

BEACHROCKS ΤΟΥ ΕΛΛΑΔΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΚΑΙ Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΦΑΤΗ ΟΛΟΚΑΙΝΙΚΗ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΕΠΙΚΛΥΣΗ

Ε. Μ. Καμπουρόγλου*

Σ Υ Ν Ο Ψ Η

Στην παρούσα εργασία μελετώνται τα beachrocks από διάφορες περιοχές του Ελλαδικού χώρου και δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στο συσχετισμό του πεδίου με την ορυκτολογία και τη σύσταση του συγκολλητικού τους. Από την υποθαλάσσια έρευνα αποδεικνύεται ότι τα beachrocks των υπό μελέτην περιοχών εντοπίζονται σε διάφορα βάθη (0-5m) και επικυρώνουν την ύπαρξη παλαιών ακτογραμμών (Fossil coasts).

Όλες οι εμφανίσεις beachrocks που εντοπίστηκαν τοποθετούνται στο δεύτερο μισό του Ολοκαίνου (Υστερη Νεολιθική περίοδος μέχρι σήμερα) και υπογραμμίζουν μια προϋπάρχουσα ιζηματολογική δομή. Όλα τα δείγματα ανεξάρτητα από την περιοχή, θέση και βάθος δειγματοληψίας χαρακτηρίζονται από τη σταθερή παρουσία του μαγνησίου (Mg) και την ομοιόμορφη κατανομή του στο ανθρακικό συγκολλητικό. Η σταθερή παρουσία του $MgCO_3$ υπολογίστηκε σε $\approx 15 \text{ mol } \% MgCO_3$ σε στερεό διάλυμα.

A B S T R A C T

This study focuses on the beachrocks from several regions of the Hellenic area. Special attention was given to the relationship between the field and the mineralogy and the fabric of the beachrocks cement. Through the submarine research it is proved that the beachrocks of the several studied areas are located in various depths (0 - 5m) and consolidate the existence of older coast lines (fossil coasts).

All the located beachrocks are dated in the second half of the Holocene and evidence a preexisting sedimental structure. The samples, independent of region, location and depth of sampling, are characterized by the steady presence of Mg and the uniform distribution of the calcite cement. The steady presence of Mg-calcite was estimated at $\approx 15 \text{ mol } \% MgCO_3$ in solid solution.

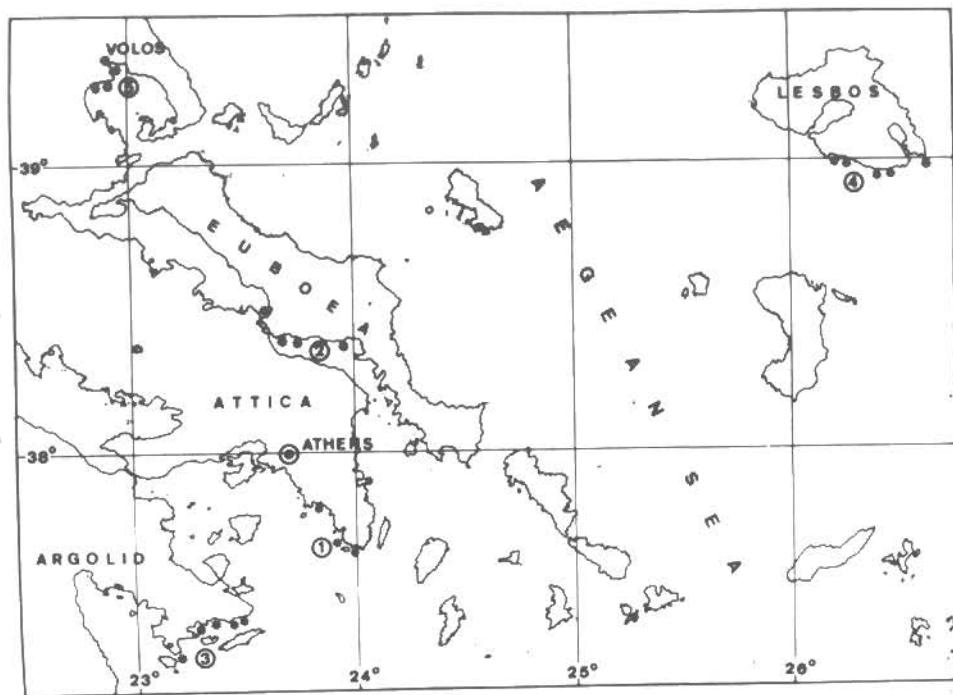
ΕΙΣΑΓΩΓΗ - INTRODUCTION

Στη μελέτη αυτή παρουσιάζονται οι διάφορες μορφές beachrocks που εμφανίζονται σε 5 διαφορετικές περιοχές του Ελλαδικού χώρου (βλ. εικ. 1) και κυρίως αυτές που ανήκουν σε απολιθωμένες ακτές. Η μελέτη τους αποσκοπεί στο να ταξινο-

Dr. E.M. KABOUROGLOU - Beachrocks of the Hellenic area and their significance in the recent Holocenic transgression.

* Ministry of Culture Ephory of Paleanthropology & Speleology 2, Chr. Lada, 10561 Athens-Greece.

μήσει και να συνδέσει όλα τα παλαιά Beachrocks, να προσδιορίσει τα διάφορα παλαιοπεριβάλλοντα και τις συνθήκες εναπόθεσής τους, να δώσει άμεσες πληροφορίες



Εικ. 1. Χάρτης με τις περιοχές έρευνας (1-5).
Fig. 1. Map showing the research areas (1-5).

για τη γεωμορφολογική εξέλιξη των διαφόρων περιοχών κατά τις τελευταίες χιλιετίες και κυρίως να δείξει τη μεταβολή του παράκτιου περιβάλλοντος κατά το Ολόκαινο.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ - METHODOLOGY

Οι εργασίες πεδίου περιελάμβαναν υποθαλάσσια κυρίως έρευνα στην υποπαράλια ζώνη με τη βοήθεια αυτόνομης καταδυτικής συσκευής, φωτογραφική τεκμηρίωση των διαφόρων υποθαλάσσιων εμφανίσεων Beachrocks και δειγματοληψία από κάθετες τομές που έγιναν κατά μήκος των πάγκων των Beachrocks, σε διάφορα σημεία, που τοποθετήθηκαν κλιμακωτά ανάμεσα στα επίπεδα των παράλληλων στρώσεων.

Η εργαστηριακή έρευνα περιελάμβανε εξέταση λεπτών τομών σε πολωτικό μικροσκόπιο, λεπτών στιλπνών τομών σε ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης (SEM), ημιποσοτική ηλεκτρονική μικροανάλυση με ακτίνες X (Electron probe X-Ray microanalyser) ηλεκτρονική μικροανάλυση (microprobe), και ανάλυση δειγμάτων με περίθλαση ακτίνων X (XRD) σε κρυσταλλική σκόνη.

Σκοπός των αναλύσεων αυτών είναι να οριστούν ψηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

η ταύτιση των Beachrocks, το είδος του συγκολλητικού υλικού και η ορυκτολογική τους σύσταση, στοιχεία απαραίτητα για τον προσδιορισμό των διαφόρων παλαιοπεριβάλλοντων και των συνθηκών δημιουργίας τους.

Η έρευνα με το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο, κυρίως του συγκολλητικού (cement), έγινε με αντικειμενικό σκοπό, τον προσδιορισμό χαρακτηριστικών διαγνωστικών γνωρισμάτων ή την επαλήθευση και ταύτιση, με τα μορφολογικά και ορυκτολογικά διακριτικά γνωρίσματα, που προέκυψαν από την προηγούμενη μελέτη με το πολωτικό μικροσκόπιο.

Η ημιποσοτική ηλεκτρονική μικροανάλυση με ακτίνες X έγινε με σκοπό τον προσδιορισμό της κατανομής διαφόρων στοιχείων στις λεπτές τομές και κυρίως της κατανομής του ασβεστίου (Ca) και του μαγνησίου (Mg) μέσα στο συγκολλητικό των Beachrocks. Για την ημιποσοτική ηλεκτρονική μικροανάλυση (E.P.M.A) χρησιμοποιήθηκε ο ηλεκτρονικός μικροαναλυτής JEOL SUPER PROBE JXA-733 με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης του ΥΠΠΟ και για την ηλεκτρονική μικροανάλυση ο ηλεκτρονικός μικροαναλυτής EDAX 9900 με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης της Philips, του Ε.Κ.Ε.Φ.Ε. Δημόκριτος.

Με την περίθλαση ακτίνων X προσδιορίστηκαν εκτός των άλλων το βασικό συστατικό του ανθρακικού συγκολλητικού, που είναι ο μαγνησιούχος ασβεστίτης. Για την ανάλυση με ακτίνες X χρησιμοποιήθηκαν κυρίως φυσικά δείγματα, όσο το δυνατό λιγότερο διαβαθμισμένα και ορισμένα αντίστοιχά τους κατάλληλα επεξεργασμένα. Προτιμήθηκε η περίθλαση ακτίνων X (XRD), γιατί σε συνδυασμό με την παρατήρηση σε πολωτικό και σε ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης, και με την ηλεκτρονική μικροανάλυση, δίνει αξιόπιστα αποτελέσματα στη μελέτη του συγκολλητικού υλικού.

Για τον υπολογισμό της περιεκτικότητας του $MgCO_3$ στο συγκολλητικό έγινε εφαρμογή της μεθόδου που αναφέρεται στο Laboratory Handbook of Petrographic Techniques p. 216-217 (C. HUTCHISON 1974). Χρησιμοποιήθηκε ακτινοβολία $CuK\alpha$ και η σάρωση γινότανε και στις δύο διευθύνσεις από διάστημα $26^\circ-30^\circ$ σε γωνία 2θ και ταχύτητα $1/4^\circ$ το λεπτό. Χρησιμοποιήθηκε Silicon metal (Si) σε σκόνη σαν εσωτερικό στάνταρ και η περιεκτικότητα του $MgCO_3$ σε στερεό διάλυμα μέσα στο ανθρακικό συγκολλητικό υπολογίστηκε από την παρεμβολή στους πίνακες d_{1014} βάσει της μεθόδου.

ΕΜΦΑΝΙΣΕΙΣ ΚΑΙ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ BEACHROCKS - DEVELOPMENTS AND CATEGORIES BEACHROCKS.

Συχνά τα ψαμμιτικά αυτά πετρώματα δεν παρουσιάζουν τα γενικά χαρακτηριστικά που αποδίδονται στα παράκτια ιζήματα. Ο όρος Beachrocks πρέπει να χρησιμοποιηθεί για όλα τα κατάλοιπα τροποποιημένα ή όχι, ταξινομημένα ή όχι από τη θάλασσα, τα οποία έχουν συγκολληθεί μέσα στη μεσοπαλιροϊκή ζώνη (A. Ozer, S. Tuccì, A. Ulzega, 1984). Οι μέχρι σήμερα εμφανίσεις Beachrocks στον Ελλαδικό χώρο

ρο έχουν καταταχθεί σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με τα μακροσκοπικά χαρακτηριστικά που παρουσιάζουν (Καμπούρογλου, Ε. 1989).

Έγινε επιλογή 5 διαφορετικών περιοχών του Αιγαϊακού χώρου κατά προτίμηση μη γειτονικών ώστε τα επιμέρους αποτελέσματα να είναι όσο το δυνατόν περισσότερο αντιπροσωπευτικά. Οι περιοχές μελέτης είναι:

α) ΠΕΡΙΟΧΗ ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

Εντοπίστηκαν στις περιοχές Αγ. Νικολάου Αναβύσσου, Περ. Βίγλισμα ανατολικά Λαγονησίου, παραλίας Καλυβίων, περ. Αγ. Δημητρίου, όρμου Βάρης (Βάρκιζα), και στην παράκτια ζώνη μεταξύ Καβουρίου και χερσονήσου Λομβάρδας όπου και οι Ξενοδοχειακές εγκαταστάσεις του Αστέρα Βουλιαγμένης. Σε παράκτιες μόνο εμφανίσεις Beachrocks, έχουν αναφερθεί στο παρελθόν, ο Μηστάρδης (1963) για τη νοτιοανατολική Αττική και ο Ρουμπάνης (1971) για τη νοτιοδυτική Αττική και κυρίως για την περιοχή από Καλαμάκι μέχρι τον Αγ. Κοσμά. Γενικά εντοπίζονται πέντε σαφείς ζώνες Beachrocks. Η πρώτη σε βάθος -0.20m έως -0.50m με το μεγαλύτερο μήκος ανάπτυξης στην παράκτια ζώνη της παραλίας Καλυβίων. Η δεύτερη σε βάθος -1.10m η οποία δεν εμφανίζεται στην περιοχή του όρμου Βάρης. Η τρίτη σε βάθος -2m εμφανίζεται σε όλες τις περιοχές. Στον όρμο της Βάρης στο σχηματισμό αυτό συμμετέχουν ή είναι καλυμμένα από τις πλάκες των Beachrocks διάφορα θραύσματα αρχαίων αγγείων (όστρακα) τα οποία δεν ήταν δυνατόν να χρονολογηθούν. Στον αντίστοιχο σχηματισμό (βάθος -2m) στην περιοχή της Ερέτριας έχουν βρεθεί κλασικά όστρακα από τα οποία χρονολογήθηκε και ο αντίστοιχος σχηματισμός (Καμπούρογλου, 1988). Η τέταρτη ζώνη εντοπίζεται σε βάθος -3m αλλά δεν βρέθηκε στην περιοχή του όρμου της Βάρης και στην περιοχή Καβούρι. Η πέμπτη και τελευταία εντοπίζεται σε βάθος -4.10m και έχει το μεγαλύτερο μήκος ανάπτυξης στην παράκτια ζώνη της παραλίας Καλυβίων. Όλες οι εμφανίσεις που παρατηρήθηκαν παρουσιάζουν τα γενικά χαρακτηριστικά αιγιαλών ή παράκτιων ιζημάτων (απολιθωμένες ακτογραμμές) ήτοι την λοξή στρωμάτωση με μικρή κλίση προς τη θάλασσα την επαλληλία των πλακών και την ειδική διευθέτηση των κόκκων σε επίπεδα ελάσματα ελάχιστα πλάγια σε σχέση με την επιφάνεια της πλάκας που χαρακτηρίζει τη ζώνη του Swash. Γενικά όλες οι αποθέσεις παρουσιάζονται αρκετά σταθεροποιημένες ώστε να αντέχουν στο κύπημα των κυμάτων. Σε όλες τις εμφανίσεις το υπόβαθρο είναι αμώδες και ο θαλάσσιος πυθμένας παρουσιάζεται ομαλός με μικρή κλίση. Σε ορισμένες θέσεις εντοπίζονται και χερσαία υπόλοιπα κυρίως από κροκαλοπαγή, υπολείμματα της θαλάσσιας διάβρωσης. Όλες οι εμφανίσεις είναι παράλληλες με τη σημερινή ακτογραμμή και το κάτω τμήμα των πλακών τους παρουσιάζεται με κωνικές προεξοχές το δε πίσω τμήμα τους είναι το λιγότερο συγκολλημένο. Σε καμία περιοχή δεν διαπιστώθηκε παλαιότερη ακτογραμμή σε επίπεδο ψηλότερο από τη σημερινή.

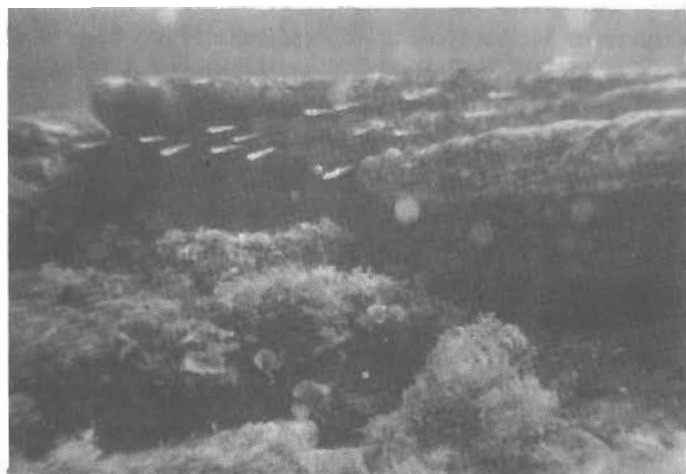
Επίσης τα Beachrocks -4.10m παρουσιάζονται το περισσότερο διαβρωμένα

και εμφανίζουν το μεγαλύτερο αριθμό ρωγμάτων που τα διαχωρίζουν σε διάφορα πολυέδρα. Κοκκομετρικά παρουσιάζουν μεγάλο ευμετάβλητο από θέση σε θέση και από περιοχή σε περιοχή. Σε όλες τις εμφανίσεις το επικρατούν υλικό χαρακτηρίζεται ως μεσόκοκκο και είναι παρόμοιο με αυτό της σημερινής ακτής. Για την ακρίβεια των συγκριτικών αποτελεσμάτων όλες οι μετρήσεις αναφέρονται στο πάνω μέρος των πλακών διότι σε αρκετές θέσεις ο πυθμένας στη θέση αυτή παρουσιάζει κοίλη επιφάνεια πιθανώς λόγω της τυρβώδους ροής που δημιουργείται από το φράγμα που σχηματίζει η ζώνη των Beachrocks στην ενέργεια των κυμάτων. Σε όλο το μήκος των περιοχών που ερευνηθήκαν οι ακτές διαβρώνονται. Παρόμοιες εμφανίσεις Beachrocks και ακτές διάβρωσης έχουμε εντοπίσει και στην ανατολική Αττική στον όρμο του Πόρτο Ράφτη. Σε όλες τις θέσεις το παράκτιο ανάγλυφο είναι ομαλό και στις περισσότερες ο υπεραφικός ορίζοντας είναι ψηλά και υπάρχουν ακόμα παράκτια έλη.

Οι περισσότερες των μετρήσεων έγιναν με γεωμετρική χωροστάθμηση για την αποφυγή σφαλμάτων. Η διδόμενη ακρίβεια είναι (υπολογιζόμενου και του εύρους της παλίρροιας) $\pm 10\text{cm}$.

β) ΠΕΡΙΟΧΗ ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΛΙΩΝ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΕΥΒΟΙΑΣ

Εντοπίζονται στο νότιο τμήμα του όρμου της Ν. Αρτάκης βόρεια της Χαλκίδας, στη χερσόνησο της Μάνικας όπου έχουν υποθαλάσσια βρεθεί Πρωτοελλαδικά λείψανα μέχρι ένα βάθος -3.5m (Καμπούρογλου-Sampson - Maroukian 1989), στην Παναγίτσα Χαλκίδας, στο παλαιό δέλτα του Λήλαντα ποταμού όπου η Ξηρόπολη του Λευκαντίου, στην περιοχή της Ερέτριας και Αμαρύνθου μέχρι το Ξενοδοχείο Olympic Star, στην περιοχή μεταξύ ακτής Νηρέος και όρμου Αλιβερίου (εικ. 2) και στον όρμο του Πόρτο Μπούφαλο. Σε παράκτιες εμφανίσεις Beachrocks στα παράλια της νοτιοανατολικής και νοτιοδυτικής Εύβοιας αναφέρεται ο Μηστάρδης (1963) και ο Λεοντάρης (1985) ο οποίος αποδίδει τη μικρή εμφάνιση Beachrocks σε έκταση και πάχος στο παλιροϊκό εύρος του Ευρίπου και στις χαμηλές θερμοκρασίες της θάλασσας λόγω παλίρροιας. Η άποψη αυτή βρίσκεται σε πλήρη αντίθεση με τα δικά μας αποτελέσματα όπου όπως διαπιστώνεται στα επόμενα αλλά και στο παρελθόν (Καμπούρογλου, 1989) στα νοτιοδυτικά παράλια της Κεντρικής Εύβοιας εκτός των πολλών ζωνών Beachrocks που εντοπίζονται σε διάφορα βάθη, έχει διαπιστωθεί και η μεγαλύτερη εμφάνιση Beachrocks σε βάθος -4.10m μέχρι σήμερα στον Ελλαδικό χώρο με συνολικό μήκος εμφάνισης =3.400m και συνεχές μήκος =2.200m. Στις περισσότερες θέσεις όπως Ν. Αρτάκη, Μάνικα, Παναγίτσα Χαλκίδας, Ερέτρια, Αμάρυνθος μέχρι Ξενοδοχείο Olympic Star εντοπίστηκαν 5 σαφείς ευδιάκριτες ζώνες από -0.20m μέχρι και -4.10m στα αντίστοιχα βάθη που εντοπίστηκαν και στη νοτιοανατολική Αττική. Επίσης εκτός από τα Beachrocks που παρουσιάζουν τα γενικά χαρακτηριστικά αιγιαλών εντοπίστηκαν και δύο άλλες κατηγορίες ανάλογα με τα μακροσκοπικά χαρακτηριστικά που παρουσιάζουν. Στη μία κατηγορία ανήκουν οι εμφανίσεις που χαρακτηρίζονται από την έλλειψη παράκτιων ννωρι-



Εικ. 2. Beachrocks: βάθος -1.10m περιοχής Αλιβερίου, Εύβοιας.
Fig. 2. Beachrocks: depth -1.10m from the area of Aliveri, Euboea.

σμάτων και είναι ανάμεικτες με αρχαιολογικά λείψανα σ'ένα είδος melange. Αυτές εντοπίζονται κυρίως σε περιοχές παράκτιων αρχαίων νεκροταφείων ή οικισμών και το σπουδαιότερο μακροσκοπικό τους γνώρισμα είναι ότι δεν παρουσιάζουν την ομαλή και παράλληλη στρωμάτωση των πλακών. Τέτοιες θέσεις εντοπίζονται στην περιοχή της Μάνικας, της Παναγίτσας Χαλκίδας, στη δυτική Νεκρόπολη της Ερέτριας (Καμπούρογλου, 1989), στην Αγία Τριάδα 6 Km ανατολικά της Ερέτριας όπου έχει βρεθεί υποθαλάσσιο αρχαίο Νεκροταφείο (Καμπούρογλου-Καραπασχαλίδου-Μανώλης, 1988) και στο Πόρτο-Μπούφαλο. Η ύπαρξή τους στο εσωτερικό των τάφων και στο άμεσο περιβάλλον τους (όχι επιφανειακά) αποδεικνύει ότι η δημιουργία τους έχει γίνει στο εσωτερικό του παράκτιου ιζήματος και προφανώς είναι μεταγενέστερη από τις ταφές.

Στην άλλη κατηγορία ανήκουν οι εμφανίσεις που χαρακτηρίζονται από την οριζόντια εμφάνιση, χωρίς τη γνωστή ζωνώδη ανάπτυξη και τα διακριτικά γνωρίσματα των αιγιαλών. Παρουσιάζουν σταθερό πάχος που συνήθως είναι ≈ 30 cm και το υλικό τους αποτελείται κυρίως από ψηφίδες και κροκάλες. Το πλέον αξιόλογο γνώρισμά τους είναι ότι αντικατοπτρίζουν πιθανότατα το παλιρροϊκό εύρος (μεσοπαράλια ζώνη) κατά την περίοδο του σχηματισμού τους. Εντοπίζονται δυτικά του υποθαλάσσιου Ελληνιστικού λιμενοβραχίονα της Ερέτριας (Καμπούρογλου, 1989) σε βάθος -1.75m και -30 cm, στην ύφαλο Μικρή και Μεγάλη Ξέρα, στην Αγία Τριάδα Ερέτριας, στην Παναγίτσα Χαλκίδας και στη Μάνικα.

Σε ολόκληρη την παράκτια ζώνη που ερευνήθηκε από τη Ν. Αρτάκη στον Β. Ευβοϊκό κόλπο μέχρι τον όρμο του Πόρτο-Μπούφαλο όλες οι ακτογραμμές διαβρώνονται και δεν εντοπίστηκε και εδώ καμία ακτογραμμή ψηλότερα από τη σημερινή. Μοναδική

εξαιρέση αποτελεί το σημερινό δέλτα του ποταμού Λήλαντα όπου δεν παρατηρείται παράκτια διάβρωση. Από τα παραπάνω προκύπτει ότι οι ακτές της Εύβοιας και της νοτιοανατολικής Αττικής παρουσιάζουν την ίδια συμπεριφορά στην πρόσφατη μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης.

Στην περιοχή της Ερέτριας στη χέρσο έχουν εντοπισθεί κατά τη διάρκεια γεωτρητικής έρευνας εμφανίσεις beachrocks στο ύψος του σημερινού υδροφόρου ορίζοντα (Καμπούρογλου, 1989). Πρόσφατα κατά την εκσκαφή θεμελίων για την ανέγερση οικοδομών σε δύο διαφορετικές θέσεις στο νότιο τμήμα της, βρέθηκαν σχηματισμοί beachrocks με όλα τα χαρακτηριστικά παλαιότερων ακτογραμμών και στο ύψος του υδροφόρου ορίζοντα σε σημαντική έκταση. Προφανώς η δημιουργία τους έγινε κάτω από το ύψωμα νησ, οι δε χαρακτηριστικές δομές της ζώνης Swash που παρουσιάζουν είναι κληρονομημένες. Αντίστοιχες εμφανίσεις έχουν διαπιστωθεί και στη δυτική όχθη της Behiret el Biban (Tunisie) (E. Davaud, A. Strasser, 1984).



Εικ. 3. Beachrocks: βάθος -3.30m νότιας Αργολίδας (όρμος Μάρκου).
Fig. 3. Beachrocks: depth -3.30m from south Argolid (Markou Bay).

γ) ΠΕΡΙΟΧΗ ΝΟΤΙΩΝ ΑΚΤΩΝ ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ

Beachrocks εντοπίστηκαν στην περιοχή της Κόστας, στον όρμο Καλαφάτη στον όρμο Αχλαδίτσας ανατολικά της Ερμιόνης, στην ακτή Ύδρα, στο Πλέπιον, στην περιοχή Πηγάδια και στον όρμο Μάρκου δυτικά του ακρωτηρίου Σκύλαιον. Βρέθηκαν κυρίως 4 σαφείς ευδιάκριτες ζώνες: στα -0.20m, -1.20m, -2m και -3.30m. Η μεγαλύτερη εμφάνιση είναι των -3.30m που παρατηρήθηκε σε όλες τις περιοχές και παρουσιάζει το μεγαλύτερο μήκος ανάπτυξης στην περιοχή Πλέπιον, Πηγάδια και στον όρμο Μάρκου (βλ. εικ. 3) όπου και η μικρή νησίδα Σουσιά. Όλες οι εμφανίσεις παρουσιάζουν τα

χαρακτηριστικά αιγιαλών και το πάχος τους κυμαίνεται από 30-40cm. Το μεγαλύτερο πάχος εμφάνισης παρατηρήθηκε στην περιοχή του όρμου Μάρκου =1.20m που είναι και το μεγαλύτερο πάχος Beachrocks που έχουμε εντοπίσει μέχρι σήμερα. Πιθανώς να αντικατοπτρίζει επαναλαμβανόμενες μεταβολές της θαλάσσιας στάθμης κατά το πρόσφατο παρελθόν. Σε όλες τις περιοχές το παράκτιο ανάγλυφο παρουσιάζει ακτές διάβρωσης με ομαλή κλίση του θαλάσσιου πυθμένα και σε όλες τις εμφανίσεις Beachrocks το υπόβαθρο είναι αμμώδες. Και στην περιοχή αυτή δεν βρέθηκαν παλαιότερες ακτογραμμές ψηλότερα από τη σημερινή.

δ) ΝΗΣΟΣ ΛΕΣΒΟΣ

Οι εμφανίσεις Beachrocks εντοπίζονται κυρίως στα νότια παράλια του νησιού και συγκεκριμένα στην περιοχή Άκρα Μαλαία νότια του αεροδρομίου Μυτιλήνης όπου το εξωκλήσι του Αγ. Γεωργίου. Στην περιοχή Πλωμαρίου, Αγ. Ισιδώρου και Αγ. Βαρβάρας ανατολικά του Πλωμαρίου. Στην περιοχή της Αγ. Βαρβάρας εκτός των εμφανίσεων Beachrocks εντοπίστηκε και ψαμμιτικό πέτρωμα με επάλληλες στρώσεις, όπως τα Beachrocks, που αρχίζει περί τα 3m πάνω από τη σημερινή θαλάσσια στάθμη και συνεχίζει κάτω από αυτήν με κλίση προς τη θάλασσα. Όπως αναφέρεται στα επόμενα η ορυκτολογική ανάλυση έδειξε ότι το ψαμμιτικό αυτό πέτρωμα είναι χερσαίας προέλευσης. Στα δυτικά του Πλωμαρίου στη θέση Μελίνα στην παραλία Βατερών όπου και το μεγαλύτερο μήκος εμφάνισης και στο ανατολικό τμήμα του ακρωτηρίου του Αγ. Φωκά.

Γενικά όλες οι εμφανίσεις είχαν πάχος περί τα 30cm και επικρατούσαν οι κόκκοι μικρού μεγέθους. Μόνο στην περιοχή Άκρα Μαλαία το επικρατούν υλικό ήταν κυρίως από ψηφίδες και κροκάλες διαφόρων μεγεθών. Χαρακτηριστικό είναι ότι σε όσες περιοχές του νότιου τμήματος του νησιού δεν εμφανίζονται Beachrocks τα πετρώματα της ακτής είναι εκρηξιγενή ή σχιστόλιθοι όπως στις περιοχές Χαραμίδα και Ερμονόγης όπου εμφανίζονται σχιστόλιθοι και περιδοτίτες και στη σκάλα Λουτρών Βασάλτης και λάβες. Αντίθετα στις περιοχές που εντοπίζονται Beachrocks στα πετρώματα της χέρσου συμμετέχουν και ανθρακικά πετρώματα όπως στον Αγ. Φωκά όπου υπάρχουν πλειοκαινικοί ασβεστόλιθοι, στο Πλωμάρι, Αγ. Ισίδωρο και Αγ. Βαρβάρα όπου υπάρχουν μάρμαρα. Όλες οι εμφανίσεις που εντοπίστηκαν παρουσιάζουν τα χαρακτηριστικά αιγιαλών και παράκτιων ιζημάτων. Σε όλο το μήκος των ακτών του νησιού δεν βρέθηκε παλαιότερη ακτογραμμή ψηλότερα από τη σημερινή.

ε) ΠΑΓΑΣΗΤΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ

Στα πλαίσια ευρύτερης μελέτης για την εξέλιξη της περιοχής εντοπίστηκαν σε διάφορα βάθη Beachrocks με χαρακτηριστικά αιγιαλών. Οι κυριότερες θέσεις όπου βρέθηκαν είναι στη Ν. Αγχίαλο όπου σε ορισμένες θέσεις καλύπτουν παλαιοχριστιανικά λείψανα, στον όρμο Χρυσή ακτή Παναγίας, στον όρμο Μεγάλη Βελανιδιά, όρμο Μα-

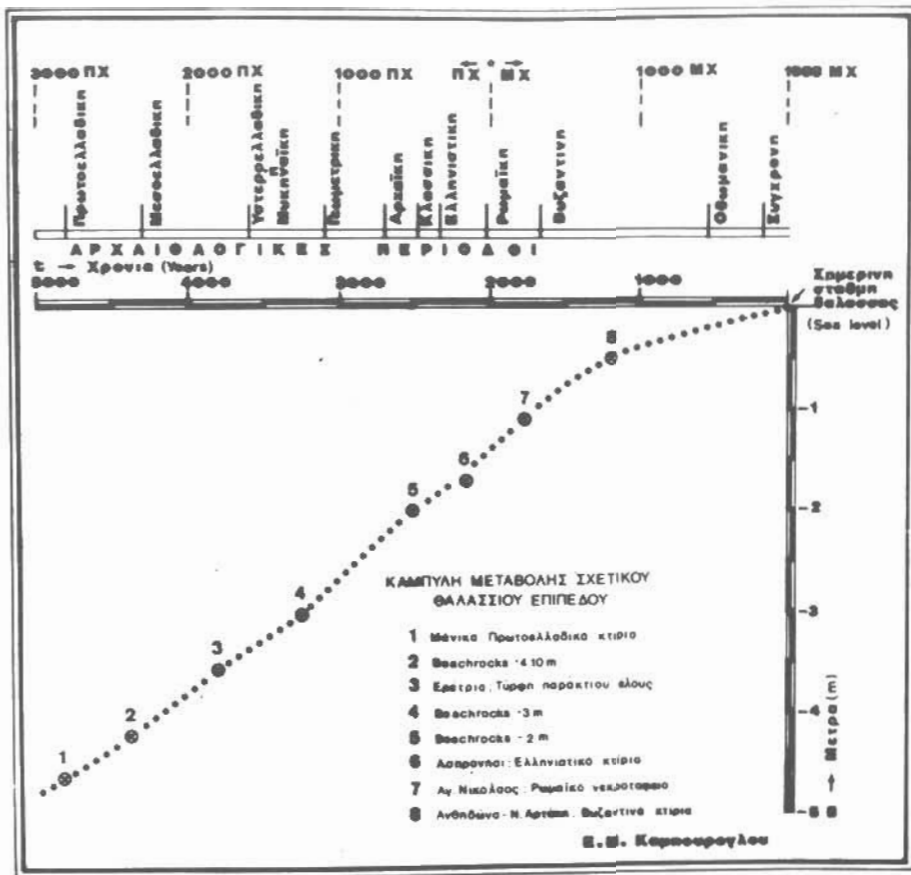
μιδάκι στον όρμο Αγ. Γεωργίου όπου τα Beachrocks καλύπτουν λείψανα ελληνιστικής τοιχοποιείας (Καβουρογιού, 1990), στον όρμο Μάραθου, Κριθαριάς, Αλυκών Βόλου, στην περιοχή Πευκάκια, στην περιοχή Πλατανίδια όπου καλύπτουν μισοβυθισμένα παλαιοχριστιανικά λείψανα (Καβουρογιού, 1990) και στην περιοχή Αγ. Μηνά ανατολικά των εκβολών του ποταμού Βρύχωνα.

Οι εμφανίσεις Beachrocks εντοπίζονται από -0.20m μέχρι -1.80m. Σε όλες τις περιοχές το παράκτιο ανάγλυφο είναι ομαλό και οι ακτές διαβρώνονται. Χαρακτηρίζονται επίσης από την ύπαρξη υψηλού υπεδαφικού ορίζοντα και παράκτιων ελών.

ΗΛΙΚΙΑ ΤΩΝ BEACHROCKS - AGE OF THE BEACHROCKS

Ένα από τα σοβαρότερα προβλήματα που παρουσιάζονται στη μελέτη των Beachrocks είναι η χρονολόγησή τους η οποία συνήθως γίνεται με ραδιοχρονολογήσεις (C-14), ανθρακούχων υλικών που βρέθηκαν στο θαλάσσιο πυθμένα και σε γεωτρήσεις παράκτιων κυρίως ιζημάτων. Εκτός των ραδιοχρονολογήσεων τη μεγαλύτερη ακρίβεια μας δίνουν οι χρονολογήσεις της κεραμικής που βρίσκεται ενσωματωμένη σε σχηματισμούς Beachrocks.

Με βάση τα παραπάνω έχουν χρονολογηθεί οι εμφανίσεις Beachrocks των νοτιοδυτικών παραλίων της Κεντρικής Εύβοιας. Από τα αρχαιολογικά και ραδιοχρονολογικά δεδομένα σχεδιάστηκε η καμπύλη μεταβολής του σχετικού θαλάσσιου επιπέδου (εικ.4) για τις παραπάνω περιοχές (Ν. Αρτάκη μέχρι Αλιβέρι). Από τα στοιχεία των χρονολογήσεων και της καμπύλης της εικόνας 4, διαπιστώνεται ότι στο παράκτιο τμήμα της Εύβοιας από Ν. Αρτάκη μέχρι Αλιβέρι το σχετικό θαλάσσιο επίπεδο από την Ύστερη Νεολιθική περίοδο μέχρι σήμερα έχει ανέβει γύρω στα 5m. Επειδή τα Beachrocks των νοτιοδυτικών παραλίων της Κεντρικής Εύβοιας είναι ισοβαθή με αυτά που βρέθηκαν στην νοτιοδυτική Αττική (Αγ. Νικόλαος, Λαγονήσι, παραλία Καλυβίων κλπ.) μπορούμε να δεχτούμε ότι είναι και ισόχρονα. Δηλαδή το μοντέλο της μεταβολής του σχετικού θαλάσσιου επιπέδου που παρουσιάζεται στην εικόνα 4 ισχύει και για τα παράλια του νοτιοδυτικού τμήματος της Αττικής. Από τα παραπάνω προκύπτει ότι τα Beachrocks βάθους -4.10m που βρέθηκαν στις παραπάνω περιοχές τοποθετούνται στην Πρωτοελλαδική περίοδο, σε -3m στην Υστεροελλαδική, σε -2m στην Κλασική και τα ρηχότερα σε νεότερες περιόδους. Η Πρωτοελλαδική στάθμη των -4.10m σημειώνεται και σε άλλες ευστατικές καμπύλες όπως των: Badyokov & Karlin, Jelgersma, Neumann, Shepard, Ters, Kraft et al για τον κόλπο του Ναυαρίνου κ.ά. Η Κλασική στάθμη είναι επιβεβαιωμένη και αυτή από ένα μεγάλο αριθμό ευστατικών καμπυλών και σε άλλες περιοχές του Ελλαδικού χώρου με αρχαιολογικό ενδιαφέρον, όπως στο Μεσσηνιακό κόλπο (Kraft et al, 1975), στο Ναυαρίνο (Kraft et al, 1980), στον Αργολικό (Finke, 1986) κ.ά. Σε γενικές γραμμές στη Μεσόγειο η θαλάσσια στάθμη κατά το Ολόκαινο δεν ήταν υψηλότερη από τη σημερινή. Στο σημερινό επίπεδο έφτασε σε χρονολογίες που ποικίλουν ανάλογα με την περιοχή από 6000 χρόνια πριν έως και σήμερα



Εικ. 4. Καμπύλη μεταβολής σχετικού θαλάσσιου επιπέδου περιοχής νοτιοδυτικών παραλίων Κεντρικής Εύβοιας βάσει αρχαιολογικών και ραδιοχρονολογικών στοιχείων.

Fig. 4. Curve of relative sea-level changes, of the area of southwest coasts of Central Euboea, based on informations from archaeological and radiocarbon (C-14) data.

(L'Homer et al, 1981). Συσχετίζοντας την καμπύλη της εικόνας 4 με γνωστές ευστατικές καμπύλες της διεθνούς βιβλιογραφίας, διαπιστώνεται ότι ταιριάζει σε σημαντικό βαθμό με αρκετές από αυτές. Το στοιχείο αυτό δείχνει ότι κατά το δεύτερο μισό του Ολοκαίνου η μεταβολή του σχετικού θαλάσσιου επιπέδου στις περιοχές των νοτιοδυτικών παραλίων της Κεντρικής Εύβοιας και Αττικής, οφείλεται κυρίως σε διεργασίες που σχετίζονται με ευστατικούς παράγοντες και δευτερευόντως σε τεκτονικές κινήσεις και διεργασίες πρόσχωσης ή διάβρωσης των παράκτιων αποθέσεων.

Για την περιοχή του Παγασητικού κόλπου όπως προκύπτει από τα ραδιοχρο-

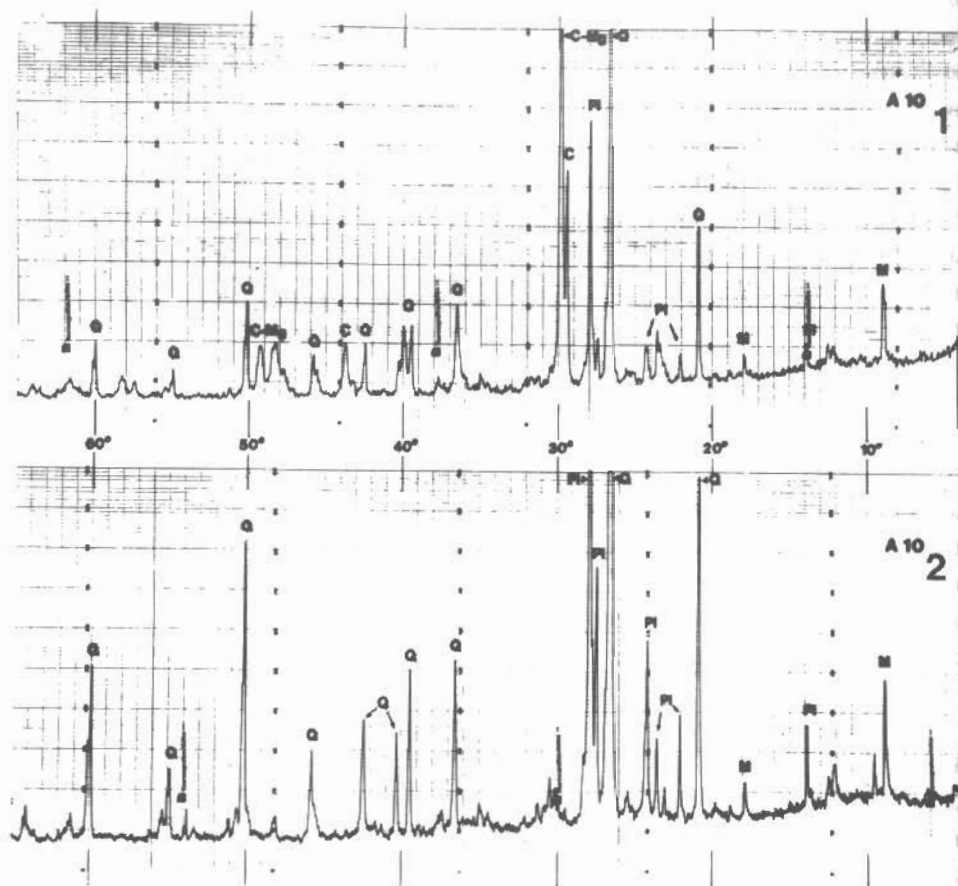
νολογικά δεδομένα και τα αποτελέσματα της παράκτιας Αρχαιογεωμορφολογικής χαρτογράφησης της περιοχής (Kabouroglou E., 1990) το μοντέλο της μεταβολής του σχετικού θαλάσσιου επιπέδου μέχρι την παλαιοχριστιανική περίοδο (4ος-6ος αι. μ.Χ.) δεν παρουσιάζει σημαντικές διαφορές με το εμφανιζόμενο στην εικόνα 4. Από την παλαιοχριστιανική περίοδο μέχρι σήμερα εμφανίζει μικρή απόκλιση που αποδίδεται σε τεκτονικούς παράγοντες. Για τις υπόλοιπες περιοχές δεν υπάρχουν ακόμη πλήρη στοιχεία χρονολόγησης διότι βρίσκονται υπό μελέτη. Επίσης πρέπει να τονιστεί ότι όλες οι εμφανίσεις Beachrocks ανεξάρτητα από την ηλικία τους δείχνουν ότι κατά την περίοδο του σχηματισμού τους υπήρξε μια σχετική σταθερότητα του θαλάσσιου επιπέδου.

ΤΥΠΟΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΚΗΣ ΣΥΝΘΕΣΗΣ - FORMS OF CEMENTATION AND MINERALOGICAL COMPOSITION

Με τον όρο τύποι συγκόλλησης αναφερόμαστε κυρίως στις χημικές διαδικασίες και στα περιβάλλοντα δημιουργίας που αντικατοπτρίζονται από τις διάφορες μορφές Beachrocks που παρατηρούνται. Όπως διαπιστώθηκε από την ορυκτολογική ανάλυση τα επικρατούντα ορυκτά στις λεπτές τομές είναι: Χαλαζίας, Ανθρακικά, Μαρμαρυγίας, Χλωρίτης, Άστριοι, Πλαγιόκλαστα και Αδιαφανή ορυκτά (οξειδία). Σε ένα δείγμα από το νότιο τμήμα της Λέσβου (δείγμα ΛΕ₁) το ορυκτό που επικρατούσε ήταν ο σερπεντίνης.

Στα ακτινοδιαγράμματα AlO₁ και AlO₂ της εικόνας 5 που αντιστοιχούν στο ίδιο υλικό (Beachrocks -3.30m, Ν. Αργολίδας) είναι σαφής ο διαχωρισμός των ανθρακικών. Στα ακτινοδιαγράμματα αυτά έχουν ταυτοποιηθεί τα επόμενα ορυκτά κατά σειρά περιεκτικότητας: Χαλαζίας (Q), Μαγνησιούχος ασβεστίτης (C-Mg), Ασβεστίτης (C), Πλαγιόκλαστα (Pl), Μαρμαρυγίας (M) που αποτελούν και τα πλέον συνήθη ορυκτά στους σχηματισμούς Beachrocks μαζί με τον Χλωρίτη, Αστρίους και διάφορα οξειδία σε μικρή περιεκτικότητα.

Γενικά σε όλα τα δείγματα υπερτερούν οι χαλαζιακοί κόκκοι που στις περισσότερες θέσεις εμφανίζονται σχετικά συμπαγείς και σε άλλες διασχίζονται από φλεβίδια ανθρακικού άλατος που αποτελεί το συγκολλητικό των κόκκων. Γενικά οι κόκκοι (αλλοχημικά) ανεξάρτητα από την ορυκτολογική τους σύσταση παρατηρούνται σε μεγάλο βαθμό αποστρωγγυλωμένοι και συχνά επιμηκυμένοι. Το συγκολλητικό που περιβάλλει ή διασχίζει τους κόκκους - διασχίζει όσους είναι ρωγματωμένοι - είναι από μικριτικό έως μικροσπαριτικό, παρουσιάζει σε πολλές θέσεις σχεδόν ομοιόμορφο πάχος (εικ. 6) και περιβάλλει τους κόκκους με μορφή ζώνης. Μεταξύ των συγκολλημένων κόκκων αλλού παρατηρούνται κενά (πόροι) και αλλού τα μεσοδιαστήματα των κόκκων είναι εντελώς φραγμένα από ανθρακικό συγκολλητικό. Συγκεκριμένα υπάρχουν ζώνες στον ίδιο σχηματισμό προχωρημένης συγκόλλησης με σχεδόν φραγμένα τα μεσοδιαστήματα των κόκκων από συγκολλητικό, εναλασσόμενες με ζώνες ασθενώς συγκολλη-



Εικ. 5. Ακτινοδιαγράμματα Beachrocks νότιας Αργολίδας βάθος -3.30m.
Fig. 5. X-ray powder diffraction pattern of Beachrocks from south Argolid depth -3.30m.

μένες πολύ μικρού πάχους και με μεγάλη πορότητα. Τα σύνορα μεταξύ των ζωνών αυτών είναι σαφή και παρουσιάζουν μια παραλληλία μεταξύ τους και κλίση προς τη θάλασσα.

Στη λεπτή τομή της εικόνας 7 παρουσιάζεται η ζωνώδης ανάπτυξη του ανθρακικού συγκολλητικού γύρω από ένα χαλαζιακό κόκκο. Οι κρύσταλλοι του συγκολλητικού είναι συνήθως μικρίτες, ινώδους μορφής και είναι τοποθετημένοι κάθετα προς τη ζωνώδη ανάπτυξή του. Παρατηρούνται διάφορες ζώνες επάλληλες (εικ. 7), από τις οποίες η εσωτερική εμφανίζεται με μικρή κρυσταλλικότητα (σκούρο καφέ χρώμα) στη λεπτή τομή και πρακτικά συμπεριφέρεται σαν υλικό οπτικά ισότροπο (άμορφο ή κρυ-



Εικ. 6. Λεπτή τομή από Beachrocks -4.10m, M X 50.
Fig. 6. Thin section from Beachrocks depth -4.10m, M X 50.

πτοκρυσταλλικό). Η ύπαρξη του συγκολλητικού σε δύο διαφορετικές μορφές, πιστοποιεί ότι η κρυστάλλωση έγινε τουλάχιστον σε δύο διαφορετικά στάδια. Στο πρώτο στάδιο, όπου παρατηρείται άμορφη ή κρυπτοκρυσταλλική μορφή και στο δεύτερο όπου εμφανίζονται οι ινώδεις μικρίτες έως μικροσπαρίτες σε σαφή διάταξη. Γενικά το χρώμα του συγκολλητικού είναι συνήθως ομοιόμορφο μέσα σ'ένα συγκεκριμένο στρώμα και ποικίλει σε άλλες επιφάνειες από καθαρό άσπρο μέχρι κίτρινο ή καφέ σπανιότερα. Τα σκουρότερα χρώματα συσχετίζονται με τις κρυπτοκρυσταλλικές μορφές του συγκολλητικού. Επίσης η ποσότητα του συγκολλητικού στα μεσοδιαστήματα των κόκκων εμφανίζει σημαντική ποικιλία για κατακόρυφα διαστήματα λίγων μόνο εκατοστών. Σε ορισμένες λεπτές τομές παρουσιάζονται και ανθρακικοί κόκκοι που περιβάλλονται από το συγκολλητικό. Οι κόκκοι αυτοί είναι αναμφισβήτητα προγενέστεροι του συγκολλητικού που τους περιβάλλει, χωρίς να είναι δυνατόν να αποφανθούμε με βεβαιότητα αν πρόκειται για κυλισμένο υλικό (είναι και το πιθανότερο), όπως οι χαλαζιακοί κόκκοι ή αν πρόκειται για πρωϊμότερο στάδιο κρυστάλλωσης του ίδιου του συγκολλητικού.

Από τη δοκιμαστική ημιποσοτική μικροανάλυση του συγκολλητικού προέκυψε ότι οι κατανομές του ασβεστίου (Ca) και μαγνησίου (Mg) σε όλες τις αναλύσεις των λεπτών στιλπνών τομών είναι ομοιόμορφες και ομοιογενείς σε όλη την έκταση του ανθρακικού συγκολλητικού, χωρίς να παρουσιάζονται φαινόμενα ζώνωσης στη χημική του σύσταση. Στην εικόνα 8 παρουσιάζεται ενδεικτικά τμήμα λεπτής στιλπνής τομής από Beachrocks βάθους -0.20m. Με το βέλος σημειούται η θέση όπου έγινε η δοκιμα-



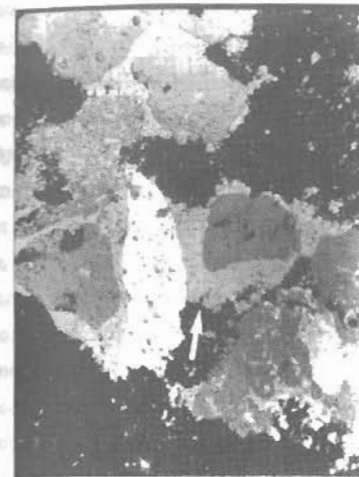
Εικ. 7. Λεπτή τομή από Beachrocks -2m. Λεπτομέρεια, Μ X 170.
Fig. 7. Thin section from Beachrocks -2m. Detail, Μ X 170.

στική μικροανάλυση. Οι εικόνες 10 και 11 δείχνουν την κατανομή του ασβεστίου και μαγνησίου στο συγκολλητικό της παραπάνω θέσης (εικ. 9). Από τη μικροανάλυση διαπιστώθηκε η σταθερή αναλογία του $MgCO_3$ στο ανθρακικό συγκολλητικό σε όλα τα δείγματα.

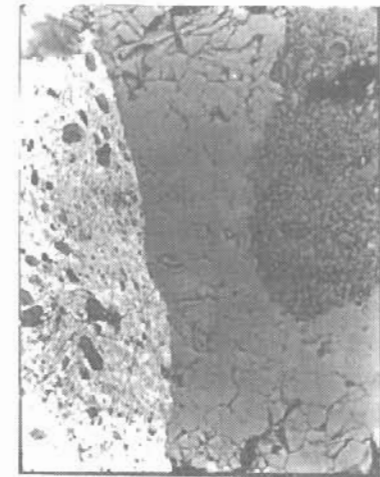
Για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας του $MgCO_3$ στο συγκολλητικό χρησιμοποιήθηκε και η μέθοδος της περίθλασης ακτίνων Χ (XRD) ώστε τα αποτελέσματα της μελέτης να είναι όσο το δυνατόν αντιπροσωπευτικά. Στην εικόνα 12 παρουσιάζονται 8 ενδεικτικά ακτινοδιαγράμματα από παράκτια ιζήματα διαφόρων περιοχών του Ελλαδικού χώρου. Συγκεκριμένα το:

1. Beachrocks βάθους -3.30m περιοχής όρμου Μάρκου νότιας Αργολίδας.
2. Ψαμμιτικό παράκτιο πέτρωμα από Αγ. Βαρβάρα Λέσβου.
3. Beachrocks βάθους -0.20m από ακρωτήριο Αγ. Φωκά Λέσβου.
4. Beachrocks βάθους -0.50m από παραλία Βατερών Λέσβου.
5. Beachrocks βάθους -0.90m από περιοχή Πευκάκια Βόλου.
6. Beachrocks βάθους -0.30m από περιοχή Αλυκές Βόλου.
7. Beachrocks βάθους -2m από περιοχή Αγ. Νικολάου Αναβύσσου Αττικής.
8. Beachrocks βάθους -4.10m από Ερέτρια Εύβοιας.

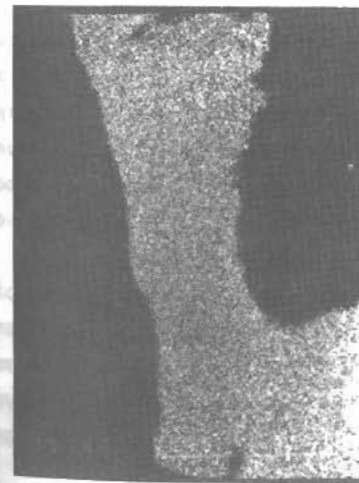
Όπως διαπιστώθηκε από τη μελέτη τους όλα περιέχουν $MgCO_3$ εκτός από το δείγμα 2. Η περιεκτικότητα σε όλα είναι σταθερή και όπως υπολογίστηκε αυτή είναι = 15 mol % $MgCO_3$. Στο ακτινοδιάγραμμα 2 απουσιάζει ο μαγνησιούχος ασβεστίτης και το συγκολλητικό του συγκεκριμένου δείγματος είναι καθαρός ασβεστίτης δεδομένο που πιστοποιεί και τη χερσαία προέλευσή του. Παλαιότερη μελέτη των Beachrocks της περιοχής Ερέτριας (Καμπούρογλου, 1989) είχε δώσει και πάλι σταθερή περιεκτικότητα



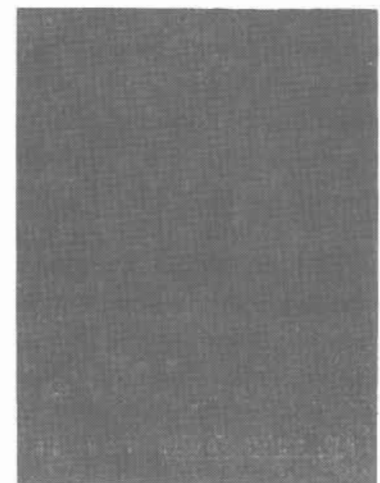
Εικ. 8.
Beachrocks -0.20m.
BEI COMPO MX80
Fig. 8.



Εικ. 9.
Beachrocks -0.20m.
BEI COMPO MX350
Fig. 9.

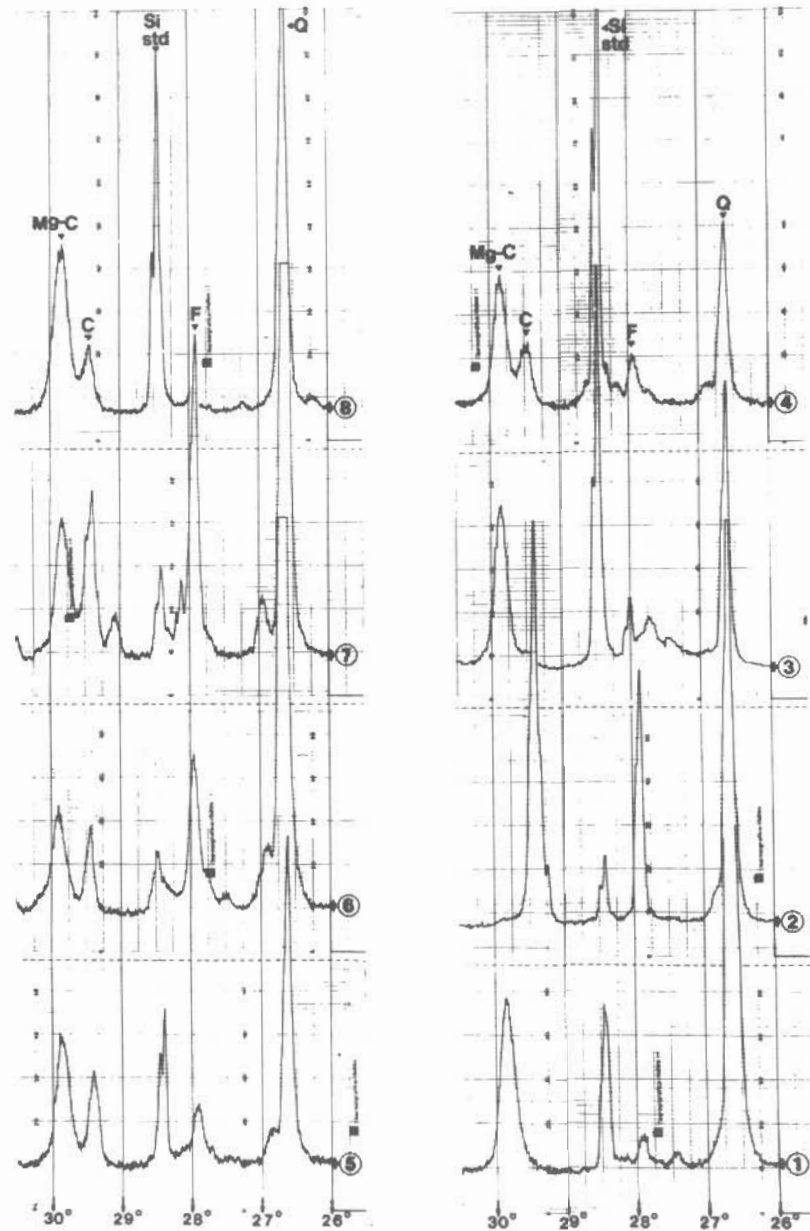


Εικ. 10. Κατανομή Ca
Fig. 10. Distribution of Ca



Εικ. 11. Κατανομή Mg
Fig. 11. Distribution of Mg

του $MgCO_3$ στο ανθρακικό συγκολλητικό που είχε υπολογιστεί σε 17 mol % σε $MgCO_3$. Τα ίδια δείγματα που μελετήθηκαν πάλι με τη μέθοδο του Hutchison έδωσαν αποτέλεσμα = 15 mol % $MgCO_3$. Η τιμή = 15 mol % $MgCO_3$ είναι παρόμοια με αυτή που προέκυψε από τη μικροανάλυση των λεπτών σιλιπνών τομών. Πρέπει να σημειωθεί ότι τα



Εικ. 12. Ακτινοδιαγράμματα (XRD) κρυσταλλικής σκόνης από ανθρακικά ιζήματα του Ελλαδικού χώρου.

Fig. 12. X-ray powder diffraction patterns of Greek sediments.

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

αποτελέσματα της περιεκτικότητας του μαγνησιούχου ασβεστίτη στο συγκολλητικό συγκλίνουν με εκείνα των αντίστοιχων μελετών της διεθνούς βιβλιογραφίας. Αναφέρουμε ενδεικτικά το ποσοστό 13-16 mol % που δέχεται ο Alexanderson (1972), 10-18 mol % οι Montaggioni-Pirazzoli (1984), 14 mol % ο Horley (1986) και 10-15 mol % $MgCO_3$ που δέχεται ο Scoffin (1987) για συγκολλητικά που δημιουργούνται στη μεσοπαλιρροϊκή ζώνη. Είναι αυτονόητο ότι τα παραπάνω αποτελέσματα διαφέρουν ουσιαστικά από εκείνα των Δερμιτζάκη-θεοδωρόπουλου (1974), οι οποίοι αναλύοντας το συγκολλητικό από Beachrocks διαφόρων περιοχών του Ελλαδικού χώρου δέχονται ότι αυτό αποτελείται από ασβεστίτη, μαγνησιούχο ασβεστίτη και αραγωνίτη και η συμμετοχή του μαγνησιούχου ασβεστίτη στο συγκολλητικό κυμαίνεται από 2-18 mol %. Επίσης από τη μελέτη των ακτινοδιαγραμμάτων δεν προσδιορίστηκε αραγωνίτης στο συγκολλητικό σε ανιχνεύσιμες ποσότητες. Τα παραπάνω αποτελέσματα της σταθερής παρουσίας του μαγνησιούχου ασβεστίτη σε όλα τα δείγματα ανεξάρτητα από την ηλικία του σχηματισμού δείχνουν ότι ο μαγνησιούχος ασβεστίτης δημιουργείται πρωτογενώς στο συγκολλητικό και δεν είναι προϊόν ανακρυστάλλωσης του αραγωνίτη σε κάποιο στάδιο της συγκόλλησης.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - RESULTS

Τα μακροσκοπικά, μικροσκοπικά και ορυκτολογικά στοιχεία της μελέτης, πιστοποιούν ότι όλες οι εμφανίσεις Beachrocks είναι μορφές που σχετίζονται άμεσα με θαλάσσιες διεργασίες (ιζήματα θαλάσσιας απόθεσης) και η συγκόλληση με συγκολλητικό που είναι προτιμότερη μέσα σε ορισμένες ζώνες, υπογραμμίζει μια προϋπάρχουσα ιζηματολογική δομή (Κληρονομημένη). Από γεωμορφολογική άποψη είναι η πλέον προφανής εκδήλωση της πρώιμης συγκόλλησης με συγκολλητικό στην εσωτερική φάση του συστήματος αέρας/νερό-ιζήμα.

Οι εμφανίσεις τους συνδέονται συνήθως με παράκτια έλη, υπήνεμες περιοχές και ανθρακικά πετρώματα στη χέρσο. Σε όλες τις περιπτώσεις διαπιστώθηκε η ύπαρξη φραγμάτων γλυκού νερού προς τη θάλασσα και όχι ταχεία αποφόρτιση του υπεδαφικού οριζοντα. Σε όλες τις περιοχές έρευνας οι εμφανίσεις Beachrocks σχετίζονται με την ύπαρξη βυθισμένων αρχαιολογικών λειψάνων διαφόρων περιόδων, που υποβοηθούν έμμεσα και τη χρονολόγησή τους.

Στα νοτιοδυτικά παράλια της Κεντρικής Εύβοιας (Ν. Αρτάκη - Αλιβέρι) και Αττικής (Ανάβυσσος - Καβούρι) διαπιστώθηκε μια ομοιόμορφη άνοδος του σχετικού θαλάσσιου επιπέδου από την Ύστερη Νεολιθική περίοδο (περίπου 3000 π.Χ.) μέχρι σήμερα που υπολογίστηκε σε $\approx 5m$. Συγκεκριμένα οι εμφανίσεις Beachrocks των -4.10m βάθους χρονολογούνται στην Πρωτοελλαδική περίοδο, των -3m στην Υστεροελλαδική, των -2m στην Κλασική και οι ρηχότερες εμφανίσεις σε νεότερες περιόδους.

Η σταθερότητα του θαλάσσιου επιπέδου κατά την περίοδο της δημιουργίας τους και η ύπαρξη ενός θερμού και υγρού κλίματος, είναι πιθανότατα δύο βασικοί

παράγοντες που σχετίζονται άμεσα με τη συγκόλληση των πλακών. Η σταθερή σύνδεση ανάμεσα σε εμφανίσεις Beachrocks και υποχωρούσες παραλίες καθώς και η ύπαρξή τους στο εσωτερικό αρχαίων τάφων και στο άμεσο περιβάλλον τους αποδεικνύουν ότι τουλάχιστον η συγκόλληση γίνεται στο εσωτερικό της παράκτιας απόθεσης και όχι στην επιφάνεια του ιζήματος.

Το Mg του ανθρακικού συγκολλητικού του οποίου η σταθερή περιεκτικότητα υπολογίστηκε σε - 15 mol % MgCO₃ σε στερεό διάλυμα, έχει πρωτογενή προέλευση και δεν είναι προϊόν ανακρυστάλλωσης (δηλαδή προέρχεται από άμεση δημιουργία).

Επίσης και η χημική του ομοιομορφία και ομοιογένεια (όπως παρουσιάζονται σαφέστατα στη μικροανάλυση) υποδεικνύουν την ύπαρξη ενός περιβάλλοντος συγκόλλησης ανεξάρτητου από μετεωρικές συνθήκες και την άμεση συσχέτιση του μηχανισμού συγκόλλησης με θαλάσσιες διεργασίες. Ο αραγωνίτης δεν βρέθηκε σε ανιχνεύσιμες ποσότητες στο συγκολλητικό.

Τονίζεται ότι η ζωνώδης ανάπτυξη όσο και τα διάφορα στάδια κρυστάλλωσης, σχετίζονται με φυσικές συνθήκες, ενώ ο χημισμός των διαλυμάτων όπως αποδεικνύεται από τις μικροαναλύσεις είναι σταθερός. Τέλος η διαδικασία δημιουργίας τους όπως προέκυψε από τα στοιχεία της μελέτης είναι ανόργανη.

BIBLIOΓΡΑΦΙΑ - REFERENCES

- ALEXANDERSON, T. (1972). Mediterranean Beachrocks Cementation Marine Precipitation of Mg-Calcite, Coastal and Shallow Water Sedimentation: Carbonate Sediments. - Part 5, the Mediterranean Sea, 203-224.
- BADYUKOV, D. & KAPLIN, A. (1979). The sea level changes on the coasts of the USSR far East, and Arctic seas during the past 15.000 years. *Okeanologia*, 19 (4).
- DAVAUD, E. & STRASSER, A. (1984). Cimentation et structure sedimentaire des beach-rocks: genese et critères d'identification. In: Le beach-rock. Actes du colloque de Lyon, 28 et 29 Nov. 1983, T.M.O., No 8, 41-50.
- ΔΕΡΜΙΤΖΑΚΗΣ, Μ. & ΘΕΟΔΩΡΟΠΟΥΛΟΣ, Δ. (1974). Περί των Beach-Rocks του Αιγαίου παρατηρήσεις επί των σχηματισμών των παραλίων ΝΑ Κρήτης, Ν.Ρόδου και Ν.Μετώπης. *Annales Geologiques des Pays Helleniques*, 1e Serie, T.XXVI, 275-305.
- FINKE, E.A.W. (1986). The history of Holocene Coast-line Shifts at Argos and Volos (Greece). Summaries, in: 1st International Symposium on Harbours, Port Cities and Coastal Topography, "Cities on the Sea-Past and Present", Haifa, Israel, September 22-29, 1986 Publication made Possible by Grant from the Caesarea Foundation, 62-64.
- HOPLEY, D. (1986). Beachrock as sea-level indicator. In: Sea-level research: a manual for the collection and evaluation of data, ed. Orson Van de Plassche, Free University, Amsterdam, 157-175.
- HUTCHISON, C. (1974). Laboratory Handbook of Petrographic Techniques. 216-217 JOHN WILEY & SONS, New York.
- JELGERSMA, S. (1961). Holocene Sea-level Changes in the Netherlands, m. ed. *Geol. Stincht. series C-VI*.
- ΚΑΜΠΟΥΡΟΓΛΟΥ, Ε. (1989). Ερέτρια Παλαιογεωγραφική και Γεωμορφολογική εξέλιξη κατά το Ολόκαινο. Σχέση φυσικού περιβάλλοντος και αρχαίων οικισμών. Έκδοση Δήμου Ερέτριας, Αθήνα.
- KABOUROGLOU, E. (1990). L'évolution géomorphologique du golfe de Volos depuis l'époque Néolithique jusqu'aujourd'hui. Colloque international d'archéologie:

"la Thessalie" 15 années de recherches (1975-1990): bilans et perspectives, Lyon, (υπό έκδοση).

- ΚΑΜΠΟΥΡΟΓΛΟΥ, Ε. - ΚΑΡΑΠΑΣΧΑΛΙΔΟΥ, Α. & ΜΑΝΩΛΗΣ, Σ. (1988). Αρχαίο παράκτιο νεκροταφείο στην περιοχή Ερέτριας (Ν. Εύβοιας) και η συμβολή του στη μελέτη της γεωμορφολογικής εξέλιξής της. - Συμπόσιο "Ανθρωπολογία του Ελλαδικού χώρου" Νοεμ. 1986, Ανθρωπολογικά ανάλεκτα τομ. 49, τευχ. 1, 21-28.
- KABOUROGLOU, E. - MAROUKIAN, H. & SAMPSON, A. (1988). Coastal Evolution and Archaeology North and South of Khalkis (Euboea) in the last 5000 Years. -Proceedings of the first International Symposium "Cities on the Sea-Past and Present. Haifa, Israel September 22-29, 1986, ed. A. Raban University of Haifa, Pub. No 2, 71-79.
- KABOUROGLOU, E. - SAMPSON, A. & MAROUKIAN, H. (1989). The Coastal Topography and Archaeology of Manika, an early Helladic town in east central Euboea, Greece. *Archaeometry Proceedings of the 25th International Symposium*, May 19-23, 1986, Athens, Greece, ed. Y. Maniatis, N.R.C. Demokritos, 461-467.
- KRAFT, J. - RAPP, G. & ASCHEBRENNER, S. (1975). Late Holocene palaeogeography of the coastal plain of the Gulf of Messenia, Greece, and its relationships to archaeological settings and coastal change. *Geological society of America Bulletin*, V. 86, 1191-1208, 21 fgs.
- KRAFT, J. - RAPP, G. & ASCHEBRENNER, S. (1980). Late Holocene palaeogeomorphic reconstructions in the area of the bay of Navarino: Sandy Pylos, *Journal of Archaeological Science*, V.7, 187-210.
- ΛΕΟΝΤΑΡΗΣ, Σ. (1985). Έρευναι επί των Beachrocks του Αιγαίου. Παρατηρήσεις επί της παρούσας και αναπτύξεως των Beachrocks εις τα παράλια ΝΑ., ΝΔ.Εύβοιας-Α.Αττικής-ΒΑ.Βοιωτίας. *Πρακτικά Ακαδημίας Αθηνών*, 1985, τόμ. 60, 625-645.
- L'HOMER, A. - BAZILE, F. - THOMMERET, J. & THOMMERET Y. (1981). Principales etapes de l'edification du delta du Rhone de 7.000 BP a nos jours: variations du niveau marin. *Oceanis*, 7, 389-408.
- ΜΑΡΙΝΟΣ, Γ. & ΣΥΜΕΩΝΙΔΗΣ, Ν. (1972). Συμβολή εις την σπουδήν των Beach Rocks του Αιγαίου. Περίπτωσης σχηματισμού Beach Rocks με ανθρωπολογικά λείψανα της ιστορικής αρχαιότητος εις την νήσον Τήλον Δωδεκανήσου. *Ann. geol. de Pays Hellen.*, V.24, 433-444.
- ΜΗΣΤΑΡΔΗΣ, ΓΑΣΠ. (1963). Οι ψηφοπαγείς αιγιαλοί της Νοτιοανατολικής Ελλάδος. *Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας*, τομ. V, τευχ. 1, 1-15.
- MONTAGGIONI L. & PIRAZZOLI P. (1984). Utilisation des gres et conglomérats recifaux émergés en tant qu'indicateurs des variations récentes du niveau marin. In: le Beach rock, Actes du colloque de Lyon 28 et 29 nov. 1983, T.M.O., No 8, 91-98.
- OZER, A. - TUCCI, S. & ULZEGA, A. (1984) Les Beach - rocks de Sardaigne. Distribution et implications paléogéographiques. Coll. a Lyon le 28-29 Nov. 1983, T.M.O., No 8, 113-124.
- ΡΟΥΜΠΑΝΗΣ, Β. (1971). Ακταί Αττικής. Παρατηρήσεις επί των εμφανίσεων συγχρόνων παραλιακών ψαμμιτών "Beach Rocks". *Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας*, τομ. VIII, τευχ. 1, 33-54.
- SCOFFIN, T. (1987). An introduction to Carbonate Sediments and Rocks, 92-94 (Marine cements), Blackie USA: Chapman & Hall, New York.
- SHEPARD, F. (1973). *Submarine Geology*, New York (3 edition), 106-108.