

ΙΖΗΜΑΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΣΤΗ ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΑ ΤΟΥ ΠΑΠΠΑ (ΒΔ/κή ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ)*

ΜΠΟΥΖΟΣ Δ.¹ & ΚΟΝΤΟΠΟΥΛΟΣ Ν.²

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η λιμνοθάλασσα του Πάππα βρίσκεται στο ΒΔ/κό άκρο της Πελοποννήσου. Είναι μια επιμήρης λιμνοθάλασσα σχετικά βαθιά, με μέσο βάθος 1,8μ. Μορφολογικά μπορεί να διαιρεθεί σε τρία επιμέρους τμήματα: I. στο βόρειο II. στο κεντρικό και III. στο νότιο. Κάθε ένα από τα τμήματα αυτά διαφοροποιείται στη πηγή τροφοδοσίας, στους λιθολογικούς τύπους, στην κατανομή των κοκκομετρικών παραμέτρων και στο ενεργειακό επίπεδο. Το βόρειο τμήμα έχει ως πηγή τροφοδοσίας κυρίως τον θαλάσσιο χώρο του Δ/κού αμμόδη νησιωτικού φραγμού, κατέχεται από αδρομερείς λιθολογικούς τύπους, με μέτρια έως φτωχή ταξίθεση, που έχουν γενικώς αρνητική ασυμμετρία και λεπτόκυρτο χαρακτήρα. Το κεντρικό τμήμα έχει πηγή τροφοδοσίας μόνο από τα Δ/ιά περιθωρία του, κατέχεται από αδρομερείς και λεπτομερείς λιθολογικούς τύπους, με διακριτές τις διαφορές των τιμών των κοκκομετρικών παραμέτρων μεταξύ Δ/κών και Α/κών περιθωρίων του. Το νότιο τμήμα έχει ως κύρια πηγή τροφοδοσίας το αλλοιψιακό πεδίο που βρίσκεται νοτίως αυτού, τα ιζημάτα του έχουν πολύ φτωχή έως υπερβολικά φτωχή ταξίθεση, με αρνητική έως θετική ασυμμετρία και γενικώς πλατύκυρτο χαρακτήρα. Τέλος όσον αφορά το ενεργειακό επίπεδο, αυτό δείχνει να μειώνεται κατά μήκος του άξονα της λιμνοθάλασσας από βορρά προς νότο.

ABSTRACT

The Pappa lagoon is located at the northwestern end of Peloponnese. It is characterized by a double tombolo barrier type, according to morphological classification of Zenkovitch and King. The Pappa lagoon can be divided on the basis of its shape in three parts: a. the northern b. the central and c. the southern. These parts are dissimilar in terms of source areas, distribution of the lithological types, statistical grain-size parameters and energy regime. The source area of the northern part is the nearshore zone of the western barrier island. This part is covered by moderately to poorly sorted, negatively skewed, leptokurtic, coarse-grained sediments. The source area of the central part are limestone rocks and alluvial fan and paleo-dune clayey-sandy sediments outcropping along the western margin of this part. This source area provides the lagoon with broad particle size range sediments. These sediments produce coarse- and fine-grained lithological types with the prolonged winnowing action of waves. The coarse-grained types occur in the western margin of the central part and are very poorly to extremely poorly sorted, mostly positively skewed and platykurtic. The fine-grained types occur in the eastern margin of the central part and are very poorly sorted to extremely poorly sorted, mostly negatively skewed and leptokurtic. The source area of the southern part are limestone rocks and alluvial plain fine sediments. In this part occur mostly fine-grained lithological types which are very poorly to extremely poorly sorted, negatively to positively skewed and platykurtic. These textural parameters are primarily a function of the source materials and the negligible wave action.

The distribution of the above mentioned lithological types is mainly a reflection of the energy levels of the lagoon. The northern part shows a high energy level because of the action of the strong W, E and NE predominant

* SEDIMENTOLOGICAL OBSERVATIONS IN THE LAGOON OF PAPPA (NW PELOPONNESE)

¹ Υποψήφιος διδάκτορας, Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Γεωλογίας, 26110 Ρίο-Πάτρα.

² Αναπληρωτής Καθηγητής, Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Γεωλογίας, 26110 Ρίο-Πάτρα.

winds. The western margin of the central part is characterized by moderate energy level because of the action of the only two E and NE predominant winds. The eastern margin of the central part and the southern part show a low energy level as protected areas from the strong predominant winds. The cumulative curves reflect the dominance of the traction and saltation population in the northern part, the saltation and suspension population in the central part and suspension population in the southern part. The microscopic observation of the sand fraction reveals that it includes quartz, calcite, feldspar (95%) and opaque minerals (5%). The carbonate content ranges from 7% to 69% and results from the weathering of the surrounding limestone's and the skeletal organic remains. The highest concentration of the shell remains in the lagoonal bottom sediments is 64%. The organic matter and organic carbon contents on average are 5.54% and 2.53% respectively.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Λιμνοθάλασσα, Ιζηματολογία, Θαλάσσια Γεωλογία, Περιβαλλοντική Γεωλογία, ΒΔ/κή Πελοπόννησος, Ολόκαινο, Ιστολογικοί παράμετροι.

KEY WORDS: Lagoon, Sedimentology, Marine Geology, Environmental Geology, NW Peloponnesus, Holocene, Textural parameters.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η λιμνοθάλασσα του Πάππα ή αλλιώς λιμνοθάλασσα της Καλογριάς, βρίσκεται στο ΒΔ/κό άκρο της Πελοποννήσου, δυτικά του Πατραϊκού κόλπου, νότια του ακρωτηρίου του Αράξου. Το μέγεθος και το σχήμα της λιμνοθάλασσας διαμορφώνεται από τους τρεις ασβεστολιθικούς όγκους που την οριοθετούν Δ/κά, ΝΑ/κά και Βόρεια, ενώ στο μεταξύ των ασβεστολιθών διάστημα αναπτύσσονται χαμηλοί αμμώδεις φραγμοί, που την περιορίζουν ΒΔ/κά από το Ιόνιο πέλαγος και Α/κά από τον Πατραϊκό κόλπο. Τέλος νότια τη λιμνοθάλασσα περιορίζουν τα αλλουβιακά πεδία των ποταμοχειμάρων συστημάτων που αποστραγγίζουν την ευρύτερη περιοχή (Σχ.1).

Η επικοινωνία της λιμνοθάλασσας με την ανοιχτή θάλασσα γίνεται από τα Βόρεια και Α/κά περιθωριά της, μέσω τριών διαύλων (inlet) που διακόπτουν τους αμμώδεις φραγμούς. Το εύρος του ΒΔ/κού αμμώδη φραγμού φτάνει τα 600μ, με γενικά χαμηλό ανάγλυφο, ενώ το εύρος του Α/κού αμμώδη φραγμού φτάνει τα 200-250μ, με σχετικά πιο έντονο ανάγλυφο. Σύμφωνα με τη μορφολογική ταξινόμηση του Zenkovitch και King (Duffy W. et al. 1989), ο τύπος του φραγμού της λιμνοθάλασσας του Πάππα χαρακτηρίζεται ως σύνθετο "διπλό Tombolo" (Σχ.1).

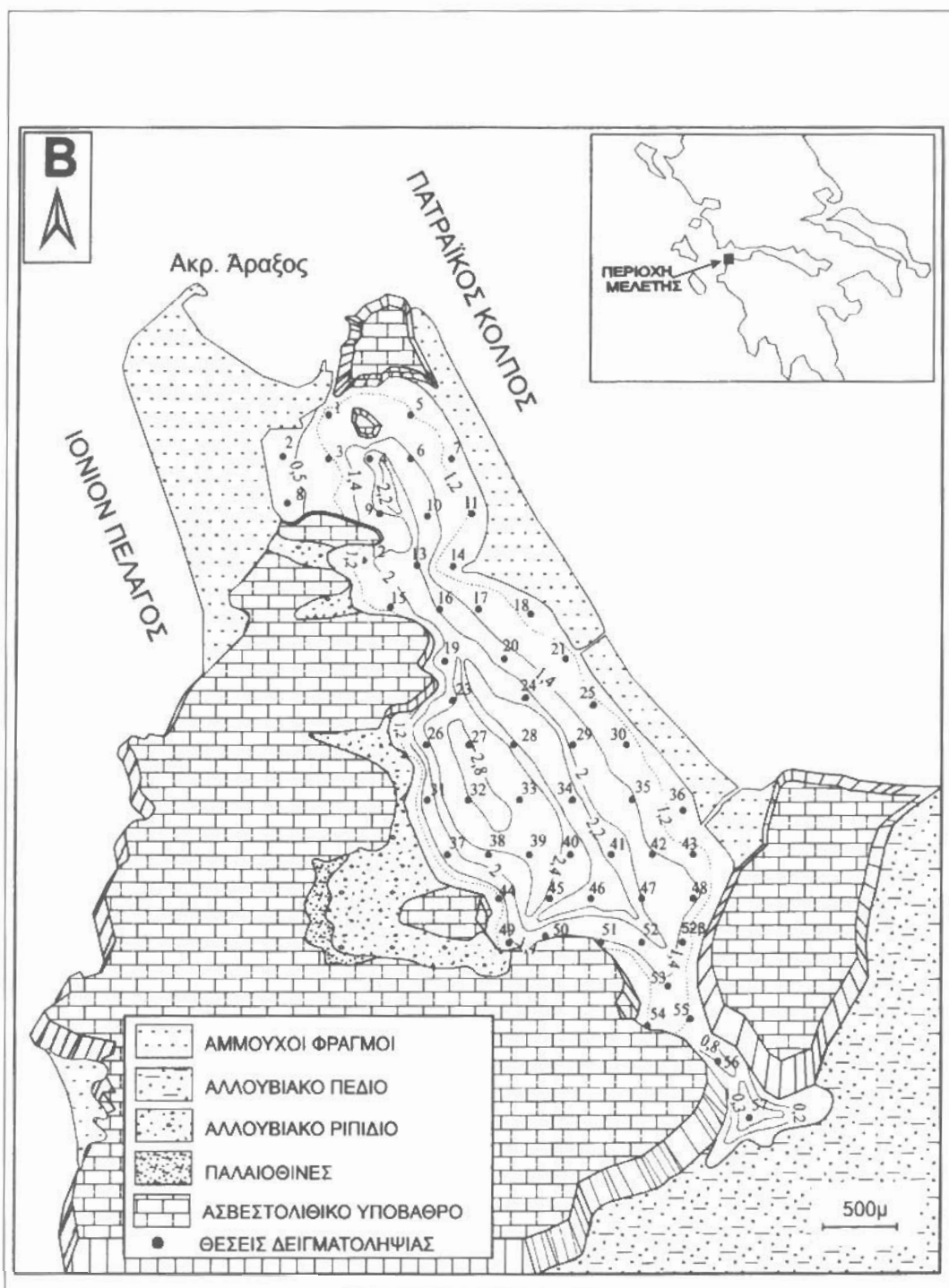
Η λιμνοθάλασσα του Πάππα είναι μια σχετικά βαθιά λιμνοθάλασσα με μέσο βάθος 1,8μ, παρουσιάζοντας την τάση να γίνεται βαθύτερη προς τα Δ/κά περιθωριά της, εκεί όπου το βάθος της παίρνει τη μέγιστη τιμή των 3μ. Καταλαμβάνει έκταση περίπου 6,2Km², το δε σχήμα της μοιάζει με ορθογώνιο παραλληλόγραμμο, μήκους 5Km και εύρους 1,7Km (Σχ.1).

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι, με βάση την ανάλυση 57 επιφανειακών δειγμάτων, να καθοριστούν οι πηγές τροφοδοσίας, η ορυκτολογική σύσταση και οι ιστολογικοί χαρακτήρες των ιζημάτων της λιμνοθάλασσας και να μελετηθεί η κατανομή των χαρακτηρισμών αυτών, σ' όλη την έκταση του λιμνοθάλασσας.

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στα πλαίσια της ιζηματολογικής αναγνώρισης της λιμνοθάλασσας πραγματοποιήθηκε επιφανειακή δειγματοληψία 57 περίπου δειγμάτων από τον λιμνοθάλασσα, με δειγματοληπτή (αρπάγη) τύπου Van-Veen, από ειδική βάρκα (γαΐτα) σε προκαθορισμένες θέσεις. Έτσι δημιουργήθηκε ένα πλέγμα συντεταγμένων, σημείων συλλογής δειγμάτων, οι θέσεις των οποίων προσδιορίστηκαν μέσω φορητού GPS (Γεωγραφικό σύστημα προσδιορισμού θέσης), με μεγάλη ακρίβεια (ώ 5μ). Στις αντίστοιχες θέσεις έγιναν μετρήσεις του βάθους, με κατάλληλα διαμορφωμένη μετρητική κορδέλα.

Τα δείγματα που συλλέχθηκαν μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο όπου αφού τους έγινε έκλυση, ακολούθησε η κοκκομετρική τους ανάλυση (πρόσκα, ημετα). Ο υπολογισμός των στατιστικών



Σχήμα 1: Βυθομετρικός χάρτης της λιμνοθάλασσας του Πάλπα (περιοχή μελέτης), με τις θέσεις όπου έγιναν δειγματοληψίες επιφανειακού ιζηματος.

Fig. 1: Bathymetric map of the Palapa lagoon (study area), with the locations where sediment samples were collected.

παραμέτρων έγινε σύμφωνα με τους Folk & Ward (1957). Επίσης έγινε ποσοτική ανάλυση του CaCO_3 (Barnavas, 1979), του οργανικού-C (Gaudette et al, 1974) και του ολικού οργανικού υλικού (φασματοφωτόμετρο Nach) και προσδιορίστηκε η ορυκτολογική σύσταση της άμμου (ελαφριά ορυκτά), με τη χρήση διοφθάλμου μικροσκοπίου μη πολωμένου φωτός.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1. *Μορφολογία.* Όπως φαίνεται και στο Βυθομετρικό χάρτη του σχήματος 1, η λιμνοθάλασσα του Πάππα είναι μια επιμήκης λεκάνη, που χαρακτηρίζεται από σχετικά ήπιας κλίσης ανατολικά περιθώρια (1:180), ένα σχεδόν επίπεδο τμήμα, στο κέντρο της λεκάνης (1:1600) και από απότομης κλίσης δυτικά περιθώρια (1:60), όπου η λιμνοθάλασσα περιορίζεται από το ασβεστολιθικό υπόβαθρο. Επίσης μορφολογικά η λιμνοθάλασσα μπορεί να χωριστεί σε τρία μέρη, ένα βόρειο, ένα κεντρικό και ένα νότιο. Το βόρειο τμήμα περιορίζεται ανατολικά και δυτικά από τους αμμώδεις φραγμούς της λιμνοθάλασσας, βόρεια από την ασβεστολιθική νησίδα και το φραγμό που απολήγει σ_ αυτήν, ενώ νότια περιορίζεται από μια στενή ζώνη 500μ, μεταξύ ενός προεξέχοντος τμήματος του ασβεστολιθικού όγκου που βρίσκεται Δ/κά της λιμνοθάλασσας και μιας γεωμορφής τύπου "cusplate foreland", που αναπτύσσεται πάνω στον Α/κό αμμώδη φραγμό και εσωτερικά της λιμνοθάλασσας (Σχ.1). Η επικοινωνία του βόρειου τμήματος με τον Πατραϊκό κόλπο, γίνεται δια μέσου ενός στενού διαύλου εύρους 10μ και βάθους 0,5-1μ.

Το κεντρικό τμήμα της λιμνοθάλασσας περιορίζεται Α/κά από τον αμμώδη φραγμό του Πατραϊκού κόλπου και Δ/κά από τον ασβεστολιθικό όγκο του υποβάθρου. Είναι το πιο εκτεταμένο τμήμα της λιμνοθάλασσας και επικοινωνεί με τον Πατραϊκό κόλπο μέσα από δύο εξίσου στενούς διαύλους εύρους 10μ και 20μ αντίστοιχα, ενώ το μέσο βάθους τους είναι 0,5μ. Στα Δ/κά περιθώρια του τμήματος αυτού παρατηρείται το μέγιστο βάθος της λιμνοθάλασσας που είναι 3μ (Σχ.1). Τέλος το νότιο τμήμα περιορίζεται Α/κά και Δ/κά από το ασβεστολιθικό υπόβαθρο και είναι μια στενή αβαθής ζώνη, μήκους 1,2Κμ και μέσου βάθους 0,5μ με εύρος που δεν ξεπερνά τα 250μ (Σχ.1).

3.2. *Κατανομή λιθολογικών τύπων επιφανειακών ιζημάτων.* Με βάση το επί τοις εκατό ποσοστό σε άμμο-πηλό-αργίλο έγινε η ταξινόμηση των επιφανειακών δειγμάτων στο τρίγωνο ονοματολογίας του Folk (1974) και προσδιορίστηκε ο λιθολογικός τους τύπος (Σχ. 2B). Επτά είναι οι λιθολογικοί τύποι που αναγνωρίστηκαν, χρώματος φωτεινό λαδί γκρι έως και σκοτεινό λαδί: I) άμμος (Α), II) ιλυώδης άμμος (ποΑ), III) αργιλώδης άμμος (οΑ), IV) αμμώδης πηλός (αΠ), V) αμμώδης αργίλος (αΟ), VI) αμμώδης ιλύς (αΠΟ) και VII) πηλός (Π). Το ποσοστό συμμετοχής των σκελετικών υπολοίπων στους παραπάνω λιθολογικούς τύπους, ως αμμώδη κλάσμα, κυμαίνεται από 3% έως και 64%, ενώ γενικώς το αμμώδη κλάσμα συνίσταται από περίπου 20-93% κλαστικής γένεσης υλικό.

Όπως φαίνεται και στο σχήμα 2B, ο κύριος λιθολογικός τύπος των ιζημάτων επιφανείας είναι διαφορετικός για κάθε τμήμα της λιμνοθάλασσας. Το βόρειο τμήμα της λιμνοθάλασσας χαρακτηρίζεται κυρίως από αδρομερείς λιθολογικούς τύπους δηλαδή άμμο, ιλυώδη άμμο και αμμώδη πηλό και δευτερευόντως από τον επίσης αδρομερή λιθολογικό τύπο της αργιλώδη άμμου. Στο κεντρικό τμήμα της απαντώνται και αδρομερείς και λεπτομερείς λιθολογικοί τύποι. Στους αδρομερείς λιθολογικούς τύπους ανήκουν οι ιλυώδεις άμμοι, οι αργιλώδεις άμμοι, οι άμμοι, οι αμμώδεις πηλοί και οι πηλοί. Οι δύο πρώτοι λιθολογικοί τύποι απαντώνται στα Δ/κά περιθώρια του κεντρικού τμήματος, ο τρίτος λιθολογικός τύπος στο βόρειο άκρο των Α/κών περιθωρίων του κεντρικού τμήματος, ενώ ο τέταρτος και ο πέμπτος λιθολογικός τύπος ως πολύ μικρές νησίδες στο κεντρικό και νότιο μέρος αυτού αντίστοιχως. Στους λεπτομερείς λιθολογικούς τύπους ανήκουν η αμμώδης ιλύς και η αμμώδης αργίλος. Οι δύο αυτοί λιθολογικοί τύποι εκτείνονται κυρίως από τα Δ/κά περιθώρια του κεντρικού τμήματος, μέχρι και το μέσο του τμήματος αυτού. Ειδικότερα θα μπορούσε να ειπωθεί ότι σχεδόν το 50% του κεντρικού τμήματος καλύπτεται από την αμμώδη ιλύ. Βεβαίως η αμμώδης ιλύς και η αμμώδης αργίλος απαντώνται και στα Δ/κά περιθώρια, αλλά μόνο ως μικρές νησίδες. Τέλος το νότιο τμήμα της λιμνοθάλασσας χαρακτηρίζεται κυρίως από τους λιθολογικούς τύπους της αμμώδη ιλύος και της αμμώδη αργίλου (λεπτομερείς λιθολογικοί τύποι) και δευτερευόντως από το λιθολογικό τύπο της

αργιλώδη άμμου (αδρομερής λιθολογικός τύπος).

Με βάση την κατανομή των λιθολογικών τύπων, προκύπτει ότι το ενεργειακό επίπεδο είναι διαφορετικό κατά μήκος του άξονα της λιμνοθάλασσας του Πάπτα. Αυτό αλλάζει από υψηλό ενεργειακό επίπεδο στο βόρειο τμήμα, σε χαμηλό ανάλογο στο νότιο τμήμα. Το Δ/κό μέρος του κεντρικού τμήματος της λιμνοθάλασσας, χαρακτηρίζεται από ένα ενδιάμεσο χαρακτήρα ενεργειακό επίπεδο, σε σχέση με το βόρειο και νότιο τμήμα της, ενώ το Α/κό μέρος του κεντρικού τμήματος, έχει ένα χαμηλό ενεργειακό επίπεδο, ανάλογο του νότιου τμήματος. Η κατανομή αυτή σε ενεργειακό επίπεδο οφείλεται στο γεγονός ότι, τόσο το βόρειο τμήμα όσο και το Δ/κό περιθώριο του κεντρικού τμήματος προσβάλλονται από τους επικρατούντες Δ/κούς, Α/κούς και ΒΑ/κούς ανέμους. Αντιθέτως το νότιο τμήμα και το Α/κό περιθώριο του κεντρικού τμήματος προστατεύονται από τη δράση των ανέμων αυτών, από τους υπάρχοντες ασβεστολιθικούς όγκους.

Οι αντιπροσωπευτικές αθροιστικές εκατοστιαίας (%) συχνότητας πιθανότητας καμπύλες κατανομής του κοκκομετρικού μεγέθους (Σχ.2Α), για τη λιμνοθάλασσα του Πάπτα, μας δείχνουν ότι για κάθε λιθολογικό τύπο υπάρχουν υποπληθυσμοί που ακολουθούν διαφορετικές διαδικασίες ιζηματογένεσης (Visser, 1969). Για τους λιθολογικούς τύπους της άμμου (άμμος, ιλυώδης άμμος και πηλώδης άμμος), διακρίνουμε έναν έως και τρεις υποπληθυσμούς που κινούνται με σύρσιμο (traction), δύο τουλάχιστον υποπληθυσμούς που κινούνται με άλματα (saltatory load) και δύο με τρεις υποπληθυσμούς που κινούνται με αιώρηση (suspension). Για τους λιθολογικούς τύπους των αμμωδών ιζημάτων (αμμώδης ιλύς αμμώδης πηλός και αμμώδης άργιλος) και του πηλού, βλέπουμε ότι υπάρχουν ένας, το πολύ δύο υποπληθυσμοί, που κινούνται με σύρσιμο, ένας μέχρι και δύο υποπληθυσμοί που κινούνται με άλματα και τρεις έως και πέντε υποπληθυσμοί που κινούνται με αιώρηση.

3.3. Πηγές ιζηματος. Το βόρειο τμήμα της λιμνοθάλασσας δέχεται αμμώδη υλικό κυρίως με τη βοήθεια του φαινομένου "έκπλυσης υλικού υπεράνω φραγμού" (washover phenomenon) και το οποίο παρέχεται από την παράκτια και υποπαράκτια ζώνη του Δ/κού νησιωτικού αμμώδη φραγμού. Μικρή ποσότητα ασβεστολιθικών κόκκων, κυρίως μεγέθους άμμου, προσφέρεται απ' ευθείας στο βόρειο τμήμα από την αποσάθρωση και διάβρωση του παρακείμενου μικρού ασβεστολιθικού όγκου (Σχ.1). Η παρουσία πλεγμάτων για την ιχθυοπαράγωγή στο βόρειο διάλυλο παρεμποδίζει την είσοδο, με τη βοήθεια των ασθενών παλιρροϊκών ρευμάτων που επικρατούν (ύψος παλίρροιας περίπου 20cm), παράκτιας και υποπαράκτιας άμμου μέσα από αυτόν.

Τα Δ/κά περιθώρια του κεντρικού τμήματος της λιμνοθάλασσας δέχονται κλαστικά ιζήματα άμμου με μικρή παρουσία πηλού και αργίλου (2-5%), από ένα σχετικά μικρό και από τρία ακόμη μικρότερα αλλουβιακά ριπίδια, τα οποία έχουν διανοιχτεί επί παλαιοθινών, υπολείμματα των οποίων απαντούν σε τοπογραφικά υψηλότερες θέσεις στη χέρσο (Σχ.1). Επίσης, ο ασβεστολιθικός όγκος που βρίσκεται παρά του Δ/κού περιθωρίου (Σχ.1), η επ' αυτού αναπτυσσόμενη κατά θέσεις εριθρογή, καθώς και τα πλευρικά του κορήματα παρέχουν ασβεστολιθικούς κόκκους, κυρίως μεγέθους άμμου, καθώς και λεπτομερές κλαστικό υλικό ασβεστολιθικής και μη σύστασης. Τα ανατολικά περιθώρια του κεντρικού τμήματος της λιμνοθάλασσας είναι μια περιοχή που στερείται παροχής αμμώδους ιζηματος από την παράκτια και υποπαράκτια ζώνη του Πατραϊκού κόλπου, είτε μέσα από τους δύο διαύλους του Α/κού φραγμού, είτε μέσα από την ανεμογενή δράση. Αυτό καταδεικνύεται από την απουσία των αμμωδών δέλτα πλήμμης των διαύλων καθώς και από τη σταθερή μορφολογία που παρουσιάζει ο Α/κός νησιωτικός φραγμός στα τελευταία 50 χρόνια και την έλλειψη προέλασής του (αεροφωτογραφίες 1945, 1960, 1986, Γ.Υ.Σ). Ο φραγμός αυτός μπορεί να θεωρηθεί ως μια "περιοχή που στερείται άμμου" (sand starved area).

Στο νότιο τμήμα της λιμνοθάλασσας εκβάλλει το στόμιο χειμάρρων που αποστραγγίζουν ένα σχετικά εκτεταμένο αλλουβιακό πεδίο και παρέχουν στη λιμνοθάλασσα ιλύ με πολύ μικρή παρουσία CaCO_3 (περίπου 16%) (Σχ.1). Το τμήμα αυτό στη μετάβασή του προς το κεντρικό τμήμα της λιμνοθάλασσας χαρακτηρίζεται από αυξημένη παρουσία CaCO_3 (30-65%) (πίνακας 1), πράγμα που υποδηλώνει τη συμμετοχή ως μιας επιπλέον πηγής τροφοδοσίας, δηλαδή τους δύο ασβεστολιθικούς όγκους που βρίσκονται στην περιοχή. Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ.

υπολοίπων απαντά στο σύνολο της λιμνοθάλασσας και μπορεί τα σκελετικά υπόλοιπα να συμμετέχουν με ποσοστό έως και 64% του επιφανειακού ιζήματος.

3.4. Πετρολογία.

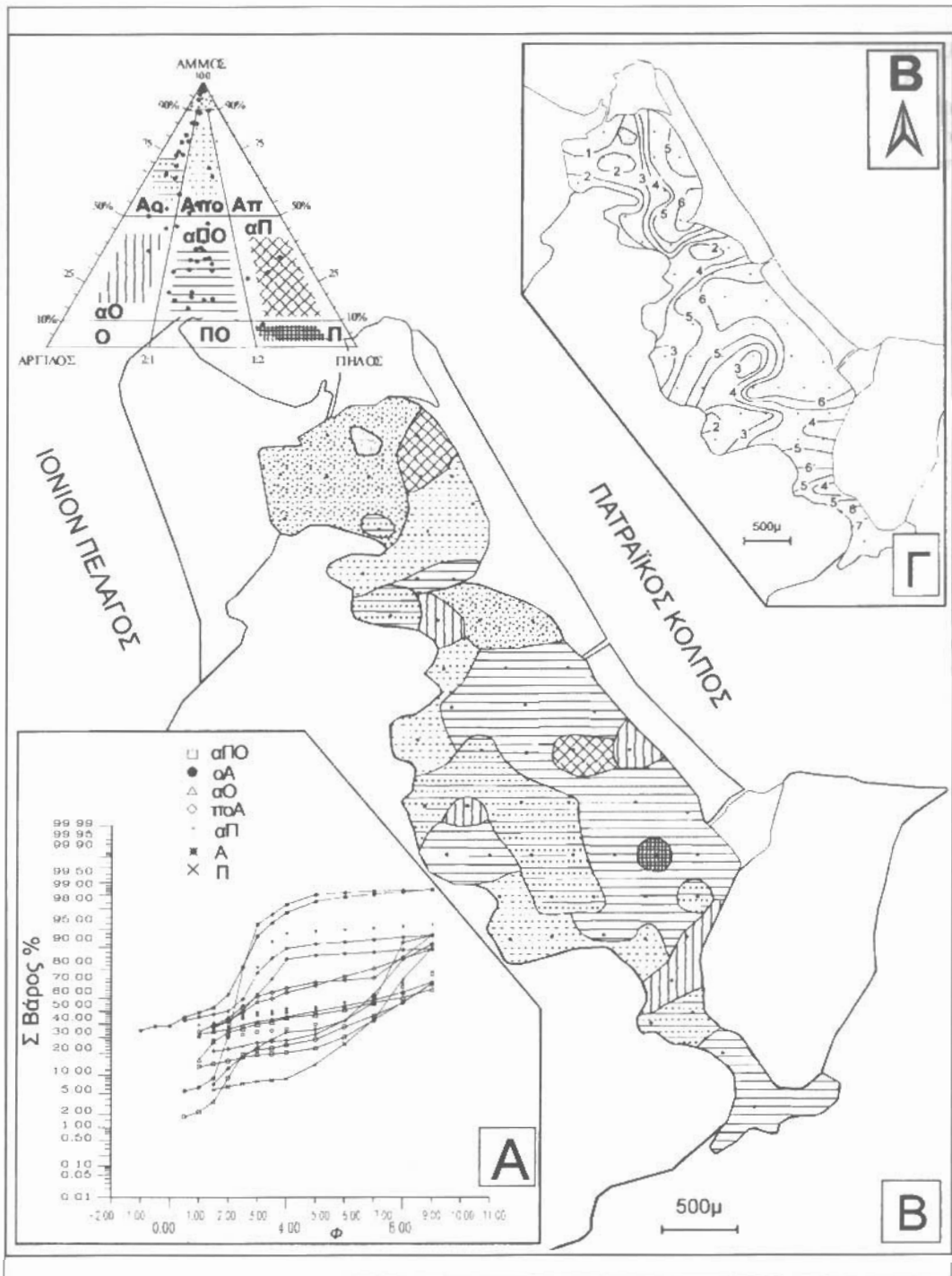
I) *Ορυκτολογία κλαστικού υλικού των επιφανειακών ιζημάτων.* Η μικροσκοπική εξέταση του κλάσματος της άμμου (κλαστικής), έδειξε ότι σ_ολόκληρη την έκταση της λιμνοθάλασσας τα ορυκτά τα οποία επικρατούν είναι ο χαλαζίας, ο ασβεστίτης και οι άστριοι σε ποσοστό 95%, ενώ σε πολύ μικρότερη αναλογία (5%) συναντώνται και αδιαφανή ορυκτά.

II) *Ανθρακικό ασβέστιο των επιφανειακών ιζημάτων.* Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου (CaCO_3), κυμαίνεται από 7-69% (πίνακας 1). Τα δείγματα που εμφανίζουν τα μεγαλύτερα ποσοστά CaCO_3 (κατά μέσον όρο >40%), είναι κυρίως σύστασης ιλυώδη άμμου, αργιλωδή άμμου και αμμώδη αργίλου και δευτερευόντως αμμώδη ιλύος (κατά μέσο όρων περίπου 28%) και δείχνουν να συσχετίζονται με δείγματα που έχουν υψηλό ποσοστό σκελετικών υπολοίπων λιμνοθαλάσσιων οργανισμών ή/και υψηλό ποσοστό ανθρακικών κόκκων. Επίσης παρατηρούμε ότι τα δείγματα με τα υψηλότερα ποσοστά CaCO_3 , κατά προτίμηση κατανέμονται στα Δ/κά και βαθύτερα σχετικά περιθώρια της λιμνοθάλασσας. Αντίθετα τα μικρότερα ποσοστά CaCO_3 (κατά μέσον όρο <20%), εμφανίζονται κυρίως στα ιζήματα, του τύπου άμμου, αμμώδη πηλού και πηλού, που έχουν πολύ μικρό ποσοστό σκελετικών υπολοίπων και ανθρακικών ορυκτών. Τα σκελετικά υπόλοιπα προέρχονται από το θάνατο ελασματοβραγχίων (κυρίως *Cardium*), με ποσοστό συμμετοχής 80%, και γαστερόποδων (κυρίως *Cerithium*), με ποσοστό συμμετοχής 20%.

III) *Οργανικό υλικό - Οργανικός άνθρακας (C) των επιφανειακών ιζημάτων.* Το ποσοστό σε οργανικό υλικό (organic matter), των επιφανειακών ιζημάτων, κατά μέσον όρο είναι γύρω στα 5,54%, κυμαινόμενο από 0,86% έως και 9,8% και του οργανικού άνθρακα (organic carbon), είναι 2,53%, κυμαινόμενο από 0,075% έως 4,7% (πίνακας 1). Τα σχετικά μεγάλα ποσοστά σε οργανικό υλικό και οργανικό άνθρακα των επιφανειακών ιζημάτων της λιμνοθάλασσας, οφείλονται κυρίως στο θάνατο της "in situ" χλωρίδας και πανίδας και πολύ λιγότερο στην προσφορά χερσογενούς κλαστικού οργανικού υλικού από το περιορισμένο δίκτυο απορροής που καταλήγει σ' αυτή. Η άποψη αυτή ενισχύεται από την κατάσταση εντροφισμού η οποία παρατηρείται περιοδικά στη λιμνοθάλασσα και υποδηλώνει τον υψηλό ρυθμό παραγωγής οργανικής ύλης.

3.5. *Στατιστικοί παράμετροι του κοκκομετρικού μεγέθους των επιφανειακών ιζημάτων.* Για όλα τα επιφανειακά δείγματα του πυθμένα της λιμνοθάλασσας του Πάπτα, οι στατιστικοί παράμετροι του κοκκομετρικού μεγέθους που υπολογίστηκαν είναι, ο γραφικός μέσος (Mz), η διάμεσος (Md), η αποκλειστική γραφική σταθερά απόκλισης (σ_1), η αποκλειστική γραφική ασυμμετρία (SK1) και η γραφική κύρτωση (KG) (πίνακας 1). Τα δεδομένα αυτά απεικονίστηκαν σε ορθοκανονικό σύστημα αξόνων, με σκοπό να διακρίνουμε τη σχέση που έχουν μεταξύ τους και να αναδείξουμε την ιζηματολογική συμπεριφορά των διαφόρων λιθολογικών τύπων των ιζημάτων του πυθμένα της λιμνοθάλασσας.

Στο σχήμα 3A φαίνεται η γραφική απεικόνιση του γραφικού μέσου (Mz) του κοκκομετρικού μεγέθους, έναντι της αποκλειστικής γραφικής σταθεράς απόκλισης (σ_1), η οποία μας δείχνει γενικά ότι τα ιζήματα του πυθμένα της λιμνοθάλασσας έχουν ένα πολύ φτωχό βαθμό ταξίθετησης, με μόνη εξαίρεση τα ιζήματα κυρίως του βόρειου τμήματος της λιμνοθάλασσας, του τύπου άμμου, που έχουν έναν καλύτερο βαθμό ταξίθετησης (μέτρια μέχρι φτωχή ταξίθετηση). Επιπλέον είναι σαφές ότι, αν εξαιρέσουμε τον λιθολογικό τύπο της άμμου, για τα υπόλοιπα ιζήματα της λιμνοθάλασσας και ιδιαίτερα για την αμμώδη ιλύ και για ένα ευρύ φάσμα του μέσου μεγέθους (Mz), ο βαθμός ταξίθετησης είναι σχετικά σταθερός (από 3-5) (Σχ.3A). Αυτό δηλώνει ότι το περιβάλλον απόθεσης των ιζημάτων αυτών είναι "ήσυχων υδάτων", με ασθενή ρεύματα και μικρή κυματική δραστηριότητα (Buller & McManus, 1972). Η γραφική απεικόνιση του γραφικού μέσου (Mz) του κοκκομετρικού μεγέθους (Σχ.3B), έναντι της αποκλειστικής γραφικής ασυμμετρίας (SK1), μας δείχνει ότι υπάρχει σαφής διάκριση μεταξύ των ιζημάτων της λιμνοθάλασσας, σχετικά με άμμου, αμμώδη ιλύος, αμμώδη πηλού και πηλού και αυτών με σύσταση αμμώδη αργίλου, ιλυώδη άμμου και αργιλούχου άμμου. Η πρώτη



Σχήμα 2: Α) Χαρακτηριστικές αθροιστικές καμπύλες συχνότητας, για διάφορους λιθολογικούς τύπους Β) Χάρτης κατανομής του κοκκομετρικού μεγέθους με το τριγωνικό διάγραμμα του Folk (1974). Γ) Κατανομή του μέσου μεγέθους (Mz) των ιζημάτων της λιμνοθάλασσας του Πάπτα.

Fig. 2: A) Cumulative frequency curves of the various textural classes Β) Map of the grain-size distribution with the diagram of Folk (1974). C) Distribution of mean grain size (Mz) of the Pappa lagoon sediments.

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

ομάδα ιζημάτων δείχνει σαφή αρνητική ασυμμετρία, σε αντίθεση με τη δεύτερη ομάδα με τη σαφή θετική ασυμμετρία.

Η γραφική απεικόνιση της αποκλειστικής γραφικής σταθεράς απόκλισης (σ_1), έναντι της αποκλειστικής γραφικής ασυμμετρίας (SK1) (Σχ.3Γ), μας δείχνει ότι, τα ιζήματα του πηλού, του αμμώδη πηλού και της αμμώδη ιλύος, που παρουσιάζουν πολύ φτωχή έως υπερβολικά φτωχή ταξιθέτηση, έχουν αρνητική ασυμμετρία. Ομοίως αρνητική ασυμμετρία δείχνουν οι άμμοι που έχουν μια μέτρια καλή ταξιθέτηση έως φτωχή ταξιθέτηση. Τα υπολοίπα ιζήματα της λιμνοθάλασσας (αμμώδης άργιλος, ιλυώδης άμμος, αργιλώδης άμμος), παρουσιάζουν πολύ έως υπερβολικά φτωχή ταξιθέτηση και θετική μέχρι σχεδόν κανονική ασυμμετρία. Η κυματική δράση η οποία ως προελέχθει είναι έντονη στα Δ/κά περιθώρια του κεντρικού τμήματος, προκαλεί με το "ρεύμα επιστροφής" ("backwash") ένα "λίχινομα" (winnowing) των ιζημάτων σ' αυτά και την εκλεκτική απομάκρυνση του πηλού και της αργίλου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τα ιζήματα του Δ/κού περιθωρίου να παρουσιάζουν μια θετική μέχρι και κανονική ασυμμετρία αφού ο αδρομερέστερος υποπληθυσμός θα αυξάνει σε σχέση προς το λεπτό υποπληθυσμό. Ο πηλός και η άργιλος που απομακρύνθηκαν, μεταφέρονται και καθιζάνουν μέσα από αιώρηση στο κεντρικό και Α/κό μέρος του κεντρικού τμήματος, παράγοντας αρνητική ασυμμετρία, αφού πλέον ο λεπτός υποπληθυσμός θα επικρατεί του αδρομερέστερου υποπληθυσμού (Spencer, 1963) (Σχ.3Ε).

Τέλος η γραφική απεικόνιση του γραφικού μέσου (M_z) του κοκκομετρικού μεγέθους, έναντι της γραφικής κύρτωσης (KG) (Σχ.3Δ), δείχνει ότι τα ιζήματα κυρίως του τύπου της αμμώδη ιλύος και της αμμώδη αργίλου είναι κυρίως πλατύκυρτα και δευτερευόντως μεσόκυρτα έως λεπτόκυρτα (πλησιέστερα του Α/κού φραγμού), ενώ τα ιζήματα της άμμου, του αμμώδη πηλού και του πηλού παρουσιάζουν κυρίως μέτρια έως πολύ λεπτή κύρτωση. Εξάλλου η ιλυώδης άμμος και η αργιλώδης άμμος παρουσιάζουν ευρεία διασπορά τιμών στην κύρτωση. Σύμφωνα με το σχήμα 3(ΣΤ) στο Α/κό περιθώριο του κεντρικού τμήματος και σύμφωνα με όσα ειπώθηκαν αμέσως προηγουμένα σε σχέση με την ασυμμετρία, θα πρέπει τα ιζήματα εκεί να τείνουν να είναι περισσότερο ώριμα (κυριαρχεί ο υποπληθυσμός του πηλού και της αργίλου, σε σχέση με τον υποπληθυσμό της άμμου ή και το αντίθετο) και κατά συνέπεια να τείνουν να είναι λεπτόκυρτα ως μεσόκυρτα. Αντίθετα μακρύτερα από τον Α/κό φραγμό η αμμώδης ιλύς είναι λιγότερο ώριμη (σημαντική συμμετοχή ακόμη της άμμου) και έχει έτσι πλατύκυρτο χαρακτήρα.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η λιμνοθάλασσα του Πάλπα είναι μια επιμήκης, σχετικά βαθιά λιμνοθάλασσα, μέσου βάθους 1,8μ, η οποία μπορεί να διακριθεί με βάση τη μορφολογία της σε τρία τμήματα: I) βόρειο II) κεντρικό και III) νότιο. Κάθε ένα από τα τμήματα αυτά μπορεί να διαφοροποιείται στην πηγή τροφοδοσίας, στους λιθολογικούς τύπους, στην κατανομή των κοκκομετρικών παραμέτρων και στο ενεργειακό επίπεδο. Το βόρειο τμήμα έχει ως κύρια πηγή τροφοδοσίας την παράκτια και υποπαράκτια ζώνη του Δ/κού νησιωτικού φραγμού. Το κεντρικό τμήμα δέχεται ιζήματα μόνο από το Δ/κό περιθώριό του. Οι κύριες πηγές τροφοδοσίας είναι ο υπάρχων εκεί ασβεστολιθικός όγκος και τα αλλουβιακά ριπίδια που εδράζονται επί παλαιοθινών. Το νότιο τμήμα δέχεται κυρίως ιζήματα από την αποστράγγιση ενός σχετικά εκτεταμένου αλλουβιακού πεδίου και δευτερευόντως από τους εκεί υπάρχοντες ασβεστολιθικούς όγκους. Η αυτόχθονη βιογενής παραγωγή σκελετικών υπολοίπων απαντά στο σύνολο της λιμνοθάλασσας και μπορεί τα σκελετικά υπόλοιπα να συμμετέχουν με ποσοστό έως και 64% του επιφανειακού ιζηματος.

Το βόρειο τμήμα κατέχεται γενικά από αδρομερέστερους λιθολογικούς τύπους όπως η άμμος, η ιλυώδης άμμος, η αργιλώδης άμμος και ο αμμώδης πηλός. Στο κεντρικό τμήμα απαντώνται και αδρομερείς και λεπτομερείς λιθολογικοί τύποι. Στους αδρομερείς λιθολογικούς τύπους ανήκουν η ιλυώδης άμμος, η αργιλόχθος άμμος, η άμμος, ο αμμώδης πηλός και ο πηλός. Οι αδρομερείς τύποι απαντούν κυρίως στο Δ/κό περιθώριο του κεντρικού τμήματος. Οι λεπτομερείς λιθολογικοί τύποι είναι η αμμώδη ιλύς και η αμμώδης άργιλος. Οι λιθολογικοί αυτοί τύποι απαντούν κυρίως στο Α/κό περιθώριο του κεντρικού τμήματος. Η γραφική Βιβλιοθήκη Θεόφραστου Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ. το 50% του τμήματος

ΔΕΙΓΜΑ	ΑΜΜΟΣ %	ΠΗΛΟΣ %	ΑΡΓΙΛΟΣ %	ΛΙΘ/ΓΙΑ	CaCO ₃	C%	C%-υλικό	Mz	σι ⁽¹⁾	SK1 ⁽²⁾	KG ⁽³⁾			
p57	14,29	38,2	47,51	αΠΟ	16,5	3,18	7,1	7,92	3,34	πφρτ	-0,11	α.α	0,77	π
p56	28,31	26,50	45,19	αΠΟ	16,16	3,06	6,12	6,88	4,60	υφρτ	-0,15	α.α	0,74	π
p55	51,51	10,94	37,55	οΑ	65,16	0,99	3,84	3,98	4,63	υφρτ	0,02	σκα	0,76	π
p54	52,47	12,36	35,17	οΑ	25,34	3,45	6,9	4,97	4,96	υφρτ	0,37	πθβα	0,66	ππ
p53	44,83	15,97	39,20	αΟ	27,45	3,42	8,12	6,00	4,66	υφρτ	0,12	θ.α	0,60	ππ
p52b	36,22	14,72	49,06	αΟ	54,76	2,37	4,74	4,40	4,20	υφρτ	0,09	σκα	0,94	μ
p52	50,95	20,30	28,75	ποΑ	45,03	2,7	5,4	4,57	4,90	υφρτ	0,20	θ.α	0,77	π
p51	32,69	29,87	37,44	αΠΟ	42,32	2,85	5,7	5,20	4,24	υφρτ	-0,41	πκαα	0,95	μ
p50	72,85	5,08	22,07	ποΑ	27,92	3,38	6,75	3,55	4,44	υφρτ	0,79	πθβα	1,06	μ
p49	78,26	6,25	15,49	ποΑ	64,30	0,53	3,3	2,72	4,14	υφρτ	0,30	θ.α	1,55	πλ
p48	65,71	5,53	28,75	οΑ	33,39	3,38	6,75	4,10	4,76	υφρτ	0,70	πθβα	0,68	π
p47	36,23	32,31	31,46	αΠΟ	35,80	3,11	6,21	4,87	3,74	πφρτ	-0,37	πκαα	0,70	π
p46	74,28	5,10	20,61	οΑ	68,97	1,05	4,5	2,43	5,14	υφρτ	0,63	πθβα	1,11	μ
p45	80,61	4,32	15,07	οΑ	23,12	2,13	4,88	2,97	3,86	πφρτ	0,75	πθβα	2,72	πλ
p44	89,05	4,49	6,45	ποΑ	29,21	0,93	2,94	1,70	2,58	πφρτ	0,33	πθβα	1,44	λ
p43	28,97	31,28	39,75	αΠΟ	20,49	3,45	7,8	6,68	4,39	υφρτ	-0,11	α.α	0,71	π
p42	8,83	64,99	26,18	Π	7,19	4,5	8,2	6,97	2,43	πφρτ	-0,22	α.α	2,15	πλ
p41	33,14	34,28	32,57	αΠΟ	18,46	4,7	9,8	6,07	4,16	υφρτ	0,01	σκα	0,81	π
p40	28,63	38,77	32,60	αΠΟ	17,70	3,93	7,85	6,03	4,25	υφρτ	-0,05	σκα	0,88	π
p39	68,77	7,09	24,13	οΑ	63,84	1,56	5,4	3,60	5,27	υφρτ	0,39	πθβα	0,77	π
p38	46,71	28,35	24,94	αΠΟ	45,66	2,01	4,02	4,43	3,88	πφρτ	-0,27	α.α	0,74	π
p37	39,73	30,43	29,84	αΠΟ	16,52	4,31	9	5,50	3,38	πφρτ	-0,17	α.α	0,81	π
p36	32,31	32,10	35,59	αΠΟ	18,00	4,03	8,05	6,33	4,45	υφρτ	-0,11	α.α	0,82	π
p35	20,25	29,21	50,54	αΠΟ	24,31	4,35	8,6	6,33	4,21	υφρτ	-0,50	πκαα	1,87	πλ
p34	84,96	5,57	9,48	οΑ	29,23	1,05	3,16	2,37	2,69	πφρτ	0,10	θ.α	1,89	πλ
p33	57,92	13,65	28,43	οΑ	31,45	3,35	6,7	4,70	4,59	υφρτ	0,49	πθβα	0,74	π
p32	45,68	19,05	35,27	αΟ	58,74	1,83	4,84	5,13	5,43	υφρτ	0,01	σκα	0,76	π
p31	85,31	3,84	10,85	οΑ	32,03	0,6	2,9	2,07	3,05	πφρτ	0,04	σκα	1,91	πλ
p30	17,34	32,51	50,16	αΠΟ	28,16	3,96	7,92	6,12	3,50	πφρτ	-0,57	πκαα	1,50	λ
p29	33,78	57,90	8,32	αΠ	17,16	4,18	8,6	5,53	2,71	πφρτ	-0,37	πκαα	0,83	π
p28	22,40	35,40	42,20	αΠΟ	27,2	3,82	7,64	6,85	4,45	υφρτ	-0,28	α.α	0,80	π
p27	64,05	9,08	26,88	οΑ	28,80	3,85	7,7	3,65	5,28	υφρτ	0,51	πθβα	0,73	π
p26	54,04	21,09	24,88	ποΑ	44,06	1,71	3,42	4,00	4,94	υφρτ	0,21	θ.α	0,87	π
p25	15,60	30,20	55,20	αΠΟ	27,90	4,2	8,4	5,40	2,55	πφρτ	-0,40	πκαα	1,40	λ
p24	20,40	36,39	43,20	αΠΟ	26,39	3,96	7,48	6,90	4,55	υφρτ	-0,22	α.α	1,38	λ
p23	31,27	37,39	31,34	αΠΟ	58,42	1,68	3,36	5,48	3,66	πφρτ	-0,50	πκαα	0,87	π
p21	25,54	51,76	22,70	αΠ	17,06	4,23	8,46	5,80	3,29	πφρτ	-0,34	πκαα	0,92	μ
p20	36,88	29,49	33,63	αΠΟ	39,97	3,15	6,3	6,03	4,57	υφρτ	-0,03	σκα	0,99	μ
p19	67,93	18,02	14,06	ποΑ	58,83	1,43	5,12	3,45	3,59	πφρτ	0,41	πθβα	0,73	π
p18	98,39	0,83	0,78	A	11,98	0,18	0,36	2,15	0,64	μκφτ	-0,30	α.α	2,30	πλ
p17	96,20	0,87	2,93	A	27,38	0,55	1,6	1,15	0,97	μτ	-0,08	σκα	1,01	μ
p16	49,52	8,11	42,37	αΟ	47,10	2,37	4,74	4,18	4,47	υφρτ	0,05	σκα	0,64	ππ
p15	77,83	4,25	17,92	οΑ	64,72	1,5	3	2,00	5,63	υφρτ	0,44	πθβα	1,27	λ
p14	15,16	64,42	20,41	αΠ	22,92	3,96	7,92	6,88	2,46	πφρτ	-0,91	πκαα	2,09	πλ
p13	37,38	30,77	31,85	αΠΟ	15,94	4,44	8,88	5,92	3,58	πφρτ	-0,08	σκα	0,86	π
p12	89,99	6,68	3,33	ποΑ	56,16	0,63	1,26	2,37	1,50	φτ	0,10	θ.α	2,16	πλ
p11	17,73	44,42	37,85	αΠΟ	29,69	3,54	7,08	6,92	3,81	πφρτ	-0,05	σκα	1,28	λ
p10	64,69	20,78	14,53	ποΑ	46,35	2,1	4,2	3,50	3,81	πφρτ	0,38	πθβα	0,94	μ
p9	89,74	3,38	6,87	οΑ	32,56	0,87	2,68	1,30	2,77	πφρτ	-0,25	α.α	1,27	λ
p8	100,00	0,00	0,00	A	25,12	0,18	0,36	2,47	0,93	μτ	-0,38	πκαα	3,18	ππλ
p7	51,17	25,56	23,28	ποΑ	35,99	3,69	7,38	4,50	4,16	υφρτ	0,26	θ.α	0,83	π
p6	33,35	35,50	31,14	αΠΟ	32,83	4,08	8,64	5,57	4,03	υφρτ	-0,24	α.α	0,85	π
p5	28,08	57,02	14,90	αΠ	32,24	3,41	6,81	5,17	3,69	πφρτ	-0,41	πκαα	1,16	λ
p4	94,09	1,50	4,41	A	32,07	0,68	1,36	2,23	1,31	φτ	0,02	σκα	1,73	πλ
p3	97,71	0,36	1,93	A	11,38	0,08	0,86	2,50	0,88	μτ	-0,37	πκαα	3,07	ππλ
p2	100,00	0,00	0,00	A	23,63	0,15	0,3	1,97	1,22	φτ	-0,64	πκαα	2,41	πλ
p1	97,59	1,56	0,85	A	11,09	0,1	1,2	0,67	1,97	φτ	-0,28	α.α	0,73	π

(1) μ.τ.=μέτρια ταξ/ση, μ.κ.τ.=μέτρια καλή ταξ/ση, φ.τ.=φτωχή ταξ/ση, π.φ.τ.=πολύ φτωχή ταξ/ση,

υ.φ.τ.=υπερβολικά, φτωχή ταξ/ση.

(2) σ.κ.α.=σχεδόν κανονική ασυμ/ρία, α.α.=αρνητική ασυμ/ρία, π.α.α.=πολύ αρνητική ασυμ/ρία, π.θ.α.=πολύ θετική ασυμ/ρία.

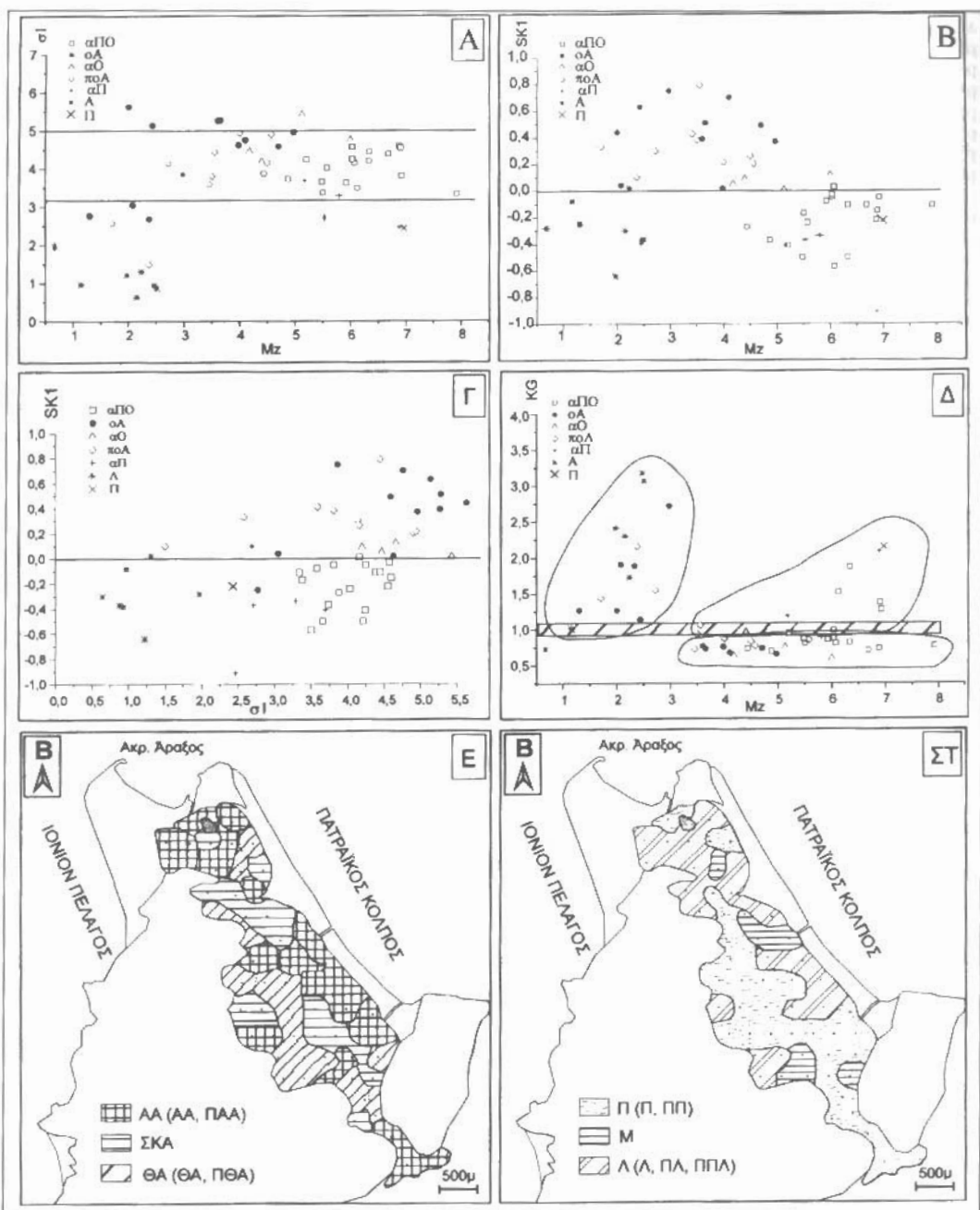
(3) μ.=μεσοκύρτη, θ.α.=θετική ασυμ/ρία, π.=πλατύκυρτη, π.π.=πολύ πλατύκυρτη,

λ.=λεπτόκυρτη, π.λ.=πολύ λεπτόκυρτη, π.π.λ.=πάρα πολύ λεπτόκυρτη

Πίνακας 1: Οι στατιστικοί παράμετροι, το % ποσοστό σε άμμο-πηλό-άργιλο και το % ποσοστό του CaCO₃, οργανικού άνθρακα (C) και οργανικού υλικού των επιφανειακών ιζημάτων της λιμνοθάλασσας του Πάππα.

Table 1: Statistical parameters, percentages of sand-silt-clay and percentage of CaCO₃, organic carbon (C) and organic matter of the surficial sediments of the Pappa lagoon.

Φηφιακή Βιβλιοθήκη Θεοφράστους - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.



Σχήμα 3: Α) Γραφική απεικόνιση του γραφικού μέσου (Mz) έναντι της αποκλειστικής γραφικής σταθεράς απόκλισης (σ_1). Β) Γραφική απεικόνιση του γραφικού μέσου (Mz) έναντι της αποκλειστικής γραφικής ασυμμετρίας (SK1). Γ) Γραφική απεικόνιση της αποκλειστικής γραφικής σταθεράς απόκλισης (σ_1), έναντι της αποκλειστικής γραφικής ασυμμετρίας (SK1). Δ) Γραφική απεικόνιση του γραφικού μέσου (Mz), έναντι της γραφικής κύρτωσης (KG). Ε) Κατανομή της αποκλειστικής γραφικής ασυμμετρίας (SK1) στη λιμνοθάλασσα του Πάπτα.

Fig. 3: Scatter diagrams of statistical grain-size parameters. A) Graphic mean size (Mz) and inclusive standard deviation (σ_1). B) Graphic mean size (Mz) and inclusive graphic skewness (SK1). C) Inclusive standard deviation (σ_1) and inclusive graphic skewness (SK1). D) Graphic mean size (Mz) and graphic kurtosis (KG). E) Distribution of inclusive graphic skewness (SK1) and F) Distribution of graphic kurtosis (KG) in the Pappa lagoon.

αυτού. Το νότιο τμήμα κατέχεται κυρίως από τους λιθολογικούς τύπους ομοίους με αυτούς του Α/κού περιθωρίου του κεντρικού τμήματος. Η παραπάνω διάταξη των λιθολογικών τύπων βρίσκεται σε απευθείας σχέση με της πηγές τροφοδοσίας. Επιπλέον ο υδροδυναμικός παράγοντας (κύμα-ρεύμα), παρεμβάινει στο κεντρικό τμήμα προκαλώντας ένα διαχωρισμό των αδρομερών από τους λεπτομερείς λιθολογικούς τύπους.

Οι τιμές των κοκκομετρικών παραμέτρων καθώς και η κατανομή αιτών, σχετίζεται άμεσα με την κατανομή των λιθολογικών τύπων. Ο γραφικός μέσος (Mz) παρουσιάζει ένα ευρύ φάσμα τιμών, με τάση να μειώνεται από το βόρειο προς το νότιο τμήμα (Σχ.2Γ). Ο βαθμός ταξιθέτησης είναι γενικά άσχημος. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ένα λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον είναι ένα περιβάλλον συνολικά χαμηλής ενέργειας που παράγει κατά κανόνα πολυτυπικά ιζηματα, σε συνδυασμό πάντα με το είδος της πηγής τροφοδοσίας. Η ασυμμετρία έχει αρνητικές τιμές στους αδρομερείς λιθολογικούς τύπους (αμμώδη υλικά), όπως συνήθως αναμένεται και συναντάται κατά συνέπεια στο βόρειο τμήμα. Στο κεντρικό τμήμα η διαδικασία του "λιχνίσματος" παράγει ιζηματα με θετική ασυμμετρία στο Δ/κό περιθώριό του και ιζηματα με αρνητική ασυμμετρία στο υπόλοιπο μέρος του κεντρικού τμήματος (αμμώδης ιλύς). Στο νότιο τμήμα απαντά η αρνητική ασυμμετρία που υπάρχει ήδη στο ιζημα της πηγής τροφοδοσίας και που δεν αλλάζει επειδή το ενεργειακό επίπεδο εκεί είναι εντελώς χαμηλό. Η κύρωση στο βόρειο τμήμα είναι μέτρια έως λεπτή, λόγω της επικράτησης του κλάσματος της άμμου. Στο κεντρικό τμήμα και στα Α/κά του περιθώρια η κύρωση είναι λεπτόκυρη έως μεσόκυρη, αφού τα ιζηματα εκεί είναι περισσότερο ώριμα (επικρατεί ή ο υποπληθυσμός του πηλού και της αργίλου ή ο υποπληθυσμός της άμμου), ενώ στο κέντρο του που τα ιζηματα είναι λιγότερο ώριμα έχουν πλατύκυρη χαρακτηριστή (έχουμε σημαντική ακόμη συμμετοχή της άμμου). Στα Α/κά περιθώρια του κεντρικού τμήματος επικρατούν ιζηματα πλατύκυρη, επειδή φαίνεται να προκύπτουν από ανάμειξη περίπου ίσων υποπληθυσμών άμμου με πηλό και αργίλο (ανώριμα ιζηματα).

Με βάση την κατανομή των λιθολογικών τύπων είναι εμφανής η διαφοροποίηση των τριών προαναφερθέντων τμημάτων σε ενεργειακό επίπεδο. Έτσι, το βόρειο τμήμα έχει το υψηλότερο ενεργειακό επίπεδο αφού εκτίθεται και στους τρεις επικρατούντες ανέμους. Στο κεντρικό τμήμα και ειδικότερα στο Δ/κό περιθώριό του το ενεργειακό επίπεδο είναι μέτριο, αφού εκτίθεται στους δύο από τους τρεις επικρατούντες ανέμους. Αντίθετα το Α/κό περιθώριο του κεντρικού τμήματος και το νότιο τμήμα χαρακτηρίζονται από χαμηλό ενεργειακό επίπεδο, ως προφυλασσόμενα τμήματα από τους επικρατούντες ανέμους.

Οι αθροιστικές καμπύλες κατανομής των διαφόρων λιθολογικών τύπων των επιφανειακών ιζημάτων, μας δείχνουν ότι για τα λεπτόκοκκα ιζηματα κυριαρχούν έως και πέντε υποπληθυσμοί, που κινούνται με αιώρηση, ενώ για τα πιο χονδροκόκκα ιζηματα, κυριαρχούν έως και έξι υποπληθυσμοί που κινούνται με σύρσιμο ή/και με άλματα. Έτσι στο βόρειο τμήμα της λιμνοθάλασσας κυριαρχεί η διαδικασία μεταφοράς του ιζήματος που αποτιθεται, με σύρσιμο και με άλματα, στο κεντρικό τμήμα κυριαρχεί η διαδικασία μεταφοράς του ιζήματος με άλματα και αιώρηση και στο νότιο τμήμα με αιώρηση.

Η μικροσκοπική παρατήρηση του κλάσματος της άμμου έδειξε την παρουσία ελαφρών ορυκτών, δηλαδή χαλαζία, ασβεστίτη, αστρίων σε ποσοστό 95% και αδιαφανών ορυκτών σε ποσοστό 5%. Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου κυμαίνεται από 7-69% και φαίνεται να συσχετίζεται έντονα με το ποσοστό των σκελετικών υπολοίπων του βιογενούς υλικού των επιφανειακών ιζημάτων, που φτάνει σε ποσοστό έως και 64% του κλαστικού υλικού. Το ποσοστό συμμετοχής του οργανικού υλικού και του οργανικού άνθρακα (C) στα επιφανειακά ιζηματα της λιμνοθάλασσας, είναι σημαντικό και φτάνει κατά μέσον όρο το 5,54 % και 2,53 % αντίστοιχα. Τέλος η αυτόχθονη βιογενής παραγωγή σκελετικών υπολοίπων απαντά στο σύνολο της λιμνοθάλασσας και μπορεί τα σκελετικά υπόλοιπα να συμμετέχουν με ποσοστό έως και 64% του επιφανειακού ιζήματος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- BARNAVAS S.P. 1979. Geochemistry of sediments from eastern Pacific. Ph.D thesis, University London, 431 pp.
- BULLER A.T. AND MCMANUS A.T. 1972. Simple metric sedimentary statistics used to recognize different environments. *Sedimentology*, 18, 1-21.
- DUFFY W., BELKNAP D.F. AND KELLEY J.T. 1989. Morphology and stratigraphy of small barrier-lagoon systems in Main. *Marine Geology*, 88, 243-262.
- FOLK R.L. 1974. *Petrology of Sedimentary Rocks*. Hemphill, Aystin Texas, 182 pp.
- FOLK R.L. AND WARD W.S. 1957. Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. *Jour. Sedim. Petr.*, 27(1), 3-26.
- GAUDETTE H.E., FLIGHT W.R., TONER L., AND FOLGER D.W. 1974. An inixpensive titration method for the determination of organic carbon in recent sediments. *Jour. Sedim. Petr.*, 44, 249-253.
- HAILS J.R. AND HOYT J.H. 1969. The significance and limitations of statistical parameters for distinguishing ancient and modern sedimentary environments of the lower Georgia coastal plain. *Jour. Sedim. Petr.*, 39(2), 559-580.
- SPENCER D.W. 1963. The intepretation of grain-size distribution curves of clastic sediments. *Jour. Sedim. Petr.*, 33, 180-190.
- VISHER 1969. Grain size distribution and depositional process. *Jour. Sedim. Petr.*, 39, 1074-1106.