

ΠΑΛΑΙΟΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΛΕΚΑΝΟΠΕΔΙΟΥ ΑΘΗΝΩΝ ΑΠΟ ΤΟ ΑΝΩ ΜΕΙΟΚΑΙΝΟ ΕΩΣ ΣΗΜΕΡΑ

Παπανικολάου Δ., Μπάση Ε.-Κ., Κράνης Χ. και Δανάμος Γ.

Τομέας Δυναμικής Τεκτονικής & Εφαρμοσμένης Γεωλογίας, Τμήμα Γεωλογίας, Ε.Κ.Π.Α.. 15784 Αθήνα, drapan@geol.uoa.gr, ekbassi@geol.uoa.gr, hkranis@geol.uoa.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Από τη γεωλογική και νεοτεκτονική χαρτογράφηση που διενεργήθηκε στο λεκανοπέδιο των Αθηνών καθώς και από τη λεπτομερή μελέτη ειδικά των νεογενών σχηματισμών, προέκυψαν δεδομένα που συσχετίζονται με την παλαιογεωγραφία του λεκανοπεδίου Αθηνών από το Ανώτερο Μειόκαινο έως σήμερα. Σε κάθε περίοδο γίνεται αναφορά στους ορεινούς όγκους περιφερειακά και στο εσωτερικό του λεκανοπεδίου, στο υδρογραφικό δίκτυο, στη θέση της ακτογραμμής, στις λιμναίες εκτάσεις και στις ενεργές τεκτονικές ζώνες που σε μεγάλο βαθμό διαμόρφωσαν τις παλαιογεωγραφικές συνθήκες. Το Ανώτερο Μειόκαινο χαρακτηρίζεται από έντονη τεκτονική δραστηριότητα κυρίως στο δυτικό όριο του λεκανοπεδίου με τους ορεινούς όγκους ενώ στο βόρειο τμήμα του υπήρχαν εκτεταμένες λιμναίες περιοχές. Στο ανώτερο Πλειόκαινο η τεκτονική δραστηριότητα είχε εξασθενήσει, παρότι διατηρούνταν οι λίμνες στο βόρειο τμήμα, ενώ στο μέσο Πλειστόκαινο η κύρια μεταβολή ήταν η διάσπαση της λοφώδους περιοχής από τα Τουρκοβούνια ως το Καματερό και η δημιουργία του Κηφισού ποταμού, που συνέδεσε την περιοχή των λιμνών βόρεια με την ακτή νότια, συμβάλλοντας στην αποστράγγισή τους. Έκτοτε η μορφή του λεκανοπεδίου ήταν παρόμοια με τη σημερινή, με εξαίρεση τις παγετώδεις περιόδους του ανώτερου Πλειστόκαινου, κατά τις οποίες η πτώση στάθμης της θάλασσας ήταν τέτοια ώστε το μεγαλύτερο τμήμα του Σαρωνικού κόλπου είχε γίνει ξηρά, με τα νησιά Αίγινα και Σαλαμίνα να αποτελούν τη φυσική συνέχεια του λεκανοπεδίου. Με βάση τα δεδομένα αυτά και με χρήση ψηφιακού τοπογραφικού υποβάθρου κατασκευάστηκαν οι αντίστοιχοι τρισδιάστατοι παλαιογεωγραφικοί χάρτες.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η αναπαράσταση της παλαιογεωγραφίας του λεκανοπεδίου των Αθηνών κατά τις πρόσφατες γεωλογικές περιόδους μετά τη συμπαγοποίηση του αλπικού υποβάθρου και το τέλος των εσωτερικών του ανακατατάξεων. Βάση της έρευνας αποτέλεσε η γεωλογική χαρτογράφηση του λεκανοπεδίου που έγινε στα πλαίσια της μικροζωνικής έρευνας του λεκανοπεδίου για το Υ.Π.Ε.ΧΩ.Δ.Ε. (Παπανικολάου κ.ά., 2002), δίνοντας έμφαση στη στρωματογραφία των Νεογενών σχηματισμών. Επίσης, μελετήθηκε ο ρηξιγενής ιστός του λεκανοπεδίου, ιδιαίτερα στα περιθώρια και εντός των εμφανίσεων των μεταλπικών σχηματισμών και συντάχθηκε ο αντίστοιχος Γεωλογικός Χάρτης (σχ. 1). Στις θέσεις όπου, λόγω της πυκνής δόμησης, η γεωλογική χαρτογράφηση συνάντησε δυσκολίες, τα lithολογικά και τεκτονικά στοιχεία που προέκυψαν συνδυάστηκαν με στρωματογραφικά, παλαιοντολογικά, γεωτρητικά και τεκτονικά βιβλιογραφικά δεδομένα (Lepsius 1893, Freyberg 1951, Papp et al. 1978). Στα παραπάνω στοιχεία στηρίζεται η παλαιογεωγραφική εξέλιξη του λεκανοπεδίου Αθηνών, η οποία παρουσιάζεται σε πέντε γεωλογικές περιόδους, από το ανώτερο Μειόκαινο μέχρι σήμερα (σχ. 2 & σχ. 3).

2 ΓΕΩΛΟΓΙΑ

Το Λεκανοπέδιο των Αθηνών βρίσκεται στο κεντρικό τμήμα της Αττικής και έχει μήκος περίπου 22 km από ΒΑ προς τα ΝΔ και πλάτος 11 km εγκάρσιως. Αποτελεί ένα μεγάλο βύθισμα γενικής διεύθυνσης ΒΒΑ–ΝΝΔ, που οριοθετείται από τα όρη Πάρνηθα προς τα ΒΒΔ, Πεντέλη προς τα ΒΑ, Υμηττό προς τα Α και Αιγάλεω και Ποικίλο προς τα Δ, ενώ προς τα ΝΔ ανοίγεται στον Σαρωνικό

Κόλπο. Στο εσωτερικό του Λεκανοπεδίου και κατά μήκος του κεντρικού του άξονα αναπτύσσεται μια σειρά από λόφους όπως: Τουρκοβούνια, Λυκαβηττός, Στρέφη, Ακρόπολη, Φιλοπάππου, Αρδηττός, Ζωοδόχος Πηγή και άλλοι μικρότεροι.

Οι σχηματισμοί που λαμβάνουν μέρος στη γεωλογική δομή του λεκανοπεδίου, διακρίνονται σε αλπικούς και μεταλπικούς. Οι αλπικοί εντοπίζονται στους ορεινούς όγκους που περιβάλλουν το λεκανοπέδιο αλλά και στους μικρούς λόφους που αναπτύσσονται μέσα σε αυτό, ενώ οι μεταλπικοί πληρούν το εσωτερικό του λεκανοπεδίου, όπου καλύπτουν ασύμφωνα τους υποκείμενους αλπικούς σχηματισμούς.

Οι μεταλπικοί σχηματισμοί διακρίνονται σε σχηματισμούς του Νεογενούς και σε σχηματισμούς του Τεταρτογενούς. Βάσει της φάσης τους αλλά και της γεωγραφικής τους κατανομής, οι νεογενείς σχηματισμοί έχουν διαιρεθεί σε: θαλάσσιους, οι οποίοι περιλαμβάνουν αμιγώς θαλάσσιες, αλλά και παράκτιες και παράλιες φάσεις και εντοπίζονται στην περιοχή του Νότιου Λεκανοπεδίου Αθηνών και σε ηπειρωτικούς, οι οποίοι περιλαμβάνουν λιμναίες έως λιμνοχερσαίες αποθέσεις οι οποίες κατά θέσεις περιέχουν απολιθώματα της Πικερμικής πανίδας (Πύργος Βασιλίσσης) και εντοπίζονται στην περιοχή του Βόρειου Λεκανοπεδίου Αθηνών.

Επί όλων των προηγούμενων σχηματισμών επικάθονται Τεταρτογενείς αποθέσεις, στις οποίες συμμετέχουν τα φερτά υλικά των ποταμών του Λεκανοπεδίου, οι παράκτιες αποθέσεις, οι ποτάμιες αναβαθμίδες, οι πλευρικές αποθέσεις κορημάτων, τα ριπίδια και οι κώνοι κορημάτων των περιφερειακών ορεινών όγκων.

2.1 Θαλάσσιοι Νεογενείς σχηματισμοί

2.1.1 Πλειοκαινικοί θαλάσσιοι σχηματισμοί

Πρόκειται για μάργες, ψαμμίτες, κροκαλοπαγή και ασβεστόλιθους μεταβαλλόμενης σύστασης και σκληρότητας. Η κύρια εμφάνιση αυτών των σχηματισμών είναι αυτή η οποία δομεί την Πειραιϊκή χερσόνησο. Άλλες, μικρότερες εμφανίσεις βρίσκονται στον Άλιμο και στο Καλαμάκι, όπου υπέρκεινται ασύμφωνα των θαλάσσιων σχηματισμών του Αν. Μειόκαινου. Στην Πειραιϊκή χερσόνησο εμφανίζεται η ακόλουθη σειρά σχηματισμών, από τους παλαιότερους προς τους νεότερους: (i) μάργες και εναλλαγές μαργών και κροκαλοπαγών, (ii) κίτρινες μάργες και μαργαϊκοί ψαμμίτες, (iii) κίτρινες και λευκές μάργες μεγάλου πάχους, (iv) πορτοκαλόχρωμοι ψαμμίτες και (v) πορώδεις ασβεστόλιθοι με έγκοιλα.

2.1.2 Ανωμειοκαινικοί σχηματισμοί

Οι Ανωμειοκαινικοί σχηματισμοί περιλαμβάνουν δύο κύριες διακριτές λιθολογικές ενότητες: μία υποκείμενη κλαστική σειρά και κάποιους συνήθως υπέρκειμένους ανθρακικούς σχηματισμούς.

Οι σχηματισμοί της κλαστικής σειράς καταλαμβάνουν μεγάλο μέρος του νότιου τμήματος του Λεκανοπεδίου της Αττικής. Εκτείνονται από την Καλλιθέα και τη Νέα Σμύρνη ως τον Αγ. Δημήτριο και από το Παλαιό Φάληρο ως το Καλαμάκι και τον Άλιμο. Περιλαμβάνουν πολλές λιθολογίες σε εναλλαγές: αργίλους και ιλύες με κυμαινόμενα ποσοστά κυρίως σχιστολιθικών λατυπών διαφόρων μεγεθών, κιτρινωπές αμμούχες μάργες, κροκαλοπαγή, λατυποπαγή με κιτρινοκάστανο αμμώδες συνδετικό υλικό, συνεκτικά λατυποκροκαλοπαγή με ογκόλιθους. Το περιβάλλον απόθεσης αυτών των σχηματισμών σε γενικές γραμμές είναι παράκτιο (Χαραλαμπάκης, 1952, Χριστοδούλου, 1961). Κάποιες όμως φάσεις, ειδικά αυτές που εμφανίζονται στην περιοχή του Αγίου Δημητρίου, 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. Το πάχος των κλαστικών σχηματισμών είναι της τάξης των αρκετών δεκάδων μέτρων, ενώ η γεωμετρία τους ποικίλει, με γενική κλίση 20°-25° προς Δ, η οποία όμως μπορεί να ξεπεράσει τις 35°-40° κοντά στα περιθώρια.

Οι ανθρακικοί ανωμειοκαινικοί σχηματισμοί συνήθως υπέρκεινται ασύμφωνα της κλαστικής σειράς. Εντοπίζονται κυρίως στις κορυφές λόφων (περιοχές Τραχώνων, Καλλιθέας και Παλαιού Φαλήρου). Πρόκειται για πετρώματα διαφόρων φάσεων και χαρακτήρα: λατυποπαγείς ασβεστόλιθοι, ασβεστοψαμμίτες με σπογγώδη υφή, πλούσιοι σε απολιθώματα κοραλλιογενείς ασβεστόλιθοι, ωολιθικοί ασβεστόλιθοι και ασβεστόλιθοι με πορσελανώδη υφή. Μπορεί να ειπωθεί πως πρόκειται για σχηματισμούς που έχουν αποθεθεί σε παράκτιο γενικά περιβάλλον, όπου τοπικά είχαμε ανάπτυξη κοραλλιογενών υφάλων. Οι κλίσεις τους συχνά δεν είναι σαφείς, σε κάποια όμως σημεία (λόφος Πανί, Τράχωνες) έχουν μετρηθεί κλίσεις σε γενικές γραμμές δυτικές, με τιμές γύρω στις 30°.

2.2 Ηπειρωτικοί Νεογενείς σχηματισμοί

2.2.1 (?)Πλειοκαινικοί ηπειρωτικοί σχηματισμοί

Εμφανίζονται στην περιοχή της Μεταμόρφωσης, ανατολικά των Αχαρνών, στη Φιλοθέη, το Μαρούσι, το Χαλάνδρι και πέριξ αυτών. Πρόκειται για σχηματισμούς από άμμους και αργίλους με ήπιες κλίσεις, οι οποίοι διαφοροποιούνται σημαντικά από λιθοοψική και γεωμετρική άποψη από τους υποκείμενους ανωμειοκαινικούς ηπειρωτικούς σχηματισμούς, στους οποίους έχουν αποθεθεί ασύμφωνα, αποτελώντας ένα "ιζηματογενές κάλυμμα" το οποίο ομογενοποίησε και εξομάλυσε το υπάρχον παλαιοανάγλυφο. Είναι γενικά αδιατάρακτα ή λίγο διαταραγμένα ιζήματα με κλίσεις που σπάνια ξεπερνούν τις 5°, αποτελούμενα από άμμους και αργίλους με αραιές, μη ρυθμικές και όχι εκτεταμένες παρεμβολές λιγνιτικών οριζόντων πολύ μικρού πάχους (5-20 cm). Το χρώμα τους είναι ερυθρωπό, πορτοκαλί ή ανοιχτοκίτρινο και το πάχος τους είναι λίγες δεκάδες μέτρα.

Στην περιοχή του Καματερού εμφανίζονται κάποιοι ασβεστομαργαϊκοί πλειοκαινικοί σχηματισμοί, πιθανώς λιμναίας φάσης, οι οποίοι οριοθετούνται προς τα δυτικά από τα περιθωριακά ρήγματα του Ποικίλου. Πρόκειται για μια αρκετά συνεκτική ακολουθία στρωμάτων με καλά διαμορφωμένους οριζόντες, η οποία συνήθως αποτελείται από λευκές και συμπαγείς ασβεστόμαργες που παρουσιάζουν ήπιες κλίσεις, σε γενικές γραμμές προς τα ανατολικά. Κοντά στα περιθώρια η κλίση των σχηματισμών είναι εντονότερη, προσεγγίζοντας τις 40°. Στην ακολουθία των σχηματισμών συμμετέχουν λευκές και κίτρινες μάργες, μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι, αλλά και χαλαρά πολύμεικτα κροκαλοπαγή και ψαμμίτες.

2.2.2 Ανωμειοκαινικοί ηπειρωτικοί – λιμναίοι σχηματισμοί

Πρόκειται για ηπειρωτικούς σχηματισμούς, οι οποίοι αποτέθηκαν σε περιβάλλον λιμναίο ή εφήμερα λιμναίο. Μικρές εμφανίσεις ανωμειοκαινικών ηπειρωτικών σχηματισμών αντιστοιχούν σε χερσαίο περιβάλλον απόθεσης. Εμφανίζονται κυρίως στο βόρειο και δυτικό τμήμα του Λεκανοπεδίου των Αθηνών, στις περιοχές της Ανθούπολης, των Άσπρων Χωμάτων, των Νέων Λιόσιων και των Αγίων Αναργύρων. Εμφάνιση μεγάλης έκτασης παρουσιάζεται στην περιοχή του Νέου Ηρακλείου, της Καλογρέζας και της Πεύκης. Πιο βόρεια, εμφανίζονται στην περιοχή της Φυλής και των Θρακομακεδόνων κάτω από τα πλειστοκαινικά ριπίδια, σε αρκετά μεγάλο υψόμετρο, 500m.

Οι λιμναίες φάσεις αποτελούνται από μαργαϊκούς ασβεστόλιθους, αμμούχες μάργες και μάργες, μέσα στις οποίες συναντώνται λιγνιτικά κοιτάσματα (Αγ. Βασίλειος, Αγ. Θεόδωροι, Καλογρέζα, Ν. Ηράκλειο κλπ. – Freyberg, 1951). Οι μάργες έχουν γενικά χρώμα πρασινωπό που ποικίλει από τεφρό και ανοιχτό λαδί μέχρι και πολύ έντονο πράσινο.

Οι χερσαίες φάσεις αποτελούνται από ερυθρές αργίλους και κροκαλοπαγή. Η κύρια εμφάνιση των ανωμειοκαινικών χερσαίων σχηματισμών είναι στον Πύργο Βασιλίσσης. Πρόκειται για ερυθρές αργίλους και ψαμμίτες που περικλείουν πλούσια πανίδα σπονδυλωτών, ηλικίας λίγο παλαιότερης της Πικερμικής (Symeonidis, 1979). Μικρότερη εμφάνιση των χερσαίων ανωμειοκαινικών σχηματισμών εντοπίζεται στην περιοχή του Γέρακα, ανάμεσα στον Υμηττό και την Πεντέλη. Η κύρια εμφάνιση των τελευταίων σχηματισμών είναι ανατολικά του υδροκρίτη του λεκανοπεδίου Αθηνών, στην περιοχή των Μεσογείων, και ειδικότερα στο Πικέρμι Αττικής (θέσεις «Μεγάλου Ρέματος» και «Κισδάρι»).

Η γεωμετρία των μειοκαινικών σχηματισμών ποικίλει. Γενικά είναι έντονα διαταραγμένα στρώματα με διάφορες κλίσεις προς σχεδόν όλες τις κατευθύνσεις. Στην περιοχή του Ν. Ηρακλείου, σε τομές της Αττικής οδού, οι ιλυόλιθοι αυτοί κλίνουν με περίπου 30° προς τα ανατολικά, βυθιζόμενοι κάτω από τους υπερκείμενους Πλειοκαινικούς σχηματισμούς που είναι γενικά αδιατάρακτοι και σχεδόν οριζόντιοι. Η διαταραχή στη γεωμετρία είναι πιο έντονη προς τα δυτικά. Στην περιοχή Μεταμόρφωσης – Ν. Ηρακλείου, πέραν των αυξημένων σχετικά κλίσεων, η διαταραχή στη γεωμετρία τους εκφράζεται και με κάμψεις των στρωμάτων και μεγάλη διασπορά στη φορά κλίσης τους. Αντίθετα, στα ανατολικά, στην περιοχή του Χαλανδρίου είναι σχεδόν αδιατάρακτοι.

2.2.3 Ηπειρωτικοί Τεταρογενείς σχηματισμοί

Πρόκειται κυρίως για τα πλειστοκαινικά πλευρικά κορήματα και τα ριπίδια που εμφανίζονται στους πρόποδες όλων των ορεινών όγκων περιφερειακά του λεκανοπεδίου, με πιο σημαντικές εμφανίσεις στους Θρακομακεδόνες με τροφοδοσία από Πάρνηθα που συναντάται κατά μήκος του ρου του Άνω Κηφισού με τα ριπίδια αντίθετης φοράς της Πεντέλης στην περιοχή της Κηφισιάς – Εκάλης καθώς και τα ριπίδια στον Υμηττό και κυρίως το ριπίδιο της Αργυρούπολης – Γλυφάδας. Τα ριπίδια κατά μήκος του Αιγάλεω και του Ποικίλου είναι τοπικής σημασίας.

3 ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

3.1 Ανατολικό και Δυτικό περιθώριο λεκανοπεδίου

Τα δύο περιθώρια του λεκανοπεδίου διαφέρουν σημαντικά στην νεοτεκτονική δραστηριότητα. Το δυτικό περιθώριο κατά μήκος του Αιγάλειου, του Ποικίλου και της Πάρνηθας διαμορφώνεται από δύο ρηξιγενείς ζώνες BBA-NNΔ διεύθυνσης οι οποίες οριοθετούν τους μεταλπικούς σχηματισμούς τόσο του Άνω Μειόκαινου όσο και τα πλειστοκαινικά ριπίδια. Αντίθετα, στην Πεντέλη και στον Υμηττό δεν παρατηρούνται περιθωριακά ρήγματα να οριοθετούν τις μεταλπικές αποθέσεις και τα ριπίδια. Ένα σύστημα BBA-NNΔ ρηγμάτων που παρατηρείται στον Υμηττό εισχωρεί μέσα στο αλπικό υπόβαθρο. Τούτο πιθανώς συνδέεται με την ύπαρξη του παλιότερου κανονικού ρήγματος μικρής κλίσης που βυθίζεται κάτω από το λεκανοπέδιο, οριοθετώντας τα μεταμορφωμένα στο δάπεδο από τα μη μεταμορφωμένα της ενότητας Αθηνών στην στέγη (Παπανικολάου κ.ά., 2004)

3.2 Ρηξιγενής ζώνη Κηφισού

Κατά μήκος του Κηφισού ποταμού εντοπίζεται άλλη μία μεγάλη ρηξιγενής ζώνη, με BBA-NNΔ διεύθυνση, που χωρίζει το Λεκανοπέδιο σε δύο επιμέρους τμήματα, το Ανατολικό και το Δυτικό, το καθένα με τη δική του νεοτεκτονική και παλαιογεωγραφική εξέλιξη. 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. 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 δυτικό τμήμα οι εμφανίσεις του αλπικού υποβάθρου είναι πολύ λίγες, αφού έχει βυθιστεί και καλύπτεται από τους μεταλπικούς σχηματισμούς, ενώ στο ανατολικό το αλπικό υπόβαθρο έχει ανυψωθεί και οι μεταλπικοί σχηματισμοί απουσιάζουν ή είναι μικρού πάχους.

3.3 Ρηξιγενής ζώνη Ζεφυρίου - Αγ. Παρασκευής

Στο Λεκανοπέδιο Αθηνών εντοπίζεται μια σημαντική 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 υποβάθρου κλπ. Η διαφοροποίηση αυτή λαμβάνει χώρα εκατέρωθεν μιας μεγάλης ρηξιγενούς γραμμής, που με διεύθυνση ΔΒΔ-ΑΝΑ διασχίζει το Λεκανοπέδιο από το όριο Ποικίλου-Πάρνηθας (Ζεφύριο) 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 δυτική προέκταση της ζώνης αυτής ταυτίζεται περίπου με το βόρειο περιθώριο του Θριάσιου Πεδίου που αναπτύσσεται πίσω από το Ποικίλο, ενώ η ανατολική προέκταση ταυτίζεται με το βόρειο περιθώριο της Λεκάνης των Μεσογείων που αναπτύσσεται ανατολικά του Υμηττού. Βόρεια από τη ζώνη αυτή αναπτύσσονται οι νεογενείς λιμναίες και χερσαίες αποθέσεις, ενώ λείπουν και οι εμφανίσεις του αλπικού υποβάθρου. Τέλος, το υδρογραφικό σύστημα του Κηφισού έχει επηρεαστεί άμεσα από τη ζώνη αυτή, όπου προς τα βόρεια έχουμε σύγκλιση 3-4 παραποτάμων (Ποδονόφτης, Ροδοδάφνη κλπ) που ενώνονται νότια της ζώνης σε ένα κλάδο.

4 ΠΑΛΑΙΟΓΕΩΓΡΑΦΙΑ

Ακολουθεί μια συνοπτική περιγραφή της νεοτεκτονικής και παλαιογεωγραφικής εξέλιξης του Λεκανοπεδίου Αθηνών, σύμφωνα με τα στοιχεία που περιγράφηκαν και αναλύθηκαν προηγουμένως.

4.1 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 (σχ. 2α). Το ανάγλυφο ήταν πολύ εντονότερο, με εναλλαγές ορεινών όγκων και βυθισμάτων στο εσωτερικό, ενώ η ακτογραμμή ήταν αρκετά βορειότερα.

Στην περιφέρεια είχαν αρχίσει να αναπτύσσονται ορεινοί όγκοι με έντονο ανάγλυφο, που αντιστοιχούν στους σημερινούς όγκους του Υμηττού, της Πεντέλης, της Πάρνηθας, του Ποικίλου και του Αιγάλειου. Στο εσωτερικό, το ανάγλυφο ήταν αρκετά εντονότερο, με μια σειρά από λόφους στο κεντρικό τμήμα, οι οποίοι 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 του Φιλοπάππου.

Η ακτογραμμή ήταν πολύ βορειότερα από τη σημερινή και έφτανε πολύ κοντά στο λόφο του Φιλοπάππου, ο οποίος πιθανόν να ήταν ακρωτήριο. Υπό 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. Το περιβάλλον απόθεσης των σχηματισμών που δημιουργήθηκαν κατά το Ανώτερο Μειόκαινο, σε αυτές τις περιοχές, είναι σε γενικές γραμμές παράκτιο (Papp et al., 1978). Κάποιες όμως φάσεις, ειδικά αυτές που εμφανίζονται βορειότερα, προς τον Άγ. Δημήτριο, φαίνονται να αντιστοιχούν σε μάλλον ποταμοχερσαίο περιβάλλον απόθεσης, πιθανότατα σε εκβολές ποταμών, όπου υπήρχε εποχιακή προέλαση της θάλασσας.

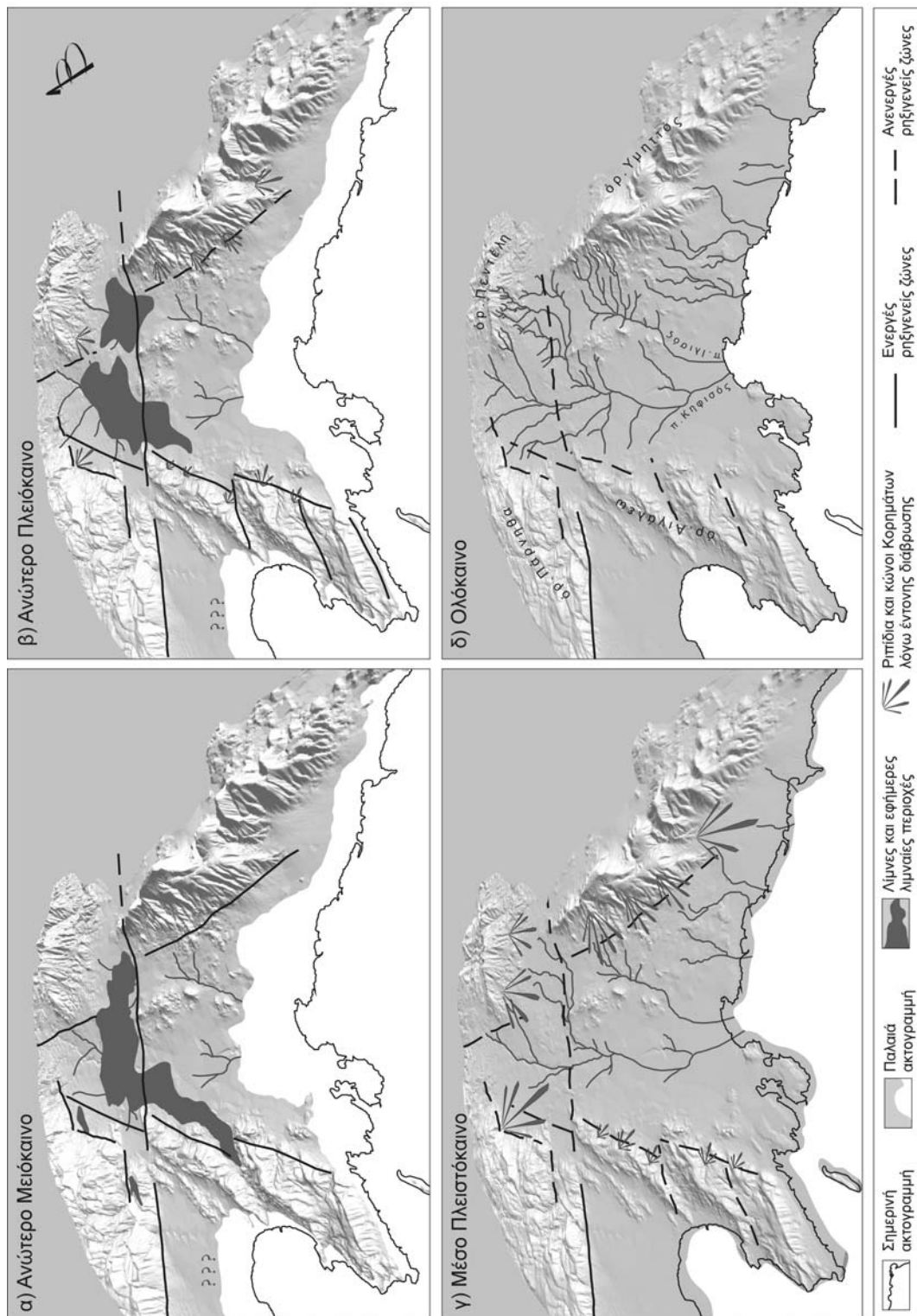
Στο βόρειο τμήμα του λεκανοπέδιου υπήρχαν εκτεταμένες εποχικές λίμνες, οι οποίες διατάσσονταν σε δύο κύριους κλάδους. Ο βόρειος καταλάμβανε την περιοχή Χαλανδρίου, Βριλησίων, Μαρουσίου, Πεύκης, Ν. Ηρακλείου και Μεταμόρφωσης, και έφτανε μέχρι τα Άνω Λιόσια, τις Αχαρνές και τους Θρακομακεδόνες, ενώ ο δυτικός κλάδος εκτεινόταν στα ανατολικά του ορεινού όγκου του Ποικίλου, στις περιοχές Δαφνίου, Χαϊδαρίου, Περιστερίου, Νέων Λιοσίων, Αγ. Αναργύρων, Πετρούπολης και Καματερού. Οι δύο αυτοί κλάδοι ενώνονταν στην περιοχή του Καματερού. Επίσης, υπήρχε μια μικρότερης έκτασης λίμνη στην περιοχή της Φυλής. Οι περιοχές αυτές 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 ΒΒΑ–ΝΝΔ ρηξιγενείς ζώνες που δρούσαν κατά την περίοδο αυτή ήταν αυτές που ανύψωναν τους πέριξ ορεινούς όγκους και κυρίως την Πάρνηθα και το Αιγάλεω στα δυτικά. 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 «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 το σχηματισμό των εποχιακών λιμνών βορειότερα.

4.2 Ανώτερο Πλειόκαινο (4-2 εκατομμύρια χρόνια)

Η εικόνα του Ανώτερου Πλειόκαινου (σχ. 2γ) είναι παρεμφερής με αυτήν του Αν. Μειοκαίνου. Στην περιφέρεια του λεκανοπέδιου είχαν αναπτυχθεί μεγάλοι ορεινοί όγκοι, ενώ στο εσωτερικό εξακολουθούσαν να υπάρχουν μικρότεροι λόφοι, οι οποίοι παρουσίαζαν έντονο ανάγλυφο, διατηρώντας το φράγμα που χώριζε τη βόρεια από τη νότια περιοχή. 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, Βριλησίων και Αμαρουσίου, καθώς και στην περιοχή των Αχαρνών και της Λυκόβρυσης. Οι λίμνες στην περιοχή του Περιστερίου, της Ανθούπολης, των Ασπρων 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 Άνω Μειόκαινο ανύψωσαν τους περιφερειακούς ορεινούς όγκους, στο Άνω 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 Θριασίο πεδίο, καθώς και το ρήγμα της Φυλής. Όσον αφορά στη ρηξιγενή ζώνη «Ζεφυρίου – Αγίας Παρασκευής», διεύθυνσης Α-Δ, εξακολουθούσε να είναι ενεργή. Βόρεια αυτής υπήρχε ένα βύθισμα, όπου είχαμε την ανάπτυξη των λιμναίων περιοχών, οι οποίες τροφοδοτούνταν από ιζήματα που προέρχονταν από υλικά διάβρωσης των γύρω ορεινών όγκων, αλλά και των μικρότερων λόφων στα νότια που δομούσαν από την αλλόχθονη ενότητα των Αθηνών. Είναι χαρακτηριστικό ότι στην κεντρική ζώνη από Πετρούπολη – Νίκαια έως Χολαργό – Ηλιούπολη δεν είχαμε ιζηματογένεση.



Σχήμα 2. Τρισδιάστατες παλαιογεωγραφικές αναπαραστάσεις του λεκανοπεδίου Αθηνών κατά το Ολόκαινο (α), το Μέσο Πλειστόκαινο (β), το ανώτερο Πλειόκαινο (γ) και το ανώτερο Μειόκαινο (δ).

4.3 Μέσο Πλειστόκαινο (800.000-500.000 χρόνια)

Κατά το Μέσο Πλειστόκαινο η κατάσταση που επικρατούσε στο λεκανοπέδιο των Αθηνών (σχ. 2γ) έμοιαζε πολύ με τη σημερινή. Τα όρη που περιέβαλλαν το λεκανοπέδιο είχαν λίγο πολύ τη σημερινή τους μορφή και η ακτογραμμή ήταν σε γενικές γραμμές στην ίδια θέση με τη σημερινή, ενώ δεν υπήρχαν καθόλου λιμναίες περιοχές.

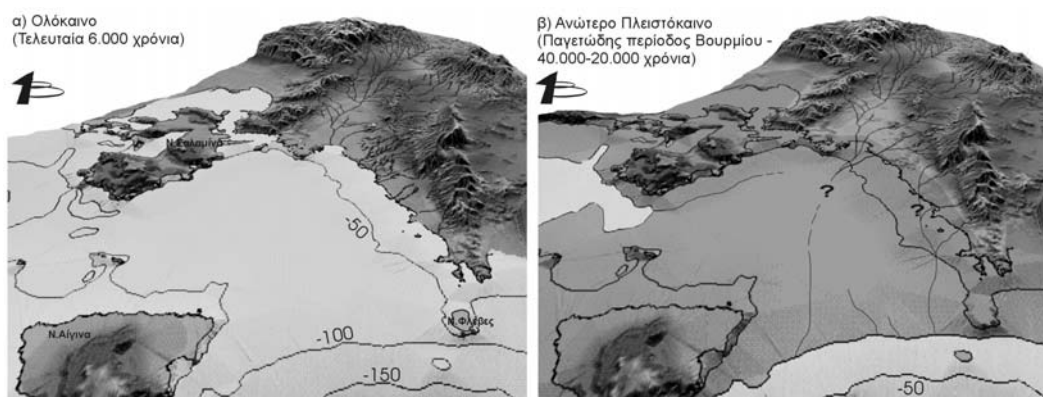
Ο Υμητός, η Πεντέλη, η Πάρνηθα και το Αιγάλεω, που ήδη είχαν αρχίσει να διαβρώνονται από το Ανώτερο Πλειόκαινο, εξακολουθούσαν να βρίσκονται υπό καθεστώς διάβρωσης και κατά το Πλειστόκαινο, όπως άλλωστε και σήμερα. Είχαν λοιπόν δημιουργηθεί κώνοι κορημάτων, πλευρικά κορήματα και ριπίδια στις πλαγιές των βουνών αυτών. Αξιοσημείωτα είναι το μεγάλο ριπίδιο του Υμητού στην περιοχή της Γλυφάδας και το ριπίδιο των Θρακομακεδόνων, τα οποία παρουσιάζουν μεγάλο πλάτος και πάχος εμφάνισης. Στο εσωτερικό τμήμα του λεκανοπεδίου το ανάγλυφο είχε εξομαλυνθεί αρκετά, προσεγγίζοντας σε μεγάλο βαθμό τη σημερινή του μορφή. Το φράγμα των κεντρικών λόφων που υπήρχε κατά τις προηγούμενες περιόδους έπαψε να υφίσταται. Έτσι έπαψαν να υπάρχουν λιμναίες περιοχές στο βόρειο τμήμα, καθώς το νερό βρήκε διέξοδο προς τη θάλασσα, δημιουργώντας τον Κηφισό Ποταμό που ακολούθησε το ρήγμα Β-N ανάμεσα στο αλπικό υπόβαθρο (Νέα Χαλκηδόνα) και τα ανωμειοκαινικά ιζήματα (Πύργος Βασιλίσσης) και σταδιακά εξελίχθηκε στη σημερινή μορφή του. Η ακτογραμμή ήταν περίπου στην ίδια θέση με σήμερα. Η τεκτονική δραστηριότητα περιορίστηκε στο δυτικό τμήμα του λεκανοπεδίου το οποίο οριοθετούνταν από τις ρηξιγενείς ζώνες των περιθωρίων του Αιγάλεω, του Ποικίλου και της Πάρνηθας. Γενικά, φαίνεται πως η τεκτονική δράση είχε αρχίσει να μετατοπίζεται προς τα δυτικά, έξω από το λεκανοπέδιο της Αθήνας. Η κύρια διεργασία που ήλεγχε το ανάγλυφο ήταν η διάβρωση, με την επακόλουθη δημιουργία κώνων κορημάτων και ριπίδιων.

4.4 Ανώτερο Πλειστόκαινο

Οι κλιματικές μεταβολές που έλαβαν χώρα κατά το Πλειστόκαινο επηρέασαν σημαντικά τη μορφή του λεκανοπεδίου. Οι 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 (120m) σημειώθηκε κατά το Ανώτερο Πλειστόκαινο και συγκεκριμένα κατά την τελευταία παγετώδη περίοδο του Βουρμίου (Lambek, 1996). Σε αυτή την περίοδο η θάλασσα είχε υποχωρήσει κατά πολύ και το μεγαλύτερο τμήμα του Σαρωνικού κόλπου είχε γίνει ξηρά, με τα νησιά Αίγινα και Σαλαμίνα (σχ. 3β) να αποτελούν τη φυσική συνέχεια του λεκανοπεδίου (Μαριολάκος & Θεοχάρης, 2001). Οι ορεινοί όγκοι που περιέβαλλαν το λεκανοπέδιο είχαν αποκτήσει τη σημερινή μορφή τους ενώ και οι λόφοι στο εσωτερικό του λεκανοπεδίου διέφεραν ελάχιστα. Τεκτονική δραστηριότητα υπήρχε μόνο στο δυτικό περιθώριο του λεκανοπεδίου η οποία αντιστοιχούσε αφενός στη δράση των περιθωριακών ζωνών του Αιγάλεω, του Ποικίλου και της Πάρνηθας και αφετέρου στη δράση των ρηγματών με διεύθυνση Α-Δ που τέμνουν τους ορεινούς αυτούς όγκους. Στο αναδυμένο τμήμα του Σαρωνικού είχε αναπτυχθεί υδρογραφικό δίκτυο, το οποίο αποτελούσε προέκταση του υδρογραφικού δικτύου που είχε διαμορφωθεί πριν την απόσυρση της θάλασσας. Ο Κηφισός ποταμός πιθανότατα έρεε νοτιότερα, δεν είναι όμως γνωστό αν συνέχιζε την πορεία του προς τα νότιο-νοτιοδυτικά ή αν άλλαζε διεύθυνση προς τα δυτικά, επηρεαζόμενος από τις ρηξιγενείς ζώνες με διεύθυνση Α-Δ που δρούσαν στην περιοχή της Σαλαμίνας.

4.5 Ολόκαινο

Η σημερινή εικόνα του λεκανοπεδίου της Αθήνας (σχ. 2δ) είναι λίγο πολύ η ίδια τα τελευταία 3-5 χιλιάδες χρόνια. Ουσιαστικά πρόκειται για μία περιοχή με χαμηλό μέσο υψόμετρο η οποία περιβάλλεται από ορεινούς όγκους διαφόρων διευθύνσεων. Στο εσωτερικό του λεκανοπεδίου παρατηρούνται γενικά περιοχές πολύ μικρής μορφολογικής κλίσης που διακόπτονται από σχετικά μικρούς λόφους, στις οποίες εμφανίζονται κυρίως Νεογενείς σχηματισμοί και αλλουβιακές και διλουβιακές αποθέσεις. Το υδρογραφικό δίκτυο παρουσιάζει ασύμμετρη ανάπτυξη. Στο βόρειο τμήμα είναι σαφώς πιο ανεπτυγμένο ενώ στο νότιο τμήμα εμφανίζονται εποχιακοί κλάδοι μικρής τάξης και μικρού μήκους οι οποίοι εκβάλλουν στον Σαρωνικό κόλπο. Τεκτονική δραστηριότητα παρατηρείται κυρίως εκτός των λεκανοπεδίου, στο χώρο της Πάρνηθας και του Θριάσιου πεδίου. Οι ανατολικές απολήξεις αυτών των ρηγματών 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.



Σχήμα 3. Τρισδιάστατες παλαιογεωγραφικές αναπαραστάσεις του λεκανοπεδίου Αθηνών κατά το Ολόκαινο (α) και τη παγετώδη περίοδο του Βουρμίου (β).

5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το λεκανοπέδιο της Αθήνας διαμορφώθηκε κατά το ανώτερο Μειόκαινο, όταν έδρασαν τα περιθωριακά του ΒΒΑ-ΝΝΔ διεύθυνσης ρήγματα, στους πρόποδες των σημερινών ορεινών όγκων που το περιβάλλουν, διαμορφώνοντας μια σύνθετη μορφή ασύμμετρης τεκτονικής τάφρου. Το δυτικό περιθώριο (Αιγάλεω - Πάρνηθα) ήταν πολύ πιο έντονο σε σχέση με το ανατολικό (Υμηττός - Πεντέλη). Ταυτόχρονα, οι φάσεις των νεογενών σχηματισμών μέσα στις υπολεκάνες ιζηματογένεσης του λεκανοπεδίου ήταν ηπειρωτικές - λιμναίες προς το βόρειο τμήμα του και θαλάσσιες προς το νότιο τμήμα που επικοινωνούσε με το Σαρωνικό κόλπο. Μια μεγάλη ρηξιγενής ζώνη διεύθυνσης Α-Δ διέκρινε το βόρειο άνω τμήμα του λεκανοπεδίου – όπου επικρατούσαν λίμνες τόσο κατά το Άνω Μειόκαινο όσο και κατά το Πλειόκαινο – από το νότιο τμήμα, όπου μόνο στο νοτιοδυτικό τμήμα είχαμε λιμναίες φάσεις κατά το Άνω Μειόκαινο ενώ κατά το Πλειόκαινο είχαμε ανύψωση και διάβρωση του αναγλύφου. Το κεντρικό και ανατολικό τμήμα του λεκανοπεδίου χαρακτηρίζεται από έλλειψη σημαντικών νεογενών αποθέσεων και εκτεταμένη επιφανειακή εμφάνιση του αλπικού υποβάθρου, με εξαίρεση το νοτιοδυτικό άκρο όπου είχαμε την παράκτια θαλάσσια ιζηματογένεση.

Στο Μέσο Πλειστόκαινο διανοίγεται ο Κηφισός ποταμός ανάμεσα στους κεντρικούς λόφους που δρούσαν σαν φράγμα και ενώνει τα προηγούμενα υδρογραφικά δίκτυα του βόρειου τμήματος με το νότιο, αποστραγγίζοντας τις προηγούμενες λίμνες. Ταυτόχρονα παχειά ριπίδια καλύπτουν τα περιθώρια των ορεινών όγκων.

Έκτοτε η ακτογραμμή βρίσκεται περίπου στη σημερινή της θέση κατά τις μεσοπαγετώδεις περιόδους ενώ μετατίθεται πολύ νοτιότερα στην ισοβαθή των -120m κατά τις παγετώδεις περιόδους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Freyberg, B., 1951. Das Neogen Gebiet Nordwestlich Athen. *Ann.Geol.Pays.Hellen.*, 3, P65-86.
 Gillet S., 1938, Le Pontien saumâtre aux environs d' Athènes. *C. R. Soc. Geol. d. Fr.*, 5e série, 8, pp. 44-46. Paris.
 Lepsius, R. (1893). *Geologie von Attica. Ein Beitrag zur Lehre vom Metamorphismus der Gesteine*. 1956, Berlin 1893 & μετάφραση Γ.Βουγιούκα. Βιβλιοθήκη Μαρασλή, 592σελ., Αθήνα 1906
 Lambeck, K. 1996. Sea Level change and shore-line evolution in Aegean Greece since Upper Palaeolithic time, *Antiquity*, 70/269, p 588-611.
 Μαριολάκος, Η. & Θεοχάρης, Δ., 2001. Μετατοπίσεις των ακτογραμμών του Σαρωνικού κατά τα τελευταία 18.000 χρόνια και η Κυχρεία παλαιολίμνη. *Δ.Ε.Γ.Ε. XXXIV/1*, σ. 405-413.
 Paere, R., 1986. Landscape changes in Greece as a result of changing climate during Quaternary. *In: Desertification in Europe, eds Fantechi, R., Margaris, Riedel*.
 Παπανικολάου, Δ., Χρόνη, Γ., Λυκούση, Β., Παυλάκη, Π., Ρουσάκη, Γ. & Συσκάκη, Δ. 1989. Υποθαλάσσιος Νεοτεκτονικός χάρτης Σαρωνικού κόλπου. Κλίμακα 1:100.000, ΟΑΣΠ - ΕΚΘΕ - Τομέας Δυναμικής Τεκτονικής Εφαρμοσμένης Γεωλογίας Πανεπιστημίου Αθηνών.

- Παπανικολάου Δ. και συνεργάτες (πάνω από 10 ονόματα) 2002. Γεωλογική – Γεωτεχνική μελέτη Λεκανοπεδίου Αθηνών. Εφαρμοσμένη Ερευνητικό πρόγραμμα. 152 σελ. Αθήνα.
- Παπανικολάου, Δ., Σούκης, Κ., Λόζιος, Σ., Σκούρτσος, Ε. 2004. Η γεωλογική δομή του αλλόχθονου των «Σχιστολίθων Αθηνών». 10^ο Διεθνές Συνέδριο Ε.Γ.Ε., Θεσσαλονίκη 2004, Δ.Ε.Γ.Ε. τομ. XXXVI, 2004, υπό έκδοση.
- Papp, A. 1947. Über die Altersstellung der Congerienschichten von Trachones, Piraus und Perama in der Umgebung von Athen. *Ann. Geol. Pays Hell.* 4, p.104-111.
- Papp, A., Steininger, F.F. & Georgiades-Dikaiouliá, E., 1978. Biostratigraphie Und Korrelation Des Neogens Von Trachones Südlich Von Athen (Attica, Griechenland). *Ann. Geol. Pays Hell.* 29, 603-629.
- Symeonidis, N. (1979). Pikermi, Field guide to the Neogene of Attica. *Publications of the Department of Geology and Paleontology, University of Athens*, Series A, No 33, p. 1-14.
- Χαραλαμπίδης, Σ. 1952. Συμβολή στη γνώση του Νεογενούς της Αττικής. *Ann. Geol. Pays Hell.* 1, σελ.1-156.
- Χριστοδούλου, Γ. 1961. Τα τρηματοφόρα του θαλάσσιου Νεογενούς της Αττικής. *Γεωλογικές και Γεωφυσικές Μελέτες*, VII (1), Ι.Γ.Μ.Ε., Αθήνα.

ABSTRACT

PALEOGEOGRAPHIC EVOLUTION OF THE ATHENS BASIN FROM UPPER MIOCENE TO PRESENT

Papanikolaou D., Bassi E.-K., Kranis H. and Danamos G.

Department of Dynamic Tectonic and Applied Geology, Faculty of Geology, National and Kapodistrian University of Athens, 15784, Athens, dpapan@geol.uoa.gr, ekbassi@geol.uoa.gr, hkranis@geol.uoa.gr

The Athens basin represents a complex neotectonic asymmetric graben bounded by NNE-SSW marginal faults with much higher activity along the western side in Egaleo and Parnitha Mts than along the eastern side along Pendeli and Hymettos Mts. The activity started during Late Miocene as the presence of sedimentary sequences indicates, continental and lacustrine in the west and north and coastal marine in the southeast. An E-W fault zone divided the basin in a northern subsided part – where lakes were dominating throughout Late Miocene - Pliocene – and a southern part where lakes were occurring only during Late Miocene in the central - western part, whereas shallow marine environments dominated in the south and southeast during Late Miocene - Pliocene with the coastline being very close to the present day Acropolis and Philopapou hills. The central eastern area was in a high position with the Alpine bedrocks under erosion and constituted a barrier towards the south. This situation changed before the middle Pleistocene when Kifissos River was formed cutting through the hilly area and connected the northern drainage system with the south, which resulted in the saturation of the remnant lakes of the northern segment. At the same period very thick fans were formed at the foothills of the surrounding mountains, covering the previous neogene sediments and/or Alpine rocks. Ever since the paleogeography was similar to the present geography during the inter-glacial periods and substantially different with the coastline along the present isobath of -120m during the glacial periods, like the Wurm.