

1.2.1.4 Συμπεράσματα

Στην ευρύτερη περιοχή της θέσης Τσιγκράδο εντοπίστηκε στρώμα πάχους μέχρι και 1 μέτρου, το οποίο αποτελείται από περλιτικές αποθέσεις. Οι αποθέσεις αυτές εκτείνονται σε μια περιοχή πλάτους 1200 μέτρων περίπου κατά τη διεύθυνση Α-Δ, νότια της περιοχής απόρριψης των υπέρλεπτων υπολειμμάτων περλίτη και μέχρι το βάθος των 16-18 μέτρα σε απόσταση 600 περίπου μέτρων από την ακτή.

Μέγεθος
κλίσεων
Τσιγκράδο

Οι αποθέσεις περλίτη λόγω της κοκκομετρικής τους διαβάθμισης και της ομοιομορφίας τους (τεχνητό υλικό) φαίνεται ότι είναι πολύ συνεκτικοποιημένες με αποτέλεσμα την αντοχή τους στην διάτρηση. Λόγω της ιδιότητας τους αυτής δεν κατέστη δυνατή η λήψη καρότου από την περιοχή απόθεσής τους.

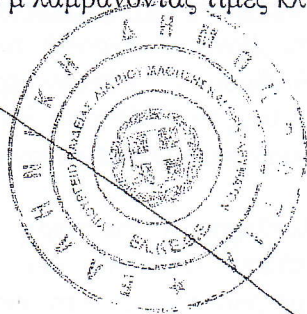
++

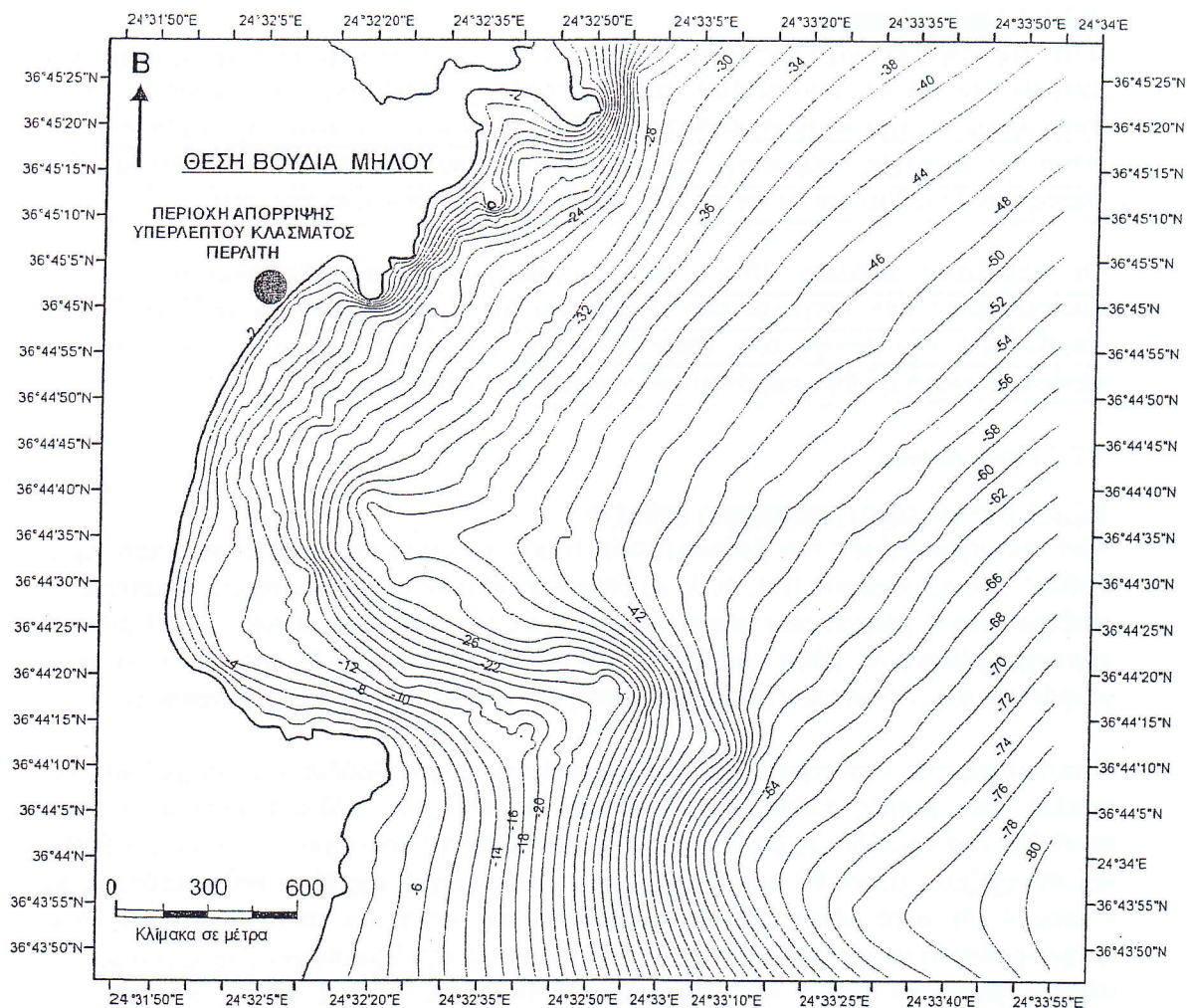
1.2.2 Θέση Βούδια

1.2.2.1 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 17. Η περιοχή χαρτογραφήθηκε σε βάθη από 2,5 μέτρα έως και 78 μέτρα. Η πρόσβαση σε βάθη μικρότερα των 2,5 μέτρων δεν ήταν δυνατή για λόγους ασφαλείας του σκάφους.

Ο πυθμένας στη ευρύτερη θαλάσσια περιοχή της θέσης Βούδια χαρακτηρίζεται από ομαλές και μικρές κλίσεις. Στο μέσον περίπου του κόλπου εντοπίζεται μια υποθαλάσσια κοιλάδα με διεύθυνση Δ-Α. Η κοιλάδα ξεκινά από τα 26 μέτρα βάθος και συνεχίζεται μέχρι 40 μέτρα βάθος. Τα νότια πρανά της είναι πολύ απότομα με κλίσεις 4,5% κατά μέσον όρο. Η μορφολογία του απότομου ακρωτηρίου τον νότιο τμήμα φαίνεται να συνεχίζεται και υποθαλάσσια με την δημιουργία ράχης μήκος 900 μέτρων μέχρι το βάθος των 42 μέτρων. Απότομες κλίσεις επίσης εμφανίζει ο πυθμένας στο ακρωτήριο φόρτωσης στο βόριο τμήμα του όρμου μέχρι το βάθος των 16-18 μέτρων. Στη συνέχεια και προς τα ανατολικά (βαθύτερα) ο πυθμένας βαθαίνει ομαλά μέχρι τα 68-70 μ λαμβάνοντας τιμές κλίσης 2,3% κατά μέσον όρο.



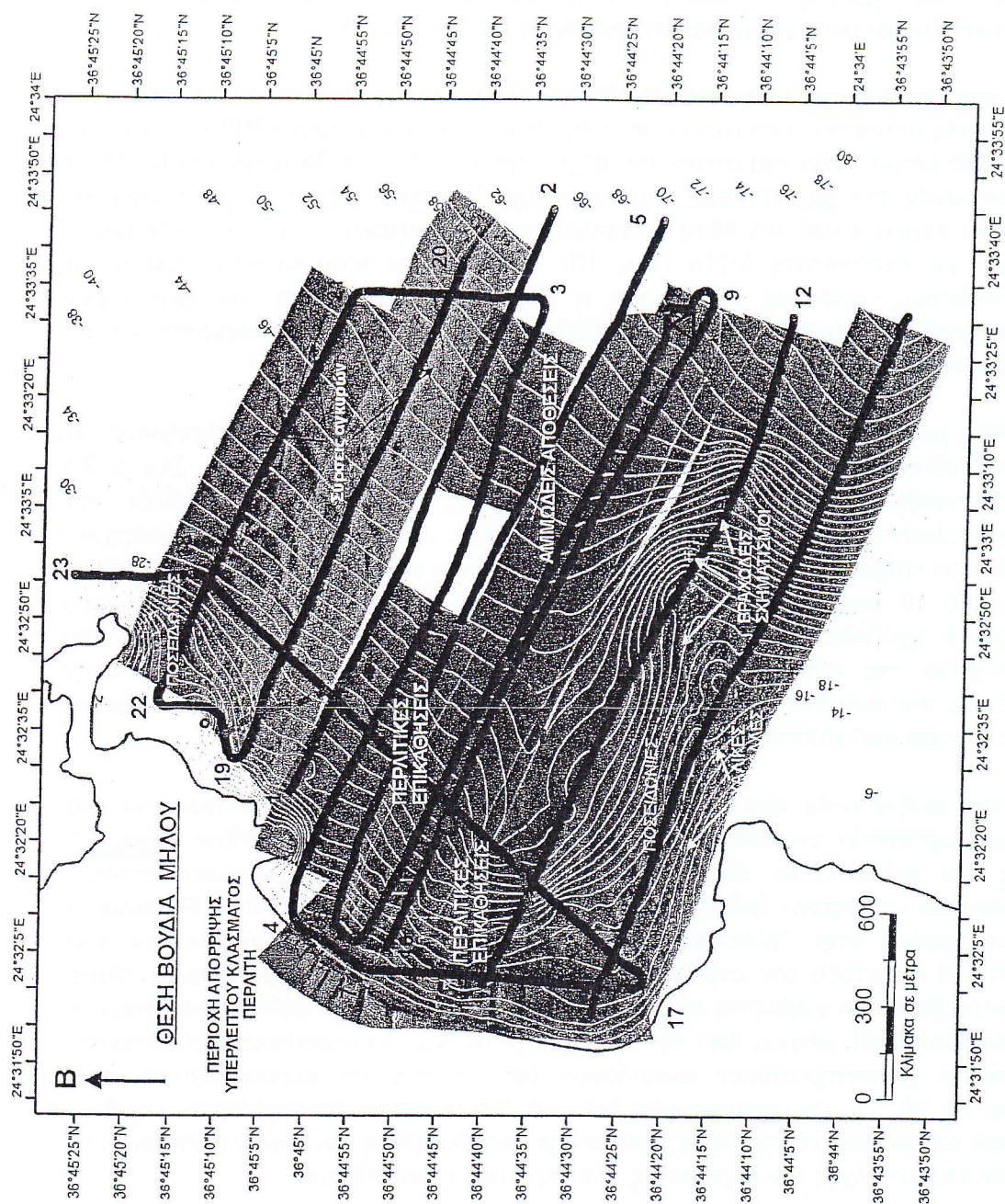


Εικόνα 17. Βαθυμετρικός χάρτης της θέσης Βούδια με ισοδιάσταση βάθους 2 μέτρα.

1.2.2.1 Μορφολογική αποτύπωση πυθμένα και φύση-πάχος ιζημάτων.

Για τις ανάγκες αποτύπωσης της περιοχής έγινε καταγραφή του πυθμένα με το πλευρικό ηχοβολιστικό κατά μήκος 9 διαδρομών κάθετων προς την ακτή σε διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ και παράλληλων μεταξύ τους σε απόσταση 300 μέτρα η μία από την άλλη καθώς και κατά μήκος δύο διαδρομών παράλληλων στην ακτή (Εικ. 18).

Στις ίδιες διαδρομές διασκοπήθηκε ολόκληρη η ευρύτερη 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.



Εικόνα 18. 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 Βούδια 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 MB-1.

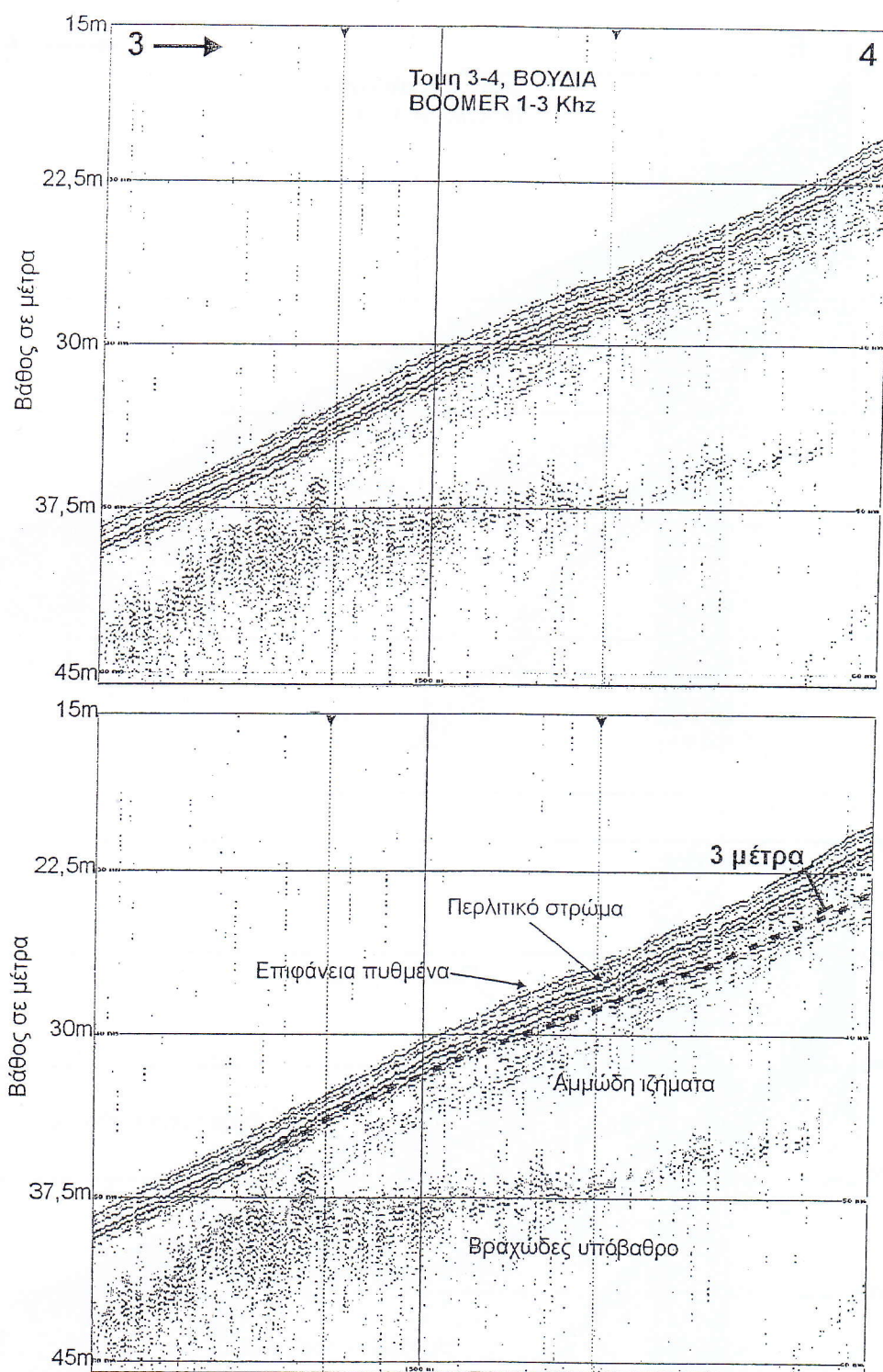
Όλες οι καταγραφές του πλευρικού ηχοβολιστικού συνδέθηκαν μεταξύ τους και παρουσιάζονται στον γεωμορφολογικό χάρτη της Εικόνας 18.

Από την επεξεργασία των καταγραφών του πλευρικού ηχοβολιστικού φαίνεται ότι οι περλιτικές αποθέσεις εκτείνονται από την θέση απόρριψης μέχρι 800 μέτρα βόρεια και 1000 μέτρα νότια και ανατολικά μέχρι την ισοβαθή των 38 μέτρων (Εικ. 18). Ο σχηματισμός των επικαθίσεων δημιουργεί μία 'γλώσσα' μήκους 1100 μέτρων που ξεκινάει μπροστά από την θέση απόρριψής τους και καταλήγει στην ισοβαθή των 38 μέτρων με κατεύθυνση Α-ΝΑ (Εικ. 18). Φαίνεται ότι τόσο το νότιο πρανάς της υποθαλάσσιας κοιλάδας καθώς και η ράχη στην προέκταση του ακρωτηρίου λειτουργούν ως φυσικό μορφολογικό φράγμα στην εξάπλωση των επικαθίσεων του περλίτη προς τα νότια.

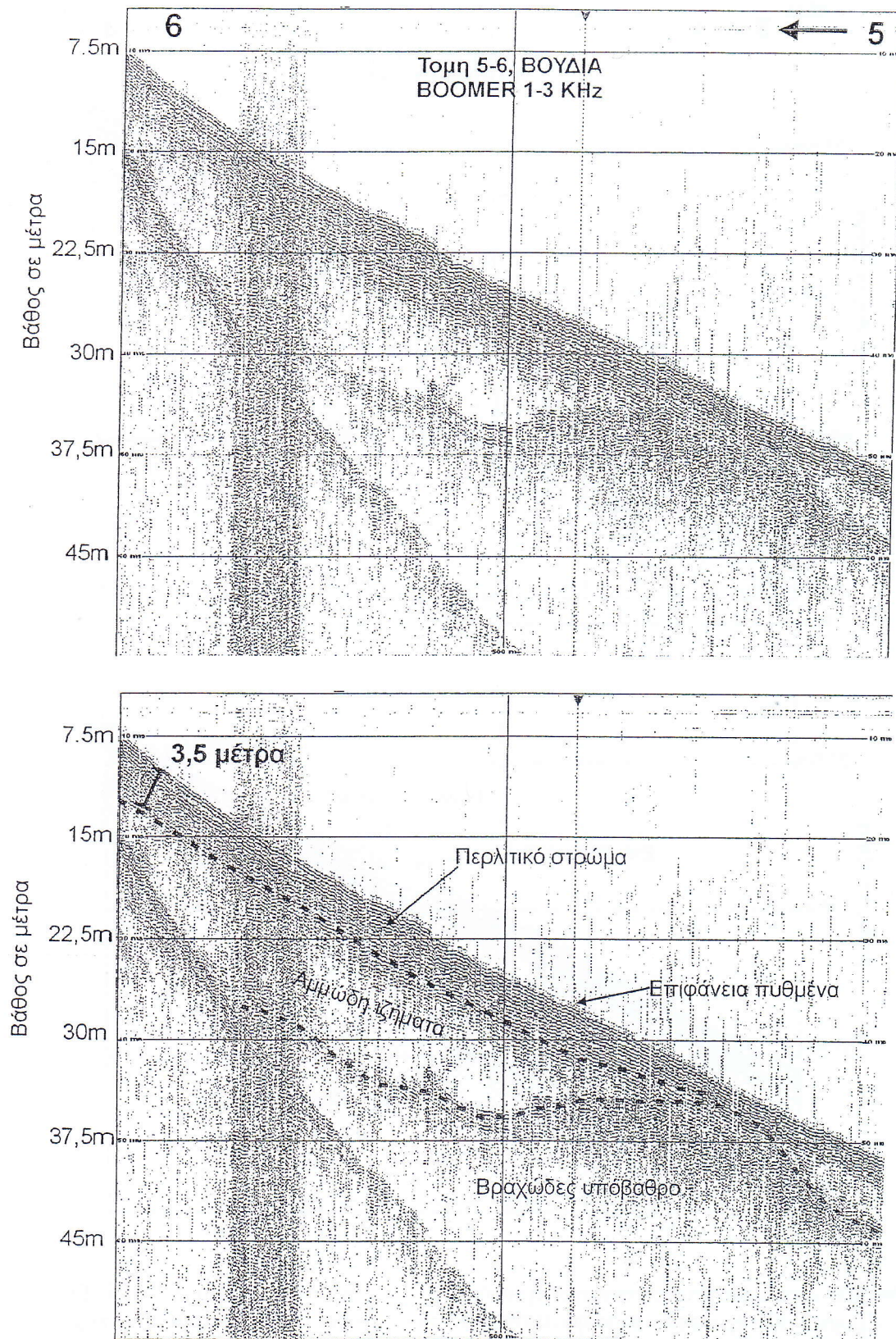
Σε βάθη μεγαλύτερα των 38 μέτρων – και μέχρι τα 70 μέτρα που μελετήσαμε – τα ιζήματα είναι αμμώδη και ανεπηρέαστα από τις περλιτικές επικαθίσεις. Στα Α-ΒΑ της περιοχής εντοπίστηκαν πολλά ίχνη σύρσης αγκυρών από τα πλοία που αγκυροβολούν περιμένοντας για την φόρτωσή τους. Λιβάδια Ποσειδώνιας υπάρχουν στο βόρειο τμήμα της περιοχής και νότια στο πρανάς της υποθαλάσσιας κοιλάδας σε βάθη από 10 έως 22 μέτρα, όπως φαίνεται από την εικόνα του μωσαικού του πλευρικού ηχοβολιστικού (Εικ. 18). Επίσης, στην υποθαλάσσια προέκταση του ακρωτηρίου στα νότια της περιοχής εντοπίζονται βραχώδεις σχηματισμοί στην επιφάνεια του πυθμένα ενώ σε βάθη 3-10 μέτρα βόρεια του ακρωτηρίου τα ιζήματα αποτελούνται από χάλικες και κροκάλες (Εικ. 18).

Από την επεξεργασία των τομογραφιών του συστήματος Boomer εντοπίζεται ένα στρώμα περλιτικών επικαθίσεων στην επιφάνεια του πυθμένα με μέγιστο πάχος 3,5 μέτρα και καλύπτει τα υποκείμενα αμμώδη ιζήματα. Το επιφανειακό στρώμα εξαπλώνεται μειούμενο (μέσο πάχος 2,5 μέτρα) μέχρι το βάθος των 38 περίπου μέτρων κυρίως στην 'γλώσσα' ΝΑ της θέσης απόρριψης των υπέρλεπτων του περλίτη. Η ανάπτυξη του στρώματος των επικαθίσεων παρουσιάζει μέγιστο πάχος στα μικρά βάθη και μειώνεται σταδιακά προς τα βαθύτερα όπου φαίνεται να σταματά σε απόσταση 1100 μέτρων από την ακτή (38 μ. βάθος). Αντιπροσωπευτικά τμήματα των πλέον χαρακτηριστικών εμφανίσεων των επικαθίσεων παρουσιάζονται στις εικόνες 19, 20, 21. Στις τομογραφίες 3-4, 5-6, 7-8 οι οποίες διενεργήθηκαν ακριβώς μπροστά και ανατολικά της θέσης απόρριψης (ακριβής θέση των τομών βλέπε εικ.18) σημειώνεται το πάχος του στρώματος των περλιτικών επικαθίσεων.

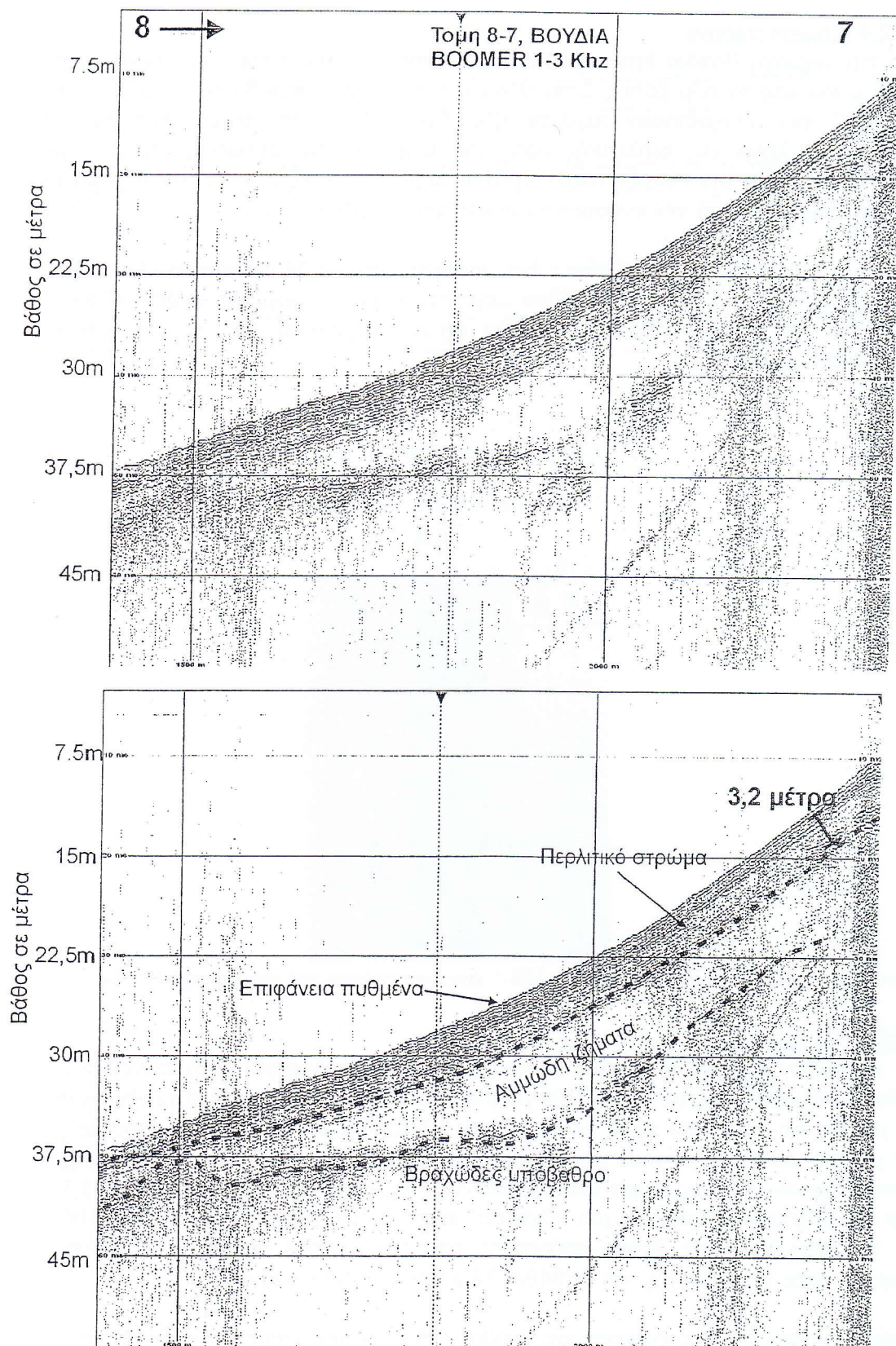
!!
3,5 μέτρα
πάχος



Εικόνα 19: Αντιπροσωπευτική καταγραφή τομογράφου Boomer από την τομή 3-14 (βλ. Εικ. 18 διαδρομές). Καταγράφεται το επιφανειακό περλιτικό στρώμα ιζήματος το μέγιστο πάχος του οποίου είναι 3 μέτρα, και εντοπίζεται πάνω από τα υποκείμενα αμμώδη στρωματοποιημένα ιζήματα ενώ βαθύτερα εντοπίζεται το βραχώδες υπόβαθρο.



Εικόνα 20 : Αντιπροσωπευτική καταγραφή τομογράφου Boomer από την τομή 5-6 (βλ. Εικ. 18 διαδρομές). Καταγράφεται το επιφανειακό περλιτικό στρώμα ιζήματος το μέγιστο πάχος του οποίου είναι 3,5 μέτρα, και εντοπίζεται πάνω από τα υποκείμενα αμμώδη στρωματοποιημένα ιζήματα ενώ βαθύτερα εντοπίζεται το βραχώδες υπόβαθρο.

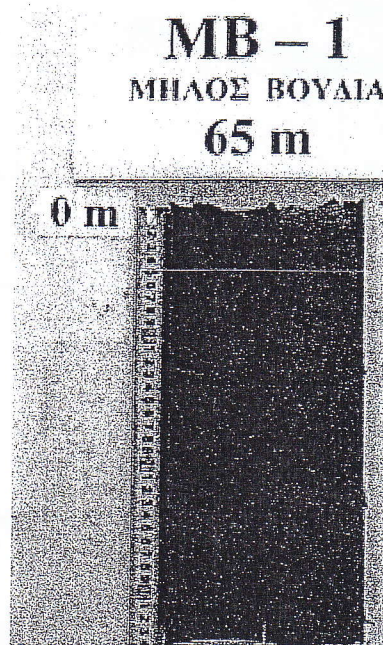


Εικόνα 21: Αντιπροσωπευτική καταγραφή τομογράφου Boomer από την τομή 8-7 (βλ. Εικ. 18 διαδρομές). Καταγράφεται το επιφανειακό περλιτικό στρώμα ιζήματος το μέγιστο πάχος του οποίου είναι 3,2 μέτρα, και εντοπίζεται πάνω από τα υποκείμενα αμμόδηκτα στρωματοποιημένα ιζήματα ενώ βαθύτερα εντοπίζεται το βραχώδες υπόβαθρο.

1.2.2.4 Ιζήματα πυρήνα

++ Από την περιοχή Βούδια έγινε προσπάθεια να ανασυρθούν 2 πυρήνες ιζήματος από τα 30 μ και από τα 65μ βάθος. Στην θέση των 30 μέτρων που βρίσκεται μέσα στην 'γλώσσα' των επικαθίσεων περλίτη (βλ. Εικ. 18) έγιναν τρεις αποτυχημένες προσπάθειες λόγω της περλιτικής υφής των ιζημάτων του πυθμένα, γεγονός που πιστοποιείται από την ύπαρξη υπολειμμάτων περλίτη στα εξωτερικά του τοιχώματα του πυρηνολήπτη μετά την ανύσyrση του από τον πυθμένα.

Από τα 65 μέτρα βάθος ανασύρθηκε ένας πυρήνας μήκους 34 εκατοστών (Εικ. 22) ο οποίος αποτελείται από άμμο μεσαίου μεγέθους κόκκων χρώματος πράσινο-φαιού. Πρόκειται για φυσικά ιζήματα που δεν έχουν επηρεαστεί από τις απορρίψεις περλιτικών ιζημάτων.



Εικόνα 22. Αμμόδη ιζήματα του πυρήνα MB-1 που ανασύρθηκε από την περιοχή Βούδια.

1.2.2.4 Συμπεράσματα

Στην ευρύτερη περιοχή της θέσης Βούδια ο πυθμένας καλύπτεται από επικαθίσεις περλίτη σε έκταση περίπου 1800x1100 μέτρων. Οι επικαθίσεις περλίτη εξαπλώνονται κατά μήκος της ακτής και μέχρι το βάθος των 10-12 μέτρων σε συνολική απόσταση 1600 μέτρων σε περιοχές τόσο βορειότερα όσο και νοτιότερα της θέσης απόρριψης των υπερλέπτων. Το πάχος των επικαθίσεων περλίτη κυμαίνεται από 70 εκ. έως 3,5 μέτρα εντοπιζόμενο κυρίως σε μια 'γλώσσα' πλάτους 900 μέτρων και μήκους 1100 προς τα ανατολικά της θέσης απόρριψης των υπερλέπτων περλίτη ενώ βαίνει μειούμενο προς την απόληξή του σε βάθος 38 μέτρων (1100 μ από ακτή).

Γενικά φαίνεται ότι η διαμόρφωση της υποθαλάσσιας μορφολογίας δεν επιτρέπει την εξάπλωση των επικαθίσεων προς το νότιο τμήμα του κόλπου των Βουδιών.

Τέλος, είναι χαρακτηριστική η απουσία λειβαδιών Ποσειδώνιας στην περιοχή των επικαθίσεων περλίτη.

2. Εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης των φυτοβενθικών κοινοτήτων της παράκτιας ζώνης Τσιγκράδου και όρμου Βούδια

Μ. Σαλωμίδα, Κ. Τσιάμης, Γ. Τσαρής & Π. Παναγιωτίδης

2.1 Εισαγωγή

Οι φυτοβενθικές κοινωνίες της υποπαράλιας ζώνης θεωρούνται αξιόπιστοι «ενδείκτες» αλλά και «περιγραφείς» της οικολογικής ποιότητας των παράκτιων περιοχών (Panayotidis et al. 1999; Orfanidis et al., 2001) και για το λόγο αυτό περιλαμβάνονται στα Βιολογικά Στοιχεία Ποιότητας (Biological Quality Elements) της Ευρωπαϊκής Οδηγίας Πλαίσιο για τα Ύδατα (Water Framework Directive, 2000/60/EC). Ως φυτοβένθος νοείται γενικά η θαλάσσια βλάστηση, η οποία περιλαμβάνει τόσο τα Μακροφύκη της βραχώδους υποπαράλιας ζώνης, όσο και τα ανώτερα φυτά (Αγγειόσπερμα) που καταλαμβάνουν τους ιζηματογενείς πυθμένες (0-40m). Ιδιαίτερη μνεία γίνεται στη «Ποσειδώνια» *Posidonia oceanica* (Linnaeus) (Delile, 1813) η οποία είναι ενδημικό και κυρίαρχο φανερόγαμο της Μεσογείου. Χαρακτηρίζεται από υψηλή οικολογική αξία και επηρεάζει άμεσα ή έμμεσα πληθώρα οικονομικών δραστηριοτήτων (π.χ. αλιεία, τουρισμός, παράκτια ανάπτυξη). Η σημασία της στη δομή και λειτουργία των παραλιακών οικοσυστημάτων είναι τέτοια, ώστε να αναφέρεται ως «κατασκευαστής» οικοσυστημάτων και να προστατεύεται από την κοινοτική νομοθεσία (Οδηγία 92/43/EK) ως οικότοπος προτεραιότητας (1120).

Το *P. oceanica* αποτελεί ζωτικό παράγοντα οξυγόνωσης του θαλάσσιου περιβάλλοντος (Pergent, 2006) και απορρόφησης διοξειδίου του άνθρακα (Berdall et al., 1998). Επίσης, παρά τις oligότροφες συνθήκες της Μεσογείου, στα λιβάδια του *P. oceanica* επιτυγχάνεται υψηλή παραγωγή οργανικού άνθρακα (300-2000 gr ξηρού βάρους ανά m²), ισάξια με τα χερσαία δασικά οικοσυστήματα (Boudouresque et al., 2006). Μόλις ένα μικρό τμήμα της παραγωγής καταναλώνεται εντός του λιβαδιού από ψάρια και ασπόνδυλα, ενώ το υπόλοιπο εξάγεται στα γειτονικά οικοσυστήματα μέσω των θρυμμάτων των φύλλων, επιτρέποντας την ανάπτυξη πλούσιας πανίδας (Wittman et al., 1981b). Επίσης τα λιβάδια του *P. oceanica*, αποτελούν ενδιαίτημα και εκκολαπτήριο πολλών θαλάσσιων ζωικών και φυτικών οργανισμών, ενώ προσελκύονται περιοδικά με στόχο την θήρευση ή την αναπαραγωγή και άλλα είδη (κυρίως ψαριών και μαλάκιων) που ζουν σε διαφορετικές οικολογικές ζώνες. Η υψηλή βιοποικιλότητα που συναντάται, οφείλεται κυρίως στην πολύπλοκη δομή των λιβαδιών. Τα ευμεγέθη φύλλα σε συνδυασμό με το πυκνό ριζικό σύστημα προσφέρουν τέτοια ποικιλία ενδιαιτήματος, ώστε να αποικούνται από είδη με διαφορετικά οικολογικά χαρακτηριστικά και να διαιρούνται σε διαφορετικές βιοκοινότητες (Peres, 1967). Ουσιαστικά, στο οικοσύστημα της *P. oceanica* συνδυάζονται η ανώτερη βιοκοινότητα των φύλλων, η κατώτερη του υποστρώματος και η ενδοβενθική του ριζικού συστήματος. Πρώτον, τα φύλλα προσφέρουν κατάλληλο υπόστρωμα για φύκη και εδραιωμένα αιωρηματοφάγα ζώα, καθώς και βοσκητές και σαρκοφάγους οργανισμούς. Δεύτερον, η πυκνή βλάστηση παρέχει κατάλληλες σκιερές συνθήκες, ώστε στην κατώτερη βιοκοινότητα να συναντώνται τυπικά είδη μεγαλύτερων βαθών, που δεν μπορούν να επιβιώσουν σε τόσο υψηλά σημεία της υποπαράλιας ζώνης (Molinier, 1960). Τέλος, τα σκληρά και πυκνά ριζώματα μεταβάλλουν το ομοιογενές αμμόδες υπόστρωμα σε σύστημα διαύλων και κοιλοτήτων, που αποικείται από τυπικά είδη των κοραλλιογενών βιοκοινοτήτων.

Πέρα από τις βιολογικές παραμέτρους, τα λιβάδια του *P. oceanica* παίζουν σημαντικό ρόλο στο γεωλογικό ισοζύγιο της ακτογραμμής, καθώς συμβάλουν αποτελεσματικά στην διάβρωση των ακτών. Η πυκνή βλάστηση μειώνει την κινητικότητα των νερού από κύματα και ρεύματα, ενώ το ριζικό σύστημα σταθεροποιεί το ίζημα του υποστρώματος. Επιπρόσθετα, τα νεκρά φύλλα που εκβράζονται στην ακτογραμμή σχηματίζουν ογκώδεις συστάδες που απορροφούν την κυματική δράση και ευθέως προστατεύουν τα ιζήματα της παραλίας. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι η παρουσία του *P. oceanica* δεν αποτρέπει μόνο την διάβρωση, αλλά και συμβάλει στον εμπλουτισμό των ακτών με νέο ίζημα (Terrados & Borum, 2004). Οι κόκκοι της άμμου σε μεγάλο ποσοστό έχουν βιολογική προέλευση, καθώς αποτελούν μικρο-τμήματα οστράκων και οστών, ή ασβεστολιθικά υπολείμματα φυκών. Εφόσον τα λιβάδια προσελκύουν τόσο υψηλή αφθονία ειδών, μπορούν να θεωρηθούν πηγή νέου ιζήματος, ιδιαίτερα σε ακτές χωρίς ποταμούς ή με αργή ιζηματομεταφορά από τη χέρσο προς τη θάλασσα.

Η παρούσα μελέτη αποσκοπεί σε μία πρώτη εκτίμηση της Οικολογικής Κατάστασης της υποπαράλιας ζώνης των περιοχών Τσιγκράδο και Βούδια (N και BA Μήλος, αντίστοιχα), με χρήση κατάλληλων φυτοβενθικών παραμέτρων, προκειμένου να εντοπιστούν τυχόν επιπτώσεις από τη λειτουργία των εγκαταστάσεων επεξεργασίας περλίτη στο υποθαλάσσιο περιβάλλον.

2.2 Μεθοδολογία

Η μελέτη επικεντρώθηκε στην παράκτια ζώνη (0-40m) των περιοχών Τσιγκράδο και Βούδια.

Η δειγματοληψία των Μακροφυκών πραγματοποιήθηκε με ελεύθερη κατάδυση στο σύνολο της βραχώδους περιφέρειας των υπό μελέτη περιοχών, σε βάθη μεταξύ 0-6m. Για την καταγραφή των κύριων ποιοτικών στοιχείων (ταξινομικός προσδιορισμός) της βλάστησης, πραγματοποιήθηκε καταστρεπτική δειγματοληψία (πλήρης αποψίλωση) με χρήση καλεμιού και σφυριού. Τα δείγματα συντηρήθηκαν σε δοχεία που περιείχαν διάλυμα θαλασσινού νερού και φορμόλης (4%). Για την καταγραφή των κύριων ποσοτικών στοιχείων (σύνθεση και χωρική κατανομή) της βλάστησης πραγματοποιήθηκε μη καταστρεπτική (φωτογραφική) δειγματοληψία με χρήση ψηφιακής φωτογραφικής μηχανής Olympus SP-310, σε στεγανή υποβρύχια θήκη Olympus PT-030).

Για τη μελέτη της υποθαλάσσιας βλάστησης των βαθύτερων ιζηματογενών πυθμένων (5-40m) πραγματοποιήθηκε σάρωση του βυθού με συρόμενο υποβρύχιο εικονοληπτικό όχημα (Towed Camera Transects - TCT) κατά μήκος διατομών, εγκάρσιων στην ακτογραμμή. Η λήψη οπτικών δεδομένων (video) σε πραγματικό χρόνο επέτρεψε την καταγραφή των κύριων στοιχείων της βλάστησης καθώς και μία πρώτη εκτίμηση της κατανομής και κατάστασης αυτών στην υπό μελέτη περιοχή. Για την επαλήθευση και αποτύπωση των σημαντικότερων υποθαλάσσιων στοιχείων, όπως αυτά εντοπίστηκαν στο προηγούμενο στάδιο, διενεργήθηκε αυτόνομη κατάδυση (SCUBA) και υποβρύχια φωτογράφιση με χρήση ψηφιακής φωτογραφικής μηχανής NIKON D200 σε στεγανό κέλυφος της Subal και 2 υποβρύχια φλας INON Z-240.