΙΚΑ.....	40
5.2. ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ – ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΙΚΕΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ.....	41
5.2.1 ΔΙΑΤΡΗΣΗ «ΕΝ ΞΗΡΩ» (ΦΡΑΓΜΟΣ)	42
5.2.2 ΠΡΟΣΩΡΙΝΗ ΣΩΛΗΝΩΣΗ	43
5.2.3 ΣΤΑΘΜΗ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗ.....	43
5.3. ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ	44
5.3.1 ΔΙΑΤΑΡΑΓΜΕΝΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ	44
5.3.2 ΑΔΙΑΤΑΡΑΚΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ.....	44
5.4. ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ ΚΑΙ ΦΥΛΑΞΗ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ.....	45
5.5. ΠΡΟΤΥΠΗ ΔΟΚΙΜΗ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ (S.P.T.)	47
6) ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΚΣΚΑΦΕΣ.....	49
7) ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	55
7.1. ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	55
7.2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ.....	57
7.2.1 ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ1.....	57
7.2.2 ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ2.....	59
7.2.3 ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ3.....	61
7.2.4 ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ4.....	62
7.3. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΤΟΥ ΥΔΡΟΦΟΡΟΥ ΟΡΙΖΟΝΤΑ	66
8) ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	67
8.1. ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	67
8.2. ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ	68
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	73

- ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

- ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

1 ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

1.1 ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ

Το ρήγμα της Περαίας, στο οποίο βασίζεται η παρούσα εργασία, αποτελεί τμήμα του γνωστού και χαρτογραφημένου ενεργού ρήγματος του Ανθεμούντα (Kockel 1971, 1978; Μουντράκης et al. 1993; Μουντράκης et al. 1996, Νεοτεκτονικός χάρτης, φύλλο Θεσσαλονίκη, Συρίδης 1990, Goldsworthy et al., 2002; Tranos et al., 2003; Ζερβοπούλου και Παυλίδης, 2005) που διαμορφώνει την ομώνυμη λεκάνη στην δυτική χερσόνησο της Χαλκιδικής.

Η Χαλκιδική είναι η μοναδική χερσόνησος της Μακεδονίας στο Αιγαίο. Διοικητικά το μεγαλύτερό της τμήμα υπάγεται στο νομό Χαλκιδικής με έδρα τον Πολύγυρο ενώ το βόρειο και βορειοδυτικό της τμήμα υπάγεται στο νομό Θεσσαλονίκης.

Γεωγραφικά εντοπίζεται μεταξύ των παραλλήλων $39^{\circ}50'$ και $40^{\circ}45'$ βόρειου γεωγραφικού πλάτους και μεταξύ των μεσημβρινών $22^{\circ}45'$ και $24^{\circ}30'$ ανατολικού γεωγραφικού μήκους.

Αποτελεί την νοτιότερη απόληξη της Κεντρικής Μακεδονίας εισχωρώντας στο Αιγαίο με νότια – νοτιοανατολική κατεύθυνση. Αποτελείται από έναν κυρίως κορμό (βόρειο τμήμα) ο οποίος προς τα νότια διαχωρίζεται σε τρεις μικρότερες, επιμήκεις, παράλληλες μεταξύ τους χερσονήσους. Αυτές από δυτικά προς ανατολικά είναι οι χερσονήσοι Κασσάνδρας, Σιθωνίας και Άθω (Αγίου Όρους) και οι οποίες αποτελούν το νότιο τμήμα.

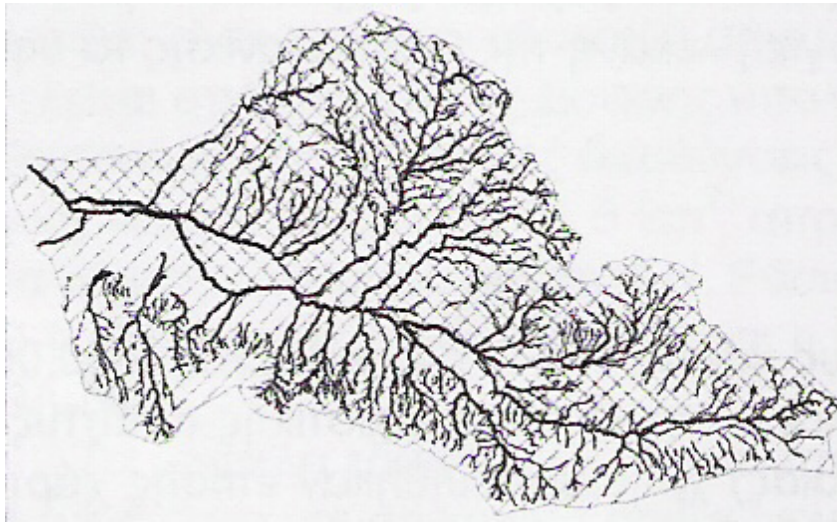
Στα βόρεια η Χαλκιδική χωρίζεται από τον κύριο χερσαίο κορμό της Μακεδονίας με την λεκάνη της Μυγδονίας η οποία αποτελεί την λεκάνη των λιμνών Λαγκαδά και Βόλβης. Από όλες τις άλλες πλευρές την περιβρέχει το βόρειο Αιγαίο σχηματίζοντας δυτικά τον Θερμαϊκό κόλπο και ανατολικά τον Στρυμωνικό. Μεταξύ των τριών μικρότερων χερσονήσων σχηματίζονται από δυτικά προς ανατολικά οι κόλποι, Κασσάνδρας (Τορωναίος) και Αγίου Όρους (Σιγγιτικός).

Γενικά η Χαλκιδική είναι μια ορεινή χερσόνησος με κυριότερους ορεινούς όγκους τον Χορτιάτη (1201 μ.), τον Χολομώντα (1165 μ.), το Στρατωνικό (918 μ.) και τον Άθω (2033 μ.). Πεδινά τμήματα βρίσκονται κυρίως στο δυτικό τμήμα της όπου επικρατεί ένα χαμηλό λοφώδες ανάγλυφο με μικρές παράκτιες πεδιάδες και χαμηλά υψόμετρα έως 300 μέτρα. (εικόνα 1.1). (Συρίδης, 1990).



Εικόνα 1.1. Άποψη της Χαλκιδικής όπου αποτυπώνονται τα κύρια γεωγραφικά της στοιχεία. (Πηγή: Google earth).

Η μορφή του υδρογραφικού δικτύου (εικόνα 1.4) χαρακτηρίζεται ως δενδριτική και συγκρίνοντας τα μήκη των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου στο βόρειο τμήμα της λεκάνης του Ανθεμούντα και στο νότιο παρατηρείται μία ανισοκατανομή. Δηλαδή ενώ στο σύνολο το μήκος των κλάδων είναι 712 χλμ., στο βόρειο τμήμα κατανέμεται το μεγαλύτερο ποσοστό με 444 χλμ. σε μια έκταση 191,6 χλμ² και στο νότιο τμήμα κατανέμεται σχεδόν το μισό με 268 χλμ. σε έκταση 126,5 χλμ². Το μήκος του κυρίου ποταμού είναι 38 χλμ.



Εικόνα 1.4. Το υδρογραφικό δίκτυο της λεκάνης του Ανθεμούντα. Διακρίνεται η δενδριτική του μορφή και η άνιση κατανομή των κλάδων του βόρειου τμήματος (πάνω) σε σχέση με το νότιο (κάτω). (Πηγή: Ζερβοπούλου και Παυλίδης, 2005).

Γενικότερα για την υδρολογική λεκάνη του Ανθεμούντα έχουμε συνολικό εμβαδόν: $EA=318,1 \text{ χλμ}^2$, όπου το βόρειο τμήμα είναι $EN=191,6 \text{ χλμ}^2$ και το νότιο τμήμα $ES=126,5 \text{ χλμ}^2$. Παρουσιάζεται δηλαδή μία άνιση κατανομή έκτασης ($EN>ES$).

1.2.1 ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

Χρησιμοποιήθηκαν επίσης τέσσερις μορφοτεκτονικοί δείκτες: η ασυμμετρία της λεκάνης απορροής (Δείκτης AF), τα σημεία κάμψης ρέματος, ο παράγοντας εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας (Δείκτης T) και η δαντέλωση στους πρόποδες των βουνών (Δείκτης S).

Οι μορφοτεκτονικοί δείκτες αποτελούν ποσοτικές μετρήσεις της γεωμορφολογίας των περιοχών και χρησιμοποιούνται για να μελετηθούν και να συγκριθούν μεταξύ τους οι παράμετροι που χαρακτηρίζουν μία περιοχή, όπως π.χ. η ενεργότητα (Keller & Pinter, 2002 στο Ζερβοπούλου και Παυλίδης, 2005).

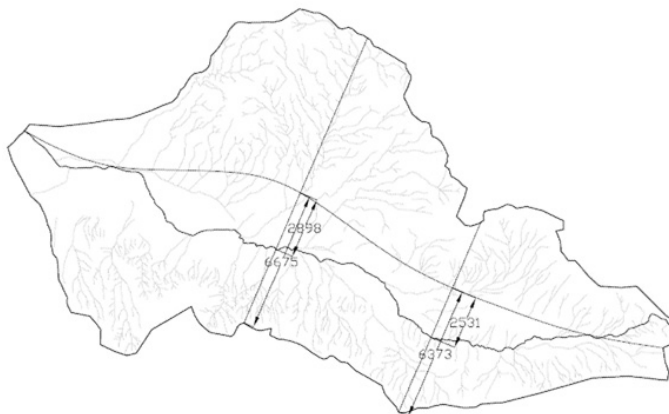
Ο παράγοντας ασυμμετρίας μιας λεκάνης AF (Asymmetry Factor) δείχνει την τεκτονική περιστροφή (tilting) ή κλίση της (Hare & Gardner 1985, Cox 1994 στο Ζερβοπούλου και Παυλίδης, 2005). Ο τύπος που την εκφράζει είναι: $AF=100 (A_r/A_t)$ όπου: A_r είναι το εμβαδόν της υπολεκάνης δεξιά (κοιτάζοντας προς τα κατάντι) και A_t το ολικό εμβαδόν της λεκάνης. Το ποτάμιο σύστημα δημιουργείται και παραμένει σε σταθερή θέση όταν $AF=50$, ενώ παρουσιάζει περιστροφή προς τα αριστερά του κυρίου ποταμού όταν οι τιμές είναι μεγαλύτερες από 50. Η εφαρμογή της μεθόδου βασικά προϋποθέτει ότι δεν μεταβάλλονται οι λιθολογικοί παράγοντες (όπως αλλαγή πετρώματος, κλίσεις των στρωμάτων κ.ά.), παρά μόνο η τεκτονική.

Για την υδρολογική λεκάνη του Ανθεμούντα παρατηρείται περιστροφή του κύριου ποταμού του Ανθεμούντα (εικόνα 1.4) προς τα αριστερά ή αλλιώς προς το νότο και ο παράγοντας ασυμμετρίας είναι $AFA=100*(191,6/318,1)=60>50$. Η λεκάνη αυτή καλύπτεται στο μεγαλύτερο τμήμα της από ιζήματα, ενώ το υπόβαθρο εμφανίζεται κυρίως στο βόρειο τμήμα της. (βλέπε κεφάλαιο 2, εικόνα 2.3).

Τα τοπογραφικά σημεία κάμψης ρέματος αποτελούν μορφολογικές εξάρσεις κατά μήκος της έκτασης του ρέματος. Μπορούν να δημιουργηθούν από ευστατικές κινήσεις, διαφορετική διάβρωση του υποβάθρου του ρέματος ή τεκτονισμό (Burbank & Anderson, 2001 στο Ζερβοπούλου και Παυλίδης, 2005). Τα κανονικά ρήγματα στα οποία το άνω τέμαχος βρίσκεται στον κάτω ρου του ρέματος, προκαλούν σ' αυτό ένα σημείο κάμψης (step - knickpoint). Στη συνέχεια η διάβρωση ανάλογα με τα υποκείμενα πετρώματα μπορεί να προκαλέσει μετανάστευση αυτού του σημείου κάμψης. Τα σημεία αυτά γίνονται ορατά με τα διαγράμματα υψομέτρου και ορίζονται απόστασης.

Για το ρήγμα του Ανθεμούντα και ειδικότερα για το τμήμα του στην περιοχή της Περαίας, το μήκος ρέματος σε τέσσερα διαδοχικά ρέματα κάθετα στο ίχνος του ρήγματος εμφανίζει μία απότομη διαφοροποίηση στα υψόμετρα από 12 έως 18 μέτρα.

Ο παράγοντας εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας δίνει αποτελέσματα για την αναγνώριση πρόσφατης πιθανής τεκτονικής περιστροφής και κατά συνέπεια ύπαρξη ενεργών ρηγμάτων. Δίνεται από τη σχέση (Transverse Topographic Symmetry, Keller & Pinter, 2002 στο Ζερβοπούλου και Παυλίδης, 2005): $T=Da/Dd$ όπου: Da η απόσταση, από τη (μέση) γραμμή που χωρίζει τη λεκάνη σε δύο ίσα μέρη έως την αντίστοιχη μέση γραμμή που χωρίζει σε ίσα μέρη τη ζώνη του ενεργού μαιανδρισμού (ουσιαστικά ο ίδιος ο ποταμός), και Dd η απόσταση από τη μέση γραμμή της λεκάνης έως τον υδροκρίτη. Για ιδανική συμμετρία προκύπτει, $T=0,0$ ενώ όσο η ασυμμετρία αυξάνει, το T πλησιάζει την τιμή 1,0. Έτσι για την υδρολογική λεκάνη του Ανθεμούντα ο παράγοντας εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας είναι: 0,40-0,44. (εικόνα 1.5).

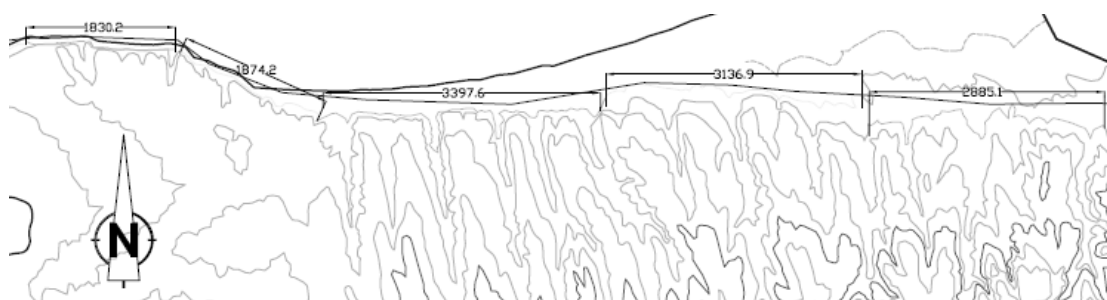


Εικόνα 1.5. Δείκτης εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας για την λεκάνη του Ανθεμούντα. (Πηγή: Ζερβοπούλου και Παυλίδης, 2005).

Η δαντέλωση στους πρόποδες βουνών αποτελεί το δείκτη που εκφράζει την ισορροπία ανάμεσα στις δυνάμεις διάβρωσης και τις τεκτονικές δυνάμεις. Η δαντέλωση (Mountain – Front Sinuosity, Bull 1977, 1978 στο Ζερβοπούλου και Παυλίδης, 2005) εκφράζεται με τη σχέση: $S=L/l$, όπου L είναι το μήκος μίας συγκεκριμένης ισοΰψους στους πρόποδες του βουνού, και l είναι το μήκος της αντίστοιχης ευθείας απόστασης στους πρόποδες. Πρόποδες βουνών που δημιουργήθηκαν από ρήγματα με ενεργό δράση και πρόσφατη ανύψωση είναι σχετικά ευθείς και έχουν χαμηλές τιμές του S (1,0-1,6). Αν η ανύψωση μειώνεται (μικρός ρυθμός ανύψωσης) ή σταματά τότε οι διεργασίες διάβρωσης δημιουργούν μια

περισσότερο ανώμαλη όψη στους πρόποδες και ο δείκτης S αυξάνεται (1,4-3,0). Για μη ενεργό δράση οι τιμές του S παίρνουν τιμές από 1,8 μέχρι και >5,0.

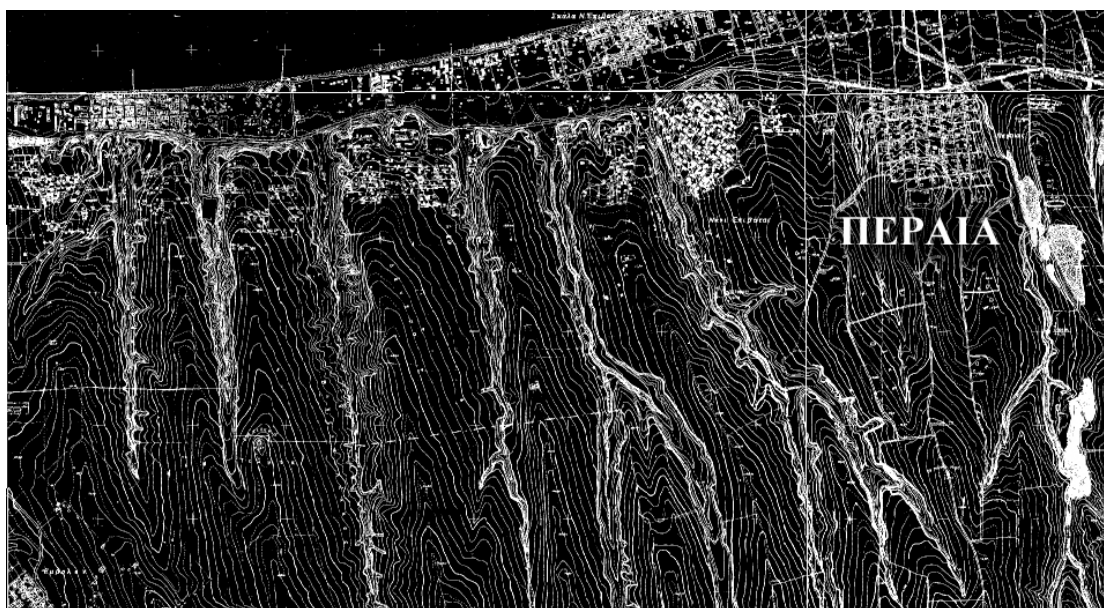
Για το ρήγμα του Ανθεμούντα ο υπολογισμός του S έδειξε ότι πρόκειται για ένα ενεργό ρήγμα και ιδιαίτερα για το τμήμα της Περαίας (από το Νέο Ρύσιο έως το Αγγελοχώρι) οι τιμές του S ήταν πολύ χαμηλές και κυμαίνονταν από 1,03 ως 1,64 δηλώνοντας πρόσφατη τεκτονική δραστηριότητα. (εικόνα 1.6).



Εικόνα 1.6. Μετρήσεις δαντέλωσης κατά μήκος του ρήματος Ανθεμούντα στην περιοχή Αγγελοχωρίου – Περαίας. (Πηγή: Ζερβοπούλου και Παυλίδης, 2005).

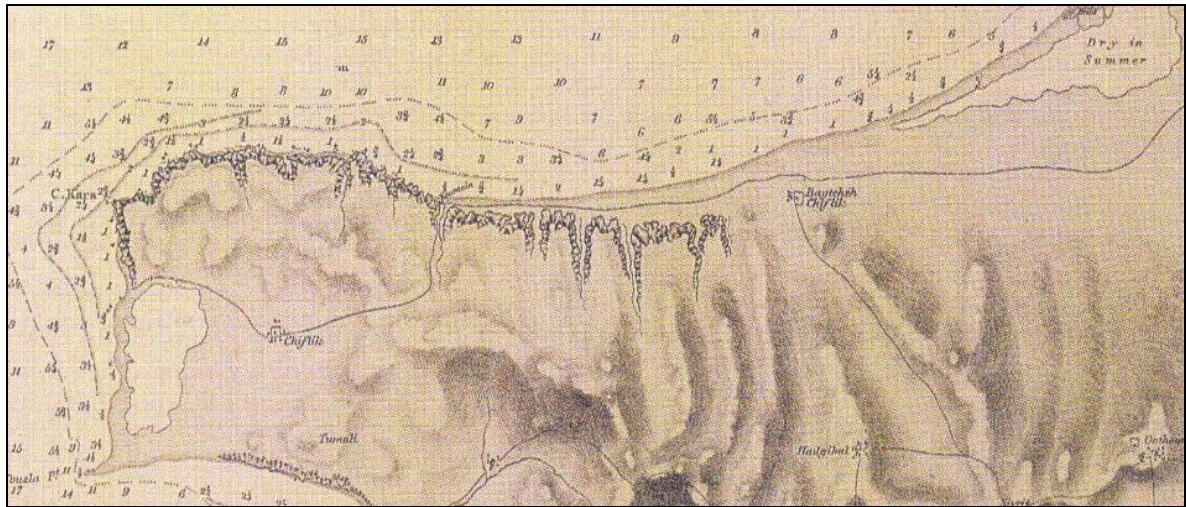
Από τα παραπάνω προκύπτει ότι το ρήγμα του Ανθεμούντα είναι ενεργό. Πιο συγκεκριμένα η λεκάνη του Ανθεμούντα εμφανίζει ασυμμετρία ως προς το ρήγμα, σύμφωνα με τον δείκτη ασυμμετρίας ($AF=60$) και τον παράγοντα εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας ($T=0,4$), με άνιση κατανομή των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου. Η δαντέλωση στους πρόποδες βουνών δηλώνει επίσης ενεργότητα με τιμές κυρίως κάτω του 1,4. Πιο ενεργό τμήμα παρουσιάζεται αυτό στην περιοχή Αγγελοχωρίου – Περαίας όπου και ο δείκτης των σημείων κάμψης ρέματος δίνει ενδείξεις ενεργότητας. (Ζερβοπούλου και Παυλίδης, 2005).

Ειδικά στην περιοχή της Περαίας υπάρχουν διάφοροι χείμαρροι και ρέματα που κυμαίνονται κατά Strahler από 1^{ης} τάξης στην περιοχή του Αγγελοχωρίου μέχρι και 4^{ης} τάξης στο Ν.Ρύσιο. Οι υπολεκάνες αυτών των ρεμάτων αποτελούν πιθανά υπολειμματικές λεκάνες και βρίσκονται δίπλα στην μεγαλύτερη υδρολογική λεκάνη του Ανθεμούντα ποταμού, χωρίς να αποτελούν τμήμα της από ότι φαίνεται σε τοπογραφικό χάρτη. (εικόνα 1.2).



Εικόνα 1.7. Άποψη της χαρακτηριστικής παράλληλης διάταξης των ρεμάτων δυτικά του οικισμού της Περαίας σε τοπογραφικούς χάρτες της Γ.Υ.Σ. κλίμακας 1:5.000.

Οι υδρολογικές λεκάνες των ρεμάτων αυτών εμφανίζουν κυρίως παράλληλη διάταξη και επιμήκη μορφή με ανάπτυξη από τον νότο προς τον βορρά (εικόνα 1.7) και οι οποίες τελικά χάνονται στο ρήγμα της Περαίας όταν συναντούν τα χαλαρά πλευρικά κορήματα του ρήγματος και τις παράκτιες αποθέσεις του Θερμαϊκού Κόλπου. Τα πρηνή των ρεμάτων αυτών εμφανίζονται πολύ απότομα όπως φαίνεται και στον χάρτη του 1851 (Δεμερτζής, 1999) πριν την δόμηση της περιοχής. (εικόνα 1.8).



Εικόνα 1.8. Ιστορικός χάρτης του 1851 όπου απεικονίζονται τα απότομα πρανή των ρεμάτων στην περιοχή της Περαίας και τα οποία οριοθετούν ουσιαστικά το ρήγμα της Περαίας. (πηγή: Δεμερτζής, 1999).

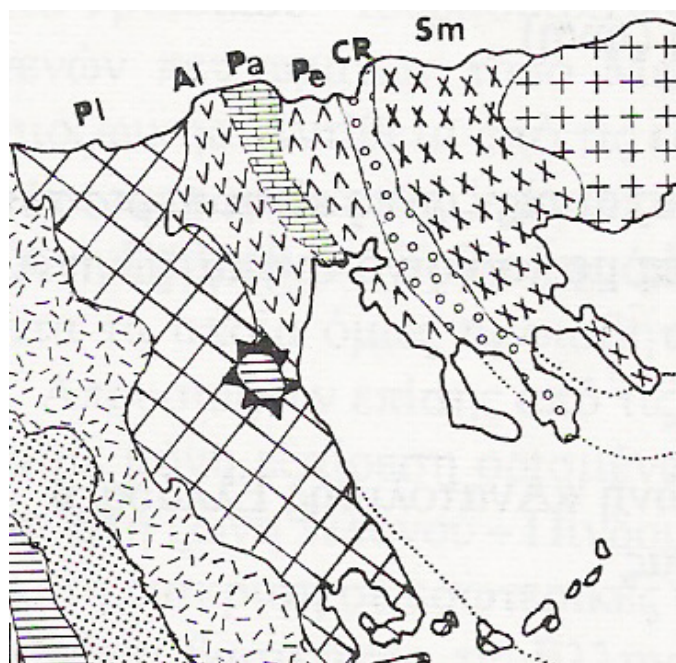
Οι σημερινές κλίσεις των πρανών των ρεμάτων κυμαίνονται από 10^0 έως και περισσότερο από 80^0 δίνοντας κατακόρυφα πρανή με ύψη περισσότερο από 5 μέτρα αν και λόγω της δόμησης στο μεγαλύτερο μέρος τους αυτά τα πρανή έχουν εξομαλυνθεί με τεχνητές επιχωματώσεις. Στον οικισμό της Άνω Περαίας εμφανίζονται σήμερα τρεις υδρολογικές λεκάνες, με δύο ρέματα 2^{ης} τάξης και ένα 3^{ης} τάξης, από τα οποία μόνο το κεντρικότερο και μεγαλύτερο “Ρέμα Περαίας” παροχετεύεται με τεχνικά έργα στην Κάτω Περαία και καταλήγει στην θάλασσα. (Ζερβοπούλου et al., 2007).

2 ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

2.1 ΓΕΩΛΟΓΙΑ

Η ευρύτερη περιοχή μελέτης από γεωλογική άποψη εντάσσεται στη γεωτεκτονική Ζώνη Αξιού (Υποζώνη Παιονίας) αποτελούμενη από μεσοζωικά πετρώματα, κυρίως ασβεστόλιθους. Οι επιφανειακές εμφανίσεις των Μεσοζωικών πετρωμάτων στην περιοχή εντοπίζονται σε μεμονωμένους μικρούς λόφους μεταξύ των χωριών Σουρωτή, Ταγαράδες και Σχολάρι. Όλη η υπόλοιπη περιοχή, από τους πρόποδες του Χορτιάτη έως το ακρωτήριο μεγάλο Έμβολο και νοτιότερα προς Δ. Χαλκιδική και Θερμαϊκό κόλπο, καλύπτεται από νεότερα ιζήματα που αποτέθηκαν κατά το Νεογενές – Τεταρτογενές. (Ζερβοπούλου et al., 2007).

Η ζώνη Αξιού αποτελείται από δυτικά προς ανατολικά από τις υποζώνες της Αλμωπίας, του Πάικου και της Παιονίας (Mercier, 1966 στο Μουντρακής, 1985). Δυτικά συνορεύει με την Πελαγονική ζώνη, ενώ ανατολικά με την Περιροδοπική, η οποία σύμφωνα με κάποιους επιστήμονες δεν διαφέρει από την υποζώνη της Παιονίας. Ανατολικότερα βρίσκεται η Σερβομακεδονική ζώνη. (Μουντράκης, 1985). (σχήμα 2.1).



Εικόνα 2.1. Γεωτεκτονικό σχήμα των Ελληνίδων ζωνών στην περιοχή της Κεντρικής Μακεδονίας. Από αριστερά προς τα δεξιά διακρίνονται η Πελαγονική ζώνη (PI), η ζώνη Αλμωπίας (AI), η ζώνη Πάικου (Pa), η ζώνη Παιονίας (Pe), η Περιροδοπική ζώνη (CR) και η Σερβομακεδονική μάζα (Sm). (Πηγή: Μουντράκης, 1985).

Όσον αφορά το προαλπικό υπόβαθρο της ζώνης Αξιού υπάρχουν αρκετές εμφανίσεις μεταμορφωμένων πετρωμάτων- συχνά συμπτυχωμένων με αλπικά ιζήματα- η τεκτονική θέση των οποίων δείχνει, πολλές φορές με βεβαιότητα, ότι αντιπροσωπεύουν Παλαιοζωικά (προαλπικά) πετρώματα. Τα πετρώματα αυτά είναι

γενεύσιοι, μαρμαρυγιακοί σχιστόλιθοι, χαλαζιακοί – χλωριτικοί σχιστόλιθοι καθώς και μικρογρανιτικές και πηγματιτικές παρεμβολές. Η ηλικία των εμφανίσεων αυτών θεωρείται Παλαιοζωική διότι οι ραδιοχρονολογήσεις έδωσαν ηλικία Ερκύνιας μεταμόρφωσης (250 – 300 Ma). Είναι πιθανό ότι οι εμφανίσεις αυτών των Παλαιοζωικών μεταμορφωμένων πετρωμάτων έχουν προέλευση την Σερβομακεδονική μάζα από όπου αποσπάσθηκαν τεκτονικά κατά την διάρκεια των πτυχώσεων και συμπτυχώθηκαν με τα αλπικά ιζήματα της ζώνης Αξιού. (Μουντράκης, 1985).

Πιο συγκεκριμένα για την υποζώνη της Παιονίας ισχύει ότι οι αλπικοί σχηματισμοί της καλύπτονται σήμερα από τα μεταλπικά Νεογενή και Τεταρτογενή ιζήματα τα οποία παρουσιάζουν μεγάλη εξάπλωση στην περιοχή της δυτικής Χαλκιδικής και έχουν μεγάλο πάχος (Μουντράκης, 1985).

Έτσι περιλαμβάνει μεγάλη ποικιλία ημιμεταμορφωμένων αλπικών ιζημάτων (ασβεστόλιθους, ψαμμίτες, κροκαλοπαγή, φυλλίτες, μαρμαρυγιακούς και ασβεστιτικούς σχιστόλιθους, ηφαιστειοϊζηματογενή πετρώματα), τα οποία έχουν αποθεθεί σε μια ωκεάνια αύλακα κατά το Μεσοζωικό. Μέσα σε αυτά ιζήματα εμφανίζονται επίσης μεγάλοι όγκοι οφειολιθικών εκχύσεων.

Χαρακτηριστικό γνώρισμα της ζώνης Παιονίας είναι ότι τα πετρώματά της εμφανίζονται υπό μορφή μεγάλων λεπίων, αποκομμένων μεταξύ τους από τη κάλυψη της περιοχής με νεότερα ιζήματα. (Μουντράκης, 1985 στο Συρίδης, 1990).

Πιο συγκεκριμένα στο τμήμα χαμηλού ανάγλυφου της δυτικής Χαλκιδικής και στην Κασσάνδρα το προ-Νεογενές υπόβαθρο καλύπτεται από ένα παχύ κάλυμμα νεότερων, χαλαρών κυρίως ιζημάτων. Πρόκειται για χερσοποτάμιες, ποταμοδελταϊκές, λιμνοδελταϊκές, λιμναίες και χερσαίες αποθέσεις που σχηματίστηκαν κατά την εξέλιξη της ταφρογένεσης στον ευρύτερο χώρο Αξιού – Θερμαϊκού. (Ψιλοβίκος et.al., 1988 στο Συρίδης 1990). (εικόνα 2.2).

Οι αποθέσεις αυτές περιλαμβάνουν μεγάλη ποικιλία λιθολογικών τύπων, όπως: κροκαλοπαγή, ερυθροστρώματα, άμμους, ψαμμίτες, αργίλους, ιλυούχους αργίλους, ιλυοαργιλούχους άμμους, μάργες, μαργαϊκούς ασβεστόλιθους, τοφφώδεις ασβεστόλιθους, βιογενείς ασβεστόλιθους και τραβερτίνες.

Τα ιζηματογενή στρώματα εμφανίζονται ελαφρώς κεκλιμένα είτε προς τα N-NA στην δυτική Χαλκιδική, είτε προς B-BΔ στην Κασσάνδρα και ελέγχουν σε μεγάλο μέρος την πρόσφατη μορφολογία (Συρίδης, 1990).

Τα ιζήματα αυτά θεωρείται ότι αποτέθηκαν στις ανατολικές παρυφές μιας παλαιολεκάνης που δημιουργήθηκε στον ευρύτερο χώρο Αξιού-Θερμαϊκού κατά το Νεογενές, όπου η διάταξη και οι κλίσεις των ιζημάτων ακολουθούν σε μεγάλο βαθμό την μορφολογία της. (Μουντράκης et al., 1993).

Η μελέτη των ιζημάτων αυτών από λιθο-, χρονο- και βιοστρωματοφασική άποψη οδήγησε (Συρίδης, 1990) στο διαχωρισμό τους στους παρακάτω σχηματισμούς από τον παλαιότερο στον νεότερο.

Σχηματισμός Αντωνίου. (Κάτω- Μέσο- Άνω Μειόκαινο, προ- Βαλλέζιο). Η ονομασία του προέρχεται από το χωριό Άγιος Αντώνιος στην περιοχή του οποίου ο σχηματισμός αυτός έχει την μεγαλύτερη ανάπτυξη του. Αποτελείται από εναλλαγές χαλαρών κροκαλοπαγών και λευκότεφρων άμμων που αποτέθηκαν σε μη οξειδωτικό περιβάλλον. Η διαπίστωση της ύπαρξης παλαιορευμάτων οδήγησε στην υπόθεση ότι η κύρια μεταφορά των ιζημάτων έγινε στη μεν δυτική Χαλκιδική από ΒΔ στη δε Κασσάνδρα από τα νότια.

Σχηματισμός Τριγλίας. (Άνω Μειόκαινο, Βαλλέζιο – Κατώτερο Τουρόλιο). Χαρακτηριστική εμφάνιση του συναντάται βόρεια του ομώνυμου χωριού, ενώ στην ίδια περιοχή εντοπίζεται απολιθωματοφόρος θέση σπονδυλωτών, η οποία επέτρεψε την χρονολόγησή του. Συνίσταται από ερυθροστρώματα οξειδωτικού χερσαίου περιβάλλοντος απόθεσης. Υπέγκειται του σχηματισμού Αντωνίου με βαθμιαία μετάβαση και υπόκειται του σχηματισμού Τριλόφου από τον οποίο διαχωρίζεται με επιφάνεια διάβρωσης.

Σχηματισμός Τριλόφου. (Ανώτερο Μειόκαινο, Τουρόλιο ‘Πόντιο’). Η ονομασία του προέρχεται από το χωριό Τρίλοφος επειδή τμήμα των ιζημάτων του πρωτομελετήθηκε στην περιοχή του. Πρόκειται για απολιθωματοφόρα ιζήματα (άμμοι, άργιλοι, ασβεστόλιθοι) με λεπτές παράλληλες στρώσεις. Δείχνουν εκτεταμένο λιμναίο περιβάλλον απόθεσης, στα περιθώρια του οποίου παρατηρείται τροφοδοσία ποταμοχειμάρρειων υλικών. Στα ανώτερα τμήματά του εμφανίζεται ένα ανθεκτικό στρώμα απολιθωματοφόρου ασβεστολίθου.

Σχηματισμός Γωνιάς. (Πλειόκαινο, Ρουσίνιο). Η ονομασία του προέρχεται από το χωριό Νέα Γωνιά, το οποίο είναι χτισμένο πάνω στα ιζήματά του. Αποτελείται από λιμναία – ποτάμια ιζήματα, άμμους χάλικες, ψαμμίτες, αργίλους, μάργες, μαζώδεις ασβεστόλιθους. Ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό αυτού του σχηματισμού είναι οι μεγάλες ποσότητες κροκαλών από ηφαιστειακά πετρώματα που περιέχει. Πρόκειται για λάβες ανδεσιτικής σύστασης που εκχύθηκαν στην περιοχή της

Αλμωπίας κατά το Πλειόκαινο και μεταφέρθηκαν ως αμμοχάλικα από τους τότε χείμαρρους και ποτάμια ως την δυτική Χαλκιδική. Η παρουσία των κροκάλων αυτών στη Χαλκιδική αποτελεί δείκτη Πλειοκαινικής ηλικίας των αντίστοιχων ιζημάτων.

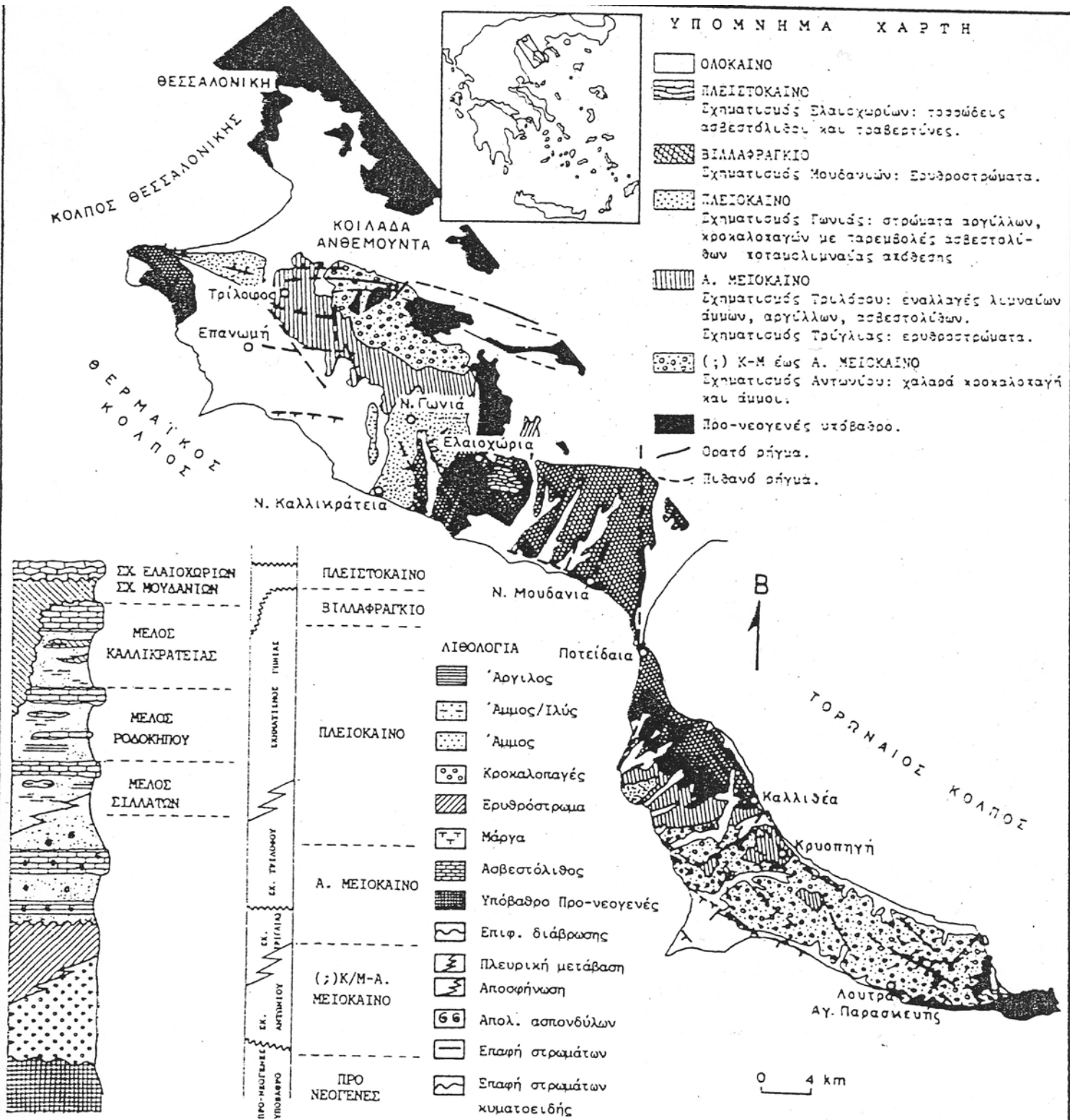
Σχηματισμός Μουδανιών. (Άνω Πλειόκαινο – Μέσο Πλειστόκαινο, Βιλλαφράγκιο). Ονομάστηκε έτσι από τα Νέα Μουδανιά τα οποία είναι χτισμένα πάνω στα ιζήματά του. Πρόκειται για χερσοποτάμια ερυθροστρώματα με εναλλαγές φακών κροκαλοπαγών, άμμων – ψαμμιτών και αργίλων.

Σχηματισμός Ελαιοχωρίων. (Πλειστόκαινο – Σήμερα). Πήρε την ονομασία του από το χωριό Ελαιοχώρια στην περιοχή του οποίου εμφανίζονται τα ιζήματά του. Αποτελείται από τοφνώδεις και τραβερτινοειδείς ασβεστόλιθους σε μη συνεχόμενα στρώματα. Η απόθεσή του έγινε διαχρονικά σε μικρά ελώδη-λιμναία αβαθή μικροπεριβάλλοντα. (Μουντράκης et al., 1993).

Στην περιοχή μελέτης το λοφώδες ανάγλυφο (Άνω Περαία) αποτελείται από πλειοκαινικά ιζήματα του Σχηματισμού Γωνιάς (εναλλαγές στρωμάτων λευκών – λευκότεφρων άμμων, αμμοχάλικων, ψαμμιτών, μαργών και τεφροπράσινων μαζωδών αργίλων), ενώ στα ανώτερα τμήματα και κατά θέσεις παρατηρούνται μικρής έκτασης εμφανίσεις των πλειστοκαινικών (Τεταρτογενές) ερυθροστρωμάτων του Σχηματισμού Μουδανιών. Ο Σχηματισμός Γωνιάς αναφέρεται και ως ψαμμιτομαργαϊκή σειρά σύμφωνα με το γεωλογικό χάρτη του Ι.Γ.Μ.Ε. (φύλλο Θεσσαλονίκη) - 1978 (κλ. 1:50.000). (Ζερβοπούλου et al., 2007, Συρίδης, 1990).

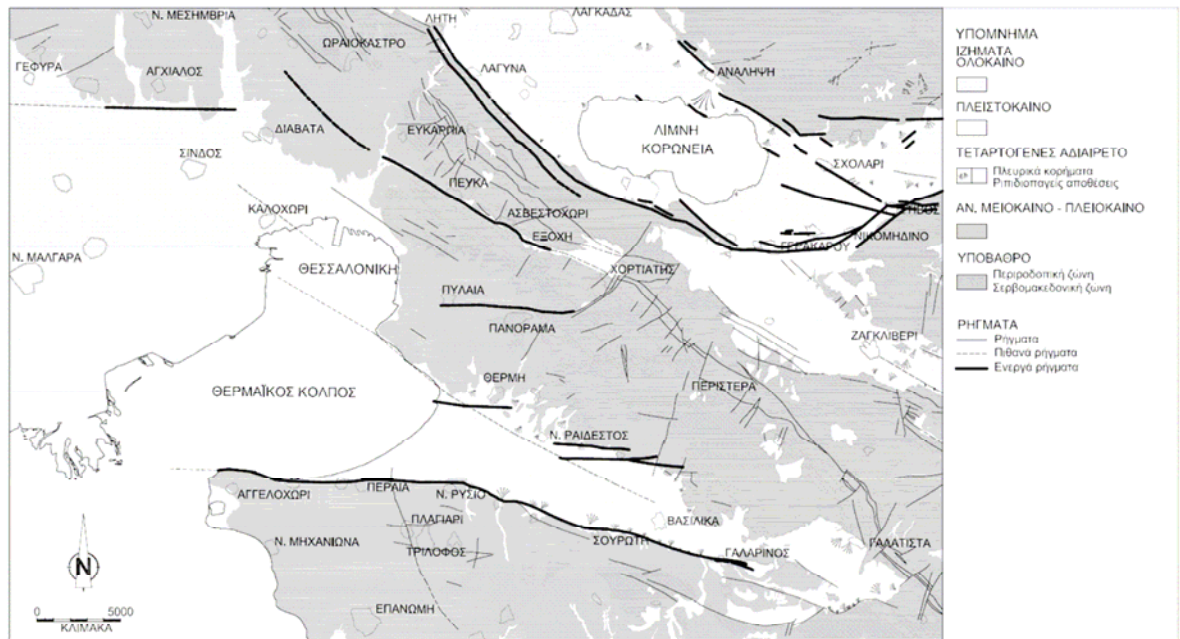
Το συνολικό πάχος αυτών των ιζημάτων φτάνει περίπου τα 500 μέτρα στην περιοχή της Περαίας, αλλά ξεπερνά τα 2 χιλιόμετρα στο κέντρο του Θερμαϊκού κόλπου. (Ζερβοπούλου et al., 2007).

Ο κύριος σχηματισμός της κάτω Περαίας σύμφωνα με τον παραπάνω χάρτη του Ι.Γ.Μ.Ε. αποτελείται από πρόσφατες (Ολόκαινο) παράκτιες αποθέσεις (άμμοι, σύναγμα), προσχώσεις πεδιάδων, ερυθρές άργιλοι με ασβεστιτικά συγκρίματα και κροκαλοπαγή στην βάση τους. (βλέπε παράρτημα 1)



Εικόνα 2.2. Γεωλογικός χάρτης της δυτικής Χαλκιδικής και της χερσονήσου της Κασσάνδρας με την αντίστοιχη λιθοστρωματογραφική στήλη των Νεογενών – Τεταρτογενών ιζημάτων (στρωματογραφικά δεδομένα από Συρίδη 1990). (Πηγή: Μουντράκης et al., 1993).

Παρακάτω παρουσιάζεται ένας συνοπτικός γεωλογικός χάρτης της λεκάνης του Ανθεμούντα (εικόνα 2.3) βασισμένος στους γεωλογικούς χάρτες του Ι.Γ.Μ.Ε. (Ζερβοπούλου και Παυλίδης, 2005).



Εικόνα 2.3. Συνοπτικός χάρτης της λεκάνης του Ανθεμούντα. (πηγή: Ζερβοπούλου και Παυλίδης, 2005).

2.2 ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

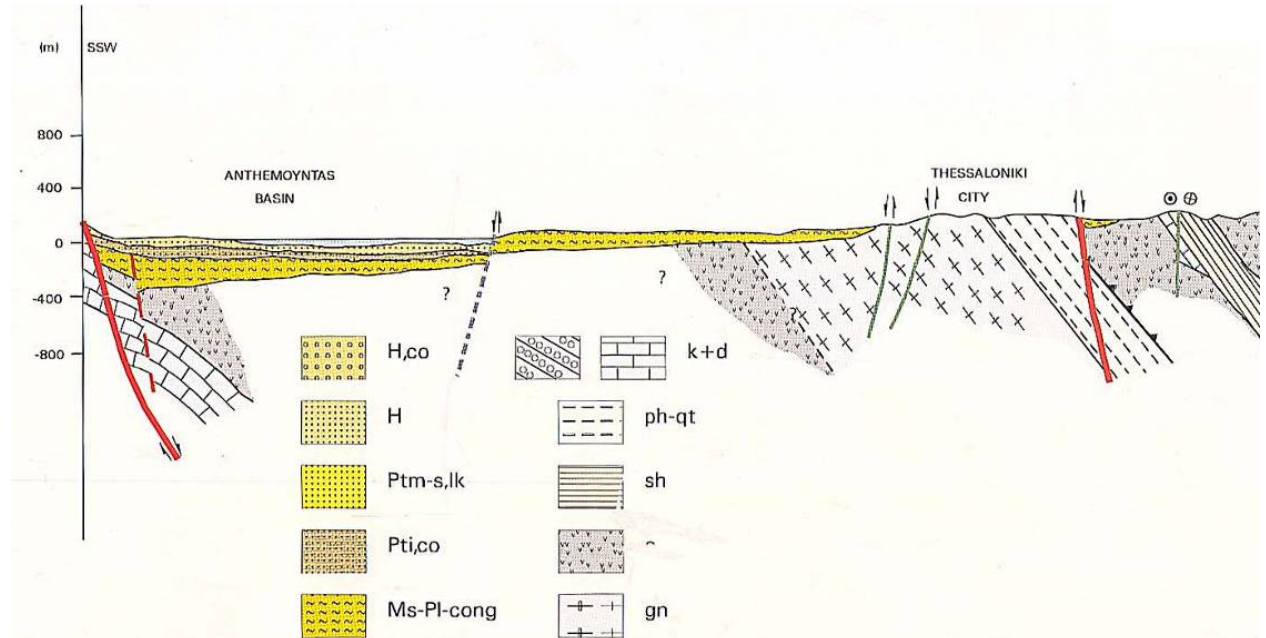
Η τεκτονική δράση που διαμόρφωσε το Νεογενές βύθισμα Αξιού- Θερμαϊκού κόλπου προκάλεσε επιτάχυνση των διεργασιών διάβρωσης στα περιθώρια και μεταφοράς κλαστικών υλικών στη λεκάνη. Ο Σχηματισμός Αντωνίου αντιστοιχεί σε αυτά τα κλαστικά υλικά και η ηλικία του επιτρέπει τη χρονολόγηση αυτού του τεκτονικού γεγονότος στο Πρώιμο- Μέσο Μειόκαινο. Η σταδιακή προς τα άνω μείωση του μεγέθους του υλικού φανερώνει βαθμιαία εξομάλυνση του παλαιοαναγλύφου με ταυτόχρονη σταδιακή απόθεση ερυθροστρωμάτων (Σχηματισμός Τριγλίας) σε χερσαίο περιβάλλον.

Κατά το ανώτατο Μειόκαινο (Τουρόλιο) αναφέρεται ότι υφάλμυρα νερά Ευξεινικής προέλευσης εισέρχονται στη λεκάνη Αξιού- Θερμαϊκού (Συρίδης, 1990). Με την «επίκλυση» αυτή έγινε απόθεση απολιθωματοφόρων ιζημάτων (Σχηματισμός Τριλόφου) επάνω στα ερυθροστρώματα του Σχηματισμού Τριγλίας. Σταδιακά παρατηρείται αύξηση των ποταμοχειμάρρειων διεργασιών και κατά το Πλειόκαινο (Ρουσίνιο) αυξάνει η προσφορά κλαστικού υλικού, εξαφανίζεται το λιμναίο περιβάλλον και παρατηρείται μετάβαση σε ποταμοχειμάρριες αποθέσεις και ποταμολιμναία – ελώδη μικροπεριβάλλοντα (Σχηματισμός Γωνιάς). Συνδυασμός κλιματικών διακυμάνσεων και τεκτονικής δράσης θα πρέπει να ήταν το γενεσιουργό αίτιο αυτής της απόθεσης. Η παρεμβολή όμως στα ιζήματα του Σχηματισμού Γωνιάς τριών στρωμάτων μαζώδους λιμναίου ασβεστολίθου με πολύ μεγάλη πλευρική εξάπλωση δείχνει τη δημιουργία αντίστοιχων εκτεταμένων λιμναίων παλαιοπεριβαλλόντων, αποτέλεσμα πιθανότατα ισάριθμων περιόδων τεκτονικής ηρεμίας.

Κατά το ανώτερο Πλειόκαινο –κατώτερο Πλειστόκαινο (Βιλλαφράγκιο) αποτίθενται τα ερυθροστρώματα του Σχηματισμού Μουδανίων. Η τοποθέτησή τους κατά θέσεις πάνω σε διαφορετικούς σχηματισμούς (Γωνιάς, Τριλόφου, Τριγλίας) φανερώνει μια φάση διάβρωσης και τεκτονικής δράσης μετά το Ρουσίνιο και πριν το Βιλλαφράγκιο. Η τεκτονική δράση που δημιούργησε την τάφρο του Ανθεμούντα με θερμές πηγές και τραβερτίνες τέμνοντας τα βιλλαφράγκια ιζήματα του Σχηματισμού Μουδανίων τοποθετείται στο Μέσο Πλειστόκαινο. (Μουντράκης et al., 1993).

Σύμφωνα με τον Συρίδη (1990) κατά το ανώτερο Πλειστόκαινο έντονη τεκτονική δραστηριότητα επηρέασε την περιοχή δημιουργώντας το βύθισμα του Ανθεμούντα.

Γενικότερα κατά το νεοτεκτονικό στάδιο (Νεογενές – Τεταρτογενές) στο χώρο των ζωνών Αξιού, Περιοδοπικής και Σερβομακεδονικής δημιουργήθηκαν μεγάλα τεκτονικά βυθίσματα και λεκάνες (λεκάνη Αξιού, Ανθεμόντα, Μυγδονία). (εικόνα 2.4).



Εικόνα 2.4. Γεωλογική τομή NNΔ – BBA της ευρύτερης λεκάνης του Ανθεμόντα (Μουντράκης et al., 1996). (Η περιοχή της Περαιάς βρίσκεται στο αριστερό άκρο της τομής). Το υπόμνημα του χάρτη δίνεται στο Παράρτημα 1.

Τα βυθίσματα αυτά πιστεύεται ότι δημιουργήθηκαν από τη δράση ενός έντονου και συνεχούς εφελκυστικού πεδίου από το Μειόκαινο μέχρι σήμερα, που είχε ως αποτέλεσμα το σχηματισμό κυρίως κανονικών ρηγμάτων με μικρή συνήθως συνιστώσα οριζόντιας κίνησης. Τα ρήγματα έχουν κύριες διευθύνσεις Α-Δ μέχρι ΑΒΑ-ΔΝΔ και ΒΔ-ΝΑ, ενώ παρατηρούνται και ορισμένα με διεύθυνση Β-Ν. Τα περισσότερα από τα ρήγματα αυτά λειτούργησαν τουλάχιστο από το Μειόκαινο, ενώ ορισμένα εξακολουθούν αποδεδειγμένα να βρίσκονται σε ενεργό κατάσταση μέχρι σήμερα προκαλώντας μεγάλους και μικρούς σεισμούς και για ορισμένα άλλα υπάρχουν σαφείς ενδείξεις ότι λειτούργησαν στα Τεταρτογενές. (Μουντράκης et. al., 1996).

Οι Goldsworthy και Jackson (2000) αναφέρουν ότι στην Χαλκιδική η γενική δομή ΒΔ-ΝΑ διεύθυνσης που διαμορφώνει την μορφολογία της στα βόρεια και την ακτογραμμή των τριών της χερσονήσων στα νότια διακόπτεται από ενεργά ρήγματα Α-Δ διεύθυνσης κάποια από τα οποία έχουν προκαλέσει και εδαφικές διαρρήξεις

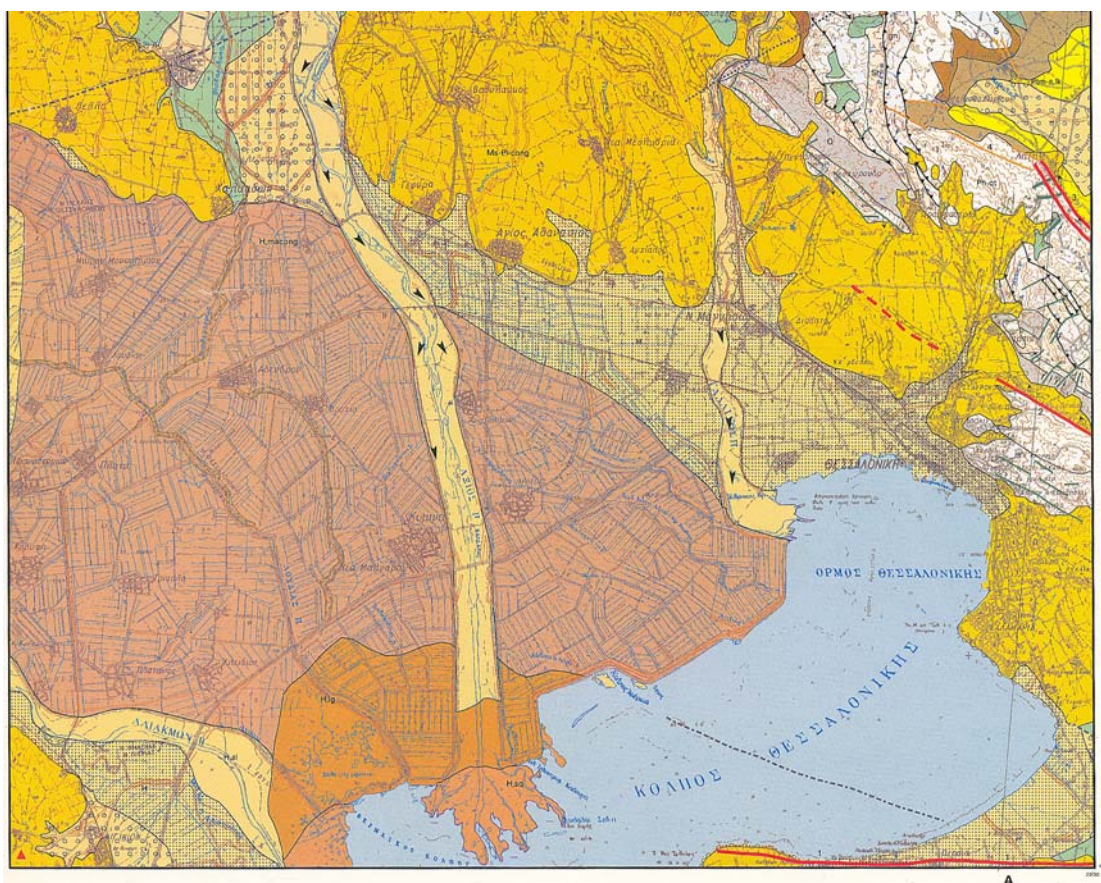
κατά την εκδήλωση σεισμού όπως στην περιοχή Ιερισσού το 1932 (Pavlidis και Tranos, 1991) και στην περιοχή της Θεσσαλονίκης το 1978. (Mercier et al., 1979 ; Soufleris et al., 1982).

Σύμφωνα με την γεωμορφολογία, το χαρακτηριστικό υδρογραφικό δίκτυο (δημιουργία παράλληλων ρεμάτων στο άνω τέμαχος) που διαμορφώνεται όταν κανονικά ρήγματα επηρεάζουν Νεογενή ιζήματα (Goldsworthy και Jackson, 2000), την στρωματογραφία των ιζημάτων (Pavlidis και Syrides, 1997; Mercier et al., 1983) την σεισμικότητα και τις μετρήσεις με GPS (Martinod et al., 1997), προτείνεται ότι τα ρήγματα Α-Δ στην Χαλκιδική είναι τα πιο πρόσφατα και τα πιο ενεργά (Goldsworthy et.al., 2002).

2.2.1 ΤΟ ΡΗΓΜΑ ΤΟΥ ΑΝΘΕΜΟΥΝΤΑ

Τα ρήγματα που εμφανίζονται στην ευρύτερη περιοχή της Περαιάς βρίσκονται νοτιότερα αυτής με διευθύνσεις Α-Δ, περιοχή Πλαγιαρίου και Τριλόφου αλλά και Β-Ν όπως φαίνονται και στον συνοπτικό γεωλογικό χάρτη (εικόνα 2.3).

Το κυριότερο όμως ρήγμα αποτελεί αυτό του Ανθεμούντα με διεύθυνση Α-Δ και μήκος που εκτείνεται τμηματικά από τον Γαλαρινό στα ανατολικά μέχρι και τον οικισμό του Αγγελοχωρίου στα δυτικά, στο νότιο μορφολογικό όριο της λεκάνης του Ανθεμούντα στην ευρύτερη περιοχή Βασιλικών. (Ζερβοπούλου και Παυλίδης, 2005; Μουντράκης et.al., 1996; Νεοτεκτονικός χάρτης της Ελλάδας, φύλλο Θεσσαλονίκη).(εικόνες 2.3, 2.4, 2.5).



Εικόνα 2.5. Απόσπασμα από τον Νεοτεκτονικό χάρτη, φύλλο Θεσσαλονίκη. Κάτω και δεξιά στην εικόνα αποτυπώνεται ένα τμήμα του ρήγματος του Ανθεμούντα (κόκκινη γραμμή) που φαίνεται να βρίσκεται στο όριο των Νεογενών και Τεταρτογενών ιζημάτων. (το υπόμνημα του χάρτη παρουσιάζεται στο Παράρτημα 1)

Πρόκειται για μια σημαντική ρηξιγενή γραμμή που εύκολα αναγνωρίζεται στις δορυφορικές εικόνες (Landsat και Spot) και στις αεροφωτογραφίες, από τις τεκτονικές αναβαθμίδες (ιδιαίτερα στις θέσεις Μεγάλο Έμβολο, Αγία Τριάδα, Περαία), από το γενικότερο μορφοανάγλυφο της περιοχής, τα μικρορήγματα που παρατηρούνται κατά μήκος της ρηξιγενούς ζώνης. Επίσης το ρήγμα έχει εντοπιστεί και από τις γεωηλεκτρικές διασκοπήσεις και επηρεάζει κατά κανόνα τα Άνω Μειοκαινικά – Πλειοκαινικά ιζήματα της περιοχής αλλά και τις πιο πρόσφατες Τεταρτογενείς αποθέσεις. (Μουντράκης et.al., 1996).

Αναλυτικότερα το ρήγμα του Ανθεμούντα απέχει περίπου 14 χιλιόμετρα νότια και νοτιοανατολικά από την πόλη της Θεσσαλονίκης. Έχει γενική διεύθυνση Α-Δ και συνολικό μήκος 32 χιλιόμετρα. Εκτείνεται από την θαλάσσια περιοχή βόρεια του Αγγελολωρίου μέχρι και μετά τον Γαλαρινό.

Αποτελεί κανονικό ρήγμα με μετάπτωση προς Βορρά. Χωρίζεται σε τρία κύρια τμήματα (segments) με βάση κυρίως την παράταξή τους και τη μορφοτεκτονική τους, αλλά και την υποθετική επέκταση του ρήγματος προς την θαλάσσια περιοχή του Θερμαϊκού Κόλπου. (εικόνα 2.6).

Το πρώτο τμήμα (1) εμφανίζεται από τον Γαλαρινό (φωτογραφίες 1,2,3) μέχρι δυτικά του Ν. Ρυσίου με διεύθυνση $B110^\circ$ και μήκος 17 χλμ. περίπου, το δεύτερο (2) εκτείνεται από το Ν. Ρύσιο μέχρι το Ακρωτήριο Μεγάλο Έμβολο (Αγγελολώρι) με διεύθυνση $B90^\circ$ και μήκος 15 χλμ. Το τρίτο τμήμα (3) είναι υποθετικό και αποτελεί την πιθανή προέκταση του ρήγματος μέσα στον θαλάσσιο χώρο με διεύθυνση $B90^\circ$. (Ζερβοπούλου et. al. 2007).



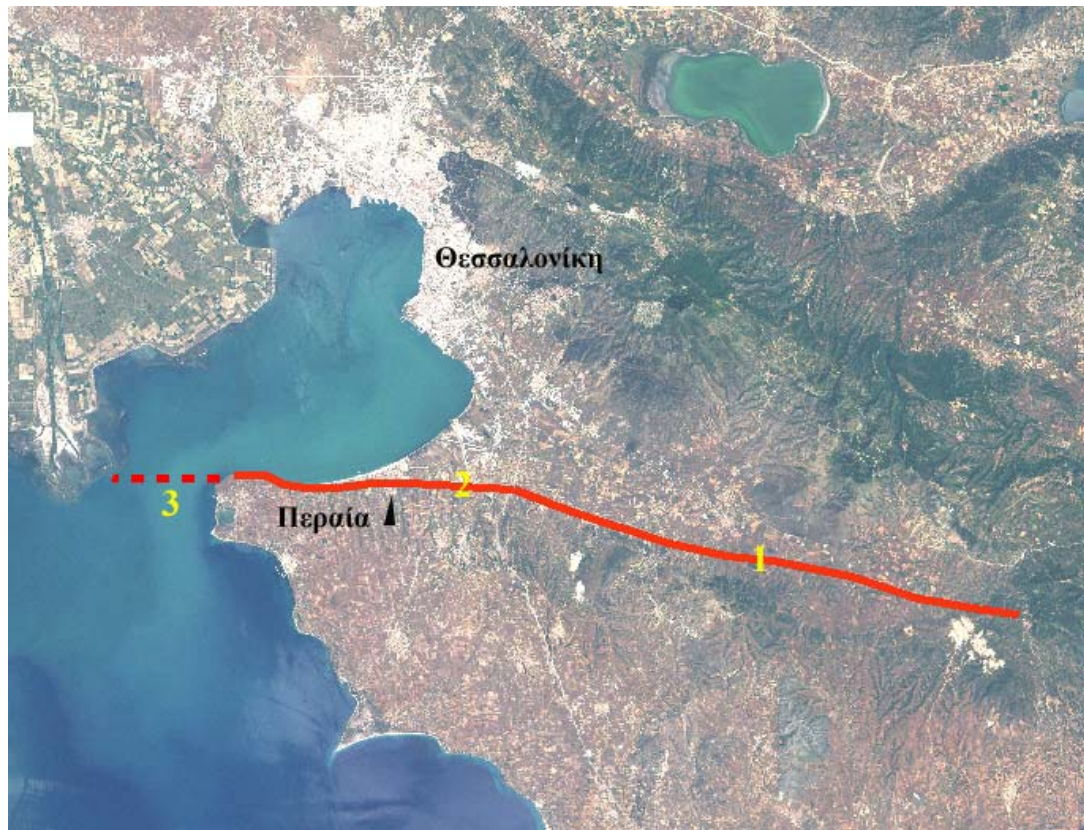
Φωτογραφία 1. Εμφάνιση (καθρέφτης) του ρήγματος του Ανθεμόντα (τμήμα 1) σε οφειολιθικά πετρώματα κοντά στον Γαλαρινό.



Φωτογραφία 2. Μέτρηση των γεωμετρικών χαρακτηριστικών του ρήγματος με χρήση γεωλογικής πυξίδας. Η διεύθυνση του ρήγματος σε αυτό το σημείο είναι Α-Δ. ($\Delta_{\kappa}:4^{\circ}$).



Φωτογραφία 3. Αποτύπωση της γράμμωσης τεκτονικής ολίσθησης πάνω στον καθρέφτη του ρήγματος που αποδεικνύει την κανονική, έως πλάγιο-κανονική (αριστερόστροφη) κίνηση του ρήγματος. (γωνία pitch 55°).



Εικόνα 2.6. Δορυφορική εικόνα όπου φαίνεται το ίχνος του ρήγματος του Ανθεμούντα με κόκκινο και τα επιμέρους τμήματά του (1,2,3), σε δορυφορική εικόνα Landsat ETM+ με συνδυασμό καναλιών 3 2 1 (Πηγή: Εργαστήριο Γεωπληροφορικής, Τμήματος Γεωγραφίας, Πανεπιστημίου Αιγαίου).

Η προς τα δυτικά νοητή επέκταση του ρήγματος Ανθεμούντα στην πεδιάδα της Θεσσαλονίκης, στις περιοχές των Δέλτα Αξιού και Αλιάκμονα δεν μπορεί να επισημανθεί λόγω των χαλαρών δελταϊκών αποθέσεων των ποταμών. (Μουντράκης et al., 1996).

Η μέση κλίση του ρήγματος είναι 87° περίπου κοντά στην επιφάνεια ενώ σε βάθος μεγαλύτερο των 8 χλμ. αρχίζει και ελαττώνεται για να φτάσει μέχρι τις 50° στα 20 χλμ. από την επιφάνεια.

Χαρακτηρίζεται ως ενεργό ρήγμα λόγω αρχικά του προσανατολισμού του (Α-Δ) στο σύγχρονο πεδίο των τάσεων (Β-Ν), του έντονου μορφοαναγλύφου με τεκτονικές αναβαθμίδες κατά μήκος του, της ασύμμετρης ανάπτυξης του υδρογραφικού δικτύου του ποταμού Ανθεμούντα, την ηλικία των γεωλογικών σχηματισμών (Τεταρτογενείς αποθέσεις) που επηρεάζει. Επίσης η ευρύτερη περιοχή της κοιλάδας του Ανθεμούντα, στη διαμόρφωση της οποίας συντελεί το ρήγμα, συνδέεται με μια σειρά μικροσεισμικών δονήσεων που συνέβησαν στην περιοχή το

Φθινόπωρο του 1988 αλλά πιθανόν και με τον σεισμό των Βασιλικών το 1677, με μέγεθος 6,2 R, που καταγράφηκε στη μονή Βλατάδων της Θεσσαλονίκης και κατέστρεψε τα Βασιλικά αλλά και τα γύρω χωριά. Ο σεισμός του 1759 που έπληξε καταστροφικά την πόλη της Θεσσαλονίκης ενδεχομένως να οφείλονταν στο ρήγμα του Ανθεμούντα. (Ζερβοπούλου et al., 2007).

3 ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΤΩΝ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΔΙΑΡΡΗΞΕΩΝ

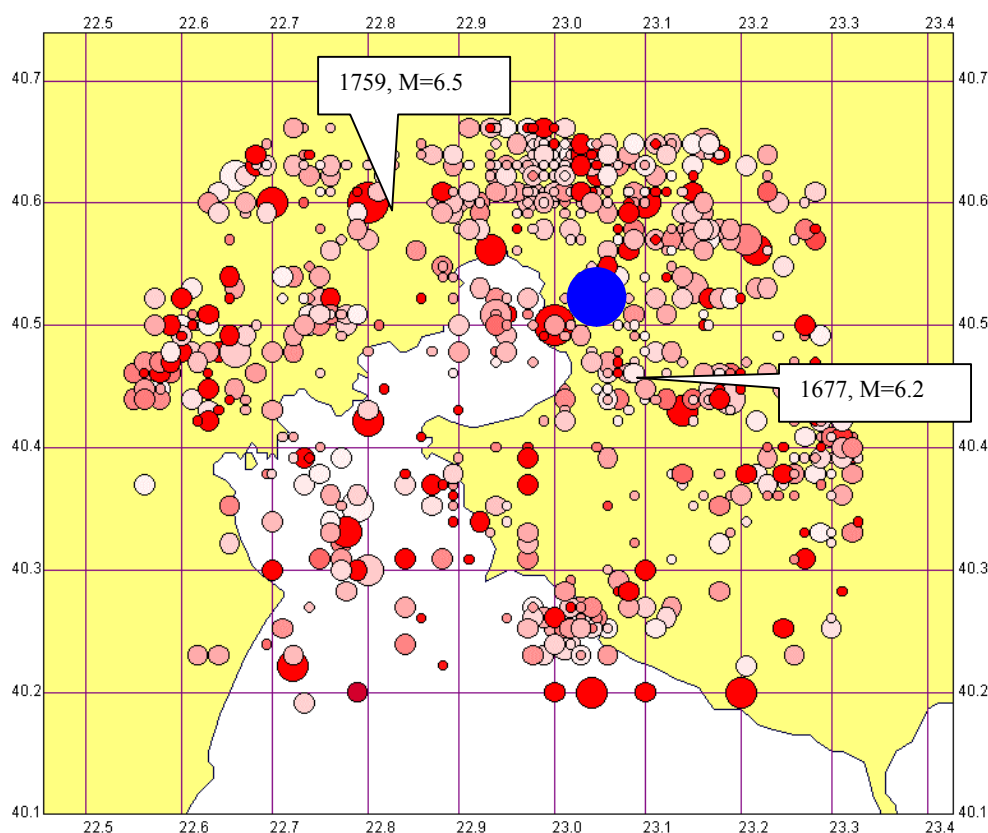
3.1 ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ

Με τον όρο σεισμικότητα εννοούμε μία ποσότητα που είναι τόσο μεγαλύτερη όσο μεγαλύτερα είναι τα μεγέθη των σεισμών που συμβαίνουν σε ένα τόπο και όσο μεγαλύτερη είναι η συχνότητα της γένεσής τους (Parazachos, 1990 στο Παυλίδης et al., 2007).

Η περιοχή μελέτης περικλείεται από τις συντεταγμένες 40.10 - 40.65° βόρειο γεωγραφικό πλάτος και 21.70 – 23.35° ανατολικό γεωγραφικό μήκος. Σεισμοί όλων των μεγεθών (μικροί ή μεγάλοι) έχουν αναφερθεί ή έχουν καταγραφεί στην υπό έρευνα περιοχή. Στην εικόνα 3.1 απεικονίζεται ο χάρτης της ευρύτερης περιοχής και τα επίκεντρα των σεισμών (με μέγεθος $M \geq 1.5$, ανεξαρτήτως πληρότητας) που έγιναν στη περιοχή μελέτης, στο χρονικό διάστημα 1677-2005 και σε ακτίνα 35 χλμ. γύρω από την Περαία.

Σύμφωνα με τον αναθεωρημένο από το 2004 ΕΑΚ-2000 (Νέος Αντισεισμικός Κανονισμός) η περιοχή μελέτης χαρακτηρίζεται ως ζώνη χαμηλής σεισμικότητας. Η ζώνη αυτή γειτνιάζει με ζώνη υψηλότερης σεισμικότητας, γνωστή και από τη βιβλιογραφία ως Σερβομακεδονική γεωλογική ζώνη, που περιλαμβάνει επίκεντρα ισχυρών σεισμών, τόσο ιστορικών, όσο και σύγχρονων καταγραμμένων με σεισμολογικά όργανα. (π.χ. σεισμός Θεσσαλονίκης του 1978, $M=6.5$). Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται και η θέση (επίκεντρα) των 2 μεγαλύτερων σεισμών που έγιναν σε απόσταση μέχρι και 35 χλμ. γύρω από την Περαία. Οι δύο αυτοί σεισμοί συνέβησαν, ο μεν πρώτος το 1677 με μέγεθος περίπου $M=6.2$ και ο δεύτερος το 1759 με μέγεθος που εκτιμάται $M=6.5$. Ο σεισμός του 1677 απέχει 10 περίπου χιλιόμετρα από την Περαία. ενώ ο σεισμός του 1759 απέχει 25 περίπου χιλιόμετρα από αυτήν (σε ευθεία απόσταση), δηλαδή και οι δύο σεισμοί βρίσκονται σε κοντινές αποστάσεις από την Περαία. Ο σεισμός του 1677 έγινε αισθητός με ένταση VIII (8) στα Βασιλικά τα οποία και κατέστρεψε, ενώ ο σεισμός του 1759 έγινε αισθητός με ένταση IX (9) στη Θεσσαλονίκη. Ο σεισμός αυτός σύμφωνα με ιστορικές περιγραφές προκάλεσε πολλές καταστροφές, ενώ υπήρξαν και πολλά ανθρώπινα θύματα. Την σεισμική καταστροφή ακολούθησε πυρκαγιά, ενώ πολλοί κάτοικοι εγκατέλειψαν την πόλη της Θεσσαλονίκης. (Παπαζάχος και Παπαζάχου, 2002). Σύμφωνα με τους ίδιους συγγραφείς οι τεχνικές κατασκευές στη Ελλάδα υφίστανται

βλάβες όταν η ένταση του σεισμού υπερβαίνει τους VI (6) βαθμούς της 12βάθμιας κλίμακας της έντασης.

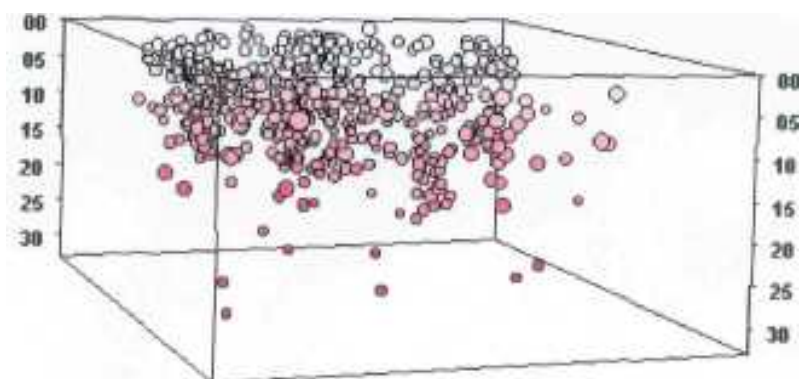


Εικόνα 3.1. Τα επίκεντρα όλων των σεισμών με μέγεθος $M \geq 1.5$ που συνέβησαν στην περιοχή μελέτης. (πηγή: Τσαπάνος 2007, στο Παυλίδης et al., 2007).

Από τα παραπάνω μπορούμε να οδηγηθούμε στο συμπέρασμα ότι η περιοχή έχει μεν χαμηλή σεισμικότητα, αλλά ο σεισμικός κίνδυνος είναι μεγάλος, γιατί εκδηλώνονται καταστροφικοί σεισμοί στην ευρύτερη περιοχή, που απέχουν όμως χρονικά μεταξύ τους. Ένας επιπλέον επιβαρυντικός παράγοντας είναι η ανάπτυξη των πόλεων κατά τα τελευταία χρόνια οριζόντια σε χαλαρότερα εδάφη και καθ' ύψος που τις κάνει περισσότερο ευάλωτες και αυξάνει την σεισμική επικινδυνότητα όταν δεν λαμβάνονται όλα εκείνα τα μέτρα αντισεισμικής προστασίας και θωράκισης τους.

Όπως προαναφέρθηκε πρόκειται για μία περιοχή με χαμηλή σεισμικότητα σύμφωνα με τα σεισμολογικά δεδομένα της ευρύτερης ζώνης. Στην εικόνα 3.2 φαίνεται η τρισδιάστατη απεικόνιση των σεισμών που έχουν χαρτογραφηθεί στην εικόνα 3.1. Όπως παρατηρείται το μεγαλύτερο πλήθος των σεισμών βρίσκεται μέχρι

το βάθος των 15 χλμ., δηλαδή μέχρι το βάθος που εμφανίζεται το σειсмоγόνο στρώμα. (Τσαπάνος 2007, στο Παυλίδης et al., 2007).

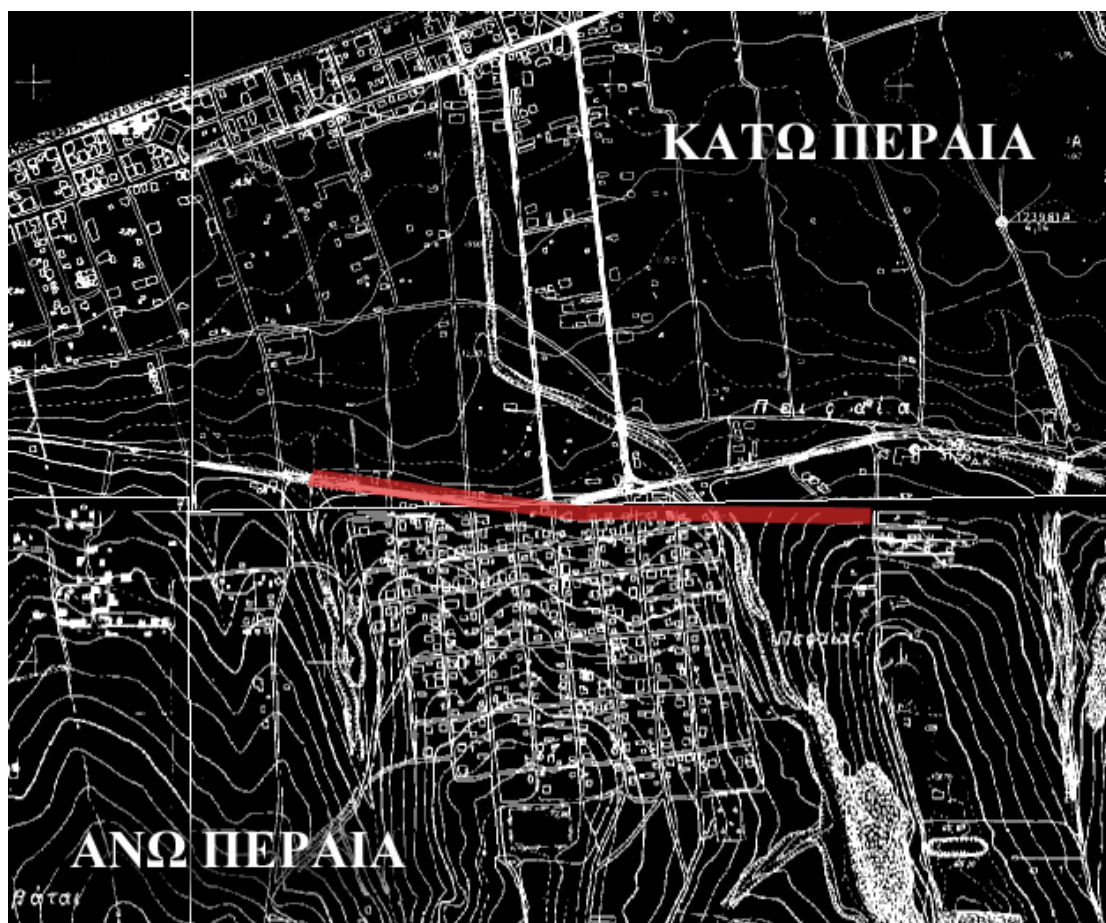


Εικόνα 3.2. Τρισδιάστατη απεικόνιση των σεισμών της ευρύτερης περιοχής μελέτης. (πηγή: Τσαπάνος 2007, στο Παυλίδης et al., 2007)

Σύμφωνα με την μελέτη σεισμικότητας του κύριου Τσαπάνου στο Παυλίδης et al., 2007, οι ισχυροί σεισμοί αντίστοιχου μεγέθους έχουν μέση περίοδο επανάληψης 163 ($M=6.2$) και 316 ($M=7.0$) χρόνια. Για τα επόμενα 50 χρόνια η πιθανότητα να συμβεί σεισμός ($M \geq 5.5$, $M \geq 6.0$, $M \geq 6.2$ και $M \geq 6.5$) είναι 76%, 38%, 26% και 15%, αντίστοιχα. Το πιθανό σεισμικό δυναμικό της ευρύτερης περιοχής με ακτίνα 35 Km εκφράζεται με τη γένεση σεισμού μέχρι $M=6.6$ Richter.

3.2 ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΤΩΝ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΔΙΑΡΡΗΞΕΩΝ

Κατά την διάρκεια του 2005 αλλά και το 2006 ένα πλήθος εδαφικών διαρρήξεων παρατηρήθηκαν στην αστική περιοχή της Άνω Περαιάς. Οι ρωγμές αυτές επηρεάζουν τόσο δρόμους όσο και κτίρια. Παρατηρούνται στα όρια της λοφώδους περιοχής (Άνω Περαιά) με την περιοχή της Κάτω Περαιάς (παραθαλάσσιο τμήμα). (εικόνα 3.3).



Εικόνα 3.3. Γενική άποψη της ζώνης των εδαφικών διαρρήξεων (με κόκκινο χρώμα) στο υπόβαθρο τοπογραφικών διαγραμμάτων της Γ.Υ.Σ. κλίμακας 1:5.000 του 1980, στην περιοχή της Περαιάς.

Στην πραγματικότητα οι ρωγμές εμφανίστηκαν πρώτη φορά τον Αύγουστο του 1998 στη θέση «Βίλες Βικτόρια» με ρωγμές στα δάπεδα, στην τοιχοποιία και τις βεράντες στο συγκρότημα της β' σειράς (Φώτο 14).

Οι επιφανειακές ρωγμές (διαρρήξεις) εκτείνονται κατά μήκος της επαρχιακής οδού Θεσσαλονίκης – Ν. Μηχανιώνας. Εντοπίστηκαν ανατολικά από την Κλινική Πισσαλίδη (φώτο 15), στα όρια του οικισμού της Περαίας μέχρι την οδό Κύπρου έχοντας μια ΔΝΔ-ΑΒΑ διεύθυνση και δυτικότερα μέχρι την οδό Μηδείας στην Κάτω Περαία με μία ΔΒΔ-ΑΝΑ διεύθυνση (εικόνα 3.4). Το ίχνος των ρωγμών καταλαμβάνει μήκος (ασυνεχές) 500 μέτρων περίπου μέσα στον Δ.Δ. Περαίας με την πιο έντονη εμφάνισή τους αλλά ουσιαστικά εκτείνονται για 1χλμ. περίπου. Οι μέγιστες μετατοπίσεις παρουσιάζονται στις οδούς Αγνώστου Στρατιώτη (Φώτο 3) και Μεγάλου Αλεξάνδρου (Φώτο 6,7,8). Επίσης μικρές ρωγμές παρατηρούνται και στον επαρχιακό δρόμο Θεσσαλονίκης – Επανομής (στροφή Επανομής) σε απόσταση 3 χλμ. περίπου από τον οικισμό της Περαίας (Φώτο 16).

Σύμφωνα με τις περιγραφές των κατοίκων από τον Ιούνιο του 2005 άρχισαν να παρουσιάζονται οι πρώτες μικρές ρωγμές στην οδό Αγνώστου Στρατιώτη στην Άνω Περαία. Το φαινόμενο εξελισσόταν, και τον Νοέμβριο του 2005 μία τριώροφη οικοδομή στην οδό Αγνώστου Στρατιώτη κρίθηκε επικίνδυνη για κατοίκηση (Φώτο 4,5,6). Μέχρι τον Μάρτιο του 2006 άλλη μία διώροφη οικοδομή στην οδό Κύπρου (Φώτο 9,10) και μία μονοκατοικία στην οδό Μηδείας (Φώτο 11) κρίθηκαν επίσης επικίνδυνες για κατοίκηση. Σοβαρές ρωγμές έχουν παρουσιαστεί και σε άλλες τρεις οικοδομές στην Άνω Περαία (Φώτο 2,13), καθώς και στο οδικό δίκτυο των κάθετων οδών της Άνω Περαίας (Φώτο 1) αλλά και των επαρχιακών οδών Θεσσαλονίκης – Ν. Μηχανιώνας (Φώτο 12) και Θεσσαλονίκης – Επανομής (Φώτο 16). Παράλληλα άρχισαν να εμφανίζονται από τις αρχές του 2007 ρωγμές και σε κτίρια βορειότερα της επαρχιακής οδού στις οδούς Φιλίππου (Φώτο 18) έως και την οδό Φιλελλήνων, ενδείξει ρωγμών στην οδό Ησιόδου. Οι ρωγμές και οι κατασκευές που επηρεάζουν φαίνονται στις παρακάτω φωτογραφίες. (Ζερβοπούλου et al., 2007, Παυλίδης et al., 2007, επιτόπια παρατήρηση.)



Φώτο 1,2: Οδός Ειρήνης

**Φώτο 3:
Οδός Αγνώστου Στρατιώτη**



22-3-2006

28-8-2006

Φώτο 4,5,6: Οδός Αγνώστου Στρατιώτη



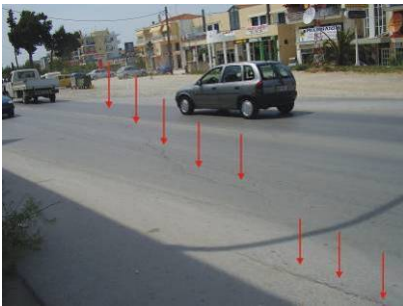
Φώτο 6,7,8: Οδός Μεγάλου Αλεξάνδρου



Φώτο 9,10: Οδός Κύπρου



Φώτο 11: Οδός Μηδείας



Φώτο 12: Επαρχ. Οδός Ν. Μηχανιώνας



Φώτο 13: Επαρχ. Οδός Ν. Μηχανιώνας



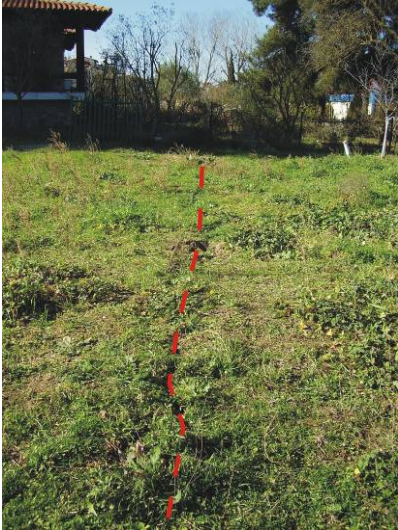
Φώτο 14: Κατοικίες Βίλλες Βικτώρια



Φώτο 15: Κλινική Πισσαλίδη



Φώτο 16: Επαρχιακός δρόμος Θεσσαλονίκης - Επανομής



Φώτο 17: Κήπος κατοικίας κοντά στις Βίλλες Βικτώρια



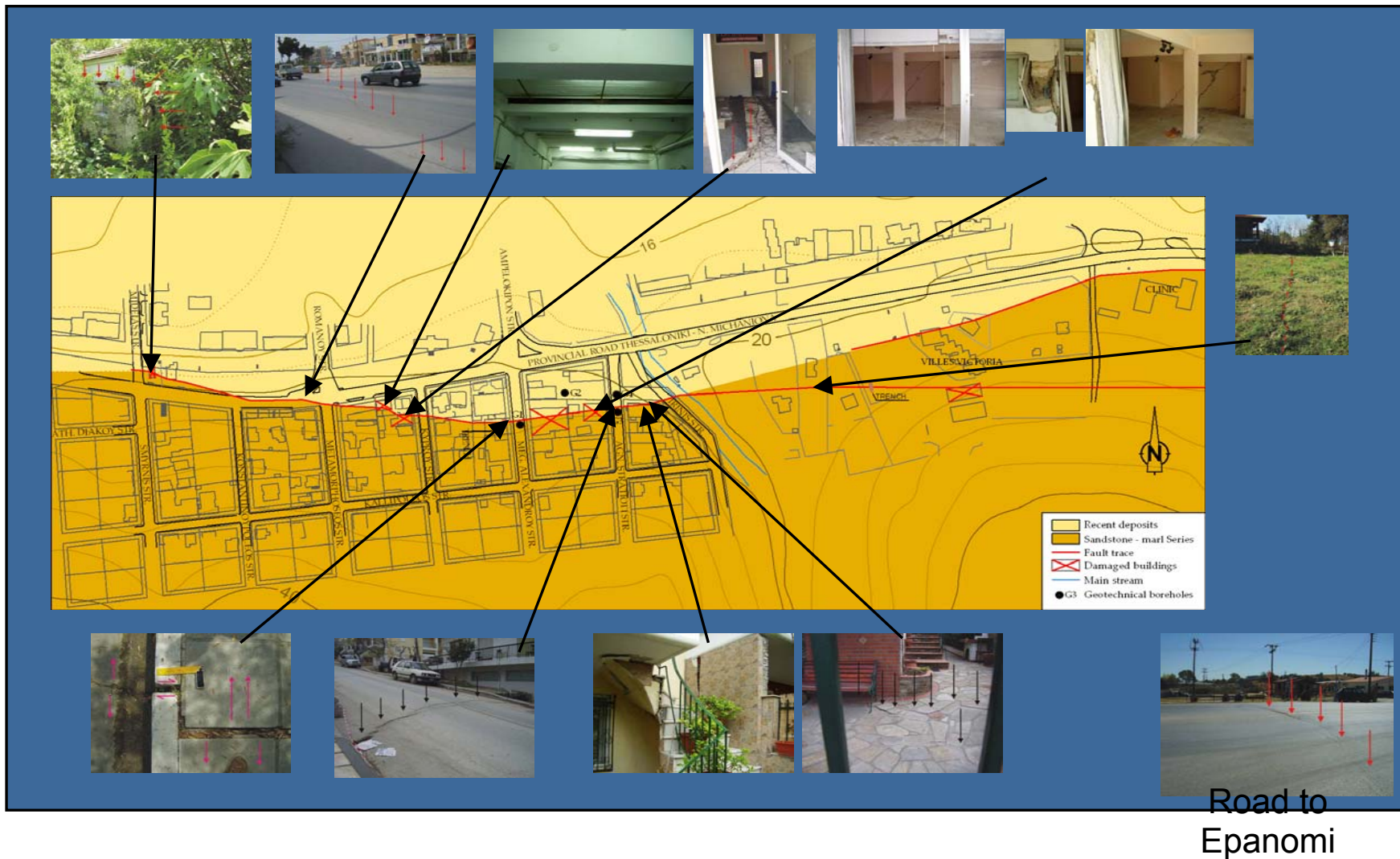
Φώτο 18: Κατοικία στην οδό Φιλίππου 36

Πηγή φωτογραφιών Ζερβοπούλου et al., 2007

Οι διαρρήξεις στο έδαφος όπως φαίνεται και από τις φωτογραφίες είναι εφελκυστικού κυρίως τύπου, ενίοτε με άλμα λίγων εκατοστών, άλλοτε ανοιχτές λίγα χιλιοστά ή εκατοστά και άλλοτε κλειστές. Είναι διατεταγμένες παράλληλα ή υποπαράλληλα μεταξύ τους μέσα σε μια ζώνη πλάτους λίγων μέτρων. (Κουμαντάκης 2006, επιτόπια παρατήρηση). Οι διαρρήξεις αυτές δεν συνέβησαν απότομα αλλά το φαινόμενο παρουσίασε (και ίσως συνεχίζει να παρουσιάζει) προοδευτική εξέλιξη. Μόνο κατά το διάστημα (περίπου 15 ημερών) που πραγματοποιήθηκαν οι ερευνητικές γεωτρήσεις (βλέπε κεφάλαιο 5), μετρήσεις στις διαρρήξεις έδειξαν περαιτέρω άνοιγμα της τάξης λίγων χιλιοστών. (Φώτο 19).



Φωτο 19) Μέτρηση του ανοίγματος των διαρρήξεων με παχύμετρο στο πεζοδρόμιο της οδού Μεγάλου Αλεξάνδρου, για την παρακολούθηση του φαινομένου. (Φώτο Λεωνίδας Τσιώκος)



Road to
Epanomi

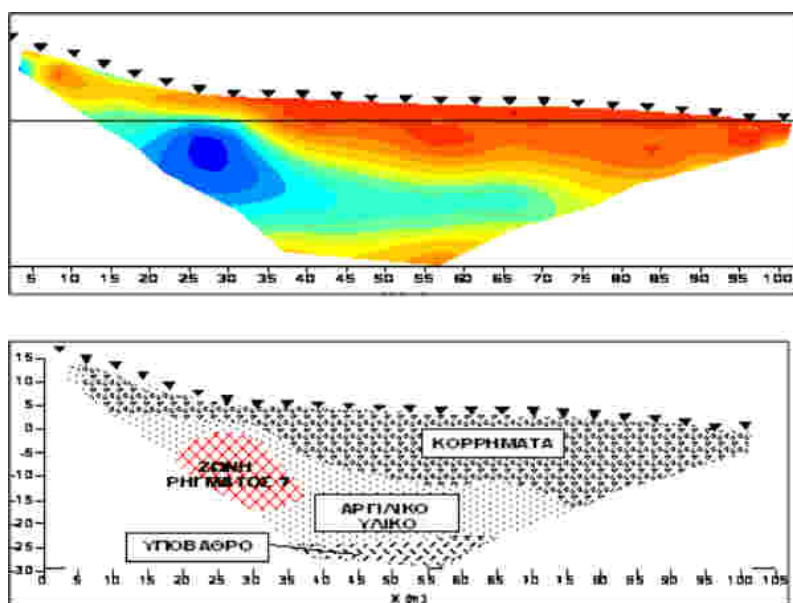
Εικόνα 3.4. Χάρτης της περιοχής όπου έχουν σημειωθεί οι σημαντικότερες διαρρήξεις και οι αντίστοιχες φωτογραφίες των οικοδομών που επηρεάζουν. Διακρίνεται η αρχική ΔΝΔ – ΑΒΑ διεύθυνση (δεξιά) και έπειτα η ΔΒΔ – ΑΝΑ διεύθυνση (αριστερά) του ίχνους του ρήγματος και των διαρρήξεων. (Ζερβοπούλου et al., 2007).

4 ΓΕΩΦΥΣΙΚΑ ΚΑΙ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

4.1 ΓΕΩΦΥΣΙΚΕΣ ΔΙΑΣΚΟΠΗΣΕΙΣ

Η γεωφυσική έρευνα που διεξήχθη το Μάρτιο του 2007 στην Περαιά, από μέλη του Τομέα Γεωφυσικής του ΑΠΘ (Τσούρλος Π. και Βαργεμέζης Γ.), είχε ως στόχο την μελέτη της περιοχής των ρωγμών με μετρήσεις σχετικά υψηλής ανάλυσης ώστε να αντληθούν στοιχεία τόσο για τη λιθολογία όσο και για την τεκτονική της περιοχής κατά μήκος των ρωγμών.

Ως καταλληλότερη γεωφυσική τεχνική για την παραπάνω μελέτη επιλέχθηκε η μέθοδος της ηλεκτρικής τομογραφίας η οποία δίνει τη δυνατότητα, μετά από κατάλληλη επεξεργασία των δεδομένων, να λαμβάνονται εικόνες του υπεδάφους οι οποίες είναι άμεσα κατανοητές και ερμηνεύσιμες. Εκτελέστηκαν 5 τομογραφίες κάθετα στον άξονα όπου αποτυπώθηκε το ίχνος της κύριας ρώγμωσης, ενώ μια συμπληρωματική τομογραφία εκτελέστηκε επί της οδού Φιλίππου. Οι τομογραφίες εκτελέστηκαν με διαφορετικές γεωμετρίες μέτρησης λόγω των χωρικών περιορισμών που υπήρχαν σε κάθε θέση. Παρακάτω παρουσιάζεται ένα παράδειγμα της μεθόδου βάση του οποίου πραγματοποιήθηκαν οι τομογραφίες στην περιοχή μελέτης. (εικόνα 4.1).



Εικόνα 4.1. Παράδειγμα γεωλογικής τομής (κάτω) που προκύπτει από την ερμηνεία αποτελεσμάτων αντιστροφής δεδομένων ηλεκτρικής τομογραφίας (πάνω). (πηγή: Τσούρλος Π. και Βαργεμέζης, 2007 στο Παυλίδης et al., 2007)

4.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΓΕΩΦΥΣΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

Τα αποτελέσματα της ερμηνείας των δεδομένων συνοψίζονται ως εξής:

- Επιβεβαιώθηκε σε όλες τις σχετικές τομές (T1-T3-T4-T5) η ύπαρξη λιθολογικής ασυνέχειας (ρήγμα) που συνδέεται με την κύρια χαρτογραφημένη ρωγμή.
- Εντοπίστηκε λιθολογική ασυνέχεια (ρήγμα) στις τομές T4-T5 περίπου 50 m Νότια της κύριας ρωγμής με διεύθυνση παράλληλη (Α-Δ) προς αυτή. Το ρήγμα επιβεβαιώθηκε πλήρως από την ανοικτή εκσκαφή.
- Εντοπίστηκε λιθολογική ασυνέχεια, που πιθανότατα αντιστοιχεί σε ρήγμα, η οποία διασχίζει κάθετα την οδό Φιλίππου με διεύθυνση Α-Δ.

Από τα αποτελέσματα είναι φανερό ότι η εφαρμογή της τεχνικής της ηλεκτρικής τομογραφίας παρέχει σημαντικές πληροφορίες για τη δομή του υπεδάφους στην περιοχή και είναι ικανή να εντοπίσει πιθανές περιοχές ρηγμάτων.

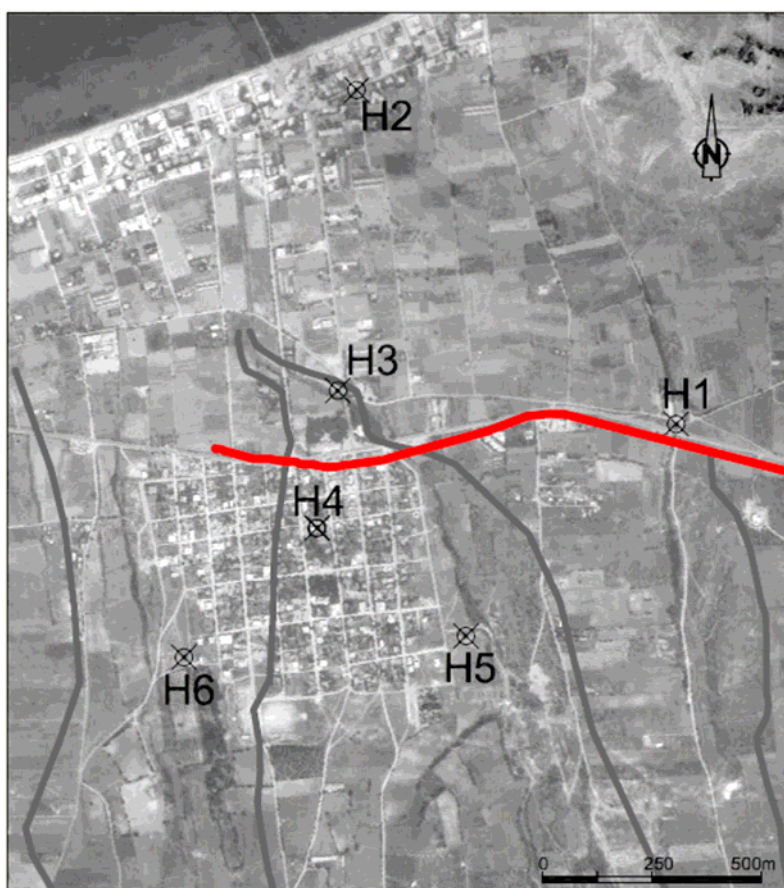
Μελλοντική συστηματική εφαρμογή της τεχνικής στην περιοχή με πυκνές μετρήσεις θα βοηθήσει στη πλήρη χαρτογράφηση του υπεδάφους της περιοχής μελέτης και στον εντοπισμό πιθανών ρηγμάτων τα οποία μπορούν να επιβεβαιωθούν σε δεύτερη φάση με περιορισμένης σε έκταση γεωτρήσεις και ανοιχτές εκσκαφές. (Τσούρλος Π. και Βαργεμέζης, 2007 στο Παυλίδης et al., 2007).

4.3 ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Υδρογεωλογικό ενδιαφέρον στην περιοχή της Περαίας παρουσιάζει η ψαμμιτομαργαϊκή σειρά που εμφανίζεται στην Άνω Περαία κυρίως και αποτελείται από εναλλαγές άμμων, μαργών και ψαμμιτών σε στρώσεις αλλά και φακούς. Από τις εναλλαγές αυτές οι άμμοι εμφανίζουν σχετικά αυξημένη ($K \sim 10^{-4} \text{ m/sec}$) διαπερατότητα. Επίσης υψηλή διαπερατότητα παρατηρείται και στις παράκτιες αποθέσεις με επικράτηση των άμμων αλλά και στα τεταρτογενή ιζήματα που καλύπτουν την ψαμμιτομαργαϊκή σειρά ($K = 10^{-5}$ έως και 10^{-2} m/sec “Υδρογεωτεχνική και Μελέτη Γεωλογικής Καταλληλότητας για την ίδρυση των Ν. Κοιμητηρίων Δ.Δ. Περαίας”). Τους υδροφορείς αυτούς εκμεταλλεύεται ο Δ. Θερμαϊκού για την ύδρευση της περιοχής.

Όσον αφορά τις υδρογεωτρήσεις στην περιοχή του πολεοδομικού συγκροτήματος της Περαίας λειτουργούν έξι δημοτικές υδρογεωτρήσεις οι οποίες και υδροδοτούν τον οικισμό (εικόνα 4.2).

Παράλληλα λειτουργούν και ιδιωτικές γεωτρήσεις αγνώστου αριθμού, άγνωστης παροχής και λοιπών στοιχείων (βάθους, χρόνου κατασκευής κτλ). Μία από αυτές βρίσκεται στο όριο των επιφανειακών διαρρήξεων της Άνω Περαίας και λειτουργεί μόνο τους καλοκαιρινούς μήνες για την πλήρωση πισίνας συγκροτήματος οικισμών. Επίσης στα όμορα Δημοτικά Διαμερίσματα Ν. Επιβατών, Αγ. Τριάδας και Ν. Ρυσίου λειτουργούν επίσης δημοτικές υδρογεωτρήσεις για την υδροδότηση των κατοίκων, όπως και άγνωστος αριθμός ιδιωτικών. Ο υδροφορέας τον οποίο χρησιμοποιούν φαίνεται να είναι ενιαίος.



Εικόνα 4.2. Αεροφωτογραφία θέσεων υδρογεωτρήσεων και υδρολογικών λεκανών στο Δ.Δ. Περαίας, όπου φαίνεται και το τμήμα του γεωλογικού ρήγματος, κατά μήκος του οποίου εμφανίζονται οι ρωγμώσεις (συνεχής κόκκινη γραμμή). (πηγή: Ζερβοπούλου et al., 2007).

Από τις υδρογεωτρήσεις του Δ.Δ. Περαίας κατάντη των διαρρήξεων και κοντά σ' αυτές βρίσκονται οι δύο (H1 και H3), ενώ ανάντη βρίσκεται μία (H4). Η γεώτρηση H2 βρίσκεται κοντά στην ακτογραμμή ενώ οι γεωτρήσεις H5 και H6 βρίσκονται ανάντη των διαρρήξεων, στα όρια και εκατέρωθεν του οικισμού (ανατολικά και δυτικά). Στην υδρολογική λεκάνη του κύριου ρέματος της Περαίας βρίσκονται οι H3, H4 και H5, ενώ οι H1 και H6 βρίσκονται σε όμορες υδρολογικές υπολεκάνες. Να σημειωθεί επίσης ότι οι γεωτρήσεις αυτές διαθέτουν περιφραγματική σωλήνωση μέχρι τα 30 μέτρα περίπου, για απομόνωση των επιφανειακών υδάτων.

Οι γεωτρήσεις H1, H3 και H4 οι οποίες και βρίσκονται κοντά στο ρήγμα, αντλούν συνολικά ημερησίως περίπου $145 \text{ m}^3/\text{h}$. Λόγω της συνεχούς λειτουργίας τους δεν ήταν δυνατόν να μετρηθούν οι στάθμες τους σε κατάσταση ηρεμίας, για να γίνει σύγκριση με παλαιότερες στάθμες, για το λόγο αυτό αποφεύχθηκαν να πραγματοποιηθούν μετρήσεις σε τέτοιες ακατάλληλες συνθήκες και έτσι δεν

διαθέτουμε ικανοποιητικό αριθμό δεδομένων για να εξαχθούν ασφαλή επιστημονικά συμπεράσματα. Τα μόνα στοιχεία που μπορούν να χρησιμοποιηθούν αφορούν τις γεωτρήσεις Η1 και Η3 οι οποίες σταμάτησαν να λειτουργούν από το Σεπτέμβριο και τον Ιούλιο του 2006 (σύμφωνα με δηλώσεις εκπροσώπων του Δήμου Θερμαϊκού) αντίστοιχα.

Γενικά παρατηρείται πτώση στάθμης υδάτων του υδροφορέα, η οποία δεν μπορεί να ποσοτικοποιηθεί πριν την συστηματική παραπέρα παρακολούθηση των σταθμών ηρεμίας των υδρογεωτρήσεων που έπαψαν να λειτουργούν. Ο Δήμος Θερμαϊκού θα πρέπει να συνεχίσει να παρακολουθεί σε τακτά χρονικά διαστήματα το επίπεδο της στάθμης του υπόγειου νερού και να τηρεί ημερολόγιο.

Από τον Δήμο κατασκευάστηκαν το καλοκαίρι του 2006 δύο νέες υδρογεωτρήσεις για αντικατάσταση των Η1 και Η3, και έτσι οι τελευταίες θα μετατραπούν σε γεωτρήσεις συνεχούς μέτρησης (πιεζόμετρα) για την παρακολούθηση του φαινομένου και στο μέλλον. (Ζερβοπούλου et al., 2007).

Γενικά οι πτώσεις της υδροστατικής στάθμης, στις προσχωματικές και νεογενείς αποθέσεις, είναι αναμενόμενο να προκαλέσουν αύξηση της ενεργού τάσης, συμπίκνωση των υλικών του εδάφους που τις συνιστούν και εκδήλωση καθιζήσεων στην επιφάνεια, στις περιπτώσεις βέβαια που τα εδαφικά-υπεδαφικά γεωυλικά είναι συμπιεστά και επιδέχονται συμπίκνωση, όπως συμβαίνει στην πεδινή ζώνη της περιοχής της Περαίας.

Οι καθιζήσεις αυτές στο χώρο μειωμένου πάχους των αλλουβιακών αποθέσεων, δηλαδή στη ζώνη των ορίων πεδινής και λοφώδους έκτασης, προκαλούν την εκδήλωση στην επιφάνεια του εδάφους εφελκυστικών διαρρήξεων και ρωγματώσεων. (Κουμαντάκης, 2006.).

5.2 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ – ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΙΚΕΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ

Η τεχνική των δειγματοληπτικών γεωτρήσεων είναι συνδεδεμένη με τη λήψη δειγμάτων των πετρωμάτων, κυρίως πυρήνων (καρότων), από όλα τα βάθη. Από τη μελέτη τους αποκτούμε άμεση εικόνα των διατρυόμενων πετρωμάτων και συγκεντρώνουμε στοιχεία για τη δομή, τη σύσταση, την υδροπερατότητα και τη διαδοχή των γεωλογικών σχηματισμών.

Τα σπουδαιότερα πλεονεκτήματα που προσφέρουν οι δειγματοληπτικές γεωτρήσεις είναι τα εξής:

- Η λήψη δειγμάτων των πετρωμάτων, κυρίως με μορφή καρότων, για τη μελέτη και την εκτέλεση σε αυτά των απαραίτητων εργαστηριακών δοκιμών.
- Η εκτέλεση, μέσα στην γεώτρηση, ειδικών δοκιμών για τον προσδιορισμό ορισμένων φυσικών και μηχανικών παραμέτρων των διαφόρων γεωλογικών σχηματισμών στο φυσικό τους περιβάλλον.
- Ο προσδιορισμός του προσανατολισμού των στρωμάτων και άλλων χαρακτηριστικών των γεωλογικών σχηματισμών, όπως ρωγμών, ρηγμάτων, διακλάσεων, σχιστότητας, ζωνών αποσάθρωσης – εξαλλοίωσης κ.ά.
- Η εκτίμηση των υδρογεωλογικών συνθηκών και ειδικότερα ο εντοπισμός των υδροφόρων στρωμάτων.

Η διάτρηση γίνεται κατά κανόνα με περιστροφική κίνηση. Η κορώνα (core bit) κόβει ένα δακτύλιο μέσα στο πέτρωμα αφήνοντας στο κέντρο του τον πυρήνα, ο οποίος εισχωρεί στην καροταρία, όσο η κορώνα προχωρεί βαθύτερα μέσα στο πέτρωμα. Υπάρχουν διάφοροι παράγοντες που παίζουν ρόλο στην ευκολία ή δυσκολία της διάτρησης. Οι βασικότεροι είναι η φύση και η κατάσταση των πετρωμάτων, η αρτιότητα και η καλή κατάσταση του μηχανικού εξοπλισμού και τέλος η εμπειρία, επιδεξιότητα και προσοχή του γεωτροπανιστή.

5.2.1 ΔΙΑΤΡΗΣΗ «ΕΝ ΞΗΡΩ» (ΦΡΑΓΜΟΣ)

Η διάτρηση «εν ξηρώ», κοινώς «φραγμός», γίνεται με περιστροφή της κορώνας, αλλά η προσχώρηση γίνεται δίχως κυκλοφορία νερού. Η μέθοδος αυτή διάτρησης και δειγματοληψίας εφαρμόζεται σε εδάφη μη συνεκτικά που είναι αδύνατη η διείσδυση του δειγματολήπτη με απλή πίεση, αλλά και η κανονική διάτρηση, με κυκλοφορία νερού, προκαλεί θρυμματισμό ή/και απόπλυση του δείγματος.

Στη διάτρηση «εν ξηρώ» χρησιμοποιείται βιδιοκορώνα και μονή καροταρία. Συνήθως, στην αρχή γίνεται κάποια προχώρηση με πολύ λίγα νερά και ακολουθεί προχώρηση δίχως νερά (φραγμός). Το δείγμα που εισέρχεται στην καροταρία παρουσιάζει αλλοιώσεις των ιδιοτήτων του, κυρίως της φυσικής υγρασίας, λόγω υπερθέρμανσής του, γι αυτό η «εν ξηρώ» διάτρηση σε μεγάλο μήκος πρέπει να αποφεύγεται. Συνήθως η προχώρηση με φραγμό είναι της τάξης των 20-30 cm. Εφαρμόζονται μικρές ταχύτητες περιστροφής της βιδιοκορώνας ώστε να περιορίζεται, κατά το δυνατό, η υπερθέρμανσή της, καθώς και του εδαφικού δείγματος. Είναι ευνόητο ότι το δείγμα που έχει επηρεαστεί σοβαρά από την υψηλή θερμοκρασία του φραγμού δεν είναι κατάλληλο για εργαστηριακές δοκιμές.

Η προχώρηση με φραγμούς συνήθως γίνεται σε τμήμα της γεώτρησης και σπάνια σε όλο το μήκος της. Ο φραγμός βοηθάει στη συγκράτηση του δείγματος που υπάρχει στην καροταρία κατά την ανέλκυσή της, γιατί σφηνώνεται στην κορώνα, αλλιώς το δείγμα θα έπεφτε στον πυθμένα της γεώτρησης. Στη διάτρηση με χρήση διπλής καροταρίας μπορεί να εφαρμοστεί φραγμός σε χαλαρά εδάφη στο τέλος, πριν την εξαγωγή της καροταρίας, για 10-20 cm για συγκράτηση του δείγματος.

Κατά τη φάση της διάτρησης η κυκλοφορία νερού είναι απαραίτητη γιατί επιτυγχάνονται οι παρακάτω λειτουργίες:

- Ψύχεται η κορώνα, που λόγω τριβής της με το πέτρωμα υπερθερμαίνεται.
- Απομακρύνονται τα συντρίμματα του πετρώματος από τον πυθμένα της οπής και ανεβάζονται στην επιφάνεια του εδάφους, και
- Σταθεροποιείται η περιστρεφόμενη διατρητική στήλη.

5.2.2 ΠΡΟΣΩΡΙΝΗ ΣΩΛΗΝΩΣΗ

Κατά τη διάνοιξη μιας γεώτρησης, αν τα τοιχώματά της δεν είναι σταθερά, λόγω χαλαρών προσχωματικών εδαφών ή θρυμματισμένων πετρωμάτων και παρουσιάζουν καταπτώσεις, τότε είναι απαραίτητο να σωληνωθεί το τμήμα αυτό της γεώτρησης για να μπορούν, δίχως προβλήματα, να συνεχιστούν οι διατρητικές εργασίες. Οι καταπτώσεις μπορούν να «μπλοκάρουν» τη διατρητική στήλη, κυρίως την κοπτική κορώνα και την καροταρία, επειδή αυτές έχουν διάμετρο μεγαλύτερη των στελεχών. Τότε κινδυνεύει να χαθεί η γεώτρηση, δηλαδή να μείνει μέσα τμήμα της διατρητικής στήλης και να χαθεί πολύτιμος χρόνος με τις προσπάθειες αλίευσης της παγιδευμένης στήλης.

Τα πρώτα μέτρα της οπής είναι συνήθως χαλαρά πετρώματα. Αυτά σωληνώνονται μέχρι να βρεθεί βαθύτερα συνεκτικό πέτρωμα. Μετά τη σωλήνωση υποχρεωτικά μικραίνει η διάμετρος της κορώνας για να χωράει μέσα στην σωλήνωση. Δηλαδή η διάτρηση συνεχίζεται με μικρότερη διάμετρο. Αν σε μεγαλύτερο βάθος συναντηθεί ζώνη με καταπτώσεις, τότε η γεώτρηση σωληνώνεται με σωλήνες μικρότερης διαμέτρου, από την επιφάνεια μέχρι τον πυθμένα της. Η νέα διάτρηση συνεχίζεται με ακόμη μικρότερη διάμετρο. Έτσι, η γεώτρηση, μετά από κάθε σωλήνωση, προχωρεί σε βάθος με διαδοχική ελάττωση της διαμέτρου της.

5.2.3 ΣΤΑΘΜΗ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗ

Κατά τη διάρκεια εκτέλεσης μιας ερευνητικής γεώτρησης πρέπει καθημερινά, το πρωί πριν από την έναρξη των εργασιών και το απόγευμα με το πέρας των εργασιών, να μετριέται η στάθμη του νερού στη γεώτρηση. Είναι απαραίτητο να διαπιστωθεί αν στη γεώτρηση υπάρχει στάθμη υδροφόρου ορίζοντα ή το νερό είναι απλά αυτό που χρησιμοποιείται για τη διάτρηση, τις δοκιμές εισπίεσης, κ.λπ.

Η διαπίστωση της ύπαρξης ή μη υπόγειας στάθμης στην γεώτρηση πρέπει να στηρίζεται στη μελέτη των διαδοχικών μετρήσεων της πρωινής στάθμης της και στη συνεκτίμηση και άλλων στοιχείων, όπως της σύστασης των διατρηθέντων γεωλογικών σχηματισμών, της τεκτονικής κατάστασης αυτών, της σωλήνωσης της γεώτρησης, της συσχέτισης της στάθμης γειτονικών γεωτρήσεων, κ.λπ. Πάντως, η γνώση της ύπαρξης ή μη στάθμης στη γεώτρηση είναι βασικό στοιχείο για να υπολογίσει ο μελετητής σωστά το συντελεστή περατότητας K των πετρωμάτων βάσει των στοιχείων των εισπίεσεων νερού που γίνονται στα διάφορα βάθη.

5.3 ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ

Σκοπός της δειγματοληψίας των διατρυομένων πετρωμάτων, κατά την εκτέλεση των ερευνητικών γεωτρήσεων, είναι ο καθορισμός της φύσης, της γεωλογικής δομής του υπεδάφους και της διαμόρφωσης κατάλληλων δειγμάτων για τον προσδιορισμό, στο εργαστήριο, των φυσικών και μηχανικών παραμέτρων των πετρωμάτων.

5.3.1 ΔΙΑΤΑΡΑΓΜΕΝΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ

Διαταραγμένο δείγμα ενός πετρώματος θεωρείται κάθε δείγμα που κατά τη λήψη του έχει υποστεί διατάραξη ώστε να θεωρείται ακατάλληλο για τον προσδιορισμό ορισμένων μηχανικών ιδιοτήτων του, μπορεί όμως να είναι κατάλληλο για τον προσδιορισμό ορισμένων φυσικών ιδιοτήτων του. Διαταραγμένα δείγματα λαμβάνονται με τις δειγματοληπτικές γεωτρήσεις με περιστροφική διάτρηση, αλλά και με κρούσεις ή με πίεση. Η λήψη δειγμάτων με κρούσεις γίνεται με τον πρότυπο δειγματολήπτη TERZAGHI κατά την εκτέλεση της πρότυπης δοκιμής διεΐσδυσης S.P.T. (βλέπε υποκεφάλαιο 5.5) ή με ειδικούς δειγματολήπτες. Το σύνολο σχεδόν των διαταραγμένων δειγμάτων λαμβάνεται με περιστροφική διάτρηση και σύγχρονη κυκλοφορία νερού. Σε ειδικές περιπτώσεις λαμβάνονται και δείγματα με διάτρηση «εν ξηρώ», όπως περιγράφηκε στο υποκεφάλαιο 5.2.1.

5.3.2 ΑΔΙΑΤΑΡΑΚΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ

Αδιατάρακτο δείγμα θεωρείται κάθε δείγμα που παίρνεται με κατάλληλη τεχνική, ώστε να εξασφαλίζεται η μη διατάραξη ή ελάχιστη διατάραξη δομής του υλικού, ώστε το δείγμα να είναι κατάλληλο για τον προσδιορισμό των φυσικών και μηχανικών ιδιοτήτων του. Πρέπει να επισημανθεί ότι η λήψη απόλυτα ανέπαφου δείγματος είναι αδύνατη με την έννοια ότι η κορώνα καθώς εισχωρεί στο έδαφος, το εισερχόμενο στο δειγματολήπτη δείγμα παραμορφώνεται έστω και ελάχιστα και μεταβάλλεται, έστω και ελάχιστα η περιεκτικότητά του σε νερό.

Αδιατάρακτα δείγματα λαμβάνονται σε μαλακά συνεκτικά εδάφη με ειδικούς δειγματολήπτες. Η συχνότητα δειγματοληψίας τους καθορίζεται από το μελετητή ή τον επιβλέποντα. Για την επιτυχή λήψη αδιατάρακτων δειγμάτων πρέπει να εφαρμόζονται τα παρακάτω:

- Να χρησιμοποιούνται δειγματολήπτες με πολύ λεπτό τοίχωμα, ώστε να είναι ελάχιστες οι τριβές δειγματολήπτη-εδάφους.
- Ο δειγματολήπτης να συντηρείται με επιμέλεια και να διατηρείται εντελώς καθαρός ώστε όλες οι συνδέσεις και τα κινούμενα τεμάχια να εργάζονται ελεύθερα. Πριν από τη χρήση του να ελέγχεται η κανονική λειτουργία του.
- Πριν από τη λήψη του αδιατάρακτου δείγματος ο πυθμένας της γεώτρησης να καθαρίζεται με επιμέλεια από τα διάφορα εδαφικά υλικά (μπάζα).
- Ο δειγματολήπτης να εισχωρεί στο υπέδαφος αργά με πίεση που ασκείται με την βοήθεια του υδραυλικού συστήματος του γεωτρύπανου και όχι με κρούσεις. Στην περίπτωση που δεν είναι δυνατή η εισχώρηση του δειγματολήπτη με πίεση είναι δυνατόν να εφαρμοστούν ελαφρές κρούσεις με την βοήθεια των στελεχών.
- Να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στο μήκος εισχώρησης του δειγματολήπτη μέσα στο έδαφος. Η προσχώρηση πρέπει οπωσδήποτε να είναι μικρότερη από το μήκος του δειγματολήπτη. Έτσι αποφεύγεται η συμπίεση και επομένως η διατάραξη του δείγματος.

5.4 ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ, ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ ΚΑΙ ΦΥΛΑΞΗ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

Τα αδιατάρακτα δείγματα μόλις παίρνονται πρέπει να διαμορφώνονται σε «δοκίμια» πριν σταλούν στο εργαστήριο εδαφομηχανικής. Προς τούτο γίνονται οι εξής εργασίες: Το δείγμα συσκευάζεται μέσα στο «πούκαμισό» του. Τα δύο άκρα του, αφού καθαριστούν καλά, παραφινώνονται με επιμέλεια και καλύπτονται με πλαστικά πάματα εφαρμοστά. Για καλύτερη εξασφάλιση του δείγματος από πιθανές απώλειες της υγρασίας του, στα χείλη των πωμάτων τοποθετείται μονωτική ταινία. Στο σωλήνα του δείγματος σημειώνονται το πάνω και κάτω μέρος του όπως αυτό ήταν στο έδαφος. Τοποθετείται ειδική καρτέλα, στην οποία αναγράφονται ο αριθμός της γεώτρησης, το βάθος δειγματοληψίας, η ημερομηνία λήψης και κατ' εκτίμηση ο γεωλογικός χαρακτηρισμός του δείγματος. Μετά τη συσκευασία, αυτά αποστέλλονται στο Εργαστήριο Εδαφομηχανικής. Κατά τη μεταφορά τους τα δοκίμια πρέπει να προστατεύονται από τυχόν καταπονήσεις.

Τα διαταραγμένα δείγματα των πετρωμάτων που εξάγονται από την καροταρία αρχικά πρέπει να τοποθετούνται σε επιμήκη γωνιώδη θήκη ξύλινη ή μεταλλική.

Ακολούθως τοποθετούνται σε ειδικά κατασκευασμένα ξύλινα κιβώτια, που έχουν συνήθως μήκος 1,05 μ., στα οποία καταγράφονται τα απαραίτητα στοιχεία, όπως περιγράφονται παρακάτω. Οι πυρήνες πρέπει να τοποθετούνται στα κιβώτια με την ορθή τάξη και διεύθυνση. Δηλαδή αρχίζουμε την τοποθέτηση των δειγμάτων από αριστερά προς τα δεξιά, όπως βλέπουμε το κιβώτιο κάθετα προς το μήκος του, αυξανόμενου του βάθους της γεώτρησης. Η κατεύθυνση σημειώνεται με βέλη πάνω στα χωρίσματα του κιβωτίου. Το τέλος κάθε φάσης πυρηνοληψίας, θα σημειώνεται με ένα κομμάτι ξύλου που τοποθετείται εγκάρσια στα υπάρχοντα χωρίσματα με την ένδειξη του βάθους. Απώλειες πυρήνα ή κενά του πετρώματος (π.χ. σε ασβεστόλιθους), θα πρέπει να αντιπροσωπεύονται με τεμάχια ξύλου μέσα στο κιβώτιο.

Τα δείγματα των ασύνδετων χαλαρών προσχωσιγενών εδαφών (κροκάλες, αμμοχάλικες, αμμοιλίεις, κ.λπ.) καλό είναι να τοποθετούνται σε πλαστικές σακούλες. Επίσης πετρώματα που με την ξήρανσή τους αποσυντίθεται (αργιλικόι σχιστόλιθοι, ιλύολιθοι, πηλίτες, κ.ά) χρειάζεται να τοποθετούνται σε πλαστικές σακούλες για να μην χάνουν την υγρασία τους. Τα κιβώτια θα φέρουν στο πάνω κάλυμμα τις ακόλουθες ενδείξεις:

- Έργο
- Νούμερο γεώτρησης
- Βάθος του τμήματος της γεώτρησης (από...έως...)
- Αριθμός κιβωτίου και το σύνολο των κιβωτίων ανά γεώτρηση
- Ποσοστό πυρηνοληψίας
- Ημερομηνία έναρξης και περάτωσης της γεώτρησης

Οι ενδείξεις αυτές, όπως και άλλες μέσα στο κιβώτιο, πρέπει να καταγράφονται με ανθεκτική μελάνη.

Τα διαταραγμένα δείγματα που παίρνονται από το δειγματολήπτη της πρότυπης δοκιμής διείδυσης και οι πυρήνες που παίρνονται με φραγμούς, καθαρίζονται από τη λάσπη και στη συνέχεια, τα μεν συνεκτικά παραφινώνονται, τα δε χαλαρά τοποθετούνται σε πλαστικές σακούλες δεμένες για να διατηρηθεί η φυσική τους υγρασία.

Κανονικά τα κιβώτια με τα καρότα πρέπει να φωτογραφίζονται σε έγχρωμες φωτογραφίες για να υπάρχουν στο αρχείο για τις ανάγκες της μελέτης. Πριν τη φωτογράφιση κάθε κιβωτίου τοποθετείται σε κατάλληλη θέση φύλλο χαρτιού με ευμεγέθη γράμματα των απαραίτητων στοιχείων.

5.5 ΠΡΟΤΥΠΗ ΔΟΚΙΜΗ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ (S.P.T)

Πρόκειται για απλή αλλά πολύ χρήσιμη γεωτεχνική δοκιμή που γίνεται σε ερευνητικές γεωτρήσεις για να αποκτηθούν ορισμένα στοιχεία που αφορούν στην εκτίμηση των μηχανικών παραμέτρων των διαφόρων γεωλογικών σχηματισμών. Αντικείμενο της δοκιμής είναι ο επί τόπου προσδιορισμός της αντίστασης που προβάλλει το έδαφος στη διείσδυση ενός πρότυπου δειγματολήπτη που προωθείται κρουστικά και παράλληλα λαμβάνεται διαταραγμένο δείγμα για σκοπούς κατάταξης. Η δοκιμή εφαρμόζεται σε μαλακά συνεκτικά και κοκκώδη εδάφη, όχι όμως με στρώσεις χαλικιών ή κροκάλων. Στις περιπτώσεις αυτές η δοκιμή δίνει αξιόπιστα στοιχεία.

Η πρότυπη δοκιμή διείσδυσης γίνεται συνήθως κάθε 3 μέτρα και σε κάθε αλλαγή στρώματος. Σε ειδικές περιπτώσεις μπορεί να γίνεται κάθε 1,5 μέτρο ή ακόμα και κάθε 0,75 μέτρα. Αυτή εκτελείται στον πυθμένα της γεώτρησης σε διάφορα βάθη καθώς προχωρεί η γεώτρηση. Συνίσταται στη μέτρηση του αριθμού των κρούσεων που απαιτούνται για τη διείσδυση ενός πρότυπου δειγματολήπτη κατά 30 εκατοστά μέσα στο πέτρωμα.

Η δοκιμή εκτελείται με κατάλληλο εξοπλισμό ως εξής: Κατεβάζεται με τα στελέχη ο πρότυπος δειγματολήπτης στον πυθμένα της γεώτρησης. Η διείσδυση του δειγματολήπτη γίνεται με κρούσεις ενός κυλινδρικού κριού (σφύρας) βάρους 63,5 κιλών, ο οποίος πέφτει από ύψος 76 εκατοστών ολισθαίνοντας πάνω στο στέλεχος-οδηγό. Δηλαδή, ο κριός αφήνεται να πέφτει επανειλημμένα μέχρι ο δειγματολήπτης να διεισδύσει στο πέτρωμα κατά τα πρώτα 15 εκατοστά. Ο αριθμός των κρούσεων που απαιτούνται για την προχώρηση των 15 αυτών εκατοστών δε λαμβάνεται υπόψη. Στη συνέχεια, με επανειλημμένες κρούσεις, προωθείται ο δειγματολήπτης κατά 30 εκατοστά. Ο αριθμός αυτός των κρούσεων καταγράφεται σαν αντίσταση στη διείσδυση. Καλό είναι να αναγράφονται οι κρούσεις στη φάση αυτή για την προχώρηση των πρώτων 15 εκ. και των δεύτερων 15 εκ. χωριστά. Αν μετά από 60 κρούσεις ο δειγματολήπτης δεν έχει προχωρήσει κατά 30 εκατοστά η δοκιμή

σταματάει και στο δελτίο καταγράφεται $60/\lambda$, όπου λ το μήκος προχώρησης του δειγματολήπτη. Ο αριθμός των κρούσεων (N) που απαιτείται για να επιτευχθεί η διείσδυση των 30 εκατοστών θεωρείται σαν δείκτης της αντίστασης του πετρώματος στη διείσδυση και είναι χαρακτηριστικός για κάθε γεωλογικό σχηματισμό, βοηθώντας να υπολογισθεί, από πίνακες, η σχετική πυκνότητα και συνοχή του εδάφους.

Για τους διάφορους τύπους εδαφών έχουν προταθεί από ερευνητές προσεγγιστικές σχέσεις μεταξύ του αριθμού των κρούσεων και ορισμένων χαρακτηριστικών ιδιοτήτων τους. (Βαφειάδης, 1999).

6 ΕΡΕΝΗΤΙΚΕΣ ΕΚΣΚΑΦΕΣ

Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης, πραγματοποιήθηκαν οι διανοίξεις δύο ερευνητικών τάφρων κάθετων στις διαρρήξεις του εδάφους, με σκοπό τη διερεύνηση της μορφής και της σεισμικής ιστορίας του ρήγματος. Η πρώτη πραγματοποιήθηκε στην θέση «Δημαρχείο», ακριβώς πίσω από το κτίριο του δημαρχείου του Δ. Θερμαϊκού, δίπλα στην οδό Μ. Αλεξάνδρου και η δεύτερη σε ελεύθερο χώρο του οικοπέδου επί του οποίου βρίσκεται το συγκρότημα κατοικιών «Βίλλες Βικτώρια». (εικόνα 8.1).

Στο ελεύθερο οικόπεδο πίσω από το δημαρχείο διανοίχτηκε μια διερευνητική τάφος επί του ρήγματος, με μήκος 3,5 μέτρα και βάθος 2,5 μ. (Φώτο 6.1). Σύμφωνα με Παυλίδη (2003), τα τοιχώματα της τάφρου αποτυπώθηκαν σε μιλιμετρέ χαρτί σε κλίμακα 1:20, χρησιμοποιώντας βοηθητικό κάναβο 1x1 μέτρο. (Φώτο 6.2).

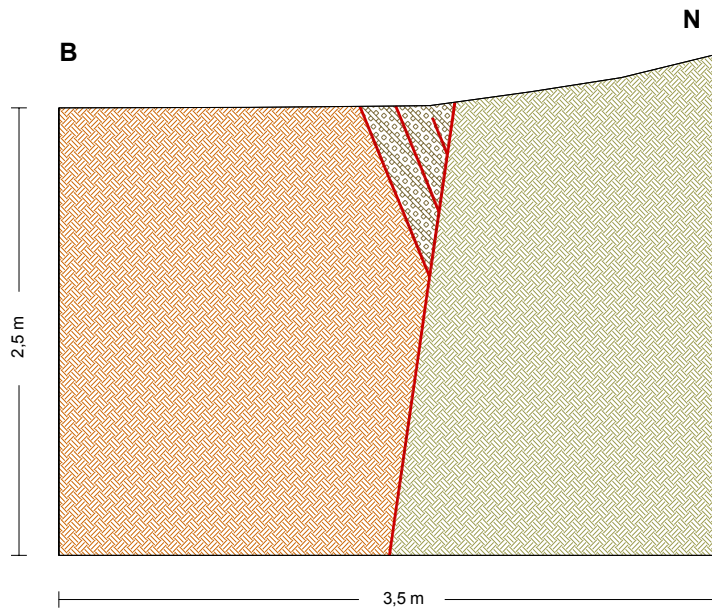
Η τάφος μελετήθηκε και αναλύθηκε με μικροστρωματογραφικές και παλαιοσεισμολογικές τεχνικές. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι δεν υπάρχει συσχετισμός μεταξύ του άνω και του κάτω τεμάχους του ρήγματος, έτσι όπως αυτά εμφανίζονται στην τάφρο. Αυτό είναι απόδειξη του ότι οι διαρρήξεις δεν είναι ένα μεμονωμένο φαινόμενο, αλλά συνδέονται άμεσα με το ρήγμα του Ανθεμούντα, το οποίο στη συγκεκριμένη θέση έχει μεγάλο άλμα (μεγαλύτερο από 2,5 μέτρα άμεσα ορατό στη διερευνητική τομή). (Ζερβοπούλου et al., 2007, επιτόπια παρακολούθηση). Μία σχηματική απεικόνιση της ανατολικής πλευράς της τάφρου παρουσιάζεται στην εικόνα 6.1.







Φωτογραφία 6.1. Η διάνοιξη της πρώτης τάφρου σε οικόπεδο πίσω από το Δημαρχείο.(Φώτο: Λεωνίδας Τσιώκος).



Φωτογραφία 6.2. Τοποθέτηση κανάβου (κόκκινο νήμα) για την αποτύπωση σε χαρτί των γεωλογικών σχηματισμών και των γραμμικών στοιχείων στο τοίχωμα της τάφρου. (φώτο: Λεωνίδας Τσιώκος)



-  ΠΡΟΣΦΑΤΕΣ ΑΠΟΘΕΣΕΙΣ ΡΗΓΜΑΤΟΣ
-  ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΗ ΙΖΗΜΑΤΑ
-  ΝΕΟΓΕΝΗ ΙΖΗΜΑΤΑ
-  ΡΗΓΜΑ

Εικόνα 6.1. Σχηματική απεικόνιση της ανατολικής πλευράς της ερευνητικής εκσκαφής στην θέση Δημαρχείο. Διακρίνεται με κόκκινη γραμμή το ίχνος του ρήγματος με την χαρακτηριστική δομή flower, κοντά στην επιφάνεια, καθώς και οι διαφορετικοί γεωλογικοί σχηματισμοί εκατέρωθεν αυτού.

Στο χώρο του οικοπέδου του συγκροτήματος κατοικιών «Βίλλες Βικτώρια», μετά την εμφάνιση επιφανειακών ρωγμών στη θέση αυτή και την εκτέλεση των διερευνητικών γεωφυσικών διασκοπήσεων, κατασκευάστηκε μία τεχνητή διερευνητική τομή με σκοπό τη λεπτομερή μελέτη των γεωλογικών στρωμάτων και του ρήγματος.

Η διεύθυνση της διερευνητικής τομής ήταν N – B, το ωφέλιμο μήκος της ~ 5,0 m και το βάθος της έφτασε τα ~ 3,7 m. Και εδώ, τα τοιχώματα της τομής καθαρίστηκαν, τοποθετήθηκε κάναβος 1 x 1 m και έγινε η λεπτομερής καταγραφή των τοιχωμάτων σε κλίμακα 1:20.

Το ρήγμα ήταν ιδιαίτερα εμφανές στην τομή, ως μία απότομη επαφή μεταξύ υλικών διαφορετικής σύστασης, χρώματος και υφής (φωτογραφία 6.4). Η επιφάνειά του μετρήθηκε στον πυθμένα της τομής σε θέση όπου επηρεάζει μαργαϊκά υλικά (φωτογραφία 6.5) και βρέθηκε ότι τόσο η παράταξή του, όσο και οι γραμμώσεις τεκτονικής ολίσθησης συμπίπτουν με τα αντίστοιχα στοιχεία του ενεργού ρήγματος του Ανθεμόντα. (Ζερβοπούλου et al., 2007 ; Παυλίδης et al., 2007).



Φωτογραφία 6.4. Η χαρακτηριστική εμφάνιση του ρήγματος στην δεύτερη τάφρο ανάμεσα σε διαφορετικούς γεωλογικούς σχηματισμούς. (Πηγή: Ζερβοπούλου et al., 2007).



Φωτογραφία 6.5. Εμφάνιση της επιφάνειας του ρήγματος με αποτυπωμένες τις γραμμώσεις τεκτονικής ολίσθησης σε μαργαϊκά υλικά που βρέθηκαν στον πυθμένα της τάφρου. (Πηγή: Ζερβοπούλου et al., 2007).

Χαρακτηριστικό αποτελεί επίσης το γεγονός ότι κατά την θεμελίωση οικοδομής στην Μ. Αλεξάνδρου, λίγο ανατολικότερα από την πρώτη εκσκαφή υπήρχε εμφάνιση του ρήγματος (όπως και στις εκσκαφές) στα πρανή του οικοπέδου. (φωτογραφίες 6.6 και 6.7). Να σημειωθεί ότι πλέον η οικοδομή σχεδόν ολοκληρώθηκε (φωτογραφία 6.8) και παρουσιάζει προβλήματα στατικότητας λόγω των διαρρήξεων που σημειώθηκαν έπειτα κατά μήκος του ρήγματος.



Φωτογραφία 6.6. Έργα θεμελίωσης της οικοδομής στην Μ.Αλεξάνδρου και χαρακτηριστική εμφάνιση του ρήγματος (κόκκινη γραμμή).



Φωτογραφία 6.7 . Το ρήγμα όπως εμφανίζεται (κόκκινη γραμμή) στην ανατολική πλευρά του οικοπέδου.

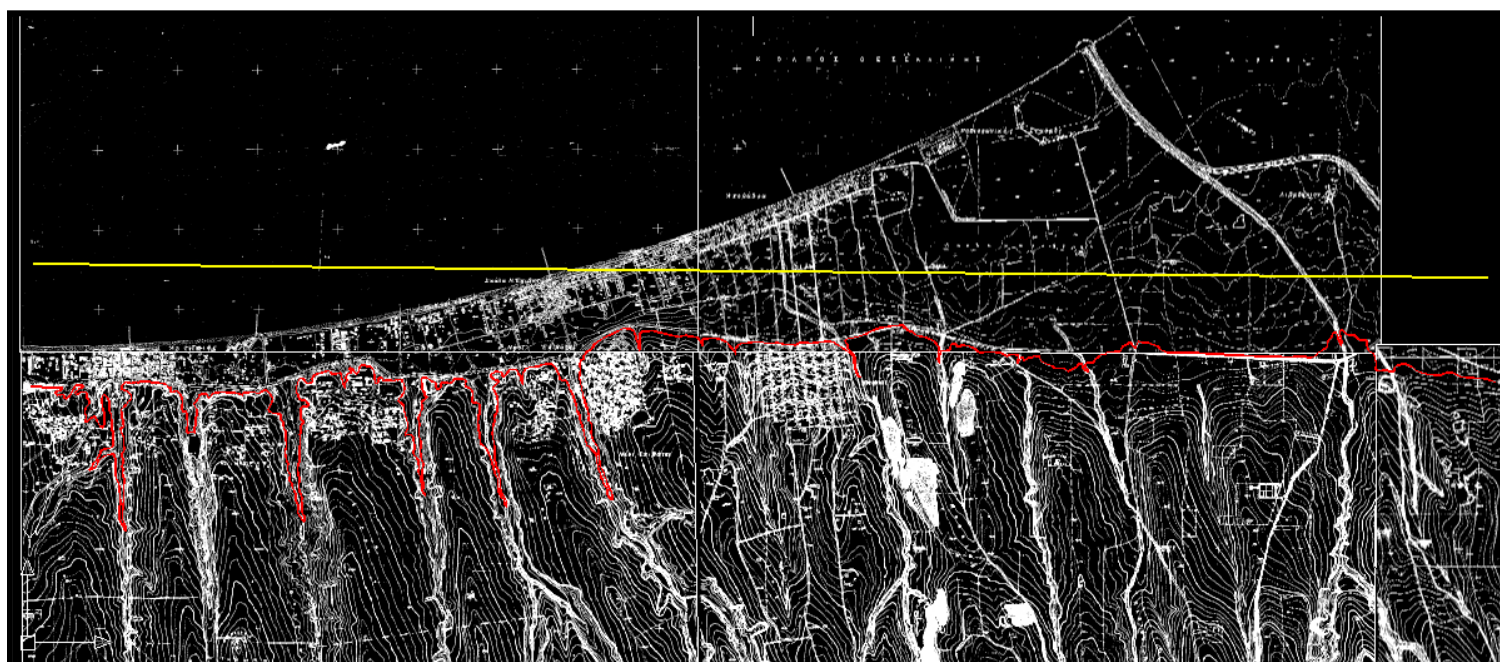


Φωτογραφία 6.8. Η ανέγερση τελικά της οικοδομής όπως φαίνεται από την οδό Μ. Αλεξάνδρου και τα ίχνη των διαρρήξεων (κόκκινη διακεκομμένη γραμμή), που εμφανίζονται κατά μήκος του ρήγματος που φαίνεται στις παραπάνω φωτογραφίες. (Φώτο: Λεωνίδας Τσιώκος).

7 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

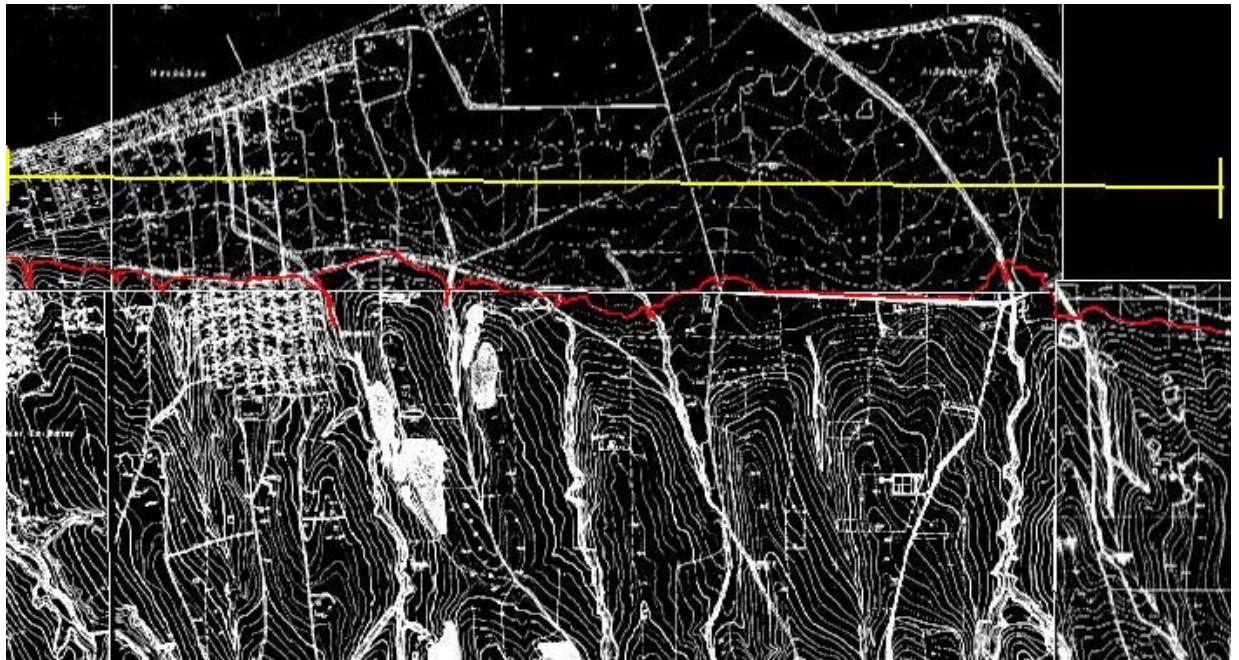
7.1 ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Ο δείκτης δαντέλωσης $S=L/l$ πραγματοποιήθηκε σε τοπογραφικούς χάρτες 1:5000 για το τμήμα από το Ν. Ρύσιο έως την Αγία Τριάδα. (εικόνα 7.1). Η κόκκινη γραμμή δείχνει την ισοϋψή των 20 μέτρων για την οποία υπολογίστηκε το μήκος της (L), ενώ η κίτρινη γραμμή δείχνει την αντίστοιχη ευθεία απόσταση (l). Η ισοϋψης των 20 μ. επιλέχθηκε διότι εκφράζει καλύτερα τους πρόποδες των λόφων ειδικά στο τμήμα της Περαίας όπου σε αυτό το ύψος εμφανίστηκαν και οι επιφανειακές διαρρήξεις. Ο δείκτης δαντέλωσης για αυτό το τμήμα ήταν 2,40.



Εικόνα 7.1.Υπολογισμός δείκτη δαντέλωσης σε τοπογραφικό χάρτη της Γ.Υ.Σ. 1:5000, για το τμήμα από το Ν. Ρύσιο μέχρι την Αγία Τριάδα. (Πηγή: Γ.Υ.Σ)

Στην συνέχεια πραγματοποιήθηκε ο δείκτης δαντέλωσης μόνο για το τμήμα από το Ν. Ρύσιο μέχρι τους Νέους επιβάτες (εικόνα 7.2). Σε αυτήν την περίπτωση ο δείκτης δαντέλωσης ήταν 1,36.



Εικόνα 7.2.Υπολογισμός δείκτη δαντέλωσης σε τοπογραφικό χάρτη της Γ.Υ.Σ. 1:5000, για το τμήμα από το Ν. Ρύσιο μέχρι τους Νέους Επιβάτες .(πηγή: Γ.Υ.Σ.).

7.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ

Οι γεωτρήσεις έγιναν από ένα (1) διμελές πλήρωμα (1 γεωτρυπανιστής και 1 βοηθός) υπό τη συνεχή επίβλεψη επί τόπου της γεωλόγου Ζερβοπούλου Άνας. (Φώτο 7.1).

Χρησιμοποιήθηκαν ένα (1) περιστροφικό γεωτρύπανο, τύπου KAT 2800. Η προχώρηση έγινε κυρίως εν ξηρώ, δηλαδή με δείγματα φραγμού προκειμένου να επιτευχθεί η καλύτερη δυνατή απόληψη δείγματος όσον αφορά το ποσοστό πυρηνοληψίας και τη μορφή του δείγματος. Παράλληλα γινόταν και λήψη αδιατάρακτου δείγματος για τον πιο ακριβή προσδιορισμό της στρωματογραφίας, καθώς και δοκιμές πρότυπης διείσδυσης (S.P.T) για τον προσδιορισμό της συνεκτικότητας των εδαφικών σχηματισμών. Η δειγματοληψία ήταν συνεχής και γινόταν συνεχώς σύμφωνα με τις οδηγίες του επιβλέποντα.

Οι γεωτρήσεις όπου αυτό ήταν απαραίτητο επενδύονταν με προσωρινές σωληνώσεις ώστε να προστατεύονται τα τοιχώματά τους από καταπτώσεις. Όλα τα δείγματα των γεωτρήσεων τοποθετήθηκαν σε ειδικά ξύλινα κιβώτια με συνεχή αναγραφή του βάθους δειγματοληψίας και στην συνέχεια φωτογραφήθηκαν. Παρακάτω περιγράφονται οι γεωτρήσεις αναλυτικά. (ο κύριος σχηματισμός γράφεται με κεφαλαία).

7.2.1 ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ1 (Δημαρχείο, στην Μ.Αλεξάνδρου, στα ανάντη των εδαφικών διαρρήξεων). 30/05/2006

Υψόμετρο: 22 μέτρα

Συντεταγμένες: $x=408979$, $y=4483606$ (ΕΓΣΑ '87).

0-0,30μ.: ΜΠΑΖΑ

0,30-1,00μ.: Φραγμός. Τεταρτογενή ιζήματα (σκούρο καστανό), (ΑΜΜΟΣ, ΑΡΓΙΛΟΣ, ΧΑΛΙΚΙΑ, ΚΡΟΚΑΛΕΣ, ΘΡΑΥΣΜΑΤΑ). Βρέθηκαν επίσης ΣΥΓΚΡΙΜΑΤΑ λευκά-πράσινα-μωβ-κίτρινα (ηφαιστειακές κροκάλες και κροκάλες οφιόλιθου)

1,00-1,10μ.: Φραγμός. Μετάβαση από τα τεταρτογενή ιζήματα σε υπόλευκη ΜΑΡΓΑ (παρουσία πολλών λευκών συγκριμάτων).

1,10-1.25μ.: Φραγμός. ΜΑΡΓΑ υπόλευκη, συνεκτική

1,25-1,95μ.: Αδιατάρακτο. ΜΑΡΓΑ υπόλευκη.

1,95-2,35μ.: Φραγμός. ΑΡΓΙΛΟΜΑΡΓΑ (ανοιχτό πράσινο) με λίγη άμμο και άργιλο και λίγα πολύ μικρά χαλίκια (λευκά-μαύρα) και λίγα οργανικά. Στιφρή.

2,35-3,05μ.: Αδιατάρακτο. ΑΡΓΙΛΟΣ καστανή με άμμο, πολύ στιφρή με επιφάνειες μαγγανίου.

3,05-3,50μ.: S.P.T. N=24

3,50-4,50μ.: Φραγμός. Από 3,10μ., ΑΡΓΙΛΟΜΑΡΓΑ καστανοπράσινη έως καστανή ανοιχτή, στιφρή με άμμο. Συγκρίματα πορτοκαλί και κατά θέσεις λευκών. Παρουσία οργανικών.

4,50-5,50μ.: Φραγμός. ΑΡΓΙΛΟΜΑΡΓΑ (ο προηγούμενος σχηματισμός).

5,50-5,95μ.: S.P.T. N=46

5,95-6,50μ.: Από 5,00μ. ΑΜΜΟ λεπτόκοκκη με ΑΡΓΙΛΟ καστανή ανοιχτή. Συνεκτική.

6,50-7,25μ.: Φραγμός. ΑΡΓΙΛΟΣ-ΑΜΜΟΣ-ΧΑΛΙΚΙΑ-ΚΡΟΚΑΛΕΣ. Κροκάλες ηφαιστειακές, οφιολιθικές, χαλαζία, αποστρογγυλεμένες. Καστανό σκούρο. Μέτρια συνεκτική.

7,25- 7,90μ.: Φραγμός. Από 7,50μ. ΑΜΜΟΣ, χονδρόκοκκη με χαλίκια με διάφορα χαλίκια, λίγη άργιλο. Μέτρια συνεκτική. Στα 7,80μ. ελάχιστα χαλίκια. Χρώμα καστανό ποικίλο.

7,90-9,00μ.: Φραγμός.ΑΜΜΟΣ (ο προηγούμενος σχηματισμός).Καστανό σκούρο. Μέτρια συνεκτική. Στα 8 μέτρα παρουσία νερού.

9,00-9,45μ.: S.P.T. N=23

9,45-10,20μ.: Φραγμός. ΑΜΜΟΣ (ο προηγούμενος σχηματισμός).

10,20-11,20μ. Φραγμός. ΑΜΜΟΣ μεσόκοκκη με λίγη άργιλο. Συνεκτική, γκρι γρανιτικής σύστασης.

11,20-12,00μ.: Φραγμός. ΑΜΜΟΣ μεσόκοκκη (ο προηγούμενος σχηματισμός)

12,00-12,10μ.: S.P.T. Άρνηση. Από 11,95μ. ΨΑΜΜΙΤΗΣ, λευκός, σκληρός.

12,10-13,50μ.: Φραγμός. Από 12,20μ. περίπου ΑΡΓΙΛΟΣ με λίγη άμμο. Πολύ στιφρή με λευκά συγκρίματα. Οργανικά, χρώμα καστανοπράσινο. (12,50μ. με 13,00μ. ΑΜΜΟΣ λεπτόκοκκη με άργιλο, πολύ συνεκτική)

13,50-15,00μ.: Φραγμός. ΑΡΓΙΛΟΣ (ο προηγούμενος σχηματισμός).

15,00-15,45μ.: S.P.T. N=44.

7.2.2 ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ2 (Δημαρχείο, στην Μ.Αλεξάνδρου, λίγο ανατολικότερα, στα κατάντη των εδαφικών διαρρήξεων). 03/06/2006-06/06/2006.

Υψόμετρο: 19,90 μέτρα

Συντεταγμένες: x=409006, y=4483639 (ΕΓΣΑ '87).

0-0,50μ.: ΜΠΑΖΑ

0,50-1,00μ.: Φραγμός. ΜΠΑΖΑ

1,00-1,75μ.: Φραγμός. Από 1,50μ. ΑΡΓΙΛΟΣ σκούρα καστανή με άμμο και λίγα χαλίκια. Συγκρίματα λευκά και μαύρα. Παρουσία οργανικών. Στιφρή.

1,75-2,45μ.: Αδιατάρακτο.

2,45-3,15μ.: Φραγμός. Από 2,30μ. ΑΡΓΙΛΟΣ καστανή σκούρα με άμμο και ελάχιστα μικρά χαλίκια. Μέση συνεκτικότητα. Παρουσία μαγγανίου (μαύρα συγκρίματα).

3,15-3,60μ.: S.P.T. N=13

3,60-5,00μ.: Φραγμός. ΑΡΓΙΛΟΣ (ο προηγούμενος σχηματισμός). Από 4,50μ. παρουσία λευκών συγκριμάτων και λίγων χαλικιών.

5,00-5,70μ.: Αδιατάρακτο.

5,70-700μ.: Φραγμός. ΑΡΓΙΛΟΣ (ο προηγούμενος σχηματισμός). Από 6μ. παρουσία κροκάλων και λατύπων κατά θέσεις.

7,00-7,45μ.: S.P.T. N=27 (πιο στιφρή).

7,45-9,50μ.: Φραγμός. ΑΡΓΙΛΟΣ (ο προηγούμενος σχηματισμός). Καστανή σκούρα. Παρουσία λευκών συγκριμάτων.

9,50-10,20μ.: Αδιατάρακτο.

10,20-10,65μ.: S.P.T. N=21

10,65-13,70μ.: Φραγμός. ΑΡΓΙΛΟΣ (ο προηγούμενος σχηματισμός)

13,70-14,40μ.: Αδιατάρακτο.

14,40-14,85μ.: S.P.T. N=13 (από 14,50 η άργιλος γίνεται πιο μαλακή. Παρουσία μαγγανίου)

14,85-16,80μ.: Φραγμός. ΑΡΓΙΛΟΣ (ο προηγούμενος σχηματισμός)

16,80-17,50μ.: Αδιατάρακτο.

17,50-17,95μ.: S.P.T. N=11

17,95-20,50μ.: Φραγμός. ΑΡΓΙΛΟΣ (ο προηγούμενος σχηματισμός)

20,50-21,20μ.: Αδιατάρακτο.

21,20-23,50μ.: Φραγμός. ΑΡΓΙΛΟΣ (ο προηγούμενος σχηματισμός)

23,50-23,95μ.: S.P.T. N=23

23,95-26,50μ.: Φραγμός. ΑΡΓΙΛΟΣ (ο προηγούμενος σχηματισμός)

26,50-28,00μ.: Φραγμός. ΑΡΓΙΛΟΣ (ο προηγούμενος σχηματισμός)

28,00-28,50μ.: Φραγμός. ΑΡΓΙΛΟΣ (ο προηγούμενος σχηματισμός)

28,50-30,20μ.: Φραγμός. ΑΡΓΙΛΟΣ (ο προηγούμενος σχηματισμός). Στα 29,50μ. βρέθηκε μια οφιολιθική πέτρα. Πολύχρωμα χαλίκια κατά θέσεις.

30,20-33,00μ.: Φραγμός. ΑΡΓΙΛΟΣ. Αύξηση χαλικιών μεσαίου μεγέθους. Στιφρή. Στα 32μ. άργιλος καστανοπράσινη με λίγη άμμο και πολύχρωμα χαλίκια από μικρού έως μεσαίου μεγέθους. Πολύ στιφρή.

33,00-35,20μ.: Φραγμός. Στα 32,50μ. κοκκινοκάστανη ΑΡΓΙΛΟΣ με πολλά ΧΑΛΙΚΙΑ μικρού μεγέθους, λίγα μεσαίου, ΑΜΜΟΣ και θραύσματα. Πολύ στιφρή.

35,20-37,00μ.: Φραγμός. ΑΜΜΟΣ μεσαίου μεγέθους και λεπτόκοκκη. Συνεκτική. Χρώμα γκρι έως πολύχρωμη.

37,00-38,50μ.: Συμπαγοποιημένη ΑΜΜΟΣ και ΧΑΛΙΚΙΑ (ΨΑΜΜΙΤΗΣ). Γκρι έως πολύχρωμος με κροκάλες.

38,50-38,62μ.: S.P.T. Άρνηση.

38,62-42μ.: Φραγμός. Ο προηγούμενος σχηματισμός.

42-43,3μ.: Φραγμός. Από 42,50μ. συμπαγοποιημένη ΑΜΜΟΣ-ΑΡΓΙΛΟΣ-ΧΑΛΙΚΙΑ. Συγκρίματα πράσινα, κόκκινα. Πρασινοκάστανο χρώμα.

43,30-45,00μ.: Φραγμός. Από 43,50 λεπτόκοκκη ΑΜΜΟΣ με πολύ ΑΡΓΙΛΟ συνεκτική. Χρώμα ανοιχτοπράσινο.

45,00-48,00μ.: Φραγμός. Από 46,00μ. ΑΜΜΟΣ χονδρόκοκκη με ΑΡΓΙΛΟ και χαλίκια πολύχρωμα. Διάφορα (ηφαιστειακά) συγκρίματα. Από 47,00 έως 47,50μ. εναλλαγές αμμούχου ΑΡΓΙΛΟΥ με αργιλούχου ΑΜΜΟΥ. Από 47,50μ. Μαργαϊκή ΑΡΓΙΛΟΣ με άμμο και μικρά χαλίκια. Χρώμα ανοιχτό πράσινο.

48,00-48,45μ.: S.P.T. N=23

48,45-51,00μ.: Φραγμός. Από 48,30μ. ΑΜΜΟΣ κατά μικρούς φακούς χρώματος πορτοκαλί. Από 49 έως 50 μ. ΑΜΜΟΣ λεπτόκοκκη συνεκτική με άργιλο. Χρώμα πορτοκαλί. Από 50μ. ΑΜΜΟΣ πρασινοκάστανη. Από 50,80μ. ΑΡΓΙΛΟΣ-ΨΑΜΜΙΤΗΣ-ΜΑΡΓΑ πρασινοκάστανη ως υπόλευκο.

51,00-51,45 S.P.T. N=75

51,45-52,80μ.: Φραγμός. Από 51,50 ΑΡΓΙΛΟΣ με λίγη άμμο. Συγκρίματα λευκά με μαύρα. Πολύ στιφρή, χρώμα πρασινοκάστανο.

52,80-54μ.: Φραγμός. Από 53,50μ. ΑΜΜΟΣ χονδρόκοκκη με χαλίκια και άργιλο. Συνεκτική.

7.2.3 ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ3 (Στην Α. Στρατιώτη, στα ανάντη των εδαφικών διαρρήξεων). 31/05/2006.

Υψόμετρο: 22,90 μέτρα

Συντεταγμένες: $x=409043$, $y=4483623$ (ΕΓΣΑ '87).

0-0,20μ.: Άσφαλτος

0,20-0,50μ.: ΜΠΑΖΑ

0,50-0,80μ.: Φραγμός. ΑΡΓΙΛΟΣ-ΑΜΜΟΣ-ΧΑΛΙΚΙΑ-ΚΡΟΚΑΛΕΣ ηφαιστειακές. Καστανό σκούρο. Παρουσία κεραμικών. Μέτρια συνεκτικό.

0,80-1,50μ.: Αδιατάρακτο.

1,50-2,40μ.: Φραγμός. Στο 1,5 μέτρο βρέθηκε κεραμίδι. Από 1,50 έως 2,00μ. τεταρτογενή ΧΑΛΙΚΙΑ και ΚΡΟΚΑΛΕΣ, ΑΡΓΙΛΟ, ΑΜΜΟ. Καστανό σκούρο. Λίγα συγκρίματα. Συνεκτικό. Στα 2μ. ΑΡΓΙΛΟΣ με άμμο, χαλίκια μικρού μεγέθους. Μέση συνεκτικότητα. Χρώμα καστανό ανοιχτό με λευκά συγκρίματα.

2,40-3,10μ. Αδιατάρακτο.

3,10-3,55μ. S.P.T. N=18

3,55-4,90μ.: Φραγμός (ο προηγούμενος σχηματισμός από τα 2μ.). Κατά μικρές στρώσεις αύξηση λεπτόκοκκης άμμου.

4,90-5,60μ.: Αδιατάρακτο.

5,60-6,60μ.: Φραγμός. Ο προηγούμενος σχηματισμός. Από 6,50μ. ΑΜΜΟΣ χονδρόκοκκη με άργιλο και άμμο. Συνεκτική.

6,60-7,05μ.: S.P.T. N=38

7,05-8,80μ.: Φραγμός. ΑΜΜΟΣ χονδρόκοκκη με άργιλο και άμμο. Κατά θέσεις αρκετές κροκάλες ή αποστρογγυλεμένα μεγάλα χαλίκια διάφορης σύστασης (χαλαζίες, οφιόλιθοι, γρανίτες).

8,80-10,30μ.: Φραγμός. Ο προηγούμενος σχηματισμός.

10,30-10,75μ.: S.P.T. N=32

10,75-12,00μ.: Φραγμός. Από 10,30μ. ΑΡΓΙΛΟΣ με λίγη άμμο, στιφρή. Χρώμα καστανό ανοιχτό. Λευκά και μαύρα συγκρίματα. Από 11,30-11,50 στρώση ΑΜΜΟΥ λεπτόκοκκης με αρκετή άργιλο, καστανή ανοιχτή και με χαλίκια.

12,00-13,50μ. Φραγμός. Ο προηγούμενος σχηματισμός.

13,50-13,60μ. S.P.T. Άρνηση.

13,60-15,00μ. Φραγμός. Από 13,50μ. ΑΡΓΙΛΟΣ με λίγη άμμο. Πολύ συνεκτική. Συγκρίματα λευκά και πορτοκαλί.

7.2.4 ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ4 (Στην Α. Στρατιώτη, στα κατάντη των εδαφικών διαρρήξεων). 01/06/2006 έως 02/06/2006.

Υψόμετρο: 20,90 μέτρα

Συντεταγμένες: x=409042, y=4483634 (ΕΓΣΑ '87).

0-1,00 μ.: ΜΠΑΖΑ. Στα 0,70μ. ΑΡΓΙΛΟΣ με λεπτόκοκκη άμμο και χαλίκια. Ανοιχτό καστανόπράσινο.

1,00-1,70μ.: Αδιατάρακτο.

1,70-2,50μ.: Φραγμός. Από 1,50 ΑΡΓΙΛΟΣ – ΑΜΜΟΣ – ΧΑΛΙΚΙΑ – ΚΡΟΚΑΛΕΣ διάφορες. Λευκά συγκρίματα. Στιφρή. Παρουσία οργανικών. Χρώμα καστανό σκούρο.

2,50-3,20μ.: Αδιατάρακτο. Από 2,50 μέτρα ο προηγούμενος σχηματισμός αλλά καστανό χρώμα.

3,20-3,65μ.: S.P.T. N=11

3,65-4,90μ.: Φραγμός. ΑΡΓΙΛΟΣ με άμμο και λευκά συγκρίματα. Από 3,80μ. απουσία κροκάλων, λίγα μικρά χαλίκια.

4,90-5,60μ.: Αδιατάρακτο. Από 5,00μ. ΑΜΜΟΣ καστανή έως καστανοπορτοκαλί, λεπτόκοκκη, με λίγη άργιλο και ελάχιστα μικρά χαλίκια.

5,60-7,00μ.: Φραγμός. Από 6μ. ΑΡΓΙΛΟΣ καστανή με λίγη άμμο χαλίκια, ελάχιστες κροκάλες. Λευκά συγκρίματα.

7,00- 7,70μ.: Αδιατάρακτο.

7,70-8,15μ.: S.P.T. N=16

8,15- 9,80μ.: Φραγμός. Ο προηγούμενος σχηματισμός.

9,80-10,50μ.: Αδιατάρακτο.

10,50- 10,95μ.: S.P.T. N= 16

11,00-13,00μ.: Φραγμός. ΑΡΓΙΛΟΣ καστανή πολύ στιφρή. Ελάχιστα χαλίκια. Συγκρίματα λευκά-πράσινα-κίτρινα. Από 12,20 ο ίδιος σχηματισμός με αρκετές κροκάλες (μέση συνεκτικότητα).

13,00-13,70μ.: Αδιατάρακτο.

13,70-14,15μ.: S.P.T. N=13

14,15-16,00μ.: Φραγμός. Από 14,20 ΑΜΜΟΣ με άργιλο μεσόκοκκη ανοιχτή πρασινοκάστανη με λίγα χαλίκια. Συγκρίματα πορτοκαλί. Ελάχιστες κροκάλες αποστρωγγυλεμένες. Από 15μ. ΑΡΓΙΛΟΣ με λίγη άμμο ανοιχτή πρασινοκάστανη. Ελάχιστα χαλίκια μέχρι 15,50μ. Λευκά συγκρίματα. Οργανικά ή μαγγάνιο. Κατά στρώσεις αύξηση άμμου. Στιφρή.

16,00-16,70μ.: Αδιατάρακτο.

16,70-17,15μ.: S.P.T. N=56

17,15-19,00μ.: Φραγμός. Από 17,80 ΑΜΜΟΣ με άργιλο λεπτόκοκκη έως μεσόκοκκη. Χρώμα γκρι-καστανό. Συνεκτική. Αρχικά μεταβατικό στάδιο με στρώσεις αργίλου.

19,00-20,50μ.: Φραγμός. ΑΜΜΟΣ (γκρι-καστανό) με στρώσεις ΑΡΓΙΛΟΥ (καστανή σκούρα μαλακή) με άμμο.

20,50-20,95μ.: S.P.T. N=28

20,95-22,00μ.: Φραγμός. Από 21,20μ. ΑΜΜΟΣ με λίγα χαλίκια μεσόκοκκη με άργιλο. Πολύχρωμη. Συνεκτική.

22,00-23,50μ.: Φραγμός. Από 22,80μ. ΑΜΜΟΣ λεπτόκοκκη. Χρώμα γκρι.

23,50-23,95μ.: S.P.T. N=28

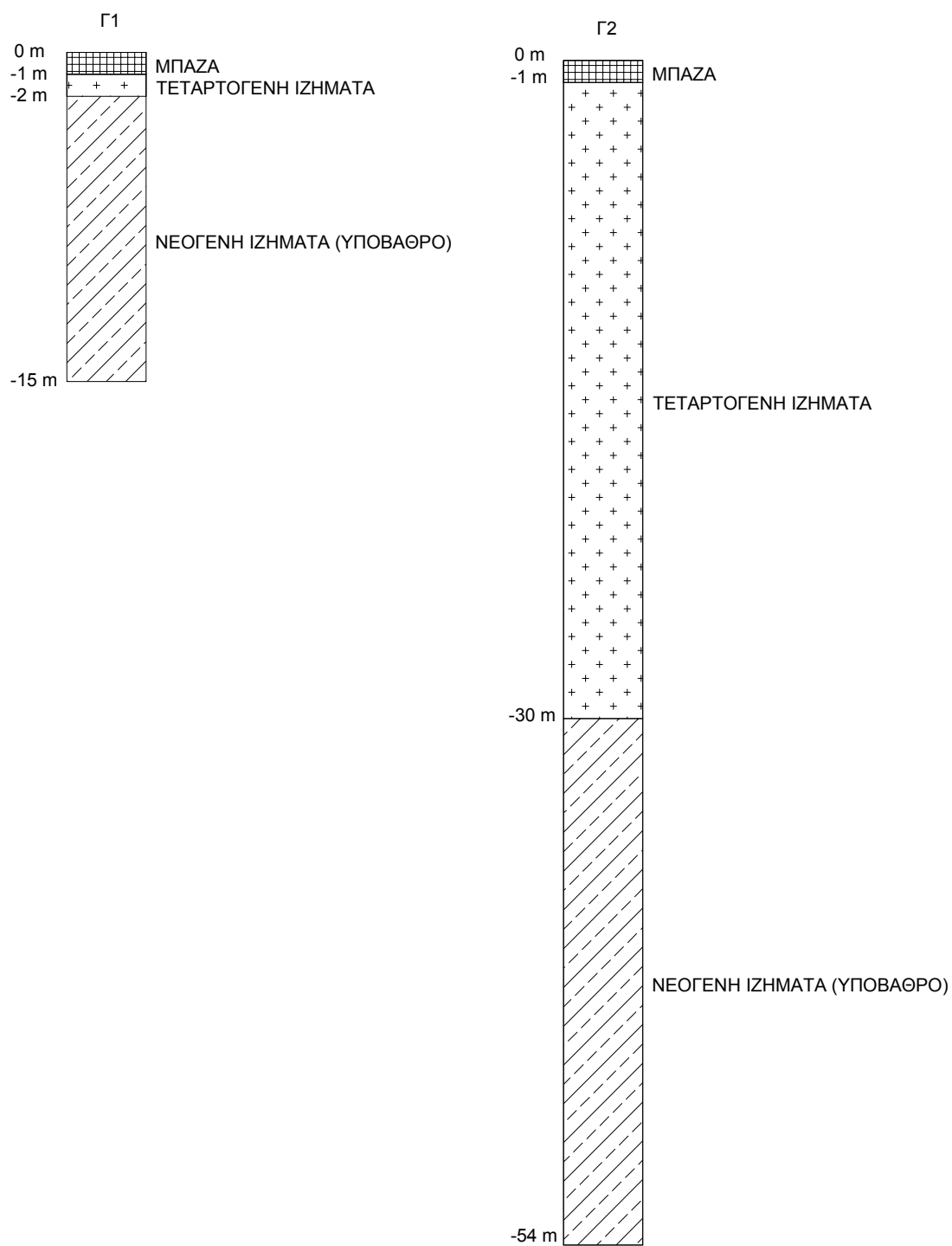
24,00-25,50μ.: Φραγμός. Εναλλαγές ΑΜΜΟΥ μεσόκοκκη έως χονδρόκοκκη με χαλίκια με ΑΜΜΟ με άργιλο.

25,50-26,10μ.: Φραγμός. Στα 25,50μ. έως 25,70 πέτρες. Από 25,70 ΑΡΓΙΛΟΣ καστανοπράσινη στιφρή έως πολύ στιφρή. Λευκά και μαύρα συγκρίματα.

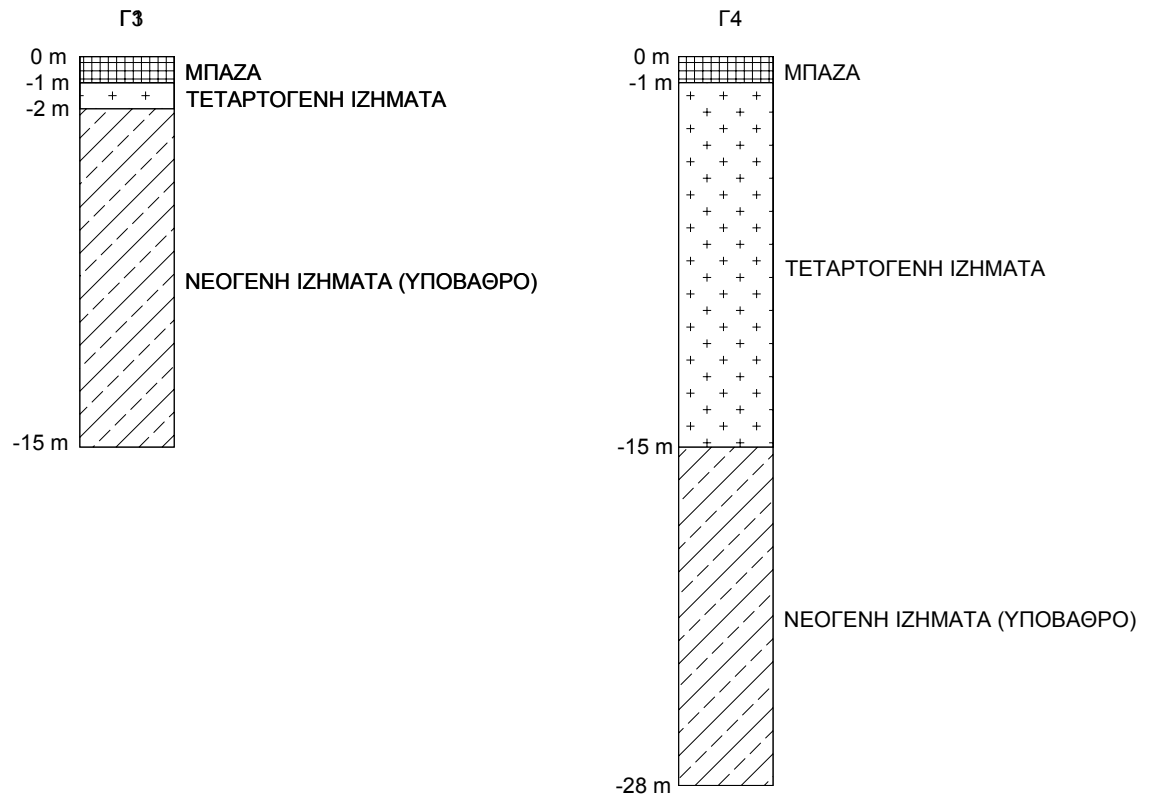
26,10- 28,00μ.: Φραγμός. Από 27,20μ. ΑΜΜΟΣ γκρι-καστανή με άργιλο λεπτόκοκκη έως μεσόκοκκη.

Φωτογραφικό υλικό από τις γεωτρήσεις παρουσιάζεται στο παράρτημα 2 (Φωτογραφίες Λεωνίδας Τσιώκος).

Στην συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των γεωτρήσεων σχηματικά (τομές) με τους γεωλογικούς σχηματισμούς ομαδοποιημένους στα Νεογενή ιζήματα που αποτελούν το υπόβαθρο της περιοχής και στα Τεταρτογενή ιζήματα που αποτελούν τις πρόσφατες αποθέσεις και βρίσκονται τοποθετημένα πάνω από τα προηγούμενα. (εικόνες 7.3, 7.4).



Εικόνα 7.3. Σχηματική τομή για την απεικόνιση των αποτελεσμάτων για τις γεωτρήσεις Γ1 και Γ2.



Εικόνα 7.4. Σχηματική τομή για την απεικόνιση των αποτελεσμάτων για τις γεωτρήσεις Γ3 και Γ4.

7.3 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΤΟΥ ΥΔΡΟΦΟΡΟΥ ΟΡΙΖΟΝΤΑ

Στις γεωτρήσεις γίνονταν καθημερινά μετρήσεις της στάθμης του υπόγειου νερού τόσο μετά το πέρας της καθημερινής εργασίας όσο και το επόμενο πρωί πριν την συνέχιση των εργασιών με ηλεκτρικό σταθμήμετρο σε όλες τις γεωτρήσεις.

Μετά το πέρας των γεωτρήσεων αυτών επαναλήφθηκε η μέτρηση της στάθμης για το χρονικό διάστημα που ελάμβαναν χώρα εργασίες πεδίου, ώστε να διαπιστωθεί η ύπαρξη υδροφόρου ορίζοντα και να μετρηθούν οι διακυμάνσεις του εκατέρωθεν των διαρρήξεων. Οι στάθμες του νερού παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα 7.1.

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	31/5/2006	1/6/2006	5/6/2006	8/6/2006
Γ1	5,70	-	5,80	5,82
Γ2	-	-	-	12,00
Γ3	-	5,60	7,00	7,00
Γ4	-	-	16,60	16,68

Πίνακας 7.1. Μετρήσεις του βάθους του υδροφόρου ορίζοντα για τις γεωτρήσεις Γ1, Γ2, Γ3, Γ4

8 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

8.1 ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Ο υπολογισμός του δείκτη δαντέλωσης S για το τμήμα από το Ν. Ρύσιο μέχρι την Αγία Τριάδα εμφανίζει μεγάλες τιμές (2,39) που έρχονται σε αντίθεση με την ενεργότητα του ρήγματος και τις αναμενόμενες τιμές 1 έως 1,6, οι οποίες και υπολογίστηκαν σε τοπογραφικό χάρτη μικρότερης κλίμακας (κεφάλαιο 1). Ο παράγοντας που ανεβάζει την τιμή του δείκτη σε αυτό το τμήμα είναι τα παράλληλα ρέματα (εικόνα 7.1), που εμφανίζονται από την περιοχή των Νέων Επιβατών έως την Αγία Τριάδα στο αριστερό μέρος της εικόνας. Η δημιουργία παράλληλων ρεμάτων αποτελεί γεγονός όταν ένα κανονικό ρήγμα επηρεάζει Νεογενή ιζήματα (Goldsworthy και Jackson, 2000).

Η έντονη και γρήγορη διάβρωση που παρατηρείται στα ιζήματα (γρήγορη δημιουργία ανώμαλης όψης στους πρόποδες σε σχέση με τον ρυθμό ανύψωσης) αλλά κυρίως η μεγάλη κλίμακα του χάρτη για τον οποίο υπολογίστηκε ο δείκτης δαντέλωσης ενδεχομένως να αποτελούν εκείνους τους παράγοντες για τους οποίους ο υπολογισμός του μήκους της ισοϋψούς στους πρόποδες (L) δίνει μεγάλη τιμή ανεβάζοντας έτσι και την τιμή του δείκτη. Οι τιμές του δείκτη S εξαρτώνται από την κλίμακα παρατήρησης και όπως και σε μικρής κλίμακας τοπογραφικούς χάρτες (1:250.000) δεν δίνουν σαφή αποτελέσματα (Ζούρος, 2003), έτσι και σε πολύ μεγάλης κλίμακας (1:5000) ενδεχομένως να μην δίνουν επίσης σαφή αποτελέσματα

Ο υπολογισμός ωστόσο του δείκτη δαντέλωσης μόνο για το τμήμα από το Ν. Ρύσιο ως και τους Νέους Επιβάτες (περιλαμβάνοντας την Περαιά), εμφάνισε μικρή τιμή (1,36) που συμφωνεί με την ενεργότητα του ρήγματος και την πρόσφατη τεκτονική του δραστηριότητα. Στο τμήμα αυτό απουσιάζουν τα τόσο έντονα διαβρωμένα ρέματα (εικόνα 7.2).

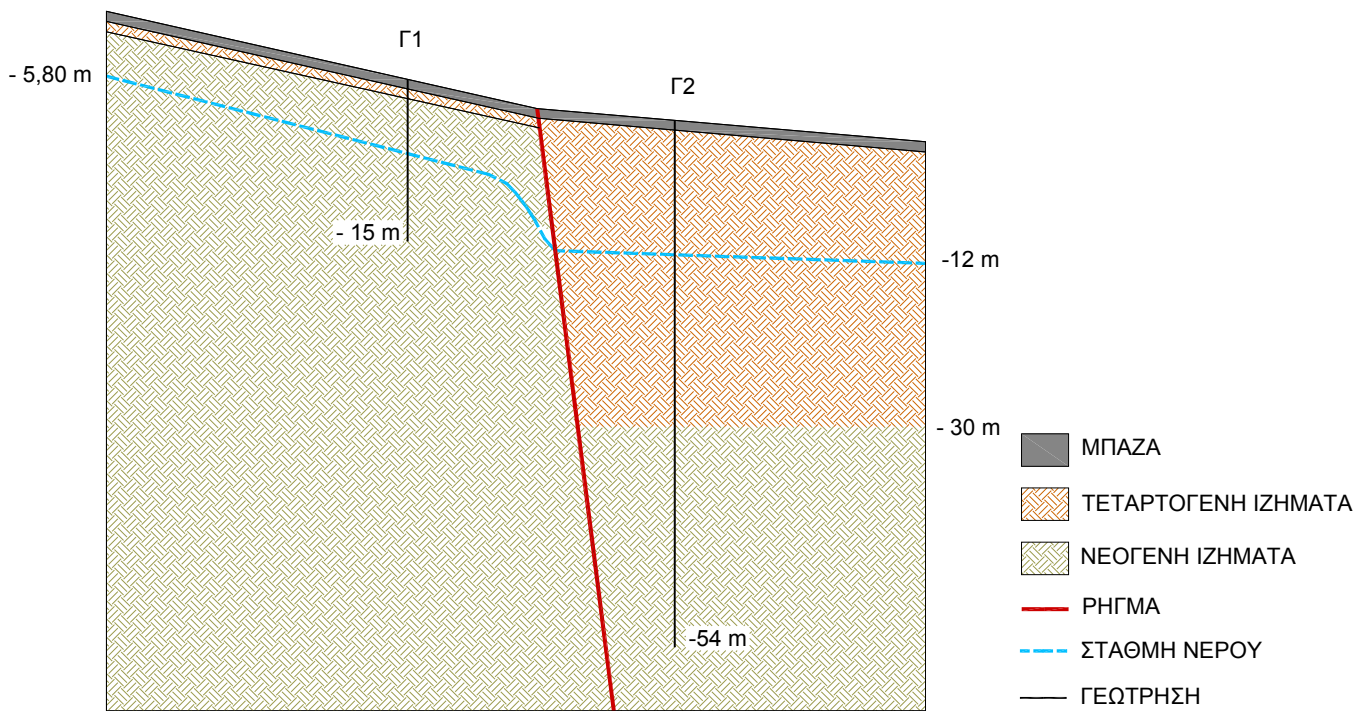
8.2 ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ

Η ψαμμιτομαργαϊκή σειρά η αλλιώς ο σχηματισμός Γωνιάς (χάρτης Ι.Γ.Μ.Ε., κλ. 1:50.000, φύλλο Θεσσαλονίκη, Συρίδης, 1990, Ζερβοπούλου et al., 2007) που αποτελεί τον κύριο σχηματισμό της Άνω Περαιάς εμφανίζεται στις Γεωτρήσεις Γ1 και Γ2 στις οποίες εντοπίστηκαν τα Νεογενή ιζήματα. Αυτά, εμφανίζονται με την μορφή εναλλαγών αργίλων, μαργών, ψαμμιτών, άμμων και χαλίκων χρώματος καστανού, καστανοπράσινου και τεφροπράσινου και δηλώνουν ότι σχηματίστηκαν απουσία οξυγόνου σε λιμναίο ή θαλάσσιο περιβάλλον. Ένα άλλο χαρακτηριστικό τους είναι ότι με βάση την πρότυπη δοκιμή διείδυσης (S.P.T.), οι σχηματισμοί αυτοί εμφανίζονται πυκνοί έως πολύ πυκνοί με N να κυμαίνεται μεταξύ 22 έως «άρνηση».

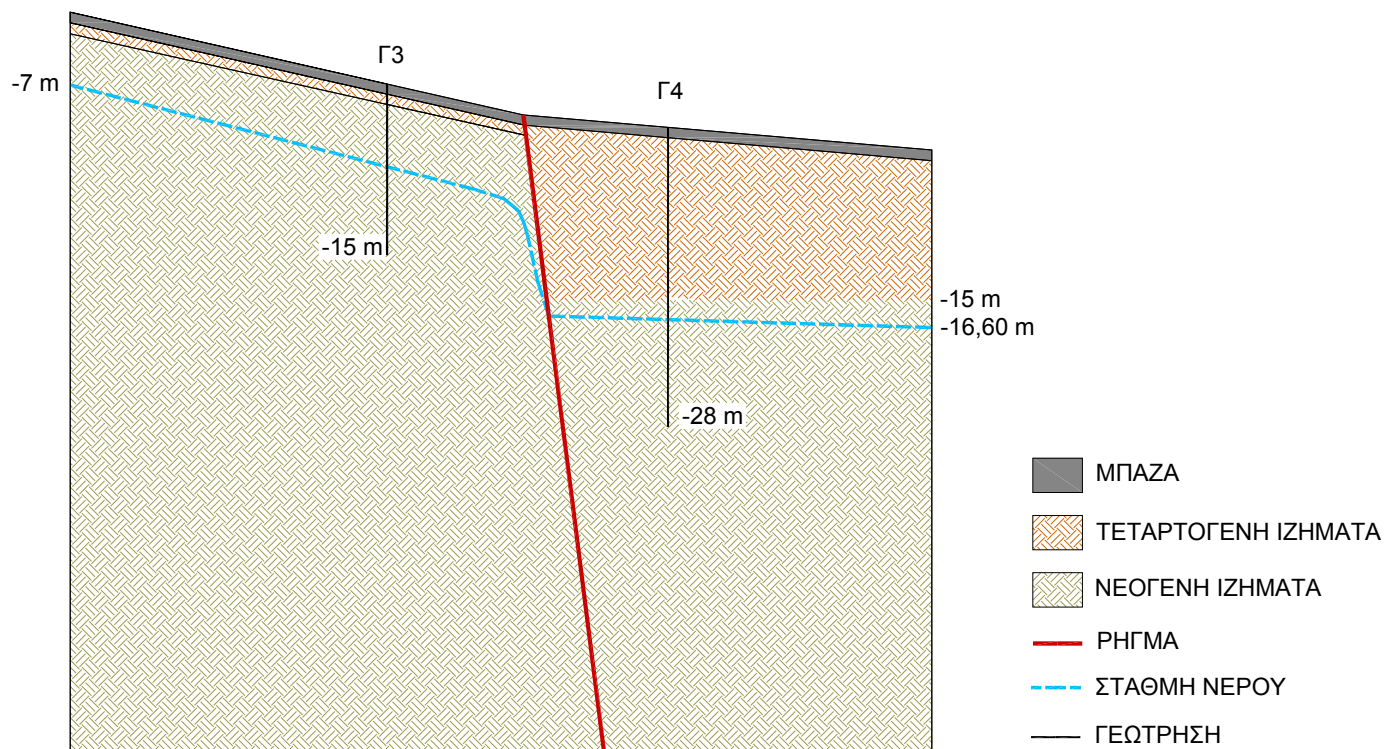
Στην γεώτρηση Γ1 ο σχηματισμός αυτός που αποτελεί το υπόβαθρο της περιοχής εντοπίστηκε μετά τα 2μ. με την παρουσία αργιλόμαργας καστανοπράσινης και πολύ συνεκτικής. Στην Γ2 γεώτρηση αντίστοιχος τέτοιος σχηματισμός εντοπίστηκε περίπου στο βάθος των 30 μέτρων με την παρουσία πρασινοκάστανης αργίλου. Πάνω από αυτόν τον σχηματισμό εμφανίζονται ερυθροκάστανα έως κοκκινωπά τεταρτογενή ιζήματα τα οποία συνίστανται από άργιλο, άμμο και χαλίκια έως κροκάλες και παρουσιάζουν μέτρια πυκνότητα, είναι δηλαδή μαλακά (N 10-15). Επομένως παρατηρείται μία μετάπτωση του υποβάθρου κατά 30 μέτρα τουλάχιστον μεταξύ των γεωτρήσεων Γ1 και Γ2 (εικόνα 7.5).

Αντίστοιχη τέτοια μετάπτωση εμφανίζεται και μεταξύ της Γεώτρησης Γ3 και Γ4 (εικόνα 7.6) η οποία είναι της τάξης των 15 μέτρων περίπου, πιθανώς λόγω του ότι οι γεωτρήσεις Γ3 και Γ4 απέχουν λιγότερο μεταξύ τους και η κλίση του ρήγματος είναι ιδιαίτερα μεγάλη όπως φάνηκε και από τις ερευνητικές εκσκαφές (κεφάλαιο 6).

Αξιοσημείωτο είναι επίσης το γεγονός ότι υπάρχει και μετάπτωση του υδροφόρου ορίζοντα εκατέρωθεν των διαρρήξεων που φτάνει τα 6 μέτρα μεταξύ των γεωτρήσεων Γ1 και Γ2 και τα 9 μέτρα περίπου μεταξύ των γεωτρήσεων Γ3 και Γ4. (πίνακας 7.1).



Εικόνα 7.5. Γεωλογικό σκαρίφημα της περιοχής των γεωτρήσεων Γ1 και Γ2 όπου διακρίνεται η μετάπτωση του υποβάθρου (πράσινο χρώμα) κατά 30 μέτρα, η μετάπτωση του υδροφόρου ορίζοντα (μπλε διακεκομμένη γραμμή) κατά 6 μέτρα περίπου, καθώς και το ίχνος του ρήγματος (κόκκινη γραμμή).



Εικόνα 7.6. Γεωλογικό σκαρίφημα της περιοχής των γεωτρήσεων Γ3 και Γ4 όπου διακρίνεται η μετάπτωση του υποβάθρου (πράσινο χρώμα) κατά 15 μέτρα, η μετάπτωση του υδροφόρου ορίζοντα (μπλε διακεκομμένη γραμμή) κατά 9 μέτρα περίπου, καθώς και το ίχνος του ρήγματος (κόκκινη γραμμή).

Συμπερασματικά μπορούμε να καταλήξουμε στο γεγονός ότι οι εδαφικές διαρρήξεις που εμφανίζονται στην περιοχή της Περαίας του Δήμου Θερμαϊκού σχηματίζονται κατά μήκος του τμήματος του γνωστού ενεργού ρήγματος του Ανθεμούντα το οποίο εμφανίζεται στο όριο της ψαμμιτομαργαϊκής σειράς (Σχηματισμός Γωνιάς), (Νεογενή ιζήματα) και των πρόσφατων ολοκαινικών παράκτιων αποθέσεων (Τεταρτογενή ιζήματα), διαχωρίζοντας στην ουσία τον οικισμό της Άνω Περαίας (άνω τεκτονικό τέμαχος) από την Κάτω Περαία (Κάτω τεκτονικό τέμαχος). (Εικόνα 8.1)

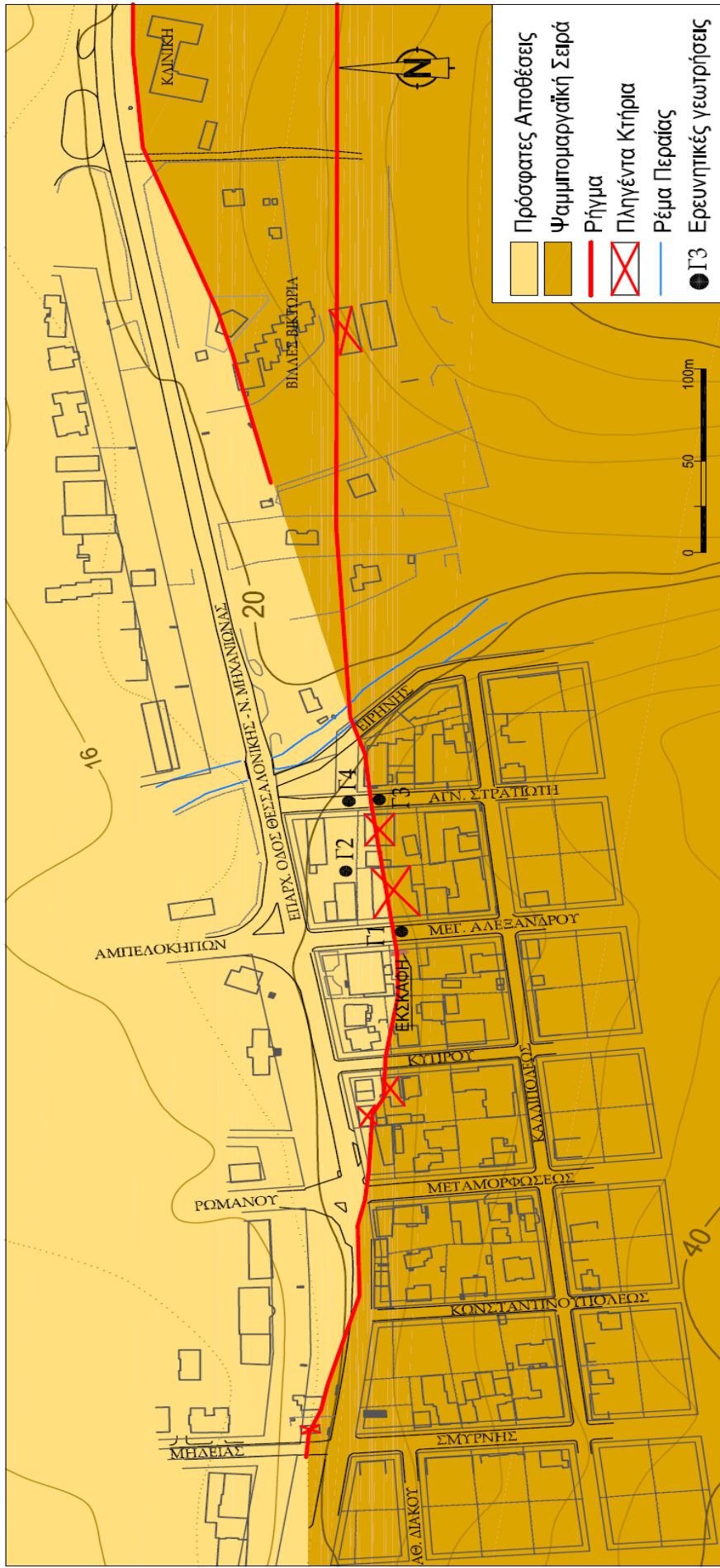
Η παρουσία του ρήγματος επιβεβαιώνεται τόσο από τις ερευνητικές εκσκαφές που πραγματοποιήθηκαν στην περιοχή όσο και από τις γεωφυσικές διασκοπήσεις.

Η δημιουργία του φαινομένου των διαρρήξεων πιθανώς να σχετίζεται με σεισμική ολίσθηση (τεκτονικός ερπυσμός) του ίδιου ρήγματος (κάτι που χρήζει περαιτέρω διερεύνηση), καθώς πρόκειται για ένα ενεργό, σεισμικό ρήγμα.

Ωστόσο το φαινόμενο μπορεί να συνδέεται και με υπεραντλήσεις που συμβαίνουν στην περιοχή οι οποίες συμβάλουν και πιθανώς εντείνουν το φαινόμενο όπως έχει συμβεί και σε άλλες περιοχές στην Ελλάδα. Σύμφωνα με Ζούρος et al., 2005 από την διερεύνηση των αιτιών δημιουργίας των ρωγμών που εμφανίστηκαν στη λεκάνη της Λάρισας προκύπτει το συμπέρασμα ότι υπάρχουν σοβαρές ενδείξεις γεωτεκτονικού φαινομένου (συστηματικότητα στη διεύθυνση των διαρρήξεων, παραλληλότητα και γειτονία με ενεργά γεωλογικά ρήγματα, κινήσεις οριζόντιας μετατόπισης, ρυθμός ολίσθησης κλπ.). Η διακύμανση της στάθμης των υπογείων υδάτων που παρατηρείται στην περιοχή της λεκάνης της Λάρισας και η συνεχής μεταβολή των υδρογεωλογικών παραμέτρων παίζει ασφαλώς σημαντικό ρόλο στην ενεργοποίηση αυτής της κίνησης ή και στην αύξηση του ρυθμού ολίσθησης.

Το πιθανότερο όμως είναι να συμβαίνει λόγω και των δύο παραπάνω παραγόντων. Δηλαδή φαίνεται ότι ένα μέρος της συνολικής μετατόπισης κατά μήκος του ρήγματος του Ανθεμούντα αποδίδεται στις υπεραντλήσεις. (Ζερβοπούλου et al.,2007).

Για το λόγο αυτό κρίνεται απαραίτητη η περαιτέρω παρακολούθηση του φαινομένου, για την όσο δυνατόν πρόβλεψη της εξέλιξης του και τη λήψη κατάλληλων μέτρων στην κατοικημένη περιοχή.



Εικόνα 8.1. Χάρτης του οικισμού Περαίας όπου με κόκκινη γραμμή φαίνεται το ίγνος του ρήγματος, με κόκκινο X σημειώνονται τα κτίρια που έχουν υποστεί σοβαρές βλάβες, ενώ Γ1, Γ2, Γ3, Γ4 είναι οι γεωτεχνικές γεωτρήσεις που περιγράφονται στο 5^ο κεφάλαιο. Το ίγνος του ρήγματος εμφανίζεται στο όριο των Νεογενών με τα Τεταρτογενή ιζήματα όπως περιγράφηκε παραπάνω. (Πηγή: Ζερβοπούλου et al., 2007).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική:

Βαφειάδης Π., Η Τεχνική των Ερευνητικών- Δειγματοληπτικών Γεωτρήσεων και Τσιμεντενέσεων, Θεσσαλονίκη, 1999.

Γ.Υ.Σ. Φύλλα Χαρτών, Κλίμακας 1:5000, Ν. Ρύσιο, Περαία, Νέοι Επιβάτες, Αγία Τριάδα.

Δεμερτζής, Σ., Παλιοί χάρτες Θεσσαλονίκης, *Ελληνικό Πανόραμα*, 14, 1999.

Ζερβοπούλου, Α. και Σ. Παυλίδης, Μορφοτεκτονική μελέτη της ευρύτερης περιοχής Θεσσαλονίκης για τη χαρτογράφηση νεοτεκτονικών ρηγμάτων, 2005.

Ζούρος, Ν., Α. Χατζηπέτρος and Σ. Παυλίδης, Συμβολή στη μελέτη των επιφανειακών εδαφικών ρωγμών της λεκάνης της Λάρισας (ανατολική Θεσσαλία), paper presented at 3^ο Συνέδριο Ανάπτυξης της Θεσσαλίας, 2005.

Ζούρος Νικόλαος, Βοηθητικές σημειώσεις για το μάθημα Εφαρμοσμένη Γεωμορφολογία, Τεκτονική γεωμορφολογία, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Γεωγραφίας, Μυτιλήνη, 2003.

Κουμαντάκης Ι., Ερευνητική ομάδα Ρόζος Δ., Μαρκαντώνης Κ., Καθιζήσεις Δ.Δ. Περαίας, Δήμου Θερμαϊκού., Ε.Μ.Π., εργαστήριο τεχνικής Γεωλογίας – Υδρογεωλογίας, Αθήνα, 2006

Μουντράκης Δ.Μ., Γεωλογία της Ελλάδας, εκδόσεις University Studio Press. Θεσσαλονίκη, 1985.

Μουντράκης, Δ., Α. Κίλιας, Σ. Παυλίδης, Α. Σωτηριάδης, Α. Ψιλοβίκος, Θ. Αστάρας, Ε. Βαβλιάκης, Γ. Κουφός, Γ. Δημόπουλος, Γ. Σούλιος, Β. Χρηστάρας, Μ. Σκορδύλης, Μ. Τρανός, Ν. Σπυρόπουλος, Δ. Πάτρας, Γ. Συρίδης, Ν. Λαμπρινός and Θ. Λάγγαλης, Νεοτεκτονικός Χάρτης της Ελλάδας Κλίμακας 1:100.000, Φύλλο Θεσσαλονίκη, Ο.Α.Σ.Π., 1996.

Μουντράκης, Δ., Γ. Συρίδης, Λ. Πολυμενάκος και Σ. Παυλίδης, Η νεοτεκτονική δομή του ανατολικού περιθωρίου του βυθίσματος Αξιού - Θερμαϊκού στην περιοχή της δυτικής Χαλκιδικής (κεντρική Μακεδονία), *Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας*, 28(1), 379-395, 1993.

Μπίμπου Α., Γεωχημική έρευνα γεωθερμικών ρευστών στη λεκάνη Ανθεμούντα (Θεσ/νικη), Ι.Γ.Μ.Ε., Διεύθυνση Ενεργειακών Πρώτων Υλών Αθήνα, 1992.

Παπαζάχος, Β. και Κ. Παπαζάχου, Οι σεισμοί της Ελλάδας, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη, 2002.

Παυλίδης, Γεωλογία των σεισμών, Εισαγωγή στην Νεοτεκτονική, Μορφοτεκτονική και Παλαιοσεισμολογία, εκδόσεις University Studio Press, Θεσσαλονίκη, 2003.

Παυλίδης Σ., Συρίδης Γ., Χατζηπέτρος Α., Μιχαηλίδου Α., Τσάπανος Θ., Ζερβοπούλου Α., Τσιώκος Λ., Κουφός Δ., Κασάπη Κ.-Α., Τσούρλος Π., Βαργεμέζης Γ., Κουτσούλα Σ., Γεωερευνητικές εργασίες για την διερεύνηση των επιφανειακών ρωγμών στο Δ.Δ. Περαιάς., Τελική έκθεση αποτελεσμάτων γεωλογικής έρευνας, Δήμος Θερμαϊκού – Δ.Δ. Περαιάς., 2007.

Συρίδης, Γ., Λιθοστρωματογραφική, βιοστρωματογραφική και παλαιογεωγραφική μελέτη των Νεογενών - Τεταρτογενών Ιζηματογενών σχηματισμών της χερσονήσου Χαλκιδικής, Διδακτορική Διατριβή Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, 1990.

Ξένη:

Goldsworthy M., J. Jackson and J. Haines, The continuity of active fault systems in Greece, *Geophysical Journal International*, 148(3), 596-618, 2002.

Goldsworthy M. and Jackson J., Active normal fault evolution in Greece revealed by geomorphology and drainage patterns, *Journal of the Geological Society*, 157, 967-981, 2000.

Keller E.A, Pinter N., Active Tectonics, Earthquakes, Uplift and Landscape. Second Edition, USA., 2002

Kockel, F., P. Antoniadis and K. Ioannidis, Geological map of Greece in 1:50,000 scale: Thessaloniki sheet, Institute of Geology and Mineral Exploration of Greece, Athens, 1978.

Tranos, M. D., E. E. Papadimitriou and A. A. Kiliass, Thessaloniki-Gerakarou Fault Zone (TGFZ): the western extension of the 1978 Thessaloniki earthquake fault (Northern Greece) and seismic hazard assessment, *Journal of Structural Geology*, 25(12), 2109-2123, 2003.

Zervopoulou A., Chatzipetros A., Tsiokos L., Syrides G., Pavlides S., Non-seismic Surface Faulting: The Peraia Fault Case Study (Thessaloniki, N. Greece), 4th Int. Conference on Earthquake Geotechnical Engineering, paper No.1610, Thessaloniki, 2007.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

Υπόμνημα Νεοτεκτονικού χάρτη 1:100.000, φύλλο Θεσσαλονίκη (Μουντράκης et al., 1996).

Κύρια ρήγματα με άλμα συνήθως > 150m.
(1) ορατά, (2) πιθανά ή καλυμμένα



Δευτερεύοντα ρήγματα



Ρήγματα, συνήθως κανονικά, με κατά κλίση συνιστώσα κίνησης. Η οδόντωση δείχνει το κατερχόμενο τέμαχος.

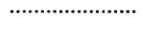


Διάνυσμα ολισθησης κανονικής - πλαγιοκανονικής κίνησης πάνω σε επιφάνεια ρήγματος.



Ρήγματα με οριζόντια συνιστώσα κίνησης. Τα βέλη δείχνουν τη φορά της κίνησης.

Ρήγματα προσδιορισμένα από δορυφωρικές εικόνες και αεροφωτογραφίες.



Ρήγματα προσδιορισμένα με γεωφυσικές μεθόδους.



Επιωθήσεις - Επιπεύσεις



Αρίθμηση ρηγιμάτων του επεξηγηματικού τεύχους.

1, 2, 3, ...

Τα χρώματα αντιστοιχούν στις κατηγορίες ρηγιμάτων, σύμφωνα με τις προδιαγραφές του ΟΑΣΠ (1986).

Σεισμικά ρήγματα



Ενεργά ρήγματα



Πιθανά ενεργά ρήγματα



Ανενεργά ρήγματα



Ρήγματα προσδιορισμένα με γεωφυσικές μεθόδους ή φωτοερμηνεία, των οποίων, δεν έχει προσδιορισθεί ο χαρακτήρας.



Γ. ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ - GEOMORP

Αναβαθμίδες



Ζώνες κατά βάθος διάβρωσης



Μετακινήσεις ακτών



Ζώνες πρόσχωσης



Κώνοι κορημάτων



Επιφάνειες Επιπέδωσης



Δ. ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ - SEISMO

επίκεντρα σεισμών και earthquake foci α. αντίστοιχα μεγέθη correspondance mag.

▲ 5.0 = < Ms < 6.0

ΜΕΤΑΛΠΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

ΟΛΟΚΑΙΝΟ

Αλλουβιακές αποθέσεις: ποταμοχειμάρειες αμμούχες άργιλλοι, άμμοι και χαλίκια.



Αποθέσεις κοιλάδων: χαλίκια, άμμοι με κροκάλες, αμμούχες άργιλλοι και ιλύες.



Λιμναίες αποθέσεις: αμμούχες ιλύες, άργιλλοι, αργιλλούχες άμμοι.



Ελλοβιακές αποθέσεις: προϊόντα αποσάθρωσης των μεταμορφωμένων πετρωμάτων.



Δελταϊκές αποθέσεις: λεπτόκοκες άμμοι, πηλοί και αργιλλούχοι πηλοί.



Ελώδεις αποθέσεις: άργιλλοι, πηλοί και ιλυούχες άμμοι που περιέχουν οργανικό υλικό.



Εναλλαγές θαλάσσιων, λιμνοθαλάσσιων και χερσαίων αποθέσεων: άργιλλοι, λεπτόκοκες άμμοι, αμμούχοι πηλοί και αμμούχες άργιλλοι.



Ολοκαινικές αδιάριτες αποθέσεις: χαλίκια, άμμοι, ερυθρές άργιλλοι και παράκτιες αποθέσεις.



ΠΛΕΙΣΤΟΚΑΙΝΟ

Λιμναίες αποθέσεις: αργιλοαμμώδη ιζήματα Μέσου-Ανωτέρου Πλειστοκαινού (Ομάδα Μυθονίας).



Χερσαία (ποτάμια και πλημμυρικά) ερυθροστρώματα (Προμυθονιακή Ομάδα): συνεκτικές ιλύες, άργιλλοι - άμμοι με κροκάλες και γενικά κροκάλες μέσα σε συνδεδετικό υλικό Κάτω Πλειστοκαινικής ηλικίας. Η βάση του σχηματισμού πιθανά να ανήκει στο Νεογενές.



Πλειστοκαινικές αδιάριτες αποθέσεις: ερυθρές άργιλλοι, ιλύες, άμμοι και χαλίκια με ή χωρίς αργιλλικό κάλυμμα.



ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΕΣ ΑΔΙΑΙΡΕΤΟ

Πλευρικά κορήματα: τεμάχια πετρωμάτων, κυρίως ασβεστολιθικά, συμπαγοποιημένα με ασβεστήτη.



Ριπιδιοπαγείς αποθέσεις στις εξόδους ρεμάτων.



ΑΝΩΤΕΡΟ ΜΕΙΟΚΑΙΝΟ - ΠΛΕΙΟΚΑΙΝΟ

Χερσαίες ποτάμιες, ποταμολιμναίες αποθέσεις με μικρές παρεμβολές λιμναίων-λιμνοθαλάσσιων αποθέσεων: ερυθροστρώματα Βαλλέζιας ηλικίας (Σχηματισμός Νέας Μεσημβρίας) και εναλλαγές Άνω Βαλλέζιων-Κάτω Τουρόλιων άμμων, χαλικιών και μαργών (Σχηματισμός Βαθύλακκου) που μεταβαίνουν σε λιμναία-λιμνοθαλάσσια χαλίκια, άμμοις, αργίλλους και μάργες Άνω Μειοκαινικής-Κάτω Πλειοκαινικής ηλικίας (Σχηματισμοί Δυτικού, Αιγίνιου-Γέφυρας και Τριλόφου). Προς τα πάνω η ακολουθία μεταβαίνει σε χερσαία ιζήματα όπως άμμοις, χαλίκια κλπ. (Σχηματισμός Άγγελοχωρίου).



ΑΛΠΙΚΟΙ ΚΑΙ ΠΡΟΑΛΠΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

Ανθρακικά πετρώματα της Περιοδοπικής ζώνης και της ζώνης Αξίου: ανακρυσταλλωμένοι ασβεστόλιθοι, ασβεστολιθικά κροκαλοπαγή και ασβεστιτικοί σχιστόλιθοι Μεσοζωϊκής ηλικίας, (Μέσο Τριαδικό ως Άνω Ιουραϊκό).



Φυλλίτες και Χαλαζίτες της Περιοδοπικής ζώνης: χαλαζίτες, φυλλίτες, αργιλλικοί σχιστόλιθοι και μεταψαμίτες των σχηματισμών Σβούλας και Εξαμιλίου (Τριαδικό-Ιουραϊκό).



Μετα-ιζήματα και μετα-ηφαιστειοκλαστικά πετρώματα της Περιοδοπικής ζώνης και της ζώνης Αξίου: μεταπηλίτες, κερατόλιθοι, σερικιτικοί και χλωριτικοί σχιστόλιθοι Ιουραϊκής ηλικίας (ζώνη Αξίου); ρυόλιθοι και χαλαζιοστρωχοί πορφυριτικοί σχιστόλιθοι Περμο-Τριαδικής ηλικίας (Περιοδοπική ζώνη).



Οφιολιθικά πετρώματα Μεσοζωϊκής τεκτονικής τοποθέτησης: γάββροι, περιδοτίτες, σερπεντινίτες, διορίτες κλπ.

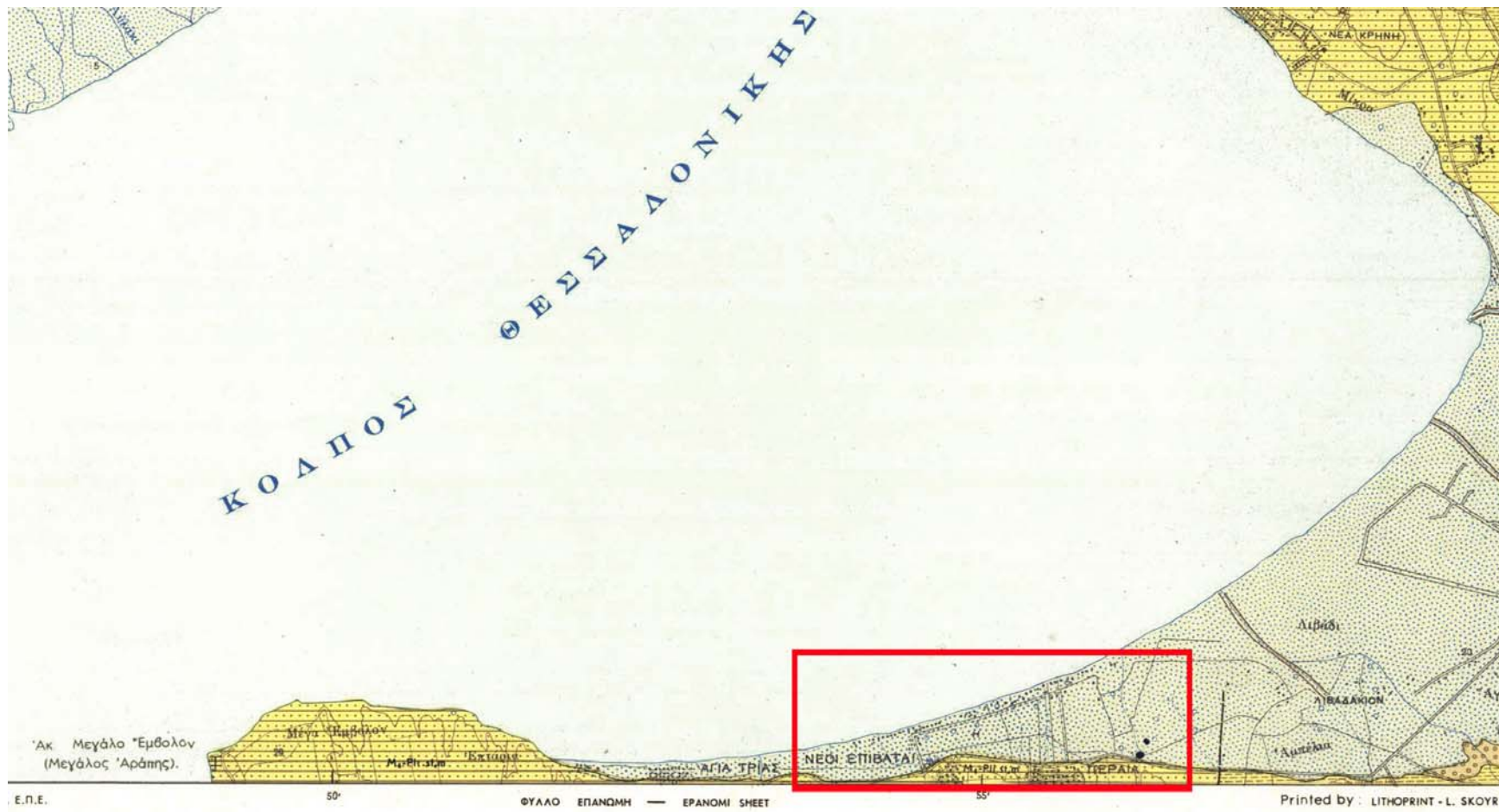


Μεταμορφωμένα πετρώματα: προ-Αλπικά πολυμεταμορφωμένα πετρώματα, γνεύσιοι, σχιστόλιθοι και αμφιβολίτες (Ενότητα Βερτιάκου) της Σερβομακεδονικής μάζας και Αλπικά μεταμορφωμένα πετρώματα, πρασινοσχιστόλιθοι και ορθογνεύσιοι (Μαγματική Ακολουθία Χορτιάτη) της Περιοδοπικής ζώνης.



**Απόσπασμα του γεωλογικού χάρτη του Ι.Γ.Μ.Ε. - 1978 (κλ. 1:50.000),
φύλλο Θεσσαλονίκη.**

(με κόκκινο τετράγωνο περικλείεται η περιοχή μελέτης)



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

ΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΗ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ

ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΕΣ

ΟΛΟΚΑΙΝΟ

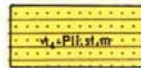
Όλοκαινικές αποθέσεις άδαιρέτες: παράκτιες αποθέσεις (άμμοι, σόναγμα), προσχώσεις πεδιάδων, έρυθρές άργιλοι με άσβεστιτικά συκρίματα. Στη βάση τους επικρατούν κροκαλοπαγή.



ΝΕΟΓΕΝΕΣ

ΑΝΩΤ. ΜΕΙΟΚΑΙΝΟ - ΚΑΤ. ΠΛΕΙΟΚΑΙΝΟ

Ψαμμιτομαργακική σειρά: ψαμμίτες εύθρυπτοι έως πολύ συμπαγείς, τοπικά μικροκροκαλοπαγή με διαστρωμένη στρώση. Κατά θέσεις υπάρχουν όριζόντες από μάργες.



Γεωλογικό όριο



Γεωλογικό όριο, πιθανό



Όριο πετρογραφικών σχηματισμών. (Κατά προσέγγιση όριο των έκρηξιγενών πετρωμάτων που εισδύουν στα μεταζήματα)



Άξονας δευτερεύουσας πτυχής, με ένδειξη της βυθισιάς του



Ρήγμα



Ρήγμα πιθανό ή καλυμμένο



Έφίπλευση



Παράταξη στρωμάτων



Παράταξη στρωμάτων κατ' έκτίμηση



Παράταξη s - επίπεδων



Κατακόρυφα s - επίπεδα



Προσανατολισμός σχιστότητας μεταμορφωμένων πετρωμάτων



Θέση απολιθωμάτων



ΨΗΦΙΑΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΛΑΦΟΥΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ



Πηγή: Εργαστήριο Γεωπληροφορικής, Τμήματος Γεωγραφίας, Πανεπιστημίου Αιγαίου

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ Γ1:



Η φύλαξη των δειγμάτων έγινε σε κασελάκια των 5 μέτρων συνολικά.
(χρησιμοποιήθηκαν 3 κασελάκια)





ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ2



Χρησιμοποιήθηκαν 10 κασελάκια











ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ3



Χρησιμοποιήθηκαν 3 κασελάκια





ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ4



Χρησιμοποιήθηκαν 5 κασελάκια







Παρακάτω φαίνεται ένας πυρήνας βάσης του οποίου γινόταν η αναγνώριση και η περιγραφή του σχηματισμού.



Φωτογραφίες: Λεωνίδας Τσιώκος