

Πρακτικά		4ου Συνεδρίου		Μάιος 1988	
Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ.	Τομ. XXIII/1	σελ. 259-269	Αθήνα 1989		
Bull. Geol. Soc. Greece	Vol.	pag.	Athens		

ΑΝΩ—ΟΛΟΚΑΙΝΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ ΚΑΙ ΜΕΡΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΟ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΗΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

Σ. ΣΤΕΙΡΟΥ*, Σ. ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΙΟΥ**

ΣΥΝΟΨΗ

Η μελέτη των πρόσφατων μεταβολών στάθμης της θάλασσας κατά το Ανώτερο Ολόκαινο στην Κεντρική Ελλάδα, που συνάγονται από αρχαιολογικές και γεωλογικές/γεωμορφολογικές παρατηρήσεις, δείχνουν καθαρά το διαφορικό χαρακτήρα αυτών των μεταβολών, ο οποίος οφείλεται στη δράση του τεκτονικού παράγοντα στην περιοχή. Τα στοιχεία αυτά επιτρέπουν τη διάκριση μεταξύ περιοχών βύθισης και ανύψωσης και την αναγνώριση κινήσεων με σταθερή τάση ή κινήσεων με περιοδικότητα. Στις περισσότερες περιπτώσεις οι παρατηρούμενες πρόσφατες κινήσεις συσχετίζονται με κινήσεις μεγαλύτερης χρονικής κλίμακας που προκύπτουν από γεωλογικά/γεωμορφολογικά στοιχεία, ή με σεισμικά γεγονότα.

ABSTRACT

The relative sea-level changes during the last few thousand years along the coasts of the Central Greece have been studied in the base of archaeological, geomorphological and geological data. Our study revealed important differential coastal motions, conspicuously reflecting neotectonic activity. North Peloponnesus is uplifting as an anticline, and this motion is also seen in 50-year old geodetic data and Quaternary stratigraphic data, but Holocene and Quaternary subsidence is observed along the north coast of the gulf of Corinth. Subsidence is observed along the Pagasitikos gulf and Attiki; in the last case, rates of subsidence are rather uniform, except for in Oropos, where an extreme subsidence seems to correlate with an active fault associated with the 1938, $M_s=6.0$ earthquake. A moderate uplift of Quaternary-Holocene age is observed in the Kymi area of Euboea, while a part of north-central Euboea is tilting down to the NE, in agreement with morphotectonic data (asymmetry of the relief and of the hydrographic network). The southwestern coast of the North Euboean gulf is sinking in

* S. STIROS* and S. PAPAGEORGIOU** Upper Holocene sea-level changes and some implications for the active tectonics of Central Greece

* ΙΓΜΕ, Μεσογείων 70, Αθήνα 11527

** Μινιάκ 5, Αθήνα 11741

* IGME, 70, Messoghion St. 115 27 Athens, Greece

** 5, Miniak St. 117 41 Athens, Greece

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

the last few thousand years, and some of this motion is associated with the 1894 fault that last broke in 1894. However, in the area of Kammena Vourla (near the site of the ancient battle of Thermopylae) oscillatory movements with an amplitude of about 4 m have been detected; these last motions possibly reflect volcanic and hydrothermal activity.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι πρώτες παρατηρήσεις πρόσφατης μεταβολής στάθμης Θάλασσας χρονολογούνται ήδη από το 16ο αιώνα, αλλά η συστηματική μελέτη τους άρχισε ουσιαστικά στα μέσα του περασμένου αιώνα, όταν ο Spratt παρατήρησε παλιές ανυψωμένες και βυθισμένες ακτογραμμές στην Κρήτη και διατυπώθηκε η άποψη ότι η Κρήτη αποτελεί ένα ενιαίο τέμαχος που κλίνει προς ΒΑ (Flemming και Rigazzoli 1981).

Στις αρχές του αιώνα, ο Φ. Νέγρης, βασισμένος σε παρατηρήσεις βυθισμένων αρχαίων χώρων υποστήριξε ότι παρατηρείται μια νέα ευστατική ανύψωση της στάθμης της θάλασσας στο Ολόκαινο (Negris 1904).

Πολύ αργότερα ο Flemming βασισμένος κυρίως σε παρατηρήσεις βυθισμένων αρχαίων παράκτιων χώρων στα Κύθηρα, Κρήτη, Ρόδο, Κάρπαθο, Α. και Ν. Πελοπόννησο και Δ. ακτή Μικράς Ασίας, διαπίστωσε το διαφορετικό χαρακτήρα των πρόσφατων μεταβολών στη στάθμη της θάλασσας και κατέληξε στο συμπέρασμα ότι αυτές ουσιαστικά αντανακλούν τεκτονικές κινήσεις και όχι κάποια σημαντική ευστατική ανύψωση (Flemming 1970, 1973, 1978).

Η σημασία των μελετών αυτών είναι μεγάλη, τόσο για τη μελέτη των μηχανισμών των σεισμών, όπως αποδείχτηκε με τους σεισμούς του 1981 στον Κορινθιακό (Mariolakos et al 1982, Jackson et al 1982), όσο και για την τεκτονική ευρύτερων περιοχών, όπως η Κρήτη (Angelier 1979).

Παρότι η σημασία των πρόσφατων σχετικών μεταβολών στάθμης θάλασσας έχει αναγνωριστεί και διάφοροι ερευνητές έχουν ασχοληθεί μ'αυτές σε τοπική ή περιφερειακή κλίμακα, αντίστοιχες μελέτες ευρύτερης κλίμακας είναι ελάχιστες, και ουσιαστικά περιορίζονται σ'αυτές του Νέγρη και του Flemming. Ιδιαίτερα όσον αφορά τις ηπειρωτικές ακτές (εκτός από την Α. και Ν. Πελοπόννησο) και το εσωτερικό του Αιγαίου τέτοιες μελέτες (ως προς την έκταση, λεπτομέρεια και συστηματικότητα) ουσιαστικά δεν έχουν γίνει μέχρι σήμερα.

Το κενό έρχεται να καλύψει ένα πρόγραμμα του ΙΓΜΕ, που άρχισε το 1985 (Stiros 1985) κι έχει διπλό στόχο:

α) όσον αφορά τις γεωεπιστήμες, την αναγνώριση πρόσφατων κινήσεων του ανώτατου τμήματος του στερεού φλοιού της γης, που σχετίζονται με την ενεργό τεκτονική και τη σεισμικότητα.

β) όσον αφορά το αρχαιολογικό μέρος, τη συμβολή στη μελέτη της παλαιογεωγραφίας των παράκτιων (σήμερα και στο παρελθόν) αρχαίων θέσεων.

Στα πλαίσια του προγράμματος αυτού εντάσσεται και η παρούσα εργασία που αποτελεί πρόδρομη ανακοίνωση των στοιχείων και συμπερασμάτων που αφορούν την Κεντρική Ελλάδα (Κορινθιακός, Σαρωνικός, Ευβοϊκός και Παγασητικός κόλπος, σκ. 1).

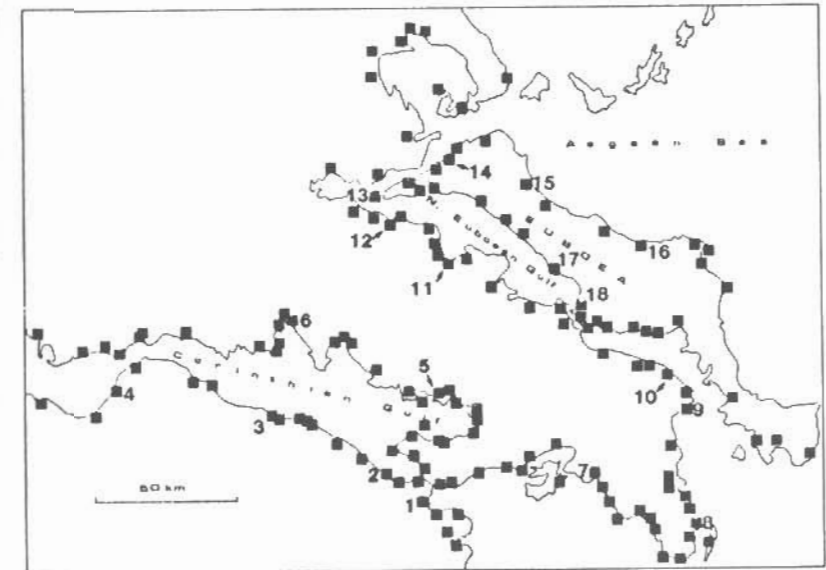
2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η μεθοδολογία της έρευνας στηρίζεται βασικά στην αναγνώριση ιχνών παλαιάς στάθμης της θάλασσας, στον υπολογισμό του εύρους και της ηλικίας μεταβολής (όπου βέβαια αυτό είναι δυνατό), και στη συσχέτιση των στοιχείων αυτών με γεωλογικά, γεωμορφολογικά και σεισμολογικά στοιχεία, ώστε τα συμπεράσματα



Σκ. 1: Η περιοχή έρευνας και οι τεκτονικές και γεωμορφολογικές δομές που αναφέρονται στο κείμενο.

Fig. 1: Location map showing also tectonic and geomorphological features mentioned in the text.



Σκ. 2: Θέσεις αρχαιολογικών και γεωμορφολογικών παρατηρήσεων σχετικής μεταβολής στάθμης θάλασσας στην περιοχή έρευνας. Η αρίθμηση ορισμένων θέσεων αντιστοιχεί με αυτή του πίνακα 1.

Fig. 2: Sites where archaeological and geomorphological observations of relative sea level change have been made in Central Greece. Numbering in some sites corresponds to the numbering of table 1.

που προκύπτουν να είναι αντιπροσωπευτικά για μεγαλύτερη κλίμακα χρόνου και τόπου, και χρήσιμα για τη μελέτη της ενεργού Τεκτονικής και Νεοτεκτονικής.

Οι ενδείξεις μεταβολής στάθμης της θάλασσας προέκυψαν κυρίως από αρχαιολογικά και κατά δεύτερο λόγο από γεωλογικά και γεωμορφολογικά στοιχεία και δίνουν ποιοτική, αλλά μερικές φορές και ποσοτική, ένδειξη της μεταβολής. Το σύνολο των στοιχείων προήλθε τόσο από βιβλιογραφικές πηγές (π.χ. εντοπισμός αρχαίων παράκτιων θέσεων από αναφορές αρχαίων συγγραφέων ή από τη σύγχρονη βιβλιογραφία), που επιβεβαιώθηκαν από εργασία υπαίθρου, όσο και από πρωτότυπες παρατηρήσεις υπαίθρου. Καλύπτουν μια χρονική περίοδο 4.000-5.000 ετών, αλλά ο μεγαλύτερος όγκος των παρατηρήσεων καλύπτει διάστημα 2.500 ετών (από την κλασική εποχή κι έπειτα), διάστημα μικρό σε σύγκριση με το γεωλογικό χρόνο, όμως αρκετά μεγαλύτερο (αλλά συγκρίσιμο) απ' αυτόν της σύγχρονης σεισμολογίας και γεωδαισίας (μερικές δεκάδες έτη). Παράλληλα, ο συνδυασμός των στοιχείων αυτών με άλλα στρωματογραφικά και μορφοτεκτονικά στοιχεία δίνει τη δυνατότητα ποιοτικής και ποσοτικής περιγραφής φαινομένων μεταβολής στάθμης θάλασσας σε μεγαλύτερη χρονική κλίμακα και αποφυγής λανθασμένων εκτιμήσεων, όπως η περίπτωση Λέχαιου-Κεγχρεών, που συζητείται παρακάτω.

3. ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΙ ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Παλιές στάθμες θάλασσας μπορούν να αναγνωριστούν από αρχαιολογικά και γεωμορφολογικά στοιχεία.

α) αρχαιολογικά στοιχεία: Οι αρχαίες παράκτιες θέσεις και κατασκευές από την προϊστορική έως και τη βυζαντινή εποχή είναι αφενός ευαίσθητοι δείκτες οποιασδήποτε μεταβολής στάθμης θάλασσας με εύρος πάνω από 0,5μ., αφετέρου η αρχαία κατοίκηση στην περιοχή έρευνας είναι τόσο πυκνή, ώστε να επιτρέπει μια παρατήρηση για κάθε 4-5κμ ακτής περίπου κατά μέσο όρο (σχ. 2). Οι πιο αντιπροσωπευτικές, ως προς το εύρος και την ποιότητα της μεταβολής, θέσεις παρατίθενται στον πίνακα 1 του κειμένου.

Οι αρχαιολογικές παρατηρήσεις μεταβολής στάθμης θάλασσας περιλαμβάνουν αρχαίες χερσαίες ή λιμενικές κατασκευές in situ που σήμερα βρίσκονται σε αφύσικη θέση σχετικά με τη χρήση για την οποία κατασκευάστηκαν (π.χ. βυθισμένα υπολείμματα οικοδομών, νταμάρια, κλπ., ή ανυψωμένοι μώλοι αρκετά ψηλότερα από τη σημερινή επιφάνεια της θάλασσας).

β) γεωμορφολογικά στοιχεία: Περιλαμβάνουν κυρίως θαλάσσια έγκοιλα (νεροφαγώματα) που δημιουργούν τα κύματα σε συμπαγή πετρώματα, κυρίως ασβεστόλιθους. Συγκριτικές μελέτες των εγκοίλων αυτών στην Κρήτη και αλλού (Pirazzoli 1986) οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η κορυφή των εγκοίλων αυτών δημιουργείται σε ύψος 0,3-0,4μ. από τη στάθμη της πλημμυρίδας. Η εμφάνισή τους σε χαμηλότερα ή ψηλότερα επίπεδα (ή εμφάνιση επάλληλων εγκοίλων) υποδηλώνει τάση βύθισης ή ανύψωσης αντίστοιχα, η οποία όμως δεν είναι εύκολο να χρονολογηθεί. Τα έγκοιλα είναι δομές που διατηρούνται ως και μερικές χιλιάδες χρόνια τουλάχιστον, γι' αυτό και αντιστοιχούν στο χρονικό πεδίο που καλύπτουν τα αρχαιολογικά στοιχεία.

γ) Συνδυασμός αρχαιολογικών και γεωμορφολογικών στοιχείων: Π.χ. απολιθώματα θαλάσσιων οστράκων εκτεθειμένα σε αρχαίες κατασκευές (ρωμαϊκό λιμάνι Λέχαιου) ή θραύσματα αρχαίων αγγείων ενσωματωμένα σε αναδυμένα θαλάσσια ψηφιδωπαγή που σχηματίστηκαν στον πυθμένα αρχαίου λιμανιού (Μαύρα Λιθάρια Κορινθίας). Επίσης, λεπτομερείς στρωματογραφικές μελέτες με βάση ρηχές χειρογεωγήσεις (έως 10μ.) επιτρέπουν

A/A	ΘΕΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ	ΧΡΟΝΟΛΟΓΗΣΗ
1)	ΚΕΓΧΡΕΕΣ -2.2	βυθισμένα κτίσματα	Ελληνιστικά
2)	ΛΕΧΑΙΟ +1.0	λιθοφάγα σε μώλο	Ρωμαϊκά
3)	ΜΑΥΡΑ ΛΙΘΑΡΙΑ +2.0	χροκαλοπαγή με θραύσματα αγγείων	Κλασσικά(?)
4)	ΠΑΤΡΑ 0.0	λιμενοβραχίονας	Ρωμαϊκός
5)	ΣΙΦΕΣ -1.5min	βυθισμένα κτίσματα	4ος αι. πΧ.
6)	ΚΙΡΡΑ -1.5min	βυθισμένος μώλος	5ος αι. πΧ.
7)	ΠΕΙΡΑΙΑΣ -1.0min	βυθισμένα λατομεία	Κλασσικά(?)
8)	ΘΟΡΙΚΟΣ -1.0min	βυθισμένα τείχη	5ος αι. πΧ.
9)	ΚΥΝΟΣΟΥΡΑ -1.0min	βυθισμένα λατομεία	Κλασσικά(?)
10)	ΔΕΛΦΙΝΙΟ -5.0	βυθισμένο λιμάνι	Αρχαϊκό(?)
11)	ΑΤΑΛΑΝΤΗ -1.5min	βυθισμένα λουτρά	Ρωμαϊκά
12)	ΚΑΜ. ΒΟΥΡΛΑ -2.0/+2.0	στρωματογραφία	Ολόκαινο
13)	ΝΙΣΣΟΙ ΛΙΧΑΔΕΣ -2.0	βυθισμένα κτίσματα	Μεσαιωνικά(?)
14)	ΝΕΟΣ ΠΥΡΓΟΣ -2.0(?)	βυθισμένος μώλος	Αρχαϊκός(?)
15)	ΑΓΙΑ ΑΝΝΑ -0.3	νεροφαγώματα	Ολόκαινο
16)	ΧΙΛΙΑΔΟΥ +2.0	νεροφαγώματα	Ολόκαινο
17)	ΔΑΦΝΗ +1.0/+1.5	νεροφαγώματα	Ολόκαινο
18)	ΜΑΝΙΚΑ -2.0min	βυθισμένα κτίσματα	Προϊστορικά

Πίνακας 1 : Θέσεις παρατηρήσεων πρόσφατης μεταβολής της στάθμης της θάλασσας που αναφέρονται στο κείμενο. Σημειώνεται η ονομασία, το είδος της παρατήρησης, η χρονολόγηση και εκτίμηση του εύρους της μεταβολής. Η ένδειξη min υποδηλώνει ελάχιστη απόλυτη τιμή. Θετικές τιμές υποδηλώνουν σχετική ανύψωση της Ξηράς.

Table 1 : Summary of recent, relative sea-level change observations referred to in the text. Site name, type of observation, dating and estimation of the amplitude of the motion are shown. "min" indicates a minimum absolute value; positive values indicate a relative land uplift.

την ακριβή γνώση του κύκλου θαλάσσιας επίκλυσης και απόσυρσης στο Ολόκαινο. Ιδιαίτερα επιτυχείς και αποκαλυπτικές είναι οι γεωτρήσεις αυτές όταν διαπερνούν στρώματα αρχαίας κατοίκησης ή αποθέσεις που περιέχουν φερτά θραύσματα αγγείων και επιτρέπουν χρονολόγηση. Στο χώρο της Κεντρικής Ελλάδας τέτοιες μελέτες έχουν γίνει στις Θερμοπύλες (Kraft κ.α. 1987) και στην περιοχή Βόλου-Ιωλλού (Finke 1984). Άλλοι δείκτες μεταβολής στάθμης της θάλασσας, όπως ψηφιδωπαγή ακτών και απολιθώματα παράκτιας πανίδας και κλωρίδας δεν εξετάζονται στην παρούσα μελέτη.

Οι θέσεις όπου έγιναν παρατηρήσεις μεταβολής στάθμης θάλασσας, εμφανίζονται στο σχ. 2. Στον πίνακα 1 συνοψίζονται τα αποτελέσματα των παρατηρήσεων μας στις πιο αντιπροσωπευτικές απ'αυτές, ενώ στο σχ. 3 γίνεται ένας διαχωρισμός περιοχών ανάδυσης και βύθισης. Είναι εμφανές ότι σε αρκετές θέσεις μόνο εκτιμήσεις της ελάχιστης κατ'απόλυτη τιμή μεταβολής της σχετικής στάθμης της θάλασσας ήταν δυνατές.

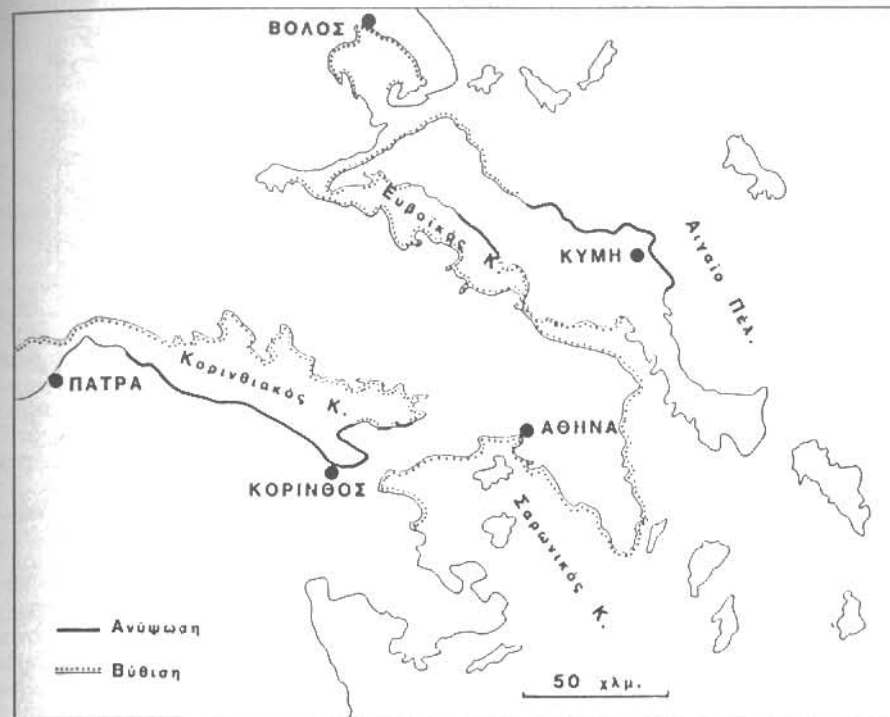
4. ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Όπως προκύπτει από τα στοιχεία του πίνακα 1 και του σχ. 2, οι μεταβολές αυτές έχουν έντονο διαφορικό χαρακτήρα. Πιο αναλυτικά:

Κορινθιακός κόλπος Η βόρεια ακτή εμφανίζει μια συνεχή τάση βύθισης σ'όλο της το μήκος, όπως φαίνεται και από τις θέσεις 5, 6. Αντίστοιχη τάση βύθισης παρατηρείται και στο Πλειοτοταρτογενές (Μαριολάκος 1975, Μαριολάκος και Stiros 1987). Η νότια ακτή αντίθετα παρουσιάζει μια τάση αναθόλωσης: προχωρώντας προς Δ., τη βύθιση των Κεχρεών (θέση 1) διαδέχεται η ανύψωση του Λέχαιου (θέση 2). Η ανύψωση κορυφώνεται στα Μαύρα Λιθάρια (θέση 3) και σβήνει στη Δ. πλευρά (Πάτρα, θέση 4), ενώ λίγο πιο Α. στις ακτές του Ιονίου παρατηρούνται βυθισμένα αρχαία. Αυτή η καμπύλωση που εδώ προκύπτει κυρίως από αρχαιολογικά στοιχεία φαίνεται να συμφωνεί απόλυτα με την τάση μεταβολής του αναγλύφου της περιοχής για διάστημα 50 ετών περίπου, όπως προκύπτει από γεωδαιτικά στοιχεία, και διάστημα εκατοντάδων χιλιάδων ετών, όπως προκύπτει από νεοτεκτονικά στοιχεία (σχ. 4 και Stiros 1988, Μαριολάκος και Στείρος 1988).

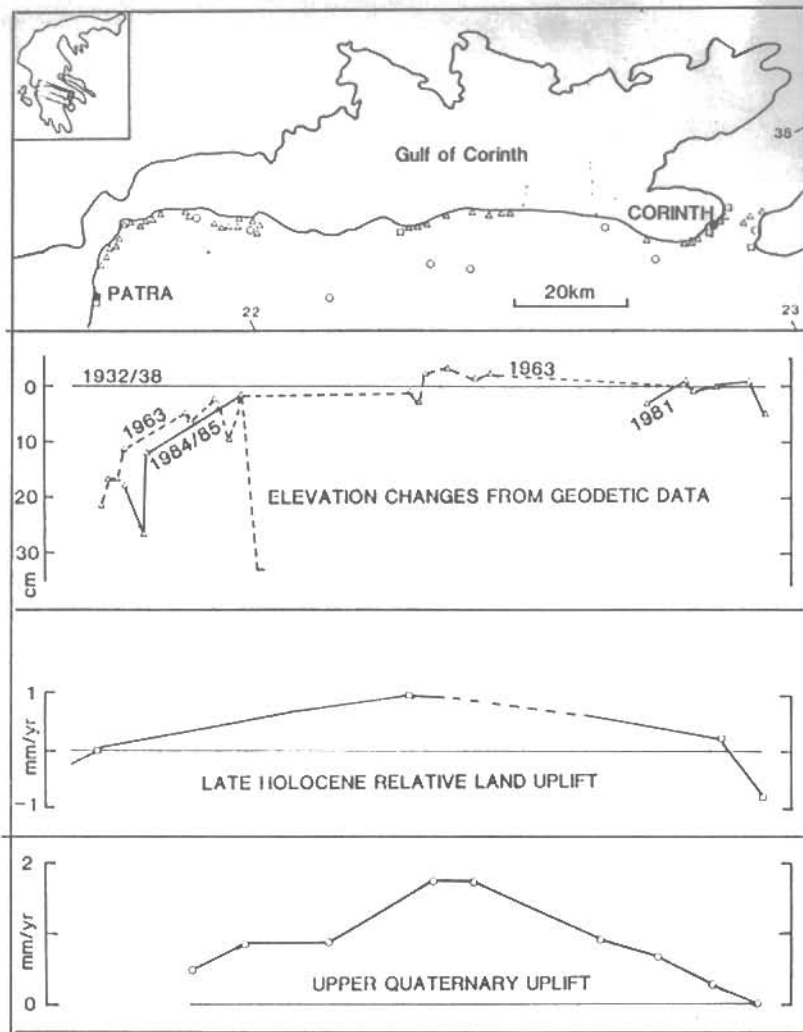
Παλιότερα, παρατηρήσεις θεμελίων, πιθανόν δύο πύργων, μέσα στο νερό είχαν οδηγήσει τον Flemming στο συμπέρασμα ότι το Λέχαιο είναι περιοχή βύθισης (Flemming 1970). Τα νεότερα όμως στοιχεία έδειξαν ότι είτε οι πιο πάνω κατασκευές είχαν χτιστεί μέσα στο νερό, είτε αντανάκλουν μικρές διακυμάνσεις, που ωστόσο δεν μπορούν να αμφισβητήσουν τη γενικότερη τάση ανάδυσης της περιοχής, όπως προκύπτει από στρωματογραφικά στοιχεία (π.χ. Μαριολάκος 1975, Stiros 1988).

Κεντρική και Βόρεια Εύβοια Τάση ανάδυσης, σε μικρότερη όμως κλίμακα από αυτήν της Βόρειας Πελοποννήσου παρατηρείται και στην ακτή της Κεντρικής, ΒΑ (θέση 16) και ΒΔ Εύβοιας (θέση 17), που μεταπίπτει προς βορράν σε τάση βύθισης (θέσεις 13, 14, 15). Βύθιση παρατηρείται και κατά μήκος της ΝΑ ακτής της Εύβοιας (π.χ. θέση 18), με εξαίρεση την ακτή του όρους Κανδύλι (θέση 17) που εμφανίζει ανύψωση. Η ασυμμετρία του αναγλύφου στην περιοχή (μεγάλες κλίσεις προς τον Ευβοϊκό, ήμεις προς το Αιγαίο) και η θέση υδρογραφικού δικτύου του Νηλέα (ο υδροκρίτης βρίσκεται πολύ κοντά στη δυτική ακτή, σχ.1) υποδηλώνουν ότι η ανύψωση της Ευβοϊκής και βύθιση αντίστοιχα της Αιγαιακής ακτής στο Ανώτερο Ολόκαινο εκφράζει στροφή τεκτονικού τεμάχους, που περιλαμβάνει το βουνό Κανδύλι και την



Σχ. 3 : Σύνοψη παρατηρήσεων μεταβολής στάθμης θάλασσας, διαχωρισμός περιοχών ανάδυσης και βύθισης βάσει των στοιχείων του κειμένου και αδημοσίεωτων στοιχείων.

Fig. 3 : Summary of observations of sea-level change. Areas of uplift (thick line) and of subsidence (dotted line) according to the text and unpublished data.



Σχ. 4 : Παραμόρφωση Β. Πελοποννησιακής ακτής σε τρεις διαφορετικές χρονικές κλίμακες: α: 50 ετών, από γεωδαιτικά στοιχεία β: 2.000 ετών, από μεταβολές στάθμης θάλασσας γ: εκατοντάδων χιλιάδων ετών από στρωματογραφικά στοιχεία (απλοποιημένο από Stiros 1988).

Fig. 4 : Deformation of the North Peloponnesian coast in three different time-scales (Stiros 1988): a: 50 years, from geodetic data b: 2.000 years, from relative sea level changes c: few hundred thousand years, from stratigraphic data (simplified after Stiros 1988).

πεδιάδα του Νηλέα, προς ΒΑ γύρω από περίπου οριζόντιο άξονα διεύθυνσης ΒΔ-ΝΑ, οπωσδήποτε προ-Ολοκαινικής ηλικίας.

Η ανύψωση μέρους της Αιγαιακής ακτής της Εύβοιας φαίνεται ότι συνεκρίζεται από το Τεταρτογενές, δεδομένου ότι θαλάσσιες αναβαθμίδες Πλειοκαινικής προφανώς ηλικίας έχουν παρατηρηθεί σε ύψος τουλάχιστο 100μ στην περιοχή Βλακιάς (πχ. Guenet 1971).

Λοκρίδα Η περιοχή εμφανίζει συνεχή τάση βύθισης (θέση 11). Μέρος αυτής της βύθισης και η συνδεδεμένη μ'αυτή μεταβολή της παράκτιας τοπογραφίας (Στείρος και Παπαγεωργίου 1987) οφείλεται στην ανάδραση του ρήγματος της Αταλάντης το 1894.

Μελέτη της στρωματογραφίας του Ολόκαινου της περιοχής Καινούργιου-Καμ. Βούρλων, πάντως, έδειξε την ύπαρξη κατακόρυφων περιόδων κινήσεων, αφού σε διάστημα 2.500 ετών παρατηρήθηκαν διακυμάνσεις της θαλάσσιας στάθμης εύρους 4μ (T. Niemi και T. van Andel προφ. επιμ.). Αίτια του φαινομένου αυτού μπορεί να είναι όχι τόσο τεκτονικές διεργασίες (ανάδραση ρήγματος Αταλάντης) όσο ηφαιστειακές-υδροθερμικές διεργασίες των Τεταρτογενών ηφαιστειών των Λιχάδων. Πιθανόν δηλαδή πρόκειται για φαινόμενο αντίστοιχο μ'αυτό που εμφανίζεται στο Pozzuoli της Ν. Ιταλίας (Gorshkov και Yakushova 1977).

Αττική Η παλιότερη εκτίμηση του Νέγρη για μια ομοιόμορφη βύθιση των ακτών της Αττικής (Negris 1904) φαίνεται να επιβεβαιώνεται και από νέα στοιχεία (Stiros και Παπαγεωργίου ετομ., θέσεις 7, 8, 9). Εξαιρέση αποτελεί η περιοχή Ωρωπού (θέση 10), όπου παρατηρείται μια έντονη βύθιση, σχεδόν διπλάσια των υπόλοιπων ακτών της Αττικής. Στην περιοχή αυτή είναι γνωστή η ύπαρξη σεισμικού ρήγματος που συνδέεται με μεγάλους σεισμούς του 20ου αιώνα (Μακροπούλος και Burton 1981, Παπανικολάου, κ.α 1988). Η βύθιση αυτή μπορεί επομένως να εκφράζει διαδικασίες ταφρογένεσης που συνδέονται με τους σεισμούς. Αλλωστε το μέγιστο πάχος ιζημάτων που παρατηρείται στην ίδια περιοχή, σύμφωνα με ωκεανογραφικά στοιχεία από το Ν. Ευβοϊκό κόλπο (Κ. Περισσοράτης, προφ. επικ.) υποδηλώνει μιαν ευρύτερη τάση βύθισης της περιοχής στο χώρο και το χρόνο.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Όπως προκύπτει από τα στοιχεία της πρόδροξης αυτής ανακοίνωσης, και στο χώρο της Κεντρικής Ελλάδας, όπως και στα όρια του τόξου, παρατηρούνται σημαντικές σχετικές μεταβολές στάθμης της θάλασσας στα τελευταία 2.000-3.000 χρόνια.

Οι μεταβολές αυτές έχουν έντονο διαφορικό χαρακτήρα και για το λόγο αυτό συμπεραίνεται ότι αντανακλούν τεκτονικές διεργασίες. Το συμπέρασμα αυτό επιβεβαιώνεται και από το γεγονός ότι, σε γενικές γραμμές, η μεταβολή του αναγλύφου που προκύπτει από τις παρατηρήσεις παράκτιων περιοχών λίγων χιλιάδων ετών συσχετίζονται ικανοποιητικά με τη μεταβολή που προκύπτει από τη μελέτη γεωλογικών και γεωμορφολογικών στοιχείων τα οποία καλύπτουν χρονικό διάστημα μερικών εκατοντάδων χιλιάδων ετών τουλάχιστον (π.χ. περιοχές Κορινθιακού, Ευβοϊκού).

Συνεπώς, η μελέτη των σχετικών μεταβολών στάθμης της θάλασσας συμβάλλει στη μελέτη της ενεργού τεκτονικής και Νεοτεκτονικής. Ένα άλλο ενδιαφέρον συμπέρασμα είναι ο εντοπισμός περιοχών ανύψωσης στη λεκάνη πίσω από ενεργό τόξο (back-arc basin), που δείχνει ότι απλουστευτικές αντιλήψεις για την τεκτονική εξέλιξη των λεκανών αυτών, π.χ. ότι πίσω από το

τόσο παρατηρούνται διαδοχικά ζώνη ανύψωσης, ζώνη ουδέτερη (χωρίς ανύψωση ή βύθιση) και ζώνη βύθισης (πχ. West και McCumb 1988) πρέπει να αντιμετωπίζονται με κάποια επιφύλαξη.

6. ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ

Η εργασία αυτή έγινε δυνατή χάρη στη συνεργασία των διάφορων Εφορειών Αρχαιοτήτων και αποτελεί συμβολή Νο 12 του προγράμματος ΔΕ 8661704 του ΙΓΜΕ "Μελέτη του Σύγχρονου Γεωδυναμικού Καθεστώτος του Ελλαδικού χώρου".

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Angelier, J. 1979: Neotectonic de l'arc egeen. Societe Geologique du Nord, 3, 417p.
- Finke, E. 1984: Die entwicklung der bucht von Volos im Holocen. Diplomarbeit der Christian-Albrechts-Universität Kiel.
- Flemming, N.C. 1970: Holocene earth movements and eustatic sea level change in the Peloponnese. Nature, 217, 1031-1032.
- Flemming, N.C., Czartoryska, N.M.C., Hunter, P.M. 1973: Archaeological evidence for eustatic and tectonic components of relative sea level change in the South Aegean. In Marine Archaeology, 23rd Colston Symposium, London, 1-66.
- Flemming, N.C. 1978: Holocene eustatic changes and coastal tectonics in the northeast Mediterranean: implications for models of crustal consumption. Phil.Trans.Roy.Soc.London (A), 289, 405-458.
- Flemming, N.C., Pirazzoli, P.A. 1981: Archeologie des cotes de la Crete. Histoire et Archeologie, Les dossiers, 50, 80p.
- Guernet, C., 1971: Etudes geologiques en Eubee et dans les regions voisines (Grece), Paris.
- Gorshikov, G., Yakushova, A. 1977: Physical Geology (english translation), Mir Publishers, Moscow, 526-528.
- Jackson, J.A., Gagnepain, J., Houseman, G., King, G., Papadimitriou, P., Soufleris, C. and Virieux, J. 1982: Seismicity, normal faulting, and the geomorphological development of the Gulf of Corinth (Greece): the Corinth earthquakes of February and March 1981. Earth Planet. Sci. Lett., 57, 377-397.
- Kraft, J.C., Rapp, G., Szeimler, G.J., Tziavos, Ch., Kase, E.W. 1987: The pass at Thermopylae, Greece. Journal of Field Archaeology, 14, 181-198.
- Makropoulos, K.C., Burton, P.W. 1981: A catalogue of seismicity in Greece and the adjacent areas. Geophys. J. R. Astron. Soc., 65, 741-762.
- Μαριολάκος, Η. 1975: Σκέψεις και απόψεις επί ωρισμένων προβλημάτων της γεωλογικής και τεκτονικής δομής της Πελοποννήσου. Γεωλ.Χρον. των Ελλην.Χωρών, 27, 215-313.
- Mariolakis, I., Papanikolaou, D., Symeonidis, N., Lekkas, S., Karotsieris, Z. and Sideris, C. 1982: The deformation of the area around the Eastern Korinthian Gulf, affected by the earthquakes of February-March 1981. IGEAT Symp. Proc., 1, 400-420.
- Mariolakis, I. και Stiros, S.C. 1987: Quaternary deformation of the Isthmus and the gulf of Corinthos (Greece). Geology, 15, 225-228.
- Μαριολάκος, Η. και Στείρος, Σ. 1988: Είναι η πρόσφατη εξέλιξη της Βόρειας Πελοποννήσου αποτέλεσμα λιθοσφαιρικού τριεγκυμμού; Ανακοίνωση στο 4ο Συνέδριο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας.
- Negris, Ph. 1904: Vestiges antiques submerges. Athen. Mitt., 29, 341-363.
- Παπανικολάου, Δ., Μαριολάκος, Η., Λέκκας, Ε., Λόζιος, Σ. 1988, Μορφοτεκτονικές παρατηρήσεις στη λεκάνη Ασωπού και την παραλιακή ζώνη Ωρωπού. Συμβολή στη Νεοτεκτονική της Βόρειας Αττικής. Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας, 20, 251-268.
- Pirazzoli, P.A. 1986: Marine notches. In: Sea level Research: a manual for the collection and evaluation of data, Geo Books, Norwich.

Stiros, S.C. 1985: Archaeological and geomorphic evidence of Late Holocene vertical motions in the N. Euboean gulf (Greece) and tectonic implications. Δημοσίευση Εκθεση ΙΓΜΕ.

Στείρος, Σ., Παπαγεωργίου, Σ. 1987: Συμβολή στην παλαιογεωγραφία της περιοχής Μαγνησίας-Φθιώτιδας. Πρακτικά Διεθνούς συνεδρίου στη μνήμη Δ. Θεοκάρη, Βόλος (υπό εκτύπωση).

Stiros, S.C. 1988: Model for the North Peloponnesian (Central Greece) uplift. J. Geodynamics, 9, 199-214.

West, D., McCumb, 1988: Coastline uplift in Oregon and Washington and the nature of Cascadia subduction-zone tectonics. Geology, 16, 169-172.