

Η ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΑΛΛΟΧΘΟΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΩΝ «ΣΧΙΣΤΟΛΙΘΩΝ ΑΘΗΝΩΝ»

Δ. Ι. Παπανικολάου, Σ. Γ. Λόζιος, Κ. Ι. Σούκης και Εμ. Ν. Σκούρτσος
Τομέας Δυναμικής Τεκτονικής & Εφαρμοσμένης Γεωλογίας, Τμήμα Γεωλογίας, Εθνικό &
Καποδιστριακό Παν/μιο Αθηνών. dpapan@geol.uoa.gr, slozios@geol.uoa.gr,
soukis@geol.uoa.gr, escourt@geol.uoa.gr.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Με βάση τη λιθολογική σύσταση την παραμόρφωση και το βαθμό μεταμόρφωσης οι «Σχιστολίθων Αθηνών» διακρίνονται σε δύο ενότητες: την υπερκείμενη ουσιαστικά αμεταμόρφωτη Ενότητα Αθηνών και την υποκείμενη ελαφρά μεταμορφωμένη Ενότητα Αλεποβουνίου.

Η Ενότητα Αθηνών εμφανίζεται στο κεντρικό και δυτικό τμήμα του Λεκανοπεδίου, υπερκείμενη τεκτονικά της Υποπελαγονικής Ενότητας (δυτικά) και της Ενότητας Αλεποβουνίου (ανατολικά) και περιλαμβάνει δύο επιμέρους λιθολογικά σύνολα: λευκοί, συμπαγείς, άστρωτοι - παχυστρωματώδεις νηρητικοί ασβεστόλιθοι του Άνω Κρητιδικού αφ' ενός και πελαγικά ιζήματα επίσης Ανωκρητιδικής ηλικίας, με μεγάλα σώματα βασικών και υπερβασικών πετρωμάτων και τοφφίτων. Μπορεί να θεωρηθεί ως ένα melange Ανωκρητιδικής ηλικίας, το οποίο σχηματίστηκε σε χώρο πρίσματος προσαύξησης και είναι πιθανό να σχετίζεται με αντίστοιχες λιθολογίες και ενότητες που παρατηρούνται στην ευρύτερη περιοχή της Αργολίδας (π.χ. Αδέρεις).

Η Ενότητα Αλεποβουνίου εντοπίζεται μόνο στο ανατολικό περιθώριο του Λεκανοπεδίου, και είναι τεκτονικά σφηνωμένη μεταξύ της υπερκείμενης Ενότητας Αθηνών και των υποκείμενων μεταμορφωμένων πετρωμάτων του Υμηττού. Στην ενότητα αυτή περιλαμβάνονται φυλλίτες, μεταψαμμίτες, υπερβασικά πετρώματα καθώς και κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι εν μέρει Τριαδικής ηλικίας.

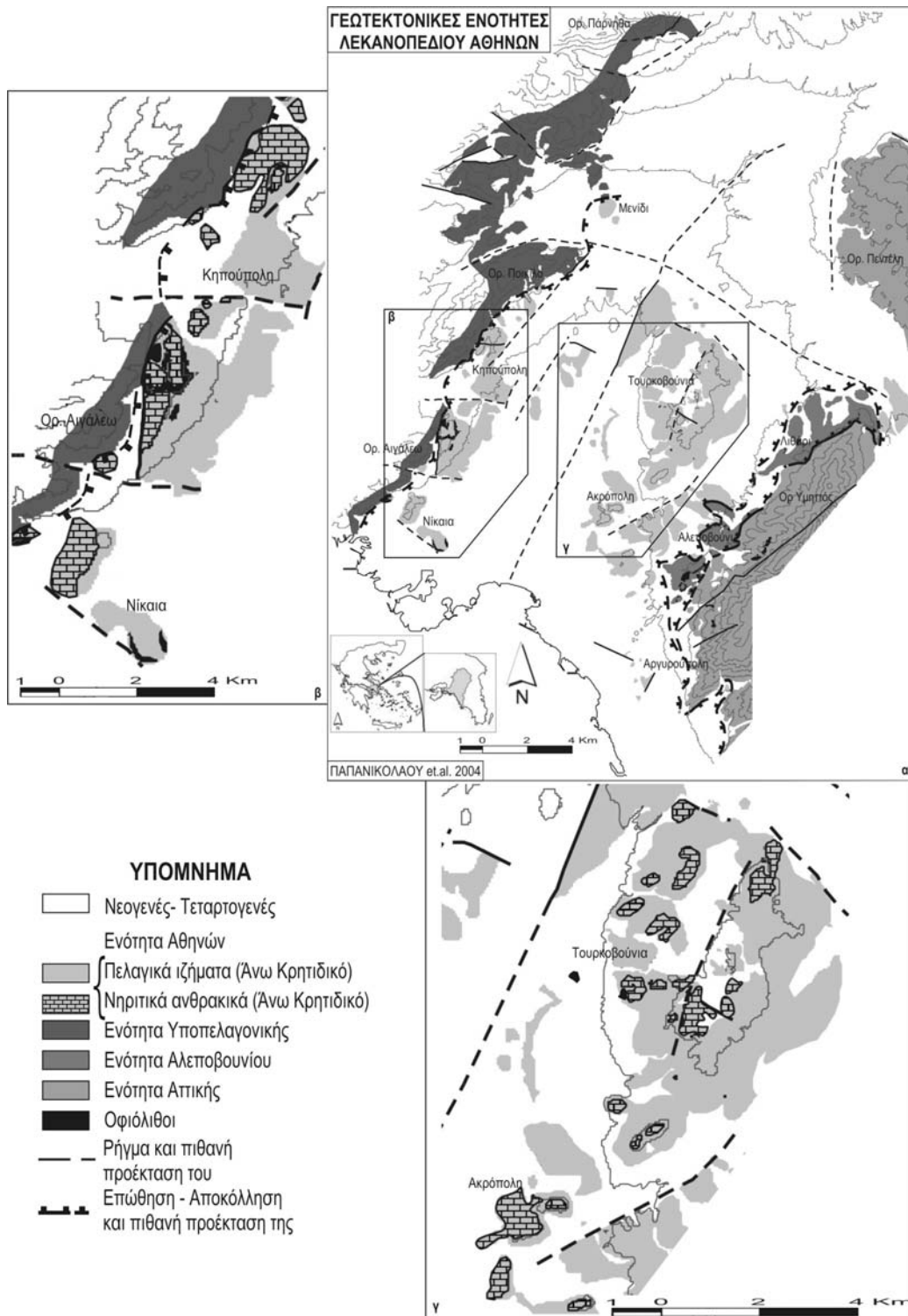
Η τεκτονική δομή του λεκανοπεδίου κυριαρχείται από μια ζώνη τεκτονικής αποκόλλησης εφελκυστικού χαρακτήρα, η οποία έχει βυθίσει προς ΒΒΔ τα αμεταμόρφωτα πετρώματα της Υποπελαγονικής και της Ενότητας Αθηνών, και έχει ανυψώσει προς τα ΝΝΑ τα πετρώματα της Ενότητας Αλεποβουνίου και του σχετικά αυτόχθονου μεταμορφωμένου της Αττικής.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην παρούσα εργασία εξετάζεται η γεωλογική δομή των αλπικών σχηματισμών του Λεκανοπεδίου Αθηνών και συγκεκριμένα του συστήματος που στην βιβλιογραφία αναφέρεται με την ονομασία «Σχιστόλιθοι Αθηνών» (Μαρίνος et al. 1971, 1974). Το ενδιαφέρον εστιάζεται στην πολύπλοκη εσωτερική δομή που εμφανίζουν οι «Σχιστόλιθοι Αθηνών» και στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους, βάσει των οποίων προτείνεται η διάκριση δύο επιμέρους ενοτήτων που εντάσσονται σε διαφορετικά τεκτονικά ρηξιτεμάχη μιας μεγάλης ζώνης εφελκυστικής αποκόλλησης (detachment).

2 ΓΕΩΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Το Λεκανοπέδιο των Αθηνών εντοπίζεται στο βορειοδυτικό περιθώριο του Αττικοκυκλαδικού μεταμορφικού συμπλέγματος. Ανατολικά και βορειοανατολικά οριοθετείται από τους ορεινούς όγκους του Υμηττού και της Πεντέλης, οι οποίοι δομούνται από μεταμορφωμένα πετρώματα της σχετικά αυτόχθονης Ενότητας Αττικής, ενώ δυτικά και βόρεια οριοθετείται από τους ορεινούς όγκους του Αιγάλεω, του Ποικίλου και της Πάρνηθας, οι οποίοι δομούνται από τους αμεταμόρφωτους σχηματισμούς της Υποπελαγονικής Ενότητας (Marinos & Petracheck 1956, Παπανικολάου 1986, Σχ.1α).



Σχήμα 1. α) Γεωτεκτονικές ενότητες του Λεκανοπεδίου Αθηνών. β-γ) Λεπτομερείς χάρτες του δυτικού και του κεντρικού Λεκανοπεδίου αντίστοιχα, στους οποίους διακρίνονται οι εμφανίσεις νηριτικών Ανωκρητιδικών ανθρακικών μέσα στα σχιστοφαιμμικά και πελαγικά ιζήματα της Ενότητας Αθηνών.

Ο Lepsius (1893), διέκρινε τρεις Κρητιδικές βαθμίδες στο Λεκανοπέδιο, με επαφές τεκτονικού χαρακτήρα. Από αυτές, η κατώτερη αντιστοιχεί στα πετρώματα που εντοπίζονται στους δυτικούς πρόποδες του Υμηττού, η ενδιάμεση αντιστοιχεί στους «Σχιστόλιθους Αθηνών» και η ανώτερη, περιλαμβάνει τα ανθρακικά πετρώματα που εμφανίζονται στις κορυφές των Αθηναϊκών λόφων. Ο Ktenas (1907) αναφέρει την ύπαρξη πλήθους απολιθωμάτων Ανωκρητιδικής ηλικίας (*Vacinites atheniensis*, *Radiolites giganteus Hippourites atheniensis* κ.α.) στους Αθηναϊκούς λόφους. Ο Negris (1915-1919), συνέδεσε τους «Σχιστόλιθους Αθηνών» με τα μεταμορφωμένα πετρώματα του Υμηττού και ανέφερε Τριαδικά απολιθώματα για το κατώτερο τμήμα και Κρητιδικά για τα υπερκείμενα. Ο Kober (1929), διέκρινε και αυτός τρεις σειρές, οι οποίες δεν ταυτίζονται με αυτές του Lepsius και αποτελούν διαδοχικά καλύμματα ή λέπτη. Την τεκτονική φύση των επαφών μεταξύ των νηρητικών ανθρακικών που καταλαμβάνουν την κορυφή των Αθηναϊκών λόφων και των υποκείμενων σχηματισμών, αναγνώρισαν σταδιακά οι περισσότεροι ερευνητές και ταυτόχρονα ανέφεραν απολιθώματα του Άνω Κρητιδικού για τους νηρητικούς ασβεστόλιθους (Μαρίνος 1937, Renz 1940, Sindowski 1949, 1951 κ.α.). Οι Μαρίνος (1955) και Τάταρης (1967), συσχέτισαν τους «Σχιστόλιθους Αθηνών» με την Σχιστομαμμιτοκερατολιθική διάπλαση με οφιόλιθους του Ιουρασικού ενώ οι Marinis & Petracheck (1956), τόνισαν ότι οι φυλλίτες του Λαυρίου και οι Αθηναϊκοί σχιστόλιθοι δεν ανήκουν στην ίδια μονάδα.

Οι Μαρίνος et al. (1971, 1974) διαχωρίζουν τους σχηματισμούς του Λεκανοπεδίου σε δύο ενότητες: τα υποκείμενα «Στρώματα Καρρά» (C_{1a} κατά Lepsius 1893), που αντιστοιχούν στο φυλλικό κάλυμμα της Ενότητας Λαυρίου και στους υπερκείμενους «Σχιστόλιθους Αθηνών», για τους οποίους αναφέρουν την ύπαρξη *Globotruncana* sp. σε διάφορες θέσεις στο Λεκανοπέδιο, πιστοποιώντας την Ανωκρητιδική ηλικία τους. Μεταξύ των δύο ενότητων παρεμβάλλονται τεκτονικά οι άγνωστης ηλικίας ασβεστόλιθοι του Αλεποβουνίου. Σύμφωνα με τους ίδιους ερευνητές, τα νηρητικά και τα πελαγικά ιζήματα των «Σχιστόλιθων Αθηνών» αποτελούν πλευρικές μεταβάσεις της ίδιας στρωματογραφικής μονάδας ενώ τα παρατηρούμενα τεκτονικά λατυπτοπαγή μεταξύ των δύο φάσεων οφείλονται κυρίως σε ιδιαίτερες συνθήκες ιζηματογένεσης και λιγότερο σε φαινόμενα δυσαρμονίας. Οι Παρασκευαϊδής & Χωριανοπούλου (1978) θεωρούν τον Αθηναϊκό Σχιστόλιθο ως το φλύσχη μιας ακολουθίας η οποία εμφανίζεται στο Αιγάλεω να ξεκινά με κλαστικά στο Άνω Παλαιοζωικό και ασύμφωνους Τριαδικούς ασβεστόλιθους, εν συνεχεία, ασύμφωνη απόθεση των Ανωκρητιδικών νηρητικών ασβεστόλιθων του Λεκανοπεδίου και τέλος με μετάβαση τα πελαγικά ιζήματα αυτού του φλύσχη. Ο Παπανικολάου (1986), λαμβάνοντας υπόψη την έλλειψη εσωτερικής γεωμετρίας και την λιθολογική ποικιλία των «Σχιστόλιθων Αθηνών» ανέφερε ότι αποτελούν ένα mélange Ανωκρητιδικής ηλικίας.

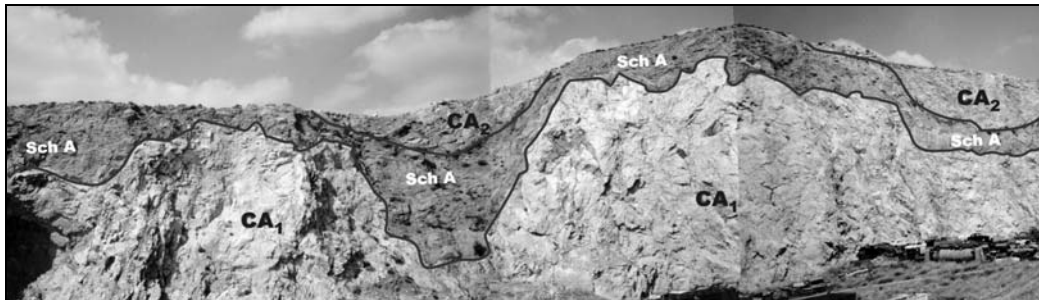
Λεπτομερής χαρτογράφηση του Λεκανοπεδίου Αθηνών στα πλαίσια της μικροζωνικής μελέτης (Παπανικολάου et al. 2002), που εκπονήθηκε για το ΥΠΕΧΩΔΕ, μετά το σεισμό της Αθήνας το 1999, οδήγησε στην διάκριση των αλπικών σχηματισμών σε δύο ενότητες: την υπερκείμενη Ενότητα Αθηνών και την υποκείμενη Ενότητα Αλεποβουνίου.

3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΝΟΤΗΤΩΝ

3.1 Ενότητα Αθηνών

Οι σχηματισμοί της Ενότητας Αθηνών δομούν το μεγαλύτερο τμήμα του Λεκανοπεδίου των Αθηνών αν και επιφανειακά εμφανίζονται μόνο στα ανώτερα τμήματα των λόφων του κεντρικού και του δυτικού τμήματος, λόγω του ότι καλύπτονται από Νεογενείς και Τεταρτογενείς μεταλλικές αποθέσεις. Κατά μήκος της δυτικής παρυφής του Λεκανοπεδίου οι εμφανίσεις της Ενότητας των Αθηνών σχηματίζουν επιμήκη ζώνη, την οποία αποτελούν οι πρόβουνοι του όρους Αιγάλεω και του Ποικίλου όρους. Η βορειότερη εμφάνισή της απαντά στο όριο των Δήμων Άνω Λιοσίων και Αχαρνών (Μενιδίου), ενώ οι νοτιότερες εμφανίσεις της παρατηρούνται στην περιοχή μεταξύ Νίκαιας και Κερατσινίου. Στο κεντρικό τμήμα, εμφανίζονται στους λόφους, που υψώνονται μεταξύ των δομημένων περιοχών του κέντρου της πρωτεύουσας, με διεύθυνση Βορράς – Νότος. Από λιθολογική άποψη στην Ενότητα των Αθηνών μπορούν να διακριθούν δύο επιμέρους "υποενότητες", οι οποίες εναλλάσσονται διαδοχικά (Σχ. 1β-γ, 2, 3) και παρουσιάζουν διαφορετικούς χαρακτήρες φάσεως και διαφορετική τεκτονική παραμόρφωση.

Η πρώτη υποενότητα δεν παρουσιάζει ιδιαίτερη λιθολογική ποικιλία και περιλαμβάνει λευκούς – γκριζωπούς, σπανιότερα καστανόχρους, συμπαγείς, άστρωτους – παχυστρωματώδεις (στρωμένοι σε οριζόντες πάχους 0,5-1,5 μ.), νηρητικούς ασβεστόλιθους, κατά θέσεις δολομιτικούς. Οι ασβεστόλιθοι αυτοί εμφανίζουν γενικά τα ίδια χαρακτηριστικά τόσο στο δυτικό όσο και στο κεντρικό τμήμα του Λεκανοπεδίου και περιέχουν τρηματοφόρα, πλήρεις τομές και θραύσματα ρουδιστών, που προσδιορίζουν κατά βάση ηλικία Σενωνίου. Σε αρκετές περιοχές εμφανίζονται στην ανώτερη θέση του συνόλου της Ενότητας Αθηνών. Στους ανατολικούς πρόποδες του Ποικίλου οι ανώτεροι νηρητικοί ασβεστόλιθοι είναι πιο καστανόχροοι σε σχέση με υποκείμενες εμφανίσεις της ίδιας λιθολογικής υποενότητας (Σχ. 2).



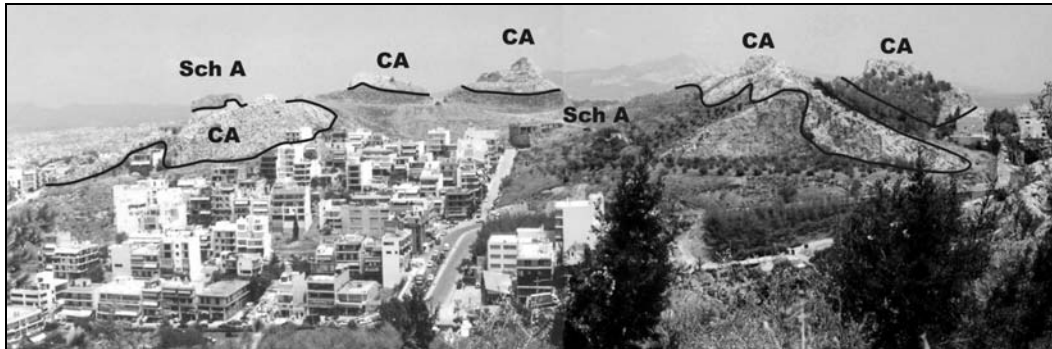
Σχήμα 2. Παλαιά λατομεία Κηπούπολης – Άσπρων Χωμάτων: η εσωτερική χαστική δομή της Ενότητας Αθηνών με συνύπαρξη πελαγικών σχιστών, ψαμμιτών (Sch A) και νηρητικών ασβεστόλιθων του Άνω κρητιδικού (CA₁ ανοικτόχρωμοι, CA₂ σκουρόχρωμοι).

Η δεύτερη υποενότητα, αντιστοιχεί σε ένα σύνθετο σύστημα, που αποτελείται από διάφορες λιθολογίες και είναι γνωστό με την ονομασία "σχιστόλιθοι των Αθηνών" s.s. (Μαρίνος et al. 1971). Η ονομασία αυτή είναι παραπλανητική και δεν αντιστοιχεί στην πραγματική φύση των σχηματισμών δεδομένου ότι περιλαμβάνει αμεταμόρφωτα κλαστικά ιζήματα, όπως ψαμμίτες, άργιλοι, ψαμμούχες μάργες και γραουβάκες, τοφφικά ηφαιστειοκλαστικά ιζήματα, πηλίτες και αργιλικό σχίστες, καθώς επίσης και πλακώδεις μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι, οι οποίοι κατά θέσεις σχηματίζουν αξιόλογες εμφανίσεις και συχνά περιέχουν πυριτικές ενδαστρώσεις και κονδύλους πυριτόλιθων. Σε αρκετές θέσεις, τόσο στο δυτικό τμήμα όσο και στο κεντρικό έχει αναφερθεί η ύπαρξη πλουσιότατης μικροπανίδας του Άνω Κρητιδικού, εντός των μαργαϊκών ασβεστόλιθων (Μαρίνος 1937, Τάταρης 1967, Μαρίνος et al. 1971, 1974).

Η λιθολογική ποικιλία της υποενότητας αυτής είναι πιο έντονα εκπεφρασμένη στο δυτικό τμήμα του Λεκανοπεδίου. Στην Πετρούπολη, οι "σχιστόλιθοι των Αθηνών" s.s. κοντά στην επαφή του με τους τεκτονικά υποκειμένους ασβεστόλιθους της Υποπελαγονικής αποτελούνται από υπερβασικά πετρώματα, ερυθρούς πηλίτες, τόφφους και τοφφίτες, μάργες και σχίστες, που εναλλάσσονται μεταξύ τους. Νοτιότερα και επί της ίδιας ζώνης, οι "σχιστόλιθοι Αθηνών" s.s. αποτελούνται από εναλλαγές καστανόφαιων πηλιτών, σχιστών, ψαμμιτών, μαργών και πλακωδών ασβεστόλιθων. Από την περιοχή του Χαϊδαρίου και νοτιότερα, φαίνεται ότι υφίσταται μία σχετική διαφοροποίηση των λιθολογικών φάσεων που απαντώνται, χωρίς ωστόσο να μεταβάλλεται ο χαρακτήρας της υποενότητας αλλά και της Ενότητας Αθηνών, γενικότερα. Οι πλακώδεις ασβεστόλιθοι αυξάνονται και είναι πιο καστανόχροοι ενώ και τα σώματα των υπερβασικών πετρωμάτων είναι πιο συχνά και πιο ογκώδη. Στον Προφήτη Ηλία Χαϊδαρίου και στις περιοχές Κορυδαλλού και Νίκαιας, οι λεγόμενοι "σχιστόλιθοι των Αθηνών" συνίστανται και πάλι από ψαμμίτες και ψαμμούχες μάργες, πηλίτες, σχίστες, ηφαιστειακούς τόφφους και τοφφίτες και καστανόχρωμους πλακώδεις μαργαϊκούς ασβεστόλιθους. Οι ασβεστόλιθοι αυτοί περιέχουν τομές τρηματοφόρων του Άνω Κρητιδικού (*Globotruncana* sp.) και ακτινόζωα (*Radiolaria*).

Στους λόφους του κεντρικού Λεκανοπεδίου, από τα Τουρκοβούνια μέχρι και το λόφο Σικελίας η λιθολογική ποικιλία είναι σχετικά πιο περιορισμένη. Στο νότιο τμήμα των λόφων των Τουρκοβουνίων παρατηρούνται εναλλαγές καστανόφαιων πηλιτών, μαργαϊκών ασβεστόλιθων και ψαμμούχων μαργών ενώ επίσης παρατηρούνται τοφφίτες και υπερβασικά σώματα. Οι φάσεις αυτές περιβάλλουν τους νηρητικούς ασβεστόλιθους και αποτελούν τον ανώτερο οριζόντα. Στην ανατολική πλευρά των λόφων του κεντρικού τμήματος υπερτερούν οι πλακώδεις ασβεστόλιθοι, όπου εναλλάσσονται

κυρίως με ψαμμίτες και ψαμμούχες μάργες. Παρά την έντονη παραμόρφωση και την ασθενή ανακρυστάλλωση που παρατηρείται στα ασβεστομαργαίκα και ψαμμιτικά στρώματα, δεν απουσιάζει η χαρακτηριστική μικροπανίδα από τμηματοφόρα (*Globotruncana* sp.) και άλλους απολιθωμένους οργανισμούς που δείχνουν Ανωκρητιδική ηλικία.



Σχήμα 3. Διάσπαρτες εμφανίσεις Ανωκρητιδικών συμπαγών ασβεστόλιθων της Ενότητας Αθηνών (CA) μέσα σε ένα πελαγικό κυρίως αργιλοψαμμικό σύνολο (Sch A), στο κεντρικό Λεκανοπέδιο (παλαιά λατομεία Τουρκοβουνίων).

Η παραμόρφωση της πρώτης υποενότητας είναι κυρίως ρηξιγενής και εκφράζεται μέσω ρηγμάτων, από τα οποία κάποια περιορίζονται στη μία υποενότητα ενώ άλλα επηρεάζουν και τις δύο. Η παραμόρφωση της δεύτερης υποενότητας είναι πιο πολύπλοκη και χαρακτηρίζεται από έντονη πτύχωση με ισοκλινείς πτυχές και λεπιώσεις, οι οποίες σε συνδυασμό με τις ρηξιγενείς επιφάνειες επιτείνουν την χαώδη εικόνα της δομής.

Η επαφή μεταξύ των δύο λιθολογικών συνόλων είναι πάντα τεκτονική. Στις περισσότερες περιπτώσεις η επαφή αυτή συνοδεύεται από την παρουσία τεκτονικού λατυποπαγούς, πάχους 1-1,5 μ, το οποίο περικλείει θραύσματα και λατύπες κυρίως από τους νηρητικούς ασβεστόλιθους και σε μικρότερο ποσοστό μικρότερες λατύπες από πυριτιολίθους, ψαμμίτες και σχίστες. Ειδικά στους νοτιότερους λόφους του κεντρικού τμήματος (Λόφος Σικελίας, Ακρόπολη, Φιλοπάππου, Λυκαβηττός), οι νηρητικοί ανθρακικοί σχηματισμοί εμφανίζονται σε ανώτερη θέση, τεκτονικά υπερκείμενοι των πελαγικών φάσεων, με περίπου οριζόντια τεκτονική επαφή, δίνοντας την εντύπωση ότι αποτελούν ένα ενιαίο τεκτονικό κάλυμμα.

Η εσωτερική γεωμετρία της Ενότητας Αθηνών με τις διαδοχικές εναλλαγές των δύο υποενοτήτων αποκαλύπτεται με εντυπωσιακό τρόπο στα παλαιά λατομεία του δυτικού και του κεντρικού τμήματος του Λεκανοπεδίου. Στο δυτικό τμήμα και συγκεκριμένα στα λατομεία Κηπούπολης – Ασπρων Χωμάτων (Σχ. 2), διακρίνονται τουλάχιστον δύο επαναλήψεις, από τις τρεις που αναγνωρίστηκαν συνολικά στο δυτικό τμήμα. Στη θέση αυτή παρατηρούνται εντυπωσιακές τεκτονικές επιφάνειες με οριζόντιες γραμμές ολίσθησης, που φέρνουν σε επαφή τους διάφορους λιθολογικούς τύπους της δεύτερης υποενότητας μεταξύ τους αλλά και με τους νηρητικούς ασβεστόλιθους της πρώτης υποενότητας. Παρόμοια εικόνα εμφανίζεται και στο κεντρικό τμήμα του Λεκανοπεδίου, στα παλαιά λατομεία των Τουρκοβουνίων (Σχ. 3), όπου επίσης παρατηρήθηκαν τρεις παρεμβολές ανθρακικών μέσα στην πελαγική φάση.

Η Ενότητα Αθηνών υπέρκειται τεκτονικά των σχηματισμών της Ενότητας Υποπελαγονικής στο δυτικό τμήμα του Λεκανοπεδίου. Η επαφή εμφανίζεται κατά μήκος των ανατολικών προπόδων του Αιγάλεω και του Ποικίλου όρους, κλίνει με μέτριες τιμές κλίσης προς τα ανατολικά, και τέμνεται από νεότερα ρήγματα με διεύθυνση ~Α-Δ. Οι παρατηρούμενες μικροδομές (γραμμές προστριβής σε κατοπτρικές επιφάνειες, θραυσιγενής παραμόρφωση των ανθρακικών σχηματισμών της υποκείμενης Ενότητας Υποπελαγονικής και των κλαστικών σχηματισμών της υπερκείμενης Ενότητας Αθηνών) υποδηλώνουν ολίσθηση των υπερκείμενων σχηματισμών προς τα ανατολικά. Στο ανατολικό τμήμα του Λεκανοπεδίου η Ενότητα Αθηνών επίσης υπέρκειται τεκτονικά των σχηματισμών της μεταμορφωμένης Ενότητας Αλεποβουνίου. Η επαφή στο μεγαλύτερο τμήμα της καλύπτεται από μεταλλικούς σχηματισμούς, αναγνωρίζεται δε κυρίως από το τεκτονικό πέτρωμα που δημιουργήθηκε και από το γεγονός ότι εκατέρωθεν αυτής, τα πετρώματα έχουν υποστεί έντονη διατημητική παραμόρ-

φωση πράγμα που καθιστά ιδιαίτερα δύσκολη την αναγνώριση του ορίου των δύο ενότητων. Η διατμητική παραμόρφωση των σχηματισμών της Ενότητας Αθηνών εξασθενεί σταδιακά προς τα δυτικά.

Στην Ενότητα Αθηνών παρατηρούνται δύο διευθύνσεις αξόνων πτυχών: ένα σύστημα με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ και βύθιση προς ΝΑ και ένα δεύτερο σύστημα με διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ με βύθιση προς ΒΑ (Poll & Theodoropoulos 1971). Το πρώτο σύστημα συνδέεται πιθανότατα με την αλπική παραμόρφωση του Ηωκαίνου ενώ το δεύτερο σύστημα με την μεταγενέστερη φάση ανόδου των μεταμορφωμένων στην επιφάνεια.

3.2 Ενότητα Αλεποβουνίου

Η ενότητα Αλεποβουνίου εμφανίζεται κατά μήκος των δυτικών προπόδων του Υμηττού, όπου παρεμβάλλεται μεταξύ των υποκείμενων μεταμορφωμένων σχηματισμών της σχετικά αυτόχθονης Ενότητας Αττικής και των υπερκείμενων σχηματισμών της Ενότητας Αθηνών. Αποτελείται από μεταμορφωμένα πετρώματα που δομούν την σειρά των λόφων (Τσακός, Λιθάρι, Αλεποβούνι, Κουταλάδες, λόφος Ζωοδόχου Πηγής Υμηττού, Κοπανάς κ.α.), οι οποίοι αναπτύσσονται ως πρόβουνοι του Υμηττού από την περιοχή του αυχένα του προς την οροσειρά της Πεντέλης μέχρι την περιοχή της Αργυρούπολης. Σ' ένα μεγάλο της μέρος καλύπτεται ασύμφωνα από τις μεταλλικές αποθέσεις. Όπως στην Ενότητα Αθηνών έτσι και στην Ενότητα Αλεποβουνίου, από λιθολογική και τεκτονική άποψη διακρίνονται δύο κύρια λιθολογικά σύνολα.

Το ανώτερο σύνολο της ενότητας Αλεποβουνίου περιλαμβάνει συμπαγείς κρυσταλλικούς ασβεστολίθους, λευκούς έως ερυθρίζοντες ή φαιοκάστανους, άστρωτους έως παχυστρωματώδεις. Οι ασβεστόλιθοι αυτοί μερικές φορές εξελίσσονται προς περισσότερο πλακώδεις κρυσταλλικούς ασβεστόλιθους της ίδιας όψης. Η ηλικία του συνόλου των κρυσταλλικών ασβεστολίθων παραμένει ερώτημα αναπάντητο, λόγω της απουσίας προσδιορισίμων απολιθωμάτων. Παλαιότεροι ερευνητές αναφέρουν περιγράμματα από λείψανα ανακρυσταλλωμένων φυκών, πιθανότατα *Gyrogorella*, στον λόφο Αλεποβουνίου (Καισαριανή), και εκπρόσωπο της οικογένειας *Orbitolinidae*, πιθανότατα Κάτω Κρητιδικής ηλικίας, στον λόφο Κόρακα (Negris 1915 - 1919), καθώς και το χαρακτηριστικό κοράλλιο *Thecosmilia* (Kober 1929), κοντά στον Άγιο Ιωάννη τον Μάρκο, απέναντι από το νεκροταφείο Καισαριανής. Από αυτά συμπεραίνεται ότι η ηλικία των ανθρακικών είναι εν μέρει Τριαδική.



Σχήμα 4. Φυλλιτικοί σχηματισμοί της Ενότητας Αλεποβουνίου. Οι παρατηρούμενες μικροδομές (Riedel ασύμμετρες πτυχές κλπ), υποδηλώνουν φορά διάτμησης προς βορειοδυτικά.



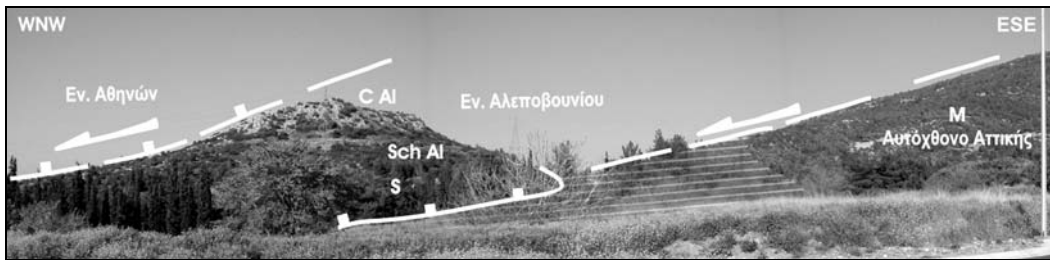
Σχήμα 5. Σχιστοποιημένα υπερβασικά πετρώματα της Ενότητας Αλεποβουνίου στο λόφο Λιθάρι (Παπάγου). Οι επιφάνειες κλίνουν προς βόρεια - βορειοδυτικά.

Το κατώτερο σύνολο της Ενότητας Αλεποβουνίου συνίσταται από μεταμορφωμένα έως ημιμεταμορφωμένα ψαμμιτικά, σχιστομαργαϊκά στρώματα και φυλλίτες (Σχ. 4), έντονα πτυχωμένους και σχιστοποιημένους, ιδιαίτερα αμέσως κάτω από την τεκτονική επαφή με τους υπερκείμενους κρυσταλλικούς ασβεστόλιθους Αλεποβουνίου. Εντός αυτών παρεμβάλλονται τεφροί ή καστανοί, αγκεριτωμένοι πλακώδεις ασβεστόλιθοι, καθώς και πλακώδεις ερυθροί ή κιτρινωποί μικροκοκκώδεις

χαλαζίτες. Συχνή είναι η παρουσία τεμαχίων πρασινιτών (μεταμορφωμένων βασικών και υπερβασικών πυριγενών πετρωμάτων), ιδιαίτερα στην επαφή των δύο συνόλων, όπου και εμφανίζονται έντονα σχιστοποιημένοι (Σχ. 5). Το συνολικό πάχος των φυλλιτών μαζί με τους κρυσταλλικούς ασβεστόλιθους κυμαίνεται από μερικές δεκάδες έως το πολύ μια-δυο εκατοντάδες μέτρων.

Η Ενότητα Αλεποβουνίου οριοθετείται από δύο τεκτονικές επαφές μικρής κλίσης τόσο με τα υποκείμενα μεταμορφωμένα πετρώματα της σχετικά αυτόχθονης Ενότητας Αττικής που δομούν το όρος Υμηττός (ανατολικά), όσο και με τα αμεταμόρφωτα πετρώματα της Ενότητας Αθηνών (δυτικά). Η επαφή με τα υποκείμενα μεταμορφωμένα του Υμηττού είναι τεκτονική μικρής κλίσης και συνοδεύεται από την παρουσία τεκτονικού πετρώματος ανωτέρου ορόφου, το οποίο μπορεί να παρατηρηθεί σε αρκετές θέσεις όπως στην ευρύτερη περιοχή του λόφου Αλεποβούνι, στο λόφο Λιθάρι (Σχ. 6) στην περιοχή του Σταυρού Αγ. Παρασκευής κ.α. Επίσης τεκτονική επαφή μικρής κλίσης είναι και η επαφή των σχηματισμών της ενότητας Αλεποβουνίου με την υπερκείμενη ενότητα των Αθηνών, κατά μήκος της οποίας παρατηρούνται φαινόμενα έντονης σχιστοποίησης τόσο των πετρωμάτων της βάσης του υπερκείμενου τεκτονικού καλύμματος (ενότητα Αθηνών) όσο και των σχηματισμών της.

Σε ορισμένες θέσεις, όπως στην περιοχή των δυτικών κλιτύων του λόφου Κοπανά, στο λόφο Λιθάρι και αλλού, η επαφή αυτή υπογραμμίζεται από την παρουσία κατακλαστικού τεκτονικού πετρώματος, στην οροφή των κρυσταλλικών ασβεστόλιθων. Οι παρατηρούμενες ασύμμετρες πτυχές καθώς και άλλες μικροδομές (Riedel shears, foliation fish), στα φυλλιτικά πετρώματα της υποκείμενης Ενότητας Αλεποβουνίου υποδηλώνουν ολίσθηση των υπερκείμενων σχηματισμών της Ενότητας Αθηνών προς τα βορειοδυτικά (Σχ. 4).



Σχήμα 6. Στο λόφο Λιθάρι (Παπάγου) διακρίνονται οι τεκτονικές επαφές που οριοθετούν την Ενότητα Αλεποβουνίου. Η ανώτερη από τις δύο επαφές αντιπροσωπεύει ένα σημαντικό ρήγμα αποκόλλησης, το οποίο σε συνδυασμό με την κατώτερη τεκτονική επαφή συνέβαλε στην άνοδο των μεταμορφωμένων σχηματισμών στην επιφάνεια και στην τεκτονική αποσφήνωση της Ενότητας Αλεποβουνίου μεταξύ των υπερκείμενων αμεταμόρφωτων πετρωμάτων της Ενότητας Αθηνών και των υποκείμενων μεταμορφωμένων πετρωμάτων του όρους Υμηττός (αυτόχθονη Ενότητα Αττικής). Η φορά ολίσθησης είναι προς τα βορειοδυτικά. C Al, Sch Al: Κρυσταλλικοί Ασβεστόλιθοι και Φυλλίτες Ενότητας Αλεποβουνίου αντίστοιχα, s: υπερβασικά πετρώματα (βλ. Σχήμα 5), M Μάρμαρα Ενότητας Αττικής.

4 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

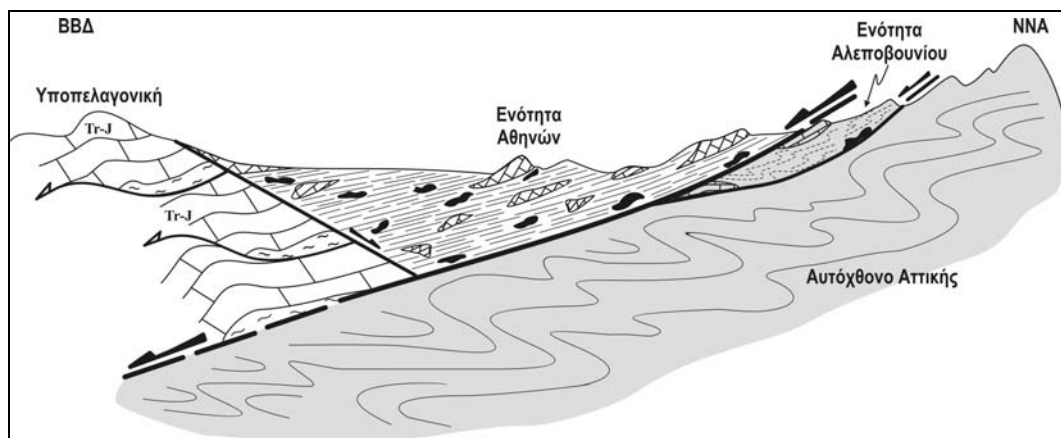
Οι λιθολογίες της Ενότητας Αθηνών, οι νηρητικοί ανθρακικοί σχηματισμοί και οι διάφορες πελαγικές φάσεις, δεν συνδέονται πρωτογενώς. Τα χαρακτηριστικά τους και τα απολιθώματα που περιέχουν, παραπέμπουν σε δύο τελείως διαφορετικά παλαιοπεριβάλλοντα, στα οποία και αποτέθηκαν αυτοί οι σχηματισμοί, κατά την ίδια περίπου χρονική περίοδο. Οι μεταβατικές φάσεις που παρατηρούνται σε διάφορες θέσεις δεν στοιχειοθετούν κατακόρυφη ή πλευρική σχέση μεταξύ των δύο λιθολογικών συνόλων. Μάλλον, αποτελούν μεταβατικές φάσεις μεταξύ κλασικών και ανθρακικών λιθολογιών των «Σχιστόλιθων Αθηνών» s.s. δηλαδή της σύνθετης πελαγικής φάσης. Επιπλέον, το λατυποκροκαλοπαγές που παρατηρείται συνήθως στην βάση των συμπαγών ανθρακικών πρέπει να αποτελεί συνιζηματογενή σχηματισμό κατά την ολίσθηση των ολισθολίθων μέσα στη λεκάνη της πελαγικής ιζηματογένεσης. Φυσικά, απέκτησε και δευτερογενή επίκτητη χαρακτηριστικά λόγω δυσαρμονίας κατά την παραμόρφωση.

Σε αρκετές θέσεις και ιδιαίτερα στους νοτιότερους λόφους του κεντρικού τμήματος, η παρουσία των νηρητικών ανθρακικών σε κορυφαία θέση, σε συνδυασμό με το τεκτονικό λατυποπαγές, δίνει την εντύπωση ότι αυτοί αποτελούν ανεξάρτητο τεκτονικό κάλυμμα. Όμως οι ίδιοι ασβεστόλιθοι εμφανίζονται τεκτονικά υποκείμενοι των πελαγικών φάσεων, οι οποίες στα Τουρκοβούνια αποτελούν

το ανώτερο lithολογικό σύνολο. Η εναλλαγή των δύο συνόλων μέσω τεκτονικών επαφών, τα χαρακτηριστικά αυτών των επαφών, η ανάμειξη των φάσεων και των διαφόρων lithολογικών τύπων, καθώς και η απουσία κάθε έννοιας στρωματογραφικής συνέχειας μεταξύ αυτών και η παρουσία διάσπαρτων σωμάτων βασικών και υπερβασικών πετρωμάτων, δικαιολογούν τον χαρακτηρισμό της Ενότητας Αθηνών ως σύνθετου τεκτονο-ιζηματογενούς μείγματος (melange) χωρίς εσωτερική γεωμετρία, το οποίο αντικατοπτρίζει χώρο πρίσματος προσαύξησης του Άνω Κρητιδικού.

Η μεταμορφωμένη Ενότητα Αλεποβουνίου αποτελεί ξεχωριστή ενότητα, η οποία lithοοψικά αλλά και με βάση την μεταμόρφωση και τη γεωτεκτονική της θέση, εμφανίζει πολλές ομοιότητες με την Ενότητα Λαυρίου (Marinos et al 1971). Η τεκτονική ζώνη που ταυτίζεται λίγο πολύ με το δυτικό περιθώριο του Υμηττού και της Πεντέλης και αντιπροσωπεύει την επαφή μεταξύ αυτής και της Ενότητας Αθηνών, είναι ένα πολύ σημαντικό ρήγμα εφελκυστικής αποκόλλησης (detachment), το οποίο πιθανότατα συνέβαλε στην άνοδο των μεταμορφωμένων σχηματισμών. Ανάλογα δυναμικά και κινηματικά χαρακτηριστικά εμφανίζει και η επαφή της Ενότητας Αλεποβουνίου με την αυτόχθονη Ενότητα Αττικής. Τα πετρώματα αυτής της ενότητας αποσφηνώθηκαν τεκτονικά μεταξύ των αμεταμόρφωτων σχηματισμών της Ενότητας Αθηνών και των μεταμορφωμένων σχηματισμών που δομούν τα όρη Υμηττός και Πεντέλη, μέσω της δράσης των δύο τεκτονικών επαφών που την οριοθετούν (Σχ. 7).

Η επαφή της Ενότητας Αθηνών με την Ενότητα Υποπελαγονικής στα δυτικά πρηνή του Λεκανοπεδίου, είναι ένα κανονικό ρήγμα μικρής κλίσης και με αντίθετο χαρακτήρα ως προς το κύριο ρήγμα αποκόλλησης των μεταμορφωμένων. Πιθανότατα, η Ενότητα Αθηνών συνδέεται αποκλειστικά με ενότητες που αντιπροσωπεύουν, όπως και η ίδια, χώρο πρίσματος προσαύξησης. Παρόμοιες lithολογίες και ενότητες έχουν αναφερθεί στην ευρύτερη περιοχή της Αργολίδας (Ερμιόνη), στην Ενότητα Αδέρες, αντίστοιχη της Ενότητας Μιαμού στην Κρήτη, όπου δεν απαντούν οι νηριτικοί ασβεστόλιθοι αλλά κυρίως ολισθόλιθοι ανωκρητιδικών πελαγικών ασβεστόλιθων και lithοφάσεις βασάλτων και πελαγικών ιζημάτων τύπου Ενότητας Αρβης (Papanikolaou 1986, Παπανικολάου 1990).



Σχήμα 7. Σχηματική απεικόνιση της γεωλογικής δομής του Λεκανοπεδίου Αθηνών. Οι μεταμορφωμένοι σχηματισμοί του σχετικά Αυτόχθονου της Αττικής και της ενότητας Αλεποβουνίου εντοπίζονται στο δάπεδο (footwall) ενός μεγάλου ρήγματος εφελκυστικής αποκόλλησης ενώ οι ενότητες Υποπελαγονικής και Αθηνών εντοπίζονται αντίστοιχα στη στέγη (hanging wall).

5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η Ενότητα Αθηνών είναι η ανώτερη ενότητα του Λεκανοπεδίου και στο σύνολό της είναι ένα melange Ανωκρητιδικής ηλικίας, το οποίο περιλαμβάνει δύο lithολογικά σύνολα. Εμφανίζεται στο δυτικό και στο κεντρικό τμήμα, όπου υπέρκειται τεκτονικά της Υποπελαγονικής Ενότητας και της Ενότητας Αλεποβουνίου αντίστοιχα και είναι πιθανό να σχετίζεται με παρόμοιες lithολογίες και ενότητες που παρατηρούνται στην ευρύτερη περιοχή της Αργολίδας. Η Ενότητα Αλεποβουνίου εντοπίζεται στο ανατολικό τμήμα, έχει εν μέρει Τριαδική ηλικία και αποτελείται και αυτή από δύο lithολογικά σύ-

νολα. Η ενότητα αυτή πιθανότατα αποτελεί τη συνέχεια της Ενότητας Λαυρίου στο Λεκανοπέδιο Αθηνών και είναι τεκτονικά σφηνωμένη μεταξύ της υπερκείμενης Ενότητας Αθηνών και των μεταμορφωμένων πετρωμάτων του Υμηττού μέσω δύο τεκτονικών επαφών, που κλίνουν με μικρή έως μέτρια κλίση προς τα βορειοδυτικά. Η επαφή της Ενότητας Αθηνών με την Ενότητα Αλεποβουνίου είναι ένα σημαντικό κανονικό ρήγμα αποκόλλησης, το οποίο οριοθετεί τους αμεταμόρφωτους από τους μεταμορφωμένους σχηματισμούς και συνέβαλε στην άνοδο των μεταμορφωμένων πετρωμάτων στην επιφάνεια. Η επαφή της Ενότητας Αθηνών με την Υποπελαγονική Ενότητα είναι ένα κανονικό ρήγμα που κλίνει προς τα ανατολικά και είναι αντιθετικό ως προς το ρήγμα αποκόλλησης. Η Ενότητα Αθηνών καταλαμβάνει την κορυφαία θέση στη στέγη της αποκόλλησης ενώ η Ενότητα Αλεποβουνίου είναι στην κορυφαία θέση του δαπέδου.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Kober, L. 1929. Beitrage zur Geologie von Attika. Sitzungsab. Acad. Wiss. In Wien. Abt. I 138B, 8 Heft.
- Ktenas, C. 1907. Sur l'age des terrains calcaires des environs d' Athenes. Com.Rend. Ac. Sc. Paris, 144, 697-699.
- Lepsius, R., 1893. Geologie von Attika. Ein Beitrag zur Lehre von Metamorphismus der Gesteine, Berlin *Zeitschr. f. partkt. Geol.*, 4, 196 S.592 p
- Μαρίνος, Γ. 1937 Η τεκτονική θέσις του συστήματος των σχιστολίθων των Αθηνών εις την δυτικήν ζώνην αυτού. Πρακτ. Ακαδ. Αθ., 12, 16-21.
- Μαρίνος, Γ. 1955. Η ηλικία των μεταμορφωμένων στρωμάτων της Αττικής. Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Ετ., 2, 1-13.
- Μαρίνος, Γ., Κατσικάτσος, Γ., Γεωργιάδου-Δικαιούλια, Ε. & Μίρκου Ρ., 1971. Το σύστημα των Σχιστολίθων Αθηνών. Ι. Στρωματογραφία και τεκτονική, *Ann. Geol. Pays Hell.*, XXIII, 183-26.
- Μαρίνος, Γ., Κατσικάτσος, Γ., Μίρκου-Περιποπούλου, Ρ., 1974. Το σύστημα των σχιστολίθων των Αθηνών ΙΙ. Στρωματογραφία και τεκτονική. *Ann. Geol. Pays Hell.*, XXV, 439-444.
- Marinos, G. & Petracheck, W. 1956. Laurium. I.G.M.E. Geol. Geoph. Res., V/1, 247pp.
- Negris, Ph., 1915-1919. Rôches crystallophyliennes et tectonique de la Grèce. Ref. Pia: N. Jah. F. Min. Geol. Pal. Beil., I, 100p
- Papanikolaou, D., 1986. Late Cretaceous Paleogeography of the Metamorphic Hellenides. *Geol. Geoph. Res.*, IGME. Hors serie volume in honor of Prof Papastamatiou, 315-328.
- Παπανικολάου, Δ., 1990. Παρουσία εμφανίσεων τύπου Άρβης, Δυτικής Θεσσαλίας και Όρλιακα στην Αργολίδα. Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Ετ., 24, 71-84.
- Παπανικολάου Δ. και συνεργάτες (πάνω από 10 ονόματα) 2002. Γεωλογική – Γεωτεχνική μελέτη Λεκανοπεδίου Αθηνών. Εφαρμοσμένη Ερευνητικό πρόγραμμα. 152 σελ. Αθήνα.
- Παρασκευαΐδης Ηλ. & Χωριανοπούλου Π. 1978. Μια τομή απ' το βουνό Αιγάλεω, ο Αθηναϊκός σχιστόλιθος, οι λόφοι της Αθήνας. Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Ετ., XIII/2, 116-134.
- Poll, K. & Theodoropoulos, D., 1971 Anwendung von Computern in des Tektonik an Beispilen aus den Helleniden und aus den Ostalpen. *Ann Geol. Pays Hell.*, 23, 23-57.
- Renz C. 1940. Die Tektonik der griechischen Gebirge. Πραγμ. Ακαδ. Αθηνών, 8, 171σ.
- Sindowski, K. 1949. Der geologische Bau von Attika. *Ann Geol. Pays Hell.*, 2, 163-218.
- Sindowski, K. 1951. Zur Geologie des Lykabettus-Tourkovounia Gebietes bei Athen mit einem Beitrag über frühdiluviale Wirbelterfunde aus Spalten. *Ann Geol. Pays Hell.*, 3, 11-21.
- Τάταρης, Α. 1967. Παρατηρήσεις επί της δομής της περιοχής Σκαραμαγκά - όρους Αιγάλεω - Πειραιώς - Αθηνών (Αττική). Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Ετ., VII/1, 52-88.

ABSTRACT

THE GEOLOGICAL STRUCTURE OF THE ALLOCHTHONOUS “ATHENS SCHISTS”.

Papanikolaou D.I., Lozios S.G., Soukis K. & Skourtsos Em.

Department of Dynamic, Tectonic & Applied Geology, Faculty of Geology, National & Kapodistrian University of Athens 15784 Athens dpapan@geol.uoa.gr, slozios@geol.uoa.gr, soukis@geol.uoa.gr, escourt@geol.uoa.gr

Based on lithological facies, deformation and metamorphic degree the alpine tectono-stratigraphic complex known in the literature as “Athens Schists” is divided into two units: the non-

metamorphosed overlying Athens Unit and the very low grade metamorphosed underlying Alepovouni Unit.

Athens Unit crops out in several hills of the western and central part of the Athens Basin emerging through the post-alpine sediments. It comprises several lithologies that constitute two lithologic groups: the first one of neritic white massive-to thick-bedded carbonates that bear rudist fragments and Upper Cretaceous foraminifera. These limestones are olistholites within the second pelagic formation comprising marly limestones with *Globotruncana* sp., shales, sandstones, tuffs and ophiolitic blocks. Due to tectonic intercalating of these two lithological groups Athens Unit shows a complex internal structure. It represents an Upper Cretaceous *mélange* formed in an accretionary prism. Alepovouni Unit is observed at the eastern part of the Athens Basin along the foothills of Mt. Hymettos, wedged between Athens Unit and the metamorphic rocks of Mt. Hymettos. It comprises two lithological groups, in which remnants of Triassic fossils were reported. Alepovouni Unit is correlated to the allochthonous Lavrion Unit that tectonically overlies the autochthonous Attica Unit in SE Attica.

At the eastern part of the Athens Basin, Alepovouni Unit is bounded by two west-dipping low-angle normal faults. Along these contacts the formations of both Athens and Alepovouni Units exhibit microstructures indicating top-to NW sense of shear. The contact between the Athens Unit and Alepovouni Unit in western Hymettos is probably a major extensional detachment separating the metamorphic units of Attica autochthon and Alepovouni at the footwall to the SE from the non-metamorphic units of the Sub-Pelagonian and the Athens unit at the hangingwall to the NW. This major detachment fault accommodated the uplift of the metamorphic rocks and juxtaposed these two units. At the western part Athens Unit overlies tectonically the Paleozoic - Mesozoic formations of the Sub-Pelagonian unit. The contact is an east-dipping normal fault, antithetic to the major detachment of western Hymettos.