

Εικόνα 8: Αποψη της ηχητικής πηγής (catamaran) σε λειτουργία, συρόμενο από το σκάφος.

Ο τομογράφος παρέχει την δυνατότητα εκπομπής ηχητικού σήματος σε ένα εύρος συχνοτήτων μεταξύ 0,7-15kHz στα 90-175Joule. Κατά τις παράκτιες εργασίες πεδίου στις περιοχές Παραλίας Βούδια και Τσιγκράδο χρησιμοποιήθηκε εύρος συχνοτήτων 1-3kHz στα 120-175 Joule, και ρυθμός εκπομπής σήματος 125 msec.

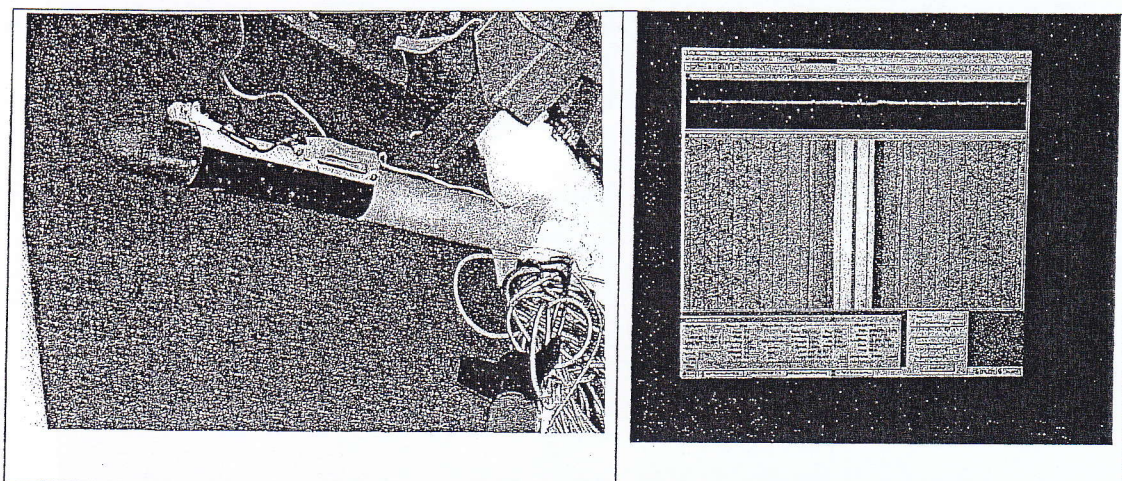
Τα δεδομένα καταγράφονταν ψηφιακά σε Η/Υ μέσω του λογισμικού Delph Seismic+ software, ενώ στην συνέχεια οι καταγραφόμενες τομές τοποθετούνταν στην πραγματική τους θέση στον χάρτη με το Delph Map v296 software της εταιρείας Triton Imaging Inc USA. Στην συνέχεια γίνεται επεξεργασία όλων των τομογραφιών με το λογισμικό πακέτο Seismic GIS software της εταιρείας Triton Imaging Inc USA.

Η καταγραφή με τον τομογράφο υποδομής πυθμένα τύπου BOOMER έγινε κατά μήκος των ίδιων διαδρομών και στις δύο περιοχές μελέτης, ανά 300 μέτρα απόσταση μεταξύ τους, ταυτόχρονα με την βυθυμετρία (Εικ. 5,6), ώστε να εξασφαλιστεί ο βέλτιστος συνδυασμός των συλλεγόμενων στοιχείων. Σκοπός της διασκόπησης του υποστρώματος του πυθμένα ήταν ο προσδιορισμός του πάχους επικαθίσεων περλίτη πάνω από τα υπάρχοντα ιζήματα και από τις συνεκτικότερες αποθέσεις των περιοχών μελέτης.

1.1.4 Μορφολογική αποτύπωση πυθμένα

Για την μορφολογική αποτύπωση του πυθμένα χρησιμοποιήθηκε ο ισομετρικός ηχοβολιστής πλευρικής σάρωσης (sidescan sonar) της εταιρείας (Geoacoustics LTD, UK), σύστημα που αποτελείτο από μία ρυμουλκούμενη μονάδα δύο καναλιών και δύο συχνοτήτων (100-500 KHz) της εταιρείας Geoacoustics (UK) (Εικ. 9), ένα ομοαξονικό καλώδιο-προστατευμένο σχοινί τύπου Kevlar, και ένα πομποδέκτη

επίσης της εταιρείας Geoacoustics (UK). Η ποντιζόμενη μονάδα του οργάνου είχε ποντιστεί από την πρύμνη του σκάφους σε βάθος 7-10 μέτρων. Οι καταγραφές επεξεργάζονταν και αποθηκεύονταν ψηφιακά με την χρήση του λογισμικού Isis Sonar v.6.41 της εταιρείας Triton Imaging, Inc (USA)(Εικ. 9).



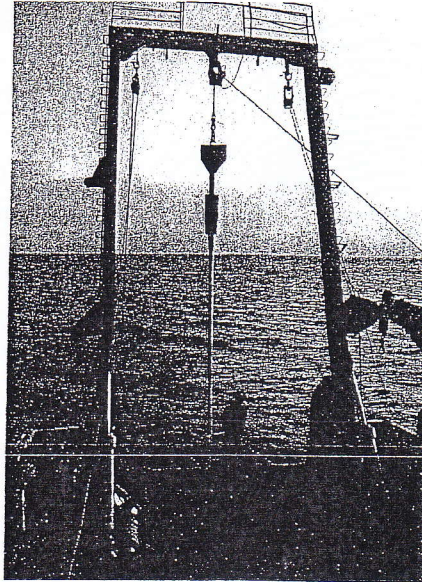
Εικόνα 9: Η ποντιζόμενη μονάδα (Tow fish) του πλευρικού ηχοβολιστικού (αριστερά) Καταγραφή με το λογισμικό Isis Sonar v.6.41 της Triton Imaging, Inc (δεξιά)

Η συχνότητα λειτουργίας του οργάνου κατά την διάρκεια της έρευνας ήταν 100 KHz και η ζώνη σάρωσης 400 μέτρα (200 μ σε κάθε πλευρά) ενώ ο ρυθμός εκπομπής 0.2 δευτερόλεπτα (5 εκπομπές το λεπτό). Οι πορείες του σκάφους είχαν σχεδιαστεί ανά 300 μέτρα έτσι ώστε να υπάρχει επικάλυψη στις διαδοχικές καταγραφές του πλευρικού ηχοβολιστικού 25%. Η ταχύτητα του σκάφους κυμαινόταν από 3 έως 3,4 μίλια και η ρυμουλκούμενη μονάδα έπλεε 5-60 μέτρα περίπου πίσω από το σκάφος (ανάλογα με το βάθος) και σε ύψος που κυμαίνονταν ανάλογα με την βυθομετρία από 5 έως 30 μέτρα πάνω από την επιφάνεια του πυθμένα.

Για την κάλυψη των περιοχών έρευνας έγινε ταυτόχρονη καταγραφή με το πλευρικό ηχοβολιστικό, τον τομογράφο πυθμένα τύπου Boomer και το βυθόμετρο κατά μήκος των διαδρομών οι οποίες παρουσιάζονται στους χάρτες των εικόνων 5 και 6. Η πλήρης αποτύπωση του πυθμένα ολόκληρων των υπό μελέτη περιοχών καλύφθηκε με ζώνες συνολικού πλάτους 400 μέτρων, με επικάλυψη των ζωνών μεταξύ τους ώστε να καλυφθούν ολόκληρες οι περιοχές ενδιαφέροντος. Σκοπός της αποτύπωσης των επιφανειακών ιζημάτων είναι ο πιθανός διαχωρισμός τους ανάλογα με την υφή τους ώστε να καταστεί δυνατή η χαρτογράφηση της επιφανειακής εξάπλωσης των επικαθίσεων του περλίτη. Βασική προϋπόθεση για την αποτύπωση αυτή είναι να υπάρχει σαφής κοκκομετρική διαφορά (διαφορά υφής) μεταξύ των επικαθίσεων του περλίτη με τα υπάρχοντα φυσικά ιζήματα. Με την αποτύπωση του πλευρικού ηχοβολιστικού είναι επίσης δυνατή η αποτύπωση άλλων γεωμορφών όπως βραχώδεις εξάρσεις κ.λ.π. ή υποθαλάσσιας βλάστησης (φυκιάδα) και θα μας οδηγήσει σε χρήσιμα συμπεράσματα σε ότι αφορά την κάλυψή τους από επικαθίσεις του περλίτη.

1.1.5 Δειγματοληψίες ιζημάτων πυρήνων

Για την καλύτερη πιστοποίηση του πάχους των αποθέσεων του περλίτη έγινε προσπάθεια δειγματοληψίας επιφανειακών ιζημάτων με την βοήθεια πυρηνολήπτη βαρύτητας τύπου BENTHOS μήκους 3,5 μέτρων και βάρους 1000 κιλών με το Ω/Κ Αιγαίο (Εικ 10). Συνολικά ανασύρθηκαν 2 πυρήνες αδιατάρακτου ιζήματος (καρότα) μήκους από 50 και 34 cm (Βούδια και Τσιγκράδο αντίστοιχα) και από βάθος 50 έως 64 μέτρα. Οι πυρήνες μετά την ανάσυσή τους σφραγίστηκαν και στην συνέχεια μεταφέρθηκαν στα εργαστήρια του ΕΛΚΕΘΕ όπου συντηρήθηκαν σε ψυγείο συντήρησης (5 °C).



Εικόνα 10. Πόντιση πυρηνολήπτη βαρύτητας από το P-Frame του Ω/Κ σκάφος Αιγαίο.

Τόσο το είδος των αμμοδών (περλιτικών) επιφανειακών επικαθίσεων όσο και η υψηλή συμπίεσή τους δεν επέτρεψαν την μεγάλη διείσδυση του πυρηνολήπτη βαρύτητας με αποτέλεσμα οι πυρήνες ιζήματος να είναι μικρού μήκους και να ληφθούν από μεγαλύτερα βάθη όπου τα ιζήματα είναι φυσιολογικά ανεπηρέαστα από τις επικαθίσεις περλιτικών ιζημάτων.

1.2 Αποτελέσματα

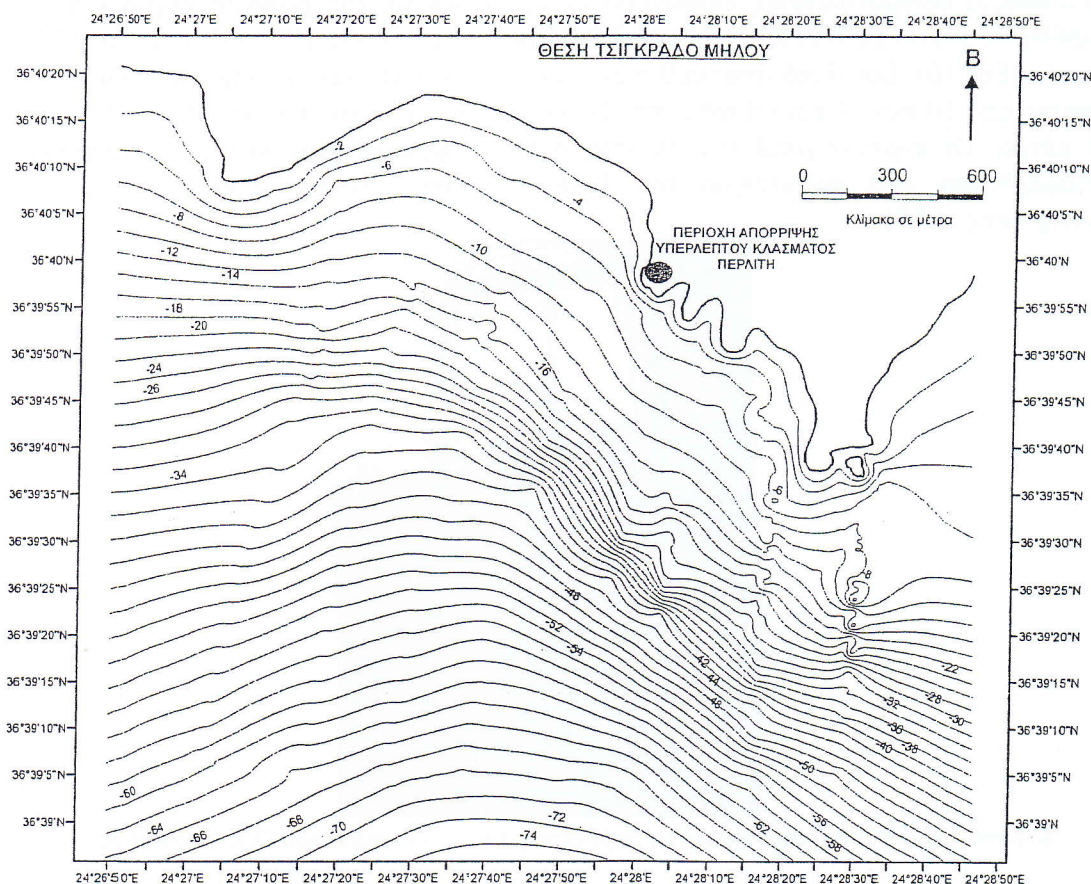
1.2.1 Θέση Τσιγκράδο

1.2.1.1 Βαθυμετρική αποτύπωση πυθμένα

Από την ψηφιοποίηση των βαθυμετρικών τομών και μετά από επεξεργασία των τιμών βάθους που προέκυψαν ((id, φ, λ, z) δημιουργήθηκαν οι βαθυμετρικές καμπύλες, με ισοδιάσταση 2 μέτρων, που παρουσιάζονται στον χάρτη της εικόνας 9 . Η περιοχή χαρτογραφήθηκε σε βάθη από 2,5 μέτρα έως και 71 μέτρα. Η πρόσβαση σε μικρότερα βάθη δεν ήταν δυνατή για λόγους ασφαλείας του σκάφους.

Ο πυθμένας στη ευρύτερη θαλάσσια περιοχή της θέσης Τσιγκράδο χαρακτηρίζεται γενικά από ομαλές και μικρές κλίσεις από τα 3 μέτρα μέχρι το βάθος των 16-18 μέτρων ενώ στην συνέχεια γίνεται απότομος με την εμφάνιση πρανούς μεγάλης κλίσης μέχρι το βάθος των 42 μέτρων (Εικ. 11). Το πρανές είναι πιο απότομο στην περιοχή νότια από τη θέση απόρριψης του υπέρλεπτου κλάσματος του περλίτη και προς τα ανατολικά, με κλίση 9,5% κατά μέσον όρο. Μετά το τέλος του πρανούς και

προς τα βαθύτερα τμήματα ο πυθμένας είναι ομαλός με μικρότερες κλίσεις οι οποίες μέχρι το βάθος των 70 μέτρων ανέρχονται κατά μέσον όρο στα 3,8%.



Εικόνα 11. Βαθυμετρικός χάρτης της θέσης Τσιγκράδο (ισοδιάσταση 2m)

1.2.1.2 Μορφολογική αποτύπωση πυθμένα και φύση-πάχος ιζημάτων.

Για τις ανάγκες αποτύπωσης της περιοχής έγινε καταγραφή του πυθμένα με το πλευρικό ηχοβολιστικό κατά μήκος 8 διαδρομών κάθετων προς την ακτή σε διεύθυνση Β-Ν και παράλληλων μεταξύ τους σε απόσταση 300 μέτρα η μία από την άλλη (Ευκ. 12).

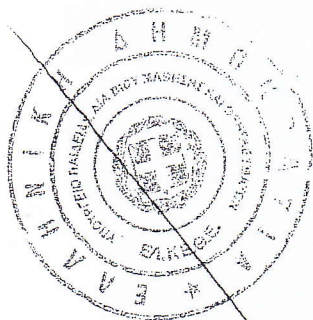
Στις ίδιες διαδρομές διασκοπήθηκε ολόκληρη η περιοχή μελέτης ταυτόχρονα με τομογράφο πυθμένα (τύπου Boomer) και με το πλευρικό ηχοβολιστικό το οποίο σάρωνε ζώνη 400 μέτρων περίπου έτσι ώστε η σάρωση της μιας διαδρομής να αλληλεπικαλύπτει την σάρωση της επόμενης διαδρομής.

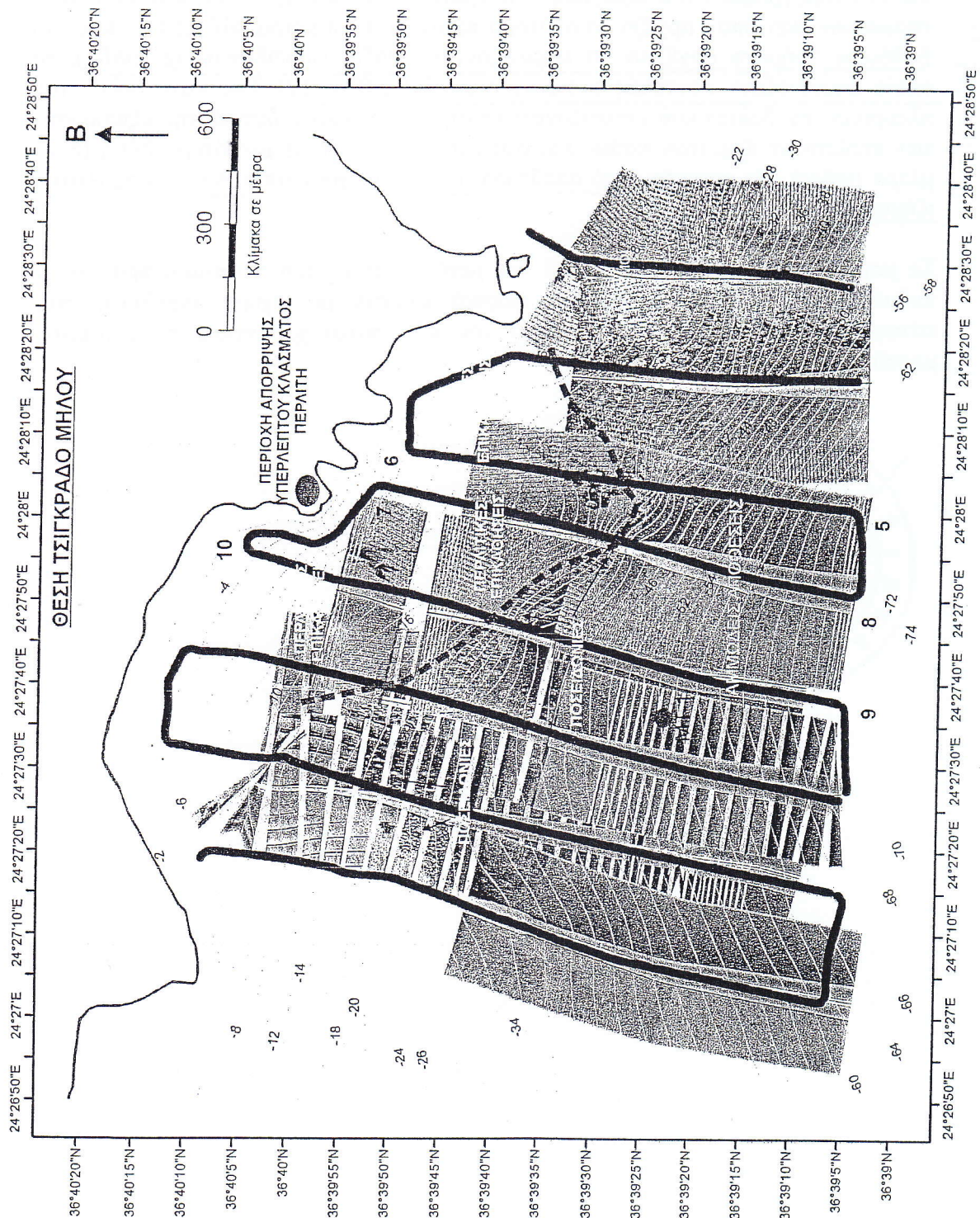
Όλες οι καταγραφές του πλευρικού ηχοβολιστικού συνδέθηκαν μεταξύ τους και παρουσιάζονται στον γεωμορφολογικό χάρτη της Εικόνας 12.

Από την επεξεργασία των καταγραφών του πλευρικού ηχοβολιστικού φαίνεται ότι ο πυθμένας της περιοχής μπροστά από την θέση απόρριψης είναι ιδιαίτερα ομαλός και ομοιόμορφος με ισχυρή ανάκλαση και δείχνει ότι καλύπτεται από περλιτικά ιζήματα (κοκκομετρικής τάξης άμμου) από τα βάθη των 3 μέτρων έως και τα 16-18 μέτρα. Η εξάπλωση των αποθέσεων αυτών σημειώνεται στον χάρτη της Εικόνας 12 και είναι συνδυασμός της ερμηνείας τόσο των καταγραφών του πλευρικού ηχοβολιστικού όσο

Η και των τομογραφιών του τομογράφου πυθμένα. Οι αποθέσεις του περλιτικού υλικού σταματούν εκεί όπου αρχίζει το απότομο πρανές (16-18 μέτρα βάθος) ενώ προς τα βαθύτερα τμήματα αρχίζουν να εμφανίζονται λιβάδια Ποσειδώνιας (φυκιάδα), τα οποία απουσιάζουν παντελώς στα μικρότερα βάθη (Εικ. 12). Στις καταγραφές του πλευρικού ηχοβολιστικού εντοπίζονται επίσης Ποσειδώνιες δυτικά της εξάπλωσης των περλιτικών ιζημάτων καθώς και στα ανατολικά τους σε μικρότερα βάθη (8-15 μέτρα βάθος). Το γεγονός αυτό αποδεικνύει ότι δεν έχουν αποτεθεί εκεί περλιτικά ιζήματα.

Σε μεγαλύτερα βάθη (35-40 μέτρα) και μετά το τέλος του απότομου πρανούς ο πυθμένας καλύπτεται από αμμώδη φυσικά ιζήματα με ισχυρή ανάκλαση στις καταγραφές, γεγονός που υποδεικνύει τον αδρόκκοκο χαρακτήρα τους (άμμος μεσαίου μεγέθους κόκκων) (Εικ. 12).





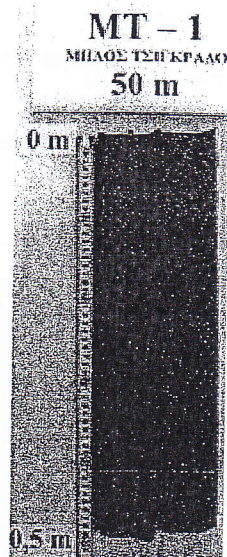
Εικόνα 12. Γεωμορφολογικός χάρτης με το μωσαϊκό των πορειών-καταγραφών του πλευρικού ηχοβολιστικού συστήματος (side scan sonar mosaic) και τις καμπύλες βαθυμετρίας (ισοδιάσταση 2 μέτρα) στη ευρύτερη περιοχή της θέσης Τσιγκράδο Μήλου. Στον χάρτη είναι σημειωμένη (κόκκινη σκίαση) η περιοχή που καλύπτεται από τις περλιτικές επικαθίσεις, οι πορείες των τομογραφιών όπου φαίνεται το πάχος των αποθέσεων καθώς και η θέση πυρηνοληψίας MT-1.

Στα ανατολικά της περιοχής και σε βάθη από 8 έως 12 μέτρα εντοπίζονται κάποιοι βραχώδεις σχηματισμοί πιθανόν ως προέκταση του βραχώδους ακρωτηρίου.

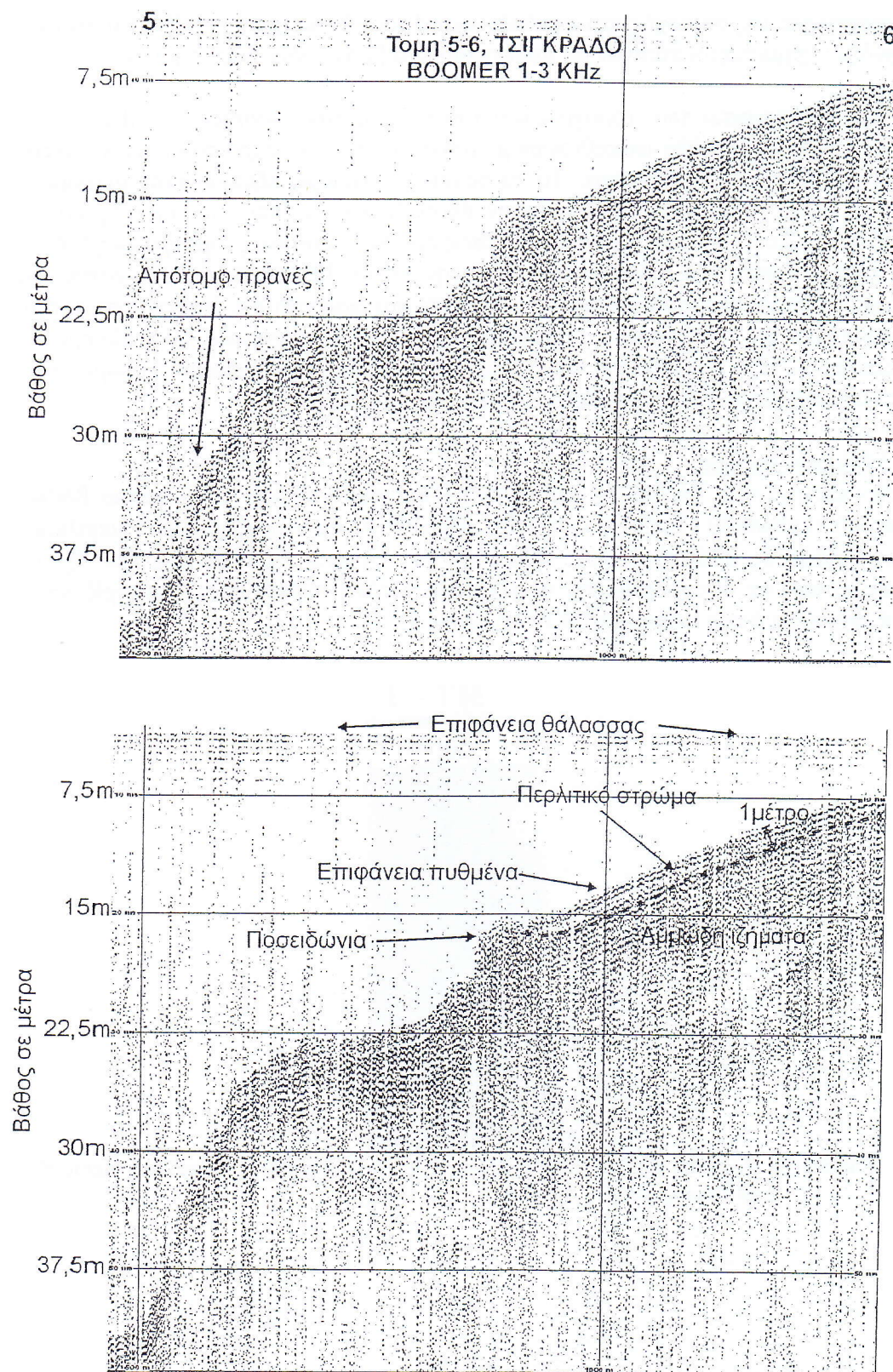
Από την επεξεργασία των τομογραφιών του συστήματος Boomer εντοπίζεται ένα λεπτό στρώμα περλιτικών επικαθίσεων με μέγιστο πάχος 1 μέτρο το οποίο καλύπτει τα υποκείμενα αμμώδη ιζήματα. Το επιφανειακό στρώμα εξαπλώνεται μειούμενο μέχρι το βάθος των 18 περίπου μέτρων όπου ξεκινά το απότομο πρανές και οι Ποσειδώνιες. Αυτές οι επιφανειακές αποθέσεις εμφανίζονται στις τομογραφίες 5-6, 7-8 και 9-10, οι θέσεις των οποίων φαίνονται στην εικόνα 12, κυρίως δηλαδή νότια από την περιοχή απόρριψης των υπερλέπτων περλίτη και φαίνεται ότι έρχονται σε πλήρη συμφωνία με τη επιφανειακή εμφάνισή τους στις καταγραφές του πλευρικού ηχοβολιστικού. Οι τομογραφίες όπου σημειώνεται το επιφανειακό στρώμα των περλιτικών ιζημάτων παρουσιάζονται στις εικόνες 14,15,16.

1.2.1.3 Ιζήματα πυρήνα

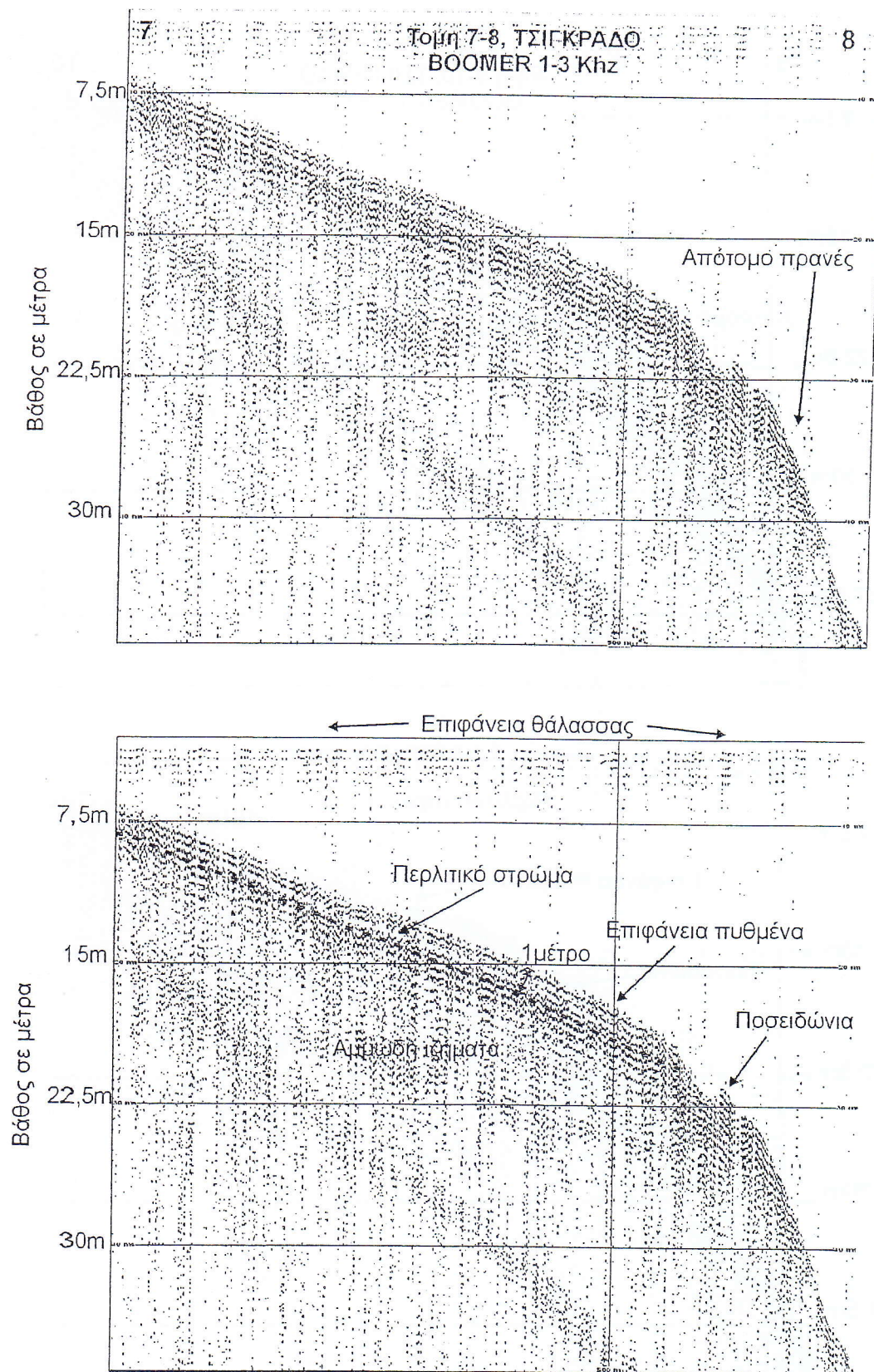
Από την περιοχή του Τσιγκράδο ανασύρθηκε ένας πυρήνας από τα 50 μέτρα βάθος μήκους 50 εκατοστών (Εικ. 13) ο οποίος αποτελείται από άμμο μεσαίου μεγέθους κόκκων χρώματος πράσινο-φαιού. Πρόκειται για φυσικά ιζήματα που δεν έχουν επηρεαστεί από τις απορρίψεις των υπερλέπτων περλίτη καθώς αυτές περιορίζονται αρκετά ρηχότερα όπως περιγράφεται στην Εικόνα 12.



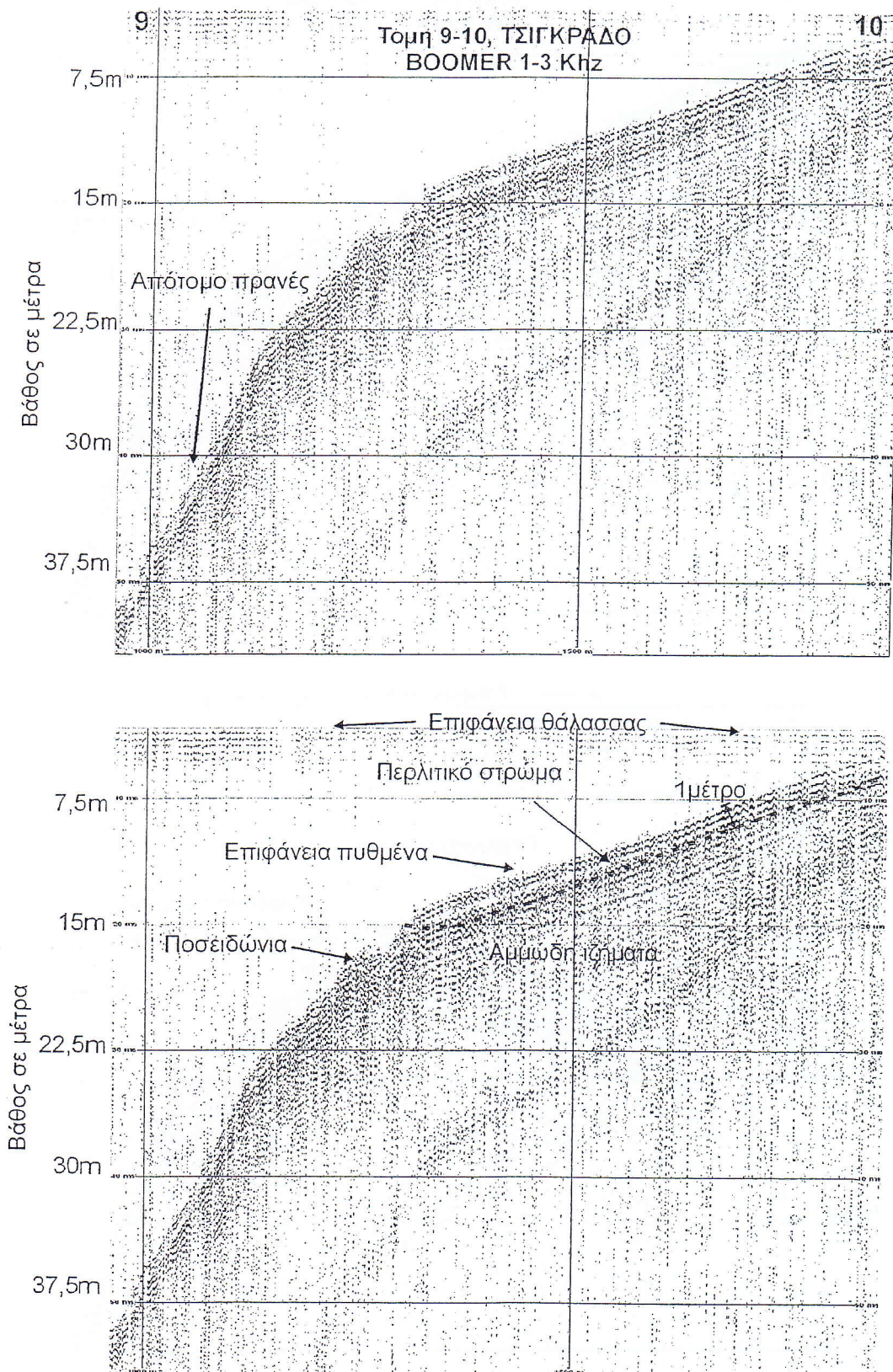
Εικόνα 13. Αμμώδη ιζήματα του πυρήνα MT-1 που ανασύρθηκε από την περιοχή του Τσιγκράδο



Εικόνα 14: Αντιπροσωπευτική καταγραφή τομογράφου Boomer σε τμήμα της τομής 5-6 (βλ. Εικ. 12 διαδρομές). Καταγράφεται το πάχος του επιφανειακού περλιτικού ιζήματος το μέγιστο πάχος του οποίου είναι 1 μέτρο, και εντοπίζεται πάνω από τα υποκείμενα αμμόδη στρωματοποιημένα ιζήματα.



Εικόνα 15: Αντιπροσωπευτική καταγραφή τομογράφου Boomer σε τμήμα της τομής 7-8 (βλ. Εικ. 12 διαδρομές). Καταγράφεται το επιφανειακό περλιτικό στρώμα ιζήματος το μέγιστο πάχος του οποίου είναι 1 μέτρο, και εντοπίζεται πάνω από τα υποκείμενα αμμόδη στρωματοποιημένα ιζήματα.



Εικόνα 16: Αντιπροσωπευτική καταγραφή τομογράφου Boomer από την τομή 9-10 (βλ. Ευκ. 12 διαδρομές). Καταγράφεται το επιφανειακό περλιτικό στρώμα ιζήματος το μέγιστο πάχος του οποίου είναι 1 μέτρο, και εντοπίζεται πάνω από τα υποκείμενα αμμόδη στρωματοποιημένα ιζήματα.