

Δελτ. Ελλην. Γεωλ. Εταιρ.	Τομ.	σελ.	Αθήνα
Bull. Geol. Soc. Greece	XXII	55 - 70	1990
	Vol.	pag.	Athens

ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΟΝΤΙΣΗ
ΥΠΟΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΚΑΛΩΔΙΩΝ ΚΑΛΩΔΙΑΚΗ ΖΕΥΞΗ
ΚΕΡΚΥΡΑΣ-ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ

Γ. ΠΑΠΑΘΕΟΔΩΡΟΥ* και Ν. ΚΑΣΤΑΝΟΣ*

A B S T R A C T

For the safe design and laying of submarine power cables the knowledge of the bathymetry, morphology and the geology of the seabed and also the knowledge of physical oceanographical parameters (currents, waves, tides) is a prerequisite. This paper has two aims. The first aim is to represent the parameters which may cause cable failures according to which the most suitable type of cable will be chosen and the safest route will be designed. The second aim is to represent the results of the oceanographical research which took place in South Corfu channel.

Σ Υ Ν Ο Ψ Η

Η σχεδίαση και τοποθέτηση υποθαλασσιών καλωδίων για τη μεταφορά ενέργειας απαιτεί πλήρη γνώση της βυθομετρίας, μορφολογίας και γεωλογίας του θαλάσσιου πυθμένα, καθώς επίσης και των φυσικών ωκεανογραφικών παραμέτρων (ρεύματα, κύματα παλίρροιας) που επικρατούν στην περιοχή.

Η εργασία αυτή έχει διπλό σκοπό. Ο πρώτος είναι να παρουσιάσει τις παραμέτρους που μπορούν να προκαλέσουν βλάβες στα καλώδια, ώστε να επιλεγεί ο κατάλληλος τύπος καλωδίου και να χαραχθεί η ασφαλέστερη οδός της ποντίσής τους. Ο δεύτερος είναι να παρουσιαστούν τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την ωκεανογραφική μελέτη που έγινε στο στενό Κέρκυρας - Ηγουμένιτσας για την καλωδιακή ζεύξη.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ανάπτυξη της τεχνολογίας στη μεταφορά ενέργειας τα τελευταία 20 χρόνια, έχει επιτρέψει τη διασύνδεση χωρών και νησιωτικών συγκροτημάτων με υποβρύχια καλώδια μεταφοράς υψηλής ενέργειας.

Οικονομοτεχνικές μελέτες έχουν δείξει ότι η αυτόνομη παραγωγή ενέργειας στα διάφορα μεγάλα νησιά, σε συνδυασμό με την συνεχή αύξηση της ζήτησης ενέργειας είναι οικονομικά ασύμφορη και ότι οικονομικότερη λύση είναι η σύνδεση με το εθνικό δίκτυο.

G. Papatheodorou & N. Kastanos. Oceanographical studies for the routing of submarine cables Corfu - Igoumenitsa crossing.

* Πανεπιστήμιο Πατρών. Τμήμα Γεωλογίας.

Ανακοινώθηκε στη Συνεδρία της Πάτρας στις 28/2/87

Απαραίτητη προϋπόθεση για την επιλογή των τεχνικών χαρακτηριστικών των καλωδίων καθώς και για την ασφαλή τους πόντιση, είναι η εκτέλεση ωκεανογραφικών ερευνών στην περιοχή πόντισης.

Οι έρευνες αυτές συνίστανται:

- A. Στην μελέτη της βυθομετρίας, μορφολογίας και γεωλογίας του πυθμένα.
- B. Στη μελέτη των ρευμάτων, παλιρροιών και κυμάτων της ευρύτερης περιοχής της πόντισης.
- Γ. Στη μελέτη των γεωτεχνικών ιδιοτήτων των ιζημάτων του πυθμένα.

Ο σκοπός της εργασίας αυτής είναι (1) να καταδείξει τις ωκεανογραφικές παραμέτρους που πρέπει να γνωρίζει ο μηχανικός κατά τη σχεδίαση της πόντισης υποθαλασσίων καλωδίων και (2) να παρουσιάσει τα στοιχεία που συλλέχθηκαν από την ωκεανογραφική έρευνα του διαύλου Ηγουμενίτσας - Κέρκυρας στα πλαίσια του προγράμματος της ΔΕΗ (Δ.Μ.Κ.Μ. - 1312/1979), για τη διασύνδεση Ηγουμενίτσας (Μούρτος - Κέρκυρας (Κάβος) με εναλασσόμενο ρεύμα. Η διασύνδεση θα γίνει με τέσσερα καλώδια συνολικού μήκους 42 Km, που έχουν ικανότητα μεταφοράς 175 MVA.

ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

A. ΒΥΘΟΜΕΤΡΙΑ

Η ακριβής βυθομέτρηση του πυθμένα και η κατασκευή του βυθομετρικού χάρτη, είναι στοιχεία απαραίτητα τόσο για τη χάραξη της βέλτιστης οδού που θα ακολουθήσει το καλώδιο, όσο και για την εκλογή του τύπου (υγρού - ξηρού) του καλωδίου, το οποίο θα χρησιμοποιηθεί στη διασύνδεση.

Η πορεία που θα ακολουθήσει το καλώδιο πρέπει να είναι σύντομη και σύγχρονως όσο το δυνατόν ομαλή, δηλαδή οι κλίσεις του πυθμένα να είναι σχετικά μικρές. Οι κλίσεις αυτές οδηγούν στην επιλογή του σωστού τύπου του καλωδίου. Αν οι κλίσεις του πυθμένα για βάθη μικρότερα των 200 μ. είναι πολύ μεγάλες (>1:3), τότε σε καλώδια υγρού τύπου (oil field) το υγρό μπορεί να μετατοπισθεί προς τα κάτω (compound migration) λόγω του βάρους του με αποτέλεσμα το καλώδιο να πάθει βλάβες. Είναι φανερό ότι ένας χάρτης ισοκλινών περιοχών (slope maps) διευκολύνει στην επιλογή της πορείας που θα ακολουθήσει το υποθαλάσσιο καλώδιο (Denness, 1976).

Οι βυθομετρήσεις εκτελούνται με διαφόρων τύπων ηχοβολιστές (echo-sounders). (Ψερεντίνος, 1985).

B. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

Μορφολογικοί σχηματισμοί του πυθμένα που προκαλούν προβλήματα στην κάθιση του καλωδίου είναι:

- (i) Αμμώδη κύματα - θίνες. Αυτοί οι σχηματισμοί δεν επιτρέπουν στο καλώδιο να "καθήσει" σε όλο τους το μήκος στον πυθμένα.
- (ii) Βραχώδεις και κοραλλιογενείς ύφαλοι.

- (iii) Τα "rock-marcks". Οι σχηματισμοί αυτοί είναι μικρά έγκοιλα διαμέτρου 7 έως 20μ. και βάθους 5 έως 10μ. και είναι εγκατακρημνησιγενούς μορφής. (Φερντίνος, 1985).
- (iv) Τα αυλάκια που δημιουργούν τα παγόβουνα στον πυθμένα. Το πρόβλημα αυτό περιορίζεται σε μεγάλα γεωγραφικά πλάτη.

Εκτός από τους πιο πάνω μορφολογικούς σχηματισμούς, προβλήματα στην πόντιση των καλωδίων δημιουργεί και η ύπαρξη ναυαγίων στον πυθμένα. Είναι απαραίτητο λοιπόν να εξετασθεί αν οι προαναφερθέντες σχηματισμοί υπάρχουν στον πυθμένα, για να χαραχθεί η κατάλληλη οδός. Αυτά όλα τα στοιχεία ερευνώνται με ειδικές ηχοβολιστικές συσκευές, τους ηχοβολιστές πλευρικής σάρωσης (side - scan sonar).

Γ. ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΠΥΘΜΕΝΑ

Η μελέτη της γεωλογίας του πυθμένα πρέπει να αποτελεί ένα σημαντικό μέρος της έρευνας για την πόντιση των υποθαλασσίων καλωδίων. Η γεωλογική μελέτη μπορεί να διακριθεί σε ιζηματολογική, γεωτεχνική και σεισμοτεκτονική μελέτη.

γ1. Ιζηματολογική μελέτη

Η μελέτη αυτή αποσκοπεί στον ποσοτικό προσδιορισμό της υφής (texture) των ιζημάτων που καλύπτουν τον πυθμένα, δηλαδή στον προσδιορισμό του ποσοτικού του αδρομερους, μέσου και λεπτομερούς υλικού (χαλίκια, ψηφίδες, άμμος, άργιλος). Ο κατασκευαστής προτιμά πάντα το μαλακό πυθμένα όπου το καλώδιο μπορεί να αυτοβυθισθεί, παρά το βραχώδη ή χαλικώδη πυθμένα όπου το καλώδιο παραμένει ακάλυπτο ή και αιωρούμενο. Σ' αυτές τις περιπτώσεις το καλώδιο εκτίθεται σε μηχανικές βλάβες που κυρίως προέρχονται είτε από σύρσιμο αγκυρών και αλιευτικών εργαλείων είτε από την επίδραση των κυμάτων (στα ρηχά νερά), που προκαλούν σύρσιμο του καλωδίου στον πυθμένα, με αποτέλεσμα την πιθανή καταστροφή του. Επιπλέον ο υπολογισμός των στατιστικών παραμέτρων των ιζημάτων (μέσο μέγεθος, σταθερή απόκλιση, λοξότητα, κύρτωση), σε συνδυασμό με το βυθομετρικό χάρτη και τις φυσικές ωκεανογραφικές παραμέτρους (ρεύματα, κύματα) δίνουν σημαντικές πληροφορίες για την κίνηση των συγχρόνων ιζημάτων, οι οποίες μπορεί να προκαλέσουν βλάβες στα καλώδια (διαβρώσεις, αποθέσεις).

Για την εκτέλεση των πιο πάνω ερευνών απαιτούνται δειγματοληψίες επιφανειακές και υποεπιφανειακές, κατά μήκος και κατά πλάτος της περιοχής που εξετάζεται. Η δειγματοληψία γίνεται με αρπάγες και πυρηνολήπτες διαφόρων τύπων.

γ2. Γεωτεχνική μελέτη

Σκοπός της μελέτης αυτής είναι ο προσδιορισμός των γεωτεχνικών ιδιοτήτων των συγχρόνων ιζημάτων. Σε μια τυπική γεωτεχνική μελέτη προσδιορίζονται οι πιο κάτω παράμετροι:

Δοκιμές πτερυγίου (Vane shear strenght)

Διατμητική αντοχή ((Shear strength, C_u)

Δοκιμές κατάταξης (Index properties)

Περιεκτικότητα σε νερό (water content, W)

Υγρή πυκνότητα (bulk density, γ_t)

Πορώδες ((porosity, n)

Όριο υδαρότητας (liquid limit, W_L)

Όριο πλαστικότητας (plastic limit, W_p)

Δείκτης πλαστικότητας (plasticity index I_p)

Δείκτης υδαρότητας (liquidity index , I_L)

Ειδικό βάρος ιζήματος (grain specific gravity, G_s)

Παράμετροι αντοχής (strength parameters)

Συνοχή (cohesion, c')

Γωνία εσωτερικής τριβής (angle of internal friction, ϕ')

Οι παράμετροι αυτοί δίνουν τη δυνατότητα στο μηχανικό να βγάλει συμπεράσματα για την αυτοβύθιση του καλώδιου σε συνδυασμό με τη διαμετρό του, την ευκαμψία του και την πυκνότητά του. Η πυκνότητα των καλωδίων πρέπει να είναι μεγαλύτερη από την πυκνότητα του μέσου (ίζημα) μέσα στο οποίο θα βυθιστούν. Σε αμμώδη πυθμένα πρέπει να έχουν πυκνότητα μεγαλύτερη των 2gr/cm^3 για να αυτοβυθιστούν, ενώ σε λασπώδη αρκεί να είναι πάνω από 1.25gr/cm^3 .

Επιπλέον οι μηχανικές ιδιότητες (C_u , γ_t , ϕ') μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο της σταθερότητας των ιζημάτων που καλύπτουν τις πλαγιές στο *pre stability analysis*, στις οποίες πρόκειται να ποντισθούν υποθαλάσσια καλώδια.

Μια άλλη απαραίτητη γεωτεχνική ιδιότητα είναι η θερμική αγωγιμότητα (thermal conductivity) των ιζημάτων. Η θερμοκρασία των καλωδίων φτάνει μέχρι τους 80°C επομένως τα ιζήματα που καλύπτουν τα καλώδια πρέπει να επιτρέπουν γρήγορη μετάδοση της εκλυόμενης θερμότητας. Η μέτρηση της θερμικής αγωγιμότητας γίνεται στο ύπαιθρο (in situ) με θερμοροϊμετρο (thermal needle).

γ3. Σεισμοτεκτονικές μελέτες

Οι καταγραφές ειδικού τύπου τοπογράφων υποδομής πυθμένα (subbottom profilers) που καλούνται ανιχνευτές χαλαρών ιζημάτων (3,5 KHz) δίνουν σημαντικές πληροφορίες για το πάχος των συγχρόνων χαλαρών ιζημάτων καθώς και για τη δράση μηχανισμών μεταφοράς ιζημάτων λόγω βαρύτητας (κατολισθήσεις - slumps, λασποροές/ροές κορημάτων - mud/debris flow, τουρπιτικά ρεύματα - turbidity currents).

Επιπλέον τομογράφοι υποδομής πυθμένα μεγάλης διεισδυτικότητας (Sparker, Airgun) δίνουν ασφαλής πληροφορίες για την παρουσία ενεργών ρηγμάτων και φαινόμενων διαπυρισμού (αλατούχοι / λασπούχοι δόμοι - salt/mud domes) που πιθανώς να προκαλέσουν αστάθεια των επιφανειακών ιζημάτων.

Η σεισμικότητα της περιοχής αποτελεί σημαντική αιτία θραύσης των υ-

ποθαλασσίων καλωδίων. Υπάρχουν πολλά παραδείγματα θραύσης καλωδίων από τουρμπι-
τικά ρεύματα που πυροδοτήθηκαν από σεισμούς (Heezen et al 1966, Krause et al 1970).

Δ. ΡΕΥΜΑΤΑ, ΚΥΜΑΤΑ, ΠΑΛΙΡΡΟΙΕΣ

δ1. Ρεύματα

Η μελέτη ρευμάτων της περιοχής όπου θα ποντιστεί το καλώδιο, είναι απαραίτητη και αφορά τόσο τη σωστή κάθιση και ασφάλεια του καλωδίου, όσο και την πλοήγηση του καλωδιοφόρου πλοίου. Η ύπαρξη ισχυρών ρευμάτων στον πυθμένα (πάνω από 1 m/s), γίνεται επικίνδυνη για το καλώδιο όταν αυτό δεν "κάθεται" κατάλληλα στα ιζήματα, αλλά αιωρείται. Επιπλέον, όταν η δράση των ρευμάτων πάνω στο καλώδιο υπερβεί την τριβή που αναπτύσσεται μεταξύ καλωδίου - πυθμένα, έχουμε μετατόπιση και θραύση του καλωδίου. Στις περιπτώσεις αυτές απαιτείται αγκυροβόληση καλωδίου (Short T.A., 1967).

Η μέτρηση των ρευμάτων γίνεται με ρευματομέτρα (current meters) διαφόρων τύπων (αυτογραφικά και μη), ή με δράγες ύδατος (drogues) ή από αεροφωτογραφίες. Τα ρευματομέτρα ή οι ρευματογράφοι τοποθετούνται για μια ορισμένη χρονική διάρκεια (τουλάχιστον 24h) σε διάφορα σημεία της περιοχής, σε διάφορα βάθη και για όλες (το βέλτιστο) τις εποχές του χρόνου. Με τα όργανα αυτά μετρώνται ή καταγράφονται η διεύθυνση και η ταχύτητα των ρευμάτων. Η στατιστική τους επεξεργασία οδηγεί σε συμπεράσματα γύρω από τη μεταφορά ιζημάτων (δημιουργία αμμωδών κυμάτων στον πυθμένα), καθώς επίσης γίνονται γνωστές και οι τάσεις που εξασκούνται απ' ευθείας πάνω στο καλώδιο.

δ2 Κύματα

Η τοποθέτηση κυματογράφων (wave recorders) στις περιοχές προσγιάλωσης του καλωδίου δίνει στοιχεία για τα μέσα και μέγιστα ύψη, πλάτη και περιόδους των κυματισμών που επικρατούν στην περιοχή. Από αυτά τα στοιχεία γίνεται δυνατός ο υπολογισμός του εύρους της ζώνης επίδρασης των κυματισμών που έχει άμεση σχέση με την ασφαλή προσγιάλωση του καλωδίου. Στοιχεία για τους κυματισμούς της περιοχής μπορούν να εξαχθούν και από ειδικές αεροφωτογραφίες καθώς και από επεξεργασίες ανεμολογικών δεδομένων της περιοχής.

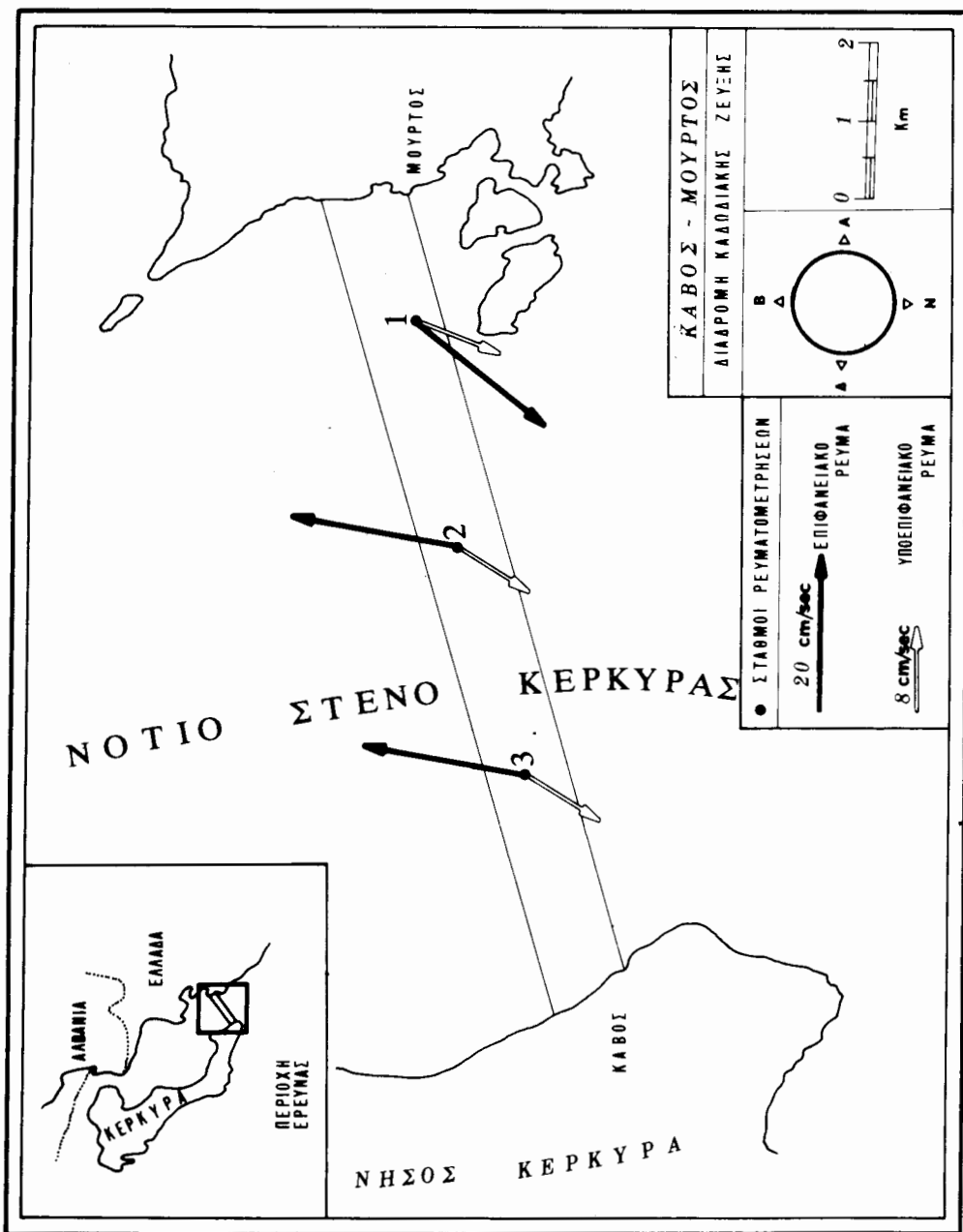
δ3. Παλίρροιες

Η καταγραφή των παλίρροιών με παλιρροιογράφους επιτρέπει τη μελέτη των παλιρροιακών ρευμάτων και την επίδραση τους στην γεωμορφολογία των ακτών και του πυθμένα. Στον Ελληνικό χώρο δεν έχουμε έντονα παλιρροιακά φαινόμενα.

ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΔΙΑΔΡΟΜΟΥ

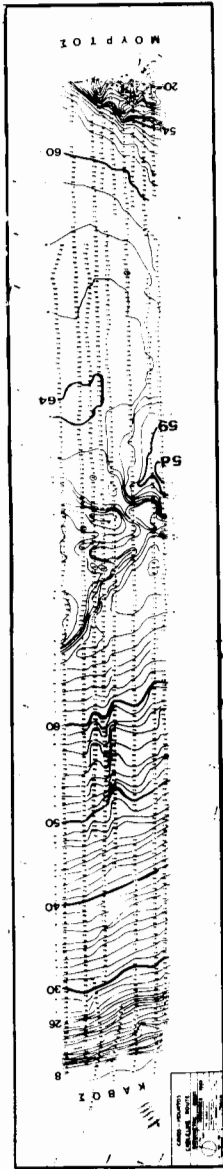
ΚΑΒΟΣ (ΚΕΡΚΥΡΑ) - ΜΟΥΡΤΟΣ (ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑ)

Ο διάδρομος που ερευνήθηκε είχε μήκος 10500 μ. και εύρος 1000μ. (εικ. 1) καθώς η απόσταση μεταξύ των καλωδίων θα είναι 25 μ. Ο διάδρομος διαιρέθηκε

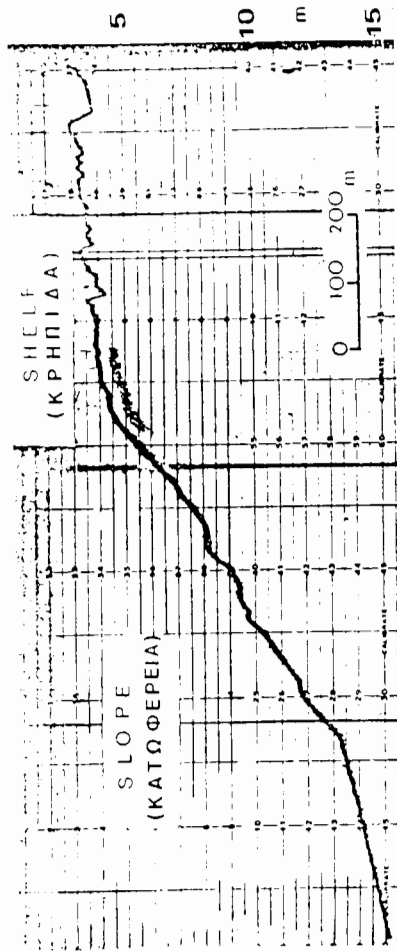


Εικ. 1. Διαδρομή καλωδιακής ζεύξης Ηγουμενίτσας (Μούρτος) - Κέρκυρας (Κάβος) όπου εκτελέσθηκαν οι βυθομετρικές - μορφολογικές και νεωλονικές έρευνες. Τα βέλη δείχνουν τη διεύθυνση και ένταση των επιφανειακών και υποεπιφανειακών ρευμάτων.

Fig. 1. Surveyed area. The vectors indicate speed and direction of surficial (black vectors) and bottom currents (open vectors).



Εικ. 2. Λεπτομερής βυθομετρικός χάρτης του υπό εξέταση διαδρόμου Μούρτος - Κάβος
 Fig. 2. Detailed bathymetric map along the Mourtos - Cavos corridor.



Εικ. 3. Βυθομετρικό προφίλ της κρηπίδας και της πλαγιάς του Κάβου στο οποίο φαίνεται ο ομαλός πυθμένας της κρηπίδας με τις μικρές κοιλότητες, καθώς και ο ομαλός πυθμένας της πλαγιάς.
 Fig. 3. Bathymetric profile across the shelf/slope off the Cavos cove, showing smooth seabottom with small depressions.

σε 10 ισαπέχουσες διαδρομές κατά μήκος των οποίων εκτελέσθηκαν οι διαδρομές.

ΜΕΘΟΔΟΙ - ΟΡΓΑΝΑ

Η ακρίβεια στον προσδιορισμό της θέσης του σκάφους που απαιτείται από τέτοιου είδους έρευνες μας οδήγησε στη χρησιμοποίηση ραδιομετρικού συστήματος προσδιορισμού θέσης. Σε πρώτο στάδιο έγινε τοπογραφικός καθορισμός με μεγάλη ακρίβεια της απόστασης δύο συγκεκριμένων σημείων, στο Μούρτο και στον Κάβο, στα οποία στη συνέχεια τοποθετήθηκαν πομποί (beacons) ο δέκτης ο οποίος βρίσκεται στο σκάφος συνδέθηκε με ηλεκτρονικό υπολογιστή ο οποίος με τη σειρά του καταγράφει την ακριβή θέση του σκάφους. Η ακρίβεια του όλου συστήματος είναι $\pm 5m$.

Για την κατασκευή του βυθομετρικού χάρτη χρησιμοποιήθηκαν καταγραφές ηχοβολιστή (echo - sounder) O.R.E. και για τη μελέτη της γεωλογίας του πυθμένα του στενού Ηγουμενίσσας - Κέρκυρας, καταγραφές τομογράφου υποδομής πυθμένα 3.5 KHz O.R.E. Η μέτρηση των ρευμάτων έγινε με ρευματογράφο NBA. Θερμοροόμετρο της εταιρίας RURUKAWA ELECTRIC CO. LTD χρησιμοποιήθηκε για τη μέτρηση της θερμικής αντίστασης των ιζημάτων στις περιοχές προσγιάλωσης του καλωδίου.

Συλλέχθηκαν συνολικά 30 επιφανειακά δείγματα κατά μήκος του δίαυλου, με τη βοήθεια δειγματολήπτη τύπου Van - Veen. Για την κοκκομετρική ανάλυση των δειγμάτων ακολουθήθηκε η μέθοδος των κόσκινων και της καθίζησης με πιπέττα (CARVER, 1971). Οι στατιστικοί παράμετροι υπολογίσθηκαν σύμφωνα με τους μαθηματικούς τύπους του FOLK (1968).

ΒΥΘΟΜΕΤΡΙΑ

Από τη μελέτη των βυθομετρικών προφίλ που πάρθηκαν με τον ηχοβολιστή, κατασκευάσθηκε λεπτομερής βυθομετρικός χάρτης (κλίμακα 1:5000, ισοδιάσταση 1μ.) (εικ. 2) στον οποίο διακρίνονται 5 φυσιογραφικές ενότητες. Σαν κριτήριο διάκρισης των ενοτήτων χρησιμοποιήθηκε μόνο η κλίση του πυθμένα.

- (α) Κρηπίδα του Κάβου
- (β) Πλαγιά του Κάβου
- (γ) Κεντρική λεκάνη
- (δ) Πλαγιά του Μούρτου
- (ε) Κρηπίδα του Μούρτου

Η κρηπίδα του Κάβου εκτείνεται από την ακτή μέχρι την ισοβαθή των 8μ. (εικ. 2,3). Η μέση κλίση της κρηπίδας είναι πολύ μικρή (1:100). το ανάγλυφο του πυθμένα είναι γενικά ομαλό εκτός από ορισμένες διάσπαρτες κοιλότητες βάθους 1 έως 2.5 μ. και διαμέτρου από 10 μ. έως 35 μ. (εικ. 3). Η πλαγιά του Κάβου εκτείνεται από την ισοβαθή των 8 μ. μέχρι την ισοβαθή των 26 μ. (εικ. 3). Η μέση κλίση είναι μικρή (1:30) και το ανάγλυφο της πλαγιάς τελείως ομαλό.

Η κεντρική λεκάνη έχει μέγιστο βάθος 68 μ. και μήκος περίπου 9000 μ. (εικ. 2). Το δυτικό τμήμα της λεκάνης έχει ελαφρά κλίση (1:30). Το ανάγλυφο του

πυθμένα παρουσιάζει μικρές ανωμαλίες γύρω από τις οποίες οι κλίσεις είναι από 1:12 μέχρι 1:30. Το κεντρικό τμήμα της λεκάνης έχει ένα σχετικά ανώμαλο ανάγλυφο με υψομετρικές διαφορές της τάξης των 4 έως 5 μ. (εικ. 4). Το ανατολικό τμήμα της λεκάνης είναι οριζόντιο και με τελείως ομαλό ανάγλυφο.

Η πλαγιά του Μούρτου εκτείνεται από την ισοβαθή των 20 μ. έως την ισοβαθή των 54 μ. (εικ. 2). Οι κλίσεις στην περιοχή αυτή είναι μεγάλες (εικ. 5). Μέγιστες κλίσεις που μετρήθηκαν κυμαίνονται από 1:7 έως 1:3. κλίσεις της τάξης από 1:5 έως 1:3 θεωρούνται μεγάλες και πρέπει να αποφεύγονται.

Η κρηπίδα του Μούρτου εκτείνεται από την παραλία μέχρι την ισοβαθή των 20 μ. και ο πυθμένας έχει ανώμαλο ανάγλυφο.

ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΠΥΘΜΕΝΑ

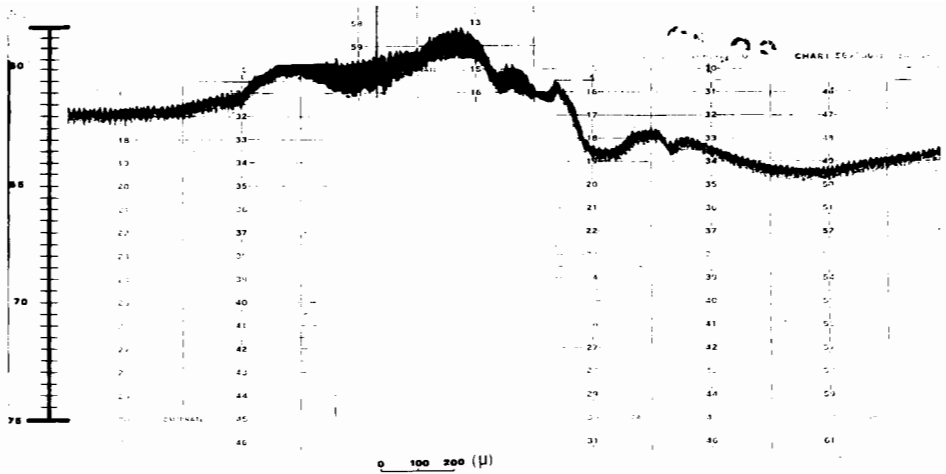
Η επιφανειακή κατανομή των ιζημάτων στον πυθμένα του διαύλου (εκ. 6) με την ταξινομήση κατά SHEPPARD (1973) έδειξε ότι η κεντρική λεκάνη αποτελείται κατά κύριο λόγο από αργιλούχους πηλούς σε αντίθεση με την κρηπίδα και την πλαγιά του Κάβου που αποτελείται άμμους. Η κρηπίδα και η πλαγιά του Μούρτου αποτελείται κυρίως από σκληρά ασβεστολιθικά πετρώματα.

Οι παράκτιες περιοχές του διαύλου καλύπτονται από χονδρόκοκκα ιζήματα (I φ) ενώ η κεντρική λεκάνη του στενού καλύπτεται από λεπτόκοκκα ιζήματα (5φ-6φ), (εικ. 7).

Γενικά η επιφανειακή κατανομή του μέσου μεγέθους σχετίζεται πολύ καλά με τη βυθομετρία μια και τα λεπτομερέστερα ιζήματα (>6φ) καλύπτουν τα βαθύτερα σημεία του διαύλου. Τα παράκτια ιζήματα του διαύλου είναι μετρίως έως ασθενώς διαβαθμισμένα (0.7 - 2.0φ). Συνήθως ιζηματογενή περιβάλλοντα υψηλής ενέργειας (ακτές), δημιουργούν καλά έως μέτρια διαβαθμισμένα ιζήματα, όταν βέβαια δεν υπάρχει μεγάλη προσφορά ιζημάτων. Αντίθετα ιζήματα ασθενώς έως πολύ ασθενώς διαβαθμισμένα χαρακτηρίζουν περιβάλλοντα χαμηλής ενέργειας ή και περιοχές έντονης ιζηματογένεσης.

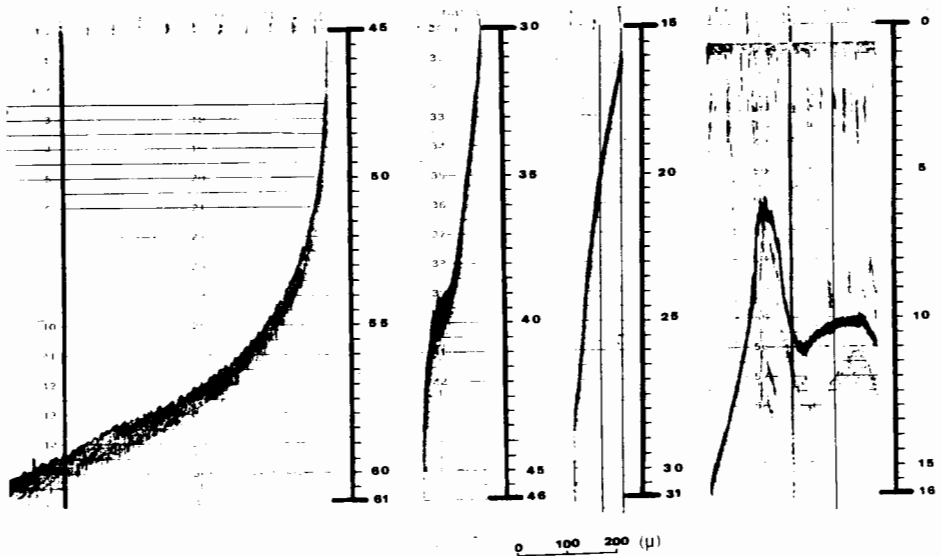
Το μεγαλύτερο μέρος του πυθμένα του υπό μελέτη διαδρόμου καλύπτεται από ιζήματα ασθενώς έως πολύ ασθενώς, ενδεικτικό στοιχείο περιβάλλοντος χαμηλής ενέργειας μια και η προσφορά ιζημάτων στην περιοχή δεν δικαιολογεί τις αυξημένες τιμές της σταθερής απόκλισης (FOLK 1974), (εικ. 7).

Η λοξότητα εκφράζει το βαθμό ασυμμετρίας των κοκκομετρικών καμπύλων και λαμβάνει τιμή 1 έως -1. Θετικές τιμές λοξότητας υποδηλώνουν ότι λεπτοκοκκο υλικό "εν αιωρήσει" εισέρχεται από περιβάλλον ιζηματογένεσης ενώ αρνητικές τιμές δείχνουν ότι το λεπτόκοκκο υλικό έχει απομακρυνθεί από το περιβάλλον (παρουσία ρευμάτων, δράση κυμάτων) (SPENSER, 1963). Τα ιζήματα του διαύλου (εικ. 8) χαρακτηρίζονται γενικά από θετική λοξότητα ενώ μικρός αριθμός δειγμάτων παρουσιάζουν μικρή αρνητική λοξότητα ((-0.4)-(-0.13)) στοιχείο που δηλώνει την απου-



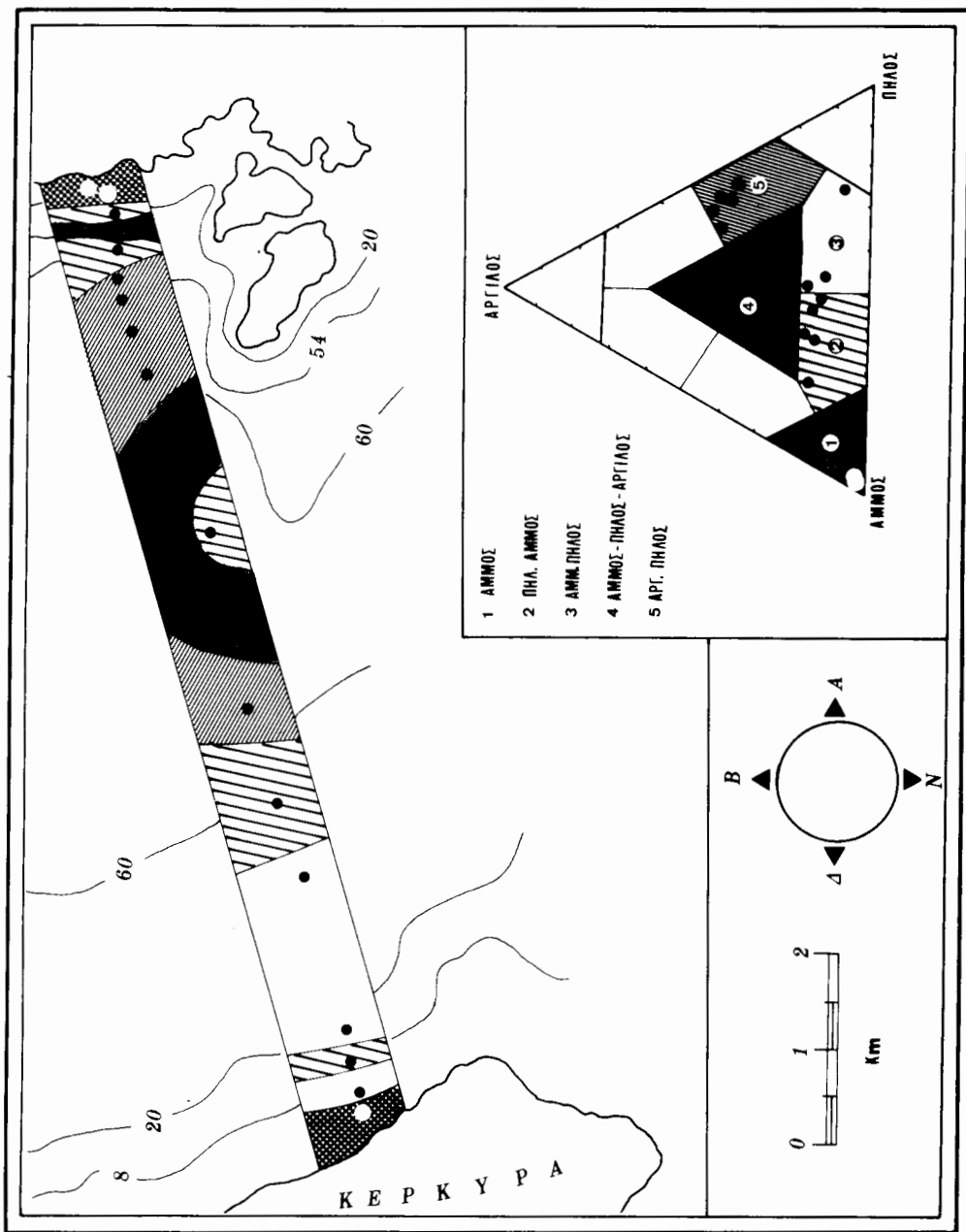
Εικ. 4. Βυθομετρικό προφίλ της κεντρικής λεκάνης στο οποίο φαίνεται το ελαφρά ανώμαλο ανάγλυφο του πυθμένα.

Fig. 4. Bathymetric profile, across the central basin of the South Corfu Channel, showing slightly undulated morphology.



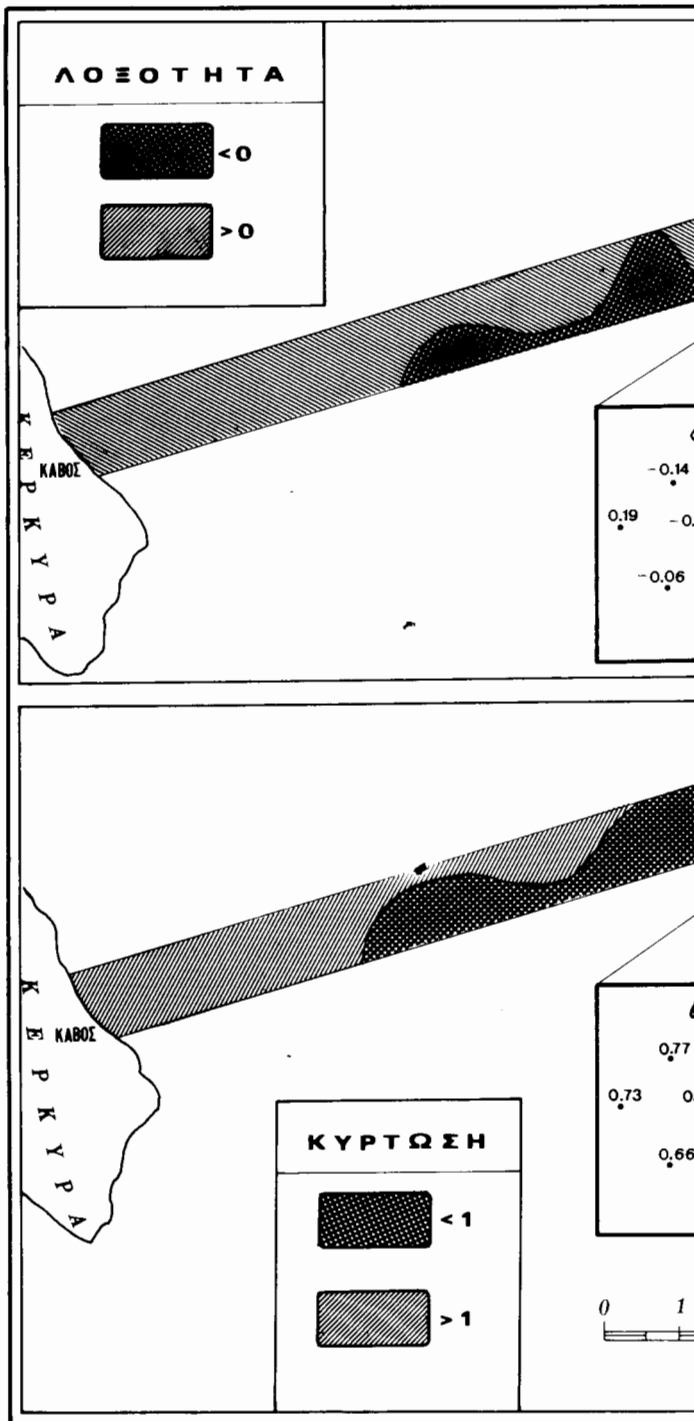
Εικ. 5. Βυθομετρικό προφίλ της πλαγιάς του Μούρτου στο οποίο φαίνονται οι απότομες κλίσεις (1:5 έως 1:3) καθώς και το ανώμαλο ανάγλυφο.

Fig. 5. Bathymetric profile, across the shelf/slope off the Mourtos land point showing the uneven floor of the shelf and the steep gradient of the slope.



Εικ. 6. Επιφανειακή κατανομή ιζημάτων στον υπό εξέταση θαλάσσιο διάδρομο Μούτος-Κάβος.

Fig. 6. Areal distribution of sediment texturals groups.



κλίσης ιζημάτων θα-

εικ. 8. Επιφανειακή κατανομή λοξότητας και κύρτωσης ιζημάτων Μούρτου - Κάβου.

Fig. 8. Areal distribution of skewness and kurtosis
Ψηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

σία εντονων ρευμάτων και απόθεση λεπτοκοκκου υλικού .

Όταν ένα ίζημα παρουσιάζει ομοιόμορφη διαβάθμιση σε όλα τα επιμέρους κλάσματα του, έχει κύρτωση 1. Πλατύκυρτα ιζήματα χαρακτηρίζονται αυτά που είναι καλύτερα διαβαθμισμένα στα ακραία τμήματα της καμπύλης ($K_G < 1$), ενώ λεπτόκυρτα, αυτά που είναι καλύτερα διαβαθμισμένα στο κεντρικό τμήμα της καμπύλης τους ($K_G > 1,1$), (FOLK, 1974).

Τα ιζήματα του υπό μελέτη διαδρόμου Κάβου-Μούρτου (εικ. 8) χαρακτηρίζονται σαν πλατύκυρτα μια και ένα μοναδικό δείγμα χαρακτηρίζεται σαν λεπτόκυρτο ($K_G = 1.3$). Το γεγονός αυτό αποτελεί μια ένδειξη για την παρουσία υποπληθυσμών στα ιζήματα αυτά και απουσία ισχυρών ρευμάτων.

Η μελέτη των τομογραφιών του πυθμένα που πάρθηκαν με το 3.5 KHz ORE system, έδειξε ότι:

(α) Η κρηπίδα και η πλαγιά του Μούρτου συνίστανται από συμπαγή ασβεστολιθικά πετρώματα τα οποία δεν καλύπτονται από χαλαρά ιζήματα (εικ. 9). Μόνο σε έγκοιλα υπάρχει συσσώρευση συγχρόνων ιζημάτων που δημιουργούν ένα επιφανειακό κάλυμα πάχους 1.3 μ. (εικ. 9).

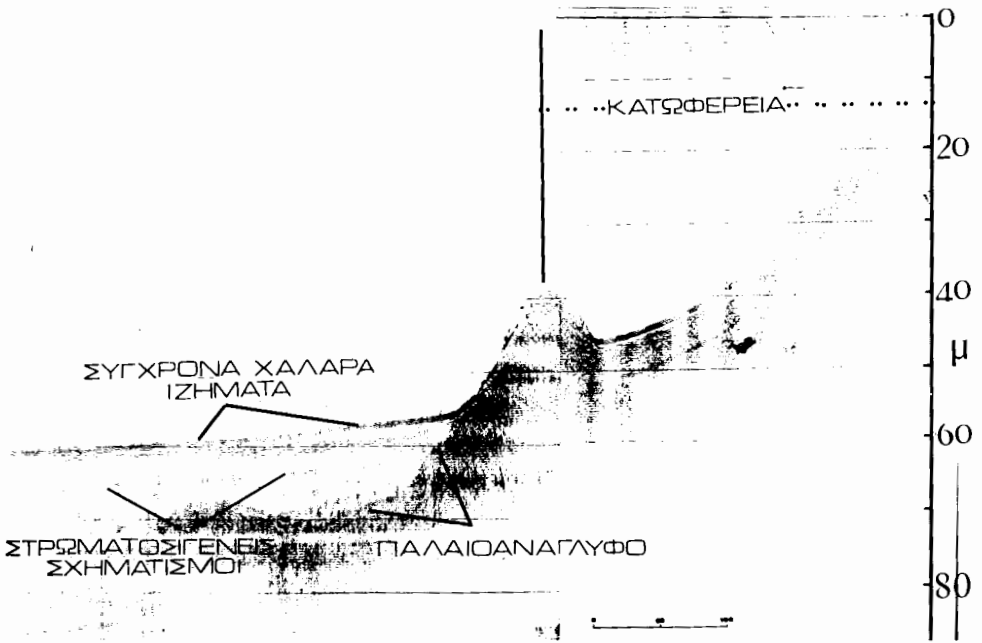
(β) Η κεντρική λεκάνη αποτελείται από οριζόντιους ιζηματογενείς στρωματοσιγενείς σχηματισμούς πλειστοκαινικής ηλικίας οι οποίοι επικάθονται στο ασβεστολιθικό παλαιοανάγλυφο (εικ. 9). Ο πυθμένας της κεντρικής λεκάνης καλύπτεται από ένα στρώμα συγχρόνων χαλαρών ιζημάτων πάχους περίπου 1.3 μ. (εικ. 9). Το στρώμα αυτό φαίνεται να έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε νερό και πιστεύεται ότι το καλώδιο μάλλον θα βυθισθεί μέσα σ' αυτό με το βάρος του. Στο κεντρικό τμήμα της λεκάνης τα ιζηματογενή στρώματα παίρνουν μια αντικλινική μορφή και είναι ρηγματωμένα (εικ. 10). Η καμπύλωση και ρηγμάτωση των ιζημάτων μάλλον προέρχεται από ένα αλατούχο δόμο που βρίσκεται βαθύτερα. Η παρουσία αλατούχων δόμων στην ευρύτερη περιοχή του Ιονίου πελάγους (M. BROOKS et al, 1984) συνηγορεί στην άποψη ότι πρόκειται για αλατούχο δόμο. Ασφαλή συμπεράσματα μπορούν να εξαχθούν μόνο μετά από εκτέλεση γεωτρήσεων.

ΡΕΥΜΑΤΑ

Οι ρευματομετρήσεις έγιναν σε τρεις σταθμούς (εικ. 1) και για δύο βάθη (10 μ. και 40 μ.) για 12 h. Τα επιφανειακά ρεύματα έχουν μέγιστες ταχύτητες 25cm/sec και διεύθυνση σχεδόν βόρεια. Αντίθετα τα ρεύματα βάθους έχουν ταχύτητες περίπου 8cm/sec και διεύθυνση σχεδόν ΝΔ.

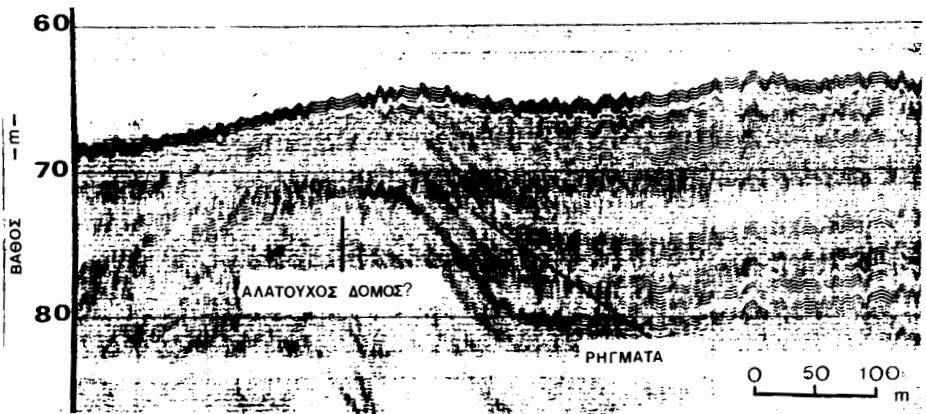
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η βυθομετρία του πυθμένα, στην πλευρά του Κάβου (Κέρκυρα) είναι πολύ ομαλή ο δε πυθμένας καλύπτεται από λεπτόκοκκα ιζήματα (πηλούχους άμμους) κατά συνέπεια δεν αναμένεται κανένα πρόβλημα στην πόντιση του καλώδιου, όσο αφορά την περιοχή του Κάβου.



Εικ. 9. Τομογραφία πυθμένα στην πλαγιά του Μούρτου. Φαίνεται το ασβεστολιθικό παλαιοαναγλύφο, οι οριζόντιοι στρωματοσιγενείς σχηματισμοί και το επιφανειακό στρώμα χαλαρών ιζημάτων.

Fig. 9. 3.5KHz profile across Mourtos slope, showing limestone paleorelict covered by stratified sediments.



Εικ. 10. Τομογραφία πυθμένα στην κεντρική λεκάνη. Φαίνεται η αντικλινική μορφή των στρωματοσιγενών σχηματισμών και η ρηγμάτωση των στρωμάτων.

Fig. 10. 3.5KHz profile across the central basin of South Corfu Channel, showing anticlinal structure probably caused by salt diapirism.

Το κεντρικό τμήμα της λεκάνης παρουσιάζει σχετικά ανώμαλο ανάγλυφο (εικ. 4) το οποίο δεν προκαλεί απότομες μεταβολές στην κλίση του πυθμένα. Επιπλέον ο βαθμός καμπύλωσης και ρηγματώσης των ιζημάτων εξαιτίας του διαπυρισμού δεν είναι αρκετά έντονος ώστε να προκαλέσει μελλοντικά προβλήματα στο καλώδιο.

Οι μεγάλες κλίσεις που μετρήθηκαν στην περιοχή της πλαγιάς του Μούρτου υπαγορεύουν την τοποθέτηση του καλωδίου κατά διεύθυνση κάθετη προς τις ισοβαθείς και όχι διαγώνια.

Το ανώμαλο ανάγλυφο του πυθμένα στην περιοχή προσγιάλωσης του Μούρτου απαιτεί τη κάλυψη του καλωδίου με περίβλημα (coating) ώστε να αποφευχθούν βλάβες λόγω πιθανών τριβών του με τον πυθμένα.

Η μελέτη των επιφανειακών κατανομών των στατιστικών παραμέτρων των ιζημάτων, ενίσχυσε την άποψη ότι η περιοχή έρευνας αποτελεί ένα περιβάλλον χαμηλής ενέργειας, χωρίς έντονο ρυθμό ιζηματογέννησης, κατά συνέπεια ιδανικό περιβάλλον για ασφαλή πόντιση υποθαλάσσιου καλωδίου.

Από την ανάλυση των συλλεχθένων τομογραφιών δεν διαπιστώθηκε παρουσία ενεργών ρηγμάτων τα οποία είναι δυνατόν να προκαλέσουν πιθανές βλάβες στο καλώδιο. Η παρουσία επιφανειακού στρώματος χαλαρών συγχρόνων ιζημάτων διευκολύνει την ασφαλή κάθιση του καλωδίου στον πυθμένα.

Τα ρεύματα στην περιοχή και κατά την περίοδο που μετρήθηκαν είναι αρκετά ασθενή τόσο στην επιφάνεια όσο και στον πυθμένα και κατά συνέπεια δεν απαιτείται αγκυροβόληση του καλωδίου.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Οι συγγραφές ευχαριστούν τον Ε. Τσαβλίρη για την τοπογραφική υποστήριξη κατά τη διάρκεια της έρευνας και τον Θ. Πετρόπουλο για την κοκκομετρική ανάλυση των ιζημάτων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - REFERENCES

- Brooks, M., Ferentinos, G., (1984) Tectonics and sedimentation in the Gulf of Corinth and the Zakynthos and Kefallinia channels, Western Crece. *Tectonophysics*, 101 25-54
- Carver, R.E., (1971) *Procedures in sedimentary petrology*. John Wiley & sons pp 170
- Deness, B., 1976. The preparation of slope maps by the moving interval method. *Institute of British Geographers*, VOL 8 No 3.
- Φερεντίνος Γ., (1974). Ωκεανογραφικές μελέτες για τη σχεδίαση και κατασκευή υποθαλασσίων αγωγών. *Τεχνικά χρονικά*. Τόμος 44, τεύχος 11, σελ. 829-837.
- Φερεντίνος Γ., (1985). *Τεχνική ωκεανογραφία*. Πάτρα.
- Folk, R.L., (1968). *Petrology of sedimentary rocks*. University of Texas. pp 170
- Folk, R.L., (1974). *Petrology of sedimentary rocks*. Hemphill Publishing Co. Austin, Texas.
- Heezen, B., Ewing, M. and Johnson, G., (1965). The gulf of Corinth floor. *Deep Sea Research* 13 pp 381-411.
- Krause d., White W., Piper D.J. and Heezen B. (1970). Turbidity Currents and cable breaks in the Western New Britain Trench. *Geol. Soc. of Amer. Bulletin*, v. 81, pp 2153-2160.
- Le Tirant, P., (1979). *Seabed reconnaissance and offshore soil mechanics for the installation of petroleum structures*. Editions Technip. 27.
- Short, T.A., (1967). Pipeline anchoring system. *Offshore*, June 1967.
- Spencer, D.W., (1963). The interpretation of grain size distribution curves of clastic sediments. *J. Sedim. Petrol*, 33, pp 180-190.