

## ΑΝΩ ΠΛΕΙΣΤΟΚΑΙΝΙΚΕΣ ΦΑΣΙΚΕΣ ΑΚΟΛΟΥΘΙΕΣ ΣΤΗ Δ. ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟ (ΕΛΛΑΔΑ): ΜΙΑ ΑΝΤΑΠΟΚΡΙΣΗ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΑΛΛΑΓΗ ΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ\*

Α. ΣΤΑΜΑΤΟΠΟΥΛΟΣ<sup>1</sup> & Ν. ΚΟΝΤΟΠΟΥΛΟΣ<sup>2</sup>

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η μελέτη των περιβαλλόντων ιζηματογένεσης και των παγετοευστατικών κινήσεων της άνω Πλειστοκαινικής αναβαθμίδας στη περιοχή Λάπα-Ελαιότοπος, Δ. Πελοπόννησος έδειξε ότι: Η ιζηματογένεση έλαβε χώρα σ' ένα σύνθετο σύστημα φραγματικού νησιού-λιμνοθάλασσας, στο οποίο διακρίνονται τα περιβάλλοντα του φραγματικού νησιού, της λιμνοθάλασσας, της παλιρωϊκής πεδιάδας και του αλλουβιακού πεδίου. Από τη μελέτη μιας σειράς παραμέτρων στα ιζήματα αυτά, έδωσε την δυνατότητα της κατασκευής πίνακα με δεδομένα για την αναγνώριση αναλόγων περιβαλλόντων ιζηματογένεσης του Ελλαδικού χώρου, ανεξάρτητα της ηλικίας των. Αναγνωρίστηκε για κάθε τομή το είδος της ακολουθίας των ιζημάτων σε όρους επίκλισης ή απόσυρσης πάντα σε σχέση με τη μεταβολή του σχετικού επιπέδου της στάθμης της θάλασσας. Η πηγή τροφοδοσίας των ιζημάτων που μελετήθηκαν, με βάση τα βαρέα και αργιλικά ορυκτά είναι ο φλύσχος της ζώνης Γαβρόβου-Τριπόλεως. Αναγνωρίστηκαν τα περιβάλλοντα ιζηματογένεσης της πολύ πρόσφατης χερσαίας αναβαθμίδας του Βουπρασιού.

### ABSTRACT

The study of the sedimentary environments and the glacial-eustatic movements of the Quaternary deposits between the villages Lapa and Eleotopos, in the western Peloponnese Greece, have given the following conclusions: a) The Quaternary deposits built up a marine terrace. The marine terrace is subdivided by three secondary terraces. b). Each of these were formed by deposition in a lagoonal/barrier island system. The study of the physical parameters of the sediments of this system enable us to identify similar sedimentary environments in Greece. The transgressive and regressive facies in relative to sea level change were determined. c). The source area of the sedimentary environment studied was the flysch of the Gavrovo-Tripolitza zone. Also, it was recognized the depositional environments of the Holocene Vouprassio terrace.

**KEY WORDS:** upper Pleistocene sequences, sea level change, W. Peloponnese.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** άνω Πλειστοκαινικές ακολουθίες, μεταβολές του επιπέδου της στάθμης της θάλασσας, Δ. Πελοπόννησος.

### 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η θαλάσσια επίκλιση και απόσυρση είναι μια βασική έννοια στη γεωλογία που συνδέεται με τα παλαιά και σύγχρονα ιζηματογενή περιβάλλοντα απόθεσης κοντά στην ακτογραμμή. Τόσο η επίκλιση όσο και η απόσυρση όμως, μπορούν να μελετηθούν και να ταξινομηθούν με βάση τον ρυθμό απόθεσης

\* UPPER PLEISTOCENE SEQUENCES IN W. PELOPONNESE (HELLAS): A RELATIONSHIP WITH SEA LEVEL CHANGES.

<sup>1</sup> Λέκτορας, Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Γεωλογίας, 265 00 Ρίο, Πάτρα.

<sup>2</sup> Αναπληρωτής Καθηγητής, Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Γεωλογίας, 265 00 Ρίο, Πάτρα

αφ' ενός και τον ρυθμό μεταβολής της σχετικής στάθμης της θάλασσας αφ' ετέρου (Cunyat, 1964). Οι δύο αυτές παράμετροι που είναι στη φύση τους σύνθετες, προσδιορίζουν την περιβαλλοντική ερμηνεία και τη στρωματογραφία των ιζημάτων μιας γραμμικής κλαστικής ακτής. Βέβαια, στα ιζήματα του παρελθόντος οι ακολουθίες της επίκλησης ελάχιστα διασώζονται σε σχέση με τις ακολουθίες της απόσυρσης (Klein, 1974). Το αντίθετο συμβαίνει στη διάρκεια του Πλειστοκαίνου και κυρίως του Ολοκαίνου (Demarest & Kraft, 1987).

Η παράκτια ζώνη στη Δ. Πελοπόννησο καλύπτεται κύρια από μετα-Μειοκαινικά ιζήματα. Η περιοχή μελέτης βρίσκεται στο βόρειο τμήμα της τάφρου της Ήλιδος (Kowalczyk & Winter, 1979), μεταξύ των χωριών Λάπα και Ελαιότοπος (Εικ. 1). Χαρακτηρίζεται κυρίως από θαλάσσια / λιμνο-θαλάσσια ιζήματα τα οποία αναπτύσσονται μπροστά από τη λοφοσειρά Σκόλης και αποτελούν τμήμα μιας θαλάσσιας αναβαθμίδας του Ανώτερου Τυρρηνίου, καθώς επίσης και από τα ιζήματα μιας ποτάμιας Ολοκαινικής αναβαθμίδας (Stamatoroulos & Kontopoulos, 1994). Ετσι, η συχνότητα απάντησης επικλυσιογενών ακολουθιών, στα ιζήματα αυτά, θα είναι μεγάλη και μάλιστα μπορεί να συνδυάζεται με παγκόσμιους επικλυσιογενείς ρυθμούς όπως αυτό συμβαίνει και στις Πλειστοκαινικές και Ολοκαινικές ιζηματογενείς ακολουθίες της Κορινθιακής τάφρου (Keraudren & Sorel, 1987; Doutsos & Piper, 1990).

Στην εργασία αυτή περιγράφονται και ερμηνεύονται τα περιβάλλοντα ιζηματογένεσης καθώς και τα αποτελέσματα αυτής της ερμηνείας σε συνθήκες επίκλησης και απόσυρσης, καθώς και το μοντέλο ιζηματογένεσης των προαναφερθέντων ιζημάτων με σκοπό την εφαρμογή του και σε άλλες περιοχές με ανάλογα ιζήματα.

## 2. ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΡΕΥΝΑΣ

Για την επίλυση προβλημάτων και την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων που συνδέονται άμεσα με την αναγνώριση των διαδικασιών απόθεσης των ιζημάτων και των περιβαλλόντων ιζηματογένεσής τους καθώς και την στρωματογραφική διάρθρωση αυτών στην υπό μελέτη περιοχή, η υπαίθρια εργασία είχε ως αποτέλεσμα την επιλογή 14 αντιπροσωπευτικών τομών (Εικ. 1). Στις τομές αυτές έγινε συστηματική δειγματοληψία και συλλέχθηκαν 265 δείγματα. Στα προαναφερθέντα δείγματα έγινε κοκκομετρική ανάλυση με τη μέθοδο των κόσκινων και της πιπέτας. Ποσοτικός προσδιορισμός του ανθρακικού ασβεστίου και οργανικού υλικού, προσδιορισμός μικρο- και μακρο-απολιθωμάτων καθώς και ο ποιοτικός και ο ποσοτικός προσδιορισμός, όπου αυτός κρίθηκε αναγκαίος, των αργιλικών και βαρέων ορυκτών.

## 3. ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕΛΕΤΗΘΕΝΤΩΝ ΤΟΜΩΝ

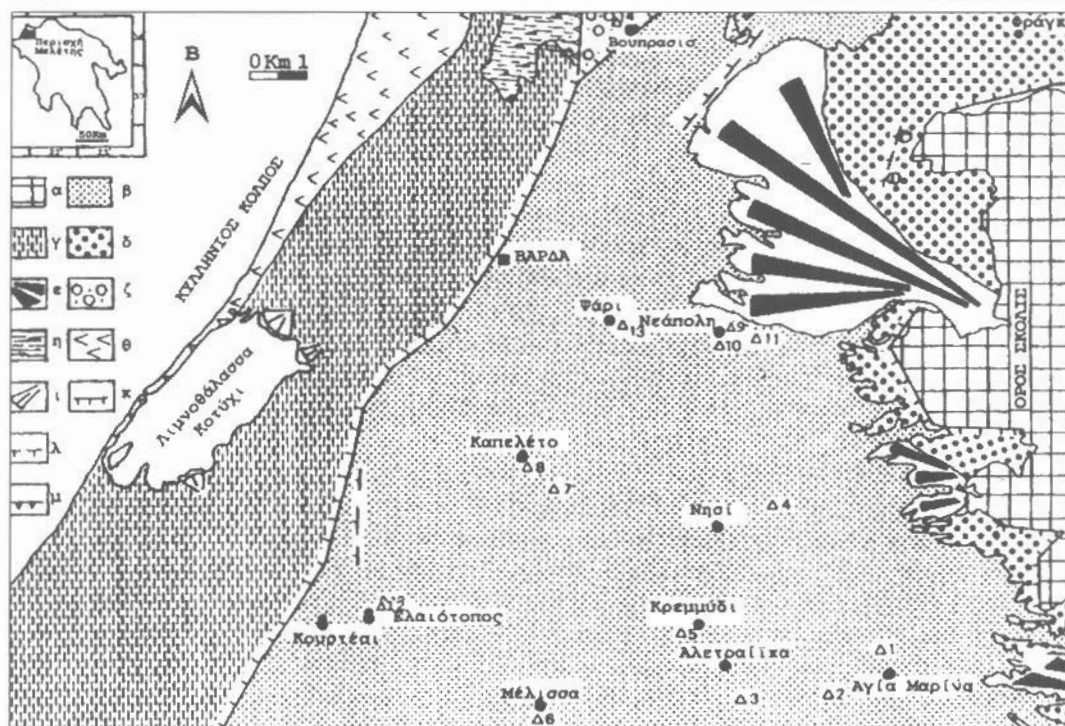
Όπως έχει ήδη αναφερθεί στην περιοχή μελέτης επιλέχθηκαν 14 αντιπροσωπευτικές τομές. Οι τομές αυτές είναι: Αγία Μαρίνα (1), Παναγιά (2), Αλετράϊικα (3), Νησί(4), Κρεμμύδι (5), Μέλισσα (6), Κατελέτο I (7), Κατελέτο II (8), Νεάπολη I (9), Νεάπολη II (10), Νεάπολη III (11), Κουρτέσι (12), Ψάρι (13) και Βουτράσιο (14), (Εικ. 1).

Η τομή Αλετράϊικα έχει ορατό πάχος περίπου 24m και η βάση της βρίσκεται στα 110m πάνω από το σημερινό επίπεδο της θάλασσας. Οι τομές Αγία Μαρίνα και Κρεμμύδι έχουν ορατό πάχος περίπου 36.5m και 21.5m αντίστοιχα η δε βάση τους βρίσκεται στα 90m πάνω από το σημερινό επίπεδο της θάλασσας. Η τομή Παναγιά έχει ορατό πάχος περίπου 40m και η βάση της βρίσκεται στα 89m πάνω από το σημερινό επίπεδο της θάλασσας. Η τομή Νησί έχει ορατό πάχος περίπου 28m και η βάση της βρίσκεται στα 70m πάνω από το σημερινό επίπεδο της θάλασσας. Οι τομές Μέλισσα και Νεάπολη I έχουν ορατό πάχος περίπου 17m και 9.5m αντίστοιχα η δε βάση τους βρίσκεται στα 60m πάνω από το σημερινό επίπεδο της θάλασσας. Η τομή Νεάπολη II έχει ορατό πάχος περίπου 3.5m και η βάση της βρίσκεται στα 55m πάνω από το σημερινό επίπεδο της θάλασσας. Οι τομές Κατελέτο I και Νεάπολη III έχουν ορατό πάχος περίπου 6.5m και 23m αντίστοιχα η δε βάση τους βρίσκεται στα 50m πάνω από το σημερινό επίπεδο της θάλασσας. Οι τομές Κατελέτο II και Ψάρι έχουν ορατό πάχος περίπου 2.5m και 8m αντίστοιχα η δε βάση τους βρίσκεται στα 40m και 45m αντίστοιχα πάνω από το

σημερινό επίπεδο της θάλασσας. Η τομή Κουρτέσι έχει ορατό πάχος περίπου 4m και η βάση της βρίσκεται στα 30m πάνω από το σημερινό επίπεδο της θάλασσας. Η τομή Βουπράσιο έχει ορατό πάχος περίπου 6m και η βάση της βρίσκεται στα 12m πάνω από το σημερινό επίπεδο της θάλασσας.

Από την υπαίθρια παρατήρηση στην περιοχή μελέτης αναγνωρίστηκαν οι παρακάτω ιζηματογενείς δομές: Η άστρωτη, η οριζόντια στρώση και η ελασμάτωση, η κανονική και η αρνητική διαβαθμισμένη στρώση, η διασταυρούμενη ελασμάτωση, η "conolute" στρώση, η στρώση τύπου "φαροκόκαλο", οι "πολυγωνικές διαρρήξεις", η "wave" στρώση, η ρυτίδωση, η φακοειδής στρώση, η "cut and fill", και η στικτή (mottled structure). Επίσης αναγνωρίστηκαν ίχνη βιουναμιόχλευσης, σαν οριζόντιες και κατακόρυφες στοές (burrows), κόνδυλοι από "caliche", κατά θέσεις ισχυρά τοιμεντοποιημένα στρώματα άμμου, πάγκοι από "Oyster". Μάκρο-απολιθώματα υφάλμυρης και θαλάσσιας φάσης πολύ καλά διατηρημένα όπως: *Murex* sp., *Ostrea* sp., *Cardium* sp., *Cerithium*, *Venus*, *Chlamys* sp., *Glycimeris*, *Dentalium*, *Cladocora coespitosa*, *Balanus*, *Pecten* sp., *Conus*, *Arca* sp., *Turitella*, *Εχινοί*.

Η εργαστηριακή ανάλυση των ιζημάτων της αναβαθμίδας έδειξε ότι έχουν τους παρακάτω χαρακτηρισ: Σύνθεση λεπτόκοκκων ακολουθιών σχεδόν αποκλειστικά του τύπου άμμου-πηλού-αργίλου. Το ποσοστό του οργανικού υλικού κυμαίνεται μεταξύ χαμηλού και σχετικά υψηλού. Ο βαθμός ταξίθετης της άμμου είναι από πολύ καλός μέχρι μετρίως καλός. Τιμές pH αλκαλικές (ισχυρή παρουσία CaCO<sub>3</sub> σε δείγματα στείρα απολιθωμάτων). Βαρέα ορυκτά, όπως π.χ. κεροσίτλη, ανγίτης, γρανάτης, ζιρκόνιο, συχνά σε ασυνήθιστα υψηλό ποσοστό. Όλες οι τομές που μελετήθηκαν χαρακτηρίζονται κύρια από την



**Εικ. 1:** Γεωλογικός χάρτης της περιοχής μελέτης. α. υπόβαθρο, β. θαλάσσια ιζήματα, γ. αδιαίρετο παράκτιο πεδίο και πεδιάδα πλημμύρας, δ. αετώματα, ε. αλλουβιακά ριπίδια, ζ. ποτάμια ιζήματα, η. έλη, θ. παράκτιες θίνες, ι. πρόσφατα δέλτα, κ. κρημνός ρήγματος, λ. πιθανός κρημνός ρήγματος, μ. Ολοκαινικός κρημνός ρήγματος. Οι αριθμοί στο γεωλογικό χάρτη αναφέρονται στις τομές που μελετήθηκαν.

**Fig. 1:** Geological map of the study area. Explanation of the geological symbols: α. Basement; β. Marine sediments; γ. Undifferentiated coastal plain and flood basin; δ. Pediments; ε. Alluvial fans; ζ. Fluvial sediments; η. Swamp; θ. Coastal dune; ι. Recent delta; κ. Fault scarp; λ. Probably fault scarp; μ. Holocene fault scarp. Numbers in the geological map refer to the studied sections. Ψηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας. Α.Π.Θ.

παρουσία του ιλλίτη και δευτερευόντως από το σμηκτίτη και τον καολινίτη. Μικρο- απολιθώματα και οστρακώδη υφάλμυρης και ρηχής θαλάσσιας φάσης απαντώνται όπως: *Ammonia beccarii* (LINNE), *Valvulineria* (FORMASINI), *Miliolidae*, *Cribrononion advenym*, (CUSHMAN), *Cibicides lobatulus* (WAKER & JACOB), *Elphidium crispum* (LINNE), *Valvulineria bradyamo*, *Aurila* sp.. Με βάση τους προαναφερθέντες χαρακτήρες τα ιζημάτα που αναλύθηκαν εκφράζουν μια ιζηματογένεση γραμμικής κλαστικής ακτής που περιλαμβάνει εναλλασσόμενα ιζηματογενή περιβάλλοντα χαμηλής και υψηλής ενέργειας (Selley, 1970; Dickinson et. al., 1972; Κοντόπουλος, 1978).

#### 4. ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ, ΦΑΣΙΚΕΣ ΑΚΟΛΟΥΘΙΕΣ ΚΑΙ ΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΑΠΟΘΕΣΗΣ.

Η ιζηματογένεση, στην περιοχή μελέτης, έλαβε χώρα από το μέσο Πλειστόκαινο έως και το Ολόκαινο (Stamatoropoulos et al., 1998).

**Τομή Αγία Μαρίνα.**(Εικ. 2). Η τομή αυτή χαρακτηρίζεται από δύο υπολειμματικές αποθέσεις κελυφών στα 100m και 112m αντίστοιχα. Έτσι είναι σαφής η παρουσία δύο κεκαλυμμένων ασυμφωνιών που εκφράζουν δύο στρωματογραφικά κενά και χωρίζουν την εν θέματι τομή σε τρεις επιμέρους ακολουθίες. Η πρώτη ακολουθία, στο κατώτερο τμήμα της τομής, χαρακτηρίζεται από ιλυούχο υλικό με οριζόντια ελασμάτωση στο μέσον και στην κορυφή της ακολουθίας και άστρωτη δομή στο υπόλοιπο τμήμα της. Η πανίδα αποτελείται από είδη *Murex* sp., *Ostrea* sp., *Cardium* sp., *Cerithium*, *Venus* καθώς επίσης και από βενθονικά τρηματοφόρα και οστρακώδη υφάλμυρης έως θαλάσσιας φάσης. Η παρουσία του οργανικού υλικού είναι σχετικά σημαντική. Έτσι η ακολουθία αυτή χαρακτηρίζεται από λιμνοθαλάσσια ιζημάτα (πίνακας 1) που μπορεί ν' αποτέθηκαν σε συνθήκες είτε επίκλησης είτε απόσυρσης με ανύψωση της στάθμης της θάλασσας (Curray, 1964). Η δεύτερη ακολουθία δομείται διαδοχικά από παράκτιους και υποπαράκτιους άμμους επικλινογούς χαρακτήρα που εκφράζουν ένα περιβάλλον φραγματικού νησιού και από λιμνοθαλάσσια ιζημάτα (πίνακας 1) μιας πολύ αργής απόσυρσης. Η απόσυρση αυτή στο τέλος της πιθανά να συνοδεύεται απόστατικές συνθήκες ή από πτώση της στάθμης της θάλασσας μια και η οροφή της ακολουθίας αυτής παρουσιάζετα έντονα ταμμεντοποιημένη με αφθονία ασβεστιτικών συγκρομάτων. Η τρίτη ακολουθία χαρακτηρίζεται από λιμνοθαλάσσια (πίνακας 1) ιζημάτα που αποτέθηκαν είτε λόγω επίκλησης είτε λόγω απόσυρσης σε συνδυασμό με ανύψωση του επιπέδου της θάλασσας.

**Τομή Παναγία.**(Εικ. 2). Η τομή χαρακτηρίζεται από τέσσερις διαβρωσιγενείς ασυμφωνίες που βρίσκονται στα 92.2m, 98.5m, 112m και στα 126m αντίστοιχα. Οι ασυμφωνίες αυτές εκφράζουν αντίστοιχα στρωματογραφικά κενά που αντιστοιχούν σε σύντομες επικλήσεις με ταυτόχρονη γρήγορη ανύψωση της στάθμης της θάλασσας. Η πανίδα συνίσταται από μεγάλα και καλά διατηρημένα μαλάκια, όπως: *Murex* sp., *Ostrea* sp., *Cardium* sp., *Cerithium*, *Venus*, *Chlamys* sp., *Glycimeris*, *Pecten* sp., *Arca* sp., λίγα βενθονικά τρηματοφόρα και οστρακώδη υφάλμυρης έως θαλάσσιας φάσης. Η τομή συγκροτείται κυρίως από άμμο με πολύ καλό βαθμό ταξιθέτησης που εναλλάσσεται με ιλύ. Οι ακολουθίες της άμμου χαρακτηρίζονται από κανονική και αρνητική διαβαθμισμένη στρώση καθώς και από οριζόντια και διασταυρούμενη ελασμάτωση και σημαντική παρουσία βαρέων ορυκτών. Αντίθετα στις ακολουθίες της ιλύος παρατηρείται η άστρωτη δομή. Το οργανικό υλικό και το  $CaCO_3$  έχουν σχετικά μικρή παρουσία. Η τομή συντίθεται από τα περιβάλλοντα του φραγματικού νησιού και του λιμνοθαλάσσιου (πίνακας 1) τα οποία εναλλάσσονται και χαρακτηρίζεται από εναλλαγές επίκλησης και απόσυρσης.

**Τομή Αλετράϊικα.** (Εικ. 2). Το μεγαλύτερο μέρος της τομής χαρακτηρίζεται κατά κανόνα από ένα ευρύ φάσμα λεπτόκοκκων λιθολογιών. Των λεπτόκοκκων αυτών λιθολογιών υπέρκειται με διαβρωσιγενή ασυμφωνία (127m), στρώμα 5m περίπου από χονδρόκοκκο χαλικούχο υλικό με άσχημο βαθμό ταξιθέτησης που στερείται  $CaCO_3$  και απολιθωμάτων. Τα προαναφερθέντα χαρακτηριστικά δηλώνουν ένα περιβάλλον αλλοιψιακού πεδίου για το χαλικούχο στρώμα.

Η παρουσία δύο υπολειμματικών αποθέσεων κελυφών στα 111m και 115m με αντίστοιχες διαβρωσιγενείς ασυμφωνίες υποδηλώνουν δυο στρωματογραφικά κενά. Οι δομές που απαντούν στις

λεπτόκοκκες ακολοιθίες είναι η άστρωτη, η οριζόντια και η διασταυρούμενη ελασμάτωση και η σκαφοειδής στρώση μικρής κλίμακας. Τα μακροαπολιθώματα απαντώνται κυρίως στο κατώτερο τμήμα της τομής με *Murex* sp., *Ostrea* sp., *Cardium* sp., *Cerithium*, *Dentalium*, *Cladocora coespitosa*, *Balanus*, *Pecten* sp., *Arca* sp.. Η παρουσία μικρο-απολιθωμάτων και οστρακωδών είναι σημαντική στο κατώτερο και στο ανώτερο τμήμα της τομής. Η συγκέντρωση των βαρέων ορυκτών είναι της τάξεως του 0.7% ενώ η ανάλυση του αργιλικού κλάσματος έδειξε την παρουσία κύρια του ιλλίτη. Με βάση τα παραπάνω, τα ιζημάτα της τομής Αλετράϊϊκα αποτέθηκαν σ' ένα λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον (πίνακας 1) (Κοντόπουλος, 1978) σε συνθήκες επίκλησης ή απόσυρσης που χαρακτηρίζονται από την παρουσία των υπολειμματικών αποθέσεων κελυφών που εκφράζουν διαβρωσιγενείς ασυμφωνίες.

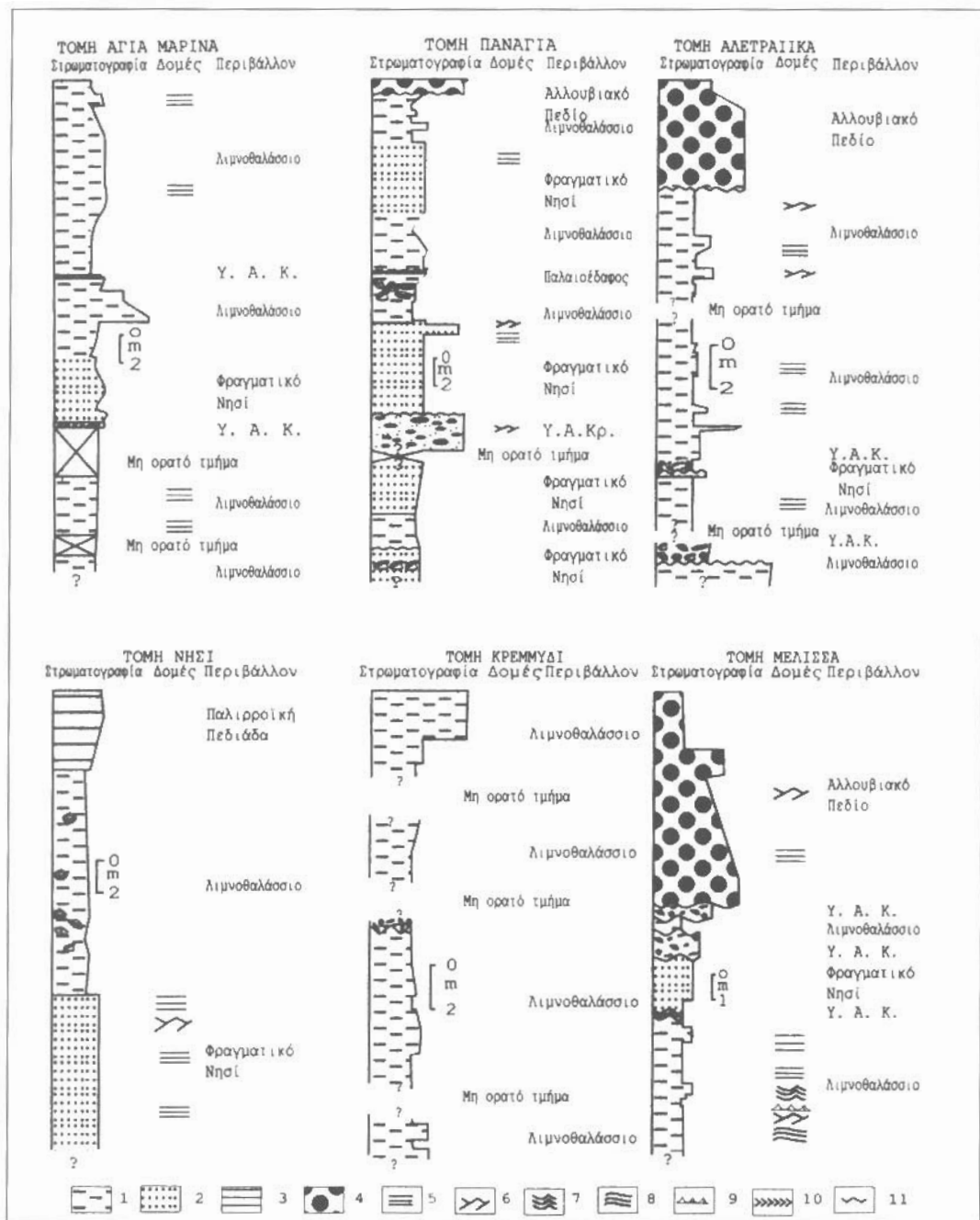
**Τομή Νησί.** (Εικ. 2). Η τομή αυτή δομείται στο κατώτερο τμήμα της από άμμο στο μεσαίο από την αμμούχο ιλύ και στο ανώτερο από τον αμμούχο πηλό. Οι δύο πρώτες απ' αυτές τις λιθοφάσεις συνιστούν ακολοιθίες με το κοκκομετρικό μέγεθος να αυξάνει προς τα επάνω. Οι δομές που παρατηρούνται στη λιθοφάση της άμμου είναι η οριζόντια στρώση και η οριζόντια ελασμάτωση, η σκαφοειδής διασταυρούμενη στρώση μεγάλης κλίμακας καθώς και ιχνοαπολιθώματα ως οριζόντιες και κατακόρυφες στοές (Εικ. 2). Η οροφή της ακολοιθίας αυτής είναι αρχοτύπως τοιμεντοποιημένη. Στις άλλες δύο λιθοφάσεις παρατηρείται η άστρωτη δομή και η παρουσία κονδύλων "caliche". Το  $CaCO_3$  στη λιθοφάση της άμμου έχει σημαντική παρουσία σε αντίθεση με τις άλλες δύο λιθοφάσεις που η παρουσία του είναι χαμηλή. Το οργανικό υλικό έχει υψηλή συγκέντρωση μόνο στη λιθοφάση της αμμούχου ιλύος. Στη φάση αυτή σημαντική είναι η παρουσία του καολινίτη και η παρουσία των μακρο-απολιθωμάτων όπως *Cardium* sp., *Cladocora coespitosa*, *Balanus*, *Pecten* sp., *Arca* sp., *Dentalium*. Τέλος στην ακολοιθία του αμμούχου πηλού παρατηρούνται *Ostrea* sp., βενθονικά τρηματοφόρα υφάλμυρης φάσης και οστρακώδη. Με βάση τα προαναφερθέντα η κατώτερη ακολοιθία αποτέθηκε σ' ένα περιβάλλον φραγματικού νησιού (πίνακας 1) σε συνθήκες επίκλησης (Κοντόπουλος, 1978). Επιπλέον η τοιμεντοποίηση της οροφής αυτής της ακολοιθίας υποδηλώνει ότι η στάθμη της θάλασσας παραμένει σχεδόν σταθερή. Η δεύτερη και η τρίτη ακολοιθία συγκροτούνται αντίστοιχα από λιμνοθαλάσσια και παλιροϊκής πεδιάδας ιζημάτα (πίνακας 1) σε συνθήκες μιας αργής απόσυρσης με αργή ανύψωση της στάθμης της θάλασσας.

**Τομή Κρεμμύδι.** (Εικ. 2). Η ακολοιθία των ιζημάτων της τομής συνίσταται από σύντομες εναλλαγές στρωμάτων αμμούχου πηλού, ιλύος και αμμούχου ιλύος ενώ αυξημένη είναι η παρουσία της άμμου μόνο στο κατώτατο τμήμα της ακολοιθίας. Στην ακολοιθία διαπιστώνεται η άστρωτη δομή, μακρο- και μικρο-απολιθώματα υφάλμυρης φάσης και κατα θέσεις αυξημένη παρουσία του αργιλικού υλικού. Στο κεντρικό τμήμα της τομής απαντάται υπολειμματική απόθεση κελυφών πάχους 0.5m περίπου με τα γένη *Ostrea* sp., *Cardium* sp., *Chlamys* sp., *Cladocora coespitosa*, *Balanus*, *Pecten* sp.. Με βάση τα παραπάνω, τα ιζημάτα της τομής Κρεμμύδι αποτέθηκαν σ' ένα λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον (πίνακας 1) (Κοντόπουλος, 1978; Heward, 1981). Η παρουσία υπολειμματικής απόθεσης κελυφών δηλώνει χρονικό κενό και σημειώνει απόσυρση με πτώση της στάθμης της θάλασσας. Οι ακολοιθίες που υπόκεινται και υπέρκεινται της υπολειμματικής απόθεσης κελυφών, αποτέθηκαν σε συνθήκες επίκλησης με αργή ανύψωση της στάθμης της θάλασσας.

**Τομή Μέλισσα.** (Εικ. 2). Στα ιζημάτα της τομής παρατηρούνται πέντε ασυνέχειες στα 65m, 67m, 68m, 68.5m, και 69m καθώς και πέντε ιδιαίτερες λιθοφάσεις.

Με βάση τους ιζηματολογικούς χαρακτήρες (Εικ. 2) που μελετήθηκαν, η πρώτη ακολοιθία συνιστά ένα λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον (πίνακας 1) σε συνθήκες επίκλησης με αργή ανύψωση της στάθμης της θάλασσας. Η δεύτερη ακολοιθία δείχνει ένα περιβάλλον φραγματικού νησιού (πίνακας 1) που υπέρκειται μιας γρήγορης διαβρωσιγενούς επίκλησης (Selley, 1970). Η τρίτη ακολοιθία έχει χαρακτήρες λιμνοθαλάσσιου περιβάλλοντος (πίνακας 1) που ακολουθείται από δύο γρήγορες διαβρωσιγενείς επικλήσεις και από μία αργή αποθετική επίκληση. Η δεύτερη και τρίτη λιθοφάση εκφράζουν γρήγορες και αργές επικλήσεις με συνέπεια οι μεταβολές της στάθμης της θάλασσας να είχαν σύνθετο χαρακτήρα. Η τέταρτη και πέμπτη λιθοφάση με βάση τα χαρακτηριστικά τους (Εικ. 2), δηλώνουν ποτάμιο περιβάλλον (πίνακας 1) σε συνθήκες απόσυρσης με πτώση της στάθμης της θάλασσας να





**Εικ. 2:** Στρατητογραφικές στήλες των άνω Πλειστοκαινικών ιζημάτων της περιοχής μελέτης. 1. αμμώχος ιλύς, 2. άμμος, 3. ιλύς, 4. γαλικοίχρος άμμος, 5. οριζόντια στρώση/ελασμάτωση, 6. διαστρωσίωση/στρώση/ελασμάτωση, 7. "convolute" στρώση, 8. "wave" στρώση, 9. ρυτίδωση, 10. στρώση τύπου ψαροκόκαλο, 11. διαβρωσιγενής επιφάνεια, Υ.Α.Κ.= υλοεμμητική απόθεση κελυφών, Υ.Α.Κρ.= υλοεμμητική απόθεση κροκαλών.

**Fig. 2:** Stratigraphic columns for the upper Pleistocene sediments of the study area. 1. sandy mud, 2. sand, 3. mud, 4. gravely sand, 5. horizontal bedding/lamination, 6. cross stratification/lamination, 7. "convolute" bedding, 8. "wave" bedding, 9. ripple, 10. the fishbone type bedding, 11. weathered surface, Υ.Α.Κ.= lag shell deposit, Υ.Α.Κρ.=lag pebble deposit.

υποχωρεί. Οι φάσεις αυτές υπέρκεινται μιας επιφάνειας πιθανά διαβρωσιγενούς χαρακτήρα που εκφράζει ποτάμια ανανέωση.

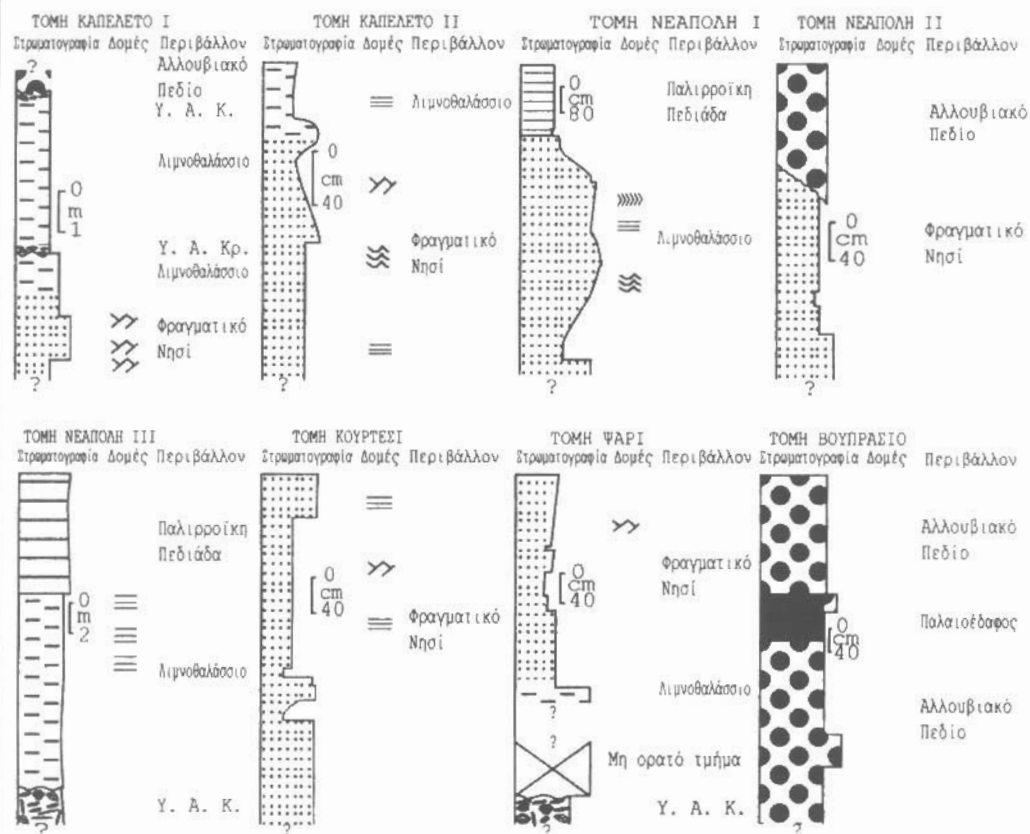
**Τομή Καπελέτο I.** (Εικ. 3). Στην τομή αυτή διαπιστώθηκαν δύο ασυνέχειες στα 54.5m και 58.5m αντίστοιχα. Με βάση τους ιστολογικούς χαρακτήρες, τον ποσοτικό προσδιορισμό του  $\text{CaCO}_3$  και του οργανικού υλικού, τις ιζηματολογικές δομές, την παρουσία μικρο- και μακρο-απολιθωμάτων και τα βαρέα ορυκτά, μπορούν να ειπωθούν τα παρακάτω. Η βάση της τομής αποτέθηκε σ' ένα περιβάλλον φραγματικού νησιού (πίνακας 1) σε συνθήκες επίκλισης με αργή ανύψωση της στάθμης της θάλασσας. Ο κύριος όγκος της τομής συντίθεται από λιμνοθαλάσσια ιζήματα (Εικ. 2) (πίνακας 1) σε συνθήκες απόσυρσης με αργή ταπεινώση της στάθμης της θάλασσας. Η παρουσία της πρώτης διαβρωσιγενούς επιφάνειας με την υπολειμματική απόθεση κροκάλων (Εικ. 2) σημαίνει την έναρξη μιας επίκλισης με ταχεία ανύψωση της στάθμης της θάλασσας. Η παρουσία της δεύτερης διαβρωσιγενούς επιφάνειας με υπολειμματική απόθεση κελυφών στην οροφή της λιμνοθαλάσσιας λιθοφάσης (Εικ. 2) δηλώνει την έναρξη μιας απόσυρσης που οδηγεί στην απόθεση μιάς χερσαίας λιθοφάσης.

**Τομή Καπελέτο II.** (Εικ. 3). Η τομή στερείται ασυνεχειών. Το μεγαλύτερο μέρος των ιζημάτων της τομής με βάση τις δομές, όπως αυτές είναι η οριζόντια, η διασταυρούμενη και η "convolute" ελασμάτωση, τον βαθμό ταξίθετης, την παρουσία του οργανικού υλικού, το  $\text{CaCO}_3$ , τα βαρέα και τα αργιλικά ορυκτά και την μικρο- και μακρο-πανίδα αποτέθηκε σ' ένα περιβάλλον φραγματικού νησιού (πίνακας 1) σε συνθήκες επίκλισης. Το ανώτερο τμήμα της τομής που αποτελείται από αμμούχο πηλό δηλώνει ένα λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον (πίνακας 1) σε συνθήκες απόσυρσης.

**Τομή Νεάπολη I.** (Εικ. 3). Χαρακτηριστικό γνώρισμα στην ακολουθία των στρωμάτων της τομής είναι η εναλλαγή στρωμάτων άμμου, χαλικιούχου άμμου και αμμούχου χαλικιού που καλύπτει σχεδόν το σύνολο της τομής. Στο ανώτερο τμήμα της τομής υπάρχει στρώμα από αμμούχο ιλύ. Η τομή στερείται ασυνεχειών. Τα στρώματα της άμμου, χαλικιούχου άμμου και αμμούχου χαλικιού, με βάσει τους ιζηματολογικούς, δομικούς, και παλαιοντολογικούς χαρακτήρες (Εικ. 2), αποτέθηκαν σ' ένα περιβάλλον φραγματικού νησιού (πίνακας 1), ενώ από της αμμούχου ιλύος σε περιβάλλον παλιωρούκης πεδιάδας (πίνακας 1). Με βάση την περιβαλλοντική ερμηνεία θα μπορούσε να ειπωθεί ότι τα ιζήματα της τομής αποτέθηκαν σε μια συνεχή επίκλιση.

**Τομή Νεάπολη II.** (Εικ. 3). Η τομή συνίσταται από δύο λιθοφάσεις. Η πρώτη λιθοφάση έχει χαρακτήρες ίδιους με αυτούς που έχει η αμμούχος-χαλικιούχος λιθοφάση της τομής Νεάπολη I.. Ως εκ τούτου και το περιβάλλον απόθεσης είναι το ίδιο δηλαδή αυτό του φραγματικού νησιού (πίνακας 1). Η δεύτερη λιθοφάση με το έντονο κόκκινο χρώμα, το χονδρόκοκκο χαρακτήρα της, την απουσία απολιθωμάτων και την ασύμφωνη στρωματογραφική τοποθέτησή της επί της υποκείμενης παρακτίας φάσης σημειώνει ένα χερσαίο περιβάλλον. Τα ιζήματα της τομής χαρακτηρίζουν μια απόσυρση που περιλαμβάνει και τις δύο λιθοφάσεις. Η παρουσία μιας διαβρωσιγενούς επιφάνειας ανάμεσα στις δύο λιθοφάσεις δηλώνει ποτάμια ανανέωση.

**Τομή Νεάπολη III.** (Εικ. 3). Τα στρώματα της τομής, συνίστανται από εναλλαγές πηλού και ιλύος με άσχημο έως πολύ άσχημο βαθμό ταξίθετης, με την σημαντική παρουσία του οργανικού υλικού και των απολιθωμάτων υφάλιμνης φάσης. Το περιβάλλον αυτό φαίνεται να είναι λιμνοθαλάσσιο (πίνακας 1). Το στρώμα του αμμούχου πηλού που συνιστά το κορυφαίο στρώμα της τομής και υπέρκειται των λιμνοθαλάσσιων ιζημάτων, με βάσει τους χαρακτήρες όπως τη λιθολογία του, την παρουσία του  $\text{CaCO}_3$  και του οργανικού υλικού, έχει αποτεθεί σ' ένα περιβάλλον ιλυούχου παλιωρούκης πεδιάδας (πίνακας 1) (Reineck, 1972). Με βάση τα παραπάνω, τα ιζήματα της τομής χαρακτηρίζουν την έναρξη μιας πιθανά γρήγορης επίκλισης, όπως αυτή εκφράζεται από την παρουσία στη βάση της τομής μιας υπολειμματικής απόθεσης κελυφών. Η προαναφερθείσα επίκλιση ή συνεχίζεται ή αντικαθίσταται με απόσυρση. Και στις δύο αυτές περιπτώσεις αντιστοιχεί η απόθεση των λιμνοθαλάσσιων ιζημάτων. Οι αποθέσεις παλιωρούκης πεδιάδας δημιουργήθηκαν σε διαδικασία αργής απόσυρσης. Σ' όλη την διάρκεια της απόθεσης των ιζημάτων της τομής πιθανά έχουμε συνεχή ανύψωση της στάθμης της θάλασσας.



Εικ. 3. Στρατιογραφικές στήλες των άνω Πλειστοκαινικών ιζημάτων της περιοχής μελέτης. Τα σύμβολα είναι ίδια με αυτά της Εικ. 2.  
 Fig. 3. Stratigraphic columns for the upper Pleistocene sediments of the study area. For symbols see Fig.2, page 5.

αμμούχος. Οι ιζηματολογικοί χαρακτήρες των ιζημάτων της τομής όπως, οι δομές, ο βαθμός ταξινόησης, οι τιμές του οργανικού υλικού και η παρουσία μικρο- και μακρο-απολιθωμάτων, δηλώνουν ένα περιβάλλον φραγματικού νησιού (πίνακας 1).

**Τομή Ψάρι.** (Εικ. 3). Τα στρώματα της τομής συνθέτουν μια αμμούχο ακολουθία. Στη βάση της τομής απαντά το κοράλλι *Cladocora coespitosa* σε θέση διαβίωσης η οποία εκφράζει μια επιφάνεια ασυνέχειας. Το περιβάλλον απόθεσης του κατώτερου τμήματος της τομής με βάση τους παλαιοντολογικούς χαρακτήρες προσομοιάζει με το λιμνοθαλάσσιο. Το υπόλοιπο τμήμα της τομής, με βάση την προς τα πάνω αύξηση του κοκκομετρικού του μεγέθους, την αντίστοιχη μείωση του οργανικού υλικού, και την παρουσία της διασταυρούμενης ελασμάτωσης, αποτέθηκε σ' ένα περιβάλλον φραγματικού νησιού. Για τα ιζήματα της τομής μπορεί κανείς ν' αναφέρει ότι αποτέθηκαν στη διάρκεια μιας επίκλησης με αργή ανύψωση της στάθμης της θάλασσας.

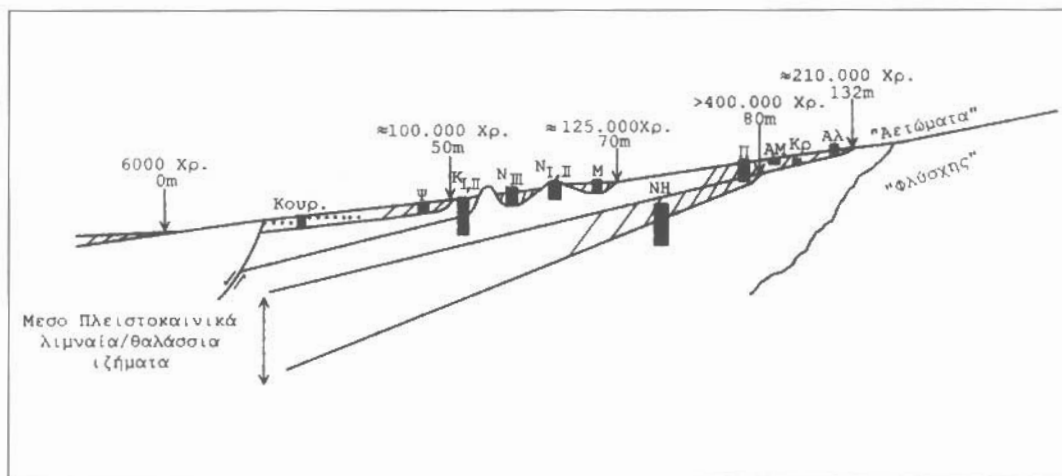
**Τομή Βουπράσιο.** Τα ιζήματα αυτής της τομής υπέρκεινται των λιμνοθαλάσσιων ιζημάτων της Τυρρηνίας αναβαθμίδας και χαρακτηρίζονται στο σύνολό τους από ένα έντονο κόκκινο χρώμα από σχετικά χαλικώδες υλικό και από απουσία απολιθωμάτων. Το οργανικό υλικό έχει πολύ μικρή συμμετοχή, δεν ξεπερνά το 1% με εξαίρεση το στρώμα παλαιοεδάφους πάχους 0.7m, που βρίσκεται στο μέσον περίπου της τομής (Εικ. 3), και φθάνει το 2.19%. Το CaCO<sub>3</sub> πρακτικά απουσιάζει από τα ιζήματα της τομής. Με βάση τα παραπάνω, τα ιζήματα της τομής έχουν αποτεθεί μάλλον σ' ένα



αλλουβιακό ριπίδιο χωρίς όμως ν' αποκλείεται και η περίπτωση ενός δικτυωτού ποταμού με σχετικά μεγάλη κλίση (Miall, 1981).

## 5. ΠΑΛΑΙΟΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Οι τομές που μελετήθηκαν με βάση τους ιζηματολογικούς, τους στρωματογραφικούς, και τους χρονοστρωματογραφικούς χαρακτήρες τους καθώς και την τοπογραφική τους θέση μπορούν να ταξινομηθούν στις παρακάτω πέντε ομάδες. Α ομάδα: ανήκουν οι τομές Νησί και Παναγιά, Β ομάδα: ανήκουν οι τομές Αγία Μαρίνα, Αλετράϊτσα, Κρεμμύδι, Γ ομάδα: ανήκουν οι τομές Νεάπολη I & II, Καπελέτο I & II, Δ ομάδα: ανήκουν οι τομές Μέλισσα, Νεάπολη III, Ε ομάδα: ανήκουν οι τομές Κουρτέσι Ψάρι. Στην (Εικόνα 4) δίνονται σχηματικά οι ομάδες της παλαιογεωγραφικής εξέλιξης της περιοχής μελέτης κατά μήκος τομής διεύθυνσης Α-Δ. Η εικόνα αυτή αποτελεί μέρος ενός γενικότερου μοντέλου διαδοχής των Πλειστοκαινικών ιζημάτων, παγετινών και μεσολαγετινών σταδίων στην Β. Πελοπόννησο όπως αυτό έχει περιγραφεί από τους Piper et al., (1990). Βεβαίως οι στρωματογραφικοί συσχετισμοί μεταξύ των μελετηθέντων τομών δεν έχουν πλήρως διαλεικανθεί εξαιτίας της πλευρικής ασυνέχειας των μελετηθέντων τομών και της περιορισμένης επιφανειακής των εμφάνισης. Εντούτοις με βάση την προαναφερθείσα κατανομή στο χρόνο των μελετηθέντων ιζημάτων (Εικ. 4), οι τρεις επικλυσίενεις κύκλοι παρουσιάζουν μια σχέση επικάλυψης (onlap) από το νεότερο στο παλαιότερο



Εικ. 4: Παλαιογεωγραφική εξέλιξη στη περιοχή μελέτης.

Fig. 4: Paleogeographic evolution in the study area.

(Εικ. 4). Εξάλλου το γεγονός ότι η ηλικία των ιζημάτων αυξάνει και με την απόσταση από την ακτή και με το ύψος των θέσεων δειγματοληψίας. (Εικ. 4) δηλώνει τεκτονική ανύψωση της περιοχής στους Τυρρήνιους και μετά-Τυρρήνιους χρόνους.

## 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η μελέτη των περιβαλλόντων ιζηματογένεσης και των παγετοευστατικών κινήσεων στις άνω Πλειστοκαινικές αποθέσεις της περιοχής μεταξύ των χωριών Λάλα και Ελαιότοπος, στη Δυτική Πελοπόννησο έδωσαν τα παρακάτω συμπεράσματα:

α. Η ιζηματογένεση έλαβε χώρα σ' ένα σύνθετο σύστημα φραγματικού νησιού-λιμνοθάλασσας, στο οποίο διακρίνονται τα περιβάλλοντα του φραγματικού νησιού, της λιμνοθάλασσας, της παλιροϊκής πεδιάδας και του αλλουβιακού πεδίου.

β. Η μελέτη μιας σειράς παραμέτρων στα ιζήματα που εξετάστηκαν, έδωσε την δυνατότητα της κατασκευής του πίνακα 1 με δεδομένα για την αναγνώριση των περιβαλλόντων σε ιζήματα του

Περιβάλλον	Λιμνοθαλάσσιο	Φραγματικό Νησί	Παλιρροϊκή πεδιάδα
Χαλίγια %	0	0-25	0
Άμμος %	10-90	70-100	2-80
Πηλός %	40-90	<20	8-80
Αργίλος %	10-50	<10	<25
Md Φ	3-8	0.3- 4	3-7
Ασυμμετρία	σχεδόν κανονική μέχρι θετική	από πολύ αρνητική μέχρι πολύ θετική	από πολύ θετική έως πολύ αρνητική
Βαθμός Ταξίθετης	1- 2	0.5-4	>1
Οργανικό υλικό %	>1.5	<1	>1
CaCO <sub>3</sub> %	15-40	<20	<25
Απολιθώματα %	>10	1-10	1-10
Βαρέα ορυκτά %	-	άφθονα	-
"Caliche"	λίγο	λίγο	άφθονα
Δομές	επικρατεί κυρίως η άστρωτη	διασταυρούμενη, οριζόντια, "convolute" άστρωτη ψαροκόκαλο, ιχνοαπολιθώματα	οριζόντια, "Wave", άστρωτη, ρυτίδωση, ιχνοαπολιθώματα, "convolute", "cut and fill"

**Πίνακας 1:** Περιβάλλοντα ιζηματογένεσης και ιζηματολογικοί παράμετροι στην περιοχή μελέτης.

**Table 1:** Sedimentary environments and sedimentary parameters in the study area.

Ελλαδικού χώρου ανεξάρτητα της ηλικίας των καθώς και σε ιζημάτα εκτός του χώρου τούτου.

γ. Αναγνωρίστηκε για κάθε τομή το είδος της ακολουθίας των ιζημάτων σε όρους επίκλισης ή απόσυρσης πάντα σε σχέση με τη μεταβολή του σχετικού επιπέδου της στάθμης της θάλασσας.

δ. Η πηγή τροφοδοσίας των ιζημάτων που μελετήθηκαν, με βάση τα βαρέα και αργιλικά ορυκτά είναι ο φλύσχος της ζώνης Γαβρόβου-Τριπόλεως που ως προς αυτά είναι ανάλογης σύστασης (π.χ. Κοντόπουλος, 1978). Η παραγένεση που διαπιστώθηκε στα βαρέα και αργιλικά ορυκτά μπορεί να θεωρηθεί ότι συναντάται στο σύνολο των μεταμεσοκαινικών ιζημάτων της Δυτικής Ελλάδας (π.χ. Panagos et al., 1978).

ε. Αναγνωρίστηκαν τα περιβάλλοντα ιζηματογένεσης της πολύ πρόσφατης (1492-1660, Stamatoropoulos & Kontopoulos, 1994) χερσαίας αναβαθμίδας του Βουπρασιού που είναι η φάση "sheet flood" φάση κατά Miall, (1977) και φάση χαμηλών φραγμών και νησίδων ενός αβαθούς δικτυωτού ρεύματος.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- CURRAY, J., R., 1964. Transgressions and regressions, p. 175-203, in NILLER, R. L. Ed., Papers in Marine Geology - SHEPARD Commemorative Volume: New York, Macmillan Co., 531.
- DEMAREST, J., M. & KRAFT J., C., 1987. Stratigraphic record of Quaternary sea levels: Implication for more ancient strata. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, 223-239.
- DICKINSON, K., A., BERRYHILL, H. L., R., & HOLMES, C., W., 1972. Criteria for recognizing barrier coastlines. In Recognition of ancient sedimentary environments (Ed. by J. K. Rigby and W. K. Hamblin). Spec. Publ. Soc. Econ. Paleont. Miner., 16, 192-214.
- DOUSOS, T. & PIPER, D. J. W., 1990. Listric faulting, sedimentation and morphological evolution of the Quaternary eastern Corinth rift, Greece: First stages of continental rifting. Society of America Bulletin, 102, 812-829.
- HEWARD, A., P., 1994. *Ψηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" Επ. Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ.* Earth Science Reviews,

- KERAUDREN, B. & SOREL, D., 1987. The terraces of Corinth (Greece), a detailed record of eustatic sea level variations during the last 500.000 years. *Marine Geology*, 77,99-107.
- KLEIN, G. de V., 1974. Estimating water depths from analysis of barrier island and deltaic sedimentary sequences. *Geology*, 2, 409-412.
- KONTOΠΟΥΛΟΣ, Ν. 1978. Περιβάλλοντα αποθέσεως των ιζημάτων του Πηδάσου, (ΝΔ. Πελοπόννησος). Διδακτορική διατριβή. Πανεπιστήμιο Πατρών.
- KOWALZYK, G. & WINTER, K., P., 1979. Die geologische Entwicklung der Kyllini-Halbinsel in Neogen Quaertar (West-Peloponnes, Griechenland). *Z. dt. geol. Ges.*, 127, 447-465.
- MIALL, A.,D., 1977. A review of the braided river depositional environment. *Earth Sci. Rev.*, 13, 1-62.
- MIALL, A.,D., 1981. Analysis of fluvial depositional system. *Am. Assoc. Petrol. Geol. Educ., Course Note Ser.* 20, 75pp.
- PANAGOS, A., PE, G. & GEROUKI, F., 1978. Detrital mineralogy of river sands, Peloponnese, Greece. *N. Jb. Miner. Mh.*, 10, 447-454.
- PIPER, D. J. W., STAMATOPOULOS, L., POULIMENOS, G., DOUTSOS, T., KONTOPOULOS, N., 1990. Quaternary history of the Gulfs of Patras and Corinth, Greece., *Z. Geomorph. NF.*, 4, 451-458.
- REINECK, H., E., 1972. Genesis of laminated sand and graded rythmites in stormsand layers of self mud. *Sedimentology*, 18, 123-128.
- SELLEY, R., C., 1970: Ancient sedimentary environments. London, Chapman and Hall, Ltd., 237pp.
- STAMATOPOYLOS, L. & KONTOPOULOS, N., 1994. Geomorphology and evolution of the region between Lapa and Eleotopos, NW Peloponnesus, Greece. - "Il Quaternario", 7/2b, 537-544.
- STAMATOPOULOS, L., BELLUOMINI, G., BRANCA, M., MANFRA, L. & VOLTAGGIO, M., 1998.  $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$  and Isoleucine Epimerization dating of Quaternary marine deposits in Western Peloponnesus (Greece). *Z. Geomorph. NF.*, in press.