

Γεωμορφολογική και Σεισμοτεκτονική μελέτη στην ευρύτερη περιοχή της λίμνης Βουλιαγμένης, Χερσόνησος της Περαχώρας

Χ. Μαρουκιάν, Δ. Παπαναστασίου** και Κ. Γάκη-Παπαναστασίου**

** Τομέας Γεωγραφίας-Κλιματολογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών, 15784 Αθήνα*

*** Γεωδυναμικό Ινστιτούτο, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, 118 10 Αθήνα*

Περίληψη

Ο ανατολικός Κορινθιακός κόλπος είναι μία έντονα τεκτονισμένη περιοχή με υψηλή σεισμικότητα. Στη χερσόνησο της Περαχώρας, που εκτείνεται ΒΔ του Λουτρακίου, οι τεκτονικές κινήσεις έχουν αποτυπωθεί σε παράκτιες γεωμορφές, όπως σε ακτόλιθους, θαλάσσιες εγκοπές, θαλάσσια σπήλαια καθώς και σε αρχαιολογικές θέσεις.

Κατά τη γεωμορφολογική μελέτη του παραθαλάσσιου περιβάλλοντος της λίμνης Βουλιαγμένης, ΒΔ άκρο της χερσονήσου της Περαχώρας, ευρέθησαν ανυψωμένες ακτές με αντίστοιχες εμφανίσεις ακτολίθων σε ύψη 0.4 m, 1 m, 2 m και 3 m. Επιπλέον στις θέσεις Ηραίο και Σκάλωμα παρατηρήθηκαν στους ασβεσταλίθους οντίστοιχες θαλάσσιες εγκοπές ευρισκόμενες 10 - 20 cm ηψηλότερα από τους αντίστοιχους ακτόλιθους. Στο εσωτερικό της λίμνης Βουλιαγμένης παρατηρήθηκε εγκοπή σε ύψος 1.2 m και ακτόλιθος σε ύψος 1.7 m υποκειμένος Πρωτοελλαδικού οικισμού.

Η θέση αρχαιολογικών κατασκευών ως προς τη στάθμη της θάλασσας καθώς και η ύπαρξη αρχαιολογικών οστράκων (κεραμικών) μέσα στους ακτολίθους των 2 m, βοηθούν στη χρονολόγηση των πρόσφατων τεκτονικών κινήσεων και συνεισφέρουν σημαντικά στην κατανόηση της γεωμορφολογικής εξέλιξης και της σεισμικής ιστορίας της περιοχής της λίμνης της Βουλιαγμένης κατά το Ολόκαινο.

Abstract

The eastern Corinthiakos gulf is an area with intense tectonism and high seismicity. In the peninsula of Perachora, which extends NW of Loutraki, the tectonic movements have left their imprints in the form of coastal landforms such as raised shorelines, beachrocks, sea caves and marine notches, as well as coastal archaeological sites.

During the geomorphological investigations of the coastal environment of lake Vouliagmeni, four raised shorelines were recognized with the corresponding beachrocks at elevations of about 0.4 m, 1 m, 2 m and 3 m. In addition, marine notches were observed, carved in limestone and having heights 10-20 cm higher than the beachrocks in the area of Heraeon and Skaloma. Around the lake shores a notch was found at 1.2 meters, while a beachrock at an elevation of 1.7 m was observed, underlying a prehistoric settlement.

The position of the archaeological structures in relation to sea level as well as the presence of archaeological sherds in the 2 m beachrock assist in the dating of recent tectonic movements and contribute significantly in the understanding of the geomorphological evolution and the seismic history of the lake Vouliagmeni area during the Holocene.

Εισαγωγή

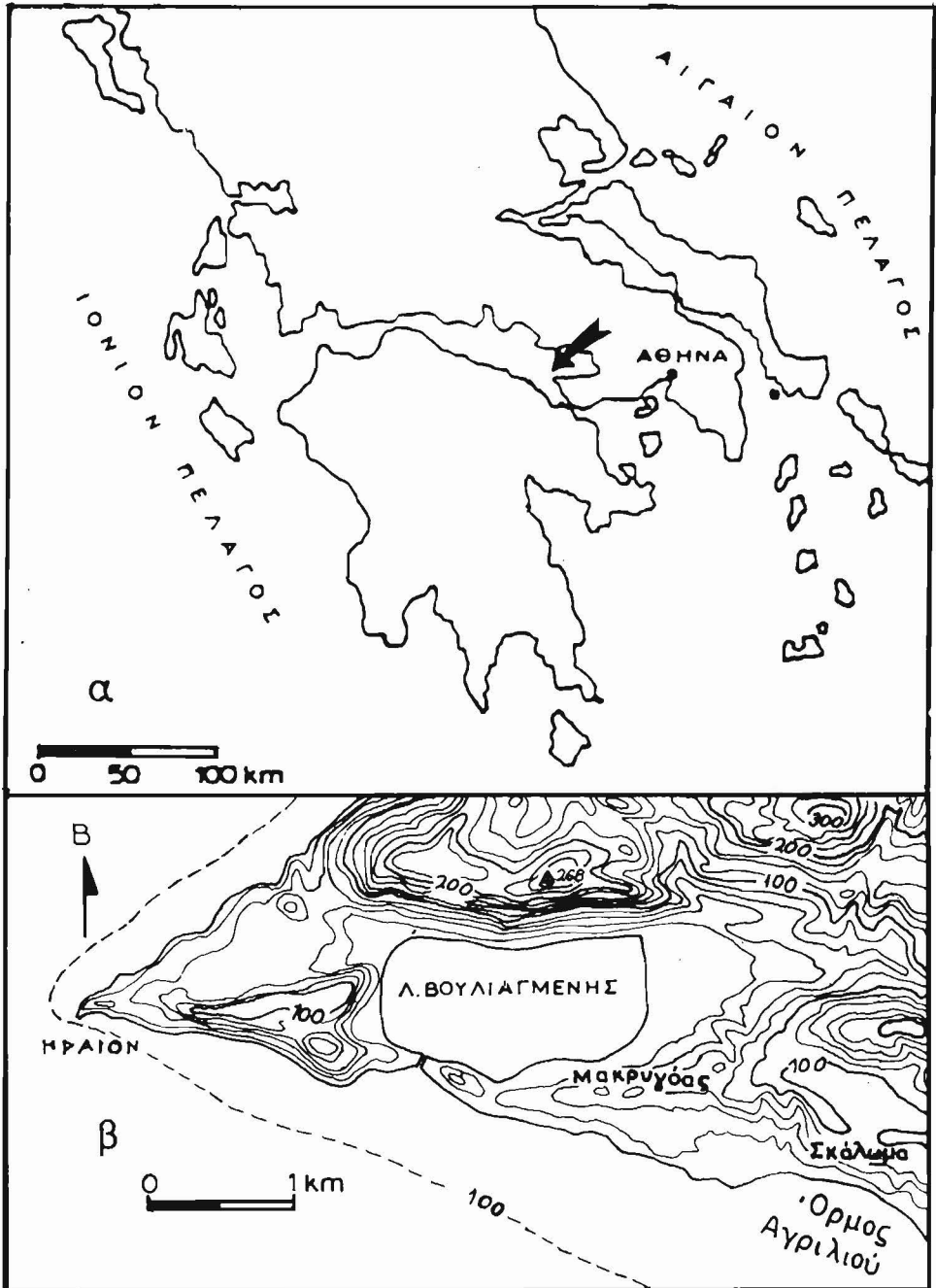
Το ανάγλυφο του Ελληνικού χώρου αντικατοπτρίζει την πρόσφατη έντονη τεκτονική και την υψηλή σεισμική δραστηριότητά του.

Ο Κορινθιακός κόλπος (Σχ. 1α) αποτελεί ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιων νεοτεκτονικών διεργασιών (Argiriou et al., 1996), ενώ οι επακόλουθες γεωμορφές συνιστούν αντικείμενο μελέτης για την κατανόηση της παλαιογεωγραφικής εξέλιξης του. Ειδικότερα στην χερσόνησο της Περαχώρας, ανατολικός Κορινθιακός, (Σχ. 1β) στην ευρύτερη περιοχή της λίμνης Βουλιαγμένης, από το ακρωτήριο του Ηραίου έως τον όρμο του Αγριλιού, παρατηρούνται παράκτιες γεωμορφές και ανυψωμένες Τυρρήνιες αποθέσεις.

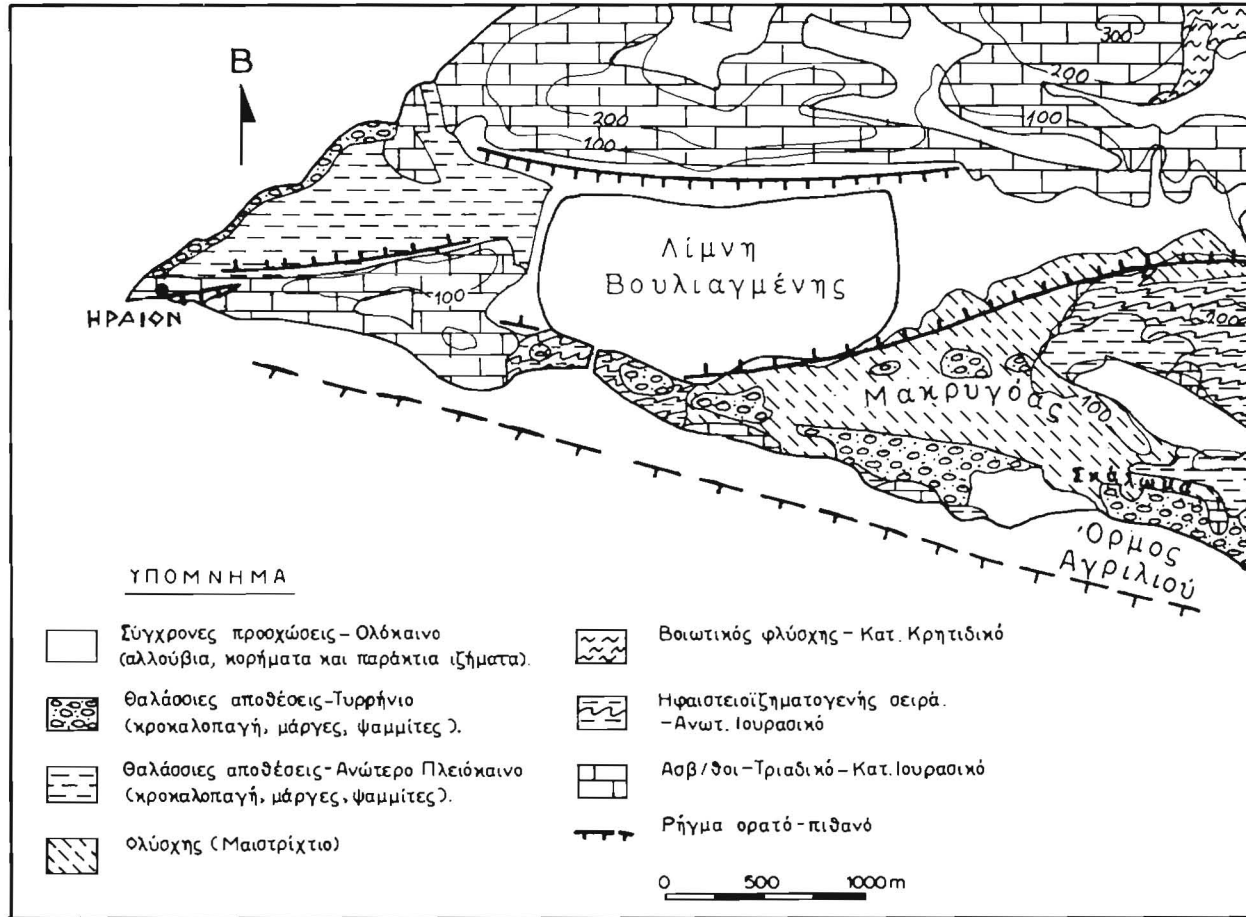
Αυτό τα μορφολογικά χαρακτηριστικά συνδυάζονται με τα τεκτονικά δεδομένα και σχετίζονται με τη σεισμική ιστορία της περιοχής ώστε να συναχθούν συμπεράσματα για την γεωμορφολογική και σεισμοτεκτονική εξέλιξη της περιοχής στο ανώτερο Πλειστόκαινο - Ολόκαινο.

Γεωλογία

Το αλπικό υπόβαθρο της χερσονήσου της Περαχώρας εντάσσεται στη Βοιωτική ζώνη (Celet et al., 1976; Παπανικολάου, 1986; Κατσικάτσος, 1992) σύμφωνα επίσης και με τη γεωλογική χαρτογράφηση του Ι.Γ.Μ.Ε (Γεωλογικός χάρτης 1:50.000, φύλλο Περαχώρα, 1984).



Σχ. 1. (α). Χάρτης της Νοτίου Ελλάδας με την θέση της περιοχής μελέτης.
 (β). Τοπογραφικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής μελέτης.



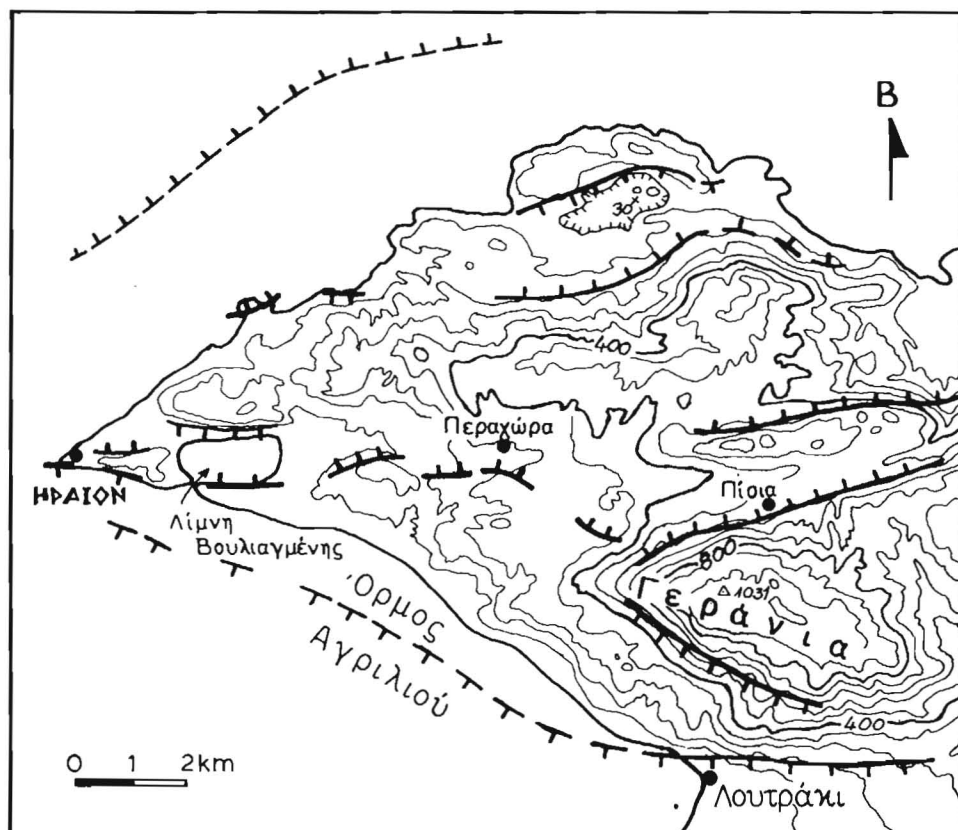
Οι παλαιότεροι σχηματισμοί που εμφανίζονται στην περιοχή μελέτης είναι τεφροί παχυστρωματώδεις ασβεστόλιθοι του Τριαδικού-Κόττω Ιουρασικού, στη συνέχεια η μικτή ηφαιστειοϊζηματογενής σειρά του Ανώτερου Ιουρασικού, αποτελούμενη κυρίως από βασικά πετρώματα και ψαμμίτες, καθώς και πλακώδεις ασβεστόλιθους. Ο Βοιωτικός φλύσχης του Κατώτερου Κρητιδικού συνίσταται, κυρίως, από ραδιολαρίτες με εναλλαγές ερυθρών πηλιτών, μαργαϊκών ασβεστολίθων και ψαμμιτών. Ο φλύσχης του Μαιστριχτίου αποτελεί μια ρυθμική σειρά από εναλλαγές ψαμμιτών και μαργών. Στη βάση της σειράς αυτής παρατηρούνται εμφανίσεις Ανω Κρητιδικών ασβεστολίθων.

Επί του αλπικού υποβάθρου αναπτύσσεται το Ανώτερο Πλειόκαινο με θαλάσσιες αποθέσεις από κροκαλοπαγή, μάργες και ψαμμίτες. Οι Πλειστοκαινικές αποθέσεις συνίστανται από τις θαλάσσιες του Τυρρηνίου και χερσαίες. Τα Τυρρήνια στρώματα αποτελούνται, κυρίως, από κροκαλοπαγή, ψαμμίτες, μάργες και ασβεστοαρενίτες, δίνοντας αναβαθμίδα σε ύψος ~28 m, στην περιοχή Ακρωτήριο Ηραίου έως τον όρμο του Αγριλιού (Mitzopoulos 1933; Margoroulou-Diakantoni, 1983). Στην περιοχή Μακρυγάας, νοτιοανατολικά της λίμνης Βουλιαγμένης, παρατηρήθηκαν κατά θέσεις θαλάσσιες αποθέσεις, σε κορυφές λάφων, σε υψόμετρα έως 100 m, οι οποίες σύμφωνα με την γεωλογική χαρτογράφηση του Ι.Γ.Μ.Ε. είναι τυρρήνιοι σχηματισμοί. Οι χερσαίες αποθέσεις είναι συνεκτικές κώνων και πλευρικών κορρημάτων. Οι Ολοκαινικές αποθέσεις συνίστανται από κώνους κορρημάτων, κορρήματα, αλλούβια και παράκτια ιζήματα.

Τεκτονική

Η ευρύτερη περιοχή της χερσονήσου της Περαχώρας χαρακτηρίζεται από μια έντονη τεκτονική. Τα κύρια ρήγματα (Σχ. 3) έχουν διευθύνσεις Α. ΒΑ-Δ. ΝΔ και κλίνουν προς Β. ΒΔ, καθώς και Δ. ΒΔ-Α. ΝΑ που κλίνουν προς Ν. ΝΔ. Γίνεται φανερό ότι η ευρύτερη περιοχή της λίμνης Βουλιαγμένης παρουσιάζεται πολύπλοκη από τεκτονικής άποψης, δεδομένου ότι υφίσταται την επίδραση τόσο καθοδικών, όσο και ανοδικών τεκτονικών κινήσεων, που εξαρτώνται κάθε φορά από το ποιο ρήγμα δραστηριοποιήθηκε. Έτσι, η δραστηριοποίηση των υποθαλάσσιων ρηγμάτων που εκτείνονται κατά μήκος των ΒΔ και των ΝΔ παραλίων μπορεί να προκαλέσουν ανύψωση της χερσονήσου, ενώ η δραστηριοποίηση των ρηγμάτων που εκτείνονται στα βάρεια των Γερανίων δύναται να προκαλέσει βύθισή της. Η λίμνη της Βουλιαγμένης γίνεται φανερό ότι είναι ένα τεκτανικό βύθισμα οφειλόμενο στη δραστηριοποίηση τοπικών ρηγ-

μάτων μέσης διεύθυνσης Α-Δ. Η ολοκαινική επαναδραστηριοποίηση των ευρισκομένων στην ξηρά ρηγμάτων πιστοποιείται από την ύπαρξη πρόσφατης ρηξιγενούς επιφάνειας στη βάση τους.



Σχ. 3. Χάρτης με τα κυριότερα ρηγματα της περιοχής μελέτης.

Λαμβάνοντας υπόψη τις ανυψωμένες Τυρρήνιες αποθέσεις και τις παράκτιες γεωμορφές, γίνεται φανερό ότι κατά το Ανώτερο Πλειστόκαινο-Ολόκαινο η επικρατούσα τεκτονική κίνηση είναι ανοδική.

Γεωμορφολογικές παρατηρήσεις

Στην ευρύτερη περιοχή της λίμνης της Βουλιαγμένης πραγματοποιήθηκε γεωμορφολογική χαρτογράφηση για την αναγνώριση παλαιών παράκτιων γεωμορφών, όπως θαλάσσιων εγκοπών (notches, enconches),

θαλάσσιων σπηλαίων και παλαιών ακτογραμμών, που αντιστοιχούν σε παλαιότερες στάθμες θάλασσας.

Ειδικότερα, οι εμφανίσεις του Τυρρηνίου στις περιοχές Σκάλωμα - Μακρυγόας παρατηρήθηκαν μέχρι του υψομέτρου των 100 m, ενώ στην παράκτια ζώνη ΒΑ του Ακρωτηρίου του Ηραίου φθάνουν μέχρι τα 28 m.

Στην περιοχή της Μακρυγόας εντοπίστηκαν παλαιοκρημνοί σε ύψος 18-20 m και 40 m. Δυτικά της τεχνητής εισόδου της λίμνης Βουλιαγμένης (κανάλι), παρατηρήθηκαν σπηλαιώδεις μορφές, σε ύψος 8 m.

Χαρακτηριστική είναι η εμφάνιση τριών διακριτών σχηματισμών ακτολίθων στο 0.4 m, 1 m και στα 2 m δυτικά και ανατολικά της εισόδου της λίμνης Βουλιαγμένης (Φωτ. 1), ενώ στο εσωτερικό της υπάρχει ακτόλιθος σε ύψος 1,70 m που υπόκειται οικιστικού στρώματος πρωτοελλαδικού οικισμού (Fossey, 1986). Ο παράκτιος ακτόλιθος των 2 m εμπεριέχει αρχαιολογικά όστρακα, που σύμφωνα με τον Αρχαιολόγο R. Thomlinson, Διευθυντή της Αγγλικής Αρχαιολογικής Σχολής, (προσωπική επικοινωνία), προέρχονται από τον παρακείμενο οικισμό.

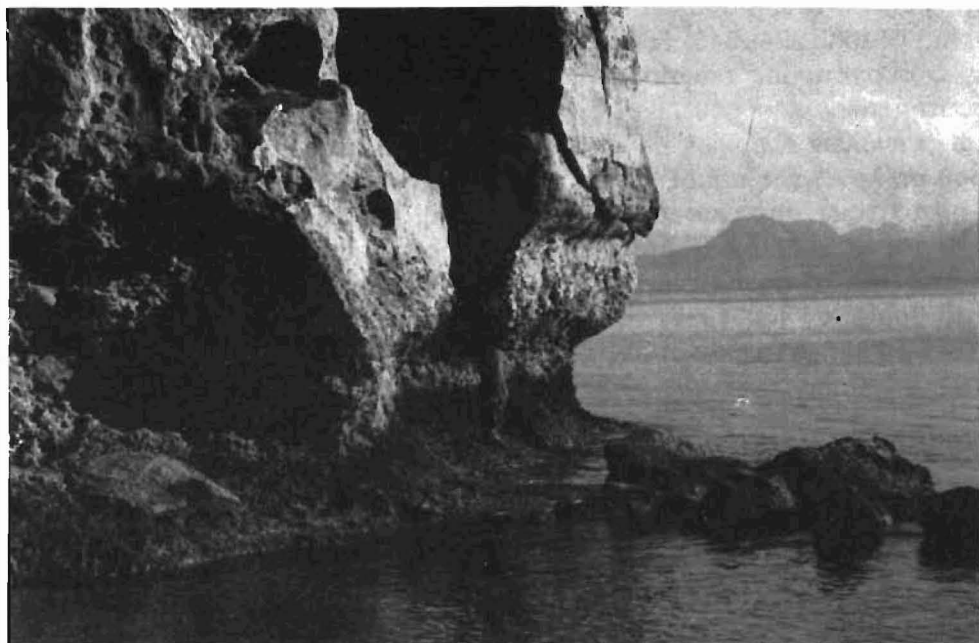


Φωτ. 1. Ανυψωμένοι ακτόλιθοι δυτικά της διώρυγας της λίμνης της Βουλιαγμένης.

Στην περιοχή Σκάλωμα παρατηρήθηκαν εμφανίσεις ακτολίθων στα 0.4 m 1 m, 2 m και 3 m. Η ανάπτυξη των ακτολίθων των 0.4 m και του

1 m είναι οι μεγαλύτερες και απαντώνται σε όλο το μήκος της ακτής από τη λίμνη Βουλιαγμένης μέχρι το Σκάλωμα, ενώ των 2 m και 3 m, αντίστοιχα, εμφανίζονται λόγω διάβρωσης κατά θέσεις.

Σημαντική είναι η παρουσία θαλάσσιων εγκοπών στους ασβεστολίθους στις περιοχές Ηραίο και Σκάλωμα στα 1 m, 2 m και 3 m (Φωτ. 2), αντίστοιχη σε ύψος με τους περιγραφέντες ακτολίθους, ενώ στο εσωτερικό της λίμνης παρατηρείται μόνο η εγκοπή του 1,2 m. Μικρότερη σε έκταση εμφάνιση θαλάσσιων εγκοπών διακρίνονται σε ύψος 0.40-0.50 m.



Φωτ. 2. Ανυψωμένες θαλάσσιες εγκοπές στην περιοχή Σκάλωμα.

Σεισμικότητα

Αρχαιολογικές ενδείξεις, ιστορικές αναφορές και ενόργανες καταγραφές αποδεικνύουν ότι η ευρύτερη περιοχή της χερσονήσου της Περαχώρας (Σχ. 3) έχει υποστεί την επίδραση πολλών καταστροφικών σεισμών οι οποίοι οφείλονται στο ενεργό τεκτονικό καθεστώς της.

Ειδικότερα οι αρχαιολογικές ανασκαφές στον πρωτοελλαδικό - αρχαϊκό οικισμό της λίμνης Βουλιαγμένης έδειξαν στρώματα καταστροφής που αποδίδονται στο τέλος της Πρωτοελλαδικής περιόδου ΕΗΙΙ και

οφείλονται σε σεισμό. Επίσης αρχαιολογικές ενδείξεις για μεγάλους σεισμούς προέκυψαν από τις ανασκαφές του ιερού της Ηρας (Ηραίου) και αποδίδονται σε σεισμικά γεγονότα κατά τον 8ο π.Χ., 4ο π.Χ., 1ο π.Χ. και 2ο μ.Χ. αιώνες.

Συγκεντρώνοντας όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες που προέρχονται από γραπτές αναφορές ιστορικών, από αρχαιολογικά ευρήματα και ενδείξεις, καθώς και από σύγχρονες αναφορές και ενόργανες καταγραφές οι σεισμοί οι οποίοι είχαν επίκεντρα στον ανατολικό Κορινθιακό κόλπο και έπληξαν την ευρύτερη περιοχή προκαλώντας σημαντικές καταστροφές στις παράλιες περιοχές ήταν του 8ου π.Χ., 420 π.Χ., 227 π.Χ., 77 μ.Χ. 524, 543, 580, 1857, 1887, 1928 και του 1981.

Ο συσχετισμός των προηγούμενων σεισμών με κάποιο από τα ρήγματα της περιοχής δεν είναι δυνατός αφενός μεν λόγω της πληθώρας των μεγάλων ενεργών ρηγμάτων που υφίστανται στην περιοχή, αφετέρου δε λόγω της ύπαρξης μεγάλων υποθαλάσσιων ρηγμάτων.

Από τους προαναφερθέντες σεισμούς, για τους οποίους υπάρχουν ισχυρές ενδείξεις και μπορούν να αποδοθούν σε δραστηριοποίηση κάποιου από τα ρήγματα της εξεταζόμενης περιοχής είναι του 227 π.Χ., του 6ου μ.Χ., του 1887, του 1928 και του 1981, (Jackson et al., 1982; Gaki-Papanastassiou et al., 1996; Hubert et al., 1996; Maroukian et al., 1996). Επίσης υπάρχουν ενδείξεις ότι μετά τον 9ο μ.Χ. αιώνα πρέπει να δραστηριοποιήθηκε το μεγάλο υποθαλάσσιο ρήγμα ευρισκόμενα ΒΔ της Περαχώρας, (Gaki-Papanastassiou et al., 1996; Maroukian et al., 1996).

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Η περιοχή μελέτης χαρακτηρίζεται από έντονη τεκτονική και υψηλή σεισμικότητα. Κατακόρυφες τεκτονικές κινήσεις που συνόδευσαν την εκδήλωση μεγάλων σεισμών έχουν αφήσει τα απατυπώματά τους σε διάφορες γεωμορφές. Οι γεωμορφολογικές και σεισματεκτονικές παρατηρήσεις έρχονται να βοηθήσουν στην κατανόηση της εξέλιξης της περιοχής. Εξαιτίας όμως του πολύπλοκου τεκτονικού καθεατώτος και των διαφορετικών κατακόρυφων κινήσεων που έχει υποστεί, είναι δύσκολο να εξαχθούν συμπεράσματα για την εξέλιξη της στηριζόμενοι μόνο σε αυτές τις παρατηρήσεις. Προς αποσαφήνιση τέτοιων πραβλημάτων απαιτούνται απόλυτες χρονολογήσεις. Οι ραδιοχρονολογήσεις που έχουν δοθεί για την υπό μελέτη περιοχή από τους Vita Finzi and King (1985), καθώς και από τους Pirazzoli et al., (1994) οι οποίες δίνονται στον Πίν. 1, παρουσιάζουν μεταξύ τους σημαντικές αποκλίσεις, έτσι ώστε να λαμβάνονται υπόψη με μεγάλη προσοχή.

ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ

ΘΕΣΗ	ΥΨΟΣ (m)	C14	ΑΝΑΦΟΡΑ
		Χρόνια πριν από σήμερα	
Ηραίο	23	32.000	V.F. and K.
	20	34.000	V.F. and K.
	8	32.000	V.F. and K.
	3.2	6.400	P. et al.
	2.6	4.400	P. et al.
	1.1	1.800	P. et al.
Λίμνη Βουλιαγμένης	23.5	32.000	V.F. and K.
	1.7	6.700	V.F. and K.
Σκόλωμο	7.5	36.000	V.F. and K.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1. Χρονολογήσεις στην περιοχή μελέτης υπό τους Vita Finzi and King, (1985), (V.F. and K.), και από τους Pirazzoli et al., (1994), (P. et al.).

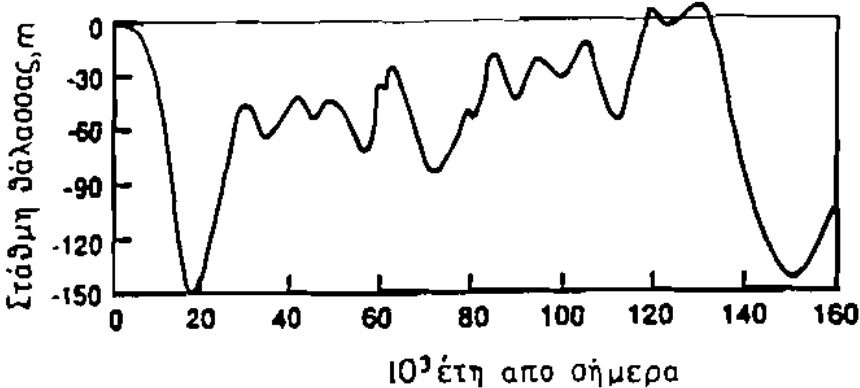
Η εμφάνιση των Τυρρηνίων αποθέσεων, ανατολικά της λίμνης στα 100 m, και στην παράκτια ζώνη του Ηραίου στα 28 m μπορεί να αποδοθεί σε πιθανή διαφορική δραστηριοποίηση τοπικών ρηγμάτων.

Η γένεση της λίμνης της Βουλιαγμένης ανάγεται στην τελευταία Παγετώδη περίοδο και δεν θα πρέπει να είχε επικοινωνία με την πολύ χαμηλότερη στάθμη θάλασσας αυτής της εποχής (Σχήμα 4), (Aharon and Charpell, 1986).

Η ύπαρξη παράκτιων αρχαιολογικών θέσεων σε συνδυασμό με τις λεπτομερείς γεωμορφολογικές παρατηρήσεις επέτρεψαν την εξαγωγή των πιο κάτω συμπερασμάτων.

Το γεγονός ότι η διώρυγα τέμνει τον Πρωταελλαδικό οικισμό, καθώς και το απάτομο των τοιχωμάτων της δείχνουν το πρόσφατο της διάνοι-

ξής της που σύμφωνα με τον Μηλιαράκη (1888), έγινε τις τελευταίες δεκατίες του προηγούμενου αιώνα.



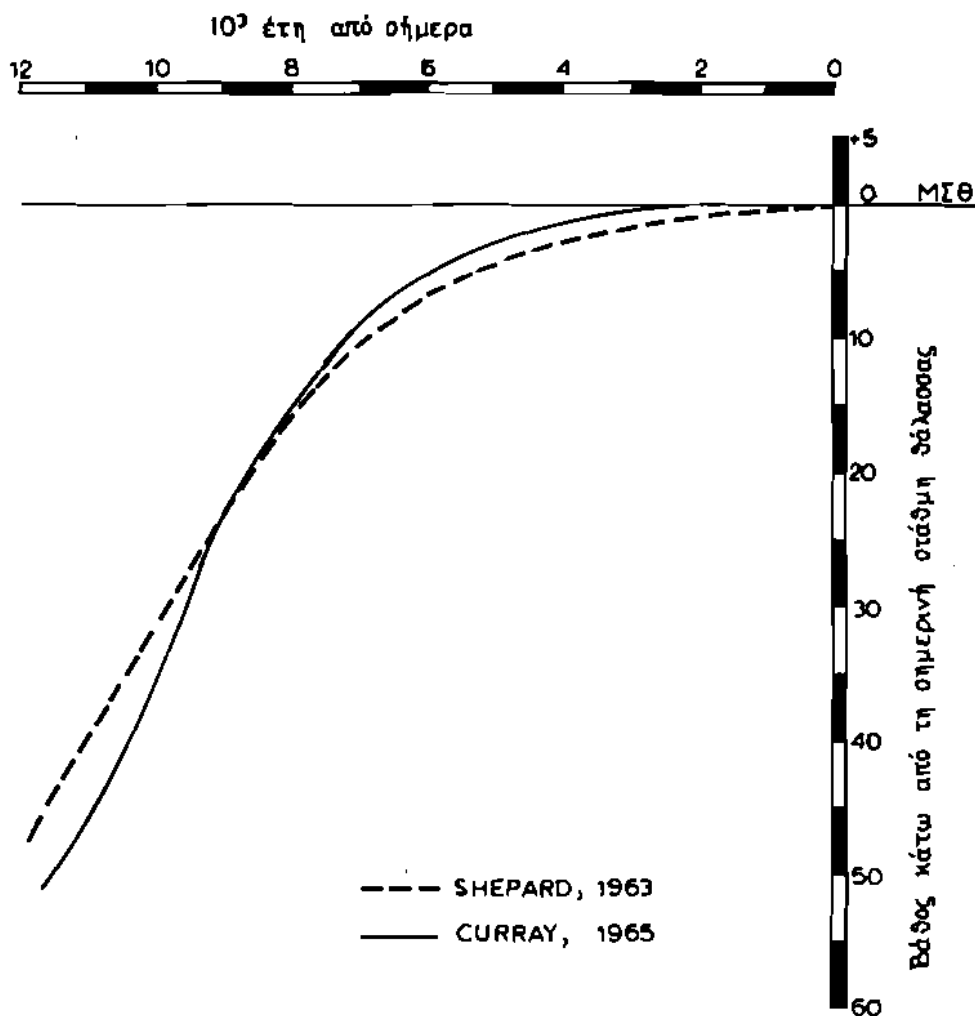
Σχ. 4. Καμπύλη μεταβολής της στάθμης της θάλασσας κατά το Ανώτερο Τεταρτογενές, (Aharon P. and J. Chappell, 1986).

Λαμβάνοντας υπόψη την έκταση του Πρωτοελλαδικού - Αρχαϊκού οικισμού της λίμνης Βουλιαγμένης, και ότι το παρόχθιο τμήμα του οικισμού επίκειται σε υπολειμματική (μικρή) εμφάνιση ακτολίθου σε ύψος 1.7 m, συμπεραίνεται ότι ο ακτόλιθος μπορεί να είναι παλαιότερος του οικισμού ή σύγχρονος των πρώτων φάσεων του. Η έκταση του ακτολίθου δεν είναι δυνατόν να μελετηθεί, διότι λόγω της κατασκευής παραλίμνιου δρόμου, η προς τη λίμνη πλευρά έχει καταστραφεί, ενώ η τυχόν προς τη χέρσο προέκτασή του απαιτεί ανασκαφική εργασία.

Σύμφωνα με τη μεταβολή της στάθμης της θάλασσας κατά το Ολόκαινο, (Harr and Gifford, 1985), (Σχ. 5) καθώς και με τις υπάρχουσες ραδιοχρονολογήσεις Pirazzoli et al., (1994), που δίδουν ηλικίες 4400 και 1800 χρόνια πριν απο σήμερα στις ανυψωμένες θαλάσσιες εγκοπές των 2.6 m και 1.1 m αντίστοιχα, για την παράκτια ζώνη Ηραίου - Σκόλωμα προκύπτει ένας μέσος ρυθμός ανύψωσης 0.6 mm/έτος. Στηριζόμενοι στον ρυθμό αυτό, συνάγεται ότι ο ακτόλιθος των 2 m που περιέχει τα πρωτοελλαδικά όστρακα πριν 3300 χρόνια αντιστοιχούσε στην τότε ακτογραμμή. Στη συνέχεια ανυψώθηκε στη σημερινή θέση των 2 m απο τρία τουλάχιστον μεγάλα σεισμικά γεγονότα κατά 1 m, 0.6 m και 0.4 m, που να αιτιολογούν και την ανύψωση των ακτολίθων του 1 m. και του 40 cm.

Απο τα προαναφερθέντα γίνεται φανερό ότι σημαντικός παράγων στην εξέλιξη της περιοχής είναι η τεκτονική με χαρακτηριστικές κατακόρυφες κινήσεις αποτυπωμένες σε γεωμορφές στην παράκτια ζώνη. Για την χρονολόγηση των κινήσεων και τον συσχετισμό τους με αντί-

στοιχα σεισμικά γεγονότα προφανώς απαιτούνται περισσότερες χρονολογήσεις τόσο σε αριθμό, όσο και σε θέσεις.



Σχ. 5. Καμπύλη μεταβολής της στάθμης της θάλασσας κατά τα Ολόκαινο, (Rapp G. and J. Gifford, 1985).

Βιβλιογραφία

Aharon, P., and J. Chappell. (1986). Oxygen isotopes, sea level changes and the temperature history of a coral reef environment in New

- Guinea over the last 105 years. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoeecology* 56, 337-379.
- Ambraseys, N.N. and J.A. Jackson. (1990). Seismicity and associated strain of Central Greece between 1890 and 1988. *Geophys. J. Int.*, 101, 663-709.
- Armijo, R., Meyer B., King, G., Rigo, A. and D. Papanastassiou (1996). Quaternary evolution of the Corinth Rift and its implications for the Late Cenozoic evolution of the Aegean. *Geophys. J. Int.*, 126, 11-53.
- Celet, P., Clement, B. and J. Ferriere (1976). La zone Béotienne en Grèce: Implications Paléogéographiques et structurales. *Eclogae Geol. Helv.* 69, 577-599.
- Collier, Re.L., Leeder, M.R., Rowe, P.J., Atkinson, T.C. (1992). Rates of tectonic uplift in the Corinth and Megara basins Central Greece. *Tectonics*, 11/6: 1159-1167.
- Fossey, J.M. (1969). The pre-historic settlement by Lake Vouliagmeni, Perachora. *Ann. Br. Sch. Athens*, 64, 53-69.
- Gaki-Papanastassiou, K., Papanastassiou, D., and H. Maroukian (1996). *Geomorphic and Archaeological-Historical evidence for past earthquakes in Greece.*, *Annali di Geofisica*, 39/3, 589-601.
- Hubert, A, King, G, Armijo, R., Meyer B. and D. Papanastassiou (1996). *Fault re-activation, stress interaction and rupture propagation of the 1981 Corinth earthquake sequence*, *Earth and Planet. Science Letters*, 142, 3-4, 573-586.
- Jackson, J., Gagnepain, J., Housemena, G., King, G.C.P., Papadimitriou, P., Soufleris, G. and Virieux, J. (1982). Seismicity, normal faulting and the geomorphological development of the Gulf of Corinth (Greece): The Corinth earthquake of February 1981. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 57, 377-397.
- Κατσακίτσος, Γ. (1992). Γεωλογία της Ελλάδας. Αθήνα.
- Marcopoulou-Diacantoni, A. (1983). Observations paléoécologiques basées sur l'association faunistique des couches Pleistocènes inférieures de la presqu'île de Pérachora (Grèce Méridionale). *Rapp. Comm. int Mer Médit.*, 18, 4, 243-245.
- Maroukian, H., Gaki-Papanastassiou, K. and D. Papanastassiou (1996) *Coastal changes in the broader area of Corinth, Greece*. Υπο δημοσίευση στα πρακτικά του RES MARITIMAE: Cyprus and the Eastern Mediterranean; Prehistory through the Roman period, Cities on the Sea". Organised by the Cyprus American Archaeological Research Institute, 18-22 October 1994, Nicosia, Cyprus.
- Μηλιάρκης Α., (1888). Γεωγραφική πολιτική νέα και αρχαία του νομού Αργολίδας και Κορινθίας, Αθήνα.

- Mitzopoulos, M. (1933). La Quarternaire marin (Thyrhénien) dans la presque'île Pérachora. *Πρακτικά Ακαδημίας Αθηνών*, 8, 286-292.
- Παπανικολάου, Δ. (1992). Γεωλογία της Ελλάδας. Αθήνα.
- Payne, H. (1940). Perachora, The sanctuaries of Hera Akraia and Limenia, *Oxford, Clarendon Press*.
- Pirazzoli, P.A., Stiros S.C., Arnold M., Laborel J., Laborel-Deguen F. and S. Papageorgiou (1994). Episodic uplift deduced from Holocene shorelines in the Perachora Peninsula, Corinth area, Greece. *Tectonophysics*, 229, 201-209.
- Rapp, G. and J. Gifford (1985). *Archaeological Geology*. Yale University Press, New Haven, USA.
- Vita-Finzi, C. and G.C.P. King (1985). The seismicity, geomorphology and structural evolution of the Corinth area of Greece. *Philos. Trans. R. Soc. London ,Ser. A*, 314, 379-407.