

## ΑΡΧΑΙΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΛΙΒΑΝΑΤΩΝ - ΚΥΝΟΥ - ΑΡΚΙΤΣΑΣ ΚΑΤΑ ΤΟ ΟΛΟΚΑΙΝΟ

Γ.-Παπαναστασίου Κ.\*, Χ. Μαρουκιάν\*, Δ. Παπαναστασίου.\*\* και Ν. Παλυβός\*

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ευρύτερη περιοχή της Λοκρίδας θεωρείται τεκτονικά ενεργή και χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη σειράς κλιμακωτών ρηξιγενών ζωνών με γενική διεύθυνση ΔΒΔ-ΑΝΑ και κλίση προς Β. Στο ανατολικό της άκρο ευρίσκεται η περιοχή Λιβανάτων - Κύνου - Αρκίτσας, η μορφολογία της οποίας έχει επηρεασθεί από την τεκτονική δραστηριότητα της ευρύτερης περιοχής και τα μεγάλα σεισμικά γεγονότα του πρόσφατου παρελθόντος, με συνέπεια την ύπαρξη παράκτιων αναβαθμίδων, ανυψωμένων ακτολίθων, θαλάσσιων εγκοπών, μετατοπισμένων κοιτών, ασύμμετρων κοιλάδων και αποθέσεων θαλάσσιου σεισμικού κύματος (tsunami).

Λεπτομερής γεωμορφολογική χαρτογράφηση έδειξε την ύπαρξη 4 κυρίων αναβαθμίδων που φθάνουν μέχρι τα 60μ με μορφολογική κλίση προς νότο, ανυψωμένων ακτολίθων μέχρι 1.5μ καθώς και διευρυμένης θαλάσσιας εγκοπής εύρους 1μ, γεωμορφές που μαρτυρούν πρόσφατες ανυψωτικές κινήσεις.

Τα γεωμορφολογικά δεδομένα, συσχετίστηκαν με την ιστορία των παράκτιων αρχαιολογικών θέσεων (Κύνος-Αλόπη), με ενδείξεις σεισμικών γεγονότων κατά τους ιστορικούς χρόνους καθώς και με την ύπαρξη θαλάσσιων αποθέσεων προερχομένων από σεισμικό κύμα, με απώτερο σκοπό την κατανόηση της παλαιογεωγραφικής εξέλιξης και της σεισμικής ιστορίας της περιοχής κατά το Ανώτερο Ολόκαινο.

### ABSTRACT

The broader area of Lokris (Central Greece) is tectonically active and step-like is characterized by a series of parallel normal fault zones striking WNW-ESE and dipping to the north. In the area of Livanates - Kynos - Arkitsa, the coastal morphology has been significantly affected by active tectonism and the large earthquakes that have occurred in the recent past.

Detailed geomorphological mapping revealed the existence of four main terraces, reaching up to 60 m in elevation and having a general tilt to the south, raised beachrocks up to 1.5 m above M.S.L. and wave cut notches, landforms that provide testimony of recent coastal uplift in the area.

An attempt was made to correlate the geomorphological evidence with the history of coastal archaeological sites (Kynos - Alope), with evidence of earthquakes during historical times and with the existence of tsunami deposits. The ultimate goal was to better understand the palaeogeographic evolution and the seismic history of the area during the Upper Holocene.

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η περιοχή Λοκρίδας, χαρακτηρίζεται από ενεργή τεκτονική και σημαντική πρόσφατη σεισμική δραστηριότητα, η οποία έχει αποτυπωθεί στην μορφολογία της με την παρουσία χαρακτηριστικών γεωμορφών, όπως παράκτιων αναβαθμίδων, ανυψωμένων ακτολίθων, θαλάσσιων εγκοπών, μετατοπισμένων κοιτών και ασύμμετρων κοιλάδων.

Η περιοχή αυτή όπως αναφέρουν ιστορικές πηγές και επιβεβαιώνουν οι αρχαιολογικές ανασκαφές (Oldfather, 1916; Fossey, 1990), παρουσιάζει συνεχή κατοίκηση από τη Νεολιθική περίοδο, με αποτέλεσμα την ύπαρξη πολλών σημαντικών αρχαιολογικών θέσεων και ιδιαίτερης σημασίας στις παράκτιες θέσεις του επίνειου της Οπούντιας Λοκρίδας Κύνου και της πόλης Αλόπης.

Οι παράγωγες γεωμορφές και η ύπαρξη αρχαιολογικών δεδομένων, αποτέλεσε την αφορμή για μια συνθετική αρχαιογεωλογική και μορφοτεκτονική μελέτη, με σκοπό την κατανόηση της γεωμορφολογικής εξέλιξης της περιοχής Λιβανάτων - Κύνου - Αρκίτσας και την πληρέστερη γνώση της σεισμικής της ιστορίας κατά το ανώτερο Ολόκαινο.

\* Τομέας Γεωγραφίας-Κλιματολογίας, Τμήμα Γεωλογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών.

\*\* Γεωδυναμικό Ινστιτούτο, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών.

Προς τούτο εκπονήθηκε λεπτομερής παράκτια γεωμορφολογική χαρτογράφηση σε κλίμακα 1/5.000 και κατά θέσεις αποτύπωση επιλεγμένων τομών σε κλίμακα 1/100. Για τη συμπλήρωση της στρωματογραφίας σε βάθος, έγινε δειγματοληπτική γεώτρηση 2μ. Επίσης έγιναν σχετικές χρονολογήσεις στις αποθέσεις που συνέβαλαν στη χρονική οριοθέτηση των γεωμορφολογικών διεργασιών.

## ΓΕΩΛΟΓΙΑ

Από τη δεκαετία του 1970 αρκετοί ερευνητές μελέτησαν την γεωλογία της ευρύτερης περιοχής της Λοκρίδας επικεντρώνοντας κυρίως στη στρωματογραφία των μεταλλικών αποθέσεων και την Νεοτεκτονική με σημαντικότερους τους Keraudren, 1970, 1971, 1972; Philip, 1974; Bousquet et al., 1976; Lemeille, 1977; Gillet et al., 1979; Rondoyianni, 1984; Roberts & Jackson, 1991.

Το αλπικό υπόβαθρο της περιοχής Αρκίτσας - Κύνου - Λιβανάτων, συνίσταται από Τριαδικούς-Ανω Ιουρασικούς τεφρόχρους νηριτικούς δολομίτες και δολομιτικούς ασβεστόλιθους (Σχ. 1).

Τα μεταλλικά ιζήματα συνίστανται από Πλειοκαινικές ποταμοχειμάρριες αποθέσεις καθώς και από λιμναίες κίτρινες μάργες και άμμους με ενδιαστρώσεις πλακωδών μαργαϊκών ασβεστόλιθων και κροκαλοπαγών. Χαρακτηριστική είναι η εμφάνιση, με τη μορφή κρούστας, συμπαγούς στρώματος ωολιθικού ασβεστόλιθου κίτρινου χρώματος, περιέχοντος ελώδη πανίδα (Paludal). Η εξαλιώωση αυτού του στρώματος δίνει "terra rossa" της οποίας ο σχηματισμός αποδίδεται στην μεσοπαγετώδη περίοδο Mindel-Riss (Pechoux et al., 1973; Celet & Delcourt, 1990).

Οι Ανω Πλειστοκαινικές-Ολοκαινικές αποθέσεις συνίστανται από ποταμοχειμάρρια ιζήματα σε μορφή αλλουβιακών κώνων και ριπιδίων, και από παράκτιες άμμους και κροκάλες.

Η ανατολική Λοκρίδα χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη σειράς κλιμακωτών ρηξιγενών ζωνών, γενικής διεύθυνσης ΔΒΔ-ΑΝΑ και κλίσης προς βορρά. Η ρηξιγενής ζώνη που οριοθετεί τις βόρειες παρυφές του ορεινού όγκου της Κνημίδας, μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελείται από τις εξής διακριτές ρηξιγενείς ζώνες: Καμμένων Βούρλων στα δυτικά, Αγίου Κωνσταντίνου στο κέντρο, και Λόγγου-Αρκίτσας στα ανατολικά. Η περιοχή μελέτης ευρίσκεται στην ανατολική απόληξη της ρηξιγενούς ζώνης Λόγγου-Αρκίτσας, η οποία διακλαδίζεται σε τρεις μικρότερες, γενικής διεύθυνσης Α-Δ, εκτεινόμενες ανατολικά στο Βόρειο Ευβοϊκό Κόλπο.

## ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

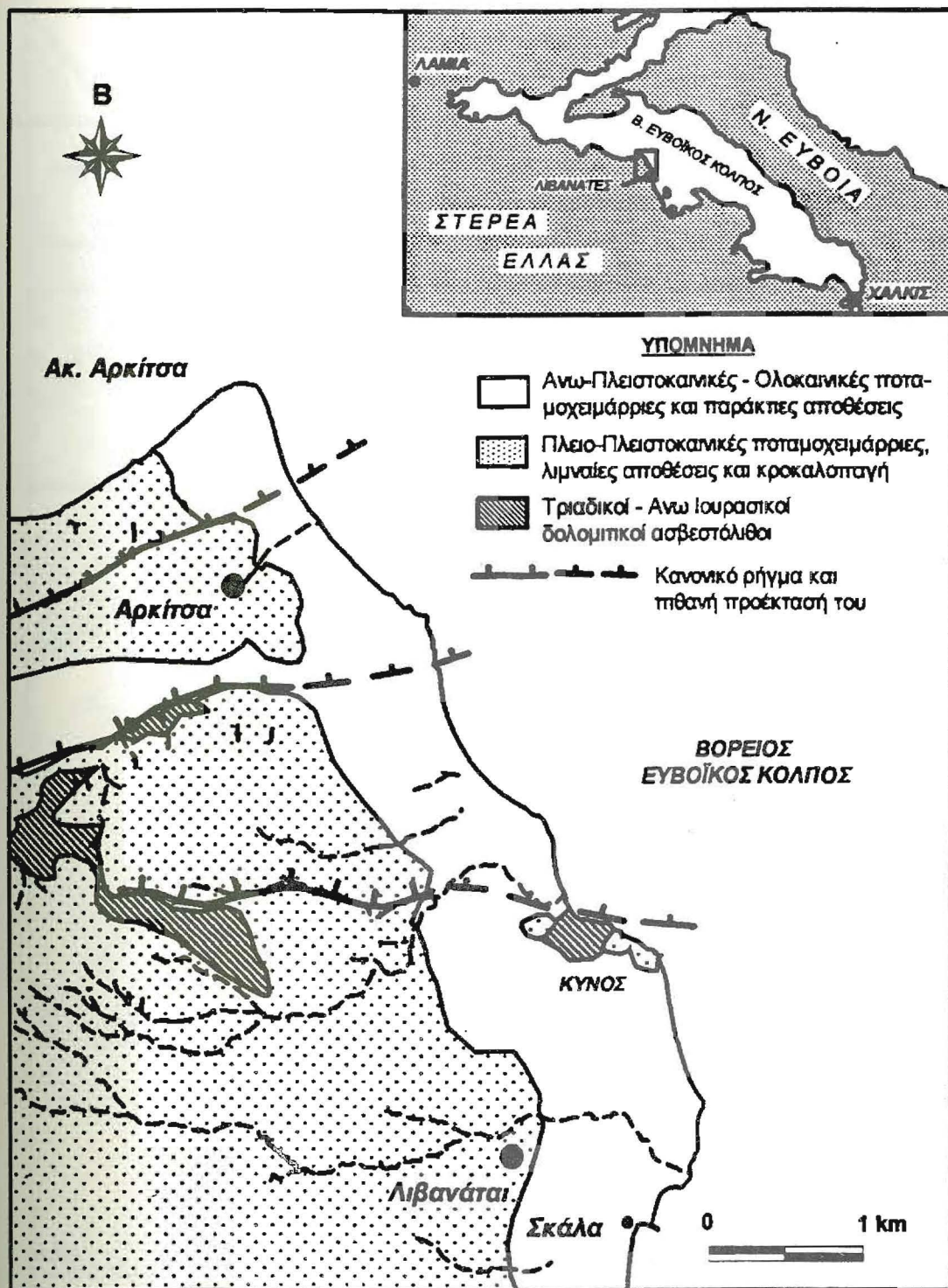
Στη γεωμορφολογία της περιοχής αντικατοπτρίζεται η πρόσφατη τεκτονική δραστηριότητα.

Παρατηρούνται 4 κύριες αναβαθμίδες σε ύψη 2-3μ, 4-20μ, 40-50μ και 60μ καθώς και μία παλαιότερη υπολειματική σε ύψος 150μ. Επιπλέον οι κεντρικές κοίτες των 2 κυριότερων χειμάρρων που ευρίσκονται δυτικά και βόρειοδυτικά των Λιβανάτων και που ρέουν με διεύθυνση Α-Δ, έχουν εγκυβωτιστεί στις Πλειοπλειστοκαινικές αποθέσεις, παρουσιάζοντας ασύμμετρες εγκάρσιες τομές των κοιλάδων τους με απότομες κλιθείς στη νότια πλευρά τους. Οι ίδιοι χείμαρροι διαβρώνοντας τα ριπιδία τους παρουσιάζουν μία μετατόπιση της κοίτης τους προς νότο.

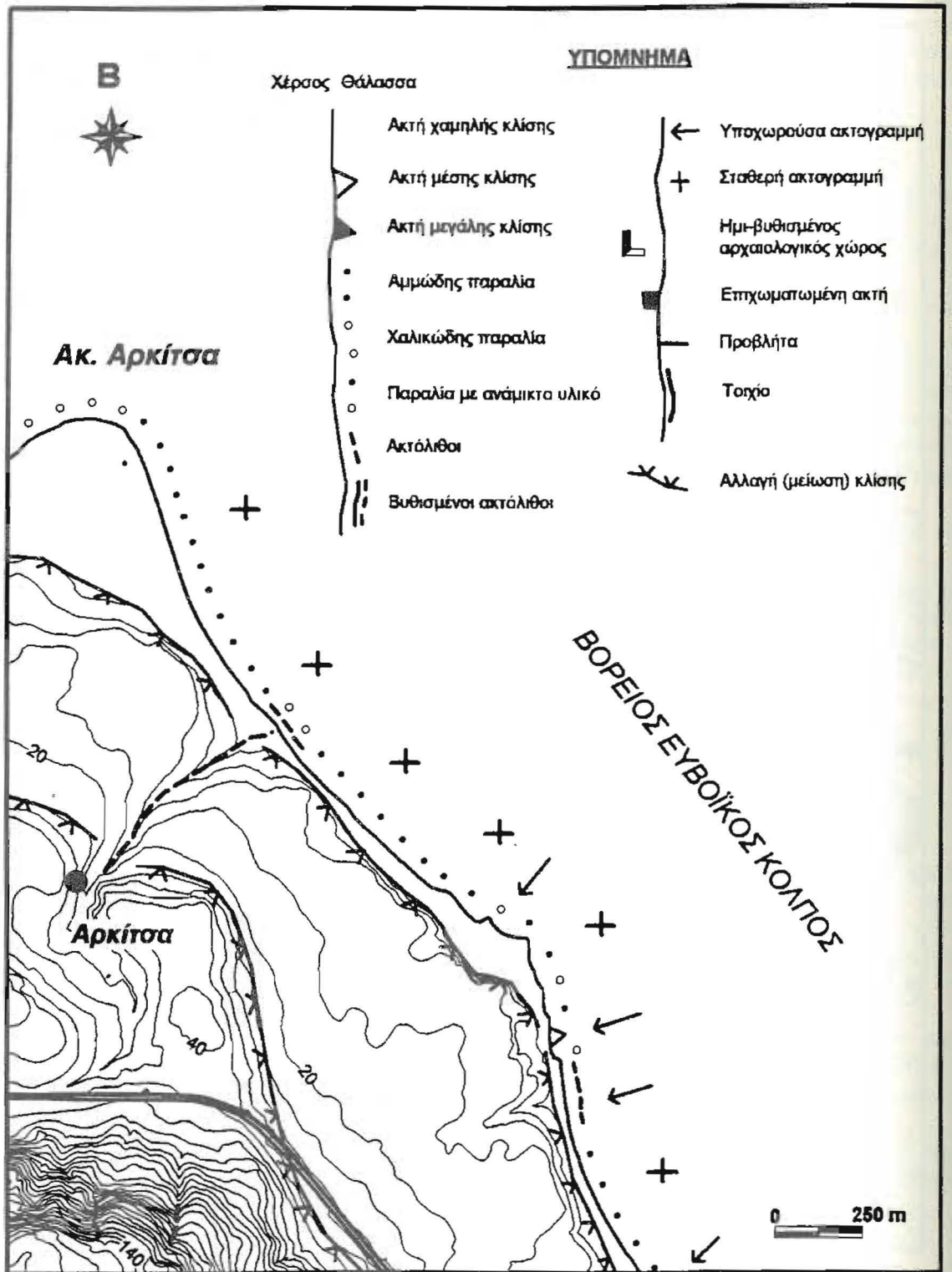
Η παράκτια περιοχή μεταξύ Σκάλας Λιβανάτων - Αρκίτσας μελετήθηκε λεπτομερέστερα και χαρτογραφήθηκε σε κλίμακα 1:5.000 (Σχ. 2) Σ' αυτή απαντώνται κυρίως ποταμοχειμάρριες αποθέσεις με μορφές αλλουβιακών κώνων και ριπιδίων με περιοχή τροφοδοσίας τους Πλειοπλειστοκαινικούς σχηματισμούς δυτικά των Λιβανάτων.

Οι ακτές βρίσκονται σε καθεστώς υποχώρησης δίνοντας χαμηλούς κρημνούς, ύψους μέχρι 3μ, με μια στενή λωρίδα ασύνδετων υλικών μπροστά από αυτούς, εκτός της περιοχής Αρκίτσας όπου επικρατούν οι θαλάσσιες διεργασίες απόθεσης δίδοντας σχετικά σταθερή ακτογραμμή.



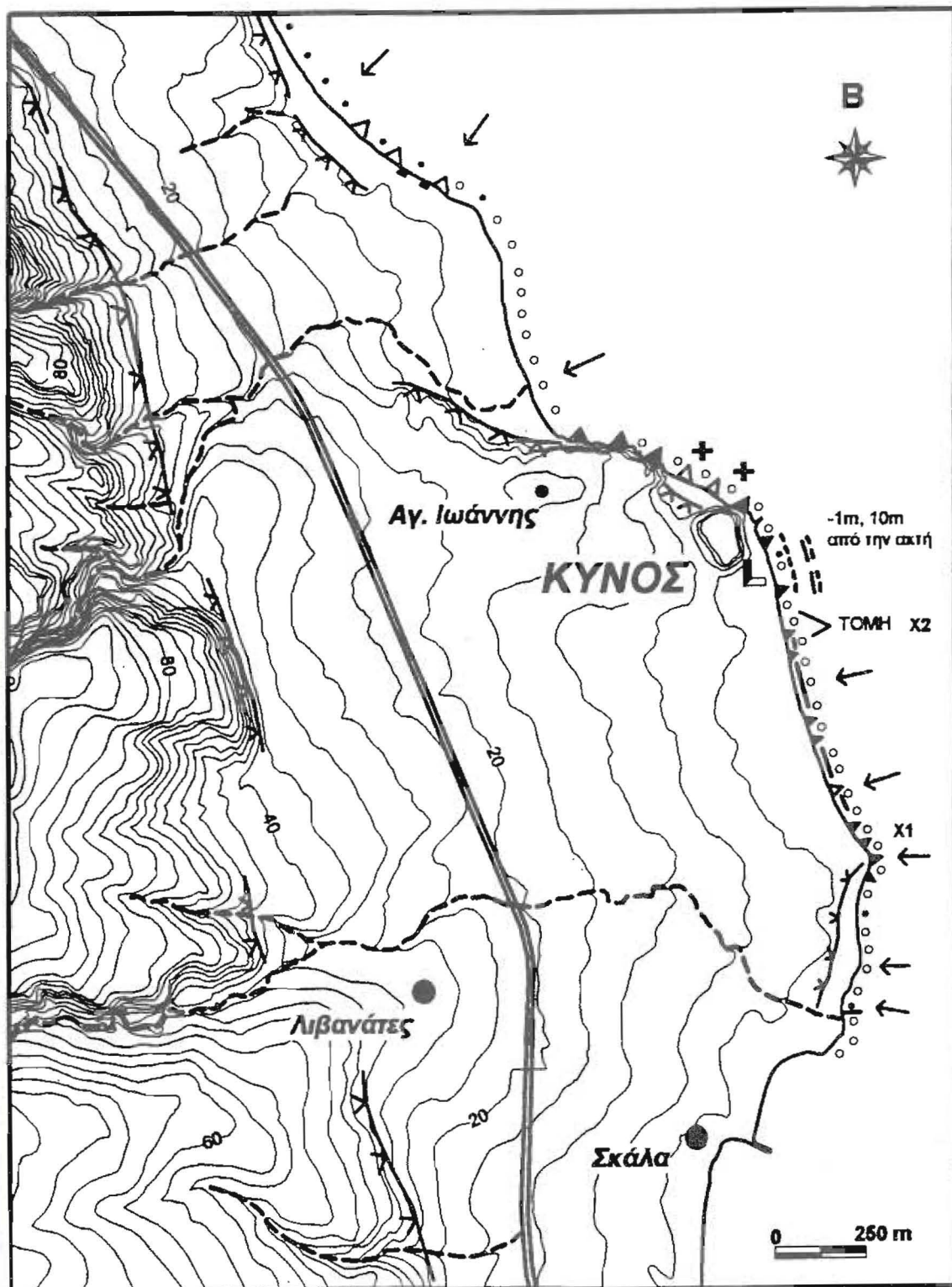


Σχ. 1. Απλοποιημένος γεωτεκτονικός χάρτης της περιοχής μελέτης.



Σχ. 2. Παράκτιος γεωμορφολογικός χάρτης στην περιοχή μελέτης.





Σχ. 2. (Συνέχεια).

Αναλυτικότερα εξετάζοντας την περιοχή Σκάλα Λιβανάτων έως τον Κύνο, η διαβάθμιση του υλικού είναι αδρομερής, με χαλικώδες υλικό εκτός δύο θέσεων που αντιστοιχούν σε παλαιές κοίτες χειμάρρων (X1, X2) όπου απαντώνται κροκάλες έως και ογκόλιθοι. Στην παράκτια ζώνη του αρχαιολογικού χώρου του Κύνου παρατηρούνται δυο σειρές ακτολίθων (beachrocks), μέχρι ύψους 1.5μ, να καλύπτουν ημιβυθισμένες ανθρωπογενείς κατασκευές οι οποίες προεκτείνονται κάτω από τις χερσαίες αποθέσεις.

Μετά τον αρχαιολογικό χώρο του Κύνου (λόφος Αγίου Ιωάννου), και προς την Αρκίτσα, απαντώνται απόκρημνες βραχώδεις ακτές λόγω της εμφάνισης Ανω Κρητιδικών-Ιουρασικών ασβεστολίθων. Επίσης σε υπολειμματικούς βράχους παρατηρούνται θαλάσσιες εγκοπές (notches), σε ύψος 1,2μ.

Προς τα βόρεια, το παράκτιο ανάγλυφο μειώνεται με τοπικές εμφανίσεις χαμηλών κρημών ενώ η διαβάθμιση του παράκτιου υλικού παρουσιάζεται μειούμενη προς την περιοχή της Αρκίτσας δίνοντας αμμώδεις παραλίες.

Σε απόσταση 1χλμ ανατολικά της Αρκίτσας, παρατηρείται χαμηλή προσχωσιγενής παραλία σε μορφή ακρωτηρίου, αποτελούμενη από ανάμικτο υλικό οφειλόμενο σε συγκλίνουσες θαλάσσιες διεργασίες παράκτιων ρευμάτων και κυματισμού.

Στην παράκτια ζώνη από Σκάλα Λιβανάτων έως την Αρκίτσα παρατηρείται μια σχεδόν συνεχής μορφολογική κάμψη του ανάγλυφου στο ύψος των 4μ που είναι δυνατόν να αποδοθεί σε παλαιοακτί του Ανω Ολοκαίνου.

### ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΠΑΡΑΚΤΙΟΥ ΚΡΗΜΝΟΥ

Στη θέση X2, και σε μήκος 120μ από νότο προς βορρά, έγινε λεπτομερής στρωματογραφική αποτύπωση του παράκτιου κρημονού, ο οποίος παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον από γεωμορφολογική και αρχαιολογική άποψη (Σχ. 3).

Στη βάση της τομής παρατηρείται παλαιά ποταμοχειμάρρια απόθεση (Α) κιτρινωπού χρώματος, περικλείουσα μεταφερμένα κεραμικά ενώ σε μια θέση διατηρούνται ίχνη φωτιάς. Η απόθεση, με τη διάνοιξη γεώτρησης, διαπιστώθηκε ότι συνεχίζεται σε βάθος κάτω από τη στάθμη της θάλασσας.

Της απόθεσης (Α) υπέρκειται ποταμοχειμάρριες υπερόχθιες αποθέσεις (Β) περικλείουσες μεταφερθέντα κεραμικά και στρώμα καταστροφής (Β<sub>1</sub>) εκτεινόμενο στην τομή από τα 75-120μ. Τα υπάρχοντα σπασμένα κεραμικά μελετήθηκαν από τους αρχαιολόγους της Εφορείας Αρχαιοτήτων Φθιώτιδας και προσδιορίστηκαν ως Ρωμαϊκά, του μεν στρώματος (Α) του 1ου έως 2ου μ.Χ αιώνα και του στρώματος (Β<sub>1</sub>) του 3ου έως 4ου μ.Χ αιώνα.

Σημαντική είναι η εμφάνιση στα πρώτα δέκα μέτρα του νοτίου άκρου της τομής στρώματος (Τ), ευρισκόμενο μεταξύ των αποθέσεων (Α) και (Β), αποτελούμενο από θαλάσσια άμμο και χάλικες περιέχων θαλάσσια όστρακα και θραύσματα αυτών. Το στρώμα (Τ) πάχους 10εκ αποδίδεται σε θαλάσσιο σεισμικό κύμα (tsunami).

Στο στρώμα (Β) παρατηρούνται παλαιοκοίτες που το έχουν διαβρώσει κατά θέσεις και έχουν πληρωθεί δευτερογενώς με ποταμοχειμάρρια υλικά (Γ).

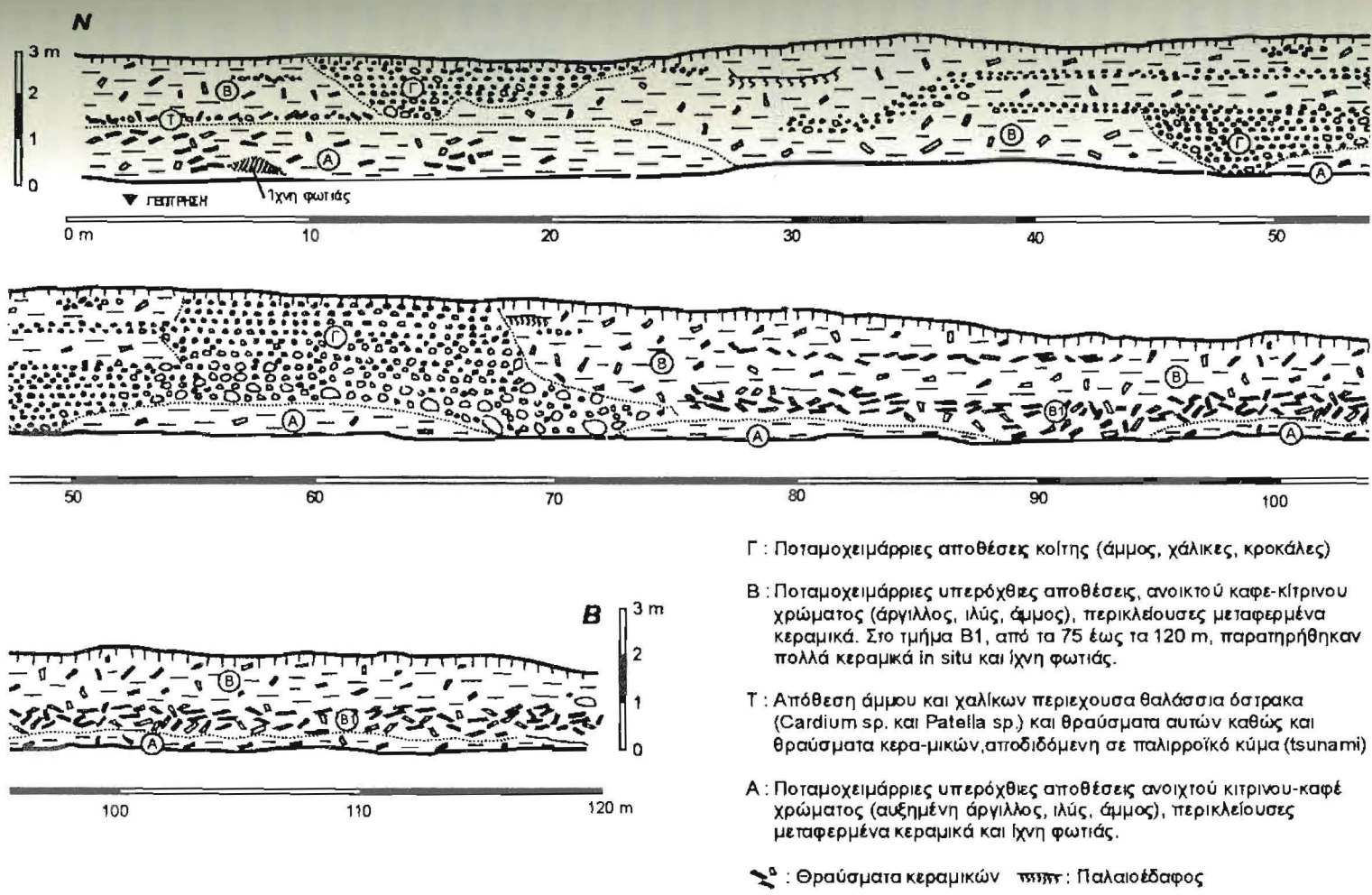
### ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΙΚΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗ

Για τη συμπλήρωση της στρωματογραφίας της περιγραφείσας τομής, σε βάθος, έγινε δειγματοληπτική γεώτρηση 2μ στο νότιο άκρο της τομής (Σχ. 4).

Μετά τα 10εκ που αντιστοιχούν στη σύγχρονη παραλία, διαπιστώθηκε η συνέχεια του στρώματος (Α) της βάσης της τομής έως το βάθος των 30εκ.

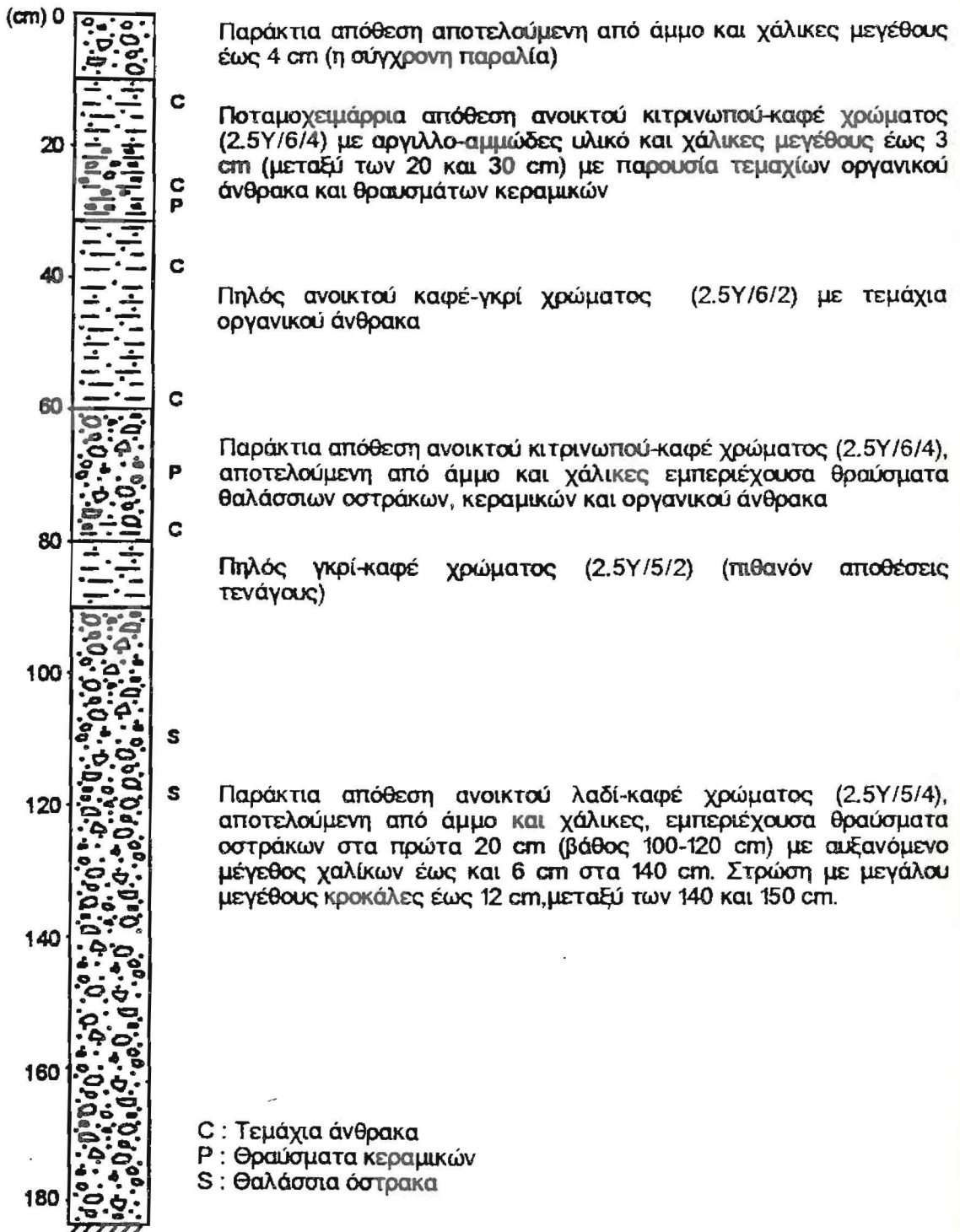
Τα επόμενα 30-90εκ είναι λεπτόκοκκες χερσαίες, παράκτιες αποθέσεις (πηλός) που πιθανόν αντιστοιχούν σε ήρεμο και αβαθές περιβάλλον απόθεση (τέναγος). Στο στρώμα αυτό παρεμβάλλεται μεταξύ 60-80εκ απόθεση από άμμο και χάλικες εμπεριέχουσα θραύσματα θαλάσσιων οστράκων, κεραμικών και οργανικού άνθρακα.





- Γ : Ποταμοχειμάρριες αποθέσεις κολής (άμμος, χάλικες, κροκάλες)
  - Β : Ποταμοχειμάρριες υπερόχθεις αποθέσεις, ανοικτού καφε-κίτρινου χρώματος (άργιλλος, ιλύς, άμμος), περικλείουσες μεταφερμένα κεραμικά. Στο τμήμα Β1, από τα 75 έως τα 120 m, παρατηρήθηκαν πολλά κεραμικά in situ και ίχνη φωτιάς.
  - Τ : Απόθεση άμμου και χαλκών περιεχουσα θαλάσσια δατράκα (Cardium sp. και Patella sp.) και θραύσματα αυτών καθώς και θραύσματα κερα-μικών, αποδιδόμενη σε παλιρροϊκό κύμα (tsunami)
  - Α : Ποταμοχειμάρριες υπερόχθεις αποθέσεις ανοικτού κίτρινου-καφέ χρώματος (αυξημένη άργιλλος, ιλύς, άμμος), περικλείουσες μεταφερμένα κεραμικά και ίχνη φωτιάς.
- Θραύσματα κεραμικών   
 Παλιόεδαφος

Σχ. 3. Στρωματογραφική τομή κατά μήκος της ακτής στη θέση Κύνος (X2).



Σχ. 4. Δειγματοληπτική γεώτρηση στη θέση Κύνος (X2).



Τέλος, στο υπόλοιπο τμήμα της τομής, παρατηρείται παράκτια απόθεση αποτελούμενη από άμμο και χάλικες εμπεριέχουσα θραύσματα θαλασσίων οστράκων και ενδιαστρώσεις με αδρομερέστερο υλικό.

### ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ

Αποτέλεσμα της ενεργής τεκτονικής, η ευρύτερη περιοχή της Λοκρίδας, έχει υποστεί απο αρχαιοτάτων χρόνων τις συνέπειες καταστροφικών σεισμών. Αυτό προκύπτει απο τις εκτεταμένες αρχαιολογικές ανασκαφές και έρευνες που έχουν διενεργηθεί στην περιοχή, τις γραπτές αναφορές των ιστορικών της αρχαιότητας και απο τα δεδομένα της σεισμικότητας των τελευταίων αιώνων. (Ambraseys & Jackson, 1990; Ambraseys & White, 1997; Guidoboni et al., 1994; Papazachos & Papazachou, 1997)

Οι παλαιότερες, γνωστές μέχρι σήμερα, ενδείξεις σεισμών προέρχονται από ανασκαφές που διενεργήθηκαν στην ακρόπολη του Κύνου (Dakoronia, 1996), οι οποίες αποκάλυψαν στρώματα καταστροφής που αποδόθηκαν σε δύο σεισμικά γεγονότα στο τέλος της Υστερο-Ελλαδικής περιόδου III C, 12ος π.Χ. αιώνας.

Εκτεταμένες αναφορές υπάρχουν, απο τον Θουκυδίδη, τον Στράβωνα που αναφέρει πληροφορίες του Δημήτριου Καλλατιανού καθώς και του Διόδωρου του Σικελού, για τον ισχυρό σεισμό που έπληξε την ευρύτερη περιοχή της Λοκρίδας και της Β. Εύβοιας, το 426 π.Χ. Ο σεισμός αυτός είναι ένας από τους πιο καταστροφικούς που αναφέρονται σε αρχαία κείμενα με καταρεύσεις και καταστροφές των κτισμάτων, με χιλιάδες θύματα, εμφάνιση θαλάσσιου σεισμικού κύματος (tsunami) και σημαντικές αλλαγές στο φυσικό περιβάλλον.

Αναφορές υπάρχουν για τους σεισμούς του 105 μ.Χ. (Ευσέβιος) που κατέστρεψε την περιοχή της Οπούντιας Λοκρίδας και των Ωρεών της Β. Εύβοιας, και του 551 (Προκόπιος απο την Καισάρεια) που επέφερε σημαντικές καταστροφές στη περιοχή της Λοκρίδας.

Επιπλέον, σύμφωνα με τους αρχαιολόγους της Εφορείας Κλασσικών Αρχαιοτήτων Φθιώτιδας, παρατηρήθηκαν στρώματα καταστροφής Ρωμαϊκής ηλικίας, σε ανασκαφές στην παραλία Λιβανάτων καθώς και στην Αλόπη όπου επιπλέον παρατηρήθηκε και απόθεση θαλάσσιου σεισμικού κύματος (tsunami). Οι καταστροφές αυτές αποδίδονται σε σεισμικά γεγονότα.

Ο επόμενος καταστροφικός σεισμός είναι αυτός της 27ης Απριλίου 1894 (καθώς και ο προσεισμός του της 20ης Απριλίου) που έπληξαν την παράκτια περιοχή απο τον Άγιο Κωνσταντίνο στα βοριοδυτικά έως τη Λάρυμνα στα νοτιανατολικά, με την εμφάνιση θαλάσσιου σεισμικού κύματος. Για τους σεισμούς αυτούς υπάρχουν πολλές αναφορές για τα ανθρώπινα θύματα, τις καταστροφές αλλά και αρκετά λεπτομερείς περιγραφές των συνεπειών τους στο φυσικό περιβάλλον (Skouphos, 1894; Μητσόπουλος 1895; Papavasiliou 1894a, b). Όλες οι αναφορές συνηγορούν ότι ο σεισμός αυτός προκλήθηκε απο δραστηριοποίηση του ρήγματος της Αταλάντης με επιφανειακή διάρρηξη σε μήκος τουλάχιστο 25χλμ και κατακόρυφη μετατόπιση της τάξης του 1μ. Σε πολλές θέσεις του ρήγματος αυτού είναι μέχρι σήμερα ορατή η διάρρηξη που προέρχεται απο τον σεισμό αυτό.

Σύμφωνα με τα αρχεία του Γεωδυναμικού Ινστιτούτου του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, και των Makropoulos et al., 1989; η σεισμικότητα κατά τον παρόντα αιώνα παραμένει χαμηλή, και οι σεισμοί που καταγράφηκαν είχαν τοπικό μέγεθος μικρότερο του 5.0 της κλίμακας Richter.

### ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα στοιχεία που προέκυψαν από την παράκτια γεωμορφολογική χαρτογράφηση, την στρωματογραφική μελέτη του παράκτιου κρημνού, την δειγματοληπτική γεώτρηση και τις σχετικές χρονολογήσεις γίνεται αντιληπτό ότι η γεωμορφολογία της μελετηθείσας περιοχής έχει υποστεί σειρά σημαντικών μεταβολών κατά το Ανώτερο Ολόκαινο.

Η πρώτη και σημαντικότερη μεταβολή στην παλαιογεωγραφία της περιοχής, σημειώνεται με το τέλος της τελευταίας παγετώδους περιόδου όπου με τη θαλάσσια επίκλυση, δημιουργείται ο βόρειος Ευβοϊκός Κόλπος, ενώ όταν η θαλάσσια στάθμη έφτασε τα σημερινά περίπου επίπεδα πριν από 5.000-6.000 χρόνια καλύφθηκε και η προϋπάρχουσα χέρσος βόρεια και νότια του Κύνου.

Στη συνέχεια τα δεδομένα της δειγματοληπτικής γεώτρησης αποδεικνύουν ότι κατά τα προ-Ρωμαϊκά χρόνια η περιοχή μελέτης ήταν καλυμμένη από θάλασσα και ο αρχαιολογικός χώρος του Κύνου πρέπει να αποτελούσε μια μικρή χερσόνησο. Σ' αυτό συνηγορούν τόσο η τοπογραφία της περιοχής όσο και η ύπαρξη ημιβυθισμένων αρχαιολογικών κατασκευών νότια του αρχαιολογικού χώρου που



είναι δυνατόν να αποδοθούν σε λιμενικές εγκαταστάσεις. Η παρατήρηση ότι οι ημιβυθισμένες αρχαιολογικές αυτές κατασκευές προεκτείνονται κάτω από τις χερσαίες Ρωμαϊκές αποθέσεις μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι το αρχαίο λιμάνι του Κύνου θα πρέπει να είναι καλυμμένο από τις ποταμοχειμάρειες αποθέσεις γεγονός που δικαιολογεί την μη μέχρι τώρα εύρεσή του.

Η επέκταση των δυο ριπιδίων της περιοχής Λιβανάτων είχε σαν αποτέλεσμα την προέλαση της χέρσου προς τα ανατολικά και την χέρσου της περιοχής μελέτης κατά την Ρωμαϊκή περίοδο.

Ακολούθησε περίοδος διάβρωσης δίνοντας παλαιοανάγλυφο με χαρακτηριστικές παλαιοκοίτες οι οποίες στη συνέχεια πληρώθηκαν από μία μεθύτερη περίοδο απόθεσης. Τα ριπίδια σήμερα είναι αδρανή και οι απολήξεις των στη παραλιακή ζώνη βρίσκονται σε καθεστώς διάβρωσης.

Οι παρατηρούμενοι ακτόλιθοι κατά μήκος των σημερινών ακτών προυποθέτουν μία σταθεροποίηση της ακτογραμμής για την δημιουργία τους, ενώ η σημερινή θέση της ανώτερης σειράς των ακτολίθων που φθάνει μέχρι 1.5μ, δηλώνει ανοδική κίνηση της χέρσου.

Όσον αφορά την σεισμική ιστορία της περιοχής, απο την απόθεση του σεισμικού κύματος (Τ) που παρατηρήθηκε στην μελετηθείσα τομή, τα παρατηρηθέντα στρώματα καταστροφής και αποθέσεων του σεισμικού κύματος (tsunami) στην παραλία Λιβανάτων και στην Αλόπη, σε συνδυασμό με τις σχετικές χρονολογήσεις, μπορούν να αποδοθούν στον σεισμό του 105μΧ. Ο σεισμός αυτός σύμφωνα με τις αναφορές των ιστορικών κατέστρεψε την περιοχή της Οπούντιας Λοκρίδας.

Το στρώμα καταστροφής (B1) θα πρέπει να αποδοθεί σ'ένα μεθύτερο σεισμικό γεγονός. Μη έχοντας όμως απόλυτες χρονολογήσεις θα μπορούσαμε σε μία πρώτη προσέγγιση να το συσχετίσουμε με τον σεισμό του 551 μΧ.

Οι ανυψωμένοι ακτόλιθοι υποδηλώνουν μία πρόσφατη ανοδική κίνηση κατά τους νεότερους χρόνους, εφ'όσον αυτή τοποθετείται στο τελευταίο στάδιο της γεωμορφολογικής εξέλιξης της περιοχής.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ambraseys N. & J. Jackson. 1990. Seismicity and associated strain of central Greece between 1890 and 1988. *Geophys. J. Int.*, 101(3), 663-708.
- Ambraseys N. & D. White. 1997. The seismicity of the eastern Mediterranean region 550-1 BC: a reappraisal. *Journal of Earthquake Engineering*, 1(4), 603-632.
- Bousquet B., Dufaure J.J., Keraudren B., Pechoux P.Y., Philip H. & J. Sauvage. 1976. Essai de correlations stratigraphiques entre les facies marines, lacustres et continentaux du Pleistocene de Grece. *Bull. Soc. Geol. France*, 7, 28(2), 413-418.
- Celet P. & A. Delcourt. 1990. Les terrains neogenes de Locride (Grece) : leur situation et leur age. *Ann. Soc. Geol. Nord.* 80, 125-132.
- Dakoronia Ph. 1996. Earthquakes of the Late Helladic III period (12<sup>th</sup> century BC) at Kynos (Livanates, Central Greece). In *Archaeoseismology*, British School of Archaeology at Athens. Fitch Laboratory Occasional Paper 7, 41-44.
- Fossey J. M., 1990, The ancient topography of Opountian Lokris. J.C. Gieben publisher, Amsterdam. 256p.
- Gillet S., Sauvage J. & B. Keraudren. 1987. Etude Paleontologiques du Plio-Pleistocene de Locride et d' Eubee occidentale (Grece centrale): malacologie et palynologie. *Ann Geol. Pays Hellen.* 29(2), 554-580.
- Guidoboni E., Comastri A. & G. Traina. 1994. Catalogue of ancient earthquakes in the Mediterranean area up to the 10<sup>th</sup> century. 504 p.
- Keraudren B. 1970, 1971, 1972. Les formations Quaternaires marines de la Grece. These, Bull. Mus. Anthropol. Prehist. Monaco. 16:5-15, 17:87-169, 18:223-270.
- Makropoulos K., Drakopoulos J. & J. Latoussakis. 1989. A revised earthquake catalogue since 1897. *Geophys. J. Int.*, 98, 391-394.
- Μητσόπουλος Κ. 1985. Ο μεγάλος σεισμός της Λοκρίδας κατά τον Απρίλιο του 1894. Εθνικό Τυπογραφείο, 40σ, Αθήνα.
- Lemeille F. 1977. Etudes neotectoniques en Grece centrale nord-orientale (Eubee centrale, Attique, Beotie, Locride) et dans les Sporades du Nord (isle de Skiros). These, Univ. Paris XI, 173p.
- Oldfather W. 1916. Studies in the History and Topography of Lokris (I), (II). *American Journal of Archaeology*. 20, 32-61 & 154-172.



- Papavasiliou A., 1894a. Sur le tremblement de terre de Locride (Grece) du mois d'Avril 1894. C.R. Acad. Sci. Paris, 19, 112-114
- Papavasiliou A., 1894b. Sur la nature de la grande crevasse produite a la suite du dernier tremblement de terre de Locride, C. R. Acad. Sci. Paris, 19, 380-381,
- Papazachos B. & K. Papazachou. 1997. The earthquakes of Greece. Ziti Publ. 304 p. Thessaloniki.
- Pechoux P., Pegoraro O., Philip H. & J. Mercier. 1973. Deformations Miopliocenes et Quaternaires en extension et en compression sur les rivages du golfe Maliaque et du canal d'Atalanti. C.R. Acad. Sci. Paris. 276, 1813-1816.
- Philip H. 1974. Etude neotectonique des rivages Egeens en Locride et en Eubee nord occidentale., These Univ de Montpellier, 86p.
- Philippson A. 1894. Das dies jährige Erdbeben in Lokris, Ges. Erdkund. zu Berlin 21, 332-334.
- Roberts S. & J. Jackson. 1991. Active normal faulting in central Greece: an overview. Geol. Soc. Sp. Publ. 56, 125-142.
- Rondoyianni Th. 1984. Etude neotectonique des rivages occidentaux du canal d' Atalanti (Grece Centrale). These, Univ. Paris XI. 190p.
- Skouphos T. 1894. Die zwei grossen Erdbeben in Lokris am 8/20 und 15/27 april 1894. Ges. Erdkund. zu Berlin 29, p. 409-474.