

Οι εμφανίσεις των ασβεστιτικών ψαμμιτών (αιολιανιτών) στη Νότια Αττική και η συμβολή τους στην παλαιογεωγραφική της εξέλιξη κατά το Ανώτερο Πλειστόκαινο - Ολόκαινο

Κ. Παυλόπουλος

*Τομέας Γεωγραφίας - Κλιματολογίας, Πανεπιστημίου Αθηνών
157 84 Αθήνα*

Περίληψη

Εμφανίσεις ασβεστιτικών ψαμμιτών έχουν παρατηρηθεί και μελετηθεί σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας, βόρειες Κυκλάδες, δυτική Πελοπόννησος, νησιά του Ιονίου και στην Αττική. Στη μελέτη αυτή χαρτογραφούνται οι εμφανίσεις των ασβεστιτικών ψαμμιτών στη νότια Αττική, ταξινομούνται και αναλύονται εργαστηριακά. Σε επιλεγμένα δείγματα γίνονται κοκκομετρικές, μικροσκοπικές, ακτινοσκοπικές και μικροχημικές αναλύσεις.

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων αξιολογούνται και συσχετίζονται με τα γεωμορφολογικά δεδομένα εξέλιξης της νότιας Αττικής. Παράλληλα γίνονται συγκρίσεις και με άλλες αντίστοιχες εμφανίσεις ασβεστιτικών ψαμμιτών στην Ελλάδα από άλλους μελετητές. Τέλος προκύπτουν συμπεράσματα για την δημιουργία τους, το περιβάλλον απόθεσής τους και τη γεωμορφολογική εξέλιξη της περιοχής κατά το ανώτερο Πλειστόκαινο - Ολόκαινο.

Abstract

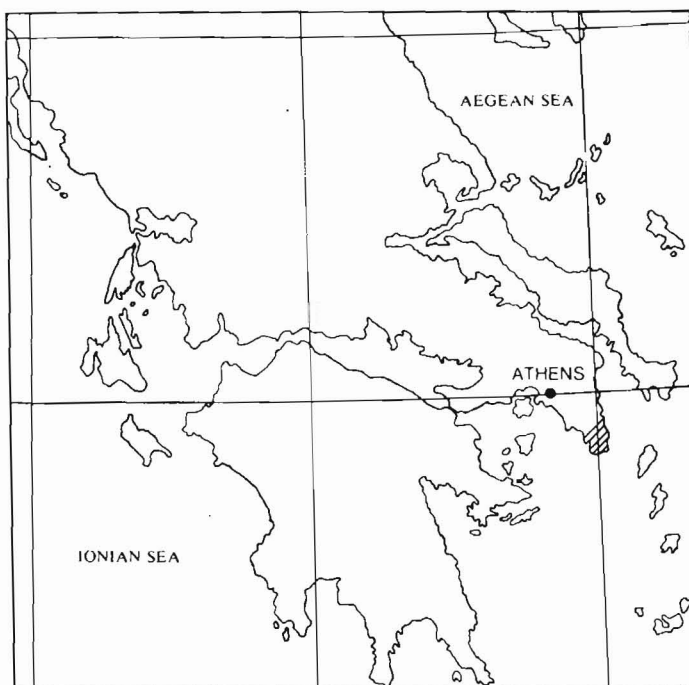
The presence of calcareous sandstones has been observed and studied in several regions of Greece, North Cyclades, West Peloponnese, Ionian Islands and Attica. In this study the presence of calcareous sandstones in South Attica were mapped, sorted and analyzed in the laboratory. Selected samples are subject to granulometric analysis, microscopic, x-ray diffraction and microchemical analysis.

The results of the analysis are studied and compared to the geomorphological evolution data of South Attica. Comparisons are also made to the presence of calcareous sandstones in other regions of Greece studied by other researchers. Finally we draw conclusions about their

formation, the environment of their deposits and the geomorphological evolution of the region during the Upper Pleistocene-Holocene.

1. Γενικά

Το νοτιότερο τμήμα της Αττικής χερσονήσου, που αποτελεί και την περιοχή μελέτης (Σχ. 1), παρουσιάζει μια σύνθετη γεωτεκτονική δομή. Γενικότερα, όπως προκύπτει από τα μέχρι σήμερα δεδομένα, η νοτιοανατολική Αττική, ανήκει στην ενδιάμεση τεκτονομεταμορφική ζώνη της Πελαγονικής ενότητας. Ειδικότερα τα προνεογενή πετρώματα που εμφανίζονται στην περιοχή είναι μεταμορφωμένοι και ημιμεταμορφωμένοι σχηματισμοί και είναι μάρμαρα, δολομιτικά μάρμαρα, μαρμαρυγιακοί σχιστόλιθοι και φυλλίτες (Σχ. 1).



Σχ. 1. Περιοχή μελέτης. Θέσεις όπου χαρτογραφήθηκαν οι εμφανίσεις των ασβεστικών ψαμμιτών.

Στην περιοχή της νότιας Αττικής διακρίνονται τρεις κύριες λιθοστρωματογραφικές ενότητες:

- Η κατώτερη γεωτεκτονική ενότητα της Αττικής (σχετικά αυτόχθονη).
- Η αλλόχθονη ενότητα του επωθημένου "φυλλιτικού" συστήματος.
- Η ακολουθία των Τριτογενών και Τεταρτογενών σχηματισμών που επίκεινται ασύμφωνα στιςπραγούμενες.

Στις σχετικά νεότερες Τεταρτογενείς αποθέσεις ανήκουν και οι ασβεστιτικοί ψαμμίτες που εμφανίζονται κυρίως στις ανατολικές ακτές της περιοχής μελέτης. Ο σχηματισμός αυτός έχει μελετηθεί από διάφορους ερευνητές, (Philipsen 1930, Lepsius 1893, Μητσόπουλο 1933, Νέγρη 1912, Μιστάρδη 1933-1960, Μαρίνο 1971, Βορεάδη 1951, Παπανικολάου 1977, Φυτρολάκη 1977, Ραερε 1969 κ.ά.). Κατά τον Βορεάδη, είναι θαλάσσιος ιζηματογενής σχηματισμός του παλαιοαλλουβίου, ενώ κατά τον Μιστάρδη είναι αιολικός σχηματισμός ημιορημικού κλίματος κατά το Τεταρτογενές. Ο Νέγρης θεωρεί ότι οι Τεταρτογενείς αυτοί ψαμμίτες στα χαμηλότερα σημεία εμφάνισης τους είναι θαλάσσιας γένεσης, στα δε υψηλότερα (μέχρι 120 m.) αιολικής προέλευσης.

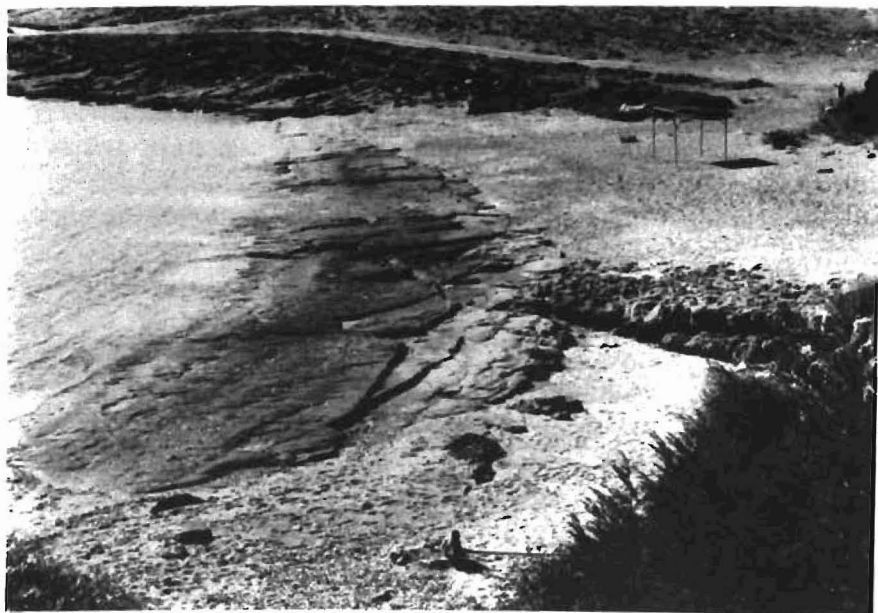
2. Θέση - Μορφολογία

Στην περιοχή μελέτης συναντώνται κυρίως κατά μήκος των ανατολικών ακτών στις θέσεις Δασκαλιό, Τουρκολίμανο, Αυλάκι, στο Πόρτο Εννιά, Βρωμοπήγαδο, Πουνταζέζα και τέλος στο Πασσά-λιμάνι. Εμφανίζονται επίσης στο εσωτερικό μερικών κοιλάδων, όπως στην κοιλάδα Ποταμός, θέση Διψέλιζο-Σπηλιαζέζα και στην περιοχή μεταξύ Κοκκινσκορφής και Σπηλιάς.

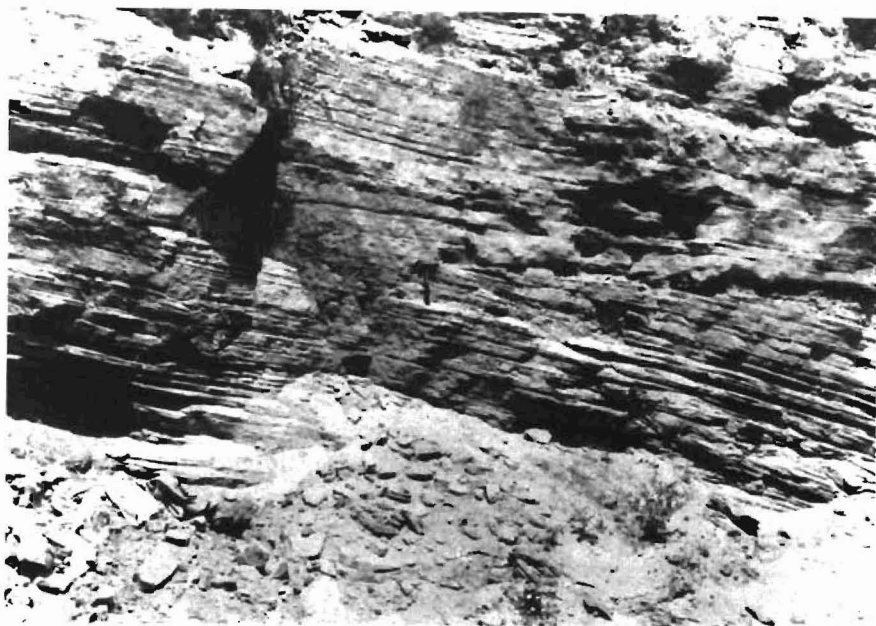
Σε αρκετές παράκτιες θέσεις καθώς και σε ενδοχωρικές περιοχές συναντώνται αποθέσεις ψαμμιτών με την μορφή πάγκων. Το πάχος των εμφανίσεων αυτών κυμαίνεται από 0.3 m - 6.0 m, ανάλογα τις θέσεις και συναντώνται μέχρι υψόμετρο 100 m και πλέον. Οι κλίσεις των παράκτιων αποθέσεων κυμαίνονται από 5-10° προς την θάλασσα ακολουθώντας το παλαιοανάγλυφο του υπόβαθρου.

Συνηθώς επικάθηνται απευθείας σε μάρμαρα, σχιστολίθους και φυλλίτες καθώς και σε παλαιότερες τεταρτογενείς αποθέσεις, όπως σε συνεκτικά κροκαλοπαγή μικρού πάχους, ή σε καστανοκάκκινες αργίλους πάχους από 0,5 m - 2,0 m περίπου. Διακρίνονται τρεις διαφορετικές κατηγορίες αποθέσεων:

i) Αποθέσεις ασβεστιτικών ψαμμιτών, οι οποίες έχουν ομοιόμορφη κοκκομετρική σύσταση, παρουσιάζοντας μικρή συνεκτικότητα και περιέχουν μικρό ποσοστό αργιλικών προσμίξεων, εμφανίσεις των οποίων συναντώνται στις εσωτερικές χαμηλότερες περιοχές (Δασκαλιό, Σπηλιαζέζα).



Φωτ. 1. Αποθέσεις ασβεστιτικών ψαμμιτών νότια του όρμου Τουρκολίμανου.



Φωτ. 2. Αποθέσεις ασβεστιτικών ψαμμιτών στη θέση Αυλάκι.

ii) Αποθέσεις ασβεστιτικών ψαμμιτών που περιέχουν μικρό ποσοστό από λατύπες και κροκάλες, ποικίλης λιθολογικής σύστασης που επικαθίζονται συνήθως σε πλευρικές αποθέσεις κλιτύων.

iii) Αποθέσεις ασβεστιτικών ψαμμιτών με μεγάλη συνεκτικότητα, ομοιόμορφη κοκκομετρική σύσταση και περιέχουν μεγάλο ποσοστό οργανικού υλικού και απαντούν συνήθως στις παράκτιες περιοχές.

Οι αποθέσεις των ασβεστιτικών ψαμμιτών είναι οι μοναδικές που παρουσιάζονται στις ανατολικές και νοτιοανατολικές ακτές της περιοχής μελέτης, ενώ λείπουν τελείως από τις δυτικές.

3. Χαρακτηριστικά του κλίματος της περιοχής

3.1 Γενικά

Η Αττική ανήκει στις λεγόμενες υποτροπικές ζώνες και από κλιματολογικής πλευράς το έτος μπορεί να διαιρεθεί σε δύο εποχές: την ψυχρή, από τα μέσα περίπου Οκτωβρίου ως τα μέσα περίπου Απριλίου, και τη θερμή, που καλύπτει το υπόλοιπο διάστημα του έτους. Οι δυναμικοί παράγοντες που επιδρούν στον καιρό της ψυχρής περιόδου είναι:

Οι υφέσεις (συστήματα χαμηλών πιέσεων) που έρχονται από τον Ατλαντικό και τη Δυτική Μεσόγειο.

Ο σιθηρικός αντικυκλώνας (συστήματα υψηλών πιέσεων) που την περίοδο αυτή πολλές φορές επεκτείνεται προς την Κεντρική και Νοτιοανατολική Ευρώπη και τα Βαλκάνια, καθώς και οι αντικυκλώνες της Δυτικής Ρωσίας και της Κεντρικής Ευρώπης.

Ο αντικυκλώνας των Αζορών που όταν επεκτείνεται προς την Αφρική, δημιουργεί νότιους έως νοτιοδυτικούς ανέμους.

Οι κινητοί αντικυκλώνες που έρχονται από τη Βόρεια Ευρώπη και μεταφέρουν ψυχρές αέριες μάζες.

Το κλίμα της Αττικής είναι μεσογειακό με κύριο χαρακτηριστικό το ξηρό και θερμό καλοκαίρι και τον ήπιο και βροχερό χειμώνα. Η ετήσια μέση θερμοκρασία του αέρα κυμαίνεται από 16.5°C μέχρι 19°C περίπου και οι υψηλότερες παρατηρούνται στις νότιες παραλιακές περιοχές, ενώ οι χαμηλότερες στις εσωτερικές βόρειες περιοχές. Ψυχρότερος μήνας είναι ο Ιανουάριος, ενώ οι μήνες Ιούλιος και Αύγουστος είναι οι θερμότεροι του έτους. Η μέση ετήσια βροχόπτωση είναι κατά μέσον όρο 400 mm περίπου και η πορεία της μέσα στο έτος παρουσιάζει τις δυο χαρακτηριστικές περιόδους του μεσογειακού κλίματος: τη βροχερή, από τον Οκτώβριο ως και τον Απρίλιο, με μέγιστο τον Δεκέμβριο ή τον Ιανουάριο και την σχεδόν ξηρή, με ελάχιστο τον Αύγουστο ή τον Ιούλιο. Το φαινόμενο της χιονό-

πτωσης είναι εντονότερο στις βόρειες περιοχές της Αττικής με 1-6 ημέρες κατά μέσον όρο το έτος, ενώ οι χαλαζοπτώσεις είναι σπάνιες, 1-2 ημέρες κατά μέσον όρο το έτος. Οι όνεμοι πνέουν στην Αττική κυρίως από βόρειες μέχρι βορειοανατολικές διευθύνσεις και δευτερεύοντος από νότιες μέχρι νοτιοδυτικές, με μέση ταχύτητα 5-7 κόμβους.

Συγκεκριμένα για την μελετώμενη περιοχή δεν υπάρχει μετεωρολογικός σταθμός, που να λειτουργήσει με ικανοποιητικό αριθμό ετών για να έχουμε ακριβή περιγραφή των κλιματικών συνθηκών της περιοχής.

Ο πλησιέστερος σταθμός που υπάρχει και έχει λειτουργήσει για ικανοποιητικό αριθμό ετών, είναι ο σταθμός του αεροδρομίου Ελληνικού, με γεωγραφικό μήκος $23^{\circ} 44'$, γεωγραφικό πλάτος $37^{\circ} 54'$ και υψόμετρο 10 m ο οποίος λειτουργεί από το 1946 και έχουν γίνει ποικίλες μετρήσεις σε διάφορες χρονικές περιόδους.

Υπάρχουν όμως και μετεωρολογικοί σταθμοί που λειτουργήσαν σε περιορισμένες χρονικές περιόδους αλλά βρίσκονται πολύ κοντά η ακόμα και μέσα στα όρια της περιοχής μελέτης. Αυτοί είναι ο μετεωρολογικός σταθμός της Παιανίας με γεωγραφικό μήκος $23^{\circ} 52'$, γεωγραφικό πλάτος $37^{\circ} 57'$ και υψόμετρο 152 m, της Αγ. Μαρίνας Λαυρίου με γεωγραφικό μήκος $24^{\circ} 04'$, γεωγραφικό πλάτος $37^{\circ} 45'$ και υψόμετρο 40 m και τέλος ο βροχομετρικός σταθμός Ελαιοχωρίου με γεωγραφικό μήκος και πλάτος $24^{\circ} 03'$ και $37^{\circ} 45'$ αντίστοιχα και υψόμετρο 100 m.

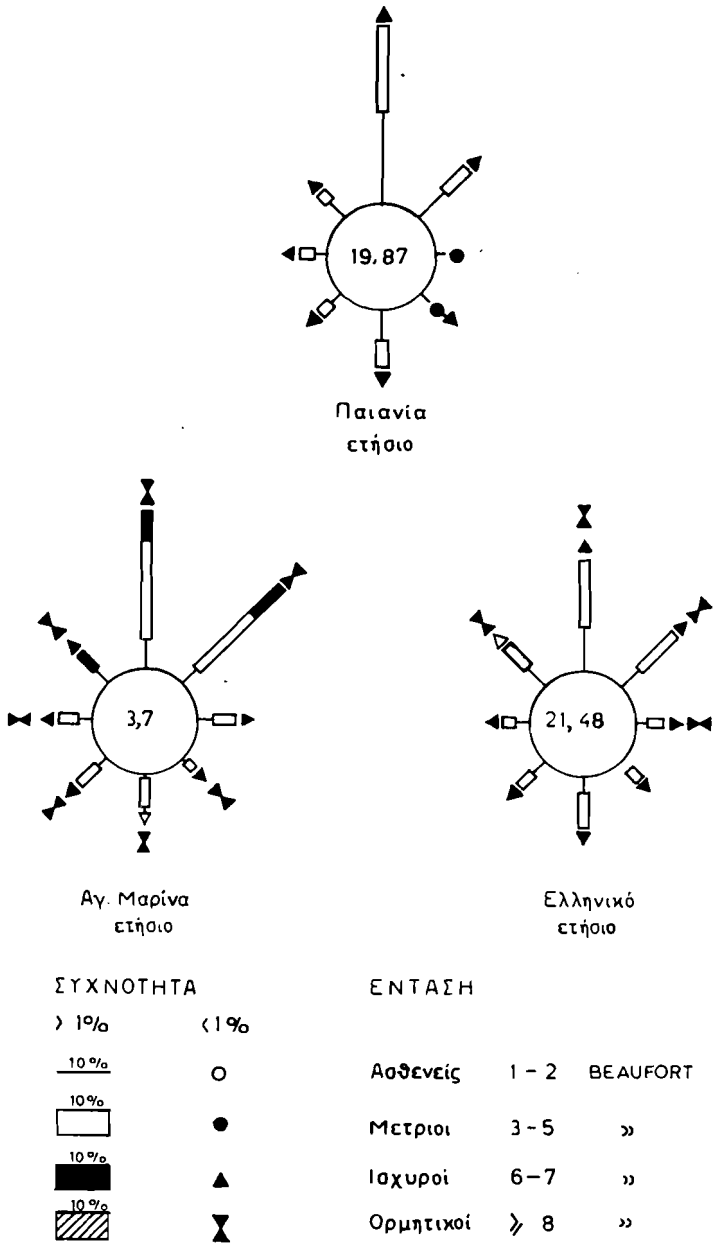
Η περιγραφή του κλίματος βασίζεται σε κλιματολογικό στοιχεία που προέρχονται, για τους σταθμούς του αεροδρομίου του Ελληνικού και της Παιανίας, από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (Ε.Μ.Υ) και για τους σταθμούς Αγ. Μαρίνας και Ελαιοχωρίου από την Δ.Ε.Η.

3.2 Άνεμοι

Στην περιοχή της νότιας Αττικής οι φυσικογεωγραφικοί παράγοντες που παίζουν σημαντικό ρόλο στις κλιματολογικές διαφοροποιήσεις είναι κυρίως η διαμόρφωση του ανάγλυφου και η βλάστηση.

Ο άνεμος είναι κλιματικό στοιχείο που η δίατα του εξαρτάται από τη γεωμορφολογία της περιοχής, όπως είναι οι ορεινοί όγκοι, το ύψος, τις μάζες της ξηράς και της θάλασσας κ.ά. Με βάση τα ανεμολογικά στοιχεία των σταθμών της περιοχής της νότιας Αττικής, προκύπτει ότι οι άνεμοι που παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης σε όλη τη διάρκεια του έτους είναι σε γενικές γραμμές βορειών διευθύνσεων.

Συγκεκριμένα για τον σταθμό του Ελληνικού οι άνεμοι που παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης σε όλη τη διάρκεια του έτους είναι οι βόρειοι (21.34%) και οι βορειοανατολικοί (14.50%) και στη συνέ-



Σχ. 2. Ετήσια ανεμολογικά διαγράμματα των μετεωρολογικών σταθμών Παιανίας, Αγ. Μαρίας και Ελληνικού.

χεια οι βορειοδυτικοί (10.16%). Την μικρότερη συχνότητα παρουσιάζουν οι δυτικοί (4.62%) και οι νοτιοανατολικοί (5.25%), ενώ η συχνότητα των νηνεμιών ανέρχεται στην τιμή του 21.48% (Σχ. 2).

Για τον σταθμό της Παιανίας μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης παρουσιάζουν σε όλη τη διάρκεια του έτους, οι βόρειοι άνεμοι (34.92%), στη συνέχεια οι βορειοανατολικοί (13.57%) και τέλος οι νότιοι άνεμοι (11.04%). Την μικρότερη συχνότητα σε ετήσιο βάση, εμφανίζουν οι άνεμοι νοτιοανατολικών (2.75%) και ανατολικών (2.93%) διευθύνσεων. Η συχνότητα των νηνεμιών κυμαίνεται σε 19.87%.

Για τον σταθμό της Αγ.Μαρίας Λαυρίου οι άνεμοι που παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης σε όλη τη διάρκεια του έτους είναι, οι βόρειοι-βορειοανατολικής διεύθυνσης (21.43%), στη συνέχεια οι βόρειοι (17.88%) και τέλος οι βόρειο-βορειοδυτικοί (11.86%). Τη μικρότερη συχνότητα εμφάνισης παρουσιάζουν οι νοτιοανατολικής διεύθυνσης άνεμοι (1.04%), οι ανατολικοί (2.53%) και οι δυτικοί (2.93%). Η συχνότητα εμφάνισης των νηνεμιών κυμαίνεται σε 3.74%. Για τον ίδιο σταθμό η μέγιστη ριπή ανέμου που έχει παρατηρηθεί είναι της τάξης των 39 m/sec, ενώ η μέση ετήσια τιμή της ταχύτητας του ανέμου ανέρχεται σε 6.3 m/sec με μεγαλύτερες μέσες μηνιαίες τιμές τον Αύγουστο και τον Σεπτέμβριο 7.2 m/sec και μικρότερες τον Μάιο 4.6 m/sec.

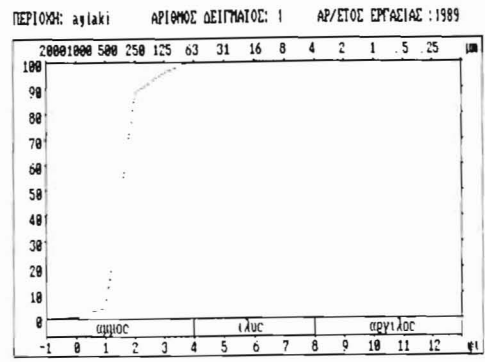
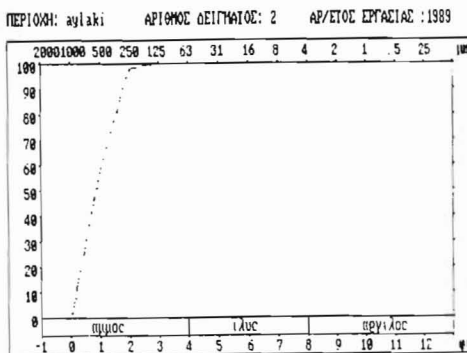
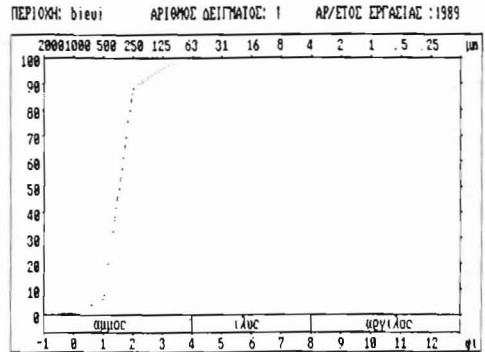
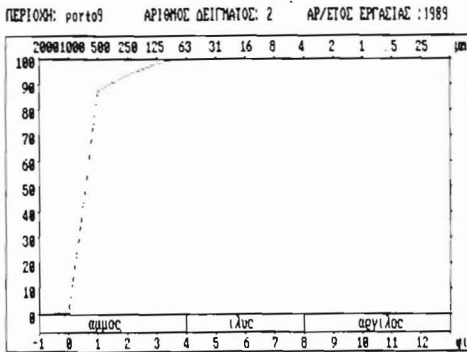
Κατά την διάρκεια του Τεταρτογενούς η εναλλαγή των κλιματικών συνθηκών από πογετώδεις σε μεσοπαγετώδεις έχει επηρεάσει ως ένα βαθμό τον ρυθμό και την ένταση των διεργασιών και επιδρούν στη διαμόρφωση του ανάγλυφου. Την ταχύτητα εξέλιξης των γεωμορφών και του ανάγλυφου την καθορίζουν και άλλοι παράγοντες εκτός των κλιματικών συνθηκών της περιοχής, όπως είναι οι τεκτονικοί, οι λιθολογικοί καθώς και οι ανθρωπογενείς διεργασίες, ιδιαίτερα για την περίοδο του Ολοκαινίου.

Η κατάσταση και διαμόρφωση των ανατολικών ακτών της περιοχής μελέτης επηρεάζεται άμεσα από τον κυματισμό, που δημιουργείται από τους ανέμους βόρειας και βορειοανατολικής διεύθυνσης, που παρουσιάζουν την μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης, καθώς και τις μεγαλύτερες εντάσεις σε όλη τη διάρκεια του έτους.

4. Κοκκομετρική ανάλυση

Δείγματα από διάφορες εμφανίσεις των αβεσπιτικών ψαμμιτών, αναλύθηκαν κοκκομετρικά με τη μηχανική μέθοδο των κόσκινων και σχεδιάστηκε η αθροιστική καμπύλη συχνότητας και το ιστόγραμμα κατανομής μεγεθών. Παράλληλα υπολογίστηκαν οι ιζηματολογικές παράμετροι της σταθεράς απόκλισης (σ_1), της λοξότητας (Sk) και της κύρτωσης (Kg) των δειγμάτων αυτών και υπολογίστηκαν με τους ακόλουθους τύπους του Folk (1974).

Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Θεόφραστος - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.



Σχ. 3. Χαρακτηριστικές κοκκομετρικές καμπύλες δειγμάτων ασβεστίτικων ψαμμιτών από τις περιοχές Πόρτο Εννέα, Βιέθι και Αυλάκι.

$$\sigma_1 = \frac{\Phi_{84} - \Phi_{16}}{4} + \frac{\Phi_{95} - \Phi_5}{6.6}$$

$$Sk_1 = \frac{\Phi_{16} + \Phi_{84} - \Phi_{50}}{2(\Phi_{84} - \Phi_{16})} + \frac{\Phi_5 + \Phi_{95} - \Phi_{50}}{2(\Phi_{95} - \Phi_5)}$$

$$Kg = \frac{\Phi_{95} - \Phi_5}{2.44(\Phi_{75} - \Phi_{25})}$$

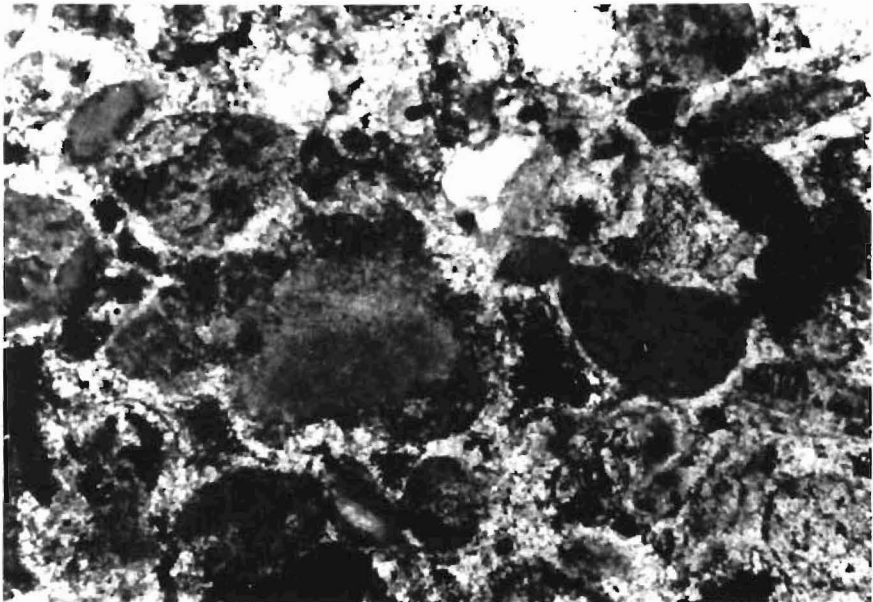
Οι τιμές της σταθεράς απόκλισης στα δείγματα που αναλύθηκαν κυμαίνονται από -0.05Φ μέχρι 0.60Φ , της λοξότητας από 0.10Φ μέχρι 0.79Φ και της κύρτωσης από 1.32Φ μέχρι 1.94Φ .

Από την συσχέτιση των παραμέτρων αυτών προκύπτει ότι είναι άμμοι με θετική λοξότητα, με αθροιστικές καμπύλες συχνότητας λεπτοκυρτικές μέχρι πολύ λεπτοκυρτικές, γεγονός που δείχνει ομοιομορφία κόκκων και καλή μέχρι πολύ καλή ταξινόμηση αυτών.

Πρέπει να ληφθεί υπόψιν ότι μόνο σε επτά δείγματα ασβεστιτικών ψαμμιτών μπόρεσε να γίνει κοκκομετρική ανάλυση γιατί στάθηκε αδύνατων στα υπόλοιπα, να διαχωριστούν και να αποσυγκολληθούν οι κόκκοι τους, χωρίς να καταστραφεί η κοκκομετρία τους.

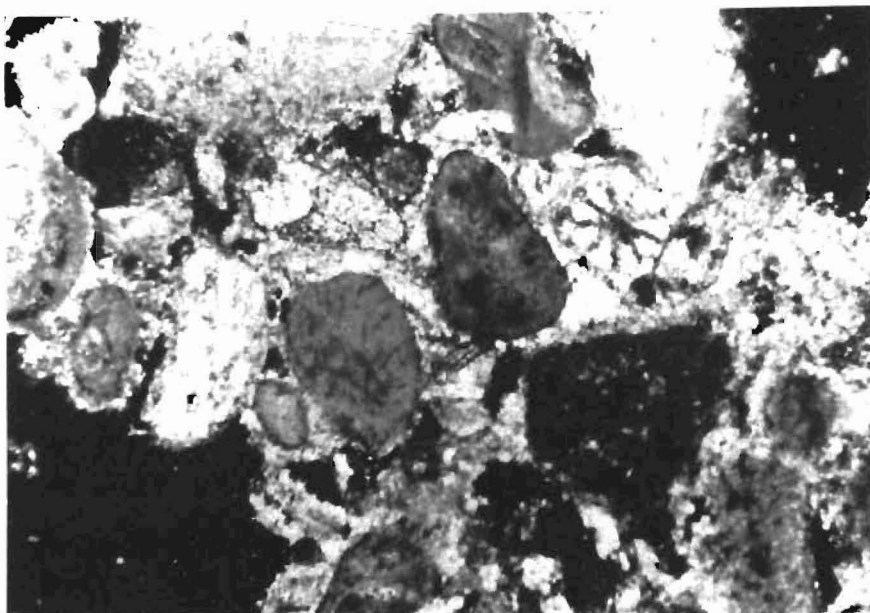
5. Μικροσκοπική ανάλυση

Μετά από εξέταση λεπτών τομών, των ασβεστιτικών ψαμμιτών, σε πολωτικό πετρογραφικό μικροσκόπιο, διαπιστώθηκε ότι αποτελούνται κυρίως από συσσωματώματα μικροκρυσταλικού χαλαζία, Κ-ούχους αστρίους, επίδοτο, μαρμαρυγίες κ.ά. Τα θραύσματα του χαλαζία εμφανίζουν υποκοκκώδη ιστό με σημάδια παραμόρφωσης, παρουσιάζοντας κυματοειδή κατάσβεση. Το συνδετικό υλικό εμφανίζεται μικροσπαριτικό μεταξύ των αλλοχημικών συστατικών. Συχνή επίσης είναι και η παρουσία των μορφών Pellets.



Φωτ. 3. Λεπτή τομή ασβεστιτικού ψαμμίτη σε πετρογραφικό μικροσκόπιο, μεγέθυνση 6.3.

Εντοπίστηκε επίσης μετά από μικροσκοπική εξέταση, πλούσια πανίδα τρηματοφόρων (*Elphidium*, *Ammonia*, *Quinqueloculina* κ.ά), οστρακωδών και γαστεροπόδων καθώς και πλήθος από θραύσματα ελασματοβραγχίων. Τα κελύφη αυτών είναι έντονα αποστρογγυλωμένα ανεξάρτητα από το μέγεθός τους, παρουσιάζοντας μερικές φορές επιμήκεις ραβδώσεις και χαραγές. Αυτά χαρακτηρίζουν υφάλμυρο περιβάλλον ρηχών νερών.



Φωτ. 4. Λεπτή τομή ασβεστιτικού ψαμμίτη, μεγέθυνση 6.3. Λεπτομέρεια στο συγκολλητικό υλικό και στο τρηματοφόρο στο δεξιό τμήμα της φωτογραφίας.

6. Ακτινοσκοπική ανάλυση

Εξετάστηκε το συνδετικό υλικό των κόκκων των ασβεστιτικών ψαμμίων ως προς την σύσταση του και στο ποσοστό που συμμετέχει σε αυτό ο Mg-ούχος ασβεστίτης, με σκοπό να προσδιοριστούν, όσο είναι δυνατόν οι φυσικοχημικές συνθήκες δημιουργίας του.

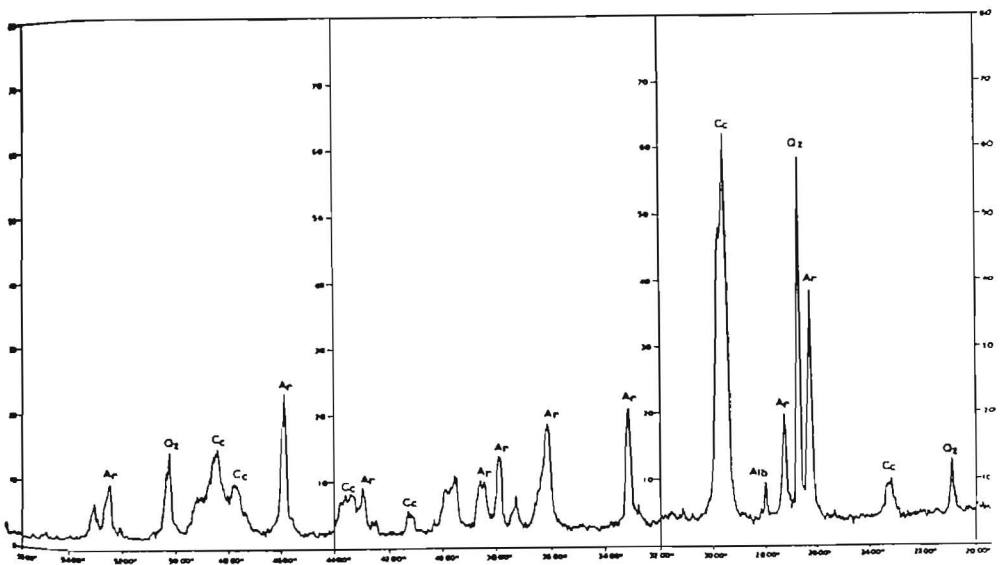
Αρχικά έγινε αποχωρισμός του συνδετικού υλικού από τους κόκκους σε διοφθάλμιο μικροσκόπιο και μετά ακολούθησε κοκκοποίηση του συλλεχθέντος δείγματος. Μετά έγιναν δυο ειδών ακτινοδιαγράμματα (XRD):

α) Ακτινοδιάγραμμα από 5°-60° ταχύτητας γωνιόμετρου 1°/min, με σκοπό να προσδιοριστούν τα κύρια ορυκτολογικά συστατικά του δείγματος.

6) Ακτινοδιάγραμμα από 25° - 31° με ταχύτητα γωνιόμετρου 1/4°/min και χρήση Si σαν εσωτερικού standard, με σκοπό την εκτίμηση της αναλογίας Ca/Mg στο μόριο του ανθρακικού συνδετικού υλικού.

Από το πρώτο ακτινοδιάγραμμα διαπιστώθηκε ότι το κύριο ποσοστό του συνδετικού υλικού είναι Mg-ούχος ασβεστίτης, αραγωνίτης και μαρμαρυγίες. Οι μαρμαρυγίες δεν είναι συστατικό του συνδετικού υλικού και η ύπαρξή τους οφείλεται στην μόλυνση του δείγματος, επειδή ο απόλυτος διαχωρισμός είναι αδύνατος.

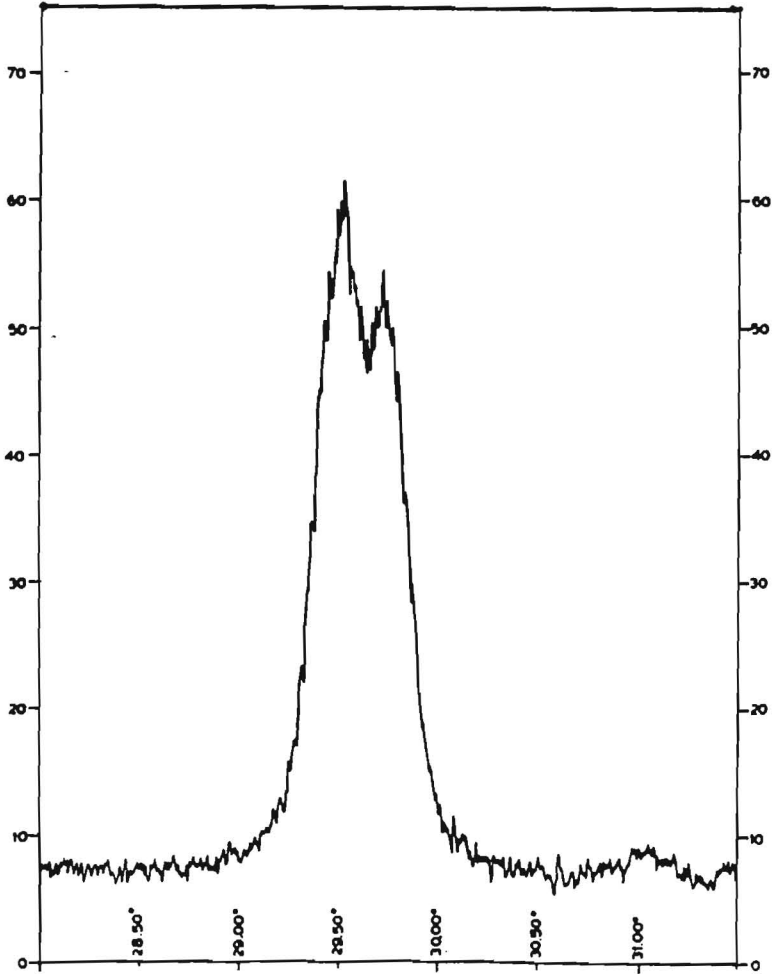
Με το δεύτερο ακτινοδιάγραμμα προσδιορίστηκε η ακριβής περιεκτικότητα σε Mg-ούχο ασβεστίτη. Ο υπολογισμός έγινε με την μέθοδο Goldsmith βελτιωμένη από τον Ch. Hutchison (1974) με βάση τον τύπο: $\text{mol \% MgCO}_3 = 33.784 \times (2\theta \text{ Calcite}_{104} - 2\theta \text{ Silicon}_{111}) - 32.486$



Σχ. 4. Ακτινοδιάγραμμα του συνδετικού υλικού των ασβεστιτικών ψαμμιτών από τη θέση Βιέθι. Ταχύτητα 1°/min.

Ο Mg-ούχος ασβεστίτης, που σαφώς εμφανίζεται στο ακτινοδιάγραμμα σε δυο διαφορετικούς τύπους, συμμετέχει στο συνδετικό υλικό με ποσοστά από 3% - 11% mol.

Τα ακτινοδιαγράμματα έγιναν σε περιθλασίμετρο Philips mod. PW 1050/70, με λυχνία Cu στα 45 KV και 25 mA, με ταχύτητα καταγραφικού 1 cm/min, range CPS 1×10^3 και time constant 1 sec, του εργαστηρίου του Τομέα Ορυκτολογίας - Πετρολογίας.



Σχ. 5. Ακτινοδιάγραμμα του ίδιου δείγματος με ταχύτητα γωνιομέτρου $1/4^\circ/\text{min}$.

7. Μικροσκοπική ανάλυση

Οι μικροχημικές αναλύσεις έγιναν με μικροαναλυτή της ZEOL mod. Superprobe 733, συνδεδεμένο με φασματομέτρο διασκορπιζόμενης ενέργειας (EDS) της Tracor Northern series II, του τμήματος Ορυκτολογίας - Πετρολογίας του Ι.Γ.Μ.Ε. Οι συνθήκες ήταν: Τάση επιτάχυνσης 20 KV και ρεύμα δείγματος 3 nA.

Αρχικά έγιναν λεπτές τομές σε διάφορα δείγματα ασβεστίτικων ψαμιτών από διάφορες θέσεις και στην συνέχεια επιμεταλλώθηκαν. Στη

συνέχεια έγιναν μικραναλύσεις σε επιλεγμένες θέσεις των δειγμάτων, κυρίως σε περιαχές όπου τα συνδεδειγμένα υλικά παραυσιάζονταν με καλή μορφή κρυστάλλωσης.

Τα πασοστά των μοί του Mg-ούχου ασβεσίτη που συμμετέχουν στο συνδεδειγμένο υλικό κυμαίνονται από 1%-6% που προσεγγίζουν τις τιμές εκείνες που προέκυψαν από τις ακτινοσκοπικές αναλύσεις.

8. Συμπεράσματα

Συνδυάζοντας τα αποτελέσματα των αναλύσεων για τους σχηματισμούς των ασβεστιτικών ψαμμιτών στην περιοχή της νότιας Αττικής προκύπτουν τα εξής:

- Συναντώνται σε υψόμετρα από 0-120 m περίπου με κλίσεις 5°-10° με διεύθυνση προς τη θάλασσα ακολουθώντας το παλαιοανάγλυφο του υποβάθρου.
- Παρατηρούνται μόνο στις ανατολικές ακτές της Νότιας Αττικής και δεν εμφανίζονται τεκτονισμένοι και διαταραγμένοι.
- Παρουσιάζουν ομοιομορφία κόκκων και καλή μέχρι πολύ καλή ταξινόμηση αυτών.
- Οι κόκκοι των ψαμμιτών αποτελούνται κυρίως από συστατικά των μεταμορφωμένων σχηματισμών.
- Εμφανίζουν στην κύρια μάζα πλούσια πανίδα τρηματοφόρων οατρακωδών ελασματοβραγχίων και γαστεροπόδων, που χαρακτηρίζουν θαλάσσιο-υφάλμυρο παράκτιο περιβάλλον.
- Το συνδεδειγμένο υλικό των κόκκων εμφανίζεται μικροσπαρτικό μεταξύ των αλλοχημικών συστατικών, ανθρακικής σύστασης και παρουσίας Mg-ούχου ασβεσίτη, επιβεβαιωμένο με δυο διαφορετικές μεθόδους ανάλυσης, σε ποσοστά από 1%-6% και από 3%-11%.
- Η ύπαρξη του αραγωνίτη στο συνδεδειγμένο ανθρακικό υλικό των κόκκων, που θεωρείται σαν μετασταθές ορυκτό, υποδηλώνει την σχετικά πρόσφατη ηλικία σχηματισμού του και ειδικότερα την πρόσφατη ηλικία διαγένεσης των αποθέσεων που σήμερα αποτελούν τους ασβεστιτικούς ψαμμίτες.

Παρόμοιες αποθέσεις έχουν μελετηθεί και σε άλλες περιοχές της Ελλάδας βόρειες Κυκλάδες, δυτική Πελοπόννησος, νησιά του Ιονίου κ.α. Όσον αφορά την ηλικία δημιουργίας αυτών των αποθέσεων πολλοί ερευνητές θεωρούν σαν πιο πιθανή ηλικία το μέσο-άνωτερο Πλειστόκαινο. Ο Sorel (1976) για τις αποθέσεις των ασβεστιτικών ψαμμιτών της Κεφαλλονιάς, αποδίδει μια σχετική ηλικία $22 \times 10^4 - 9 \times 10^4$ ετών από σήμερα. Ο Keraudren (1980) που αναφέρεται επίσης σε αντίστοιχες απο-

θέσεις στη Δ. Πελοπόννησο δέχεται για αυτές μια ηλικία $9 \times 10^4 - 7 \times 10^4$ ετών από σήμερα.

Συνοψίζοντας τις παρατηρήσεις αυτές για τους ασβεστιτικούς ψαμμίτες προκύπτει ότι πρόκειται κυρίως για αιολικές αποθέσεις παράκτιων ιζημάτων ανωτέρου Πλειστόκαινου-κατωτέρου Ολοκαίνου.

Το γεγονός ότι παρατηρούνται μόνο στις ανατολικές ακτές της Αττικής χερσονήσου υποδηλώνει την πιθανή ύπαρξη κατά την περίοδο αυτή, ισχυρών ανέμων βορειανατολικών και ανατολικών διευθύνσεων καθώς και την ύπαρξη εκτεταμένων περιοχών του Ν. Ευβοϊκού κόλπου, που κατά την περίοδο αυτή χέρσευαν και αποτελούσαν την πηγή τροφοδοσίας των αποθέσεων αυτών. Η διαγένεση και η συγκόλληση τους έγινε σε χερσαία και παράκτια περιβάλλοντα μέσης-υψηλής ενέργειας.

Ευχαριστίες

Η συμβολή των συναδέλφων Γ. Οικονόμου στις μικροχημικές αναλύσεις, Ι. Μήτση στις ακτινοσκοπικές, και Π. Καρκάνα στις πετρογραφικές ήταν ουσιαστική και εποικοδομητική στη θεμελίωση των απόψεων της μελέτης αυτής. Τους ευχαριστώ θερμά.

10. Βιβλιογραφία

- Clement, B., Katsikatsos, G. (1982). Etude géologique d'un secteur zones internes des Hellenides: L'Attique septentrionale (Greece continental). Ann. Soc. Geol. Nord. vol. CI, pp. 87-96.
- Dermitzakis, M., Papanikolaou, D. (1979). Paleogeography and geodynamics of the Aegean area during the Neogen. VII Int. Congr. Mediterranean Neogene, Athens 1979. A.G.P.H. VII.
- Fytrolakis, N., Papanikolaou, D. (1977). Some new occurrences of Quaternary sandstones in the Cyclades and their paleogeographic. VI Coll. Geol. of the Aegean Region. vol. II, pp. 459-466.
- Fytrolakis, N., Papanikolaou, D. (1977). Some new occurrences of Quaternary sandstones in the Cyclades and their paleogeographic. VI Coll. of the Aegean Region. vol. II, pp. 459-4466.
- Herforth, A., Schroder, B., Theodoropoulos, D. (1972). Zur Jungpleistozänen und Holozänen Küstenmorphologie zwischen Korinth und Süd-Attika. Bull. Geol. Soc. Greece, vol VIII, pp. 194-198, Athens.
- Hutchison, C. (1974). Laboratory Handbook, of Petrographic Techniques. Ed. John Willey, London 1974.

- Καραπιπέρης, Α. (1960). Συμβολή εις την μελέτην των κλιματικών συνθηκών των προς των Σαρωνικών ακτών της Αττικής. Δελτ. Γ.Υ.Σ., Αθήνα 1960.
- Μαρίνος, Γ., Petrascheck, W. (1956). Λαύριον. Ινστιτούτον Γεωλογίας και Ερευνών Υπεδάφους, τόμ. 4, Αθήναι 1956.
- Μαρίνος, Γ. (1971). Επί της παρακτίου θαλάσσιας γεωλογίας του Ιονίου και του Αιγαίου πελόγους. Παραδείγματα εκ της Κερκύρας και της Αττικής. Πρακτικά ΙΩΚΑΕ, τόμ. Χα, σελ. 9-18. Αθήνα 1971.
- Mistardis, G. (1933). Sur les gres Quaternaires de l' Attique, Comptes Rendus. Academie Sciences, vol. 196, pp. 1819-1822, Paris.
- Mistardis, G. (1976). Recherches sur l' evolution du relief dans le Centre-Quest egeen au Miocene et au Pliocene. Bull. Soc. Geol. France, vol. XVIII, pp. 217-223, Paris.
- Négris, Ph. (1912). Sur l' age des formations cristallines de l' Attique. C.R.Ac. Scien., vol. 154, pp. 1743-1745, Paris.
- Paepé, R., Deraymaeker, D. (1969). Geomorphological and Quaternary mapping of the Adami-Potami aera. Thorikos VI 1969, pp. 79-98.
- Παυλόπουλος, Κ. (1992). Γεωμορφολογική εξέλιξη της νότιας Αττικής. Διδακταρική διατριβή. Αθήνα 1992, σελ. 225.
- Παυλόπουλλας, Κ., Ζαμάνη, Α., Μαρουκιάν, Χ. (1993). Γεωμορφολογική εξέλιξη της περιοχής Κερατέας-Θορικού (Νότια Αττική), από το τέλος του Νεογενούς μέχρι σήμερα Πρακτικά του 3ου Πανελληνίου Γεωγραφικού Συνεδρίου, τόμος Β, σελ. 326-334.
- Sabot, V., Papanikolaou, D. (1977). Some geomorphological aspects of the Cyclades and their importance of the morphotectonic evolution of the area. VI Coll. Geol. Aegean Region, Athens, v. 1, p. 529-534.
- Sorel, D. (1976). Etude neotectonique dans l' arc Egeen externe occidental. These, p. 196, Paris 1976.
- Xitao, Z. (1988). Eolianites in Fujian, China. Journal of coastal research, special issue 3, pp. 83-90.