

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.

### ΓΕΩΛΟΓΙΚΟ-ΤΕΚΤΟΝΙΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΕΠΙΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

#### ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

Η περιοχή της Αττικής λόγω της πολύπλοκης γεωλογικής δομής, αλλά και του γεγονότος ότι φιλοξενεί το μητροπολιτικό κέντρο των Αθηνών, παρουσιάζει ιδιαίτερο γεωλογικό και σεισμολογικό ενδιαφέρον. Ο καταστρεπτικός σεισμός της 7<sup>ης</sup> Σεπτεμβρίου 1999 που έπληξε τη βορειοδυτική περιοχή του Λεκανοπεδίου Αθηνών επιβεβαίωσε την ύπαρξη ενεργών τεκτονικών δομών στα όρια του οικιστικού ιστού και την ανάγκη περαιτέρω μελέτης τους, με σκοπό την εκτίμηση της σεισμικής επικινδυνότητας (seismic hazard) και την προσπάθεια για μείωση της τρωτότητας (vulnerability) των κατασκευών.

Στην παρούσα έκθεση γίνεται καταρχήν μια επισκόπηση των υπαρχόντων δημοσιεύσεων σχετικά με τη γεωλογία της Αττικής, αναφέρονται οι επικρατούσες σήμερα απόψεις και τα προβλήματα που παρουσιάζει η ερμηνεία της γεωλογικής δομής της.

Μορφολογικά, η Αττική διαμορφώνεται από δυο κύρια ορεογραφικά συστήματα:

- Το βορειοδυτικό με τα Γεράνεια, τον Κιθαιρώνα, τον Πατέρα, την Πάστρα, το Αιγάλεω και την Πάρνηθα, και
- Το νοτιοανατολικό, με το Πεντελικό, τον Υμηττό και τα όρη της Λαυρεωτικής

Το πεδινό τμήμα της Αττικής διαμορφώνεται από σχετικά μικρής έκτασης ασυνεχείς λεκάνες, ανοικτές προς τη θάλασσα. Οι σημαντικότερες από αυτές, είναι του Λεκανοπεδίου Αθηνών, των Μεσογείων, των Μεγάρων, της Ελευσίνας και των Θηβών.

Η περιοχή ενδιαφέροντος αποτελεί το κεντρικό τμήμα της Αττικής. Πιο συγκεκριμένα, περιλαμβάνει το δυτικό – βορειοδυτικό τμήμα του Λεκανοπεδίου των Αθηνών, το βόρειο Αιγάλεω (Ποικίλο Όρος) και τη Νότια Πάρνηθα.

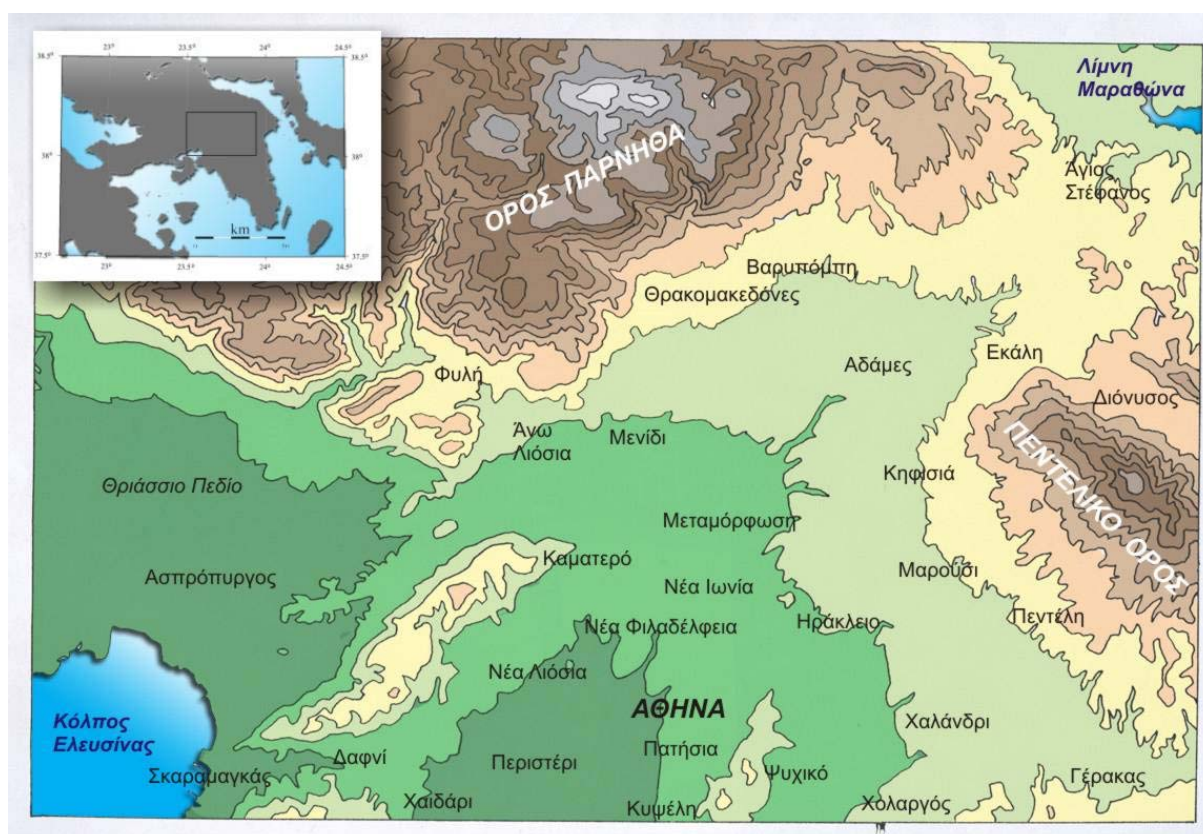
Το ορεινό κομμάτι της περιοχής αποτελείται από το Αιγάλεω (453m) στα νότια και στα βόρεια τον ορεινό όγκο της Πάρνηθας (1413m). Κατά μήκος των πρόποδων του Αιγάλεω, υψώνονται οι λόφοι Καματερού (183m), Πετρούπολης (205m), Λατομεία Άσπρων Χωμάτων (239m), Προφήτη Ηλία Χαιδαρίου (189m) και Κορυδαλλού (299m). Στο εσωτερικό του Λεκανοπεδίου και εντός της πόλεως των Αθηνών, βρίσκεται σειρά υψωμάτων όπως οι λόφοι των Τουρκοβουνίων και των Πατησίων (339m), ο Λυκαβηττός (278m), ο λόφος Στρέφης

(163m), η Ακρόπολη (156m), ο λόφος του Φιλοπάππου (147m), ο Αρδηττός (131m), ο λόφος Σικελίας (79m) κ.α.

Οι νότιες παρυφές της Πάρνηθας περιλαμβάνουν μια σειρά υψωμάτων, όπως το Πλάτωμα (245m), Βουνό Χασιάς (532m), Προφήτης Ηλίας Φυλής (419m), Πέτρα Βαρυπόμπης (660m), Καραούλι (1126m), Βουνό Φυλής, Σχιστό, Μαύρη Πέτρα, Φλάμπουρο κ.α.

Δυτικά από το Αιγάλεω τοποθετείται η πεδιάδα της Ελευσίνας (Θριάσιο Πεδίο). Στα ανατολικά, το Λεκανοπέδιο των Αθηνών τερματίζει στο Πεντελικό όρος (1109m) και στον Υμηττό (1026m), ενώ στα νότια απλώνεται ο Σαρωνικός κόλπος.

Στην περιοχή αναπτύσσεται μικρός αριθμός ποταμών, με σημαντικότερο τον Κηφισό Ποταμό, ο οποίος διατρέχει το δυτικό τμήμα του Λεκανοπεδίου, καθώς και το Ρέμα Γιαννούλας, που διασχίζει την νότια Πάρνηθα και καταλήγει στην περιοχή του Ασπροπύργου στην πεδιάδα της Ελευσίνας. Πολυάριθμα ρέματα περιοδικής λειτουργίας και χείμμαροι αναπτύσσονται στο ημι-ορεινό και λοφώδες τμήμα της περιοχής.



**Σχήμα 1.1.** Γενικός χάρτης της κεντρικής Αττικής. Ισοψείς ανά 100m.

Βιβλιογραφικά στοιχεία για την γεωλογία της Αττικής σε στοιχειώδη μορφή υπάρχουν από το 1822 (Wood) (Boblaye de P. & Virlet 1833). Αναφορά για τα στρώματα του Πικερμίου γίνεται από τα μέσα του 19<sup>ου</sup> αιώνα (Wagner 1840, Fiedler 1840) οπότε

δημοσιεύεται και ο πρώτος γεωλογικός χάρτης της Αττικής. Σταθμό στην γεωλογική μελέτη της Αττικής αποτελεί η δημοσιευθείσα το 1862 μονογραφία του Γάλλου ακαδημαϊκού Albert Gaudry. Η μελέτη αυτή (Gaudry 1862) περιλαμβάνει δύο μέρη: στο πρώτο περιγράφονται τα πλούσια παλαιοντολογικά ευρήματα του Πικερμίου, ενώ στο δεύτερο μελετάται η γεωλογική κατασκευή της Αττικής. Ακολούθησαν Neumar (1875), (Neumar 1880), Bittner (1880), Bucking (1881), Fuchs (1877, 1876).

Οι γνώσεις μας για την γεωλογική δομή της Αττικής προέρχονται σε μεγάλο βαθμό από την μνημειώδη εργασία του R. Lepsius “Γεωλογία της Αττικής” (Lepsius 1893), οι απόψεις του οποίου λίγο έχουν διαφοροποιηθεί έως σήμερα (Petrascheck & Marinos 1953, Katsikatsos 1977). Ο Lepsius, θεωρώντας ότι στην Αττική ήταν δυνατόν να λυθεί το ζήτημα της γένεσης των μαρμάρων και των κρυσταλοπαγών σχιστόλιθων, επισκέφθηκε την Ελλάδα και μετά από λεπτομερή γεωλογική χαρτογράφηση (1:25.000) δημοσιεύει το ογκώδες αυτό έργο. Σύμφωνα με τον Lepsius, στην γεωλογική δομή της Αττικής συμμετέχουν:

Α) το “Κρυσταλλοπαγές των ορέων απόθεμα”, Προκάμβριας ηλικίας, το οποίο περιλαμβάνει:

- Ασβεστομιγείς μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους με χαλαζιακούς φακούς (Σχιστόλιθοι Βάρης)
- Δολομιτικούς και ασβεστολιθικούς σχιστόλιθους (Δολομίτες Πιρνάρης)
- Το Κατώτερο Μάρμαρο
- Μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους της Καισαριανής και τον γρανίτη της Πλάκας
- Το Ανώτερο Μάρμαρο

Β) το “Κρητιδικό σύστημα”, το οποίο περιλαμβάνει:

- Μάργες της κατώτερης βαθμίδας (Στρώματα Καρά)
- Κατώτερη ασβεστολιθική βαθμίδα
- Αθηναϊκοί σχιστόλιθοι
- Ανώτερη ασβεστολιθική βαθμίδα

Γ) το “Τριτογενές σύστημα”, το οποίο διαχωρίζει σε κατωτέρα και ανωτέρα βαθμίδα και

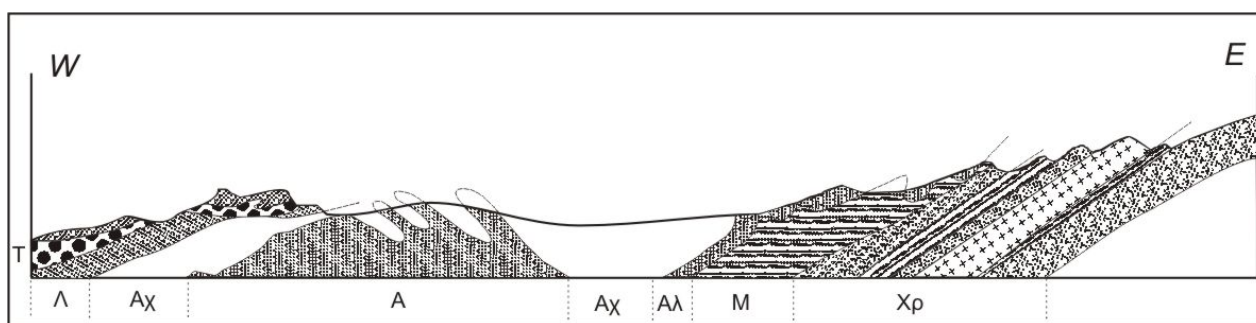
Δ) τις “Τεταρτογενείς επιστρώσεις” τις οποίες διακρίνει σε “Αλλούβιον” και “Διλούβιον”.

Ο Lepsius θεωρεί την πλειονότητα των νεογενών αποθέσεων της Αττικής ως μειοκαινικής ηλικίας, επομένως ο γεωλογικός χάρτης, όσον αφορά την εξάπλωση του Τριτογενούς, χρήζει πλήρους αναθεώρησης.

Ο Renz ασχολήθηκε ειδικότερα με τη γεωλογία του όρους Πάρνηθα (Renz 1908, 1909 και 1945), όπως και ο Κτενάς (Ktenas 1907). Με μια σειρά εργασιών (Negris 1912, 1913) και

μια μονογραφία για τα κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα του Ελληνικού χώρου (Negris 1915), ο Νέγρης ασχολείται με την γεωλογία του Λεκανοπεδίου αλλά και των ορέων που το περικλείουν.

Το πρόβλημα της γεωτεκτονικής τοποθέτησης των σχηματισμών της Αττικής προσπάθησε να επιλύσει ο Kober, ο οποίος κατασκεύασε γεωλογικές τομές εντός του Λεκανοπεδίου με σκοπό να δείξει την τεκτονική δομή καλλυμάτων που, σύμφωνα με αυτόν, χαρακτηρίζουν τον χώρο (Kober 1929a, 1929b). Ο Kober τροποποίησε μερικώς τη στρωματογραφική διάρθρωση της Αττικής που έδωσε ο Lepsius, ονομάζοντας την κατώτερη ασβεστολιθική βαθμίδα ως Ασβεστόλιθο Αλεποβουνίου και Αρδηττού, ο οποίος μαζί με τον Σχιστόλιθο Αθηνών επωθείται πάνω στα Στρώματα Καρά, και με τη σειρά αυτά εφίππευονται από τα Στρώματα Λυκαβηττού και Τουρκοβουνίων (Ανώτερη Ασβεστολιθική βαθμίδα). Το Προκάμβριο “Κρυσταλλοπαγές των ορέων απόθεμα” του Lepsius, το τοποθετεί στο Α. Παλαιοζωικό – Λιάσιο (Κατώτερα Αττική Σειρά), θεωρώντας ότι τα στρώματά του σχηματίζουν σειρά λεπίων, πάνω στα οποία κάθονται επικλυσιγενώς τα Στρώματα Καρά.

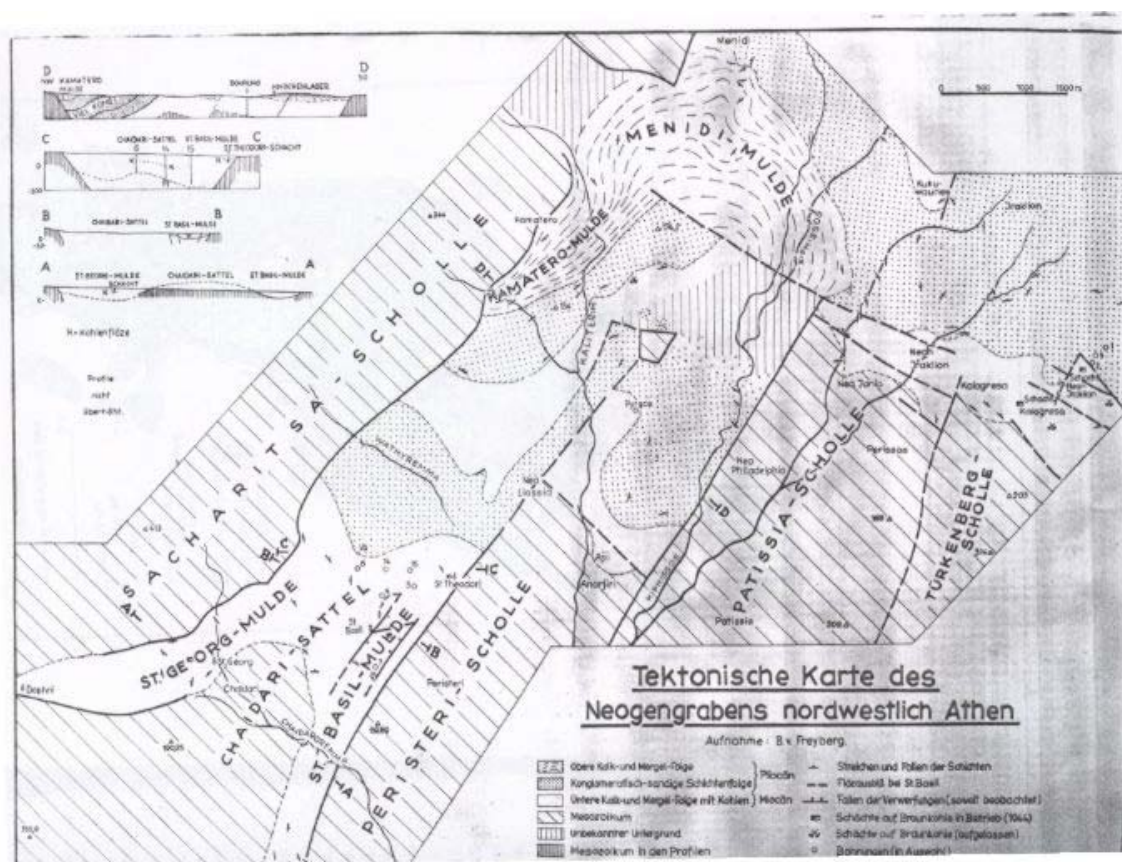


**Σχήμα 1.2.** Σχηματική τομή στην περιοχή της Αθήνας, σύμφωνα με Kober (1929a): T=ασβεστόλιθοι Τουρκοβουνίων (λέπι), Λ=ασβεστόλιθοι Λυκαβηττού, Ακρόπολης, Φιλοπάππου (λέπι), Αχ=Αθηναϊκός σχιστόλιθος, Α=ασβεστόλιθος Αρδηττού, Αλ=στρώματα Καρά, Μ=μάργα, Χρ=κρυσταλλικά (Υμηττός).

Με τις μελέτες τους στο Λαύριο, οι Μαρίνος και Petrascheck τροποποίησαν με τη σειρά τους την στρωματογραφία του Kober, διαχωρίζουν ένα αυτόχθονο σύστημα και ένα αλλόχθονο επωθημένο κάλλυμα. Ως αυτόχθονο θεωρούν την Κατώτερη Αττική Σειρά του Kober, την οποία τοποθετούν στο Α.Τριαδικό – Ιουρασικό. Πάνω στην αυτόχθονη ενότητα επωθείται το κάλλυμα του φυλλιτικού συστήματος με ενστρώσεις χαλαζιτών, πρασινίτων και μαρμάρων (Στρώματα Καρά – Ασβεστόλιθοι Αλεποβουνίου/Αρδηττού) (Petrascheck & Marinos 1953).



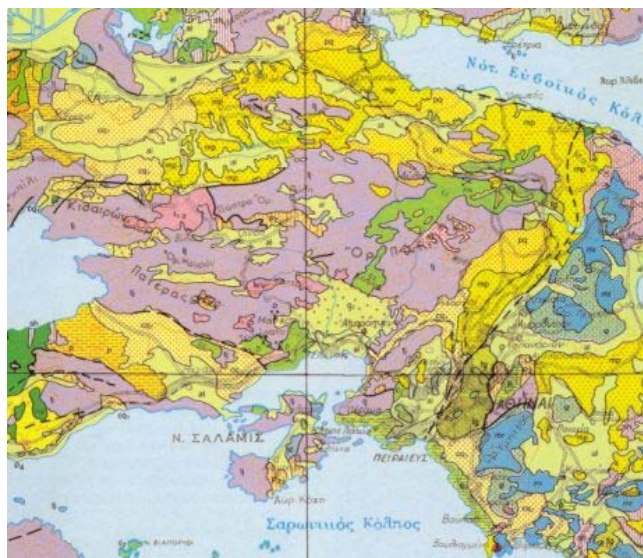
Για την γεωλογία της Αττικής έγραψε και ο Philippson (1898 και 1930), ενώ ο Al. Kieslinger αναφέρεται στην Ακρόπολη (Kieslinger 1933). Ο καθηγητής Ι. Τρικκαλινός δημοσίευσε εργασίες για την τεκτονική και παλαιογεωγραφία της περιοχής, καθώς και τις ορογενέσεις που υπέστη (Trikkalinos 1935, 1940). Κατά τους χρόνους της γερμανικής κατοχής, συντάχθηκε λεπτομερής γεωλογικός χάρτης του Λεκανοπεδίου σε κλίμακα 1:10.000, από τους γεωλόγους του Γερμανικού Στρατού Niedermayer και Sindowski (Sindowski 1949, 1951, Niedermayer 1971, 1973). Με τους νεογενείς σχηματισμούς που απαντούν στην ευρύτερη περιοχή των Αθηνών ασχολήθηκαν ο Χαραλαμπίδης (1952) και ο von Freyberg, ο οποίος μάλιστα παραθέτει (Freyberg 1951) γεωλογικό χάρτη των νεογενών – τεταρτογενών σχηματισμών της ΒΔ Αθήνας (σχ. 1.3).



Σχήμα 1.3. Τεκτονικός χάρτης των νεογενών τάφων της βορειοδυτικής Αθήνας (Freyberg 1951).

Λεπτομερής χάρτης του κέντρου των Αθηνών κατασκευάστηκε από τους Κατσικάτσο κ.α. (1976), στα πλαίσια των γεωλογικών ερευνών για την κατασκευή του Μετρό Αθηνών.

Με τη γεωλογία του Λεκανοπεδίου ασχολήθηκαν σε εργασίες τους επίσης οι Μαρίνος (1937, 1955), Petrascheck & Marinos (1953), Τάταρης (1967, 1972, 1990), Μαρίνος κ.α. (1971, 1974), Clement (1976), Μηστάρδης (1961), Clement et al. (1971), Leleu & Neumann (1969), Katsikatsos (1977), Παρασκευαΐδης & Χωριανοπούλου (1978), Δούνας & Γαιτανάκης (1981), Παπαδέας (1986), Σιδέρης (1986), Katsikatsos et al. (1986), Τάταρης & Σιδέρης (1989), Παπανικολάου (1986), Kessel (1990), Κατσικάτσος (1992) και άλλοι.



**Σχήμα 1.4.** Η περιοχή της Αττικής σύμφωνα με τον γεωλογικό χάρτη της Ελλάδος, κλίμακας 1:500.000 (ΙΓΜΕ 1984).

Σύμφωνα με τις σημερινές αποδεκτές απόψεις, η αλπική γεωλογία της Αττικής χαρακτηρίζεται από την παρουσία του σχετικά αυτόχθονου κατώτερου μεταμορφωμένου συστήματος, της **Ενότητας Αττικής – Αλμυροποτάμου**. Εμφανίσεις της Ενότητας απαντώνται στην ανατολική Αττική (Υμηττός, Πεντέλη, Ωρωπός, Λαυρεωτική). Την στρωματογραφική διάρθρωση της ενότητας δίνει ο Κατσικάτσος (2002), και από πάνω προς τα κάτω περιλαμβάνει: α) Σχηματισμούς μεταφλύσχη του Μέσου Ηωκαίνου, β) Μάρμαρα ΒΑ/κης Αττικής, γ) Σχιστολιθικούς σχηματισμούς ΒΑ/κης Αττικής με ενστρώσεις μαρμάρων και σερπεντινιτών, του Μέσου-Ανώτερου Τριαδικού, και δ) Μάρμαρα Πεντέλης του Κατώτερου-Μέσου Τριαδικού. Η Ενότητα Αττικής – Αλμυροποτάμου παλαιότερα είχε τοποθετηθεί στην ΑττικοΚυκλαδική Μάζα (Philippson 1930, Clement 1976, Μαρίνος κ.α. 1971, 1974 Παρασκευαΐδης & Χωριανοπούλου 1978), ενώ σήμερα θεωρείται πως αποτελεί τεκτονικό παράθυρο και ανήκει στην γεωτεκτονική ζώνη Γαβρόβου – Τριπόλεως (Bonneau 1984, Katsikatsos et al. 1986, Κατσικάτσος 1992, 2002, Avigad et al. 1997). Πάνω στην

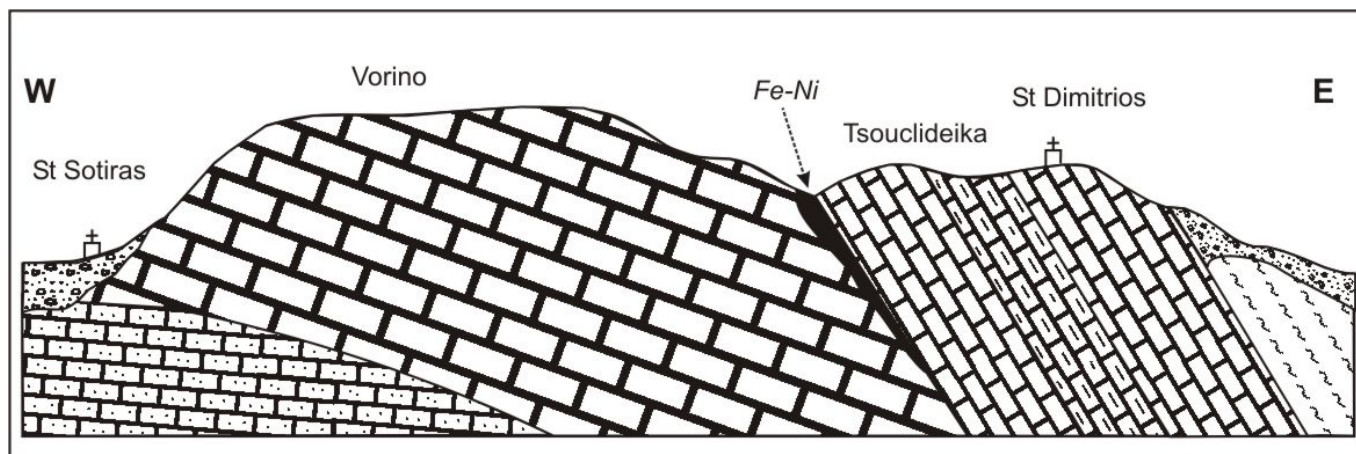
Ενότητα Αλμυροποτάμου – Αττικής, βρίσκονται επωθημένοι οι σχηματισμοί της Υποπελαγονικής και του Νεοελληνικού Τεκτονικού Καλλύματος.

Σχηματισμοί της ενότητας του **Νεοελληνικού Τεκτονικού Καλλύματος** (Katsikatsos et al. 1986, Κατσικάτσος 1992) απαντώνται στις περιοχές Βαρνάβα-Λίμνης Μαραθώνα-Αγίου Στεφάνου και Υμηττού, σε μικρές, γενικά, εμφανίσεις, επειδή ο χώρος αυτός καλύπτεται από μεταλλικές αποθέσεις. Έχουν υποστεί μεταμόρφωση σε συνθήκες HP/LT (Kessel 1990), είναι επωθημένοι πάνω στους μεταμορφωμένους σχηματισμούς της αυτόχθονης Ενότητας Αλμυροποτάμου-Αττικής και αποτελούν τμήμα του μεγάλου Νεοελληνικού Τεκτονικού Καλλύματος που καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος της Νότιας Εύβοιας και σημαντικό τμήμα της Νότιας Αττικής (Κατσικάτσος 2002). Πρόκειται κυρίως για γλαυκοφανιτικούς, μοσχοβιτικούς, χλωριτικούς και ασβεστιτικούς σχιστόλιθους, με πολλές ενστρώσεις λεπτοστρωματώδων μαρμάρων και σιπολινομαρμάρων, ενώ περιέχονται και σώματα σερπεντινιτών. Στην περιοχή Υμηττού αποτελούν τα Στρώματα Καρά και τους Ασβεστολίθους Αλεποβουνίου (Lepsius 1893) και επανεμφανίζονται, σε μεγάλη έκταση, στη Νότια Αττική, όπου αυτοί αναφέρονται από τους Petrascheck & Marinos (1953) ως «Επωθημένο Φυλλιτικό Κάλλυμα». Άλλοι μελετητές (Παπανικολάου 1986, Jacobshagen 1986, Avigad et al. 1997) τοποθετούν τους σχηματισμούς αυτούς στην Κυκλαδική κυανοσχιστολιθική ενότητα (Cycladic blueschist belt).

Το τμήμα της Αττικής που βρίσκεται δυτικά από το Λεκανοπέδιο των Αθηνών (Πάρνηθα, Αιγάλεω, Γεράνεια, Πατέρας, Σαλαμίνα) δομείται, σχεδόν αποκλειστικά, από τους σχηματισμούς της **Υποπελαγονικής ζώνης**. Η στρωματογραφική διάρθρωση της Υποπελαγονικής (Lepsius 1893, Δούνας & Γαιτανάκης 1981, Κατσικάτσος κ.α. 1986, Σιδέρης 1986, Μαριολάκος κ.α. 2001b) είναι, από τους παλαιότερους προς τους νεώτερους σχηματισμούς:

- Το *ηφαιστειοϊζηματογενές σύμπλεγμα* με ηλικία Κατώτερο – Μέσο Τριαδικό, που αποτελεί τη βάση της στήλης της Υποπελαγονικής. Περιλαμβάνει ψαμμίτες, γραουβάκες, αργιλικούς σχιστόλιθους, φυλλίτες καθώς και ηφαιστίτες, έντονα εξαλλοιωμένους, κυρίως βασάλτες, κερατοφύρες και σχιστοποιημένους τόφφους (Σιδέρης 1986). Περιέχει ολισθόλιθους από σκουρόχρωμους απολιθωματοφόρους ασβεστολίθους ηλικίας Μέσου Λιθανθρακοφόρου έως Ανώτερου Πέρμιου (Renz 1908, Renz & Reichel 1945, Clement et al. 1971, Baud & Papanikolaou 1981, Baud et al. 1991). Το Παλαιοζωικό αναφέρεται επίσης και στο όρος Αιγάλεω (Παρασκευαΐδης & Χωριανοπούλου 1978, Δούνας & Γαιτανάκης 1981, Τάταρης & Σιδέρης 1989). Η επαφή ανάμεσα στους Περμοτριαδικούς σχηματισμούς και τα υπερκείμενα Τριαδικά στρώματα είναι ασύμφωνη και σε πολλές θέσεις δίνει την εντύπωση

τεκτονικής επαφής, όμως πρόκειται για επικλυσίγενή ασυμφωνία. Χαρακτηριστική είναι η θέση που περιγράφουν οι Παρασκευαΐδης και Χωριανοπούλου (1978) στην περιοχή της Πετρούπολης: οι τριαδικοί ασβεστόλιθοι, με κλίση  $\sim 30^\circ$  προς ΝΑ, έρχονται σε επαφή με τα υποκείμενα Περμοτριάδικα αργιλοψαμμιτικά που εμφανίζουν σχεδόν οριζόντια στρώση.

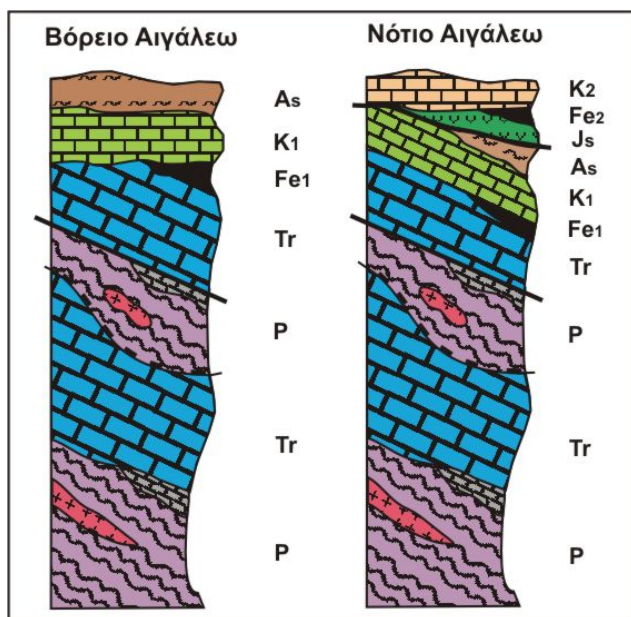


**Σχήμα 1.5.** Γεωλογική τομή κάθετα στο Αιγάλεω (Παρασκευαΐδης & Χωριανοπούλου 1978). Στο αριστερό άκρο διακρίνονται τα στρώματα της Περμοτριάδικης ηφαιστειοϊζηματογενούς σειράς (οριζόντια στρώση), πάνω στα οποία κάθονται επικλυσίγενώς οι Τριαδικοί ασβεστόλιθοι.

- Ο παχύς νηριτικός ανθρακικός σχηματισμός με ηλικία Κάρνιο έως Μέσο Ιουρασικό, που υπέρκειται του ηφαιστειοϊζηματογενούς συμπλέγματος. Στη βάση του απαντούν ροδίζοντες ασβεστόλιθοι που εξελίσσονται σε ανοιχτόχρωμους παχυστρωματώδεις και κατά θέσεις λατυποπαγείς.
- Πετρώματα του οφιολιθικού συμπλέγματος, κυρίως περιδοτίτες, με έντονο βαθμό εξαλλοίωσης (σερπεντινίωση) των υπερβασικών πετρωμάτων. Συνοδεύονται από ιζήματα βαθιάς θάλασσας και τεκτονικά αποσπασμένα τεμάχια πελαγικών ασβεστολίθων.
- Οι επικλυσίγενείς ανωκρητιδικοί ασβεστόλιθοι της Ανατολικής Ελλάδος, μαργαικοί στη βάση, σκουρόχρωμοι ρουδιστοφόροι στη συνέχεια με μεταβατικά προς το φλύσχη στα κορυφαία. Η βάση της επίκλυσης χαρακτηρίζεται κατά θέσεις από την παρουσία εμφανίσεων σιδηρονικελιούχων μεταλλευμάτων καθώς και βωξιτών σε φακοειδή-στρωματόειδή μορφή.
- Ο Παλαιοκαινικός φλύσχη, ο οποίος κλείνει τον αλπικό κύκλο ιζηματογένεσης, και περιλαμβάνει εναλλασσόμενα στρώματα αργλικών σχιστολίθων και ψαμμιτών, μεσόκοκκων και συχνά χονδρόκοκκων, χρώματος υποπράσινου, με παρεμβολές ψηφιδοπαγών και

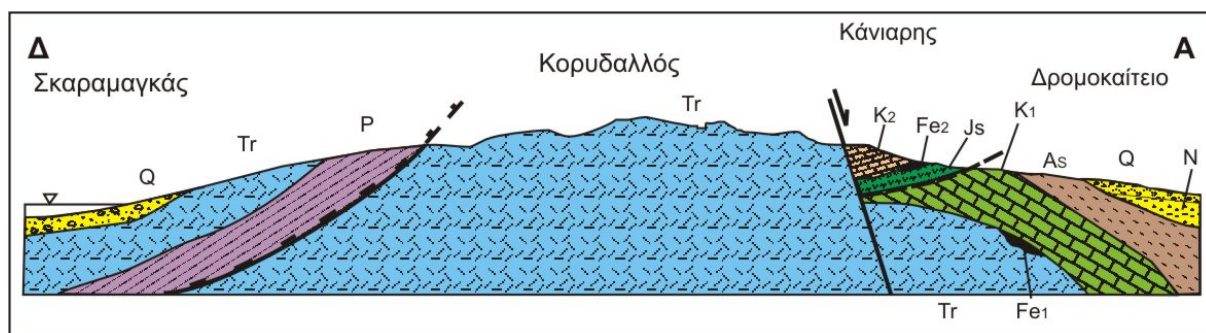


ενστρώσεις ψαμμούχων και λατυποπαγών ασβεστολίθων με λατύπες κυρίως ανθρακικές. Απολιθώματα έδειξαν ηλικία Μαιστρίχτιο εως Παλαιόκαινο.

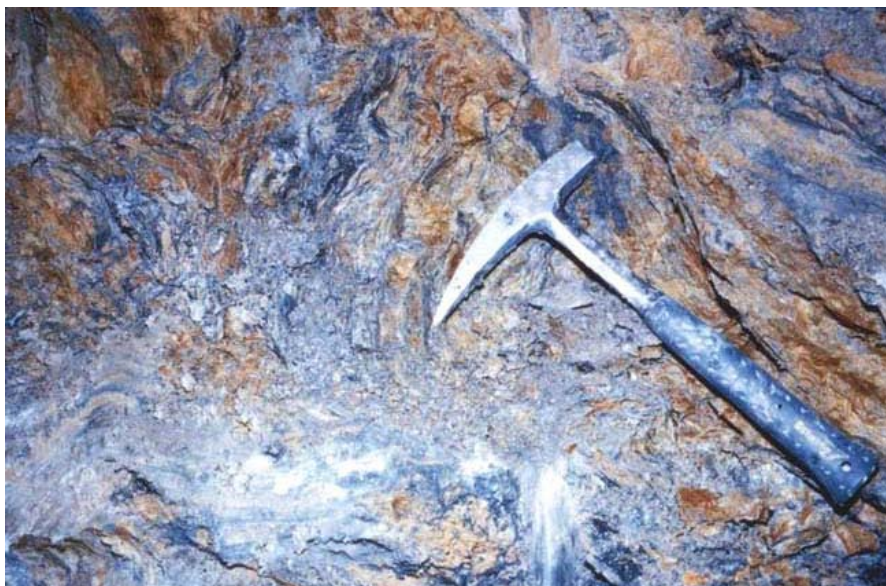


**Σχήμα 1.6.** Στρωματογραφικές στήλες της Υποπελαγονικής στο όρος Αιγάλεω (Δούνας & Γαιτανάκης 1981).

As=Αθηναϊκοί σχιστόλιθοι,  
K1-2=ανωκρητιδικοί ασβεστόλιθοι,  
Fe1=σιδηρονικελιούχα ιζηματογενή,  
Tr=Μέσο - ανωτριάδικοι ασβεστόλιθοι,  
P=νεοπαλαιοζωικό,  
Fe2=σιδηρονικελιούχα λατεριτικά,  
Js=σερπεντινίτες.



**Σχήμα 1.7.** Γεωλογική τομή κάθετα στο όρος Αιγάλεω (Δούνας & Γαιτανάκης 1981). Υπόμνημα ίδιο με σχήμα 1.6.



**Φωτ. 1.1.** Εμφάνιση Αθηναϊκού Σχιστολίθου (φωτογραφία από E. Hoek, [www.roscience.com](http://www.roscience.com)).

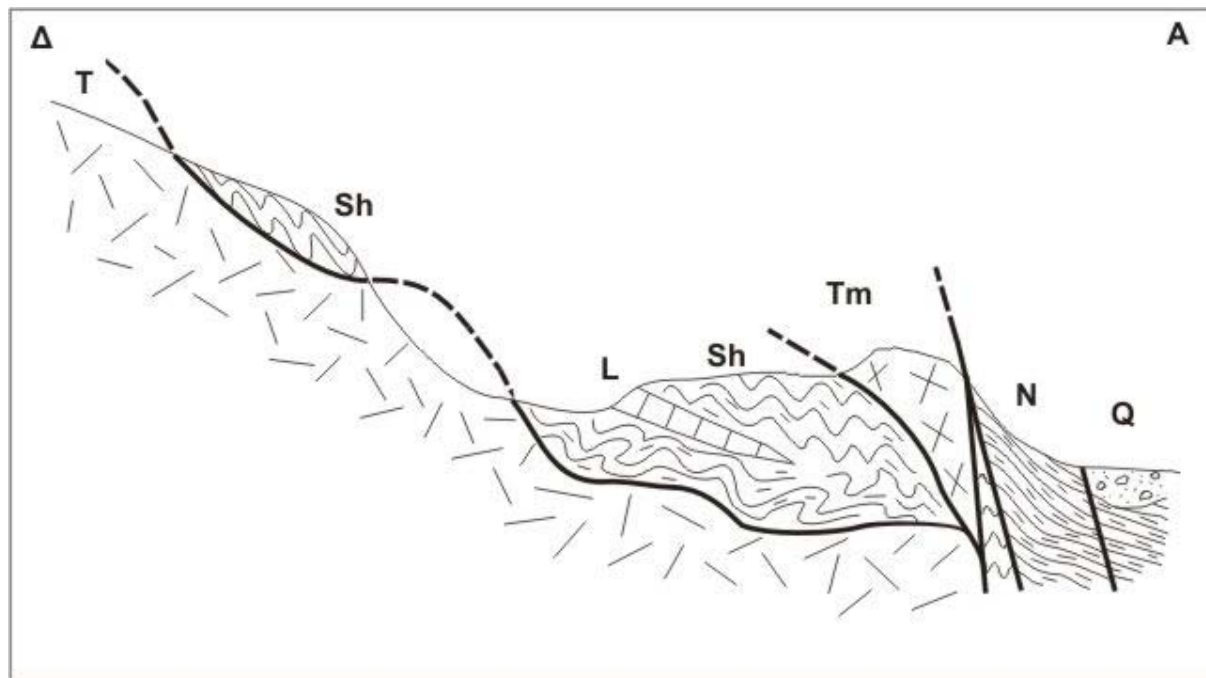
Ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα της γεωλογίας της Αττικής είναι ο **Αθηναϊκός Σχιστόλιθος**. Εμφανίζεται στο κεντρικό τμήμα του Λεκανοπεδίου και αποτελεί το υπόβαθρο της πόλης των Αθηνών (Μαρίνος κ.α. 1971, Ανδρονόπουλος 1981). Αποτελείται, κυρίως, από εναλλασσόμενα στρώματα σερικιτικών ψαμμιτών, αργιλικών σχιστολίθων και φυλλιτών, με κατα θέσεις ενστρώσεις και φακούς κρυσταλλικών ασβεστολίθων, συνήθως μικροκλαστικών. Απαντώνται, επίσης, παρεμβολές μικροκροκαλολατυποπαγών, κυρίως στα ανώτερα μέλη τους, καθώς και μικρά διαβασικά σώματα. Στα βαθύτερα μέλη του εμφανίζονται χλωριτικοί και σερικιτικοί σχιστόλιθοι, κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι και σιπολίνες. Προς τα πάνω, μεταβαίνει σε παχυστρωματώδεις, ανακρυσταλλωμένους, καρστικούς και έντονα διαρρηγμένους ασβεστολίθους *Ανωκρητιδικής ηλικίας* (**Ασβεστόλιθοι Τουρκοβουνίων** ή Λυκαβηττού - πρόκειται για τους ασβεστολίθους που κατέχουν τις κορυφές των λόφων της πόλης των Αθηνών), με την παρεμβολή ενός *μαργαϊκού ορίζοντα* από σκληρές ψαμμιτικές μάργες, ψαμμίτες και κροκαλολατυποπαγή (Κατσικάτσος 2002). Πρόκειται για σχηματισμό έντονα πτυχωμένο και τεκτονισμένο, χωρίς να μπορεί να διακριθεί κάποια σαφής παραμόρφωση.

Το πρόβλημα της γεωτεκτονικής τοποθέτησης και σημασίας του Αθηναϊκού σχιστολίθου ανάγεται από τα πρώτα χρόνια της γεωλογικής έρευνας της Αττικής. Ο Lepsius (1893) τον θεωρεί κρητιδικό φλύσχη και τον τοποθετεί σε ασυμφωνία με την Κατώτερα Ασβεστολιθική βαθμίδα. Φλύσχη τον χαρακτηρίζει και ο Kober (1929), τον θεωρεί ιουρασικό, και τον τοποθετεί επωθημένο πάνω στα Στρώματα Καρά μαζί με τους Ασβεστολίθους Αλεποβουνίου

– Αρδηττού. Οι Μαρίνος κ.α. (1971) τον θεωρούν πλευρική μετάβαση των ανωκρητιδικών ασβεστολίθων του ανατολικού Αιγάλω και τον τοποθετούν, ανακριβώς, στο Άνω Κρητιδικό (βλ. επιστολή του καθηγητή Χριστοδούλου δημοσιευμένη στο Τάταρης 1972). Οι περισσότεροι μελετητές έβλεπαν πιο πολύ τη σύνδεσή του ανατολικά με τις μεταμορφωμένες σειρές. Η μελέτη της Λαυρεωτικής έδωσε τη δυνατότητα να διαχωρισθεί από τους φυλλίτες (Petrascheck & Marinos 1953). Δυτικά, δεν έβλεπαν καμμία σύνδεση με την Υποπελαγονική και τον θεωρούσαν επωθημένο κομμάτι. Ο Τάταρης (1967, 1972, 1990) τον θεωρεί αντίστοιχο της σχιστοψαμμιτοκερατολιθικής διάπλασης της Ανατολικής Ελλάδος. Ο Niedermayer (1971, 1973) συμφωνεί με τις απόψεις των Μαρίνος κ.α. (1971), αλλά παρουσιάζει λάθη στον χάρτη του Λεκανοπεδίου εμφανίζοντας τον σε κανονική επαφή με τα τριαδικά στρώματα του Υμηττού. Μια άλλη άποψη παρουσιάζουν οι Παρασκευαΐδης & Χωριανοπούλου (1978), θεωρώντας τον ως τον φλύσχη της στρωματογραφικής σειράς του Αιγάλω, με τους ασβεστολίθους των λόφων των Αθηνών να αποτελούν φακούς μέσα στην κύρια αργιλοψαμμιτική μάζα. Ο Κατσιακάτσος προχωράει πιο πολύ και τοποθετεί τον Αθηναϊκό Σχιστόλιθο, μαζί με τον Ασβεστόλιθο Τουρκοβουνίων και τον Σχηματισμό Αφιδνών (Katsikatsos 1977), σε μια ενότητα, τοποθετημένη μαζί με το Νεοελληνικό Τεκτονικό Κάλλυμα ανάμεσα στο κάλλυμα της Υποπελαγονικής και την αυτόχθονη Ενότητα Αλμυροποτάμου – Αττικής, το οποίο ονομάζει «*Ενότητα Αφιδνών – Τουρκοβουνίων*». Σύμφωνα με τον ίδιο, οι σχηματισμοί της Ενότητας Αφιδνών Τουρκοβουνίων είναι αμεταμόρφωτοι και είναι πιθανότατα μέλη της Βοιωτικής ζώνης (Κατσιακάτσος 2002). Αξίζει να σημειωθεί η παρατήρηση των Δούνας κ.α. (1980) ότι σε γεωτρήσεις της περιοχής Καλάμου, βρέθηκαν οι σχηματισμοί αυτοί υπερκείμενοι της Υποπελαγονικής.

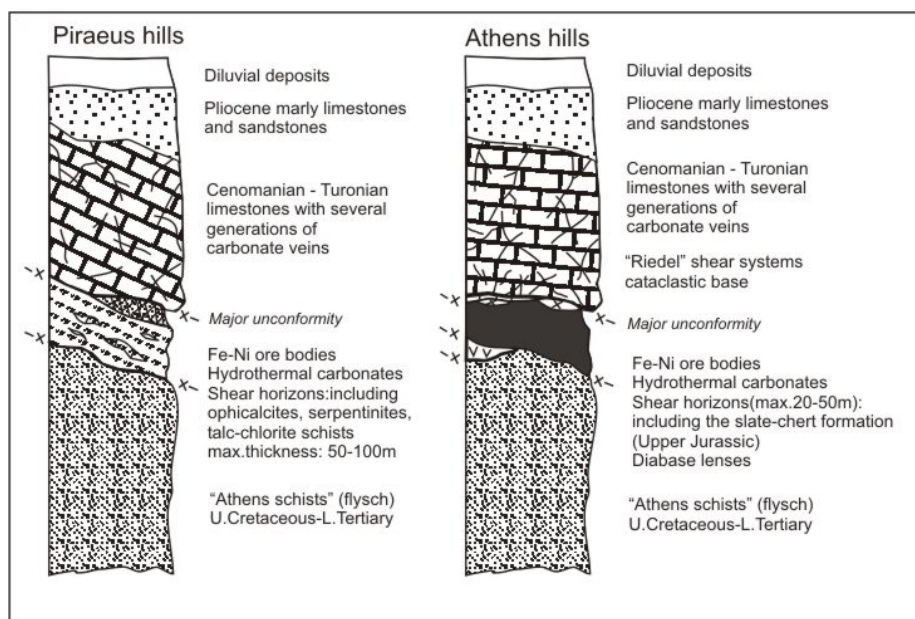
Όσον αφορά την τοποθέτηση των ανωκρητιδικών ασβεστολίθων πάνω στους Αθηναϊκούς Σχιστολίθους, επίσης υπάρχει διχογνωμία των μελετητών. Τόσο ο Carl Renz όσο και αργότερα ο Kober (Renz 1908, Kober 1929a, 1929b) βλέπουν μια καλλυματική τοποθέτηση των ασβεστολίθων πάνω στους σχιστολίθους. Την ίδια άποψη την στηρίζει και ο καθηγητής Τρικκαλινός, στο γεγονός ότι η έντονη καρστικοποίηση που παρουσιάζουν οι λόφοι των Αθηνών δεν δικαιολογείται με βάση τις σημερινές διαστάσεις τους (Trikkalinos 1935, 1940). Οι Niedermayer και Sindowski υποστηρίζουν, επίσης, την άποψη περί τεκτονικής τοποθέτησης του ασβεστολιθικού καλλύματος, τη λεγόμενη «*Athener Klippenzone*». Οι Μαρίνος κ.α. (1971, 1974) και οι Παρασκευαΐδης & Χωριανοπούλου (1978) τους θεωρούν φακούς μέσα στην αργιλοψαμμιτική μάζα, ενώ ο Τάταρης (1967, 1972) ως την ανωκρητιδική επίκλυση της Ανατολικής Ελλάδος. Οι Gaitanakis & Dietrich (1993) επιστρέφουν στην παλιά άποψη του Sindowski για επωθημένο κάλλυμα και περιγράφουν το

τεκτονικό λατυποπαγή σχηματισμό που είναι τοποθετημένος ανάμεσα στον Αθηναϊκό Σχιστόλιθο και τους Ανωκρητιδικούς ασβεστολίθους στο βράχο της Ακρόπολης και στην περιοχή του Πειραιά.



**Σχήμα 1.8.** Επαφή ανάμεσα στον Αθηναϊκό Σχιστόλιθο και τους Ανωκρητιδικούς ασβεστολίθους (Gaitanakis & Dietrich 1993).

**Σχήμα 1.9.** Τομή στις ανατολικές παρυφές του Αιγάλεω, θέση Πηγάδια Καματερού (Μαρίνος κ.α. 1971). Διακρίνεται η τοποθέτηση των Αθηναϊκών Σχιστολίθων (sh) πάνω στους Τριαδικούς ασβεστολίθους (T), επώθηση(?) σύμφωνα με τους συγγραφείς.





Οι μεταλλικοί σχηματισμοί καλύπτουν ασύμφωνα τους υποκείμενους αλπικούς στο μεγαλύτερο τμήμα της περιοχής και αντιπροσωπεύονται από νεογενή και πλειοτεταρτογενή ιζήματα.

- ο **Νεογενείς αποθέσεις.** Πρόκειται για αποθέσεις του Ανώτερου Μειοκαίνου. Είναι λιμναίας φάσης, συνοδευόμενες κατά κανόνα απο ποταμολιμναίες και λιμνοχερσαίες αποθέσεις. Καταλαμβάνουν, σχεδόν εξ'ολοκλήρου, το βόρειο ήμισυ του Λεκανοπεδίου των Αθηνών και συνεχίζονται, τόσο προς τα βόρεια, προς τους ανωμειοκαινικούς σχηματισμούς της μεγάλης λιμναίας λεκάνης Θηβών-Τανάγρας-Ωρωπού, όσο και προς ανατολάς, προς τους ανωμειοκαινικούς λιμναίους σχηματισμούς της περιοχής Μεσογείων. Παρουσιάζουν, επίσης, μεγάλες εμφανίσεις στο δυτικό άκρο του Λεκανοπεδίου, ανάμεσα στο Αιγάλεω και τους λόφους των Αθηνών (Freyberg 1951), καθώς και στις λεκάνες Φυλής και Σκούρτων της Πάρνηθας. Επομένως, σήμερα βλέπουμε τα υπολλείματα αποθέσεων μιας μεγάλης λίμνης στην περιοχή του Λεκανοπεδίου, το οποίο σημαίνει ότι την περίοδο Άνω Μειοκαίνου – Κάτω Πλειοκαίνου (?), ο ευρύτερος χώρος της Πάρνηθας περιβαλλόταν από μια μεγάλη ενιαία (?) λίμνη ή από λίμνες, μακριά από την επίδραση της θάλασσας. Στο Μεγάλο Ρέμα κοντά στο Άνω Πικέρμι, μέσα σε ερυθρούς πηλούς, αμμούχες μάργες και κροκαλοπαγή, βρέθηκε η γνωστή πλούσια *πικερμική πανίδα* Σπονδυλωτών. Η ίδια πανίδα Σπονδυλωτών βρέθηκε και στη θέση «Χωματερή» που βρίσκεται περί τα 2,5 km ανατολικά του Μεγάλου Ρέματος και στην περιοχή του Πύργου της Βασίλισσας (περιοχή Αγ.Αναργύρων ) στην οποία απαντώνται οι ίδιοι σχηματισμοί. Άλλοι χαρακτηριστικοί σχηματισμοί του Άνω Μειοκαίνου μεγάλης έκτασης, είναι τα *Κροκαλοπαγή Καπανδριτίου*, που καταλαμβάνουν την περιοχή ανάμεσα στο Λεκανοπέδιο και την λεκάνη του Ωρωπού, και οι *Λιμνοχερσαίοι σχηματισμοί του Κηφισού*. Στα κατώτερα μέλη των Ανωμειοκαινικών σχηματισμών εντοπίζονται εμφανίσεις λιγνιτοφόρων στρωμάτων (Freyberg 1951, Mettos et al. 2000), τα οποία κατά καιρούς έτυχαν τοπικής εκμετάλλευσης.
- ο **Πλειο-τεταρτογενείς αποθέσεις.** Ποτάμιοι-θαλάσσιοι σχηματισμοί, απολιθωματοφόροι, εμφανίζονται στο βόρειο τμήμα της Αττικής (Ραφήνα, Ωρωπός) όσο και κατά μήκος της ζώνης Πειραιά – Φαλήρου – Γλυφάδας – Βούλας (Χαραλαμπίκης 1952). Η πλειονότητά τους έχει ηλικία Ανώτερου Πλειοκαίνου – Κατώτερου Πλειστοκαίνου (Άστιο). Τέλος, έχουμε μια μεγάλη ποικιλία πρόσφατων χαλαρών σχηματισμών, όπως πλευρικά κορήματα, κώνους κορημάτων, αποθέσεις

κοίτης χειμάρων, αλλουβιακές προσχώσεις πεδινών περιοχών, ερυθροστρώματα, συνεκτικά κροκαλολατυποπαγή, υλικά αλλουβιακού μανδύα, παράκτιοι σχηματισμοί από άμμους, κροκάλες και συνεκτικούς ψαμμίτες (beachrocks), λεπτομερείς προσχωματικές αποθέσεις (Μηστάρδης 1961, Κατσικάτσος κ.α. 1986, Κατσικάτσος 2002, Παυλόπουλος κ.α. 2002).

## ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

Όσον αφορά την περιοχή της Αττικής, μπορούμε να διακρίνουμε δύο περιόδους τεκτονικής παραμόρφωσης: την αλπική και την μεταλπική – νεοτεκτονική περίοδο.

**Αλπική παραμόρφωση:** Σύμφωνα με τις έως σήμερα μελέτες για την περιοχή, η τοποθέτηση των σχηματισμών οφείλεται στην Αλπική ορογένεση, η οποία έδρασε στο Κρητιδικό – Παλαιογενές. Η *καλλυματική τεκτονική* εκφράζεται με την επώθηση των διάφορων ενοτήτων (επώθηση Υποπελαγονικής πάνω στην Ενότητα Αλμυροποτάμου - Αττικής) και την εσωτερική λεπίωση των σχηματισμών των ενοτήτων. Κατά το Ηώκαινο – Ολιγόκαινο, η περιοχή αποτελούσε το μέτωπο του ορογενούς, με αποτέλεσμα η συσσώρευση καλλυμάτων να οδηγήσει σε αύξηση του πάχους του φλοιού και σε μεταμόρφωση των σχηματισμών σε συνθήκες HP/LT (Νεοελληνικό Τεκτονικό Κάλυμμα ή Κυκλαδική κυανοσχιστολιθική ενότητα). Οι επιπτεύσεις αυτές εμφανίζουν μια γενική διεύθυνση ΒΑ – ΝΔ. Χαρακτηριστικό αποτελεί το ότι οι σημαντικότερες μορφοτεκτονικές δομές στην Ανατολική ακολουθούν τις αλπικές δομές (Αντωνίου & Μιγκίρος 2002). Κατά το Ολιγόκαινο – Μειόκαινο, η μετατόπιση του ενεργού μετώπου του ορογενούς προς ΝΔ, οδήγησε στην εμφάνιση εφελκυστικών τάσεων με *κατάρρευση του ορογενούς* και στην επακόλουθη λέπτυνση του φλοιού (Dewey 1988, Κίλιας 2001). Ο εφελκυσμός αυτός εμφανίστηκε με τη μορφή μεγάλων κανονικών ρηγμάτων μικρής γωνίας κλίσης (low-angle detachment faults) και οδήγησε στην δημιουργία τεκτονικών παραθύρων, όπως αυτό της Ενότητας Αλμυροποτάμου – Αττικής. Η αποκόλληση των καλλυμάτων λόγω του εφελκυσμού αυτού, πιθανώς να διήρκεσε έως και το Άνω Μειόκαινο, όπως δείχνει η συντεκτονική διείδυση των γρανιτικών σωμάτων στην επαφή καλλύματος - αυτόχθονου στην Πλάκα του Λαυρίου (Παπανικολάου & Συσκάκης 1991).

**Νεοτεκτονική παραμόρφωση:** Ο ευρύτερος χώρος της Αττικής παρουσιάζει μια σύνθετη μεταλπηκή μορφοτεκτονική δομή, η οποία αποτελείται από τα εξής μεγάλα ρηξιτεμάχη 1<sup>ης</sup> τάξης: τα τεκτονικά κέρατα της Πάρνηθας, του Αιγάλεω, των Γεράνειων, του Πατέρα, του Κιθαιρώνα, του Υμηττού και της Πεντέλης και τα τεκτονικά βυθίσματα του Θριάσιου Πεδίου, των Μεγάρων, του κόλπου των Αλκυονίδων, του Λεκανοπεδίου των Αθηνών και της λεκάνης των Μεσογείων. Μέσα σε αυτές τις 1<sup>ης</sup> τάξης δομές απαντώνται 2<sup>ης</sup>, 3<sup>ης</sup> κλπ. μικρότερης τάξης βυθίσματα και κέρατα (Mariolakos & Fountoulis 2000). Ολόκληρη η περιοχή είναι, λοιπόν, κατακερματισμένη σε πολλά ρηξιτεμάχη. Η γεωμετρία αυτών των ρηξιτεμαχίων είναι σύνθετη με επικρατούσες διευθύνσεις ΔΒΔ – ΑΝΑ και ΒΑ – ΝΔ.

Μελετώντας τα μορφοτεκτονικά χαρακτηριστικά της Αττικής, οι Αντωνίου & Μιγκίρος (2002), διαχωρίζουν την Αττική σε δυο τομείς: στον ανατολικό, με διεύθυνση κύριου συστήματος διάρρηξης Β30°-40° και σε δυτικό τομέα με διεύθυνση Β80°-100°. Ο διαχωρισμός γίνεται στον άξονα Σαλαμίνα – Ελευσίνα – Πάρνηθα.

Οι Παπανικολάου & Λόζιος (1990) χρησιμοποιώντας το σύνολο των ρηγμάτων και ρηξιγενών ζωνών (δεδομένα ξηράς και υποθαλάσσια), χωρίζουν την περιοχή Αν. Στερεάς, Αν. Πελοποννήσου, Σαρωνικού και Κυκλάδων σε τρεις τομείς (I, II, και III) με βάση τις διευθύνσεις και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των ρηξιγενών δομών. Ο πρώτος Τομέας (I) περιλαμβάνει τις περιοχές της Κορινθίας, Αν. Κορινθιακού Κόλπου, ΒΔ Αττικής και ΝΑ Βοιωτίας. Χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη ρηγμάτων και ρηξιγενών ζωνών με διεύθυνση Ε – W, αλλά και την ύπαρξη 1<sup>ης</sup> τάξεως ρηξιγενών δομών, που είναι εγκάρσιες προς τον ρηξιγενή ιστό που επικρατεί, με διεύθυνση ΒΒΔ-ΝΝΑ και ΒΑ-ΝΔ. Ο δεύτερος Τομέας (II) περιλαμβάνει τις περιοχές Αττικής, Τραπεζώνας, Κ. Εύβοιας και Σαρωνικού Κόλπου. Στις οποίες κυριαρχεί η ύπαρξη ρηγμάτων και ρηξιγενών ζωνών ΔΒΔ-ΑΝΑ διεύθυνσης. Παρουσιάζονται εγκάρσιες ρηξιγενείς δομές – ζώνες με διεύθυνση Β-Ν, με χαρακτηριστικότερη αυτή στον άξονα Μέθανα – Αίγινα – Σαλαμίνα, που ενώνει την Αργολίδα με την Αττική και χωρίζει τον Σαρωνικό κόλπο σε δύο τμήματα (Ανατολικό και Δυτικό). Ο τρίτος Τομέας (III) περιλαμβάνει κυρίως την περιοχή της παλαιότερα ονομαζόμενης Αττικοκυκλαδικής ενότητας και χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη ρηγμάτων και ρηξιγενών ζωνών ΒΔ-ΝΑ διεύθυνσης. Οι εγκάρσιες ρηξιγενείς δομές ακολουθούν την διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ. Αξίζει να σημειωθεί η παρατήρηση των συγγραφέων για τον Τομέα II, ότι τα παλαιότερα συστήματα γραμμών προστριβής είναι κατά παράταξη με σχεδόν οριζόντιες γραμμές ΔΒΔ-ΑΝΑ διεύθυνσης που εμφανίζονται συνήθως κάτω από επιφλοιώσεις και τεκτονικά μικρολατυποπαγή. Αντίθετα, το νεώτερο σύστημα γραμμών προστριβής φανερώνει

μια κίνηση κατά κλίση με τιμές βύθισης των γραμμών περίπου  $70^{\circ}$  -  $80^{\circ}$  και διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ.

Παρατηρείται, επομένως, μια σταδιακή μεταβολή των διευθύνσεων των ρηγμάτων και των ρηξιγενών ζωνών από τον Ανατολικό Κορινθιακό μέχρι την Ν. Αττική – Ν. Εύβοια – Κυκλάδες από Α-Δ σε ΒΔ-ΝΑ, με ενδιάμεση διεύθυνση την ΔΒΔ-ΑΝΑ, που στην ουσία αντιπροσωπεύει μια κάμψη μεγάλης κλίμακας του νεοτεκτονικού ρηξιγενούς ιστού και των νεοτεκτονικών μακροδομών.

Η σημερινή ενεργός τεκτονική της περιοχής, αλλά και του ευρύτερου Ελληνικού χώρου, ελέγχεται από δυο γεγονότα: την προς δυσμάς μετακίνηση της Τουρκικής πλάκας λόγω της κίνησης του *ρήγματος της Ανατολίας* (North Anatolian Fault) και της καταβύθισης της Αφρικανικής πλάκας κάτω από το Αιγαίο κατά μήκος του *Ελληνικού τόξου* (Hellenic Arc – Trench). Με βάση μηχανισμούς γένεσης σεισμών και κινηματική ανάλυση ρηγμάτων, κατανέμεται το πεδίο τάσεων στον Ελληνικό χώρο (Mercier et al. 1989, Taymaz et al. 1991, Παπαζάχος & Παπαζάχου 2002): κατά μήκος του μετώπου καταβύθισης παρατηρείται έντονα συμπιεστικό πεδίο, με διεύθυνση της  $\sigma_1$  σχεδόν κάθετα σε αυτό, ενώ λίγο πιο εσωτερικά έχουμε εφελκυσμό με διεύθυνση της  $\sigma_3$  επίσης κάθετα στο τόξο. Στο εσωτερικό του χώρου του Αιγαίου, επικρατεί ο εφελκυσμός με διεύθυνση του άξονα  $\sigma_3$  περίπου ΒΒΑ-ΝΝΔ.