

ΥΠΟΘΑΛΑΣΣΙΕΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΚΟΛΠΟΥ ΤΟΥ ΝΑΥΑΡΙΝΟΥ, ΝΟΤΙΟ ΙΟΝΙΟ*

Κ. ΠΕΡΙΣΟΡΑΤΗΣ¹, Ν. ΚΟΝΙΣΠΟΛΙΑΤΗΣ², Ε. ΖΗΜΙΑΝΙΤΗΣ¹,
Σ. ΓΑΛΑΝΟΠΟΥΛΟΥ² ΚΑΙ Π. ΖΑΧΑΡΑΚΗ¹

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της εργασίας είναι η γεωλογική έρευνα του πυθμένα του κόλπου του Ναυαρίνου και της ευρύτερης υποθαλάσσιας περιοχής δυτικά της Σφακτηρίας, με βάση λιθοσεισμικές καταγραφές υψηλής και μέσης διεισδυτικότητας και τριών πυρήνων που λήφθηκαν εκτός του κόλπου. Ο πυθμένας του κόλπου παρουσιάζει γενικά ομαλό ανάγλυφο, ενώ στο βόρειο τμήμα του διαπερνάται από δύο αναδύσεις του υποβάθρου. Στο τμήμα δυτικά της Σφακτηρίας ο πυθμένας παρουσιάζει εντονότερη μορφολογία, ιδιαίτερα μετά το υφαλόοριο που διακρίνεται σε βάθος περίπου 160 μέτρων. Στο κλάσμα της άμμου των πυρήνων κυριαρχεί η βιογενής φάση σε όλα τα δείγματα ενώ η γεωγενής φάση είναι πολύ περιορισμένη. Στις σεισμικές καταγραφές είναι σαφής η παρουσία δύο σεισμικών στρωματογραφικών ενότητων, μιας ανώτερης (Α) που είναι το ιζηματογενές κάλυμμα του υποβάθρου και μιας κατώτερης που αντιστοιχεί στο υπόβαθρο (Υ). Εντός της ανώτερης ενότητας διακρίνεται μια σαφής ασυμφωνία που διαχωρίζει δύο υποενότητες Α1 και Α2. Συνάγεται ότι η υποενότητα Α1 απετέθη κατά την τελευταία επίκληση (οξυγονοιστοτοπικό στάδιο 1), ενώ η Α2 κατά τις προηγούμενες επίκλησεις (οξυγονοιστοτοπικά στάδια 3 ή 5) και η ασυμφωνία δημιουργήθηκε κατά την τελευταία απόσυρση (στάδιο 2).

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Κόλπος Ναυαρίνου, ιζηματολογία, στρωματογραφία, μεταβολές στάθμης της θάλασσας.
KEY WORDS: Bay of Navarino, sedimentology, stratigraphy, sea level changes.

SUMMARY

This paper examines the marine area of the Bay of Navarino and the Ionian sea sector to the west of the bay, based on a collection of shallow and intermediate penetration seismic profiles and on three gravity cores.

The Bay has a smooth sea bottom morphology with maximum depth (75m) toward the south. Two minor reefs penetrate the sea bottom, one of them rising above the sea level forming a rocky island. In the open sea area the sea bottom is anomalous, especially after the shelf break, that is distinguished at a depth of approx. 160m. Beyond this depth deep valleys and ridges alternate and produce a rough morphology.

The examination of the three gravity cores indicated that their sediment sand composition is mainly biogenic with minor amounts of terrigenous material. Increased shell fragments and terrigenous material was found at the bottom of one core taken at a depth of 116m, related probably to wave action at an earlier sea level position.

The study of the seismic profiles collected within the bay and in the shelf area revealed, the presence of two distinct sedimentation units, an upper A filling with loose sediments the basins that are formed in the lower Y which is the basement. Within unit A two distinct subunits are recognized A1 and A2, separated by an unconformity.

In the sector to the west of the bay and beyond the shelf break, alternating opaque and transparent sediment packages are present, that are attributed to earlier sedimentation phases of low/high sea level stages. An older shelf break feature correlated with sea level stage 6 was distinguished at approx. 250m. sea depth. Thus subsidence rate in the area is estimated between 1 and 2 mm/year.

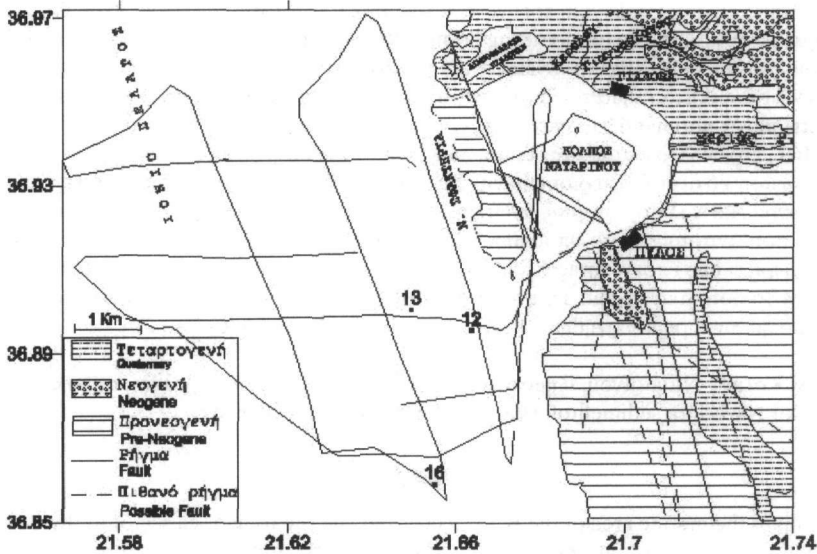
The comparison of all data with the known sea level change curve indicated that unit A1 was deposited during and after the latest transgression (stage 1) the unconformity between A1 and A2 is related to the previous regression (stage 2), while the deposition of the unit A2 took place probably during stages 3 and/or 5. The morphology of the basement Y in the bay and the shelf area is thus attributed probably to stage 6 when the area was again subaerially exposed.

* MARINE GEOLOGICAL RESEARCHES IN THE GREATER BAY OF NAVARINO AREA, SOUTHERN IONIAN SEA.

1. ΓΓΜΕ, Δ/ση Γεν.Γεωλογίας και Χαρτ/σεων, Μεσογείων 70, Αθήνα
2. Ε.Μ.Π., Τομέας Γεωλογικών Επιστημών, Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο κόλπος του Ναυαρίνου αναπτύσσεται στο νοτιοδυτικό άκρο της Πελοποννήσου και εντάσσεται στο δυτικό ελληνικό τόξο (Σχ.1). Το σχήμα του είναι ελλειψοειδές και οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην επιμήκη νήσο Σφακτηρία, η οποία καταλαμβάνει το δυτικό τμήμα του. Στο βόρειο τμήμα του κόλπου υπάρχει ένας αμμώδης νησιωτικός φραγμός, μήκους 3km και μέσου πλάτους 400m, ο οποίος χωρίζει τον κόλπο του Ναυαρίνου από τη λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας. Ο αμμώδης αυτός φραγμός έχει ηλικία τουλάχιστον 2.300 ετών (Kraft et al. 1980) και σχηματίστηκε από τη στερεομεταφορά των ιζημάτων των χειμάρρων Ξερολάγκαδου και Γιαννούζακα ή Γιάλοβα, οι οποίοι σχηματίζουν τα δέλτα τους στο ανατολικό άκρο του αμμώδους νησιωτικού φραγμού (Μπούζος και Κοντόπουλος, 1998). Τα θαλάσσια ρεύματα κατά μήκος του φραγμού ρέουν από δυσμάς προς ανατολάς (Kraft et al. 1980).



Σχ. 1: Περιοχή ερεύνης. Οι γραμμές δείχνουν την θέση των σεισμικών διαδρομών και οι αριθμοί τις θέσεις των πυρήνων.

Fig.1.: Map of the studied area. The lines indicate the location of the seismic reflection profiles and the numbers the location of the cores.

Ο κόλπος συνδέεται με το Ιόνιο πέλαγος με το στόμιό του, που βρίσκεται νότια και με ένα στενό και αβαθή διάυλο, που βρίσκεται βορειοδυτικά. Συνδέεται ακόμα με τη λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας δια μέσου ενός κύριου διαύλου επικοινωνίας στο μέσο του αμμώδους φραγμού και με ένα δευτερεύοντα διάυλο που βρίσκεται στο δυτικό άκρο του φραγμού.

Στο νοτιοανατολικό και στο ανατολικό τμήμα της ακτής βρίσκονται αντίστοιχα η πόλη της Πύλου και η κομποπολη της Γιάλοβας, οι οποίες τροφοδοτούν τον κόλπο με ρύπους αστικής προέλευσης (Varnavas et al. 1987).

Σημαντικές ποσότητες ιζημάτων εισέρχονται στον κόλπο κατά τις περιόδους των βροχοπτώσεων, κυρίως από τους ποταμούς Γιάλοβα και Ξεριά καθώς και από διάφορους άλλους χειμάρρους.

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η γεωλογική μελέτη του πυθμένα του κόλπου του Ναυαρίνου και της ευρύτερης υποθαλάσσιας περιοχής δυτικά, νότια και νοτιοδυτικά της Σφακτηρίας με βάση λιθοσεισμικές καταγραφές υψηλής (3,5KHz) και μέσης διευθυντικότητας (sparklet) που έγιναν ταυτόχρονα, και τριών πυρήνων, που λήφθηκαν ανοικτά της εισόδου του κόλπου (Σχ.1).

ΓΕΩΛΟΓΙΑ

Η περιοχή του κόλπου του Ναυαρίνου ανήκει γεωτεκτονικά στη ζώνη Γαβρόβου - Πύλου που αποτελεί παλαιογεωγραφικά ένα ύψωμα στο οποίο αποτέθηκαν υφαλώδεις σχηματισμοί. Η ξηρά, η οποία περιβάλλει τον κόλπο του Ναυαρίνου, καλύπτεται από Προνεογενείς, Νεογενείς και Τεταρτογενείς σχηματισμούς (Σχ.1). Οι Προνεογενείς σχηματισμοί καλύπτουν τμήματα των νοτιοανατολικών ακτών και τη νήσο Σφακτηρία και αποτε-

λούνται από ασβεστόλιθους ηλικίας άνω Κρητιδικού έως Παλαιόκαινο – Ηώκαινο, και από φλύσχη.

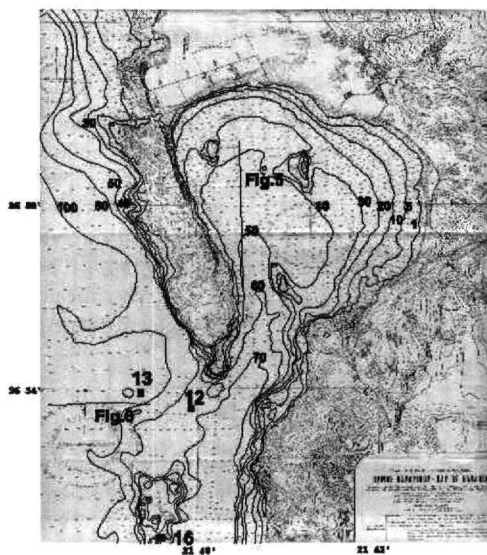
Ο φλύσχη στο κατώτερο τμήμα του αποτελείται από αργιλομαργαϊκά πετρώματα και στο μεσαίο από ψαμμιτομαργαϊκές αποθέσεις. Τα ανώτερα στρώματα του φλύσχη αποτελούνται από κροκαλοπαγή, των οποίων οι κροκάλες προέρχονται από πετρώματα της ζώνης Ωλονού – Πίνδου. Η ιζηματογένεση του φλύσχη άρχισε από το κατώτερο Πριαμπίο (Φιτρολάκης, 1971).

Οι Νεογενείς σχηματισμοί εμφανίζονται κυρίως στο βορειοανατολικό τμήμα της ξηράς και αποτελούνται κυρίως από μάργες, αλλά και από κροκαλοπαγή, ψαμμίτες και αργίλους. Στα μεσαία στρώματα των νεογενών εμφανίζονται στρώσεις λιγνιτών.

Οι Τεταρτογενείς σχηματισμοί καταλαμβάνουν όλη την έκταση των βόρειων ακτών και τμήματα των ανατολικών ακτών. Αποτελούνται από σύγχρονες αλλουβιακές προσχώσεις, πλευρικά κορήματα και κώνους κορημάτων, θίνες, αργιλοαμμόδη εδάφη, κροκαλοπαγή και Τυρρηνίους ασβεστιτικούς ψαμμίτες.

Οι ασβεστόλιθοι έχουν υποστεί έντονη διάβρωση ενώ τα στρώματα του φλύσχη είναι ελαφρά πτυχωμένα. Ο μεγαλύτερος αριθμός των ρηγμάτων έχει διευθύνσεις Β – Ν και ΒΔ – ΝΑ. Οι διευθύνσεις αυτές ταυτίζονται με τη μορφολογία της περιοχής και με τις διευθύνσεις των ρηγμάτων της Ιονίου τάφρου σχηματίστηκαν δε, πιθανόν στο τέλος του Πλειστοκαινίου (Φιτρολάκης, 1973).

ΒΑΘΥΜΕΤΡΙΑ



Σχ.2: Βαθυμετρικός χάρτης (βάθος σε μέτρα)
Fig.2: Bathymetric map (depth in m)

Ο κόλπος του Ναυαρίνου είναι αβαθής περιοχή με μέγιστο βάθος 75 μέτρα, το οποίο παρατηρείται στην έξοδο του κόλπου (Σχ.2). Από τη μελέτη της μορφής των ισοβαθών καμπύλων προκύπτει ότι το βάθος αυξάνει ομαλά από την ανατολική και τη βόρεια ακτή προς το κέντρο και το στόμιο του κόλπου (Σχ. 2 και 5). Κατά μήκος των δυτικών ακτών ο πυθμένας εμφανίζει μεγάλη κλίση. Η μικρότερη κλίση του πυθμένα παρατηρείται στο ανατολικό και στο βόρειο τμήμα του κόλπου, στις προδελταικές κατοφφέρειες των ποταμών Ξεριά και Γιάλοβα. Στο βόρειο τμήμα του κόλπου ο πυθμένας διαπερνάται από δύο αναδύσεις του υποβάθρου μια από τις οποίες σχηματίζει μικρή νησίδα (Σχ.2). Στο τμήμα δυτικά της Σφακτηρίας ο πυθμένας παρουσιάζει εντονότερη μορφολογία, ιδιαίτερα μετά το υφαλοόριο που διακρίνεται σε βάθος περίπου 160 μέτρων. Μετά το βάθος αυτό ο πυθμένας διελαύνεται από αύλακες εναλλασσόμενες με υβώματα (Σχ.6).

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στα πλαίσια της ιζηματολογικής μελέτης των αποθέσεων του πυθμένα πραγματοποιήθηκαν 3 πυρηνοληψίες. Οι πυρήνες συλλέχθηκαν με πυρηνολήπτη βαρύτητας μήκους 3 m, διαμέτρου 73 cm και βάρους 250 Kgr. Οι θέσεις των πυρηνοληψιών είναι νότια και νοτιοδυτικά της νήσου Σφακτηρίας (Σχ.1 και Πίν.1).

Πίνακας 1. Χαρακτηριστικά των πυρήνων
Table 1. Core characteristics

Πυρήνας	Βάθος m	Μήκος πυρήνα cm	Γεωγραφικό πλάτος	Γεωγραφικό μήκος
KMT 12	52	52	36,8955	21,6635
KMT 13	118	94	36,9006	21,6492
KMT 16	147	126	36,859	21,6549

Οι πυρήνες μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο, ανοίχθηκαν και πραγματοποιήθηκε επιλεγμένη κατά μήκος δειγματοληψία για τις περαιτέρω εργαστηριακές αναλύσεις. Πιο συγκεκριμένα, από τον πυρήνα KMT16 συλλέχθηκαν 7 δείγματα από βάθη 3-5, 18-20, 38-40, 66-68, 90-92, 108-110 και 124-126cm. Από τον πυρήνα KMT13 συλλέχθηκαν 4 δείγματα από βάθη 3-5, 29-31, 59-61 και 90-92cm. Από τον πυρήνα KMT12 συλλέχθηκαν 3 δείγματα από βάθη 5-7, 20-22 και 48-50cm.

Στα δείγματα αυτά έγινε διαχωρισμός των κλασμάτων της άμμου, της ιλύος και της αργίλου με κοσκίνισμα και με τη μέθοδο της πιπέτας.

Σ' όλα τα δείγματα της άμμου πραγματοποιήθηκε εξέταση με το μικροσκόπιο, η οποία περιελάμβανε αναγνώριση και αρίθμηση των διαφόρων συστατικών της. Τα συστατικά της άμμου τα οποία αναγνωρίστηκαν, μετρήθηκαν και απαριθμήθηκαν ήταν:

- 1) Γεωγενή: θραύσματα πετρωμάτων, χαλαζίας, μαρμαρυγίες (μοσχοβίτης, βιοτίτης), βαρέα ορυκτά.
- 2) Βιογενή: θραύσματα κελυφών, τρηματοφόρα, διάτομα, ακτινόζωα, μαλάκια, σπόγγοι και κοράλλια.

Αυθγενές υλικό στο κλάσμα της άμμου δεν παρατηρήθηκε.

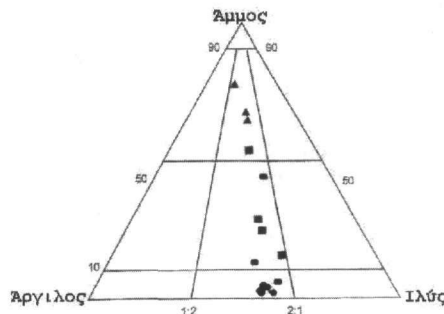
Το ολικό ανθρακικό περιεχόμενο του κλάσματος 3φ (0,125mm) της άμμου όλων των δειγμάτων προσδιορίστηκε με την αέριο ογκομετρική μέθοδο, κατόπιν επίδρασης HCl στα κονιοποιημένα δείγματα.

Για την πραγματοποίηση των σεισμικών διασκοπίσεων χρησιμοποιήθηκε το όργανο εκπομπής και λήψης 3,5KHz της εταιρείας ORE και το σύστημα SPARKER της εταιρείας SIG με ισχύ 750 έως 1000Joule. Χρησιμοποιήθηκαν καταγραφείς της εταιρείας EPC (3200 και 1600). Οι έρευνες έγιναν με το σκάφος «Πυθέας» της ΥΥ/ΓΕΝ κατά τη διάρκεια ενός κοινού ερευνητικού προγράμματος ΥΥ – ΙΓΜΕ. Ο προσανατολισμός του σκάφους γινόταν με GPS και Radar. Για τον υπολογισμό του πάχους των στρωμάτων από τις σεισμικές καταγραφές θεωρήθηκε ότι η ταχύτητα του ήχου στα χαλαρά ιζήματα της ενότητας Α είναι 1.500 m/sec.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

1.ΙΖΗΜΑΤΟΛΟΓΙΑ

Τα αποτελέσματα των κοκκομετρικών αναλύσεων απεικονίζονται στο σχήμα 3. Οι εξεταζόμενοι πυρήνες των ιζημάτων αποτελούνται από τρεις ιζηματολογικούς τύπους: τον πηλώδη άμμο, τον αμμώδη πηλό και τον πηλό (Σχ.3). Ο πυρήνας KMT12 συγκροτείται από μια φάση ιζημάτων, τον πηλώδη άμμο, ο πυρήνας KMT13 από αμμώδη πηλό κατά το μεγαλύτερο του τμήμα και από πηλώδη άμμο στη βάση του και ο πυρήνας KMT16 από πηλό και αμμώδη πηλό στη βάση του. Το κλάσμα της άμμου κατά μήκος των πυρήνων KMT13 και KMT16 παρουσιάζει γενικά μια αύξηση από την κορυφή των πυρήνων προς τη βάση τους, όπου εντοπίζονται τα υψηλότερα ποσοστά άμμου, ενώ στον πυρήνα KMT12 υπάρχει μια ελαφρά πτωτική τάση από την κορυφή προς τη βάση του πυρήνα (Σχ.4).



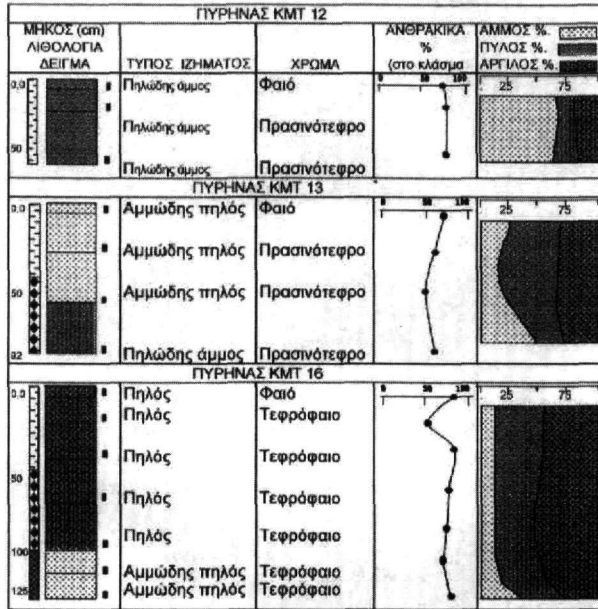
Σχ.3: Τριγωνικό διάγραμμα κοκκομετρικής υφής των Ιζημάτων). (Folk 1974).

Δείγματα πυρήνα KMT12, Δείγματα πυρήνα KMT13 και Δείγματα πυρήνα KMT16.

Fig.3: Sediment triangle (after Folk 1974). Core KMT12, Core KMT13, Core KMT16

Από τη μικροσκοπική παρατήρηση του κλάσματος της άμμου όλων των δειγμάτων προκύπτει ότι η βιογενής φάση κυριαρχεί σε όλα τα δείγματα, ενώ η γεωγενής φάση της άμμου είναι πολύ περιορισμένη ή ελάχιστη. Η βιογενής φάση αποτελείται από ολόκληρα κελύφη ή θραύσματα κελυφών και σκληρά σκελετικά μέρη ελασματοβραχιών, γαστεροπόδων, τρηματοφόρων, σπόγγων, κοραλλιών, ακτινοζώων και διατόμων. Οι συγκεντρώσεις των θραυσμάτων των κελυφών ποικίλουν, οι μεγαλύτερες όμως συγκεντρώσεις τους παρατηρήθηκαν στο κατώτερο τμήμα του πυρήνα ΚΜΤ16.

Το γεωγενές υλικό, το οποίο όπως προαναφέρθηκε αποτελείται από κόκκους χαλαζία, βαρέων ορυκτών, θραυσμάτων πετρωμάτων και ελασματιών μοσχοβίτη, απαντάται σε μικρές συγκεντρώσεις (μικρότερες του 10%) σε όλα τα δείγματα, ενώ οι μέγιστές του συγκεντρώσεις εντοπίζονται στη βάση του πυρήνα ΚΜΤ16, όπου παρατηρούνται επίσης και αύξηση των θραυσμάτων των κελυφών και του ανθρακικού υλικού (Σχ.4).



Σχ.4: Αποτελέσματα αναλύσεων των πυρήνων.

Fig.4: Results of the core sediment analyses.

2. ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ - ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

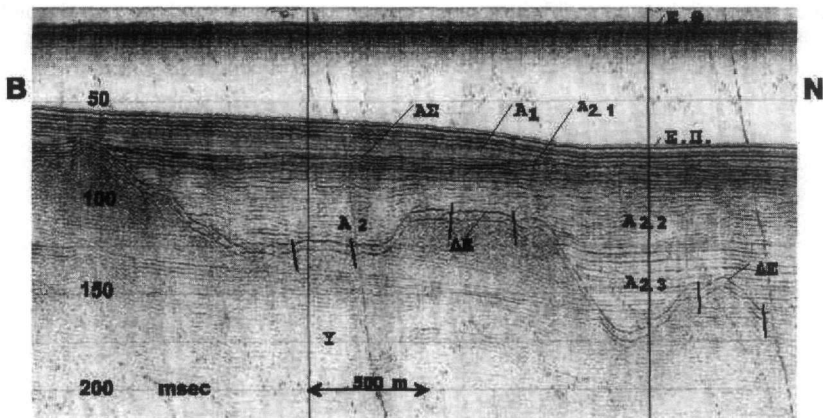
Στις σεισμικές καταγραφές τόσο στον όρμο όσο και στην έκταση δυτικά του Ναυαρίνου (Σχ.5 και 6) είναι σαφής η παρουσία δύο σεισμικών στρωματογραφικών ενοτήτων, μιας ανώτερης (Α) που είναι το ιζηματογενές κάλυμμα του υποβάθρου και μιας κατώτερης που αντιστοιχεί στο υπόβαθρο (Υ).

Η ανώτερη ενότητα περιλαμβάνει μια ποικίλου πάχους ιζηματογενή σειρά, που αποτελείται από επιμήκεις σαφείς ή κατά τόπους διαταραγμένους ασαφείς ανακλαστήρες. Εντός της ενότητας αυτής και στο ανώτερο τμήμα της διακρίνεται μια ευδιάκριτη ασυμφωνία (ΑΣ) που διαχωρίζει μία ανώτερη υποενότητα Α₁ από μία κατώτερη υποκειμένη υποενότητα Α₂, που πληροί τις λεκάνες του υποβάθρου.

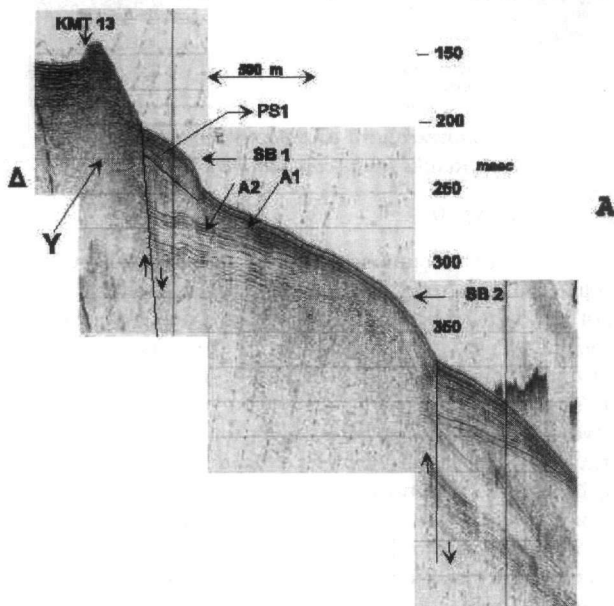
Η υποενότητα Α₁ αποτελείται από έντονους συνεχείς ανακλαστήρες και καλύπτει όλη την έκταση του κόλπου καθώς και τις λεκάνες ιζηματογένεσης στην υφαλοκρηπιδική έκταση δυτικά της Σφακτηρίας. Έχει πάχος πάνω από 25m στο βόρειο και δυτικό τμήμα του κόλπου, όπου εκβάλλουν οι ποταμοί Γιάλοβας και Ξεριάς, μειώνεται στα 5m στην είσοδο του κόλπου και δεν παρουσιάζει, στις σεισμικές καταγραφές που λήφθηκαν μέσα στον κόλπο, διαφοροποίηση στη σεισμική του εικόνα. Στην περιοχή δυτικά της Σφακτηρίας στις μεν αβαθείς περιοχές η υποενότητα Α1 παρουσιάζει την ίδια εικόνα με αυτήν εντός του κόλπου του Ναυαρίνου, ενώ στις βαθύτερες (κάτω των 125m) διαφοροποιείται σαφώς σε δύο ομάδες στρωμάτων, ένα κατώτερο διαφανές, στη βάση του οποίου υπάρχουν μερικοί έντονοι ανακλαστήρες και ένα ανώτερο με σειρά εντόνων συνεχών ανακλαστήρων, που είναι όμοιο με αυτό που εμφανίζεται στον όρμο του Ναυαρίνου. Το υφαλοόριο διακρίνεται σε βάθος περίπου 160 έως 170 μέτρων (Σχ.6, ΣΒ1).

Η υποενότητα Α₂ στον όρμο του Ναυαρίνου πληροί τις ιζηματογενείς λεκάνες, έχει πάχος έως πάνω από

100m και επικάθεται ασύμφωνα σε ένα ανάγλυφο ανώμαλο και συχνά ρηγματωμένο. Στην είσοδο του κόλπου το πάχος της ενότητας A2 είναι περίπου 60 μ. Η εσωτερική του δομή είναι αρκετά πολύπλοκη, όμως είναι δυνατόν και εδώ να διακριθούν τουλάχιστον τρία στρώματα: ένα κατώτερο με διαφανή ακουστικό χαρακτήρα που στη βάση του γίνεται πιο αδιαφανές με ποικίλο πάχος (έως 50m, Σχ.5, A 2.3), ένα μεσαίο με κατά τόπους χαώδη δομή, ασυνεχείς αδιαφανείς ανακλαστικές αρκετά σταθερού πάχους (έως 40m, Σχ.5, A 2.2) και ένα ανώτερο με συνεχείς αδιαφανείς ανακλαστικές μικρού πάχους (περίπου 10m, Σχ. 5, A 2.1) επί του οποίου επικάθεται ασύμφωνα η υποενότητα A₁. Στην περιοχή δυτικά της Σφακτηρίας η υποενότητα A₂ επίσης πληροί λεκάνες με ανώμαλο και ρηγματωμένο υπόβαθρο, αλλά δεν παρατηρείται η παρουσία του μεσαίου στρώματος με την χαώδη δομή.



Σχ.5: Σεισμική καταγραφή εντός του κόλπου. ΕΘ: Επιφάνεια θαλάσσης, ΕΠ: Επιφάνεια πυθμένα. ΔΕ: Διαβρωσιγενής επιφάνεια. Ρήγμα. Θέση της διαδρομής στο Σχ.2. Λοιπές εξηγήσεις στο κείμενο.
 Fig.5: Seismic profile within the bay. EΘ: Sea surface, EΠ: sea bottom. ΔΕ: Weathered surface. Fault. Location of profile at fig.2. Other explanations in the text.



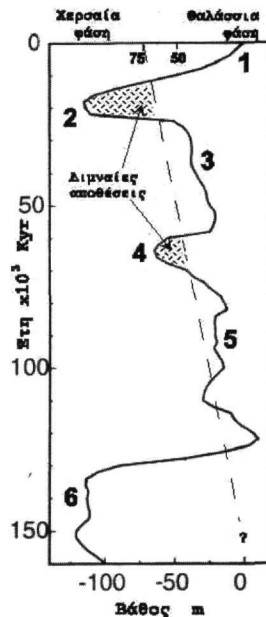
Σχ.6: Σεισμική καταγραφή δυτικά της Σφακτηρίας. Σημειώνεται η θέση του πυρήνα KMT 13 και των υφαλοορίων SB1 και SB2. PS1: Ξηματογενείς αποθέσεις κατά την διάρκεια του οξυγονοισοτοπικού σταδίου 2. Λοιπές εξηγήσεις στο κείμενο.
 Fig.6: Seismic profile west of Sfacteria. It is depicted the location of core KMT 13 and of the shelf break SB1 and SB2. PS1 pregrading sequence during oxygen isotopic stage 2. Other explanations in the text.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι αναλύσεις έδειξαν ότι στο κλάσμα της άμμου όλων των δειγμάτων, το γεωγενές υλικό βρίσκεται σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις και αυτό προφανώς δείχνει ότι το υλικό αυτό δεν κατορθώνει να φτάσει στην περιοχή αυτή από τις εκβολές των ποταμών και των χειμάρρων και από τις ακτές, πιθανόν γιατί έχει ήδη αποθεθεί στον κόλπο του Ναυαρίνου και κατά μήκος των δυτικών ακτών της νήσου Σφακτηρίας. Όμως τα θαλάσσια ρεύματα μεταφέρουν τα πιο λεπτόκοκκα γεωγενή υλικά εκτός του κόλπου του Ναυαρίνου, όπου γίνεται απόθεση αυτών σε χαμηλές υδροδυναμικές συνθήκες και συνυπάρχουν έτσι μαζί με το πιο αδρομερές υλικό των κελυφών. Η ιζηματογένεση στις περιοχές εκτός του κόλπου του Ναυαρίνου, όπου λήφθηκαν οι συγκεκριμένοι πυρήνες, χαρακτηρίζεται επομένως για μεν τα υλικά μεγέθους άμμου από μια βιοσυσσώρευση κελυφών και θραυσμάτων κελυφών θαλάσσιων οργανισμών, στα δε τα πιο λεπτόκοκκα υλικά μεγέθους ιλύος και αργίλου η ιζηματογένεση κυριαρχείται από τη γεωγενή φάση η οποία αποτέθηκε σε χαμηλής ενέργειας υδροδυναμικό περιβάλλον.

Έτσι στην υπό μελέτη περιοχή, που βρίσκεται εκτός του κόλπου του Ναυαρίνου, συνυπάρχουν ιζήματα διαφορετικής προέλευσης και διαφορετικών υδροδυναμικών συνθηκών εναπόθεσης. Η κατανομή των ιζημάτων προφανώς οφείλεται σε συγκεκριμένες υδροδυναμικές συνθήκες που έλαβαν χώρα πρόσφατα στην περιοχή καθώς και στην επίδραση της τελευταίας ευστατικής ανύψωσης της στάθμης της θάλασσας. Η αφθονία των θραυσμάτων των κελυφών και των γεωγενών κλασμάτων άμμου στη βάση του πυρήνα KMT16 υποδηλώνει προφανώς τις έντονες υδροδυναμικές συνθήκες που φαίνεται ότι επεκράτησαν στην περιοχή αυτή. Τέτοιες έντονες υδροδυναμικές συνθήκες επεκράτησαν κατά την τελευταία άνοδο της στάθμης της θάλασσας, όταν το μέτωπο της θαλάσσιας επίκλισης, η οποία ακολούθησε την παγετώδη περίοδο του Βουρμιού, έθραυσε τα κελύφη των οργανισμών που ήταν στην παράκτια ζώνη και τα απέθεσε εκεί μαζί με τα γεωγενή συστατικά κατά την ταχεία επίκλιση που ακολούθησε (βλ. και Perissoratis and V. Andel, 1988).

Σύμφωνα με την γνωστή καμπύλη της μεταβολής της στάθμης της θάλασσας κατά τα τελευταία 200.000 έτη (Σχ.7), σε δύο χρονικά διαστήματα, προ 20.000 ετών και προ 150.000 ετών υπήρξε, λόγω της τήξης των παγετώνων μια ταπείνωση της στάθμης της θάλασσας κατά 120 μέτρα περίπου. Μεταξύ αυτών των περιόδων μεσολαβεί μια περίοδος όπου η στάθμη μεταβαλλόταν μεταξύ 30 και 75 μέτρα περίπου κάτω από το σημερινό επίπεδο. Σύμφωνα με την καθιερωμένη ορολογία, τα χρονικά στάδια ταπείνωσης χαρακτηρίζονται με ζυγό αύξοντα αριθμό, ενώ τα στάδια της ανόδου με περιττό αριθμό (Σχ.7).



Σχ.7.: Μεταβολή της στάθμης (κατά Chappel and Shackleton, 1986 and Skene et.al., 1998). Λοιπές εξηγήσεις στο κείμενο.

Fig.7: Sea level change curve (according to Chappel and Shackleton, 1986, and Skene, et.al., 1998). Other explanations in text.

Από την άλλη μεριά στην περιοχή που μελετήθηκε παρατηρήθηκε ότι το υφαλοόριο βρίσκεται σε βάθος 160 – 170 μέτρα περίπου. Επί πλέον η μελέτη των σεισμικών διακοπών στις βαθιές περιοχές του κόλπου έδειξε ότι μετά από το υφαλοόριο και σε βάθος 250 μέτρα περίπου υπάρχει ένα δεύτερο υφαλοόριο που μπορεί να αποδοθεί στην διαδικασία της προηγούμενης ταπεινώσης της στάθμης που έγινε πριν από 150.000 έτη στάδιο 6 (Σχ.6).

Εφόσον λοιπόν και στις δύο περιπτώσεις, τόσο του πρόσφατου όσο και του παλαιότερου υφαλοορίου η αρχική τους θέση ήταν κοντά στην τότε επιφάνεια της θάλασσας, που ήταν περίπου 120 μέτρα κάτω από την σημερινή, και η σημερινή τους θέση είναι σε βάθος 160 και 250 μέτρων αντίστοιχα, τότε στο διάστημα των 20.000 ετών και 150.000 ετών πριν από σήμερα, υπήρξε τεκτονική καταβύθιση της τάξης των 40 μέτρων και 160 μέτρων, και επομένως η ταχύτητα της καταβύθισης εκτιμάται σε 1 έως 2mm/έτος, αυξανόμενη προς τις τελευταίες περιόδους.

Με βάση τα παραπάνω ο ρόλος της θέσης της εισόδου του κόλπου σε σχέση με την μεταβολή της στάθμης παριστάνεται στο Σχ.7 (διακεκομμένη γραμμή), από όπου συμπεραίνεται ότι η περιοχή του κόλπου του Ναυαρίνου ήταν ξηρά κατά τα στάδια 2 και 6 και πιθανώς κατά το στάδιο 4. Αντίθετα θαλάσσειε κατά τα στάδια 3 και 5, όπως και σήμερα (στάδιο 1). Το ίδιο συνέβαινε και στην υφαλοκορηπιδική έκταση δυτικά της Σφακτηρίας. Ακόμη η ομαλή κλίση της ασυμφωνίας μεταξύ των υποενοτήτων A1 και A2 προς την θάλασσα δείχνει ότι δεν δημιουργήθηκαν λίμνες κατά την τελευταία απόσυρση (στάδιο 2). Αντίθετα το ανώμαλο τοπογραφικά δάπεδο της υποενοτήτας A2 (Σχ.5) δείχνει ότι κατά την πλήρωση του ανάγλυφου αυτού πιθανόν να είχαν δημιουργηθεί λίμνες κατά τα στάδια 4 (πιθανώς) ή 6.

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι τα θαλάσσια ιζήματα της υποενοτήτας A1 αποτέθηκαν κατά την τελευταία επίγλυση της θάλασσας (στάδιο 1). Η ασυμφωνία επομένως μεταξύ των υποενοτήτων A1 και A2 είναι αποτέλεσμα της απόσυρσης κατά το στάδιο 2 και έτσι τα ιζήματα της υποενοτήτας A2 θα αντιστοιχούν πιθανότατα σε θαλάσσιες αποθέσεις που αποτέθηκαν κατά τα στάδια 3 ή και 5 με μια μικρή διακοπή πιθανόν κατά το στάδιο 4. Η γειννίαση της περιοχής του κόλπου με τις λεκάνες απορροής και προσφοράς ιζημάτων προφανώς συνετέλεσε στην διαφορετική σεισμική εικόνα της υποενοτήτας A2 εντός του κόλπου από εκείνη δυτικά της Σφακτηρίας. Έτσι π.χ. η χαώδης δομή των αναπέτρων οριζόντων της A2 πιθανόν να οφείλεται στην απόθεση αδρομερών υλικών (άμμοι, κροκάλες) που διοχετεύτηκαν από τους γύρω ποταμούς. Το ανάγλυφο τέλος της βάσης της υποενοτήτας A2 μάλλον διαμορφώθηκε κατά την χέρσωση της περιοχής κατά το στάδιο 6 προ 150.000 ετών περίπου.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα παραπάνω συμπεράσματα αποτελούν μια πρώτη εκτίμηση και ερμηνευτική προσέγγιση των στοιχείων. Μια λεπτομερέστερη μελέτη τους θα επιτρέψει να γίνουν ακριβέστερες εκτιμήσεις λαμβάνοντας υπ' όψη και τις αντίστοιχες πρόσφατες χερσαίες αποθέσεις της ξηράς.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- CHAPPEL J. and SHACKLETON N.J. 1986. Oxygen isotopes and sea level. *Nature* 323, 137-140.
- FOLK R. 1974. Petrology of Sedimentary rocks. Hemphill Publ.
- KRAFT J.C., RAPP G.R. AND ASCHENBRENNER S.E. 1980. Late Holocene Palaeogeomorphic Reconstruction in the Area of the Bay of Navarino: Sandy Pylos. *Jour. Of Archaeological Science*, 7, 187-210.
- ΜΠΟΥΖΟΣ Δ. ΚΑΙ ΚΟΝΤΟΠΟΥΛΟΣ Ν. 1998. Ιζηματολογικοί χαρακτήρες και καθορισμός της διεύθυνσης της μεταφοράς των ιζημάτων κατά μήκος της ακτής στους φραγμούς Γιάλοβας και Κοτυχίου της Δυτικής Πελοποννήσου. *Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας*, τομ. XXXIII/2, 267-276.
- PERISSORATIS, C., and VAN ANDEL, J., 1988: Late Pleistocene unconformity in the Gulf of Kavalla, northern Aegean, Greece, *Mar. Geol.* 81, 53-61.
- SKENE K.I., PIPER D.J.W., AKSU A.E., SYVITSKI J.P.M. 1998. Evaluation of global oxygen isotope curve as a proxy for Quaternary sea level by modelling of delta progradations. *J. sedim. Res.* 68, 1077-1092.
- VARNAVAS S., PANAGOS A. AND LAIOS G. 1987. Trace elements in surface sediments of Navarino Bay, Greece. *Environmental Geology and Water Sci.*, V10/3, 159-168.
- ΦΥΤΡΟΛΑΚΗΣ Ν. 1971. Γεωλογικά έρευνα εις την επαρχίαν Πυλίας (Μεσσηνία). *Ann. Geol. des Pays Hell.* T.XXIII, 8-122.
- ΦΥΤΡΟΛΑΚΗΣ Ν. 1973. Γεωλογική δομή της δυτικής Πυλίας και απόψεις περί της γεωτεκτονικής θέσεως των ζωνών Ωλονού, Πύλου και Τριπόλεως. *Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας*, T.IX/2, 122-132.