

ΙΛΙΣΣΟΣ ΠΟΤΑΜΟΣ

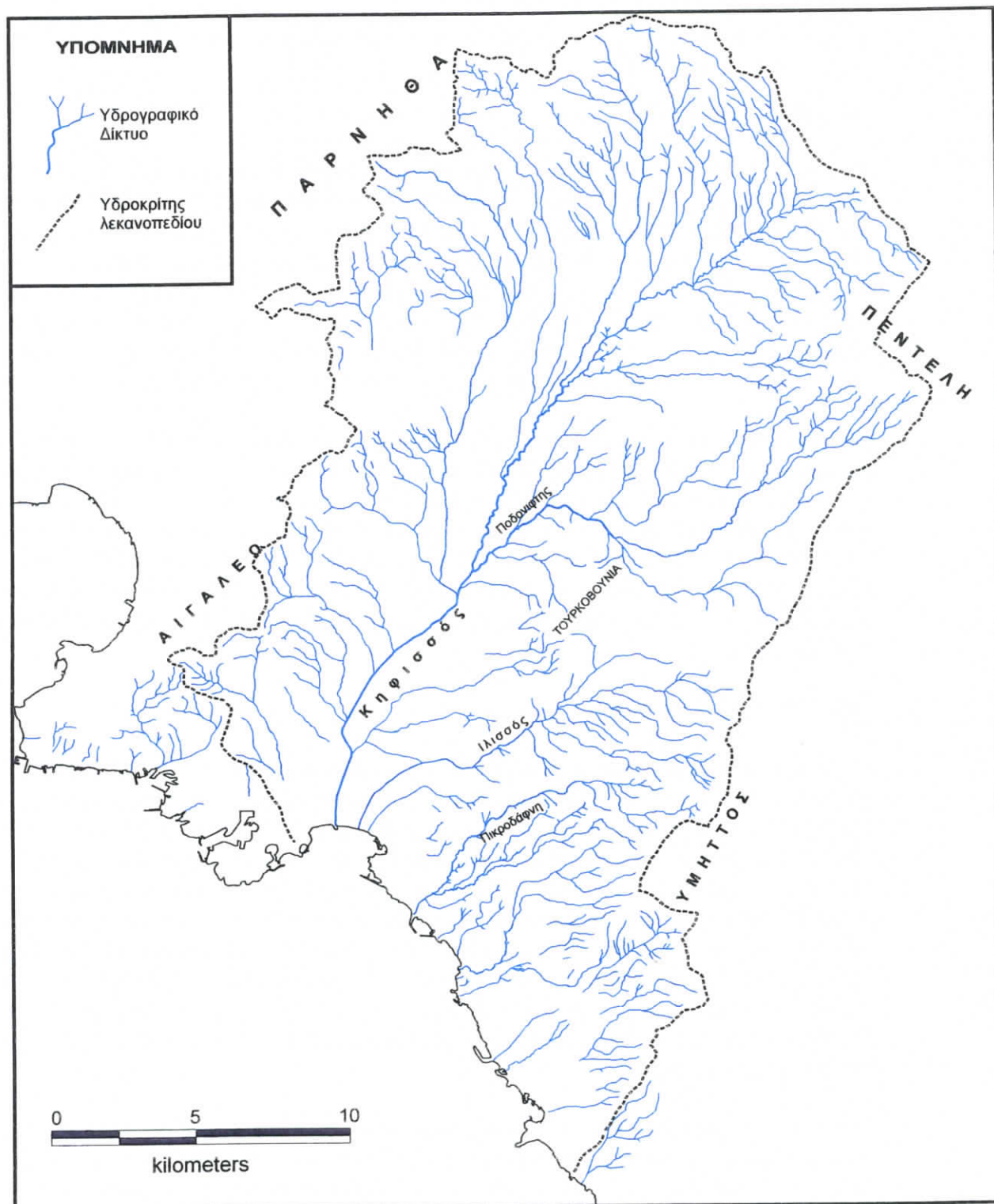
Ο Ιλισσός είναι τέταρτης τάξης κατά Horton και αναπτύσσεται μεταξύ Υμηττού – Τουρκοβουνίων – Λυκαβηττού – Ακροπόλεως, για να εκβάλει στο Σαρωνικό στην περιοχή του Παλαιού Φαλήρου. Ο κάτω του ρους δεν ήταν σχεδόν ποτέ καλά εκφρασμένος και στην περιοχή μεταξύ των εκβολών του και αυτών του Κηφισού αναπτύσσονταν έλη και τέλματα, για τα οποία είχαν γίνει από τα αρχαία χρόνια προσπάθειες αποστράγγισής τους. Μάλιστα, οι χάρτες του γερμανικού αρχαιολογικού ινστιτούτου παρουσιάζουν μια εκτροπή του Ιλισού προς τον Κηφισό ΝΑ της Ακροπόλεως, πιθανότατα με σκοπό την αποστράγγιση της προς τα κατάντη περιοχής.

Η μορφή του δικτύου είναι επιμήκης δενδριτική με έντονη ασυμμετρία, καθώς ο κύριος κλάδος του ποταμού είναι έντονα μετατοπισμένος προς τον υδροκρίτη του με τον Κηφισό και το σύνολο σχεδόν των παραποτάμων του να προέρχονται από τα ανατολικά, αποστραγγίζοντας τις δυτικές κλιτείς τους Υμηττού. Η ασυμμετρία αυτή θα πρέπει να αποδοθεί στην έντονη προσφορά κλαστικού υλικού από τις δυτικές κλιτείς του Υμηττού, ενώ δε θα πρέπει να αποκλειστεί και ο άμεσος τεκτονικός έλεγχος από πιθανό (ανενεργό) ρήγμα ταυτιζόμενο με την κύρια κοίτη του Ιλισού, διεύθυνσης ΒΒΔ-ΝΝΑ.

ΆΛΛΑ ΠΟΤΑΜΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Τα υπόλοιπα ποτάμια και ρέματα στο λεκανοπέδιο αποτελούνται ουσιαστικά από τρία συστήματα, αυτό της Πικροδάφνης, και δύο ανώνυμα. Και τα τρία αποστραγγίζουν τη ΝΔ περιοχή του Υμηττού. Το κυριότερο είναι αυτό της Πικροδάφνης, που πηγάζει από την περιοχή του Καρέα και διατρέχει την Ηλιούπολη, Δάφνη, Ν. Σμύρνη και Καλαμάκι. Είναι τέταρτης τάξης με επιμηκυσμένη δενδριτική μορφή δικτύου. Τόσο σε αυτό, όσο και στα δύο νοτιότερα ρέματα είναι χαρακτηριστική η ασυμμετρία της ροής τους, με τον κεντρικό τους κλάδο μετατοπισμένο εντονότατα προς δυσμάς. Σε όλες τις περιπτώσεις, όπως και σε αυτή του Ιλισού, αυτό θα πρέπει να αποδοθεί στην προσφορά υλικού από τα δυτικά πρηνή του Υμηττού, γεγονός που αναγκάζει τα ποτάμια να μετατοπιστούν παράλληλα στον άξονά του και μακρύτερα από τον ορεινό όγκο.

Είναι επίσης χαρακτηριστικό ότι στο σύνολο των ποτάμιων αυτών συστημάτων δεν παρατηρούνται ουσιαστικά αποθέσεις κοίτης που να έχουν σχηματίσει αναβαθμίδες. Με άλλα λόγια, ποτάμια αυτά εκβαθύνουν συνεχώς, χωρίς να έχουν φτάσει σε σταθερή, ισορροπημένη κατάσταση. Είναι μάλιστα έντονη η κατά βάθος διάβρωση σε ορισμένους κλάδους τους, ιδίως στα κατάντη της Πικροδάφνης. Έντονη επίσης κατά βάθος διάβρωση (αν και μη παρατηρήσιμη πλέον, λόγω της ανθρώπινης δραστηριότητας) είναι και στο ανώνυμο ρέμα που παρακάμπτει το ριτίδιο της Γλυφάδας για να εκβάλει στην περιοχή του Αγίου Κοσμά. Η κ.β.δ. στο συγκεκριμένο ρέμα εντοπίζε-



Εικ. 3-12. Το υδρογραφικό δίκτυο του Λεκανοπεδίου

ται όμως στα ανάντη του, και για την ακρίβεια στην κεφαλή ουσιαστικά του ριπιδίου, όπου και η μελέτη των παλαιών αεροφωτογραφιών ανάδειξε πολύ καλά εκφρασμένες εγκυβωτισμένες κοίτες κορυφής (fanhead trenches).

Επιφάνειες Επιπέδωσης

Οι επιφάνειες επιπέδωσης (ε.ε.) αποτελούν ένα μορφοτεκτονικό δείκτη ιδιαίτερα χρήσιμο στην οριοθέτηση των ρηξιτεμαχών που απαντούν στην περιοχή μελέτης. Σε ορισμένες περιπτώσεις μάλιστα είναι σε θέση να μας δώσουν πληροφορίες τόσο για τη σπουδαιότητα μιας ρηξιγενούς δομής (τάξη μεγέθους κατακόρυφου άλματος) όσο και για την κινηματικής της.

ΔΙΑΒΡΩΣΠΕΝΕΙΣ (ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΙΚΕΣ) ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ

Αποτελούν υπολείμματα ενός κάποτε ενιαίου επιπέδου που προέκυψε από τη διάβρωση και επιπέδωση του αναγλύφου. Στην περιοχή μελέτης απαντώνται στους ορεινούς και ημιορεινούς όγκους που περιβάλλουν το λεκανοπέδιο.

Στο ορεινό συγκρότημα Αιγάλεω – Ποικίλο, τα υψόμετρά τους κυμαίνονται από +100 έως και 500 μ. Δεν παρουσιάζουν ιδιαίτερη μορφή, ούτε προτιμητέο προσανατολισμό. Από πλευράς μορφοτεκτονικής, ιδιαίτερη σημασία έχουν οι ε.ε. που βρίσκονται στη νότια απόληξη του ορεινού συγκροτήματος, στην περιοχή Περάματος – Κερατσινίου. Οι συγκεκριμένες ε.ε. έχουν περιστραφεί προς ΒΑ και αυτό αποδίδεται στη δράση του ρήγματος του Περάματος, διεύθυνσης ΔΒΔ-ΑΒΑ και ορατού μήκους ~3 km, το οποίο έχει περιστρέψει το δάπεδό του.

Βορειότερα και επί του Ποικίλου όρους οι ε.ε. βρίσκονται σε υψόμετρα 300-500 μ. Είναι κατά κύριο λόγο οριζόντιες χωρίς προτιμητέα μορφή. Το σημαντικό εδώ είναι ότι φαίνονται να έχουν επηρεαστεί από τα ρήγματα διεύθυνσης Α-Δ που τέμνουν τον ορεινό όγκο, τα οποία, λόγω της κινηματικής τους (οριζοντιολισθητικά) δεν έχουν μεταθέσει τις ε.ε. κατά την κατακόρυφη έννοια (ούτε έχουν προκαλέσει περιστροφές τους) αλλά κατά την οριζόντια.

Στην Πάρνηθα, μπορούν να διακριθούν κάποιες υποπεριοχές. Η πρώτη εντοπίζεται στην ΝΑ απόληξη του όρους, με ε.ε. σε υψόμετρα 400-600, ως επί το πλείστον κεκλιμένες προς ΒΑ. Αυτό είναι αποτέλεσμα της δράσης των κανονικών ρηγμάτων του Θριασίου και της Φυλής με διεύθυνση ΔΒΔ-ΑΝΑ, αλλά και εγκαρσίων προς αυτά, με διεύθυνση ΒΒΑ-ΝΝΔ. Το αποτέλεσμα είναι η δημιουργία ενός μικρο-τεμάχους το οποίο έχει ταπεινωθεί σε σχέση με τον υπόλοιπο ορεινό όγκο. Στο κεντρο-δυτικό τμήμα της Πάρνηθας εντοπίζεται μια ομάδα εκτεταμένων οριζόντιων ε.ε. σε υψόμετρα 600-800 μ., το οποίο διαχωρίζεται από την ομάδα των ε.ε. που βρίσκονται στον

πυρήνα του όρους και βρίσκονται σε υψόμετρα μεγαλύτερα των 900. Οι ψηλότερες ε.ε. βρίσκονται στα +1100 και έχουν πολύ μικρή έκταση.

Στην Πεντέλη δεν αναπτύσσονται επιφάνειες επιπέδωσης. Αυτό φυσικά εξαρτάται και από την κλίμακα εργασίας και τη συνεπαγόμενη λεπτομέρεια στην αποτύπωση του αναγλύφου, αλλά και από τη επικρατούσα λιθολογία, η οποία δεν επιτρέπει τη διατήρηση ε.ε.

Στον Υμηττό εντοπίζεται μία ομάδα ε.ε. στο κέντρο του όρους και σε υψόμετρα 600-700 και μία δευτερεύουσα 100-200 μέτρα ψηλότερα. Στις νότιες απολήξεις του όρους υπάρχει μια ακόμη ομάδα σε υψόμετρα 200-300 μ.

ΑΠΟΘΕΤΙΚΕΣ (ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΚΕΣ) ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ

Αποτελούν ουσιαστικά το αποτέλεσμα διαδικασιών απόθεσης υλικού σε πεδινή περιοχή, οι οποίες διαμορφώνουν το παρατηρούμενο ήπιο ανάγλυφο. Στο λεκανοπέδιο εντοπίζονται βασικά σε δύο περιοχές.

Η πρώτη ταυτίζεται με την περιοχή μεταξύ του κάτω ρου του Κηφισού και του Ιλισσού. Πρόκειται για εκτεταμένο αλλουβιακό πεδίο, στο οποίο αναπτύσσονταν κατά τους αρχαίους χρόνους ελώδεις εκτάσεις.

Η δεύτερη βρίσκεται στην περιοχή Αμαρουσίου – Χαλανδρίου και ταυτίζεται σε μεγάλο βαθμό με την επιφανειακή εξάπλωση των αποθέσεων που υπέρκεινται ασύμφωνα των ανωμειοκαινικών ιζημάτων. Πιθανότατα προσδιορίζει και την έκταση της παλαιολίμνης που καταλάμβανε την περιοχή μέχρι και το (?) Ανώτερο Πλειόκαινο και αντικατοπτρίζει περίοδο σχετικής ηρεμίας με χαμηλούς ρυθμούς ιζημαγένεσης, που επέτρεψε τη δημιουργία της εκτεταμένης αυτής πεδινής περιοχής.

ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΛΕΚΑΝΟΠΕΔΙΟΥ

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφονται με λεπτομέρεια όλα τα στοιχεία για την τεκτονική δομή του Λεκανοπεδίου και αφορούν τόσο στο ήδη χαρτογραφημένο τμήμα της περιοχής όσο και σε αυτό που χαρτογραφήθηκε στην παρούσα φάση της μελέτης. Αρχικά αναλύεται η τεκτονική και νεοτεκτονική μακροδομή του Λεκανοπεδίου, όπως αυτή προέκυψε από τη χαρτογράφηση και την ανάλυση των τεκτονικών δομών, ενώ στη συνέχεια περιγράφονται οι επιμέρους δομές ταξινομημένες κατά περιοχές, ανάλογα με τον αριθμό και τη σημαντικότητα των δομών που εντοπίζονται σε κάθε μία από αυτές.

Για την ανάλυση χρησιμοποιήθηκαν κυρίως στοιχεία υπαίθρου αλλά και στοιχεία από γεωτρήσεις ή γεωφυσικές διασκοπήσεις, όπου αυτά ήταν διαθέσιμα. Για διευκόλυνση των περιγραφών τα ρήγματα και οι ρηξιγενείς ζώνες έχουν αριθμηθεί, γι' αυτό και στους χάρτες που συνοδεύουν το κείμενο συνοδεύονται από έναν Α.Α.

Η νεοτεκτονική μακροδομή του Λεκανοπεδίου

Το Λεκανοπέδιο αποτελεί ένα μεγάλο βύθισμα με γενική διεύθυνση BBA–NNΔ, που οριοθετείται τόσο ΔΒΔ όσο και ΑΝΑ από μεγάλους ορεινούς όγκους. Όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο της "Περιγραφής των Γεωλογικών Σχηματισμών" καλύπτεται στο μεγαλύτερο μέρος του από μεταλπικούς σχηματισμούς, εκτός από τους μικρούς λόφους που εντοπίζονται στο εσωτερικό του βυθίσματος όπου αναδύεται το αλπικό υπόβαθρο.

Στο δυτικό περιθώριο του βυθίσματος αναπτύσσονται οι ορεινοί όγκοι του Αιγάλεω, του Ποικίλου* και της Πάρνηθας (αμεταμόρφωτοι αλπικοί σχηματισμοί), με μια αντίστοιχη BBA–NNΔ διεύθυνση. Η περιθωριακή ρηξιγενής ζώνη, που οριοθετεί τους αλπικούς από τους μεταλπικούς σχηματισμούς, δεν αποτελεί ένα ενιαίο ρήγμα, αλλά είναι περισσότερη πολύπλοκη, με επιμέρους ρήγματα, συνήθως BBA–NNΔ ή BA–NΔ και σπανιότερα BBA–NNA διεύθυνσης. Δεν απουσιάζουν και η Α–Δ γραμμές οι οποίες χωρίζουν τις προηγούμενες ρηξιγενείς ζώνες σε επιμέρους τμήματα.

Μια αντίστοιχη κατάσταση, όχι όμως τόσο πολύπλοκη και με μικρότερο αριθμό ρηγμάτων (που προϋποθέτει ως εκ τούτου και διαφορετική τεκτονική εξέλιξη), εντοπίζεται και στο ανατολικό περιθώριο του βυθίσματος, που αναπτύσσονται οι μεταμορφωμένοι σχηματισμοί των ορεινών όγκων του Υμηττού και της Πεντέλης. Στην μεν περιοχή του Υμηττού κυριαρχούν τα ρήγματα με BBA–NNΔ ή BA–NΔ διεύθυνση, ενώ βορειότερα προς την περιοχή του Πεντελικού τα ρήγματα και σπανιότερα είναι και αλλάζουν διεύθυνση σε B–N.

Οι περιθωριακές αυτές ρηξιγενείς ζώνες δεν είναι οι μοναδικές μεγάλης κλίμακας τεκτονικές γραμμές που απαντώνται στην περιοχή του Λεκανοπεδίου. Έτσι, κατά μήκος του Κηφισού ποταμού εντοπίζεται άλλη μία μεγάλη ρηξιγενής ζώνη (P16), με αντίστοιχη BBA–NNΔ διεύθυνση, που χωρίζει το Λεκανοπέδιο σε δύο επιμέρους τμήματα, το Ανατολικό και το Δυτικό, με τη δική του νεοτεκτονική και παλαιογεωγραφική εξέλιξη το καθένα. Η διαφοροποίηση αυτή αντικατοπτρίζεται τόσο στον αριθμό και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των ρηγμάτων όσο και στο είδος και την εμφάνιση των σχηματισμών που απαντώνται σε καθένα από τα τμήματα αυτά.

* Χάρην ευκολίας από δω και στο εξής με την ονομασία "Αιγάλεω" θα αποκαλείται ολόκληρος (και ενιαίος άλλωστε) ορεινός όγκος του Αιγάλεω και του Ποικίλου, δεδομένου ότι η ονομασία αυτή έχει επικρατήσει.

Η μεγάλη αυτή ρηξιγενής ζώνη διακρίνεται πολύ καλά στις δορυφορικές εικόνες και τις αεροφωτογραφίες, ενώ σχετίζεται άμεσα με σημαντικές μορφολογικές ανωμαλίες και ανωμαλίες του υδρογραφικού δικτύου (ασυμμετρία του υδρογραφικού δικτύου δυτικά και ανατολικά του κύριου κλάδου του Κηφισού).

Στο μεν ανατολικό τμήμα τα ρήγματα και περισσότερα είναι αριθμητικά και παρουσιάζουν ποικίλες διευθύνσεις (BBA–NNA, BBA–NNA, BΔ–NA, BA–NΔ, A–Δ, B–N) σε αντίθεση με το δυτικό όπου είναι λιγότερα και σαν διευθύνσεις επικρατούν οι BA–NΔ και BΔ–NA. Επίσης στα δυτικά τμήμα οι εμφανίσεις του αλπικού υποβάθρου είναι πολύ λίγες, αφού στο μεγαλύτερο τμήμα του καλύπτεται από τους μεταλπικούς σχηματισμούς. Αντίθετα στο ανατολικό το αλπικό υπόβαθρο κάνει συχνά την παρουσία του, δημιουργώντας μια σειρά από μικρούς λόφους, ανάμεσα στον Κηφισό και τον Υμηττό.

Εκτός από την A–Δ περίπου αυτή ασυμμετρία του Λεκανοπεδίου, εντοπίζεται και άλλη μια διαφοροποίηση από Βορρά προς Νότο, που έχει να κάνει τόσο με τις φάσεις των μεταλπικών ιζημάτων που παρατηρούνται αλλά και με την ύπαρξη ή όχι ρηξιγενών ζωνών, αναδύσεων του αλπικού αναγλύφου κλπ. Η διαφοροποίηση αυτή λαμβάνει χώρα κατά μήκος μιας μεγάλης ρηξιγενούς γραμμής (P72), που με διεύθυνση ΔBΔ–ANA διασχίζει το Λεκανοπέδιο από το όριο Πουκίλου–Πάρνηθας (Ζεφύρι) στα δυτικά μέχρι το όριο Υμηττού–Πεντέλης (Αγ. Παρασκευή) στα ανατολικά, σηματοδοτώντας τη διαφορετική παλαιογεωγραφική και νεοτεκτονική εξέλιξη για κάθε ένα από τα τμήματα αυτά.

Η μεγάλη αυτή τεκτονική γραμμή χωρίζει τους ορεινούς όγκους της Πάρνηθας και της Πεντέλης στα Βόρεια, που παρουσιάζουν μια γενική ΔBΔ–ANA ανάπτυξη, από τους ορεινούς όγκους του Αιγάλεω και του Υμηττού που παρουσιάζουν μια BBA–NNA ανάπτυξη. Δεν είναι τυχαίο επίσης ότι η δυτική προέκταση της ζώνης αυτής ταυτίζεται περίπου με το βόρειο περιθώριο του Θριάσιου Πεδίου που αναπτύσσεται πίσω από το Αιγάλεω, ενώ το ανατολικό με το βόρειο περιθώριο της Λεκάνης των Μεσογείων που αναπτύσσεται πίσω από τον Υμηττό.

Αντίστοιχα σημαντικές διαφοροποιήσεις εντοπίζονται και στο εσωτερικό του Λεκανοπεδίου. Βόρεια από τη ζώνη αυτή αναπτύσσονται οι νεογενείς λιμναίες και χερσαίες αποθέσεις, που συνήθως δεν εμφανίζονται νοτιότερα, ενώ λείπουν και οι εμφανίσεις του αλπικού υποβάθρου αφού μόνο νότια από τη ζώνη αυτή οι αναδύσεις της αλλόχθονης ενότητας είναι συχνές. Επιπλέον και ο αριθμός των παρατηρούμενων ρηγμάτων είναι μικρότερος στο βόρειο τμήμα σε αντίθεση με το νότιο όπου αυτά είναι αρκετά περισσότερα.

Σημειώνεται ότι η μεγάλη αυτή ρηξιγενής ζώνη είναι άμεσα συνδεδεμένη με τη μορφολογική εικόνα και την εξέλιξη του υδρογραφικού δικτύου (διαφορές ανάμεσα στο βόρειο και νότιο τμήμα της λεκάνης του Κηφισού), ενώ διακρίνεται πολύ καλά στις δορυφορικές εικόνες και τις αεροφωτογραφίες.

Περιγραφή και Ανάλυση των επιμέρους Ρηγμάτων και Ρηξιγενών Ζωνών

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται η λεπτομερής περιγραφή και ανάλυση των ρηγμάτων και ρηξιγενών ζωνών που εντοπίζονται στην περιοχή του Λεκανοπεδίου. Για τη διευκόλυνση των περιγραφών το Λεκανοπέδιο έχει χωρισθεί σε 4 τμήματα, όπως αυτά προκύπτουν από τη διατομή των μεγάλων ρηξιγενών ζωνών "Ζεφυρίου – Αγ. Παρασκευής" και Κηφισού, που μαζί με τα περιθωριακά ρήγματα Αιγάλεω–Ποικίλου–Πάρνηθας και Υμηττού–Πεντέλης, χωρίζουν το Λεκανοπέδιο σε 4 επιμέρους τμήματα.

Ο διαχωρισμός αυτός, εκτός των άλλων, διευκολύνει στο να εντοπισθούν και επισημανθούν οι διαφοροποιήσεις ανάμεσα στα τέσσερα αυτά τμήματα του Λεκανοπεδίου, καθένα από τα οποία, όπως αναφέρθηκε, φαίνεται να ακολουθεί τη δική του διαφορετική νεοτεκτονική και παλαιογεωγραφική εξέλιξη για ορισμένες, τουλάχιστον, περιόδους από το Αν. Μειόκαινο μέχρι σήμερα.

ΒΑ ΤΜΗΜΑ ΛΕΚΑΝΟΠΕΔΙΟΥ

Το τμήμα αυτό νότια οριοθετείται από το βόρειο περιθώριο του Ποικίλου, δυτικά από την Πάρνηθα, ανατολικά από τον Κηφισό και βόρεια από τον υδροκρίτη της λεκάνης του Κηφισού. Διαχωρίζεται σε δύο επιμέρους μικρότερα τμήματα, ένα ΒΑ και ένα ΝΔ, από μία ΒΒΔ–ΝΝΑ επιμήκη εμφάνιση του αλπικού αναγλύφου στο όριο Μενιδίου – Άνω Λιοσίων. Στα ΝΔ αναπτύσσεται η μικρή κλειστή λεκάνη των Άνω Λιοσίων, ενώ στα ΒΑ το δυτικό τμήμα της λεκάνης του Β. Κηφισού.

Αποτελεί την περιοχή όπου εντοπίζονται τα περισσότερα και σημαντικότερα ρήγματα και ρηξιγενείς ζώνες, κυρίως όμως κοντά στο περιθώριο με το αλπικό υπόβαθρο, δεδομένου ότι στο κεντρικό και βόρειο τμήμα, προς την κοίτη του Κηφισού, τα ρήγματα ελλείπουν, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι δεν υπάρχουν, απλά είναι σήμερα καλυμμένα από τα κορήματα και δεν υφίστανται στοιχεία (γεωτρήσεις, διασκοπήσεις κλπ.) που να επιβεβαιώνουν την ύπαρξή τους.

Στο ΒΑ τμήμα τα σημαντικότερα ρήγματα (P54, P55, P67, P57, P59, P22 & P58) εντοπίζονται στην περιοχή των Θρακομακεδόνων συνήθως στα περιθώρια με το αλπικό υπόβαθρο. Συνήθως φέρνουν σε επαφή τους αλπικούς σχηματισμούς με τις νεότερες αποθέσεις των κώνων κορημάτων, είτε απ' ευθείας είτε με την παρεμβολή των

νεογενών αποθέσεων, που απαντώνται σήμερα σε σχετικά υψηλά υψόμετρα, οπότε και δημιουργούνται κλιμακωτά ρήματα που είτε εμφανίζονται σήμερα στην επιφάνεια είτε βρίσκονται θαμμένα κάτω από τα κορήματα (βλπ. Γεωλογικό Χάρτη).

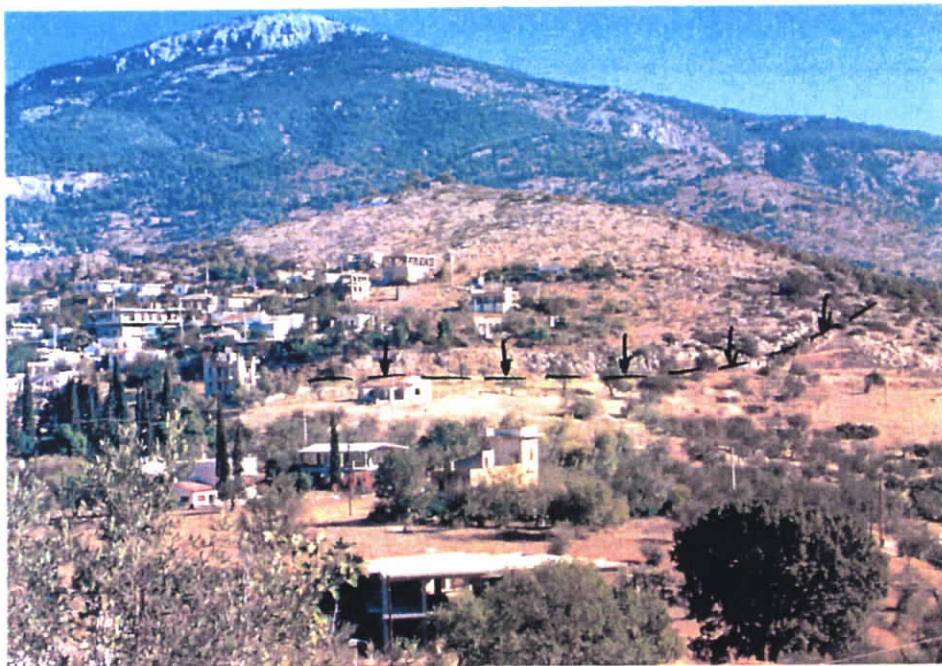
Συνήθως έχουν διεύθυνση ΑΒΑ–ΔΝΔ ή Α–Δ και ορισμένα από αυτά, κυρίως όσα φέρνουν σε επαφή τα αλπικά με τα νεογενή (P22, P57 & P58), χαρακτηρίζονται από την ύπαρξη κατοπτρικών επιφανειών (κλίνουν συνήθως με 60^0 – 70^0 προς ΝΝΑ ή ΝΑ) με γραμμές προστριβής, συνήθως κατά κλίση ή με μικρή συμμετοχή δεξιόστροφης οριζόντιας συνιστώσας. Κρούστες και τεκτονικά λατυποπαγή απαντώνται σε αρκετές περιπτώσεις. Σπανιότερα εντοπίζονται και τεκτονικές γραμμές με διαφορετική διεύθυνση, όπως το P67 (ΔΒΔ–ΑΝΑ) που αναπτύσσεται μέσα στο αλπικό υπόβαθρο, ή το P74 (Β–Ν), που αποτελεί το ανατολικό περιθώριο του μικρού τεκτονικού κέρατος που χωρίζει τη λεκάνη των Άνω Λιουσίων από αυτή του Β. Κηφισού.

Όλα τα ρήγματα της περιοχής αυτής δημιουργούν σαφείς γραμμικές μορφολογικές ανωμαλίες, κλιμακωτή μείωση του υψομέτρου των επιφανειών επιπέδωσης στις κλιτείες της Πάρνηθας, ενώ συνδέονται άμεσα με την εντυπωσιακή δημιουργία του κόλπου κορημάτων της ευρύτερης περιοχής των Θρακομακεδόνων και την εντυπωσιακή "στρωματογραφία" που παρουσιάζει με τις χαρακτηριστικές εναλλαγές των φάσεων που σηματοδοτούν τις περιόδους δραστηριοποίησης ή ηρεμίας των ρηγμάτων αυτών.

Στο ΝΔ τμήμα η δομή η οποία εμφανίζεται είναι η μικρή λεκάνη των Άνω Λιουσίων, στην οποία παρατηρήθηκαν και οι περισσότερες καταστροφές κατά το σεισμό του 1999. Αντιπροσωπεύει ένα δεύτερης τάξης νεοτεκτονικό βύθισμα, που αναπτύσσεται ανάμεσα στο τεκτονικό κέρασ της Πάρνηθας (με γενική διεύθυνση δομών Α–Δ και ΔΒΔ–ΑΝΑ) και το τεκτονικό κέρασ του Αιγάλω (με κύριες διευθύνσεις ΒΑ–ΝΔ και ΒΒΔ–ΝΝΑ) και στο ΒΔ περιθώριο του βυθίσματος του λεκανοπεδίου των Αθηνών (με γενική διεύθυνση δομών ΒΑ–ΝΔ).

Για την περιοχή αυτή, εκτός από τα στοιχεία υπαίθρου υπάρχει και ένας μεγάλος αριθμός πληροφοριών και στοιχείων που προέρχονται από γεωτρήσεις και γεωφυσικές διασκοπήσεις. Ως εκ τούτου λοιπόν οι περιγραφές θα είναι περισσότερο λεπτομερείς, αλλά και η δομή παρουσιάζει μεγαλύτερη ακρίβεια, δεδομένου ότι ένας ικανός αριθμός ρηγμάτων που δεν φαίνονται σήμερα στην επιφάνεια προσδιορίστηκαν από τις γεωτρήσεις και τις διασκοπήσεις, δίνοντας σημαντικές πληροφορίες για το τεκτονικό και νεοτεκτονικό πρότυπο της περιοχής.

Η ρηξιγενής ζώνη P77 και η δυτικότερη απόληξη της μεγάλης ρηξιγενούς ζώνης P72 ("Ζεφυρίου – Αγ. Παρασκευής") αντιπροσωπεύουν το βόρειο περιθώριο του Αιγάλω έχουν διεύθυνση ΑΒΑ–ΔΝΔ και ΔΒΔ–ΑΝΑ και κλίση προς ΒΒΔ και ΒΒΑ αντίστοιχα. Βρίσκονται θαμμένες κάτω από τα κορήματα και διαπιστώνονται τόσο από μορφολογικά κριτήρια όσο και από τις γεωτρήσεις, οι οποίες μάλιστα



Εικ. 3-13. Το ρήγμα P19 στο ΒΔ τμήμα του Λεκανοπεδίου, στην περιοχή της Φυλλής, που οριοθετεί το αλπικό υπόβαθρο από τους νεογενείς σχηματισμούς (μάργες). Αποψη από μακρυνά και λεπτομέρεια.

υποδεικνύουν ότι το άλμα της δεν παραμένει σταθερό σε όλο το μήκος της. Το δυτικό τμήμα της ζώνης δείχνει ένα άλμα μεγαλύτερο από 50 μέτρα, φέρνοντας σε επαφή τα ανθρακικά της Υποπελαγονικής μεταξύ τους, ενώ στο ανατολικό φαίνεται να υπερβαίνει τα 100 μέτρα, φέρνοντας σε επαφή τα ανθρακικά με τις μάργες του Νεογενούς στα ανώτερα τμήματα και τους αλπικούς σχηματισμούς μεταξύ τους στα κατώτερα. Σε αυτή τη σύνθετη λειτουργία της ζώνης αυτής φαίνεται ότι διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο και τα υπόλοιπα ρήγματα (BBΔ-NNA ή ίδιας διεύθυνσης) που αναπτύσσονται προς το εσωτερικό τμήμα της λεκάνης (βλπ. στα επόμενα).

Βορειότερα, στο νότιο περιθώριο του τεκτονικού κέρατος της Πάρνηθας, εντοπίζεται άλλη μια ρηξιγενής ζώνη (P48) που με διεύθυνση ΔΒΔ-ΑΝΑ και κλίση προς τα ΝΝΔ χωρίζει τους μεταλπικούς σχηματισμούς στα νότια από το αλπικό υπόβαθρο στα βόρεια. Στην ύπαιθρο η ζώνη αυτή γίνεται αντιληπτή από το ευθύγραμμο όριο ανάμεσα στα κορήματα και τα ανθρακικά της Υποπελαγονικής αλλά και από τα μικρότερης τάξης και αντίστοιχης διεύθυνσης ρήγματα που εντοπίζονται μέσα στην ανθρακική μάζα, με κλίσεις 60° - 70° προς τα ΝΝΔ. Οι γεωτρήσεις επιβεβαίωσαν την ύπαρξή της, δίνοντας μάλιστα ένα άλμα που πρέπει να υπερβαίνει τα 130 μέτρα, αφού βόρεια του ρήγματος το αλπικό υπόβαθρο απαντάται σε βάθος 20 μέτρων ενώ νότια σε βάθος μεγαλύτερο των 130 μέτρων.

Με ρηξιγενείς ζώνες οριοθετούνται επίσης το ανατολικό και δυτικό όριο του τεκτονικού βυθίσματος της περιοχής. Στα ανατολικά η ζώνη αυτή (P47) φέρνει σε επαφή το αλπικό υπόβαθρο με τα κορήματα και έχει γενική διεύθυνση ΒΒΔ-NNA με κλίση προς τα ΔΝΔ. Η ύπαρξη του ρήγματος αυτού επιβεβαιώθηκε από τις γεωτρήσεις δίνοντας ένα άλμα που υπερβαίνει και στην περίπτωση αυτή τα 100 μέτρα. Γεωτρήσεις που έγιναν στο ανατολικό της ρηξιγενούς ζώνης συνάντησαν το αλπικό υπόβαθρο στα 30 περίπου μέτρα ενώ γεωτρήσεις που έγιναν στα δυτικά της ζώνης και έφθασαν το βάθος των 110 μέτρων δεν συνάντησαν το αλπικό υπόβαθρο.

Η δυτική ρηξιγενής ζώνη (P60) παρουσιάζει αντίστοιχη διεύθυνση με την προηγούμενη αλλά αντίθετες κλίσεις προς τα ΑΒΑ. Συνιστά το δυτικό περιθωριακό ρήγμα της λεκάνης των Άνω Λιοσίων και παίρνει περισσότερο σαφή μορφή προς το νότιο τμήμα. Προς τα δυτικά οριοθετεί συχνές εμφανίσεις του αλπικού υποβάθρου που καλύπτονται από κορήματα που το πάχος τους δεν υπερβαίνει τα 20 μέτρα. Αντίθετα, ανατολικά οριοθετεί αποκλειστικά σχηματισμούς κορημάτων με μεγάλο πάχος, σύμφωνα με τις γεωτρήσεις. Μάλιστα πλησίον της ρηξιγενούς ζώνης το πάχος κυμαίνεται από 50–70 μέτρα, με υπόβαθρο τότε ανθρακικά και τότε νεογενή φανερώνοντας ένα άλμα της τάξης των 50 μέτρων, ενώ προς το εσωτερικό της λεκάνης και νότια το πάχος των κορημάτων φαίνεται να υπερβαίνει τα 100 μέτρα δηλώνοντας ένα αντίστοιχης κλίμακας άλμα. Ένα μικρότερο επίσης ρήγμα (P70), θαμμένο κάτω από τα αλλούβια, με διεύθυνση ΑΝΑ-ΔΒΔ εντοπίζεται και στο νότιο



Εικ. 3-14. Το ρήγμα P20 στο ΒΔ τμήμα του Λεκανοπεδίου, στην περιοχή της Φυλλής, που οριοθετεί το αλπικό υπόβαθρο από τους νεογενείς σχηματισμούς (μάργες). Άποψη από μακριά και λεπτομέρεια.

περιθώριο του μικρού τεκτονικού κέρατος που χωρίζει την λεκάνη των Άνω Λιοσίων με την λεκάνη του Βόρειου Κηφισού.

Εκτός από τις περιθωριακές ρηξιγενείς ζώνες σημαντικά ρήγματα εντοπίστηκαν και στο εσωτερικό του βυθίσματος που στο σύνολό τους δημιουργούν ένα μικρότερης τάξης σύνθετο τεκτονικό κέρα με γενική διεύθυνση ΔΒΔ-ΑΝΑ στα νότια και ΒΒΔ-ΝΝΑ στα βόρεια. Έχει σχηματισθεί στους νεογενείς σχηματισμούς, που βρίσκονται θαμμένοι κάτω από τα κορήματα και τα αλλούβια, σε ένα βάθος που, σύμφωνα με τις γεωτρήσεις, δεν ξεπερνά τα 20-30 μέτρα. Αντίθετα εκατέρωθεν του τεκτονικού αυτού κέρατος τα νεογενή απαντώνται σε βάθη μεγαλύτερα των 60-70 μέτρων φανερώνοντας την τάξη του άλματος των ρηγμάτων αυτών, που υπολογίζεται γύρω στα 20-50 (ή και περισσότερα) μέτρα κατά περίπτωση.

Το ΒΑ περιθώριο του τεκτονικού αυτού κέρατος αποτελείται από μια σύνθετη τεκτονική ζώνη από επιμέρους ρήγματα (P76 & P41) με διευθύνσεις ΒΒΔ-ΝΝΑ και ΔΒΔ-ΑΝΑ. Στη ΝΑ απόληξή της η ζώνη αυτή (P76) εμφανίζεται στην επιφάνεια και οριοθετεί τους νεογενείς σχηματισμούς από τα αλλούβια. Κατοπτρικές επιφάνειες απαντώνται σπάνια, με στοιχεία 60° - 70° προς 020° . Το δυτικό περιθώριο αποτελείται επίσης από αντίστοιχης γεωμετρίας ρήγματα (P46, P49 & P75), και όπως διαπιστώθηκε από τις γεωτρήσεις τα άλματα παρουσιάζονται μικρότερα στο ΒΒΔ τμήμα της ζώνης (γύρω στα 2-30 μέτρα), σε αντίθεση με το ΝΝΑ που είναι μεγαλύτερα (>50 μέτρα).

Άλλες σημαντικές ρηξιγενείς ζώνες στην περιοχή αυτή εντοπίζονται στη ΝΑ απόληξη της λεκάνης της Φυλής και του Θριάσιου Πεδίου. Η ΔΒΔ-ΑΝΑ διεύθυνσης ρηξιγενής ζώνη P26 συνιστά τη ΝΑ απόληξη του βόρειου περιθωρίου του Θριάσιου Πεδίου, φέρνοντας σε επαφή τα ανθρακικά της Υποπελαγονικής με κορήματα. Κατοπτρικές επιφάνειες παρατηρούνται σχετικά συχνά, με στοιχεία 50° - 70° προς τα ΝΝΔ, ενώ γραμμές προστριβής εντοπίζονται σπάνια και είναι κυρίως κατά κλίση. Η ΒΔ-ΝΑ διεύθυνσης ρηξιγενής ζώνη P1 αποτελεί τη νοτιότατη απόληξη του ρήματος της Φυλής που με κλίσεις γύρω στις 60° - 70° φέρνει σε επαφή τους σχηματισμούς της Υπεπελαγονικής με κορήματα ή νεογενείς αποθέσεις. Γραμμές προστριβής εντοπίζονται σε ορισμένα σημεία και είναι κατά κλίση. Και οι δύο προηγούμενες ρηξιγενείς ζώνες χαρακτηρίζονται από έντονες μορφολογικές ανωμαλίες, ενώ συνοδεύονται και από φαινόμενα κατά βάθος διάβρωσης στα ανερχόμενα ρηξιτεμάχη. Ταυτόχρονα, πλησίον των ρηξιγενών ζωνών εντοπίζονται και έντονες ανωμαλίες στις κλίσεις των νεογενών ιζημάτων.

Οι μικρότερης κλίμακας ρηξιγενείς ζώνες P18, P19 & P20 που εντοπίζονται ανάμεσα στις προηγούμενες ρηξιγενείς ζώνες, παρουσιάζουν διευθύνσεις ΒΔ-ΝΑ, ΒΑ-ΝΔ και Α-Δ αντίστοιχα και οριοθετούν μια μικρή νεογενή λεκάνη που αναπτύσσεται μέσα στο αλπικό υπόβαθρο. Οι κατοπτρικές επιφάνειες είναι συχνές, οι γραμμές

προστριβής κατά κλίση και οι μορφολογικές ασυνέχειες, παράλληλα με τα μέτωπα των ρηγμάτων χαρακτηριστικές.

ΝΑ ΤΜΗΜΑ ΛΕΚΑΝΟΠΕΔΙΟΥ

Το τμήμα αυτό οριοθετείται δυτικά από το Αιγάλεω, ανατολικά από τον Κηφισό, βόρεια από τη ρηξιγενή ζώνη P72 ("Ζεφυρίου – Αγ. Παρασκευής") και νότια από την ακτογραμμή Πέραμα–Πειραιάς–Φάληρο. Το μεγαλύτερο τμήμα του καλύπτεται από κορήματα και αλλούβια, νεογενείς σχηματισμοί εντοπίζονται κυρίως στο βόρειο και δυτικό τμήμα, όπου επίσης εντοπίζονται και συχνές αναδύσεις του αλπικού υποβάθρου με τη μορφή μικρών τεκτονικών κεράτων. Όπως και το προηγούμενο τμήμα χαρακτηρίζεται και αυτό από σημαντικό αριθμό ρηγμάτων, κυρίως προς το κεντρικό και βόρειο τμήμα.

Οι σημαντικότερες ρηξιγενείς ζώνες εντοπίζονται στο ΒΑ τμήμα του τεκτονικού κέρατος του Αιγάλεω. Η πρώτη από αυτές (P63) οριοθετεί το ΒΑ περιθώριο του τεκτονικού κέρατος, έχει γενική διεύθυνση BBD–NNA και περιλαμβάνει 3–4 κλιμακωτά ρήγματα διεύθυνσης BBD–NNA και μήκους 100 περίπου μέτρων που ενώνονται με μικρότερα ρήγματα διεύθυνσης ABA–ΔΝΔ με μήκος μόλις μερικών μέτρων. Οριοθετεί προς τα δυτικά εμφανίσεις των ασβεστολίθων της Υποπελαγονικής και προς τα ανατολικά εμφανίσεις των νεογενών σχηματισμών. Οι κλίσεις των ρηξιγενών επιφανειών είναι πολύ μεγάλες με τιμές που φθάνουν τις 70°–80° ενώ πάνω στην επιφάνεια δεν παρατηρήθηκαν γραμμές τεκτονικής ολίσθησης.

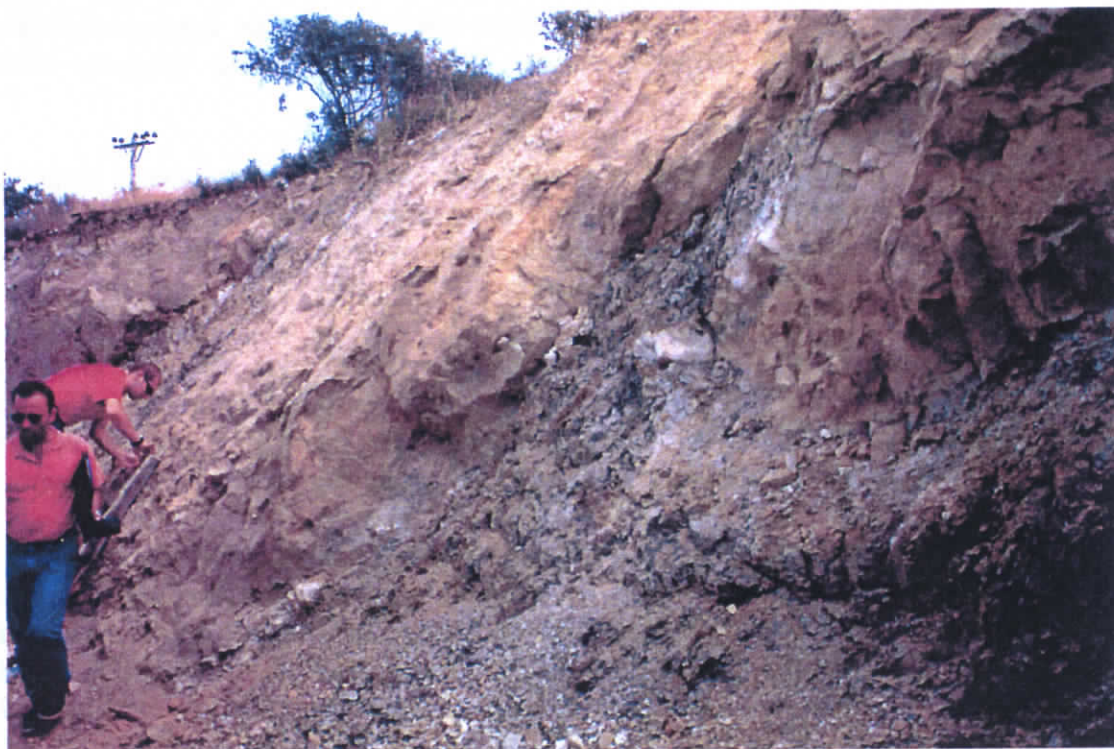
Κοντά στην επιφάνεια του ρήγματος και μέσα στους Νεογενείς σχηματισμούς παρατηρήθηκαν μεγάλες κλίσεις των στρωμάτων των νεογενών σχηματισμών με τιμές που έφθαναν τις 60°–70° οι οποίες μειώνονταν αισθητά σε 10–20 μέτρα μακριά από το ρήγμα.

Η ρηξιγενής αυτή ζώνη φαίνεται να συνεχίζεται προς τα BBD πλην όμως ο εντοπισμός της δεν είναι εύκολος λόγω της δόμησης. Τα γεωφυσικά δεδομένα άλλωστε φανερώνουν ότι βορειότερα η ρηξιγενής αυτή ζώνη δίνει τη θέση της σε ένα άλλο πιο πολύπλοκο σύστημα ρηγμάτων, όπως περιγράφηκε στα προηγούμενα.

Η άλλη μεγάλη ρηξιγενής ζώνη της περιοχής αυτής είναι η P64 που αποτελεί και το σημαντικότερο περιθωριακό ρήγμα του ορεινού όγκου του Αιγάλεω με το βύθισμα του λεκανοπεδίου των Αθηνών. Έχει διεύθυνση BA–NΔ και φέρνει σε επαφή τους αλπικούς σχηματισμούς της Υποπελαγονικής με νεογενή και τεταρτογενή ιζήματα. Στο ΒΑ τμήμα του είναι περισσότερο σαφές, συνοδεύεται από μορφολογική ανωμαλία και σε ορισμένες θέσεις σχηματίζει κατοπτρικές επιφάνειες με τιμές κλίσεων περίπου 60°–70° προς τα ΝΑ.



Εικ. 3-15. Κατοπτρικές επιφάνειες και μορφολογική ασυνέχεια κατά μήκος του ρήγματος P63 στο ΝΔ τμήμα του Λεκανοπεδίου, στην περιοχή του Καματερού, που οριοθετεί το αλπικό υπόβαθρο από τους νεογενείς σχηματισμούς (μάργες).



Εικ. 3-16. Οι μεγάλες κλίσεις που παίρνουν οι μεταλπικοί σχηματισμοί κοντά στη ρηξιγενή επιφάνεια P63.

Νοτιότερα, κατά μήκος των παρυφών του Αιγάλεω, η ρηξιγενής αυτή ζώνη σταματά να είναι τόσο σαφής και δίνει τη θέση της σε ένα πιο πολύπλοκο σύστημα ρηγμάτων, γεγονός που αντικατοπτρίζεται και στις συχνές εμφανίσεις τόσο του αλπικού υποβάθρου, όσο και των νεογενών σχηματισμών κάτω από τα κορήματα. Τα ρήγματα αυτά έχουν διεύθυνση τόσο BBA–NNΔ (P31, P65) ή B–N (P21) αλλά και ΒΔ–ΝΑ (P39). Φέρνουν σε επαφή τόσο το αλπικό υπόβαθρο με κορήματα ή νεογενή, αλλά και νεογενή με κορήματα. Συνοδεύονται από μικρή μορφολογική ανωμαλία και ο εντοπισμός τους σήμερα (κατοπτρικές επιφάνειες, γραμμές κλπ.) είναι πολύ δύσκολος, δεδομένου ότι η περιοχή είναι πυκνοδομημένη.

Στο περιθώριο αυτό, εκτός από τα BBA–NNΔ διεύθυνσης ρήγματα, εντοπίζεται και ένα άλλο σημαντικό σύστημα ρηγμάτων με γενική διεύθυνση Α–Δ, που τέμνει εγκάρσια τον ορεινό όγκο του Αιγάλεω, διαμορφώνοντας σε μεγάλο βαθμό τη σημερινή εικόνα του δυτικού περιθωρίου του Λεκανοπεδίου στην περιοχή αυτή.

Τα ρήγματα αυτά (P10, P69 & P71), που διακρίνονται πολύ καλά στις δορυφορικές εικόνες και τις αεροφωτογραφίες, μετατοπίζουν οριζόντια τον κύριο BBA–NNΔ μορφολογικό υδροκρίτη του Αιγάλεω και δημιουργούν χαρακτηριστικές κοιλάδες που τέμνουν εγκάρσια τον ορεινό όγκο. Ταυτόχρονα μετατοπίζουν χαρακτηριστικά τις επαφές των γεωλογικών σχηματισμών, τόσο των αλπικών όσο και των μεταλλικών, δημιουργώντας Α–Δ δομές μέσα στις οποίες επικρατούν, εμφανίζονται ή ελλείπουν διαφορετικοί σχηματισμοί.

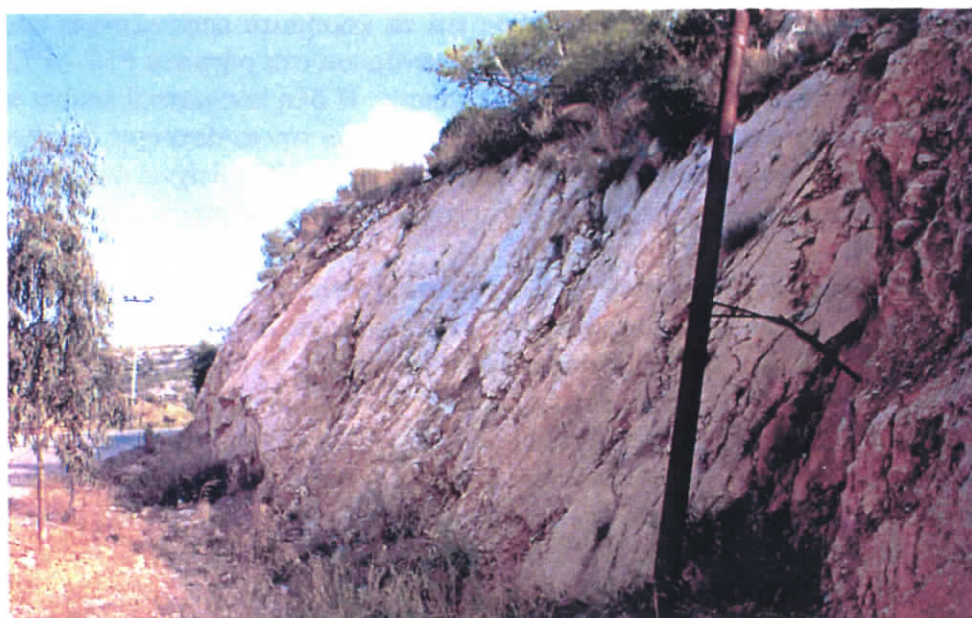
Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η περιοχή ανάμεσα στα ρήγματα P10 – P69 όπου εκτός από το αλπικό υπόβαθρο και τα κορήματα εμφανίζονται και νεογενείς σχηματισμοί, σε αντίθεση με τις περιοχές ανάμεσα στα ρήγματα P10 – P72 και P69 – P71 όπου οι νεογενείς σχηματισμοί ελλείπουν. Η όλη κινηματική εικόνα των ρηγμάτων αυτών, που φαίνεται να σχετίζονται άμεσα με την αντίστοιχης διεύθυνσης μεγάλη ρηξιγενή ζώνη "Ζεφυρίου – Αγ. Παρασκευής" (P72), δείχνει ότι πρέπει να υπάρχει και σημαντική συμμετοχή οριζόντιας συνιστώσας κίνησης.

Κατοπτρικές επιφάνειες από τις ζώνες αυτές εντοπίζονται κυρίως μέσα στην ανθρακική μάζα, όπου δημιουργούνται εντυπωσιακές κατοπτρικές επιφάνειες, οι οποίες όμως σήμερα είναι διαβρωμένες και έτσι δεν υπάρχουν συχνά γραμμές προστριβής ή άλλοι κινηματικοί δείκτες. Παρ' όλα αυτά σε ορισμένες περιπτώσεις (P10) εντοπίστηκαν γραμμές, τόσο οριζόντιες, όσο και κατά κλίση, επιβεβαιώνοντας έτσι την κινηματική εικόνα. Ανατολικότερα, μέσα στην κατοικημένη περιοχή είναι πολύ δύσκολο να παρακολουθήσει κανείς τις ρηξιγενείς αυτές ζώνες, πόσο μάλλον να εντοπίσει κινηματικά στοιχεία.

Στο εσωτερικό του ΝΔ αυτού τμήματος του Λεκανοπεδίου εντοπίζονται ορισμένα ακόμα μικρότερα ρήγματα (P24, P33, P36, P17 & P27) τα οποία σχετίζονται άμεσα



Εικ. 3-17. Λεπτομέρειες από τις υπολειμματικές κατοπτρικές επιφάνειες και τη μορφολογική ασυνέχεια που συνοδεύουν τη ρηξιγενή ζώνη P64, στο ΝΔ τμήμα του Λεκανοπεδίου στην περιοχή Καματερού - Πετρούπολης, που φέρνει σε επαφή σχηματισμούς του αλπικού υποβάθρου με νεογενείς σχηματισμούς.



Εικ. 3-18. Εντυπωσιακές κατοπτρικές επιφάνειες από τα Α-Δ ρήγματα που τέμνουν τον ορεινό όγκο του Αιγάλεω. ΝΔ τμήμα του Λεκανοπεδίου, περιοχή Πετρούπολης, ρηξιγενής επιφάνεια P10.

με τις σπάνιες εμφανίσεις του αλπικού υποβάθρου, που εν είδει μικρών τεκτονικών κεράτων οριοθετούνται από κορήματα, αλλούβια ή νεογενείς σχηματισμούς. Η διεύθυνσή τους είναι κυρίως BBA–NNΔ και Α–Δ ή ΑΝΑ–ΔΒΔ, ακολουθώντας τη γενικότερη γεωμετρία των άλλων δομών της περιοχής. Διαβρωμένες και υπολειμματικές κατοπτρικές επιφάνειες εντοπίζονται σε ελάχιστες θέσεις, ενώ οι μορφολογικές ανωμαλίες, έστω και μικρές είναι παρούσες.

Σημειώνεται ότι στο τμήμα αυτό εντοπίζεται και η μοναδική περιοχή όπου εντοπίζεται στην επιφάνεια η μεγάλη ρηξιγενής ζώνη του Κηφισού (P16), στην ευρύτερη περιοχή της Ν. Φιλαδέλφειας, όπου μπορεί να παρατηρήσει κανείς υπολειμματικές κατοπτρικές επιφάνειες που φέρνουν σε επαφή την αλλόχθονη ενότητα με νεογενείς ή αλλούβιους σχηματισμούς.

Νοτιότερα, προς την παραλιακή ζώνη του Πειραιά, εντοπίζεται μια σημαντική ρηξιγενής ζώνη που με διεύθυνση ΒΔ–ΝΑ οριοθετεί τους θαλάσσιους νεογενείς σχηματισμούς της περιοχής. Αποτελείται από επί μέρους ρήγματα, τα οποία μάλιστα φαίνεται ότι διατηρούν μεν σταθερή διεύθυνση, όχι όμως σταθερή φορά κλίσης. Έτσι στο ΒΔ τμήμα της ζώνης, όπου έρχονται σε επαφή οι νεογενείς θαλάσσιοι σχηματισμοί με το αλπικό υπόβαθρο, η κλίση είναι προς τα ΝΔ, ενώ αντίθετα στο ΝΑ όπου έρχονται σε επαφή τα νεογενή με τις αλλουβιακές και τεναγώδεις αποθέσεις του Κηφισού, η κλίση είναι προς τα ΒΑ. Κατοπτρικές επιφάνειες δεν εντοπίστηκαν, παρά μόνο ένα χαρακτηριστικά ευθύγραμμο γεωλογικό όριο και μια επίσης χαρακτηριστική μορφολογική ανωμαλία, κυρίως στο ΒΔ τμήμα της ζώνης. Δεν είναι τυχαίο ότι η προέκταση της ζώνης αυτής προς τα ΝΑ ταυτίζεται με τη σημερινή ακτογραμμή του ΝΑ τμήματος του Λεκανοπεδίου.

Ένα μικρότερο αντίστοιχης διεύθυνσης ρήγμα, που συνοδεύεται από μικρή μορφολογική ανωμαλία, εντοπίζεται νοτιότερα, μέσα στους νεογενείς σχηματισμούς (P38), ενώ δεν απουσιάζουν και ρήγματα με διεύθυνση παράλληλη στη ζώνη του Κηφισού (P62).

ΒΑ ΤΜΗΜΑ ΛΕΚΑΝΟΠΕΔΙΟΥ

Το τμήμα αυτό του Λεκανοπεδίου χαρακτηρίζεται από την απουσία σημαντικών τεκτονικών γραμμών, χωρίς αυτό βέβαια να σημαίνει ότι δεν υπάρχουν, απλά σήμερα είναι δύσκολο να εντοπισθούν είτε γιατί είναι καλυμμένα από τα σύγχρονα ιζήματα είτε λόγω της πυκνής, σε ορισμένες περιοχές, δόμησης. Έτσι λοιπόν στο τμήμα αυτό δεν εμφανίζονται παρά τα μεγάλα περιθωριακά ρήγματα.

Στα δυτικά η περιοχή οριοθετείται από το βόρειο τμήμα της μεγάλης ρηξιγενούς ζώνης του Κηφισού (P16), που, στις περιπτώσεις που αυτή τέμνει νεογενείς σχηματι-

σμούς, εντοπίζεται συνήθως κατά μήκος της ένα σύστημα από 4-5 κλιμακωτά ρήγματα, με διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ και μεγάλες κλίσεις προς τα ΒΔ.

Νότια η περιοχή οριοθετείται από την ανατολική προέκταση της μεγάλης ρηξιγενούς ζώνης P72 ("Ζεφυρίου – Αγ. Παρασκευής"), που συνήθως είτε εκφράζεται με τη μορφή συστήματος ρηγμάτων με κύρια ΔΒΔ-ΑΝΑ διεύθυνση, που τέμνουν τους νεογενείς σχηματισμούς, είτε εντοπίζεται από γεωφυσικές διασκοπήσεις και γεωτρήσεις, καλυμμένη από τις σύγχρονες προσχώσεις, όπως στην ευρύτερη περιοχή της Ρεματιάς του Χαλανδρίου.

Στα ανατολικά η περιοχή οριοθετείται από μία, επίσης μεγάλη, ρηξιγενή ζώνη με διεύθυνση περίπου Β-Ν, που σήμερα, όμως, βρίσκεται καλυμμένη από τα κορήματα και την πυκνή δόμηση της περιοχής. Αναφέρεται όμως σε πολλές παλαιότερες εργασίες, σαν περιθωριακή ρηξιγενής ζώνη της Πεντέλης που οριοθετεί τους μεταμορφωμένους σχηματισμούς, με υπολειμματικές κατοπτρικές επιφάνειες, διεύθυνση Β-Ν και κλίση 70° - 80° προς τα Δυτικά.

Στην ΒΑ απόληξη του τμήματος αυτού εμφανίζεται ένα πολύ μικρό τμήμα από τη μεγάλη ρηξιγενή ζώνη (P25) που οριοθετεί το βόρειο περιθώριο της Πεντέλης. Η ρηξιγενής αυτή ζώνη παρουσιάζει διεύθυνση ΔΒΔ-ΑΝΑ, φέρνει σε επαφή τους μεταμορφωμένους σχηματισμούς με κορήματα και αλλούβια, συνοδεύεται από έντονη μορφολογικά ασυνέχεια και κατά βάθος διάβρωση στο ανερχόμενο τέμαχος της Πεντέλης, ενώ κατοπτρικές επιφάνειες εντοπίζονται στα περισσότερα σημεία της με στοιχεία 60° - 80° προς ΒΒΑ και γραμμές προστριβής τόσο κατά κλίση όσο και πλάγως, που φανερώνουν έναν αριστερόστροφο χαρακτήρα της ζώνης.

Μικρότερα ρήγματα της τάξης των μερικών μέτρων εντοπίζονται σε ορισμένες θέσεις στο εσωτερικό του ΒΑ αυτού τμήματος του Λεκανοπεδίου, να τέμνουν συνήθως τους νεογενείς σχηματισμούς. Δεν σχηματίζουν όμως συγκεκριμένες ζώνες που να υποδηλώνουν την ύπαρξη κάποιας μεγαλύτερης ρηξιγενούς ζώνης.

ΝΑ ΤΜΗΜΑ ΛΕΚΑΝΟΠΕΔΙΟΥ

Το τμήμα αυτό οριοθετείται από το νότιο τμήμα της ζώνης του Κηφισού στα δυτικά, από την περιθωριακή ζώνη του Υμηττού στα ανατολικά, από την ανατολική προέκταση της ρηξιγενούς ζώνης "Ζεφυρίου – Αγ. Παρασκευής" στα βόρεια και από την παραλιακή ζώνη Φάληρο – Ελληνικό – Γλυφάδα στα νότια.

Ρήγματα και ρηξιγενείς ζώνες εντοπίζονται κυρίως στο περιθώριο με τους μεταμορφωμένους σχηματισμούς του Υμηττού με γενική διεύθυνση ΒΒΑ-ΝΝΔ, στην παραλιακή ζώνη με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ αλλά και στο εσωτερικό του τμήματος που χαρακτηρίζεται από τις συχνές εμφανίσεις του αλπικού υποβάθρου.



Εικ. 3-19. Άποψη της ρηξιγενούς ζώνης P13 που αναπτύσσεται στις δυτικές παρυφές του Υηττού.



Εικ. 3-20. Χαρακτηριστικές ρηξιγενείς επιφάνειες από την περιοχή των Τουρκοβουνίων (P34), με οριζόντιες γραμμές ολίσθησης, που τέμνουν τους ανωκρητιδικούς ασβεστολίθους.

Κατά μήκος του περιθωρίου του Υμηττού δεσπόζει η ρηξιγενής ζώνη P13 που οριοθετεί κυρίως μάρμαρα με σχιστολίθους ή κορήματα. Έχει γενική διεύθυνση BBA–NNΔ, χαρακτηρίζεται από ήπια σχετικά μορφολογική ασυνέχεια και έντονη κατά βάθος διάβρωση στο ανερχόμενο ρηξιτέμαχος του Υμηττού, ενώ συνοδεύεται από υπολειμματικές και διαβρωμένες κατοπτρικές επιφάνειες με κλίση γύρω στις 50°–60° προς ΒΔ και γραμμές που δίνουν μια κίνηση κατά κλίση.

Βορειότερα εντοπίζονται άλλα δύο παράλληλα ρήγματα (P50 & P52) με αντίστοιχη γεωμετρία, με σημαντικότερο από αυτά το P50 που φέρνει σε επαφή δολομίτες με κορήματα. Νοτιότερα, επίσης, το περιθώριο του Υμηττού καθορίζεται από μια σειρά παράλληλων ρηγμάτων (P2, P3, P4, P5, P12 & P40) με ίδια BBA–NNΔ διεύθυνση που διασχίζουν το αλπικό υπόβαθρο. Συνήθως συνοδεύονται από έντονη μορφολογική ασυνέχεια, διαμορφώνουν το υδρογραφικό δίκτυο, αφού δημιουργούν μικρές κοιλάδες με αντίστοιχη διεύθυνση, ενώ σπανιότερα συνοδεύονται από κατοπτρικές επιφάνειες, όπως το ρήγμα P12 στην περιοχή της Τερψιθέας που φέρνει σε επαφή δολομιτικά μάρμαρα με οφιολίθους. Το κάτοπτρο είναι πολύ καλά διατηρημένο, με χαρακτηριστικά σταθερή γεωμετρία (στοιχεία 60/130) και γραμμές τεκτονικής ολίσθησης κατά κλίση. Είναι πιθανότατα υπαίτιο για τη δημιουργία του βυθίσματος στην περιοχή, το οποίο καλύφθηκε με τις αποθέσεις του ρυπιδίου της Γλυφάδας.

Στο εσωτερικό, επίσης, του ΝΑ αυτού τμήματος του Λεκανοπεδίου εντοπίζονται ορισμένα ακόμη ρήγματα και ρηξιγενείς ζώνες να τέμνουν τους αλπικούς σχηματισμούς της αλλόχθονης ενότητας και να σχετίζονται άμεσα με τις εμφανίσεις και την κατανομή των πρόσφατων ελλουβιακών αποθέσεων. Απαντάται ένα κύριο σύστημα ρηγμάτων με διεύθυνση ΒΔ–ΝΑ (P29, P30, P35, P43, P34 & P28), ενώ δεν λείπουν και άλλες διευθύνσεις όπως BBA–NNΔ (P42), BA–ΝΔ (P37) ή Β–Ν (P51).

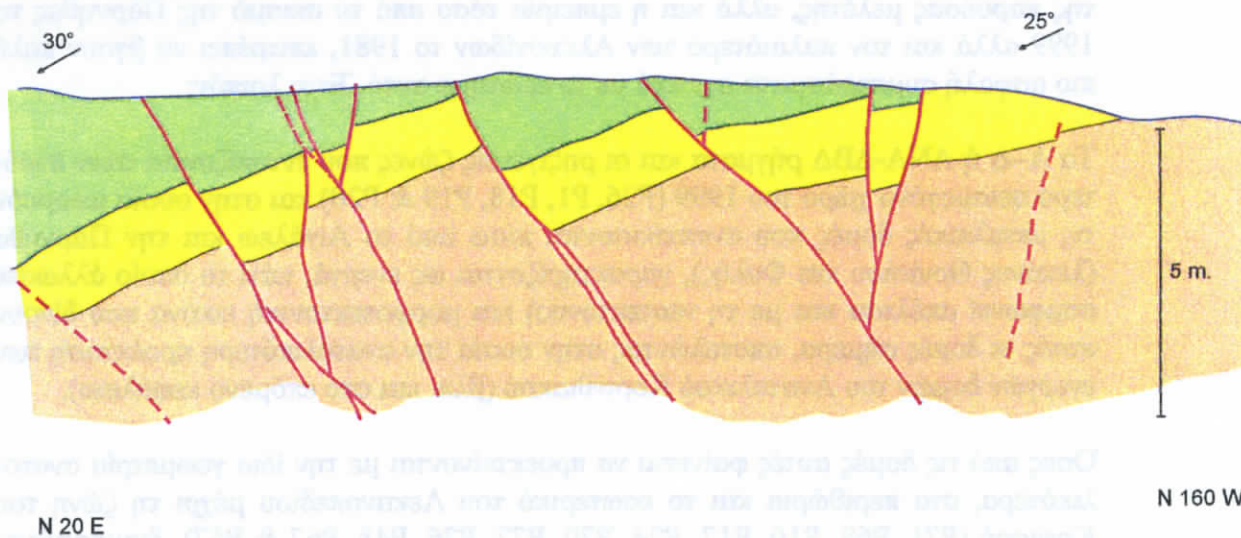
Κατοπτρικές επιφάνειες εντοπίζονται σε ορισμένες περιπτώσεις (P29) με τιμές κλίσεων από 55°–75° και φορά κυρίως προς ΒΑ και σπανιότερα ΝΔ. Οι γραμμές προστριβής που εντοπίστηκαν είναι κυρίως οριζόντιες και σπανιότερα κατά κλίση, ενώ κρούστες, τεκτονικά λατυποπαγή και κορήματα συνοδεύουν συχνά τις ρηξιγενείς επιφάνειες.

Νοτιότερα προς την παραλιακή ζώνη εντοπίζονται ορισμένα ακόμη ρήγματα, τα οποία προσανατολίζονται σε δύο διευθύνσεις. Η μία από αυτές είναι BBA–NNΔ (P6, P7 & P8) και αντιπροσωπεύει ρήγματα που οριοθετούν μικρές υπολειμματικές εμφανίσεις του αλπικού υποβάθρου από τα κορήματα, αποτελώντας στην ουσία την προς νότο προέκταση των αντίστοιχης διεύθυνσης ρηγμάτων που απαντώνται στο περιθώριο του Υμηττού.

Η άλλη διεύθυνση είναι ΒΔ–ΝΑ, αφορά ρήγματα που αναπτύσσονται μέσα στους νεογενείς σχηματισμούς και προσανατολίζονται παράλληλα με την ακτογραμμή (P9,



Εικ. 3-21. Κατοπτρική επιφάνεια του ρήγματος P12 στην περιοχή της Τερψιθέας Γλυφάδας που φέρνει σε επαφή δολομιτικά μάρμαρα με οφιόλιθους.



Εικ. 3-22. Η δέσμη των συνθετικών και αντιθετικών ρηγμάτων, που σχηματίζουν τη ρηξιγενή ζώνη P11 και η παραμόρφωση που προκαλούν στα νεογενή ιζήματα.

P11 & P61). Άλλοτε εκφράζονται με μικρή μορφολογική ανωμαλία (P61) και άλλοτε χαρακτηρίζουν μια δέσμη ρηγμάτων, συνθετικών και αντιθετικών, όπως η ρηξιγενής ζώνη P11 στην περιοχή Καλαμακίου. Τα ρήματα που αποτελούν τη ζώνη αυτή είναι στο σύνολό τους κανονικού χαρακτήρα, με μέση διεύθυνση ΑΒΑ–ΔΝΔ και προκαλούν χαρακτηριστικές κάμψεις στα νεογενή ιζήματα που τέμνουν. Η συγκεκριμένη ρηξιγενής ζώνη είναι παρακολουθήσιμη για περίπου 3 km. Ωστόσο η οποιαδήποτε μορφολογική ανωμαλία είχε προκαλέσει έχει εξαλειφθεί.

Ταξινόμηση Ρηγμάτων και Ρηξιγενών Ζωνών ως προς τη δυναμικότητά τους

Όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο της "Εισαγωγής", η περιοχή του Λεκανοπεδίου περιτοιχίζεται από περιοχές (Ανατολικός Κορινθιακός, ΒΔ Σαρωνικός, Λεκάνη Θήβας, Νότιος Ευβοϊκός) στις οποίες είναι βεβαιωμένη η ύπαρξη σεισμικών και ενεργών ρηγμάτων. Οι περιοχές αυτές όμως βρίσκονται εκτός Λεκανοπεδίου και η άποψη που ήταν καθολικά αποδεκτή μέχρι σήμερα έλεγε ότι στον ευρύτερο χώρο του Λεκανοπεδίου δεν υφίστανται ενεργά ρήγματα. Μετά όμως από τον σχετικά πρόσφατο σεισμό στην περιοχή της Πάρνηθας και τα νέα στοιχεία που αποκομίσθηκαν, το ερώτημα τίθεται ακόμα πιο επιτακτικά. **Υπάρχουν ενεργά ρήγματα στο λεκανοπέδιο;**

Η λεπτομερής γεωλογική και τεκτονική έρευνα που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της παρούσας μελέτης, αλλά και η εμπειρία τόσο από το σεισμό της Πάρνηθας το 1999 αλλά και τον παλαιότερο των Αλκυονίδων το 1981, επιτρέπει να βγουν πολύ πιο ασφαλή συμπεράσματα σχετικά με το ερώτημα αυτό. Έτσι λοιπόν:

Τα Α–Δ ή ΑΝΑ–ΔΒΔ ρήγματα και οι ρηξιγενείς ζώνες που εντοπίζονται στον ευρύτερο σειсмоγόνο χώρο του 1999 (P26, P1, P18, P19 & P20) και στην ουσία αφορούν τις μεταλπικές δομές που αναπτύσσονται πίσω από το Αιγάλεω και την Πάρνηθα (Λεκάνες Θριάσιου και Φυλής), χαρακτηρίζονται ως ενεργά, κάτι το οποίο άλλωστε συμφωνεί απόλυτα και με τη νεοτεκτονική και μορφοτεκτονική εικόνα που δίνουν αυτές οι δομές σήμερα, αποτελώντας στην ουσία την ανατολικότερη προέκταση των ενεργών δομών του Ανατολικού Κορινθιακού (βλ. και στο επόμενο κεφάλαιο).

Όσες από τις δομές αυτές φαίνεται να προεκτείνονται με την ίδια γεωμετρία ανατολικότερα, στα περιθώρια και το εσωτερικό του Λεκανοπεδίου μέχρι τη ζώνη του Κηφισού (P71, P69, P10, P17, P24, P70, P72, P76, P48, P67 & P57), διαμορφώνοντας καθοριστικά τη σημερινή νεοτεκτονική και μορφοτεκτονική εικόνα σύμφωνα με όσα περιγράφησαν στα προηγούμενα, χαρακτηρίζονται ως πιθανά ενεργά.

Αντίστοιχα ως πιθανά ενεργά χαρακτηρίζονται και ορισμένα μεγάλα BBA–NNA περιθωριακά ρήγματα του Αιγάλω και της Πάρνηθας (P64, P63, P55, P57, P58, P59 & P22), αλλά και η μεγάλη ρηξιγενής ζώνη του Κηφισού (P16), που αντιπροσωπεύουν καθοριστικές δομές για τη νεοτεκτονική εξέλιξη του δυτικού τμήματος του Λεκανοπεδίου και που η γενικότερη τεκτονική και μορφοτεκτονική εικόνα τους συνηγορεί σε κάτι τέτοιο (βλπ. περιγραφές στα προηγούμενα). Άλλωστε φαίνεται ότι διαδραμάτισαν ουσιαστικό ρόλο στην κατανομή των καταστροφών του σεισμού του 1999 (βλπ. λεπτομέρειες και στο επόμενο κεφάλαιο).

Αντίθετα με το δυτικό, το ανατολικό τμήμα του Λεκανοπεδίου δεν φαίνεται να παρουσιάζει την ίδια εικόνα σε ότι αφορά στην ύπαρξη ενεργών δομών, δεδομένου ότι τόσο τα χαρακτηριστικά των επιμέρους ρηγμάτων, όσο και η γενικότερη νεοτεκτονική και μορφοτεκτονική εικόνα της περιοχής φανερώνουν ότι οι δομές είναι σήμερα ανενεργές και φαίνεται να σχετίζονται περισσότερο με το αλπικό υπόβαθρο παρά με τους νεότερους σχηματισμούς. Καθοριστικό ρόλο στην εξέλιξη αυτή φαίνεται ότι έχει παίξει η μεγάλη ρηξιγενής ζώνη του Κηφισού, όπως με λεπτομέρεια αναλύεται στο κεφάλαιο της νεοτεκτονικής εξέλιξης.

Η μόνη μεγάλη τεκτονική δομή που χαρακτηρίζεται ως πιθανά ενεργή για το ανατολικό τμήμα του Λεκανοπεδίου είναι η ρηξιγενής ζώνη "Ζεφυρίου – Αγ. Παρασκευής" (P72), προέκταση στην ουσία του ενεργού βόρειου περιθωρίου του Θριάσιου Πεδίου και των σεισμικών δομών του Αν. Κορινθιακού, δεδομένου ότι αυτή έχει διαδραματίσει πολύ σημαντικό ρόλο και στην πρόσφατη μορφοτεκτονική εξέλιξη του Λεκανοπεδίου. Δεν είναι τυχαίο άλλωστε ότι κατά μήκος της ζώνης αυτής (με έμφαση στην περιοχή του Χαλανδρίου) σημειώθηκαν οι σημαντικότερες καταστροφές κατά τους σεισμούς των Αλκυονίδων το 1981. Αλλά και με τον πρόσφατο σεισμό της Πάρνηθας το 1999, οι καταστροφές που εντοπίστηκαν ανατολικά της ζώνης του Κηφισού, εστιάζονται κυρίως παράλληλα με τη ζώνη αυτή.

Ολοκληρώνοντας την προσέγγιση που έγινε στο θέμα της δυναμικότητας των ρηγμάτων, τίθεται το ερώτημα: **Τελικά ποιες είναι οι σημαντικές ενεργές ρηξιγενείς ζώνες που βρίσκονται εντός ή στον περιβάλλοντα χώρο του Λεκανοπεδίου;** Αυτές δηλαδή που είναι ικανές να δώσουν έστω και μετρίου μεγέθους σεισμό. Με βάση όσα αναφέρθηκαν στα προηγούμενα, αλλά και από τη λεπτομερή τεκτονική και μορφοτεκτονική μελέτη που πραγματοποιήθηκε σε σημαντικές ρηξιγενείς ζώνες που βρίσκονται στον ευρύτερο χώρο του Λεκανοπεδίου, εκτός περιοχής μελέτης (Θριάσιο Πεδίο, Κεντρική και Βόρεια Πάρνηθα, Πεντέλη κλπ.), οι ζώνες αυτές είναι οι ακόλουθες (Εικ. 3-23):

Ρηξιγενής Ζώνη Περάματος: Βρίσκεται στο ΝΔ περιθώριο του Χάρτη (εκτός περιοχής μελέτης) και οριοθετεί τον ορεινό όγκο του Αιγάλω από τη λεκάνη του Ανα-

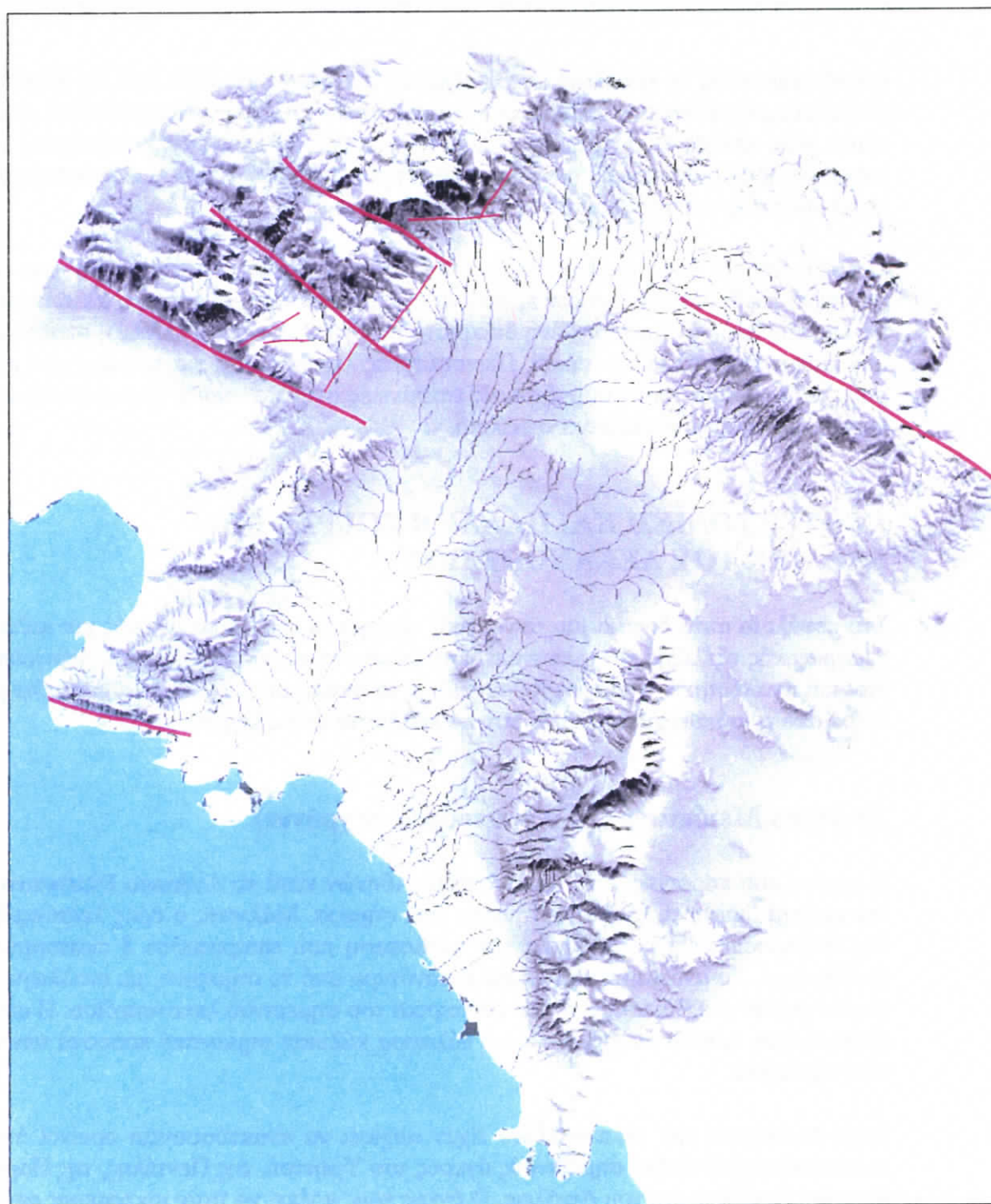
τολικού Σαρωνικού Κόλπου. Έχει διεύθυνση ΔΒΔ-ΑΝΑ και τόσο από τεκτονική όσο και μορφοτεκτονική άποψη έχει τα χαρακτηριστικά ενός ενεργού ρήγματος.

Ρηξιγενής Ζώνη Θριάσιου Πεδίου: Μικρό τμήμα της ζώνης αυτής περιλαμβάνεται στο δυτικό περιθώριο του Χάρτη. Στοιχεία για τη ζώνη αυτή δόθηκαν στα προηγούμενα. Έχει διεύθυνση ΔΒΔ-ΑΝΑ, οριοθετεί το κέρας της Πάρνηθας από τη λεκάνη του Θριάσιου Πεδίου και παρουσιάζει και αυτή τα τυπικά χαρακτηριστικά ενός ενεργού ρήγματος. Μαζί με την προηγούμενη ζώνη συνιστούν χαρακτηριστικές δομές στο χώρο της ξηράς που είναι παράλληλες με αντίστοιχες ενεργές δομές στον υποθαλάσσιο χώρο του Ανατολικού Σαρωνικού.

Ρηξιγενείς Ζώνες ΝΑ τμήματος Πάρνηθας: Αντιπροσωπεύουν δύο σημαντικές ΔΒΔ-ΑΝΑ ενεργές ρηξιγενείς ζώνες, που απαντώνται βορειότερα από τη ρηξιγενή ζώνη του Θριάσιου Πεδίου, στον ορεινό όγκο της ΝΑ Πάρνηθας. Οριοθετούν συνήθως μικρές μεταλπικές λεκάνες και επηρεάζουν χαρακτηριστικά τη μορφοτεκτονική εικόνα της περιοχής (διάταξη και κατανομή επιφανειών επιπέδωσης, ασυμμετρίες υδρογραφικού δικτύου, μετατοπίσεις υδροκριτών κλπ.), δημιουργώντας μια κλιμακωτή ταπεινώση του ορεινού συγκροτήματος της Πάρνηθας προς το Θριάσιο Πεδίο. Δεν είναι τυχαίο άλλωστε ότι στο χώρο αυτό εντοπίζεται και το σεισμογόνο ρήγμα που έδωσε το σεισμό της Πάρνηθας. Χαρακτήρα ενεργών ρηγμάτων παρουσιάζουν και ορισμένα μικρότερης τάξης ρήγματα (με ΒΒΑ-ΝΝΔ ή ΒΑ-ΝΔ διεύθυνση) που αναπτύσσονται στο εσωτερικό των χαρακτηριστικών, ΔΒΔ-ΑΝΑ διεύθυνσης, μακροδομών που οριοθετούν οι προηγούμενες ρηξιγενείς ζώνες.

Ρηξιγενής Ζώνη Βόρειας Πεντέλης: Ένα πολύ μικρό τμήμα της ζώνης αυτής διασχίζει το ΒΑ περιθώριο του Χάρτη. Παρουσιάζει και αυτή διεύθυνση ΔΒΔ-ΑΝΑ, οριοθετώντας τον ορεινό όγκο της Πεντέλης από τις μικρές μεταλπικές λεκάνες που αναπτύσσονται βορειότερα. Παρουσιάζει και αυτή τα τυπικά τεκτονικά και μορφοτεκτονικά χαρακτηριστικά ενός ενεργού ρήγματος και φαίνεται ότι αποτελεί την νοτιότερα ευρισκόμενη στο χώρο της ξηράς δομή, που είναι παράλληλη με τα αντίστοιχης διεύθυνσης ενεργά και σεισμικά σήμερα ρήγματα του Νότιου Ευβοϊκού Κόλπου.

Σύμφωνα με την εικόνα που δόθηκε διαπιστώνεται ότι το σύνολο των ενεργών ρηγμάτων στο χώρο του Λεκανοπεδίου παρουσιάζουν ΔΒΔ-ΑΝΑ διεύθυνση. Η διαπίστωση αυτή έρχεται σε άμεση συμφωνία τόσο με την παρατήρηση των ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ & ΛΟΖΙΟΥ (1990) ότι οι ενεργές Α-Δ δομές του Ανατολικού Κορινθιακού συνδέονται με τις ενεργές, επίσης, ΔΒΔ-ΑΝΑ και ΒΔ-ΝΑ δομές του Νότιου Ευβοϊκού μέσω μιας μεταβατικής ζώνης από ενεργά ρήγματα με σταδιακή μεταβολή της διεύθυνσης, όσο και με τις πρόσφατες διαπιστώσεις από την μελέτη των γεωδαιτικών στοιχείων από τα G.P.S., ότι ο ευρύτερος χώρος χαρακτηρίζεται από ένα ΒΑ-ΝΔ εφελκυσμό.



Εικ. 3-23. Τα κυριότερα ενεργά ρήγματα και ρηξιγενείς ζώνες του Λεκανοπεδίου

Ολοκληρώνοντας το κεφάλαιο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι πέρα από το χαρακτηρισμό των ρηγμάτων ανάλογα με τη δυναμικότητα να δώσουν κάποιο σεισμό, σημαντικό ρόλο επίσης διαδραματίζει η παρουσία τους σαν επιφάνειες ασυνέχειας που μπορεί να καθορίσουν, μαζί με άλλους παράγοντες, την κατανομή των καταστροφών κατευθύνοντας και ενισχύοντας τη σεισμική ενέργεια.

Ο ρόλος λοιπόν των ρηγμάτων είναι σύνθετος στα πλαίσια της εκτίμησης της σεισμικής επικινδυνότητας και δεν πρέπει να αντιμετωπίζεται μονομερώς, αλλά σφαιρικά και έξω από την καθιερωμένη διάκριση "ενεργό", "ανενεργό" κλπ., η οποία είναι μεν καθοριστική αλλά δεν αρκεί. Περισσότερες λεπτομέρειες για το ρόλο που μπορούν να διαδραματίσουν οι ρηξιγενείς επιφάνειες στην κατανομή των καταστροφών περιλαμβάνονται στο επόμενο κεφάλαιο.

ΝΕΟΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΑΙ ΠΑΛΑΙΟΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΛΕΚΑΝΟΠΕΔΙΟΥ

Στο κεφάλαιο αυτό δίνεται μια συνοπτική περιγραφή της νεοτεκτονικής και παλαιογεωγραφικής εξέλιξης του Λεκανοπεδίου, σύμφωνα με τα στοιχεία που περιγράφησαν και αναλύθηκαν στα προηγούμενα. Για το σκοπό αυτό έχει κατασκευασθεί μια σειρά από τρισδιάστατους χάρτες που παρατίθενται εκτός κειμένου.

Ανώτερο Μειόκαινο (10-6 εκατομμύρια χρόνια)

Η εικόνα που παρουσίαζε το Λεκανοπέδιο Αθηνών κατά το Ανώτερο Μειόκαινο ήταν αρκετά διαφορετική από αυτήν που έχει σήμερα. Μάλιστα, ο όρος λεκανοπέδιο δεν αντιπροσωπεύει με ακρίβεια την κατάσταση που επικρατούσε 8 εκατομμύρια χρόνια πριν. Το ανάγλυφο ήταν πολύ εντονότερο από το σημερινό, με εναλλαγές ορεινών όγκων και βυθισμάτων στο εσωτερικό του σημερινού λεκανοπεδίου. Η ακτογραμμή ήταν αρκετά πιο βόρεια και η θάλασσα κάλυπτε σημαντικό ποσοστό των νοτίων περιοχών.

Στην περιφέρεια του λεκανοπεδίου είχαν αρχίσει να αναπτύσσονται ορεινοί όγκοι που αντιστοιχούν στους σημερινούς όγκους του Υμηττού, της Πεντέλης, της Πάρνηθας, του Ποικίλου και του Αιγάλεω. Ο όγκος τους πρέπει να ήταν μικρότερος από το σημερινό.

Στο εσωτερικό, η κατάσταση δεν ήταν όσο ήπια όσο η σημερινή. Το ανάγλυφο ήταν αρκετά εντονότερο, με μια σειρά από λόφους στο κεντρικό τμήμα. Οι λόφοι αυτοί καταλάμβαναν την περιοχή όπου σήμερα βρίσκεται η Νέα Χαλκηδόνα ως και το Νέο

Ψυχικό. Τα σημερινά υπολείμματα αυτής της λοφοσειράς αντιστοιχούν στους λόφους των Τουρκοβουνίων, του Λυκαβηττού και νοτιότερα του Φιλοπάππου.

Η ακτογραμμή ήταν πολύ βορειότερα από τη σημερινή. Χαρακτηριστικό είναι ότι έφτανε πολύ κοντά στο λόφο του Φιλοπάππου, ο οποίος πιθανόν να ήταν ακρωτήριο. Κάτω από τη θάλασσα βρισκόταν και η σημερινή παραλιακή περιοχή από τον Πειραιά και το Μοσχάτο, μέχρι τη Γλυφάδα, και εσωτερικά μέχρι τη Νέα Σμύρνη και τον Άγιο Δημήτριο στα βόρεια.

Πρέπει να σημειωθεί πως το περιβάλλον απόθεσης των σχηματισμών που δημιουργήθηκαν κατά το Ανώτερο Μειόκαινο, σε αυτές τις περιοχές, είναι σε γενικές γραμμές παράκτιο. Κάποιες όμως φάσεις, ειδικά αυτές που εμφανίζονται βορειότερα, προς τον Αγ. Δημήτριο, φαίνονται να αντιστοιχούν σε μάλλον ποταμοχερσαίο περιβάλλον απόθεσης, πιθανότατα σε εκβολές ποταμών, όπου υπήρχε εποχιακή προέλαση της θάλασσας. Για αυτόν τον λόγο χαρακτηρίζονται σαν "παράκτιες και παράλιες" φάσεις.

Στο βόρειο τμήμα του λεκανοπεδίου υπήρχε μια εκτεταμένη περιοχή όπου υπήρχαν λίμνες. Μπορούμε να χωρίσουμε δύο κύριες περιοχές λιμνών. Η βορειότερη καταλάμβανε την περιοχή του Χαλανδρίου, Βριλησίων, Μαρουσίου, Ν. Ηρακλείου, Πεύκης και έφτανε μέχρι τα Νέα Λιόσια, τους Αγ. Αναργύρους, τις Αχαρνές και τους Θρακομακεδόνες στα Βόρεια. Η δεύτερη ήταν πολύ μικρότερη και εκτεινόταν στα δυτικά του ορεινού όγκου που αντιστοιχούσε στο σημερινό όρος Ποικίλο. Καλυπτε την περιοχή όπου σήμερα βρίσκεται το Χαϊδάρι, η Ανθούπολη και τα Άσπρα Χώματα. Επίσης, μια μικρότερης έκτασης λίμνη υπήρχε και στην περιοχή της Φυλής. Πρέπει να τονιστεί ότι οι λιμναίες περιοχές που αναφέρθηκαν δεν αντιστοιχούν σε αμιγώς λιμναίο περιβάλλον, αλλά σε μια έκταση που κατακλυζόταν περιοδικά από λιμναία ύδατα. Υπήρχε δηλαδή μια περιοχή εφήμερων λιμναίων περιοχών, οι οποίες μεταβάλλονταν εποχιακά σε έκταση, ανάλογα με τις παροχές των χειμάρρων που τροφοδοτούσαν τις εκάστοτε λίμνες.

Οι ρηξιγενείς ζώνες που δρούσαν κατά την περίοδο αυτή ήταν αυτές που ανύψωναν τους ορεινούς όγκους του Υμηττού, της Πεντέλης, της Πάρνηθας και του Αιγάλεω. Η γενική διεύθυνση των ρηξιγενών αυτών ζωνών ήταν BBA–NNΔ.

Επιπλέον, σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη της περιοχής, είχε μια μεγάλη ρηξιγενής ζώνη διεύθυνσης Α-Δ, η οποία εκτεινόταν από την βόρεια απόληξη του ορεινού όγκου που σήμερα αντιστοιχεί στο όρος Ποικίλο, στα δυτικά, μέχρι τη βόρεια απόληξη του ορεινού όγκου που σήμερα αντιστοιχεί στον Υμηττό, στα ανατολικά (ρηξιγενής ζώνη P72, "Ζεφυρίου – Αγ. Παρασκευής"). Αυτή η ρηξιγενής ζώνη ανύψωνε το νότιο τέμαχος, δημιουργώντας ένα βύθισμα στα βόρεια. Έτσι, υπήρχε μια περιοχή με λόφους στα νότια, η οποία λειτουργούσε σαν φράγμα, μην επιτρέποντας τη διέλευση

του νερού προς τη θάλασσα. Αυτό το φράγμα ήταν υπεύθυνο για τον σχηματισμό των εποχιακών λιμνών βορειότερα.

Φυσικά, σημαντικό ρόλο στο σχηματισμό των λιμνών πρέπει να έπαιζε και το παλαιοανάγλυφο. Ως γνωστόν, το εσωτερικό του λεκανοπεδίου των Αθηνών δομείται από μια ποικιλία σχηματισμών (εύκολων στη διάβρωση ή όχι, υδροπερατών ή μη), που ανήκουν στην ενότητα των Αθηνών. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με τη δράση μικρότερων ρηγμάτων και ρηξιγενών ζωνών, δημιούργησε ένα χαρακτηριστικό ανάγλυφο κλειστών τάφρων, που διευκόλυνε τη δημιουργία των λιμνών.

Η γενική εικόνα που υπήρχε κατά το Ανώτερο Μειόκαινο ήταν ότι στην περιφέρεια του λεκανοπεδίου ανυψώνονταν οι ορεινοί όγκοι, ενώ στο εσωτερικό το ανάγλυφο και η τεκτονική δραστηριότητα ήταν πολύ εντονότερα. Η διάβρωση των ορεινών όγκων τροφοδοτούσε με υλικό τις παρακείμενες θαλάσσιες περιοχές και τις εσωτερικές λεκάνες στις οποίες είχαμε την απόθεση των θαλάσσιων και των λιμναίων, αντίστοιχα, σχηματισμών του Αν. Μειοκαίνου.

Ανώτερο Πλειόκαινο (4-2 εκατομμύρια χρόνια)

Η εικόνα που παρουσίαζε το λεκανοπέδιο των Αθηνών κατά το Ανώτερο Πλειόκαινο, δηλαδή πριν από 3 περίπου εκατομμύρια χρόνια, έμοιαζε αρκετά με την εικόνα του Αν. Μειοκαίνου. Στην περιφέρεια του λεκανοπεδίου είχαν αναπτυχθεί μεγάλοι ορεινοί όγκοι, ενώ στο εσωτερικό εξακολουθούσαν να υπάρχουν μικρότεροι λόφοι. Λιμναίες περιοχές υπήρχαν, αλλά είχαν μικρότερη έκταση ενώ και η ακτογραμμή βρισκόταν αρκετά κοντά στην ακτογραμμή του Μειοκαίνου.

Οι ορεινοί όγκοι που αντιστοιχούν στον Υμηττό, την Πεντέλη, την Πάρνηθα και το Αιγάλεω πρέπει να είχαν αρκετά μεγάλο όγκο, πιθανότατα μεγαλύτερο από αυτόν που έχουν σήμερα.

Στο εσωτερικό του λεκανοπεδίου η κατάσταση εξακολουθούσε να μην είναι ήπια. Οι λόφοι στην κεντρική περιοχή των Αθηνών παρουσίαζαν έντονο σχετικά ανάγλυφο, δημιουργώντας ένα φράγμα που χώριζε τη βόρεια από τη νότια περιοχή. Ο όγκος βέβαια αυτών των λόφων σταδιακά μειωνόταν λόγω των διεργασιών της διάβρωσης.

Στη βόρεια περιοχή, εξακολουθούσαν να υπάρχουν λιμναίες περιοχές, με μικρότερη όμως έκταση από αυτήν που είχαν κατά το Αν. Μειόκαινο. Εξαπλώνονταν στο χώρο όπου σήμερα είναι οι δήμοι Χαλανδρίου, Βριλήσσιων και Αμαρουσίου, καθώς και στην περιοχή των Αχαρνών και της Λυκόβρυσης. Οι λίμνες στην περιοχή του Περιστερίου, της Ανθούπολης, των Άσπρων Χωμάτων και της Φυλής δεν υπήρχαν πλέον.

Η ακτογραμμή ήταν αρκετά κοντά σε αυτή του Αν. Μειοκαίνου. Οι περιοχές από τον Πειραιά και το Μοσχάτο μέχρι τη Γλυφάδα, καθώς και μέχρι τη Νέα Σμύρνη και τον Άγιο Δημήτριο προς τα βόρεια εξακολουθούσαν να αποτελούν ένα παράκτιο ή παράλιο περιβάλλον.

Οι ρηξιγενείς ζώνες που κατά το Ανώτερο Μειόκαινο ανύψωσαν τους ορεινούς όγκους του Υμηττού, της Πεντέλης και του Αιγάλεω, στο Ανώτερο Πλειόκαινο δεν έπαιζαν πλέον καθοριστικό ρόλο στην εξέλιξη της περιοχής. Τα όρη αυτά άρχισαν να διαβρώνονται, με αποτέλεσμα την έναρξη της δημιουργίας μικρών κώνων. Στην Πάρνηθα εξακολουθούσε να δρα η ρηξιγενής ζώνη διεύθυνσης Α-Δ που τη διαχωρίζει από το Θριάσιο πεδίο, καθώς και το ρήγμα της Φυλής.

Όσον αφορά στη ρηξιγενή ζώνη διεύθυνσης Α-Δ (P72), η οποία εκτεινόταν από την βόρεια απόληξη του ορεινού όγκου του όρους Ποικίλου, στα δυτικά, μέχρι τη βόρεια απόληξη του ορεινού όγκου του Υμηττού, στα ανατολικά, πιθανόν να εξακολουθούσε να είναι ενεργή. Βόρεια αυτής υπήρχε ένα βύθισμα, στο οποίο είχαμε την ανάπτυξη των λιμναίων περιοχών. Οι λιμναίες αυτές περιοχές τροφοδοτούνταν από ιζήματα που προέρχονταν από υλικά διάβρωσης των γύρω ορεινών όγκων, αλλά και των μικρότερων λόφων που δομούνταν από την αλλόχθονη ενότητα των Αθηνών.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι οι λιμναίοι σχηματισμοί του Αν. Πλειοκαίνου αποτελούν ένα "κάλυμμα" το οποίο ομογενοποίησε και εξομάλυνε το παλαιοαναγλυφο που είχε διαμορφωθεί στους υποκείμενους σχηματισμούς. Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι στο σύνολο σχεδόν της επιφανειακής τους εξάπλωσης το ανάγλυφο που τους χαρακτηρίζει είναι ιδιαίτερα ομαλό, δίνοντας την εικόνα μιας δημιουργικής επιφάνειας επιπέδωσης.

Δίνεται λοιπόν η εντύπωση ότι δεν υπήρχε έντονη τεκτονική δραστηριότητα κατά την περίοδο του Αν. Πλειοκαίνου. Επομένως, είναι πιθανόν το φράγμα που εμπόδιζε το νερό των λιμνών να διοχετευθεί προς τη θάλασσα να αποτελούσε μια παλαιότερη δομή, είτε τεκτονική, είτε λιθολογική.

Μέσο Πλειστόκαινο (800.000-500.000 χρόνια)

Κατά το Μέσο Πλειστόκαινο, δηλαδή πριν από περίπου 600.000 χρόνια, η κατάσταση που επικρατούσε στο λεκανοπέδιο των Αθηνών έμοιαζε πολύ με τη σημερινή. Τα όρη που περιέβαλλαν το λεκανοπέδιο είχαν λίγο πολύ τη σημερινή τους μορφή. Η ακτογραμμή ήταν σε γενικές γραμμές στην ίδια θέση με τη σημερινή και δεν υπήρχαν καθόλου λιμναίες περιοχές.

Ο Υμηττός, η Πεντέλη, η Πάρνηθα και το Αιγάλεω, που ήδη είχαν αρχίσει να διαβρώνονται από το Ανώτερο Πλειστόκαινο, εξακολουθούσαν να βρίσκονται υπό καθεστώς διάβρωσης και κατά το Πλειστόκαινο, όπως άλλωστε και σήμερα. Είχαν λοιπόν δημιουργηθεί κώνοι κορημάτων, πλευρικά κορήματα και ριπίδια στις πλαγιές των βουνών αυτών. Αξιοσημείωτα είναι το μεγάλο ριπίδιο του Υμηττού στην περιοχή της Γλυφάδας και το ριπίδιο της Πάρνηθας. Και οι δύο σχηματισμοί αυτοί αποκτούν μεγάλο πλάτος και πάχος εμφάνισης.

Στο εσωτερικό τμήμα του λεκανοπεδίου, το ανάγλυφο είχε εξομαλυνθεί αρκετά, προσεγγίζοντας σε μεγάλο βαθμό τη σημερινή κατάσταση. Το φράγμα που υπήρχε κατά τις προηγούμενες περιόδους έπαψε να υφίσταται. Έτσι έπαψαν να υπάρχουν λιμναίες περιοχές στο βόρειο τμήμα, αφού το νερό βρήκε διέξοδο προς τη θάλασσα, δημιουργώντας τον Κηφισό Ποταμό που σταδιακά εξελίχθηκε στη σημερινή μορφή του.

Η ακτογραμμή πρέπει να ήταν περίπου στην ίδια θέση με σήμερα. Στην περιοχή βέβαια του Νέου Φαλήρου και του Μοσχάτου, όπου σήμερα εκβάλει ο Κηφισός ποταμός, η ακτογραμμή ήταν πιο εσωτερικά από τη σημερινή, εφόσον η περιοχή έχει προσχωθεί από τον Κηφισό. Επίσης, η Πειραιϊκή χερσόνησος δεν επικοινωνούσε με τη στεριά, αλλά ήταν νησί.

Η τεκτονική δραστηριότητα περιορίζεται στο δυτικό τμήμα του λεκανοπεδίου το οποίο οριοθετείται από τις ρηξιγενείς ζώνες του Κηφισού και των περιθωρίων του Αιγάλεω, του Ποικίλου και της Πάρνηθας. Γενικά, φαίνεται πως η τεκτονική δράση είχε αρχίσει να μετατοπίζεται κυρίως στο χώρο έξω από το λεκανοπέδιο της Αθήνας, προς τα δυτικά. Η κύρια διεργασία που ήλεγχε το ανάγλυφο πρέπει να ήταν η διάβρωση, με την επακόλουθη δημιουργία κώνων κορημάτων και ριπιδίων.

Ανώτερο Πλειστόκαινο

Οι κλιματικές μεταβολές που έλαβαν χώρα κατά το Πλειστόκαινο επηρέασαν σημαντικά τη μορφή του λεκανοπεδίου. Ο εναλλαγές παγετωδών και μεσοπαγετωδών περιόδων είχαν ως αποτέλεσμα την αυξομείωση της στάθμης της θάλασσας και την προέλαση και υποχώρηση της ξηράς κατά ανάλογο τρόπο. Η σημαντικότερη πτώση στάθμης σημειώθηκε κατά το Ανώτερο Πλειστόκαινο και συγκεκριμένα κατά την τελευταία παγετώδη περίοδο, του Βουρμίου, οπότε και είχαμε πτώση στάθμης της τάξης των 110 μέτρων.

Όπως ήταν επόμενο, η θάλασσα είχε υποχωρήσει κατά πολύ και το μεγαλύτερο τμήμα του Σαρωνικού κόλπου είχε γίνει ξηρά. Τα νησιά Αίγινα και Σαλαμίνα ήταν ενωμένα με τη ξηρά και αποτελούσαν τη φυσική συνέχεια του λεκανοπεδίου. Η έκταση

του λεκανοπεδίου ήταν πολύ μεγαλύτερη από τη σημερινή και συμπεριελάμβανε μία λίγο ή πολύ πεδινή περιοχή που αντιστοιχούσε στις σημερινές νότιες περιοχές και στο τμήμα του Σαρωνικού από τη σημερινή ακτογραμμή του Πειραιά μέχρι την Αίγινα.

Οι ορεινοί όγκοι που περιβάλλουν το λεκανοπέδιο έχουν αποκτήσει τη σημερινή μορφή τους ενώ και οι λόφοι στο εσωτερικό του λεκανοπεδίου διαφέρουν ελάχιστα.

Στο ανατολικό περιθώριο του λεκανοπεδίου και κατά μήκος των δυτικών παρυφών του Υμηττού, η αντίστοιχη ρηξιγενής ζώνη είναι ήδη ανενεργή. Δραστηριότητα υφίσταται μόνο στο δυτικό περιθώριο του λεκανοπεδίου η οποία αντιστοιχεί αφενός στη δράση των περιθωριακών ζωνών του Αιγάλεω, του ποικίλου και της Πάρνηθας και αφετέρου στη δράση των ρηγμάτων με διεύθυνση Α-Δ που τέμνουν τους προαναφερθέντες ορεινούς όγκους.

Οι σχηματισμοί που αποτίθενται αυτήν την περίοδο είναι κυρίως χερσαίες φάσεις: ποταμοχειμάρριες αποθέσεις, κώνοι κορημάτων και πλευρικά κορήματα, ιδιαίτερα στα περιθώρια των ορεινών όγκων, ασβεστιτικές κρούστες ως αποτέλεσμα του παγετώδους κλίματος και παλαιοεδάφη από την αποσάθρωση των παλαιότερων σχηματισμών.

Υδρογραφικό δίκτυο έχει αναπτυχθεί και στο τμήμα του Σαρωνικού που έχει αναδυθεί και αποτελεί προέκταση του υδρογραφικού δικτύου που είχε αναπτυχθεί πριν την απόσυρση της θάλασσας. Το σημαντικότερο ρέμα του λεκανοπεδίου, ο Κηφισός ποταμός, πιθανότατα έρεε νοτιότερα, δεν γνωρίζουμε όμως αν συνέχιζε την πορεία του προς τα νοτιοδυτικά ή αν άλλαζε διεύθυνση, επηρεαζόμενος από τις ρηξιγενείς ζώνες με διεύθυνση Α-Δ που δρουν στην περιοχή της Σαλαμίνας.

Ολόκαινο

Η σημερινή εικόνα του λεκανοπεδίου της Αθήνας είναι λίγο πολύ η ίδια τα τελευταία 3-5 χιλιάδες χρόνια. Ουσιαστικά πρόκειται για μία περιοχή με χαμηλό μέσο υψόμετρο το οποίο δεν ξεπερνά τα 150-200 μέτρα και η οποία περιβάλλεται από ορεινούς όγκους διαφόρων διευθύνσεων.

Στο ανατολικό περιθώριο έχουμε το όρος Υμηττός με υψόμετρο 1000 μέτρα και διεύθυνση Β-Ν, ο οποίος δομείται κυρίως από μεταμορφωμένους σχηματισμούς Μεσοζωικής ηλικίας. Στις παρυφές του εμφανίζονται οι λιγότερο μεταμορφωμένοι σχηματισμοί των ενοτήτων Αλεποβουνίου και Αθηνών.

Βόρεια του Υμηττού βρίσκεται το όρος Πεντέλη με υψόμετρο 1.100 μέτρα και διεύθυνση ΒΔ–ΝΑ, η οποία επίσης δομείται ως επί το πλείστον από μεταμορφωμένα πετρώματα, επίσης Μεσοζωικής ηλικίας.

Εν συνεχεία, στο βόρειο τμήμα του λεκανοπεδίου βρίσκεται ο ορεινός όγκος της Πάρνηθας με υψόμετρο 1.400 μέτρα και μέση διεύθυνση Α–Δ. Τέλος το δυτικό τμήμα του λεκανοπεδίου οριοθετείται από τους ορεινούς όγκους του Αιγάλεω και του Ποικίλου. Το υψόμετρό τους είναι μικρότερο (350–450 μέτρα) και η γενική τους διεύθυνση περίπου ΒΒΑ–ΝΝΔ.

Τόσο η Πάρνηθα όσο και το Αιγάλεω και το Ποικίλο δομούνται από αμεταμόρφωτους κλαστικούς, ανθρακικούς και οφιολιθικούς σχηματισμούς της Υποπελαγονικής ενότητας και με ηλικία Άνω Παλαιοζωική – Μεσοζωική.

Στο εσωτερικό του λεκανοπεδίου και κυρίως στο κεντρικό του τμήμα, παρατηρείται μία σειρά από λόφους χαμηλού υψομέτρου: Τουρκοβούνια, Λυκαβηττός, Ακρόπολη, Φιλοπάππου κ.α., οι οποίοι δομούνται από πετρώματα της ενότητας των Αθηνών με ηλικία Ανώτερο Κρητιδικό.

Στην υπόλοιπη έκταση του λεκανοπεδίου παρατηρούνται γενικά περιοχές πολύ μικρής μορφολογικής κλίσης, οι οποίες διακόπτονται κατά τόπους από σχετικά μικρούς και περιορισμένους λόφους. Στις περιοχές αυτές εμφανίζονται κυρίως οι παλαιότεροι μεταλπηκοί σχηματισμοί που αποτέθηκαν στις προηγούμενες περιόδους καθώς επίσης και οι πρόσφατες αλλουβιακές και δολουβιακές αποθέσεις.

Τεκτονική δραστηριότητα παρατηρείται κυρίως εκτός του λεκανοπεδίου, στο χώρο της Πάρνηθας και του Θριάσιου πεδίου. Οι ανατολικές απολήξεις αυτών των ρηγματιών εισέρχονται στο βορειοδυτικό τμήμα του λεκανοπεδίου όπου και εστιάζεται η σύγχρονη τεκτονική δραστηριότητα. Σημαντικές επίσης είναι οι ζώνες των περιθωρίων του Αιγάλεω και του ποικίλου όρους καθώς επίσης και η ρηξιγενής ζώνη του Κηφισού αλλά σε μικρότερο βαθμό από ότι στις προηγούμενες γεωλογικές περιόδους.

Το υδρογραφικό δίκτυο παρουσιάζει μία ασύμμετρη ανάπτυξη. Στο βόρειο τμήμα του λεκανοπεδίου είναι σαφώς πιο ανεπτυγμένο ενώ στο νότιο τμήμα εμφανίζονται εποχιακοί κλάδοι μικρής τάξης και μικρού μήκους οι οποίοι εκβάλλουν στον Σαρωνικό κόλπο. Τα επιφανειακά ύδατα των περιφερειακών ορεινών όγκων συγκεντρώνουν τα δύο κύρια ρέματα του Κηφισού και του Ιλισσού οι οποίοι εν συνεχεία εκβάλλουν και αυτοί στον Σαρωνικό κόλπο.

Στην ουσία έχει διαμορφωθεί η μορφολογική και γεωγραφική εικόνα που βρήκαν οι αρχαίοι πρόγονοί μας που κατοίκησαν την περιοχή αυτή. Οι εύφορες πεδιάδες που

είχαν αναπτυχθεί από τις προσχώσεις των ποταμών ήταν κατάλληλες για καλλιέργειες. Σιτηρά στο Θριάσιο Πεδίο, ελαιώνες στο Λεκανοπέδιο και άμπελοι στα Μεσόγεια. Οι μικροί λόφοι στο κέντρο του Λεκανοπεδίου και οι γύρω περιοχές χρησιμοποιήθηκαν για να φιλοξενήσουν όλα αυτά τα μνημεία που δημιούργησε το αρχαιοελληνικό πνεύμα, με απαύγασμα τον Ιερό Βράχο της Ακρόπολης που δίνει ακόμα τη λάμψη του σε ολόκληρη την ανθρωπότητα.

ΣΥΝΘΕΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Προτού γίνει μια πρώτη σύνθεση των δεδομένων –που περιγράφησαν και αναλύθηκαν στα προηγούμενα– και η καταγραφή των συμπερασμάτων, θα αναφερθούν ορισμένα χαρακτηριστικά στοιχεία από τους σεισμούς του 1981 και του 1999 που έπληξαν την Αθήνα με στόχο να γίνει κατανοητός ο ρόλος της γεωλογικής και τεκτονικής δομής στην εκδήλωση και κατανομή των αποτελεσμάτων και συνεπειών του σεισμού, είτε αυτές αφορούν τα δευτερογενή καταστροφικά φαινόμενα (καταπτώσεις, κατολισθήσεις κλπ.) είτε τις βλάβες στις ανθρώπινες κατασκευές.

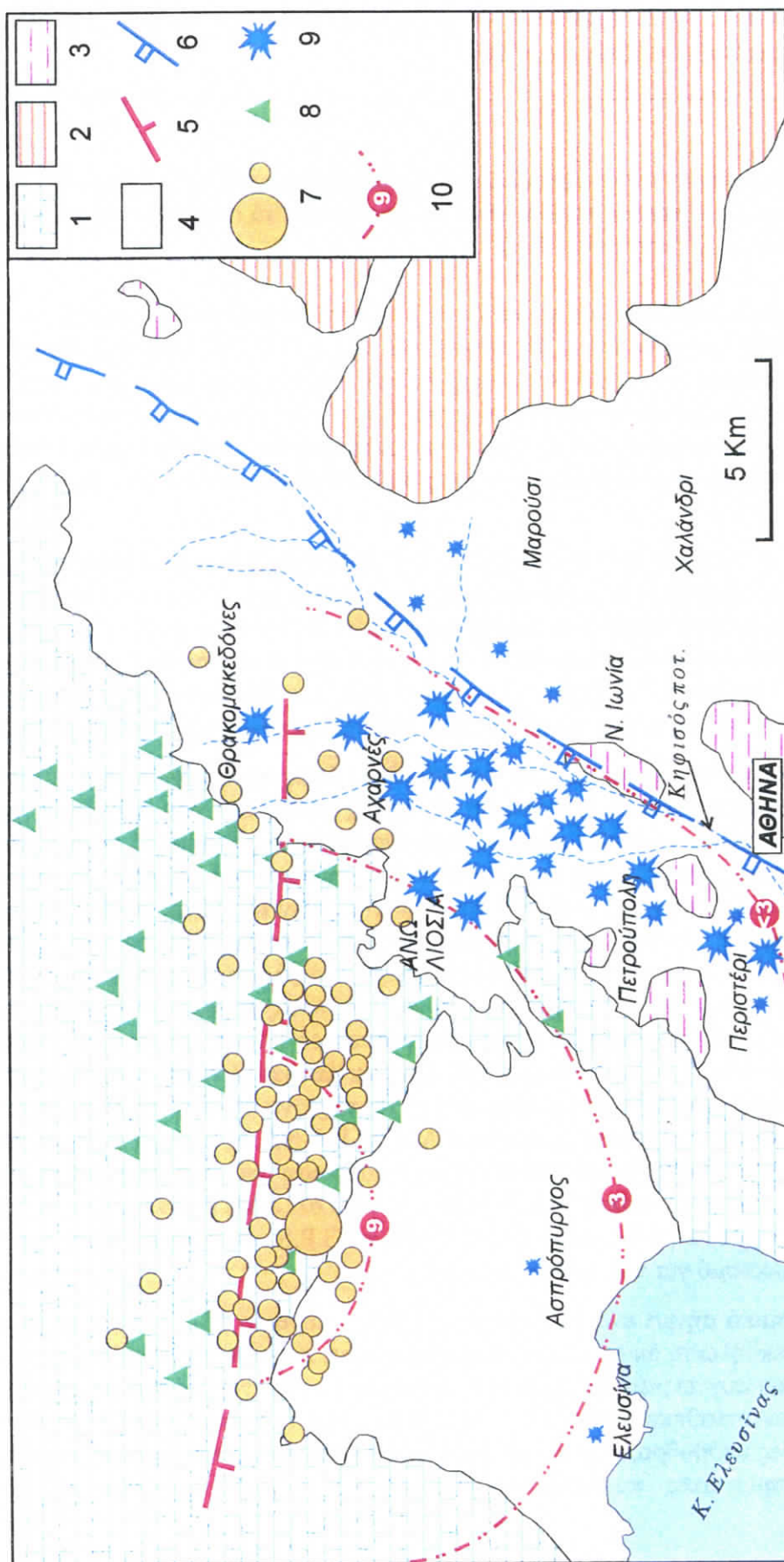
Η περιγραφή αυτή θα γίνει με στόχο αφενός μεν να κατανοηθεί ο μηχανισμός μέσα από τον οποίο καθορίστηκαν οι συγκεκριμένες ζώνες που παρατηρήθηκαν οι καταστροφές αφετέρου δε να προσδιορισθούν οι ποσοτικές και ποιοτικές διαφορές ανάμεσα στις περιοχές που αντέδρασαν με διαφορετικό τρόπο.

Ο ΣΕΙΣΜΟΣ ΤΗΣ 7^{ης} ΣΕΠΤ. 1999 ΣΧΟΛΙΑ – ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Από τη λεπτομερή μελέτη της ευρύτερης σεισμόπληκτης περιοχής που έγινε από την ερευνητική ομάδα του Πανεπιστημίου της Αθήνας με επικεφαλής τον Καθ. Δ. ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ, αμέσως μετά την εκδήλωση του καταστροφικού σεισμού, σε συνδυασμό με τα τεκτονικά στοιχεία της ευρύτερης περιοχής της Αττικής και του λεκα-

νοπεδίου της Αθήνας γενικότερα αλλά και τα δεδομένα του Γεωδυναμικού Ινστιτούτου του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, προέκυψαν τα ακόλουθα συμπεράσματα (ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ και συν. 1999):

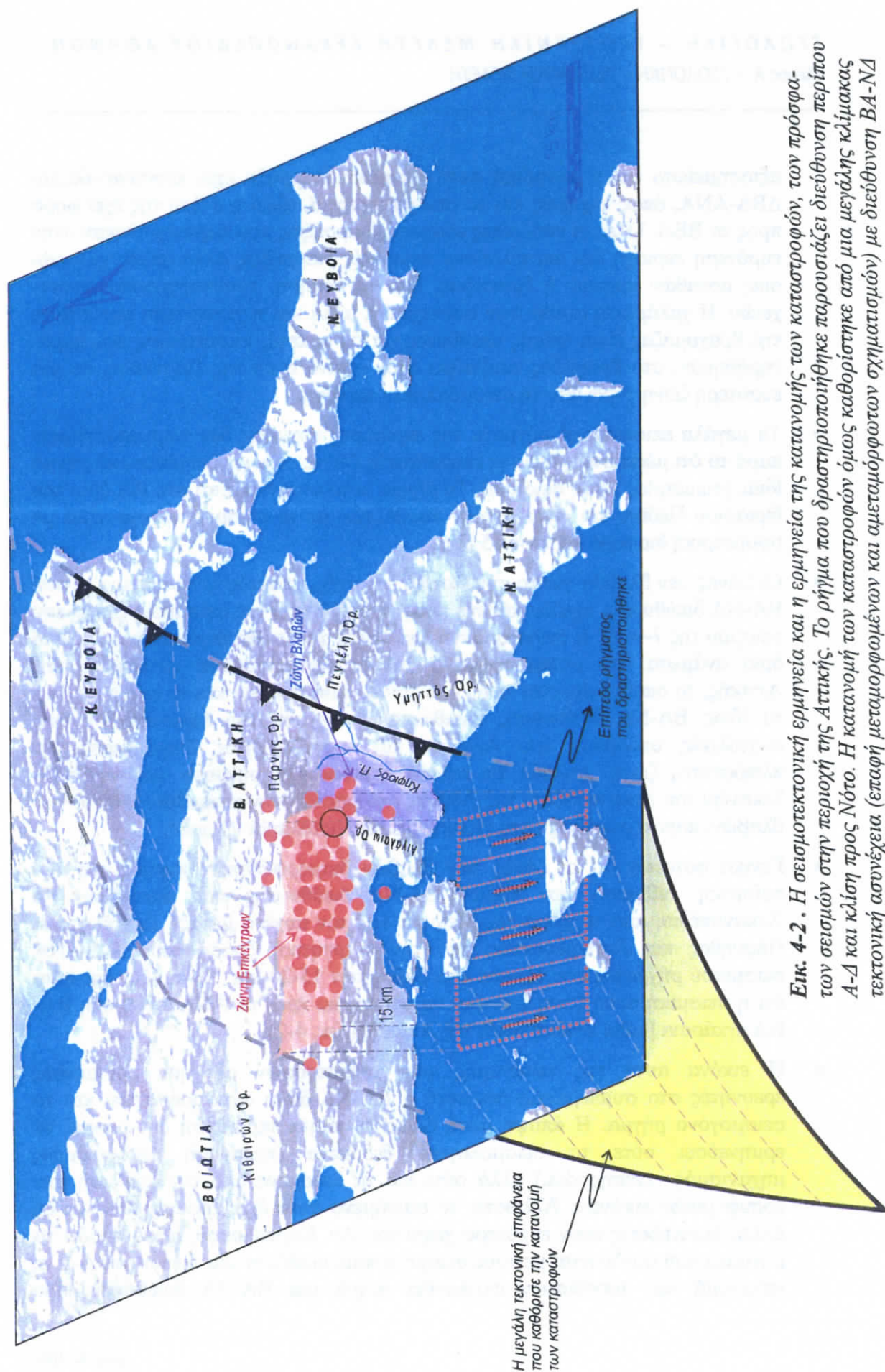
- Η σεισμική διάρρηξη του κύριου σεισμού είχε διεύθυνση ΔΒΔ-ΑΝΑ με κλίση περίπου 40° προς τα ΝΝΔ. Η κίνηση του ρήγματος ήταν κανονική, δηλαδή καθοδική κίνηση, προς το ΝΔ τέμαχος, δηλαδή κάτω από το χώρο του Σαρωνικού Κόλπου. Η παραπάνω γενική γεωμετρία του κύριου σεισμού επιβεβαιώθηκε και από την κατανομή των επικέντρων των μετασεισμών, οι οποίοι γενικά περιγράφουν το χώρο που είναι σημειωμένος σε ορθογώνιο πλαίσιο στα σχήματα των Εικ. 4-1 και 4-2.
- Άλλο ένα στοιχείο που συνηγορεί για τη γεωμετρία του συγκεκριμένου ρήγματος είναι και η δομή που παρουσιάζει το συμβολόγραμμα της περιοχής που προέκυψε από την επεξεργασία δορυφορικών εικόνων πριν και μετά το σεισμό (Εικ. 4-1). Με βάση τα ίδια στοιχεία το ίχνος του ρήγματος, αν αυτό εκδηλωνότανε στην επιφάνεια, εντοπίζεται στον ορεινό όγκο της Πάρνηθας σε μια απόσταση γύρω στα 3-5 km από το περιθώριο της πεδινής περιοχής του Θριάσιου Πεδίου.
- Το τεκτονικό πρότυπο της περιοχής εξάλλου, όπως περιγράφηκε στο αντίστοιχο κεφάλαιο επιβεβαιώνει την ύπαρξη αυτής της διεύθυνσης των ρηγμάτων για τον ευρύτερο χώρο, ο οποίος μάλιστα έχει ονομασθεί ως Τομέας II. Επισημαίνεται ότι ο Τομέας αυτός, όπως αποδείχθηκε από την ποσοτική και ποιοτική ανάλυση των νεοτεκτονικών και μορφοτεκτονικών στοιχείων της ζώνης αυτής, παρουσιάζει μειωμένη νεοτεκτονική παραμόρφωση και σεισμικότητα σε σχέση με τον Τομέα I που χαρακτηρίζει την περιοχή του Ανατολικού Κορινθιακού από τον Ανατολικό Κορινθιακό μέχρι και την Αττική, όπως παρουσιάστηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, φανερώνει ότι τα περισσότερα ενεργά τμήματα εντοπίζονται στο χώρο του Αν. Κορινθιακού, ενώ προς τα Δυτικά (Αττική) η δραστηριότητα αυτή γίνεται σταδιακά μικρότερη, με μια ταυτόχρονη αλλαγή στη γεωμετρία των ρηγμάτων και ρηξιγενών ζωνών από Α-Δ σε ΒΑ-ΝΔ. Η αλλαγή αυτή γίνεται αντιληπτή τόσο από τη νεοτεκτονική παραμόρφωση ανάμεσα στις δύο περιοχές, όσο και από τη σεισμικότητα. Το πρότυπο αυτό άλλωστε φαίνεται να συμβαδίζει με τα σύγχρονα γεωδαιτικά δεδομένα από τα G.P.S., που φανερώνουν ένα ΒΑ-ΝΔ εφέλκυσμό για την ευρύτερη περιοχή.
- Το σεισμικό ρήγμα ενεργοποιήθηκε σε βάθος περίπου 15-20 km, χωρίς επιφανειακή εκδήλωση όπως αναφέρθηκε (φαινόμενο που δεν είναι σπάνιο για το μέγεθος του συγκεκριμένου σεισμού). Στην περιοχή της ΝΔ Πάρνηθας στα ΒΔ της Φυλής εντοπίστηκε η μοναδική τριχοειδούς μορφής σεισμική διάρρηξη πάνω σε βραχώδες υπόβαθρο, μήκους μερικών εκατοντάδων μέτρων, η οποία και προκάλεσε σημαντικές καταπτώσεις βράχων στην άμεση γειτονία της. Είναι



Εικ. 4-1. Το γεωλογικό και σεισμοτεκτονικό πλαίσιο της περιοχής που επλήγη από το σεισμό της 7ης Σεπτ. 1999 (1: αμεταμόρφωτοι σχηματισμοί Υποπελαγονικής, 2: μεταμορφωμένοι σχηματισμοί Αττικής, 3: αλλόθωνη ενότητα, 4: πλειο-τεταρτογενείς αποθέσεις, 5: προβολή στην επιφάνεια του ίχνους του ρήγματος που έδωσε το σεισμό, 6: τεκτονική επαφή - αποκόλληση, 7: το επίκεντρο του σεισμού και η μετασεισμική ακολουθία, 8: περιοχές όπου εκδηλώθηκαν καταπτώσεις και κατολισθήσεις, 9: περιοχές όπου εκδηλώθηκαν σημαντικές βλάβες, 10: καμπύλες ίσης βύθισης -σε cm- που προέκυψαν από την επεξεργασία των δορυφορικών εικόνων).

αξιοσημείωτο ότι η μοναδική αυτή σεισμική διάρρηξη έχει προσανατολισμό ΔΒΔ-ΑΝΑ, όπως ακριβώς και το σεισμικό ρήγμα, αλλά η κλίση της έχει φορά προς τα ΒΒΑ. Όλες οι υπόλοιπες εδαφικές διαρρήξεις που παρατηρήθηκαν στην ευρύτερη περιοχή δεν αποτελούσαν σεισμικές διαρρήξεις αλλά απλές χαλαρώσεις ασταθών πρανών ή διανοίξεις, από τη δόνηση, προϋπαρχουσών ασυνεχειών. Η χαλάρωση αυτών των ασυνεχειών, αλλά και η γενικότερη κατάσταση της βραχομάζας είναι επίσης υπεύθυνες για τις αρκετές καταπτώσεις που παρατηρήθηκαν, στο βραχώδες υπόβαθρο στον ορεινό όγκο της Πάρνηθας, σε μια ευρύτερη ζώνη γύρω από τη σεισμόπληκτη περιοχή.

- Τα μεγάλα επιφανειακά ρήγματα της ευρύτερης περιοχής δεν ενεργοποιήθηκαν παρά το ότι μέσα στο χώρο της επικεντρικής ζώνης υπάρχει νεοτεκτονικό ρήγμα ίδιας γεωμετρίας με το σεισμικό. Το ρήγμα αυτό αναπτύσσεται στο ΒΑ όριο του Θριάσιου Πεδίου και είναι σχεδόν παράλληλο με το σεισμικό ρήγμα αλλά με υψομετρική διαφορά περίπου 15 Km.
- Οι ζώνες των βλαβών για το σύνολο της περιοχής, αναπτύσσονται σε μια γενική ΒΑ-ΝΔ διεύθυνση, σχεδόν κάθετη προς τη διεύθυνση της σεισμικής ζώνης του σεισμού της 7-9-99. Η συγκεκριμένη διεύθυνση ακολουθεί περίπου το τεκτονικό όριο ανάμεσα στα μεταμορφωμένα και τα αμεταμόρφωτα πετρώματα της Αττικής, το οποίο διέρχεται κάτω από τον Κηφισό ποταμό και το οποίο μαζί με τα ίδιας ΒΑ-ΝΔ διεύθυνσης περιθωριακά ρήγματα του λεκανοπεδίου στις ανατολικές υπόρροιες του Αιγάλεω και της Πάρνηθας διαμόρφωσε την πλειόσειστη ζώνη. Δηλαδή τα παλαιά περιθωριακά ρήγματα των νεογενών λεκανών του Λεκανοπεδίου της Αθήνας επέδρασαν στην κατευθυντικότητα των βλαβών, παρότι συνήθως είναι καλυμμένα από μεταλικά ιζήματα.
- Γενικά φαίνεται ότι οι ζώνες των βλαβών διαμορφώθηκαν κυρίως από την παθητική επίδραση των δομών ΒΑ-ΝΔ διεύθυνσης που διασχίζουν το Λεκανοπέδιο, από το χώρο του Πειραιά έως τον αυχένα μεταξύ Πεντέλης και Πάρνηθας και δευτερευόντως από την ενεργητική δράση του ΔΒΔ-ΑΝΑ σεισμικού ρήματος που έδρασε στο βάθος των 15-20 km. Είναι αξιοσημείωτο ότι η σεισμική αυτή ζώνη φαίνεται να σταματάει προς τα ΑΝΑ πάνω στη ΒΑ-ΝΔ εγκάρσια βαθιά αλπική δομή της Αττικής (Εικ. 4-2).
- Η εικόνα αυτή της κατανομής των καταστροφών οδήγησε ορισμένους ερευνητές στο συμπέρασμα ότι αυτή η ΒΑ-ΝΔ δομή αντιπροσωπεύει και το σεισμογόνο ρήγμα. Η άποψη αυτή όμως σε καμία περίπτωση δεν μπορεί να ερμηνεύσει ούτε τα σεισμολογικά δεδομένα (κατανομή μετασεισμών, μηχανισμός γένεσης κλπ.) αλλά ούτε και τα δεδομένα από την ανάλυση των δορυφορικών εικόνων. Άλλωστε, το φαινόμενο αυτό έχει παρατηρηθεί και σε άλλες περιπτώσεις στον ευρύτερο χώρο του Αν. Κορινθιακού, αφού παρότι τα ρήγματα που συνδέονται με τους σεισμούς παρουσιάζουν μια διεύθυνση Α-Δ, η κατανομή των ισοσειστών ακολουθεί συχνά μια ΒΑ-ΝΔ διεύθυνση, που



Εκ. 4-2. Η σεισμοτεκτονική ερμηνεία και η ερμηνεία της κατανομής των καταστροφών, των πρόσφατων σεισμών στην περιοχή της Αττικής. Το ρήγμα που δραστηριοποιήθηκε παρουσιάζει διεύθυνση περίπου Α-Δ και κλίση προς Νότο. Η κατανομή των καταστροφών όμως καθορίστηκε από μια μεγάλη κλίμακας τεκτονική ασυνέχεια (επαφή μεταμορφωμένων και αμεταμόρφωτων σχηματισμών) με διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ και κλίση προς ΒΔ.

καθορίζεται από τα αντίστοιχης διεύθυνσης μεγάλα εγκάρσια ρήγματα που συνυπάρχουν μαζί με τα Α-Δ.

- Ο ρόλος του υποβάθρου σαν έδαφος θεμελίωσης είναι σημαντικός αλλά όχι καθοριστικός, έτσι ώστε σε ίδιας ποιότητας έδαφος να παρατηρούνται μέσα στην πλειόσειστη περιοχή μεγάλες διαφορές ως προς τις βλάβες ανεξαρτήτως είδους κατασκευών. Γενικά πάντως φαίνεται ότι στο αλπικό υπόβαθρο ουσιαστικά δεν παρατηρούνται σοβαρές βλάβες.
- Από την εξέταση της ανάλυσης του αναγλύφου με τα άλλα στοιχεία των χαρτών προκύπτει μια σημαντική διαφοροποίηση των βλαβών σε περιοχές αλλαγών μορφολογικών κλίσεων με το ίδιο περίπου γεωλογικό υπόβαθρο και έδαφος θεμελίωσης.
- Το γενικό συμπέρασμα είναι ότι οι καταστροφές ήταν το αποτέλεσμα ενός πλήθους παραγόντων όπως:
 - α) τα χαρακτηριστικά του σεισμού (θέση επικέντρου σχεδόν κάτω από την Αθήνα, μικρό βάθος, μηχανισμός γένεσης κλπ.),
 - β) το είδος και τα χαρακτηριστικά των κατασκευών,
 - γ) τα χαρακτηριστικά των εδαφών θεμελίωσης (θεμελιώσεις σε χαλαρούς σχηματισμούς που μεταβάλλονται έντονα κάτω από τη σεισμική φόρτιση),
 - δ) το βάθος του σεισμικού υποβάθρου,
 - ε) η ύπαρξη μεγάλων ρηγμάτων και άλλων παλαιότερων τεκτονικών δομών που μπορεί να μην επαναδραστηριοποιήθηκαν, κατηύθυναν όμως τη σεισμική ενέργεια σε συγκεκριμένες ζώνες και
 - στ) η ύπαρξη ζωνών αλλαγής μορφολογικών κλίσεων και μορφολογικών ασυνεχειών.

ΣΥΣΧΕΤΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ-ΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΔΟΜΗΣ ΜΕ ΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΣΕΙΣΜΟΥ ΤΗΣ 7^{ης} ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ – ΣΥΝΘΕΣΗ

Εστιάζοντας στη συνέχεια το ενδιαφέρον και την προσοχή μας στη στενή περιοχή των καταστροφών και συγκρίνοντας τα δεδομένα που προέκυψαν από τη λεπτομερή περιγραφή και ανάλυση της γεωλογικής και τεκτονικής-νεοτεκτονικής δομής με την κατανομή των βλαβών μπορούν να γίνουν οι ακόλουθες παρατηρήσεις:

- Οι σημαντικές καταστροφές δεν είναι διάσπαρτες αλλά εντοπίζονται σε συγκεκριμένες ζώνες, σε όλες τις περιοχές που αυτές παρατηρήθηκαν (από τους Θρκομακεδόνες και τα Άνω Λιόσια, μέχρι το Περιστέρι).
- Χωρίς να αμφισβητείται και να παραβλέπεται η μεγάλη σημασία των χαρακτηριστικών του σεισμού και του είδους των κατασκευών στην κατανομή των βλαβών, εν τούτοις εντοπίστηκαν και ορισμένοι άλλοι παράγοντες (γεωλογικοί – τεκτονικοί) που φαίνεται ότι διαδραμάτισαν σημαντικό ρόλο σε αυτή τη ζωνώδη κατανομή.
- Οι μεγαλύτερες καταστροφές εντοπίζονται εκεί που σαν εδάφη θεμελίωσης επικρατούν τα ανώτερα και περισσότερο χαλαρά μέλη των κορημάτων και τα αλλούβια σε αντίθεση με τις περιοχές που επικρατούν τα συνεκτικά μέλη των κορημάτων ή το αλπικό υπόβαθρο, όπου μάλιστα οι καταστροφές είναι και λίγες αριθμητικά και μικρές σε έκταση.
- Εκτός από την παραπάνω διαπίστωση είναι επίσης φανερό ότι το μέγιστο των βλαβών εντοπίζεται εφ' ενός μεν στην προέκταση της μεγάλης τεκτονικής ασυνέχειας που φέρνει σε επαφή την σχετικά αυτόχθονη ("Υποπελαγονική") με την αλλόχθονη ενότητα, αφ' ετέρου δε στις περιοχές όπου εντοπίζονται και τα περισσότερα και μεγαλύτερα ρήγματα που είτε οριοθετούν περιθώρια λεκανών είτε τεμαχίζουν το εσωτερικό τους σε επιμέρους τεκτονικά κέρατα και βυθίσματα.
- Οι καταστροφές δηλαδή εντοπίζονται στις ζώνες όπου το υπόβαθρο κάτω από τα κορήματα (νεογενές συνήθως ή αλπικό) παρουσιάζει μια πολύπλοκη τεκτονική δομή με ρήγματα που το μετακινούν και το μετατοπίζουν με αποτέλεσμα να μεταβάλλεται έντονα και το πάχος των υπερκείμενων πρόσφατων ιζημάτων (κορήματα και αλλούβια).
- Παρατηρείται δηλαδή σε τοπικό επίπεδο μια αντίστοιχη εικόνα με αυτή στη μεγάλη κλίμακα όπου και εκεί το σύνολο των καταστροφών καθορίστηκε από τις μεγάλης κλίμακας ΒΑ-ΝΔ τεκτονικές δομές (επαφή μεταμορφωμένων-αμεταμόρφωτων και περιθωριακά ρήγματα Λεκανοπεδίου Αθηνών) παρότι το ρήγμα που έδωσε το σεισμό είχε διαφορετική ΔΒΔ-ΑΝΑ διεύθυνση.
- Τα ρήγματα αυτά στο σύνολό τους δεν επαναδραστηριοποιήθηκαν με το σεισμό, διεδραμάτισαν όμως σημαντικό ρόλο στην "κατεύθυνση" και "εκτόνωση" της σεισμικής ενέργειας σε συγκεκριμένες ζώνες.

Ανατρέχοντας κανείς στα σύγχρονα βιβλιογραφικά δεδομένα (SOMERVILLE 2000), μπορεί να διαπιστώσει ότι τα τελευταία χρόνια γίνεται μια πολύ ενδιαφέρουσα συζήτηση για το ρόλο που διαδραματίζει η τεκτονική-γεωλογική δομή μιας περιοχής στην κατανομή των καταστροφών, αφού καθορίζει σε μεγάλο βαθμό το συχνοτικό περιεχόμενο των σεισμικών κυμάτων αλλά και τα χαρακτηριστικά των εδαφικών κινήσεων (ενισχύοντάς τα ή αποσβένοντάς τα). Άλλωστε και η εμπειρία που έχει

αποκτηθεί από τη μελέτη πολλών σεισμών στην Ελλάδα και το εξωτερικό (Καλαμάτα, Πύργος, Γρεβενά, Αίγιο, Kobe, Dinar, Izmit, Taiwan κλπ.), έχει επιβεβαιώσει το συσχετισμό αυτό.

Αντίστοιχες παρατηρήσεις μπορούν να γίνουν και για την περίπτωση του λεκανοπεδίου σχετικά με την κατανομή των καταστροφών κατά τους πρόσφατους σεισμούς. Στη συνέχεια θα αναφερθούν όλες εκείνες οι περιπτώσεις όπου φαίνεται ότι η γεωλογική και τεκτονική δομή διεδραμάτισε σημαντικό ρόλο στις εδαφικές κινήσεις που σημειώθηκαν (συχνότητα, πλάτος κλπ.), με στόχο να γίνει κατανοητό ότι αποτελούν παραμέτρους που πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη σε κάθε αντισεισμικό σχεδιασμό. Οι παράμετροι αυτοί είναι:

Φαινόμενα Εστίασης (Focusing Effects)

Αντιστοιχούν στις περιπτώσεις εκείνες όπου η βαθύτερη γεωλογική δομή και η αντανάκλασή της στην τοπογραφία του βραχώδους υποβάθρου συσσωρεύουν την ενέργεια με τη μορφή φακών σε περιορισμένους χώρους, προκαλώντας έντονες τοπικές τροποποιήσεις και μεταβολές στο εύρος των συχνοτήτων των εδαφικών κινήσεων.

Στην περιοχή των Άνω Λιοσίων η ζώνη των σημαντικών βλαβών εστιάζεται ακριβώς στην περιοχή όπου η δομή του βραχώδους υποβάθρου είναι αρκετά περίπλοκη μέσα από την ύπαρξη μικρότερης κλίμακας τεκτονικών κεράτων και βυθισμάτων που σήμερα είναι καλυμμένα από τα αλλούβια και τα κορήματα. Αντίθετα στο υπόλοιπο τμήμα του Δήμου όπου η μορφολογία του βραχώδους υποβάθρου είναι πιο ομαλή (βλπ. "Γεωλογικό – Τεκτονικό Χάρτη και "Γεωλογικές Τομές") οι καταστροφές είναι μειωμένες. Αντίστοιχες παρατηρήσεις μπορούν να γίνουν και για άλλες περιοχές του Λεκανοπεδίου που επλήγησαν από τους πρόσφατους σεισμούς όπως π.χ. για τη Νέα Ιωνία, την Πετρούπολη κλπ.

Φαινόμενα Ορίου Ιζηματογενούς Λεκάνης (Basin Edge Effects)

Αντιστοιχούν στις περιπτώσεις εκείνες όπου παρατηρείται μεγαλύτερο εύρος και ενίσχυση των εδαφικών κινήσεων στα όρια λεκανών από την ανάκλαση των σεισμικών κυμάτων και ιδίως αυτών που καθορίζονται από ρήγματα.

Δεν είναι τυχαίο ότι και η ζώνη των υψηλών βλαβών στην περιοχή του Δήμου γειτνιάζει με τις μεγάλες και περισσότερο σαφείς ρηξιγενείς ζώνες του ανατολικού και βόρειου περιθωρίου αλλά και με τα μικρότερα ρήγματα των δεύτερης τάξης βυθισμάτων στο εσωτερικό της λεκάνης. Αντίθετα στις υπόλοιπες περιοχές όπου τα

περιθωριακά ρήγματα είναι λιγότερο σαφή αλλά ούτε και υπάρχουν μικρότερα ρήγματα στο εσωτερικό της λεκάνης οι καταστροφές είναι πολύ λιγότερες.

Αντίστοιχες περιπτώσεις για το Λεκανοπέδιο αποτελούν η περιοχή των Θρακομακεδόνων, των Αχαρνών κ.ά.

Φαινόμενα Κατευθυντικότητας Διαρρήξεων (*Rupture Directivity Effects*)

Τέτοια φαινόμενα έχουν παρατηρηθεί τόσο σε κανονικά ρήγματα όσο και σε οριζόντιας ολίσθησης. Στη ζώνη υψηλών βλαβών στην περιοχή του Δήμου τέτοιο ρόλο φαίνεται ότι έπαιξαν τόσο τα ρήγματα που διασχίζουν το εσωτερικό της λεκάνης όσο και η τεκτονική επαφή ανάμεσα στην σχετικά αυτόχθονη ("Υποελαγονική") και αλλόχθονη ενότητα.

Άλλωστε το φαινόμενο αυτό φαίνεται ότι είναι και σε μεγαλύτερο βαθμό υπεύθυνο για τη συνολική εικόνα που έδωσε η κατανομή των καταστροφών, αφού η μεγάλη ΒΑ-ΝΔ τεκτονική επαφή (αποκόλληση) ανάμεσα στα μεταμορφωμένα και αμεταμόρφωτα πετρώματα της Αττικής, καθώς και τα αντίστοιχης διεύθυνσης περιθωριακά ρήγματα, "ανέλαβαν" το ρόλο της κατευθυντικότητας της σεισμικής ενέργειας.

Άλλα Φαινόμενα

Εκτός από τις ανωτέρω παραμέτρους υπάρχουν και ορισμένες ακόμα που μπορεί να έδρασαν κατά τη διάρκεια του σεισμού, φαίνεται όμως ότι επηρέασαν σε μικρότερο βαθμό την κατανομή των καταστροφών. Τέτοιες παράμετροι είναι τα **Φαινόμενα Ιζηματογενών Λεκανών (*Effects of Sedimentary Basins*)** όπου η ενίσχυση των εδαφικών κινήσεων γίνεται μέσα από την παγίδευση των κυμάτων (ανάλογα πάντα με τη γωνία πρόσπτωσης) και τη δημιουργία ενός επιφανειακού κύματος και το **Φαινόμενο του Άνω Τεμάχους (*Hanging Wall Effect*)** όπου οι περισσότερες καταστροφές εντοπίζονται στο τέμαχος πάνω από τη ρηξιγενή επιφάνεια. Η πρώτη περίπτωση μπορεί να ερμηνεύσει το γεγονός γιατί παρατηρήθηκαν πολύ σημαντικές καταστροφές στη μικρή λεκάνη των Άνω Λιοσίων σε σχέση με άλλες περιοχές που επλήγησαν από το σεισμό, ενώ η δεύτερη ισχύει για το σύνολο της πληγείσας περιοχής, αφού οι σημαντικές βλάβες εντοπίζονται σχεδόν αποκλειστικά στο τέμαχος επάνω από το ρήγμα που έδωσε το σεισμό.

Ολοκληρώνουμε σημειώνοντας ότι η μελέτη των φαινομένων αυτών προϋποθέτει μακροχρόνιες μελέτες και ενόργανες μετρήσεις και δεν μπορεί να καλυφθεί στα πλαίσια της συγκεκριμένης μελέτης. Δεν παύει όμως να έχει πολύ σημαντική θέση στον αντισεισμικό σχεδιασμό για την περιοχή του λεκανοπεδίου.

Η ΕΜΠΕΙΡΙΑ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΣΕΙΣΜΟΥΣ ΤΩΝ ΑΛΚΥΟΝΙΔΩΝ ΚΑΙ ΤΟΥ ΚΑΠΑΡΕΛΛΙΟΥ ΤΟ 1981

Ο ευρύτερος χώρος του Ανατολικού Κορινθιακού αποτελεί ίσως την πλησιέστερη προς το Λεκανοπέδιο σεισμική πηγή που μπορεί να δώσει σεισμούς της τάξης των 7 Richter και με περίοδο επανάληψης μικρότερη από τις άλλες περιοχές. Για το λόγο αυτό έχει μεγάλη σημασία να γίνουν κατανοητές οι πιθανές επιπτώσεις μέσα από ένα τέτοιο σεισμικό γεγονός, εκμεταλλευόμενοι την εμπειρία που αποκτήθηκε από τους σεισμούς του 1981.

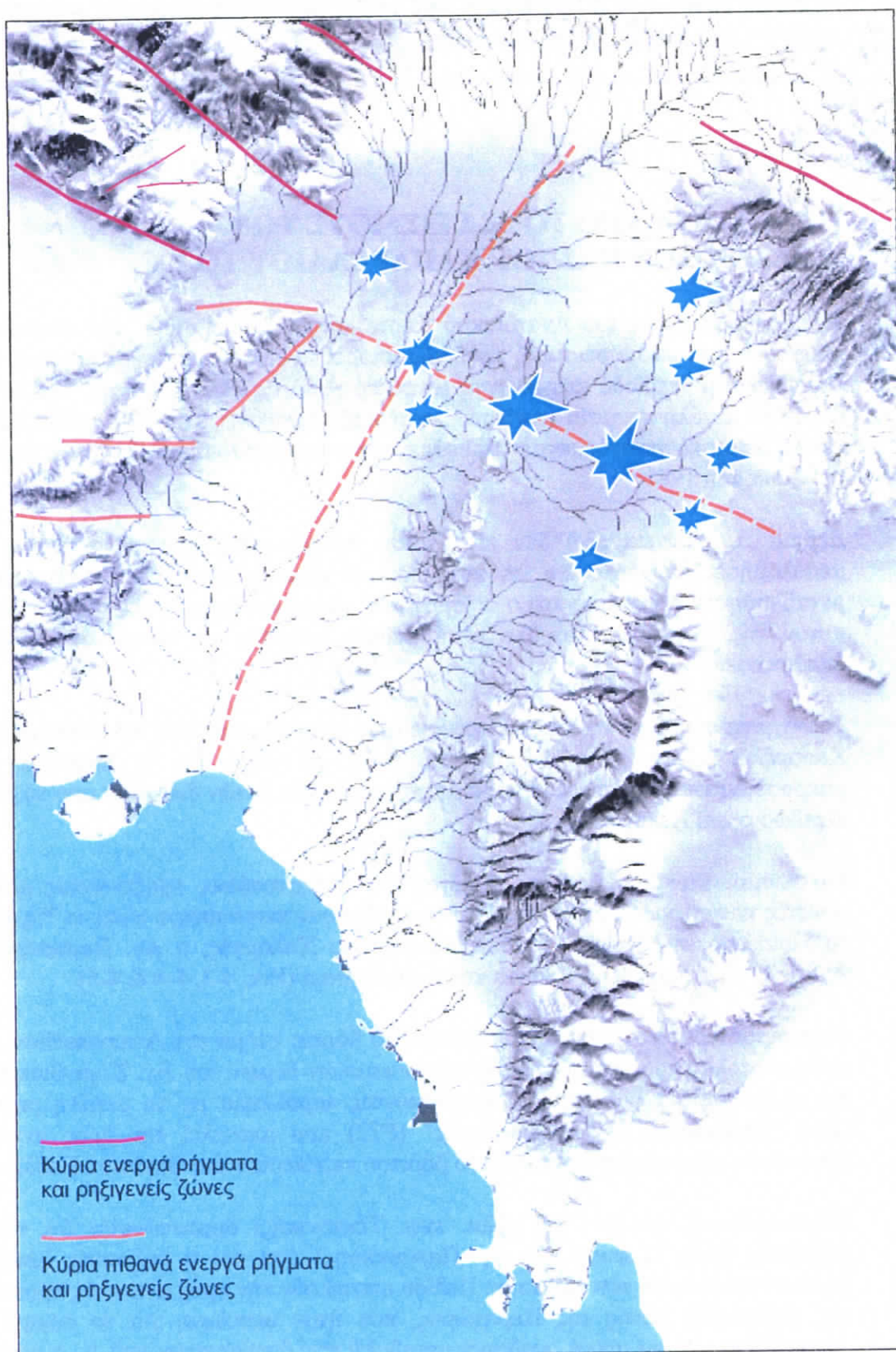
Βέβαια τα στοιχεία εδώ δεν είναι τόσο πολλά, γιατί και πολύς χρόνος έχει μεσολαβήσει από τότε και τα πολεοδομικά χαρακτηριστικά του Λεκανοπεδίου μεταβλήθηκαν σημαντικά και ο σεισμογόνος χώρος βρίσκεται πολύ μακρύτερα από αυτόν της Πάρνηθας. Παρόλα αυτά βέβαια μπορούν να γίνουν οι ακόλουθες διαπιστώσεις:

Τα ρήγματα που δραστηριοποιήθηκαν με τους σεισμούς του 1981 σε Αλκυονίδες και Καπαρέλλι είχαν γενική διεύθυνση Α-Δ, το ίδιο και η κατανομή των μακροσεισμικών εντάσεων. Η προέκταση των δομών αυτών διέρχεται από το βόρειο περιθώριο του Λεκανοπεδίου.

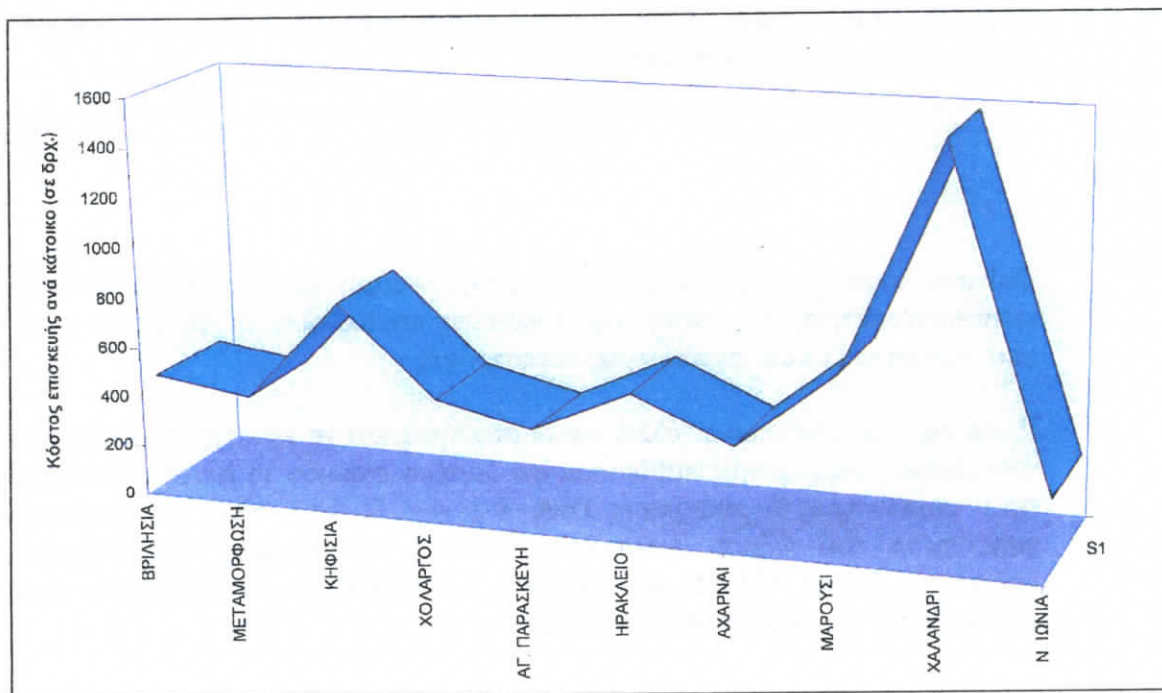
Οι σεισμοί έγιναν εξαιρετικά αισθητοί στο Λεκανοπέδιο, προξενώντας μάλιστα αρκετές καταστροφές. Οι συνοικίες που επλήγησαν περισσότερο είναι το Χαλάνδρι, το Ηράκλειο, η Κηφισιά, η Μεταμόρφωση, ο Χολαργός, η Αγ. Παρασκευή, οι Αχαρνές, το Μαρούσι, η Ν. Ιωνία και τα Βριλήσσια (Εικ. 4-3, 4-4 & 4-5).

Οι περισσότερες από αυτές εντοπίζονται στο βόρειο τμήμα του Λεκανοπεδίου, στην προς ανατολάς προέκταση δηλαδή των σεισμικών δομών του Αν. Κορινθιακού και πιο συγκεκριμένα φαίνεται ότι κατανέμονται παράλληλα με τη μεγάλη ρηξιγενή ζώνη "Ζεφυρίου – Αγ. Παρασκευής" (Ρ72) που αποτελεί την προς ανατολάς προέκταση της ρηξιγενούς ζώνης του βόρειου περιθωρίου του Θριάσιου Πεδίου.

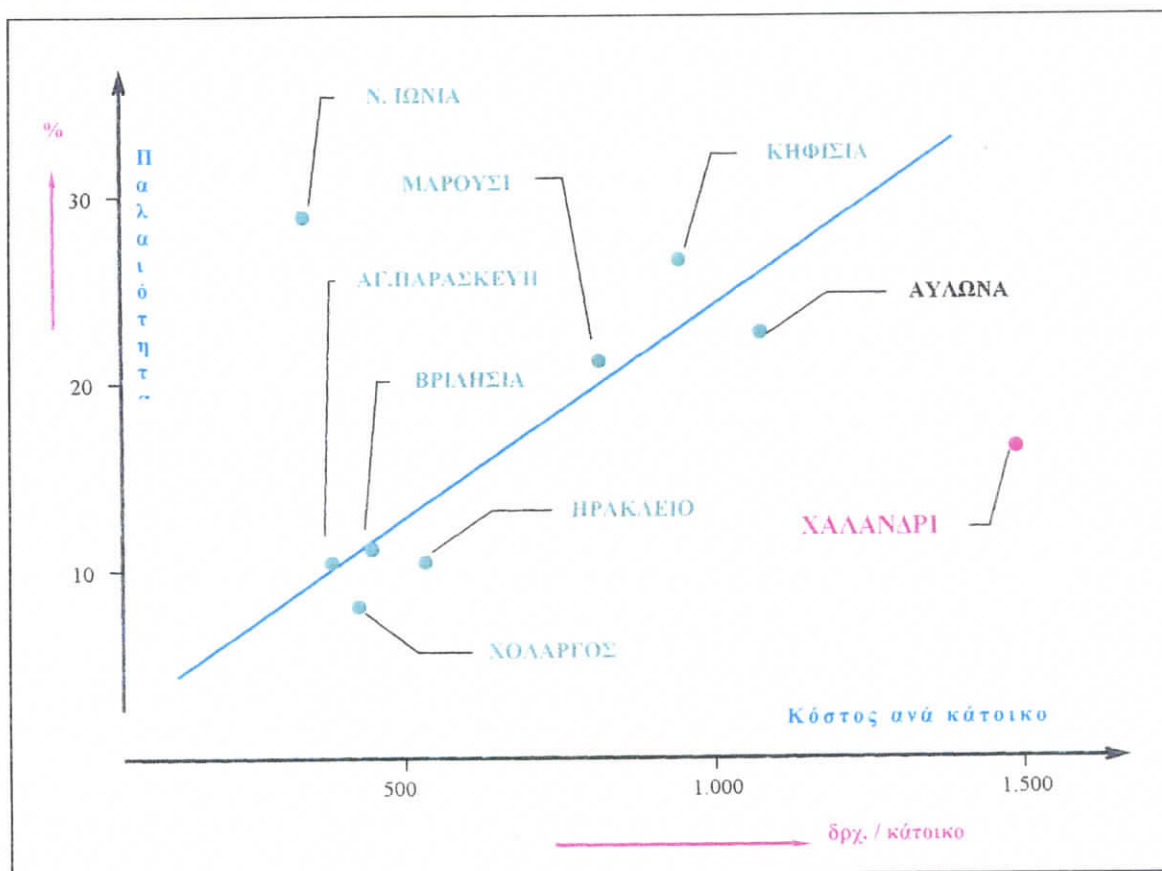
Παρατηρώντας την Εικ. 3-1 (βλ. κεφ. Τεκτονικής) διαπιστώνεται ότι τόσο η ρηξιγενής ζώνη "Ζεφυρίου – Αγ. Παρασκευής" όσο και η ρηξιγενής ζώνη του βόρειου περιθωρίου του Θριάσιου Πεδίου αποτελούν την προς ανατολάς προέκταση της ρηξιγενούς ζώνης της Περαχώρας, που ήταν υπεύθυνη για το σεισμό των Αλκυονίδων, με μια μικρή σταδιακή μεταβολή των διευθύνσεων από Α-Δ στον Αν. Κορινθιακό σε ΑΝΑ-ΔΒΔ στο Λεκανοπέδιο.



Εικ. 4-3. Η κατανομή των καταστροφών από τους σεισμούς τον 1981, όπου φαίνεται η γραμμική διάταξη παράλληλα με τη ρηξιγενή ζώνη P72.



Εικ. 4-4. Διάγραμμα κόστους επισκευής ανά κάτοικο για τους σεισμούς του 1981.



Εικ. 4-5. Κατανομή του κόστους επισκευής σε σχέση με την παλαιότητα των κτιρίων για τους σεισμούς του 1981.

Φαίνεται λοιπόν ότι η μεγάλη αυτή τεκτονική γραμμή λειτούργησε με την έννοια της κατευθυντικότητας της σεισμικής ενέργειας παράλληλα με τη ζώνη αυτή όπου απαντώνται και οι σημαντικότερες καταστροφές.

Η παλαιότητα των κτιρίων αλλά και οι συνθήκες και τα γεωτεχνικά χαρακτηριστικά των εδαφών θεμελίωσης καθόρισαν σε δεύτερο επίπεδο το αν οι καταστροφές θα ήταν μεγαλύτερες ή μικρότερες (Εικ. 4-3, 4-4 & 4-5), όπως το χαρακτηριστικό παράδειγμα του Δήμου Χαλανδρίου όπου ο συνδυασμός της διέλευσης της ρηξιγενούς ζώνης P72 από το Δήμο και των ιδιαίτερων εδαφολογικών συνθηκών έδωσαν αυτό το υψηλό ποσοστό βλαβών.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

- ANGELIER, J. (1979): Neotectonique de l'arc Egeen. *Soc. Geol. Nord, Publ. 3*, 1-417.
- ANGELIER, J.-LYBERIS, N.-LE PICHON, X.-BARRIER, E.-HUCHON, P. (1982): The tectonic development of the Hellenic arc and the sea of Crete: a Synthesis. *Tectonophysics*, 86, 159-196.
- AUBOIN, J. (1980): De la tectonique des plaques a la genese des chaines de montagnes. *Mem. h. ser. Soc. geol. France*, 10, 163-180.
- BATH, M. (1983): The seismology of Greece. *Tectonophysics*, 98, 165-180.
- BITTNER, A. (1880): Geologische bau von Attica, Boeotien, Lokros und Parnassis. *Denksch. Kaiserlichen Akad. der Wissenschaften. Wien* 1880.
- BRUNN, S.H. (1976): L'arc concave zagro-taurique et les arcs convexes taurique et egeen: collision et arcs induits. *Bull. Soc. geol. France*, 18, 2, 481-497.
- CLEMENT, B. (1976): Essai d'interpretation structural d' un secteur des zones internes helleniques: l' Attique - Beotie. *Bull. Soc. geol. Fr.*, XVIII, 2, 309-316.
- CLEMENT, B. (1983): Evolution geodynamique d' un secteur des Hellenides internes: L' Attique - Beotie. *Διδ. διατρ. Παν/μίου Αιλλ.* 521 σελ.

- DERCOURT, J.-ZONENSHAIN, L.P.-RICOU, L.E.-KAZMIN, V.E.-LE PICHON, X.-KNIPPER, A.L.-GRANDJACQUET, C.- SBORSHCHIKOV, I.M.- BOULIN, J.-SOROKHTIN, O.- GEYSSANT, J.- LEPVRIER, C. - BIZU DUVAL, B. - SIBUET, J.C. - SAVOSTIN, L.A. - WESTPHAL, M.-LAUER, J.P. (1985): Presentation de 9 cartes paleogeographiques au 1:20.000.000 etendant de l'Atlantique au Pamir pour la periode du Lias a l'actuel. *Bull. Soc. Geol. France*, 1, 5, 637-652.
- DEWEY, J.F.-SENGOR, C.A.M. (1979): Aegean and surrounding regions: complex multiplate and continuum tectonics in a convergent zone. *Bull. geol. Soc. Amer.*, 90, 84-92.
- DRAKOPOULOS, J. & DELIBASIS, N. (1982): The focal mechanism of earthquakes in the major area of Greece for the period 1947-1981. *Seismol. Lab. Univ. Athens, Publ.* 2, 72 p.
- FREYBERG, B. (1951): Το νεογενές Βορειοδυτικώς των Αθηνών. *YTEN*, No 1, Athens.
- KATSIKATSOS, G.-MERCIER, J.L.-VERGELY, P. (1976): La fenetre d'Attique-Cyclades et les fenetres metamorphiques des Hellenides internes. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 283, 1613-1616.
- ΚΑΤΣΙΚΑΤΣΟΣ, Γ., ΜΕΤΤΟΣ, Α., ΒΙΔΑΚΗΣ, Μ. (1986): Φύλλο Αθήναι-Ελευσίς (Γεωλογικός χάρτης κλίμακας 1:50.000), *ΙΓΜΕ* 1986.
- ΚΑΤΣΙΚΑΤΣΟΣ, Γ., ΜΕΤΤΟΣ, Β., ΒΙΔΑΚΗΣ, Μ. (1986): Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδος. Φύλλο Αθήνα-Πειραιάς. Κλ. 1:50.000, έκδοση *Ι.Γ.Μ.Ε.*
- KOBER, L. (1929): Beitrage zur Geologie von Attica. *Sitzung sbec. d. Akad. d. Wiss. in Wien. Abt. I*, 138B, 8 Heft, 1929.
- LAI, L.-JAMET, M.-SOREL, D.-VALENTE, J.P. (1982): First paleomagnetic results from Miopliocene series of the Hellenic sedimentary arc. *Tectonophysics*, 86, 45-67.
- LAZARIDOU VAROTSOU, M.-PAPANIKOLAOU, D. (1987): Tectonoelectric zonation in the Hellenic arc. *Tectonophysics*, 143, 74-79.
- ΛΕΚΚΑΣ, Ε. (1984): Μελέτη αστικογεωλογικής καταλληλότητας Δήμου Ανω Λιουσίων. Προκατακριτική Μελέτη. *Ανάθεση Δ/ση Γ8 ΥΠΕΧΩΔΕ*.
- LE PICHON, X.-ANGELIER, J. (1979): The Hellenic arc and trench system: a key to the neotectonic evolution of the eastern Mediterranean area. *Tectonophysics*, 60, 1-42.
- LE PICHON, X.- ANGELIER, J.- AUBOUIN, J.- LYBERIS, N.- MONTIS, S.-RENARD, V.-GOT, H.- HSU, K.- MART, Y. - MASCLE, J. - MATHEWS, D.- MITROPOULOS, D.-TSOFLIAS, P. - CHRONIS, G. (1979): From subduction to transform motion: a seabeam survey of the hellenic trench system. *Earth & Plan. Sc. Let.*, 44, 441-450.
- LE PICHON, X.-ANGELIER, J. (1981): The Aegean sea. *Phil. Tran. R. Soc. London*, A 300, 357-372.
- LEPSIUS, R. (1893): Geologie von Attica. *Berlin* 1893.

- LEPSIUS, R. (1893): Geologie Von Attika, Karte 1:25.000. *Zeitschr. F. pract. Geol.*, 4, 1965, *Brilin*.
- ΜΑΚΡΟΠΟΥΛΟΣ,Κ.-BURTON,Ρ. (1981): A catalogue of seismicity in Greece and adjacent areas. *Geophys. S. R. astron. Soc.*, 65, 741-762.
- ΜΑΡΙΝΟΣ, Γ. (1937): Η τεκτονική θέσις του συστήματος των σχιστολίθων των Αθηνών εις την δυτικήν ζώνην αυτού. *Πρακτ. Ακαδ. Αθ.*, 12, 16-21.
- ΜΑΡΙΝΟΣ, Γ. (1955): Η ηλικία των μεταμορφωμένων στρωμάτων της Αττικής. *Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Ετ.*, 2, 1-13.
- ΜΑΡΙΝΟΣ, Γ., ΚΑΤΣΙΚΑΤΣΟΣ, Γ., ΓΕΩΡΓΙΑΔΟΥ-ΔΙΚΑΙΟΥΛΙΑ, Ε., ΜΠΚΟΥ Ρ. (1971): Το σύστημα των Σχιστολίθων Αθηνών. Ι. Στρωματογραφία και τεκτονική. *Ann. Geol. Pays Hell.*, XXIII, 183-216.
- ΜΑΡΙΝΟΣ, Γ., ΚΑΤΣΙΚΑΤΣΟΣ, Γ., ΜΙΚΡΟΥ-ΠΕΡΙΠΟΠΟΥΛΟΥ, Ρ. (1974): Το σύστημα των σχιστολίθων των Αθηνών ΙΙ. Στρωματογραφία και τεκτονική. *Ann. Geol. Pays Hell.*, XXV, 439-444.
- ΜΑΡΙΟΛΑΚΟΣ,Η. (1975): Σκέψεις και απόψεις επί ορισμένων προβλημάτων της Γεωλογικής και Τεκτονικής δομής της Πελοποννήσου. *Annal. Geol. Pays Hellen.*, 27, 215-313.
- MARIOLAKOS,I. & PAPANIKOLAOU,D. (1982): The neogene basins of the Aegean Arc from the Paleogeographic and the Geodynamic point of view. *Inter. Symp. on the Hellenic Arc and Trench (H.E.A.T.)*, Athens 1981, Vol. 1, 383-399.
- MARIOLAKOS,I.- PAPANIKOLAOU,D.- SYMEONIDIS,N.- LEKKAS,S.- KAROTSIERIS, Z.- SIDERIS,CH. (1982): The deformation of the area around the eastern Korinthian gulf, affected by the earthquakes of February-March 1981. *Inter. Symp. on the Hellenic Arc and Trench (H.E.A.T.)*, Athens 1981, Vol. 1, 400-420.
- MARIOLAKOS,I.-PAPANIKOLAOU,D.-LAGIOS,E. (1985): A Neotectonic Geodynamic Model of Peloponnesus based on Morphotectonics, Repeated Gravity measurements and Seismicity. *Geol. Jb.*, B 50, 3-17.
- ΜΑΡΙΟΛΑΚΟΣ,Η. & ΣΤΕΙΡΟΣ,Σ. (1986): Σεισμικές διαρρήξεις και η σημερινή τεκτονική εξέλιξη του Ισθμού της Κορίνθου. *ΠΜΕ, Γεωλ. και Γεωφ. Μελ.*, Τόμος εκτός σειράς, 243-248.
- ΜΑΡΙΟΛΑΚΟΣ,Η. & ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ,Δ. (1987): Είδος παραμόρφωσης και σχέση παραμόρφωσης σεισμικότητας στο Ελληνικό τόξο. *Πρακτ. 2ου Συνεδ. Ελλ. Γεωλ. Ετ.*, Αθήνα 1984, *Δελτ. Ελλην. Γεωλ. Εταιρ.*, XIX, 59-76.
- MARIOLAKOS,I. & STIROS,S.C. (1987): Quaternary deformation of the Isthmus and gulf of Corinthos (Greece). *Geology*, 15, 225-228.
- ΜΑΡΙΟΛΑΚΟΣ,Η. & ΣΤΕΙΡΟΣ,Σ. (1989): Είναι η πρόσφατη εξέλιξη της βόρειας Πελοποννήσου αποτέλεσμα λιθοσφαιρικού εφελκυσμού; *Δελτ. Ελλην. Γεωλ. Εταιρ.*, XXIII/1, 171-178.
- ΜΑΡΙΟΛΑΚΟΣ,Η.-ΛΟΓΟΣ,Ε.-ΛΟΖΙΟΣ,Σ.-ΦΟΥΝΤΟΥΛΗΣ,Ι. (1989): Νεοτεκτονική παραμόρφωση της ρηξιγενούς επιφάνειας Ζίμπελι (ανατολικά

- της Καλαμάτας). Πρακτ. 4ου Συνέδρ. Ελλην. Γεωλ. Εταιρ., Δελτ. Ελλην. Γεωλ. Εταιρ., XXIII/3, 241-258.
- Mc KENZIE, D.P. (1972): Active tectonics of the Mediterranean region. *Geoph. J. R. astron. Soc.*, 30, 109-185.
- Mc KENZIE, D.P. (1978): Active tectonics of the Alpine-Himalayan belt: the Aegean sea and surrounding regions. *Geophys. J. R. astron. Soc.*, 55, 217-254.
- MERCIER, J.L. (1979): Signification neotectonique de l'arc Egeen. Une revue des idees. *Rev. geol. dyn. geogr. phys.*, 21, 5-15.
- MERCIER, J.L. - DELIBASIS, N. - GAUTHIER, A. - JARRIGE, J.J. - LEMEILLE, F. - PHILIP, H. - SEBRIER, M. - SOREL, D. (1979): La neotectonique de l'arc Egeen. *Rev. Geol. Dyn. Geogr. Phys.*, 21, 1, 67-92.
- NEGRIS PH. (1915-1919): Roches Crystallophyliennes et tectonique de la Grece. *Athenes 1915 et 1919.*
- PAPANIKOLAOU, D. (1978): Contribution to the Geology of Aegean sea. The island of Andros. *Ann. Geol. Pays Hellen.*, 29/2, 477-553.
- ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ, Δ. (1984): Εισαγωγή στην τεκτονική ανάλυση των ρηγμάτων της Ελλάδας. *ΤΕΕ, Συνέδ. "Σεισμοί και Κατασκευές", Αθήνα 1984, Πρ. 2, 1030-1044.*
- ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ, Δ. (1986a): Γένεση, Ανάλυση, Κατάταξη και Χαρακτηριστικά των επιφανειών ασυνέχειας βράχων. *Σεμινάρια ΕΛΚΕΠΑ, Αθήνα 1986.*
- ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ, Δ. (1986b): Γεωλογία της Ελλάδας. 240 σελ. Αθήνα 1986.
- ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ, Δ. (1989): Η γένεση των γεωθερμικών πεδίων στα πλαίσια της γεωτεκτονικής εξέλιξης του Ελληνικού τόξου. *Τεχν. Επιμ. Ελλάδας, Σόλλ. Μηχαν. Μεταλλ. και Μεταλλ. Μηχαν., Διήμερο "Η αξιοποίηση του Ελληνικού Γεωθερμικού Δυναμικού. Παρούσα κατάσταση και προοπτικές", Αθήνα 1989.*
- PAPANIKOLAOU, D. (1989): Geotectonic map of Greece. *Geol. Soc. of Greece, Spec. Publ. No 1, IGCP Proj. No 276, Newsletter No 1.*
- PAPANIKOLAOU, D.-SABOT, V.-PAPADOPOULOS, T. (1981): Morphotectonics and Seismicity in the Cyclades, Aegean Sea. *Z. Geomorph. N. F., Suppl.-Bd. 40, 165-174.*
- PAPANIKOLAOU, D. & DERMITZAKIS, M. (1981a): The Aegean Arc during Burdigalian and Messinian: a comparison. *Riv. Ital. Paleont.*, 87, 83-92.
- PAPANIKOLAOU, D. & DERMITZAKIS, M. (1981b): Major changes from the last stage of the Hellenides to the actual Hellenic arc and trench system. *Proc. Int. Symp. Hell. Arc and Trench (H.E.A.T.), Athens, Vol. II, 57-73.*
- ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ, Δ.-ΛΟΓΟΣ, Ε.-ΛΟΖΙΟΣ, Σ.-ΣΙΔΕΡΗΣ, Χ. (1988): Νεοτεκτονικός Χάρτης της Ελλάδας σε κλίμακα 1:100.000. Φύλλο "ΚΟΡΙΝΘΟΣ". Αθήνα 1988.
- PAPANIKOLAOU, D.-LYKOUSIS, V.-CHRONIS, G.-PAVLAKIS, P. (1988): A comparative study of neotectonic basins across the Hellenic arc: the Messinia-

- Messiniakos, Argolikos, Saronicos and Southern Evoikos Gulfs. *Basin Research* (1988), 1, 167-176.
- ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ, Δ. - ΜΑΡΙΟΛΑΚΟΣ, Η. - ΛΕΚΚΑΣ, Ε. - ΛΟΖΙΟΣ, Σ. (1988): Μορφοτεκτονικές παρατηρήσεις στη λεκάνη του Ασωπού και την παραλιακή ζώνη Ωρωπού. Συμβολή στη νεοτεκτονική της βόρειας Αττικής. *Πρακτ. 3ου Συνέδρ. Ελλην. Γεωλ. Ετ., Δελτ. Ελλην. Γεωλ. Εταιρ., XX*, 251-267.
- ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ, Δ. - ΧΡΟΝΗΣ, Γ. - ΛΥΚΟΥΣΗΣ, Β. - ΠΑΥΛΑΚΗΣ, Π. με την συμβολή των ΡΟΥΣΣΑΚΗ, Γ. και ΣΥΣΚΑΚΗ, Δ. (1989a): Υποθαλάσσιος νεοτεκτονικός χάρτης Σαρωνικού κόλπου. *Εκδοση ΟΑΣΠ-ΕΚΘΕ-Τομ.Δυν.Τεκτ.Εφαρ.Γεωλ., Αθήνα 1989.*
- ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ, Δ. - ΧΡΟΝΗΣ, Γ. - ΛΥΚΟΥΣΗΣ, Β. - ΠΑΥΛΑΚΗΣ, Π. με την συμβολή των ΡΟΥΣΣΑΚΗ, Γ. και ΣΥΣΚΑΚΗ, Δ. (1989b): Υποθαλάσσιος νεοτεκτονικός χάρτης Νότιου Ευβοϊκού κόλπου. *Εκδοση ΟΑΣΠ-ΕΚΘΕ-Τομ.Δυν.Τεκτ.Εφαρ.Γεωλ., Αθήνα 1989.*
- ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ, Δ. - ΛΟΓΟΣ, Ε. - ΛΟΖΙΟΣ, Σ. - ΣΙΔΕΡΗΣ, Χ. (1990): Παρατηρήσεις στην κινηματική και δυναμική εξέλιξη των νεοτεκτονικών λεκανών της ανατολικής Κορινθίας. *Πρακτ. 5ου Συνέδρ. Ελλην. Γεωλ. Ετ., Δελτ. Ελλην. Γεωλ. Εταιρ., Περίληψεις σελ. 56.*
- ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ, Δ. & ΛΟΖΙΟΥ, Σ. (1990): Συγκριτική νεοτεκτονική δομή έντονης (Κορινθία) και ασθενούς (Αττική – Κυκλάδες) δραστηριότητας. *Συνεδ. Ελλ. Γεωλ. Ετ., Αθήνα 1990, Περίληψη Γεωενημέρωση, Τ. 9-10, σελ. 7.*
- ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ, Δ. - ΛΕΚΚΑΣ, Ε. - ΔΑΝΑΜΟΥ, Γ. - ΛΟΖΙΟΥ, Σ. & συν. (1999): Γεωλογικές – τεκτονικές – γεωμορφολογικές συνθήκες της περιοχής Δυτικής Αττικής που επλήγη από το σεισμό της 7-9-99. *Ενημερ. Δελτ. Ευρωπ. Κέντρ. Πρόλ. & Πρόγ. Σεισμ., 3*, 30-34.
- ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ, Δ. (2000): Οι μικροζωνικές μελέτες και τα σεισμικά σενάρια της Αθήνας. *Ρεύματα, 2000*, 44-55.
- PAQUIN, C.-FROIDEVEAUX, C.-BLOYET, J.-RICARD, Y.-ANGELIDIS, C. (1982): Tectonic stresses on the mainland of Greece: iB-Nitu measurements by overcoring. *Tectonophysics*, 86, 17-26.
- PAPAZACHOS, B.C. - KIRATZI, A.A. - HATZIDIMITRIOU, P.M. - ROCCA, A.C. (1984): Seismic faults in the Aegean area. *Tectonophysics*, 106, 71-85.
- ΠΕΡΙΣΣΟΡΑΤΗ, Κ. - ΜΗΤΡΟΠΟΥΛΟΥ, Δ. - ΑΓΓΕΛΟΠΟΥΛΟΥ, Ι. (1986): Υποθαλάσσιες έρευνες στον ανατολικό Κορινθιακό κόλπο. *ΠΓΜΕ, Γεωλ. και Γεωφ. Μελ., Τόμος εκτός σειράς*, 381-401.
- ΠΕΡΙΣΣΟΡΑΤΗ, Κ. - ΜΕΤΤΟΥ, Α. - VAN ANDEL, T. (1989): Στρωματογραφία και τεκτονική του Νότιου Ευβοϊκού κόλπου και της ευρύτερης νεογενούς λεκάνης. *Πρακτ. 4ου Συνέδρ. Ελλην. Γεωλ. Ετ., Αθήνα 1988, Δελτ. Ελλην. Γεωλ. Εταιρ., XXIII/1*, 209-222.
- PETRASCHECK, W., MARINOS, G. (1953): Zur Geologie von Attica. *Kober Festsch.*, 52-59, Wien.

- RENZ, C. (1907): Zur Geologie Griechenland. *Verhandl. Geol. Reichsan*, 77-81, Wien.
- RENZ, C. (1908): Sur les preuves de l' existence du Carbonifere et du Trias dans l' Attique. *Bul. Soc. Geol. France*, 8, 519-523.
- RENZ, C. (1909): Der Nachweis von Carbon und Trias in Attica. *Zentz. Miner.*, 84-87.
- RITSEMA, A.R. (1974): The earthquake mechanisms of the Balkan region. *Roy. Netherl. Meteorol. Inst., De Bilt, Scient. Rep.*, 74/4, 36 p.
- ΡΟΥΜΠΙΑΝΗΣ, Β. (1961): Γεωλογικαί έρευναι επί της οροσειράς της Πάρνηθος. *Διδ. Διατριβή, Παν. Αθηνών*, 104 σελ.
- SABOT, V. & PAPANIKOLAOU, D. (1979): Some geomorphological aspects of the Cyclades and their importance on the morphotectonic evolution of the area. *Vlth Colloq. on the Geol. of the Aegean Reg., Athens 1977, Vol.1*, 529-534
- SINDOWSKI, K. (1949): Der geologische Bau von Attica. *Ann Geol. Pays Hell.*, 2, 163-218.
- ΤΑΤΑΡΗΣ, Α. (1967): Παρατηρήσεις επί της δομής της περιοχής Σκαρामαγκά - όρους Αιγάλεω - Πειραιώς - Αθηνών (Αττική). *Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Ετ.*, VII/1, 52-88.
- ΤΑΤΑΡΗΣ, Α. (1972): Νεώτερα πορίσματα επί της Γεωλογίας της νήσου Σαλαμίνας και της περιοχής Αττικής. *Δελτίο Ε.Γ.Ε.*, 7/1, 52-58.
- ΧΑΡΑΛΑΜΠΑΚΗΣ, Σ. (1951): Συμβολή στη γνώση του Νεογενούς της Αττικής. *Ειδ. Μελ. Γεωλ. Ελλάδος, Υ.Ε.Υ. Υπουργείο Συντονισμού, Αθήνα*.