

## Παράκτιες γεωμορφολογικές και ιζηματολογικές έρευνες σε όρμους των Σπετσών

Ε. ΛΥΚΟΥΔΗ<sup>1</sup>, Β. ΜΑΣΟΥΡΑ<sup>2</sup>, Γ. ΛΕΙΒΑΔΙΤΗΣ<sup>3</sup>

### ΣΥΝΟΨΗ

Η ποικιλία των μορφών που παρουσιάζουν οι ακτές των Σπετσών οφείλεται σε διαφορετικές γενοειουργές αιτίες. Οι ακτές είναι διαμορφωμένες πρωτογενώς από την νεοτεκτονική δράση και δευτερογενώς από το παράκτιο υδροδυναμικό καθεστώς και τη γρήγορη άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Πρόκειται δε για νεοσχηματισμένες ακτές.

Το μεγαλύτερο τμήμα των ακτών σχηματίζεται σε νεογενή πετρώματα, και δημιουργούνται αιγιαλοί μικρού σχετικά εύρους, που καλύπτονται κυρίως από κροκάλες, χολίκια έως και άμμους.

Στο βόρειο τμήμα του νησιού, ο όρμος Ζογεριάς, οφείλει τη δημιουργία του στην νεοτεκτονική δράση και έχει καταβυθιστεί, όπως προκύπτει από το χάρτη των ισοβαθών καμπυλών, όπου η παλιά ακτογραμμή ταυτίζεται με την ισοθαθή των -20m.

Οι βόρειο-βορειοανατολικές ακτές του νησιού είναι ανυψωμένες, λόγω νεοτεκτονικής δράσης. Από την ιζηματολογική ανάλυση προκύπτει ότι πρόκειται για ακτές με έντονη ιζηματογένεση ή/και χαμηλής ενέργειας. Από την επεξεργασία των αναλύσεων των ανατολικών ακτών προκύπτει ότι το υλικό είναι τόσο παράκτιας όσο και χερσαίας προέλευσης, με μια υπεροχή του θαλάσσιου παράγοντα. Οι νοτιοδυτικές ακτές οφείλουν την δημιουργία τους στο υπάρχον σύστημα των ρηγμάτων του νησιού και είναι έντονα εκτεθειμένες στην κυματική ενέργεια.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** ακτές, νεοτεκτονική δράση, υδροδυναμικό καθεστώς, ιζηματολογική ανάλυση.

### ABSTRACT

The coasts of the island of Spetses vary basically due to faulting neotectonic activity and hydrodynamic factors.

The bigger part of the coasts is formed on neogene sediments forming relatively limited beaches that are covered mainly by pebbles, gravel and sand.

Gulf of Zogeria situated on the northern part of the island is subsided due to neotectonic activity as it appears on the map where the old coastline coincides with the isobath of -20m.

The north-northeastern coasts are elevated due to neotectonic activity. According to the sedimentological analysis appears that the coasts show intense sedimentation and/or low energy. The origin of sediments of the eastern coasts is basically marine as well as terrigenous. The southwestern coasts are formed due to the present faulting system and are exposed to the wave activity.

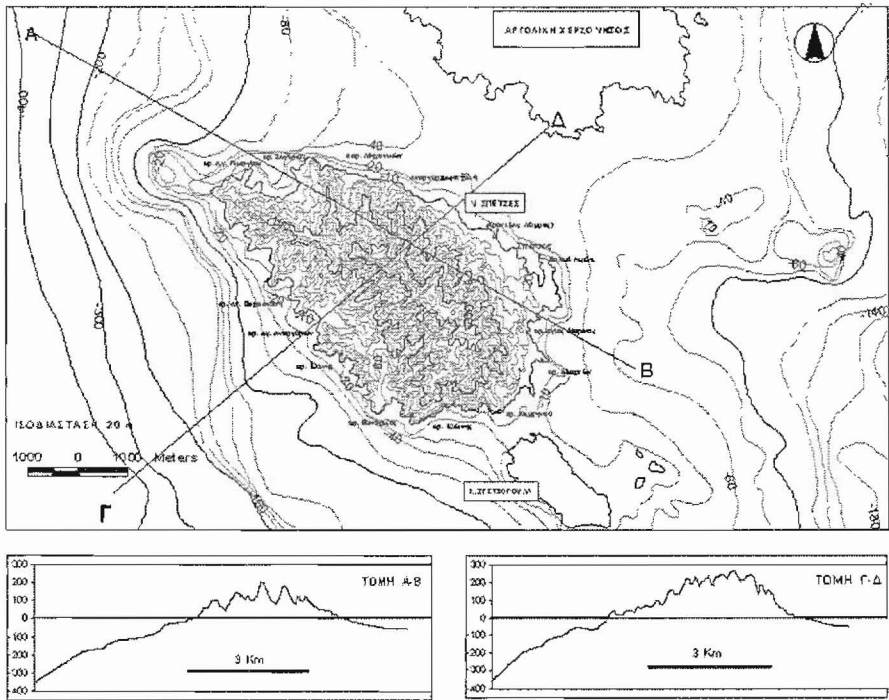
**KEY WORDS:** coasts, neotectonic activity, hydrodynamic factors, sedimentary analyses.

<sup>1</sup> Coastal geomorphological and sedimentological researches of Spetses Island

<sup>1</sup> Τμήμα Μηχανικών μεταλλείων Μεταλλουργών, Ε.Μ.Π., Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου, 157 80 Αθήνα, e-mail: mmgp@central.ntua.gr

<sup>2</sup> Υπουργείο Εσωτερικών Δημόσιας Διοίκησης και Αποκέντρωσης (ΥΠ.ΕΣ.Δ.Δ.Α.) - Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας (Γ.Γ.Π.Π.).

<sup>3</sup> Τομέας Γεωγραφίας-Κλιματολογίας, Τμήμα Γεωλογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Πανεπιστημιούπολη, 15784, Αθήνα.



**Σχήμα 1.** Χάρτης ισοβαθών και ισοψών των Σπετσών με δύο τοπογραφικές τομές.  
**Fig.1.** Isohypses and isobath map of Spetses island with two topographic sections

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι Σπέτσες είναι το νοτιότερο από τα νησιά του Αργοσαρωνικού και βρίσκεται νότια της αργολικής χερσονήσου. Έχει έκταση 20,27 Km<sup>2</sup> και μήκος ακτών 31,85 Km. Το νησί απέχει από το λιμάνι του Πειραιά 51 ναυτικά μίλια και ανήκει στο νομό Πειραιά.

Όπως προκύπτει από τη βιβλιογραφία (ΛΥΚΟΥΔΙ, E., et al, 2000, 2001) το νησί αποτελείται από, α) ασβεστόλιθους της φάσης του "Παντοκράτορα" ανωτριάδικης - κατωιουρασιακής ηλικίας, β) νεογενή ιζήματα ανωμειοκαινικής ηλικίας, γ) τεταρτογενείς αποθέσεις, ολοκαινικής ηλικίας. Στο νησί εμφανίζονται κανονικά ρήγματα ΒΔ-ΝΑ και ΒΑ-ΝΔ διεύθυνσης και παρατηρούνται κλιμακωτές μεταπτώσεις προς τα βορειοανατολικά και προς τα νοτιοδυτικά του νησιού.

Το σχήμα του νησιού είναι ωσειδές με μήκος του επιμήκη άξονα 7,57 Km και διεύθυνση ΒΒΔ-ΝΝΑ. Την ίδια διεύθυνση παρουσιάζει και ο κύριος

ορογραφικός άξονας, Ζουρλορράχη - Προφήτης Ηλίας (248 m). Ο εγκάρσιος άξονας έχει ΒΑ-ΝΔ διεύθυνση και μήκος περίπου 4,22 Km (Σχ. 1).

Το ανάγλυφο είναι ομαλό και παρατηρούνται δύο επιφάνειες ισοπέδωσης. Η πρώτη, μεταξύ των ισοψών 0-20 m, στην περιοχή από την πόλη των Σπετσών μέχρι την Αναργύρειο σχολή και η δεύτερη, μεταξύ των ισοψών 60-80 m, στο ανατολικό τμήμα της νήσου (Αγ. Μαρίνα). Η μέση κλίση του αναγλύφου ανέρχεται σε 32 % Το υδρογραφικό δίκτυο του νησιού είναι πυκνό (λεπτής υδρογραφικής υψής) και αναπτύσσεται εκατέρωθεν ενός κύριου υδροκρήτη, του οποίου η διεύθυνση ταυτίζεται με την διεύθυνση του επιμήκη άξονα του νησιού (ΒΔ-ΝΑ) (ΛΥΚΟΥΔΙ, E., et al., 2001).

Από μετεωρολογικά δεδομένα του σταθμού της Ε.Μ.Υ. (χρονική περίοδος 1974-92), προκύπτει ότι στο νησί επικρατεί θερμό και πολύ ξηρό θέρους και ήπιος χειμώνας. Οι άνεμοι που εμφανίζονται με την μεγαλύτερη συχνότητα σε όλη την

διάρκεια του έτους, είναι οι νοτιοανατολικοί ΝΑ (29%). Ακολουθούν οι βορειοδυτικοί ΒΔ (17%) και οι βορειοανατολικοί ΒΑ (15%) (Σχ. 3). Επίσης εμφανίζεται αξιόλογο ποσοστό νηνεμίας (14%). Τη μικρότερη συχνότητα παρουσιάζουν οι νότιοι Ν (3%), οι δυτικοί Δ (4%), και οι ανατολικοί Α (4%). Οι άνεμοι γενικά είναι ήπιοι, με ένταση 1-2 Beaufor. Άνεμοι έντασης 2 Beaufor αποτελούν το 40%, ακολουθούν οι άνεμοι με 1 Beaufor (20%) και με 3 Beaufor (15%).

## 2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Πραγματοποιήθηκε παράκτια γεωμορφολογική χαρτογράφηση 12 όρμων του νησιού, σε τοπογραφικά διαγράμματα 1:5.000. Από τους κόλπους αυτούς έγινε συλλογή αντιπροσωπευτικού παράκτιου υλικού στη ζώνη κυματωγής με σκοπό την ιζηματολογική μελέτη των αιγιαλών. Στα αδρομερή ιζήματα έγινε μορφομετρική ανάλυση και στο λεπτόκοκκο υλικό έγινε κοκκομετρική ανάλυση.

Στην κοκκομετρική ανάλυση εφαρμόστηκε μηχανική μέθοδος με κόσκινα διατομής οπής από -1.5Φ έως < 4Φ. Ο καθορισμός του μεγέθους των τεμαχιδίων βασίστηκε στην ταξινόμηση μεγέθους κόκκων κατά WENTWORTH (1922). Η κοκκομετρική ανάλυση εφαρμόστηκε σε δείγματα που το μέγεθος των κόκκων τους χαρακτηρίζεται από λεπτή άμμο έως μεσαίοι χάλικες. Από τις αθροιστικές καμπύλες συχνότητας υπολογίστηκαν οι κοκκομετρικές παράμετροι: μέσο μέγεθος (M<sub>Z</sub>), σταθερή απόκλιση (σ), λοξότητα (Sk) και κύρτωση (Kg) (FOLK, 1974; LEWIS, D. W., 1984).

Η μορφομετρική ανάλυση εφαρμόστηκε στα δείγματα, τα οποία από άποψη μεγέθους κλαστικών τεμαχιδίων, χαρακτηρίζονται από μεσαίους χάλικες (medium pebbles) > 8mm έως κροκάλες (cobble) > 60mm. Για την μορφομετρική ανάλυση χρησιμοποιήθηκε παχύμετρο και μετρήθηκαν οι βασικοί άξονες των τεμαχιδίων L (μήκος), l (πλάτος), e (πάχος) και r (διάμετρος κύκλου που εφάπτεται στην περίμετρο της μικρότερης γωνίας στο επίπεδο L-l. Βάσει των παραπάνω μετρήσεων, υπολογίστηκαν συντελεστές για τον καθορισμό του σχήματος κατά Zingg, της σφαιρικότητας (S) κατά

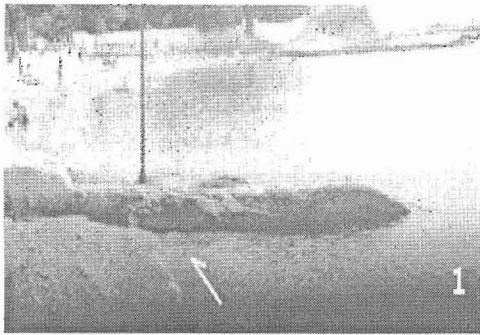
Krumbein, της πλάτυνσης (F) και της στρογγυλότητας (R) κατά Cailleux και της μέσης διαμέτρου (M) των δειγμάτων (BRIGGS, D., 1977).

Στη συνέχεια μελετήθηκε η κατανομή των μορφολογικών κλίσεων κατά μήκος της παράκτιας ζώνης. Οι μετρήσεις έγιναν στον τοπογραφικό χάρτη κλίμακας 1:50.000, σε σημεία που απείχαν μεταξύ τους περίπου 500m κατά μήκος της ακτογραμμής σε μία ζώνη πλάτους 1000m περίπου, δηλαδή, 500m υπερθαλάσσιας παραλίας και 500m υποθαλάσσια (Σχ. 2). Η ισοδιάσταση του τοπογραφικού χάρτη τόσο υπερθαλάσσια όσο και υποθαλάσσια είναι 20 μέτρα, συμπεριλαμβανομένων και των ισοβαθών των -5 και -10 μέτρων. Οι παράκτιες μορφολογικές τομές κατασκευάστηκαν με τη βοήθεια ενός αρχείου κανάβου (\*.grid) με βηματισμό 5m, του ψηφιακού χάρτη των ισοϋψών και ισοβαθών καμπύλων, αρχείο το οποίο δημιουργήθηκε με βάση τον τριγωνισμό με γραμμική παρεμβολή (TIN), και με τη βοήθεια των λογισμικών πακέτων SURFER, EXCEL.

## 3. ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

Η ποικιλία των μορφών που παρουσιάζουν οι ακτές των Σπετσών οφείλεται σε διαφορετικά γενετικά αίτια. Οι ακτές των Σπετσών έχουν ανάπτυγμα 31,85 Km και είναι διαμορφωμένες πρωτογενώς από την νεοτεκτονική δράση του ρηγματογόνου τεκτονισμού ΒΔ-ΝΑ, ΒΑ-ΝΔ και ΑΒΑ-ΔΝΔ διεύθυνσης και δευτερογενώς από τις θαλάσσιες διεργασίες. Λόγω της συνεχούς νεοτεκτονικής δράσης, και της γρήγορης σχετικά ανόδου της στάθμης της θάλασσας, που έλαβε χώρα κατά τη διάρκεια του Ανωτ. Πλειστοκαίνου - Ολοκαίνου, συγκεκριμένα το διάστημα από 18 Ka B.P. έως 6 Ka B.P. (SHACKLETON et al., 1976; STANLEY et al., 1979; JAMESON et al. 1994, Perissoratis et al., 2003), οι ακτές δεν έχουν ακόμη προλάβει να διαμορφωθούν. Πρόκειται δηλαδή για νεοσχηματομένες ακτές που υπόκεινται στην κυματική διάβρωση.

Το μεγαλύτερο τμήμα των ακτών του νησιού έχει σχετικά μικρές κλίσεις, ενώ αιγιαλοί καταλαμβάνουν μικρότερη έκταση. Το σχήμα των ακτών γενικά είναι πολυσχιδές με βαθιές εγκολπώσεις,



**Φωτ. 1.** Γενική άποψη του όρμου της Αγίας Μαρίνας. Το βέλος δείχνει τη φορά του πορόκτιου ρεύματος.

**Phot.1.** General view of Agias Marinas bay. The arrow shows the direction of longshore current.

**Φωτ. 2.** Καταπτώσεις μικρής κλίμακας εξαιτίας της διαφορικής διάβρωσης, βόρεια του όρμου της Αγίας Μαρίνας.

**Phot. 2.** Rockfalls of small scale due to differential erosion, north of Agias Marinas bay.

με εξαίρεση τις ακτές του βόρειου τμήματος που είναι ευθύγραμμες. Οι αιγιαλοί δημιουργούνται κυρίως στις εκβολές των ρευμάτων και καλύπτονται κυρίως από κροκάλες, χαλίκια έως και άμμους και είναι σχετικά μικρού εύρους. Το μεγαλύτερο τμήμα των ακτών σχηματίζεται σε νεογενείς σχηματισμούς κροκαλοπαγών (56,9%) και μαργών (37,3%) Ακτές σε ασβεσταλίθους αποτελούν το 1,4%, και σε αλλουβιακές αποθέσεις το 4,4%.

Οι κλίσεις των ακτών ελέγχονται τόσο από νεοτεκτονικούς παράγοντες, όσο και από διαβρωσιγενείς διεργασίες.

Στις ανατολικές και βόρειο-βορειοανατολικές ακτές του νησιού, στους όρμους Αγίας Μαρίνας (Θ1), Αλαχών (Θ2) και Κουζηνού (Θ3), η μορφολογία είναι γενικά ήπια και επικρατούν ευκολοδιάβρωτοι σχηματισμοί, όπως, μάργες και χαλαρά κροκαλοπαγή, υλικό απόθεσης, αλλά και λεπτοί σκληροί οριζόντες κροκαλοπαγών. Στον παράκτιο χώρο δημιουργούνται μικρής κλίμακας καταπτώσεις, εκεί όπου οριζόντες σκληρών κροκαλοπαγών υπέρκεινται των χαλαρών μαργών που υποσκάπτονται με τη βοήθεια της κυματικής ενέργειας.

Ο κύριος προσανατολισμός του όρμου της Αγίας Μαρίνας είναι Β-Ν, ενώ της παραλίας της ΒΑ-ΝΔ. Σχηματίζεται χαλικώδης αιγιαλός μικρής έκτασης και εξαιτίας της κυματικής ενέργειας εμφανίζονται δύο παράλιες αναβαθμίδες (Berms)

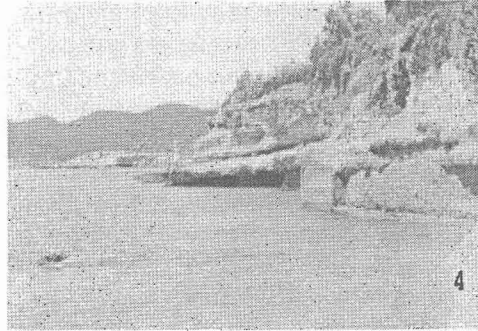
(Φωτ. 1). Το υλικό της ανώτερης αναβαθμίδας είναι αδρομερέστερο από αυτό της κατώτερης και δημιουργείται όταν η κυματική ενέργεια είναι εντονότερη. Στο βόρειο τμήμα της ακτής, παρατηρούνται Beachrocks τόσο στο σημερινό επίπεδο της θάλασσας, όσο και κάτω απ' αυτό.

Ο προσανατολισμός του όρμου Αλαχών είναι Β-Ν και του όρμου Κουζηνού Α-Δ. Στην παράκτια περιοχή και των δύο όρμων οι ανθρωπογενείς επεμβάσεις είναι έντονες. Μεγάλο μέρος του παράκτιου χώρου καλύπτεται από επιχωματώσεις και οι αιγιαλοί τροφοδοτούνται από αυτές (Φωτ.3). Στο νότιο τμήμα του όρμου Αλαχών παρατηρούνται ποταμοχειμάρριες αποθέσεις, οι οποίες διαβρώνονται πολύ έντονα από την κυματική ενέργεια, και λόγω της ταχείας υποχώρησης των ακτών, υπάρχει πρόβλημα κατάρρευσης των παράκτιων κατασκευών (Φωτ.4). Για την αντιμετώπιση αυτού του φαινομένου κατασκευάστηκε κατά μήκος των παράκτιων σχηματισμών λιθοκατασκευή (Φωτ.5).

Στον όρμο Κουζηνού το ανάγλυφο της χέρσου είναι πολύ ομαλό και χαρακτηρίζεται ως παράκτια πεδιάδα, το δε υδρογραφικό δίκτυο τροφοδοτεί με ποταμοχειμάρριο υλικό τον αιγιαλό. Απέναντι από την ακτή, στην περιοχή αυτή βρίσκεται η Σπετσοπούλα, η οποία χωρίζεται από τις Σπέτσες από τον διάυλο της Σπετσοπούλας, περίπου 2 Km.



**Φωτ. 3.** Ανατολικός όρμος Αλαχνών. Παρατηρούνται επιχωματώσεις.  
**Phot. 3.** Eastern Alachnon bay. Are observed rubble.



**Φωτ. 4.** Άποψη του νοτιοδυτικού τμήματος του όρμου Αλαχνών στην οποία είναι εμφανής η διαφορική διάβρωση των παράκτιων σχηματισμών.  
**Phot. 4.** Alachnon bay. Differential erosion of coastal forms.

Στην υποθαλάσσια περιοχή και σε βάθος περίπου 0.5 m παρατηρούνται Beachrock.

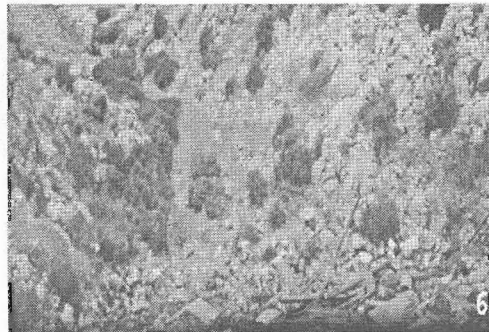
Στο νότιο τμήμα του νησιού και συγκεκριμένα στον όρμο της Ελώνης, με προσανατολισμός Α-Δ, οι ακτές είναι απότομες και παρουσιάζουν το μεγαλύτερο ύψος ακτών σε όλο το νησί. Αυτό οφείλεται σε έντονες νεοτεκτονικές διεργασίες. Επίσης λόγω της μοναδικής εμφάνισης του έντονα διερρηγμένου και ανακρυσταλλωμένου ασβεστόλιθου στο νησί, σχηματισμός ανθεκτικός στη διάβρωση, η ομαλοποίηση των ακτών καθίσταται δυ-

σκολότερη. Ο όρμος της Ελώνης χρησιμοποιείται ως σκουπιδότοπος, με αποτέλεσμα τη ρύπανση και μόλυνση του υδροφόρου ορίζοντα, εξαιτίας της υψηλής υδροπερατότητας του ασβεστόλιθου, και ως εκ τούτου και των ακτών και του ευρύτερου θαλάσσιου χώρου (Φωτ. 6).

Οι νοτιοδυτικές ακτές αναπτύσσονται σε μία διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ, δηλαδή ίδια με αυτή του ρηγματογόνου τεκτονισμού που δίνει τα πιο μεγάλα σε μήκος ρήγματα, στα οποία οφείλεται η γένεση των ακτών αυτών. Η δημιουργία των όρμων του



**Φωτ. 5.** Λιθοκατασκευή για την προστασία των παράκτιων οικισμών από τη διαβρωτική δράση των θαλάσσιων παραγόντων.  
**Phot. 5.** Stone construction for the protection from the sea erosion.



**Φωτ. 6.** Απόκρημη ακτή στον όρμο της Ελώνης. Έντονα κατακερματισμένος ασβεστόλιθος. Τόπος απόθεσης απορριμμάτων.  
**Phot. 6.** Cliffted coast of Elonis bay. Limestone cut into pieces.

τμήματος αυτού, οφείλεται αφ' ενός στα ρήγματα με διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ, που επέφεραν έντονο οριζόντιο διαμελισμό, καθώς και στη λιθολογία, η οποία αποτελείται από μάργες και κροκαλοπαγή και συμβάλλει στη γρήγορη και εύκολη διάβρωση.

Ο όρμος Ξωκέριζα (ή Ξυλοκέριζα) με προσανατολισμό ΒΔ-ΝΑ δομείται κυρίως από κροκαλοπαγή μεγάλης συνεκτικότητας με μεγάλη κλίση. Η διαβρωτική δράση της θάλασσας έχει σαν αποτέλεσμα την δημιουργία κατολισθητικών φαινομένων και παράκτιων σπηλαίων. Η εκφόρτιση γλυκού νερού ανατολικά του όρμου δείχνει την υψηλή πιεζομετρία του υδροφόρου ορίζοντα. Ο αιγιαλός με διεύθυνση Α-Δ τροφοδοτείται με υλικό από δύο χείμαρρους και από υλικά διάβρωσης του παρακείμενου κροκαλοπαγούς.

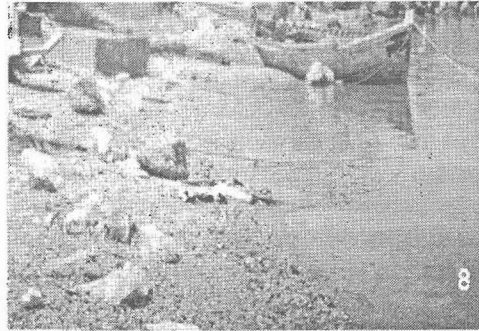
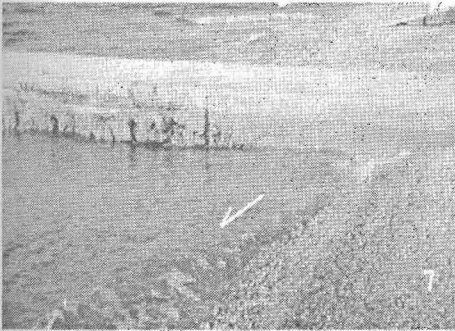
Στον όρμο των Αγίων Αναργύρων εμφανίζεται το ίδιο συνεκτικό και έντονα διαρρηγμένο κροκαλοπαγές με αυτό του όρμου Ξωκέριζα. Στο δυτικό μέρος του όρμου, στη στάθμη της θάλασσας, έχει σχηματισθεί το σπήλαιο του "Μπεκίρη". Το σπήλαιο αυτό σχηματίστηκε από τη διάβρωση των μαργών, οι οποίες παρεμβάλλονται μεταξύ δύο στρωμάτων κροκαλοπαγών. Στην είσοδο του σπηλαίου και κατά μήκος της ακτής παρατηρούνται διακλάσεις και ρήγματα, μέσω των οποίων εισέρχεται το θαλασσίνο νερό και διαβρώνει την μάργα. Το χρώμα της μάργας είναι ερυθρό λόγω της παρουσίας οξειδίων. Επίσης η μάργα είναι αρκετά εύθρυπτη, με πάχος από την επιφάνεια της άμμου 2 μέτρων και σε κάποιες θέσεις μεγαλύτερο. Η οροφή και το δάπεδο του σπηλαίου, καθώς και ο βυθός της θάλασσας εντός του σπηλαίου, αποτελούνται από κροκαλοπαγή. Η άμμος βρίσκεται πάνω στα κροκαλοπαγή και προέρχεται από μικρές εμφανίσεις ψαμμιτών εντός των κροκαλοπαγών. Το πάχος των κροκαλοπαγών κυμαίνεται μεταξύ 3 m στην είσοδο του σπηλαίου και 25 m στο εσωτερικό του. Στον αιγιαλό απολήγουν αρκετοί χείμαρροι, οι οποίοι δημιουργούν ριπίδια και τροφοδοτούν την ακτή με ποταμοχειμάρριο υλικό. Ο αιγιαλός τροφοδοτείται επίσης με υλικό από την διάβρωση του παρακείμενου κροκαλοπαγούς. Στην μεσοπληρωρική ζώνη, από την θάλασσα προς την στεριά,

δημιουργούνται τρεις διαφορετικές ζώνες ιζηματογένεσης (βλ. Παράγραφο 5). Η έντονη ανθρωπογενής επέμβαση στον αιγιαλό και η κατασκευή προβόλων για τον ελλιμενισμό καϊκιών, επηρεάζουν άμεσα την μεταφορά ιζημάτων. Οι πρόβολοι αυτοί δημιουργούν προβλήματα διάβρωσης στη την μια μεριά τους και πρόσχωσης στην άλλη, ανάλογα πάντα με το ανεμολογικό καθεστώς του νησιού, το οποίο ελέγχει και την επικρατούσα κατεύθυνση της παράκτιας μεταφοράς υλικού. Στον όρμο των Αγίων Αναργύρων, εκτός από τους πρόβλους, έχει κατασκευαστεί και μία προβλήτα από τσιμέντο στο αριστερό τμήμα της παραλίας.

Ο όρμος της Αγίας Παρασκευής έχει τον ίδιο προσανατολισμό με τον όρμο των Αγίων Αναργύρων και τα ίδια χαρακτηριστικά με μικρότερες όμως διαστάσεις.

Στη βόρεια άκρη του νησιού παρατηρείται η βαθύτερη εγκόλπωση, η οποία ορίζεται από ρήγματα ΒΔ και ΒΑ διεύθυνσης και διαχωρίζεται από ένα μικρό ακρωτήριο σε δύο όρμους, του Αγίου Γεωργίου και της Ζογεριάς. Ο όρμισκος του Αγίου Γεωργίου με προσανατολισμό Α-Δ, παρουσιάζει εκτεταμένη αιγιαλίτιδα ζώνη με λεπτόκκοκο υλικό. Το ίζημα του πυθμένα είναι πολύ λεπτομερές, γεγονός που οφείλεται στην προστατευόμενη ακτή καθώς και στην ύπαρξη ψαμμιτών και μαργαϊκών σχηματισμών. Στον όρμο παρατηρείται έντονα το φαινόμενο του ευτροφισμού και της ρύπανσης. Μεταξύ των άλλων φυκών έχουμε την εμφάνιση του φύκου *Sphacelaria* sp. της οικογενείας *Ectocarpaceae*. Ανήκει στα *Phaeophyceae* και είναι δείκτης περιβάλλοντος με χαμηλή κυματική ένταση. Ο ανατολικός όρμος Ζογεριάς παρουσιάζει διαφορετική εικόνα. Είναι ο πιο κλειστός και προστατευόμενος όρμος του νησιού. Η παράκτια ζώνη είναι βροχώδης με μικρή κλίση και με σχηματισμό αιγιαλού μικρού εύρους, που καλύπτεται από χαλαρά ιζήματα. Η ακτή αποτελείται κυρίως από κροκαλοπαγές με μαργαϊκούς ορίζοντες με πολύ μικρή κλίση των σχηματισμών ΒΔ, προς τη θάλασσα.

Οι βόρειες ακτές, Βρέλλο και παραλία Μηχανικών, αποτελούνται από ευθυγραμμισμένους κρημνούς που δημιουργήθηκαν εξ αιτίας ρηγμάτων και



Φωτ. 7. Άποψη της παραλίας της Αναργύρειας σχολής. Η κατασκευή του προβόλου δημιουργεί προβλήματα διάβρωσης και πρόσχωσης στην ακτή (το βέλος δείχνει την φορά των παράκτιων κυμάτων).

Phot. 7. Coast of Anargyri school. Longshore erosion and deposition due to the mole construction. The arrow shows the direction of longshore current.

Φωτ. 8. Το παλιό λιμάνι, με έντονη ανθρωπογενή ρύπανση.

Phot. 8. The old port. Human pollution.

στη συνέχεια προσβάλλονται και διαμορφώνονται από τη θαλάσσια διάβρωση. Στη βάση τους σχηματίζονται μικρές έκτασης κράσπεδα χαλαρού υλικού ποταμοχειμάριας περσέλευσης. Οι μικρές έντασης και συχνότητας άνεμοι που πνέουν προς την κατεύθυνση των ακτών, όσο και το μικρό ανάπτυγμα τομέως πελάγους (<2Km) δείχνουν ότι, η κυματική ενέργεια δεν είναι σημαντική στην περιοχή αυτή του νησιού. Ο κυριότερος παράγοντας, που παίζει ρόλο στην διαμόρφωση των ακτών αυτών και που δημιουργεί τις απόκρημνες ακτές, είναι η έντονη νεοτεκτονική δραστηριότητα. Η πρόσφατη αυτή δράση γίνεται εμφανής και από την ΝΔ κλίση των στρωμάτων, που δείχνει ότι η θαλάσσια διάβρωση δεν προλαβαίνει να ομαλοποιεί τις ακτές. Επίσης παρατηρούνται όχι πολύ συνεκτικά beachrocks σχεδόν παράλληλα προς την ακτή.

Η παραλία της Αναργύρειου σχολής, στο βορειανατολικό τμήμα του νησιού, δέχεται χαμηλή κυματική ενέργεια, γιατί σύμφωνα με τα κλιματολογικά στοιχεία, είναι κάθετη στη κατεύθυνση ανέμου με την μικρότερη συχνότητα εμφάνισης και επίσης προστατεύεται από την απέναντι ευρισκόμενη Ερμιονίδα. Οι ακτές στην περιοχή αυτή έχουν χάσει τα φυσικά χαρακτηριστικά τους, γιατί από εκεί αρχίζει ο οικισμός της πόλης των Σπετσών. Ο αιγιαλός που αναπτύσσεται μπροστά από την Αναργύρειο σχολή έχει μήκος 25m περίπου. Παρατηρήθηκαν τρεις υ-

ποθαλάσσιες εμφανίσεις Beachrock, παράλληλης διεύθυνσης με τη σημερινή ακτογραμμή και σε βάθος που κυμαίνεται από 0.5m 1.5m και 3m. Στην ανώτερη στρώση Beachrock παρατηρείται πλήθος συγκολλημένων σστράκων. Beachrocks απαντώνται επίσης και στην παράκτια περιοχή μεταξύ του όρμου της Αναργύρειου σχολής μέχρι και δυτικά της πόλης των Σπετσών, τόσο πάνω από τη στάθμη της θάλασσας, όσο και κάτω απ' αυτήν.

Στην παραλία, μπροστά από την Αναργύρειο σχολή, έχουν κατασκευαστεί πρόβολοι για τις τουριστικές, τις αλιευτικές και τις άλλες ανάγκες των κατοίκων, δημιουργώντας προβλήματα διάβρωσης και πρόσχωσης στην ακτή, διότι εμποδίζεται η ομαλή κυκλοφορία των παράκτιων ιζημάτων (Φωτ.7). Πρόβολοι παρατηρούνται και σε άλλες παραλίες, μικρότερων όμως διαστάσεων.

Η γενική κατεύθυνση της παράκτιας ζώνης στο σύγχρονο λιμάνι και στην πόλη των Σπετσών είναι ΒΔ-ΝΑ. Κατά μήκος της υπάρχουσας μικρής έκτασης παραλίες για λουόμενους. Η σύγχρονη και παλιά πόλη των Σπετσών είναι χτισμένες πάνω σε τεταρτογενείς σχηματισμούς.

Το παλιό λιμάνι, είναι φυσικό λιμάνι πολύ καλά προστατευμένο. Από περιβαλλοντικής άποψης είναι σε μεγάλο βαθμό επιβαρημένο. Υπάρχουν πολλά ναυπηγία και κέντρα διασκέδασης κυρίως στην ανατολική πλευρά (Φωτ.8).

#### 4. ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΣΤΗ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΚΑΙ ΥΠΟΘΑΛΑΣΣΙΑ ΖΩΝΗ.

Μελετήθηκε η κατανομή των μορφολογικών κλίσεων κατά μήκος της παράκτιας ζώνης των Σπετσών (πιν. 2). Οι πιο απότομες κλίσεις απαντώνται στο βόρειο και στο νότιο τμήμα του νησιού, ενώ οι μικρότερες στο βορειοανατολικό. Οι τιμές των κλίσεων των ακτών στη ζώνη πάνω από τη στάθμη της θάλασσας κυμαίνονται από 0 έως > 100%, με μεγαλύτερη συχνότητα από 30-40%, ενώ στην υποθαλάσσια ζώνη από 0 έως > 60%, με μεγαλύτερη συχνότητα από 0-15% (πιν. 1).

Οι κλίσεις των ακτών στο βόρειο και νότιο τμήμα, ελέγχονται κυρίως από την τεκτονική, καθώς και από τις θαλάσσιες διεργασίες.

**Πίνακας 1.** Κατανομή των παράκτιων και των υποθαλάσσιων κλίσεων των Σπετσών. Οι θέσεις των τομών φαίνονται στο χάρτη του σχήματος 2.

**Table 1.** Distribution of coastal and submarine morphological dip of Spetses island. The sites of the section present in the map of Fig. 2.

Κλίση %	α/α τομών στον παράκτιο χώρο	Κλίση %	α/α τομών στον υποθαλάσσιο χώρο
0-10	13,15	0-15	10,11,12,13,14,15,16,17,18,24,27,28,29,29,30,31
11-20	12,14,26,28,29		
21-30	2,3,5,10,11,31	18-30	1,2,3,5,21,22,23
31-40	1,17,18,24,25,27,30	31-60	4,7,9,19,20,25
41-60	21,22	>60	6,8
61-100	4,9,7,20,23		
>100	8,8,9,16,19		

Από τον γεωλογικό χάρτη, τον χάρτη ισοβαθών και τις μορφολογικές τομές παρατηρούνται τα εξής:

Το βόρειο τμήμα, περιοχή Ζογεριάς, είναι βυθισμένο. Αυτό προκύπτει τόσο από τον χάρτη των ισοβαθών (σχ. 1), όπου η παλιά ακτογραμμή φαίνεται να ταυτίζεται με την ισοβαθύ των -20m, όσο και από τη τομή 3, (σχ. 2), όπου παρατηρείται βυθισμένη επιφάνεια επιπέδωσης περίπου στην ισοβαθύ -20m. Η περιοχή αποτελούσε παλαιότερα έναν ευρύ ενιαίο όρμο, τον όρμο Ζογεριάς, ο οποίος βυθίστηκε περίπου κατά 20m. Στη συνέχεια με την επαναδραστηριοποίηση του ρηγματογόνου τεκτονισμού, ΒΑ-ΝΔ διεύθυνσης, δημιουργήθηκαν στη θέση αυτή, οι νεότεροι σε ηλικία, σημερινοί όρμοι του Αγίου Γεωργίου και της Ζογεριάς (τομή 2,3 Σχ.2).

Η ακτή στη περιοχή Βρέλο έως Σπέτσες είναι ευθύγραμμη και δημιουργήθηκε από ρήγμα, διεύ-

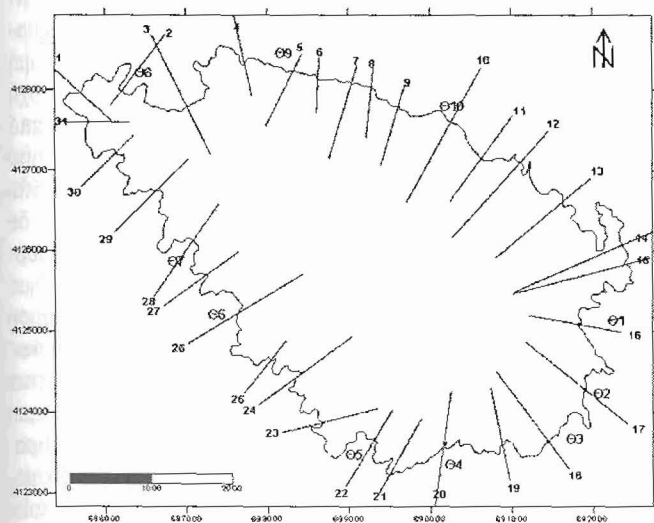
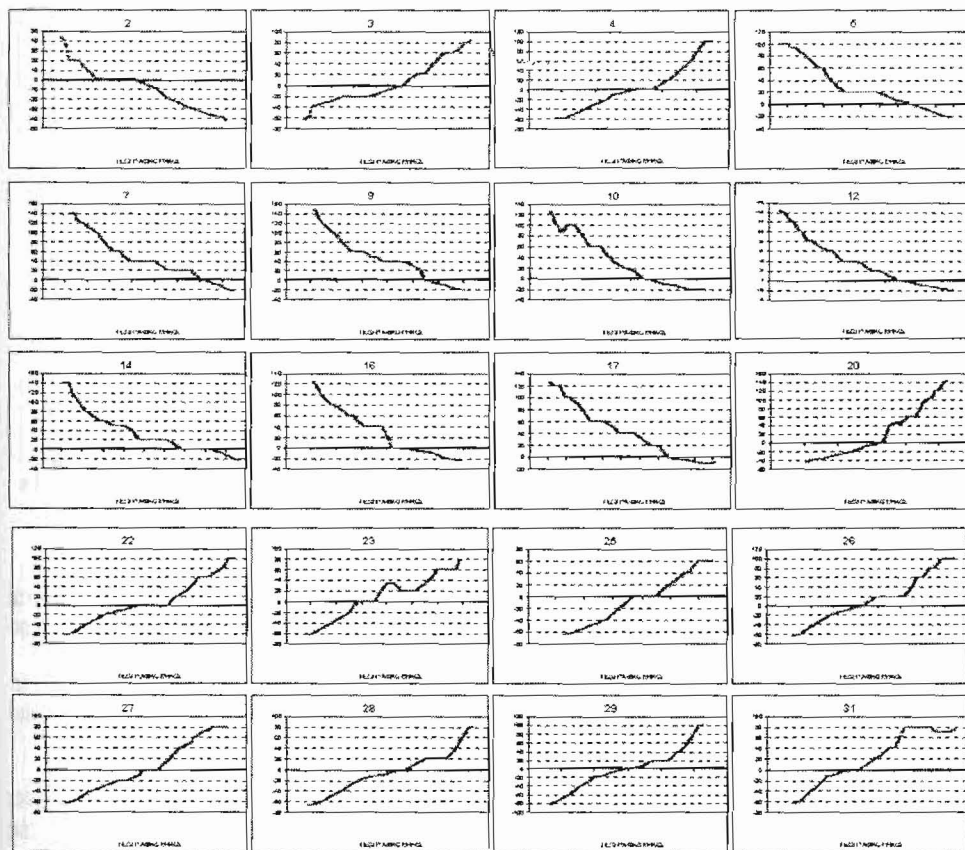
θυνσης ΒΔ-ΝΑ (Σχ. 3). Στη περιοχή αυτή παρατηρούνται ανυψωτικές κινήσεις, εξαιτίας νεοτεκτονικής δράσης. Η μικρότερη ανυψωτική κίνηση παρατηρείται στη βορειοδυτική άκρη της περιοχής και η μεγαλύτερη στη νοτιοανατολική άκρη. Οι κινήσεις αυτές γίνονται εμφανείς στο χάρτη (σχ. 1), όπου τα χαμηλότερα κοιλαδικά επίπεδα στο δυτικό άκρο βρίσκονται περίπου στο επίπεδο της θάλασσας, ενώ παρατηρείται κλιμακωτή ανύψωση προς τις ανατολικές ακτές (5m Βρέλλο τομή 4, 20m παραλία των Μηχανικών τομή 7, 40m Αναργύρειος σχολή και 60m η αμέσως επόμενη κοιλάδα). Το ίδιο προκύπτει και από τις τομές 5,7,9,10,12, όπου επίπεδες επιφάνειες παρατηρούνται στα 20m 40m και 60m (Σχ. 2).

Στο ανατολικό τμήμα αν και επικρατεί σχετική τεκτονική ηρεμία, οι παράκτιες γεωμορφολογικές κλίσεις είναι μεγάλες εξαιτίας της διαφορικής διάβρωσης των παράκτιων σχηματισμών (Φωτ. 2) (τομές 14,16,17,18, Σχ. 2).

Η ακτή Ελώνης, στο νότιο τμήμα του νησιού, είναι ρηξιγενής ακτή με έντονες ανυψωτικές κινήσεις, όπως προκύπτει και από την εμφάνιση των τριαδικών ασβεστολίθων, δημιουργώντας κρημνώδη ακτή (τομή 20).

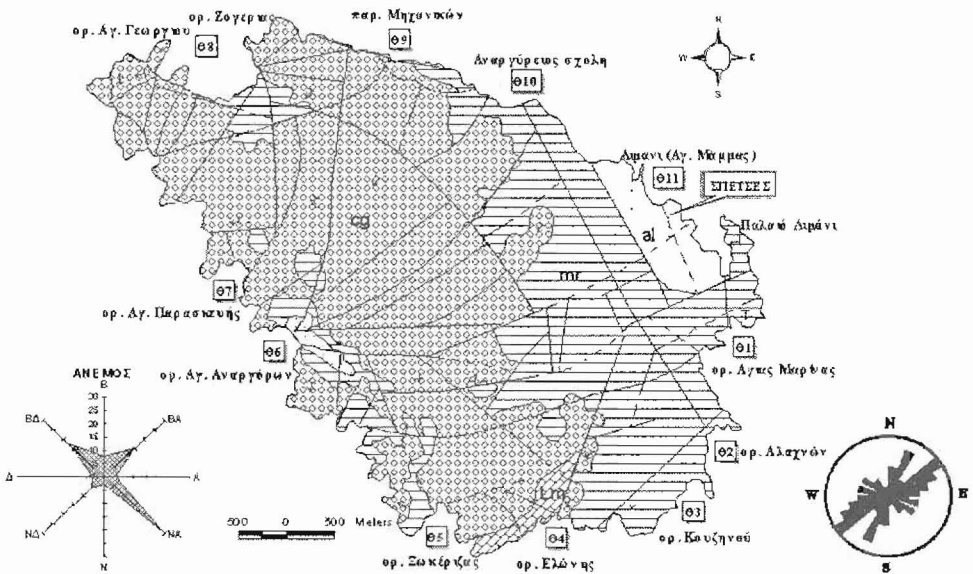
Τέλος οι νοτιοδυτικές ακτές οφείλουν την δημιουργία τους στην τεκτονική. Τα ρήγματα με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ, διαμόρφωσαν καταρχήν την αρχική ακτογραμμή, ενώ τα κανονικά ρήγματα, με διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ και ΑΒΑ-ΔΝΔ, που ακολούθησαν, δημιούργησαν ρηξιγενή υβώματα και κοιλάδες, προσδίδοντας στις ακτές ένα πολυσχιδές σχήμα με βαθιές εγκολπώσεις. Επειδή η γενική κλίση των σχηματισμών, στο τμήμα αυτό του νησιού, εί-





Σχ.2. Αντιπροσωπευτικές παράκτιες μορφολογικές τομές των Σπετσών.

Fig.2. Representatives coastal morphological sections of Spetses island



**Σχήμα 3.** Γεωλογικός χάρτης των Σπετσών. al. αλλοίβια, cg. κρακαλοπαγή με λεπτούς οριζοντιες μαργών και ψομμιτών (ανώτερα Μειόκαινο), mr. μόργες με μικρές ενδιαστρώσεις μαργαίκο αοβεστολίθου (ανώτερο Μειόκαινο), Lm. σοβεστόλιθοι (ανώτερο Τριαδικού-κατώτερο Ιουρσοικού) (LYKOUDI, E., et al., 2001). **Fig. 3:** Geological map of Spetses island. al. alluvial, cg. conglomerates and sandstones (Upper Miocene), mr. clayey marls, conglomerates and sandstones (Upper Miocene), Lm. Limestones of "Pantokrator" (Upper Triassic-Lower Jurassic).

να ΝΔ, καθιστούν ομαλότερες τις κλίσεις των ακτών (βλ. ταμές), ενώ η παρουσία πολλών παράκτιων σπηλαίων, με μεγαλύτερα αυτά των Αγίων Αναργύρων, οφείλεται στην υδροδυναμική δράση της θάλασσας.

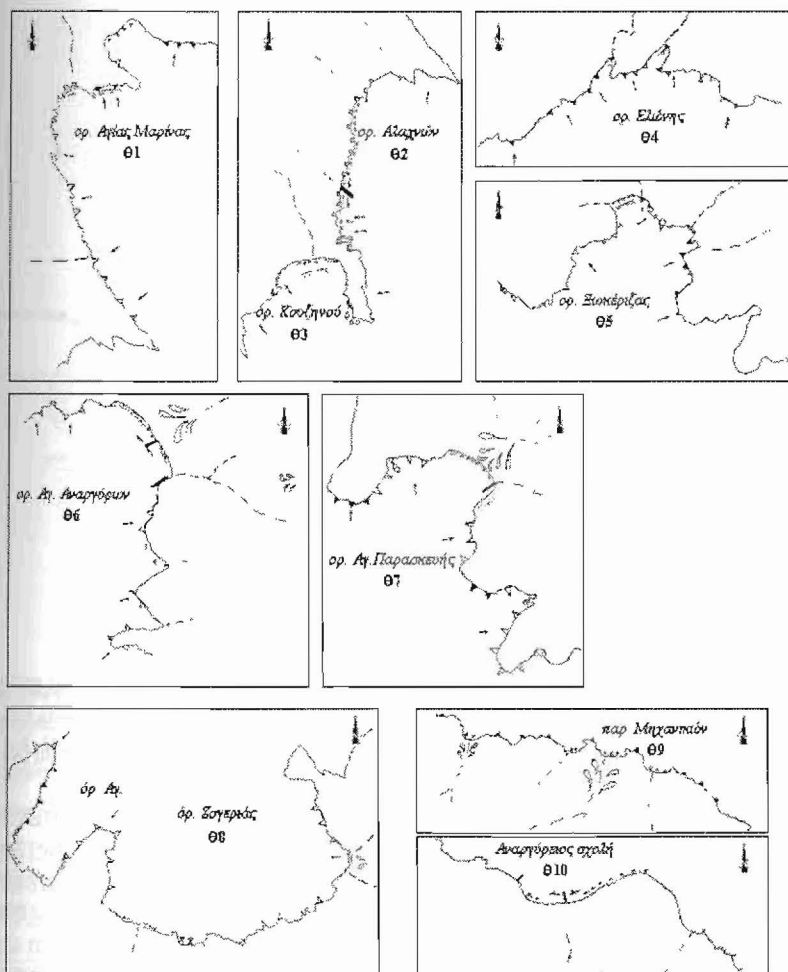
## 5. ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΙΖΗΜΑΤΟΛΟΓΙΑ

Η παράκτια ζώνη χωρίζεται σε περιοχές που παρουσιάζουν παρόμοια χαρακτηριστικά.

**Ανατολικοί όρμοι.** Οι παράκτιοι σχηματισμοί, στο τμήμα αυτό του νησιού, αποτελούνται από εναλλαγές κροκαλοπαγών και μαργών ποικίλης ανθεκτικότητας στη διάβρωση.

**Αγία Μαρίνα (Θ1):** στον όρμο αναπτύσσεται χαλικώδης αιγιαλός μικρής έκτασης. Το υλικό από το ανώτερο Berri, που χρησιμοποιήθηκε για τη μορφομετρική ανάλυση, παρουσιάζει μικρές τιμές συντελεστών. Ειδικότερο ο συντελεστής στρωγυλότητας, ο οποίος έχει τη χαμηλότερη τιμή από

οποιοδήποτε άλλου όρμου του νησιού, δείχνει μικρό βαθμό επεξεργασίας του υλικού. Οι τιμές των δεικτών αφαιρικότητας και πλάτυνσης, αλλά και η ποικιλία των σχημάτων των κροκαλών, δείχνουν υλικό τόσο παράκτιας όσο και χερσαίας (ποταμαχειμάρριας) προέλευσης, αλλά η κατανομή των τιμών των συντελεστών δίνουν μια υπεροχή στον θαλάσσιο παράγοντα (Σχ.5,6). Επίσης από τις κοκομετρικές αναλύσεις των δειγμάτων από το κατώτερο Berri, διαπιστώθηκε ότι αποτελείται 100% από μέτρια διαβαθμιωμένους χάλικες, η δε λοξότητα (0.2, πιν. 2) δείχνει μια συμμετρική μορφή της κοκομετρικής καμπύλης και αφορά ίζημο που αποτελείται κυρίως από υλικό ενός τύπου μεγέθους (δηλαδή προέρχονται από μία κυρίως πηγή τροφοδοσίας). Από τα παραπάνω προκύπτει ότι το ενεργειακό πεδίο του κόλπου είναι μέτριο με προσφορά κυρίως χερσαίου υλικού, που προέρχεται είτε από την διάβρωση των παρακείμενων γεωλογικών σχηματισμών, είτε από ανθρω-



Σχήμα 4α. Παράκτιοι γεωμορφολογικοί χάρτες των Σπετσών (θέσεις δειγμάτων Θ1,Θ2,Θ3,Θ4,Θ5,Θ6,Θ7,Θ8,Θ9,Θ10).

Fig. 4a. Geomorphological coastal maps of Spetses island (Sampling positions Θ1,Θ2,Θ3,Θ4,Θ5,Θ6,Θ7,Θ8,Θ9,Θ10).

πογενείς επεμβάσεις (ρίψη μπαζών).

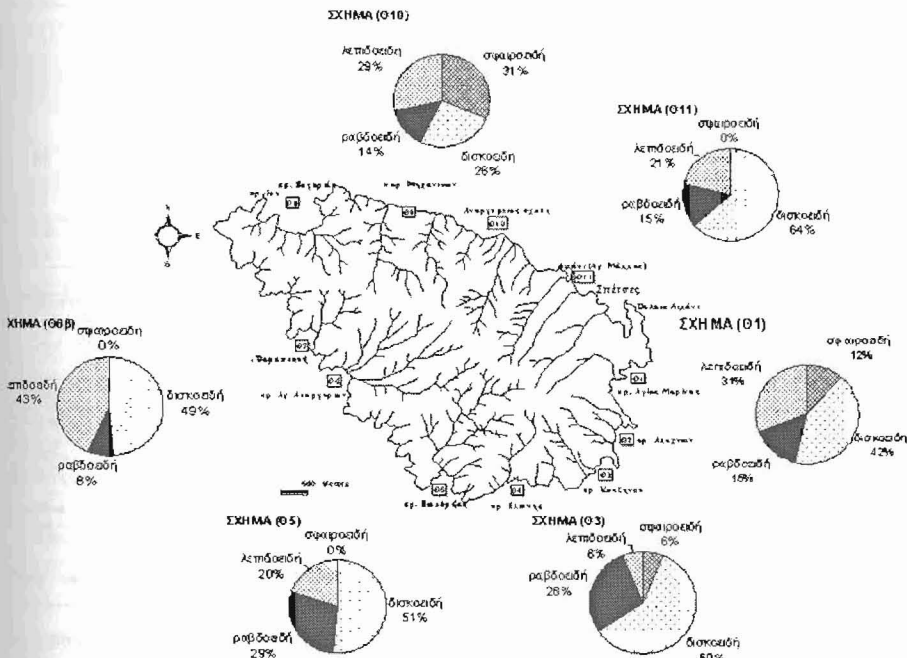
**Αλαγρών (Θ2):** Το μεγαλύτερο τμήμα του όρμου καλύπτεται από ανθρωπογενείς προσχώσεις και βρίσκεται υπό καθεστώς θαλάσσιας διάβρωσης.

**Κουζηνός (Θ3):** Είναι η πιο εκτεθειμένη ακτή του νησιού, όπως προκύπτει και από την ιζηματολογική ανάλυση. Αναπτύσσεται χαλικώδης αιγιαλός μικρής έκτασης, με επικράτηση δισκόμορφων

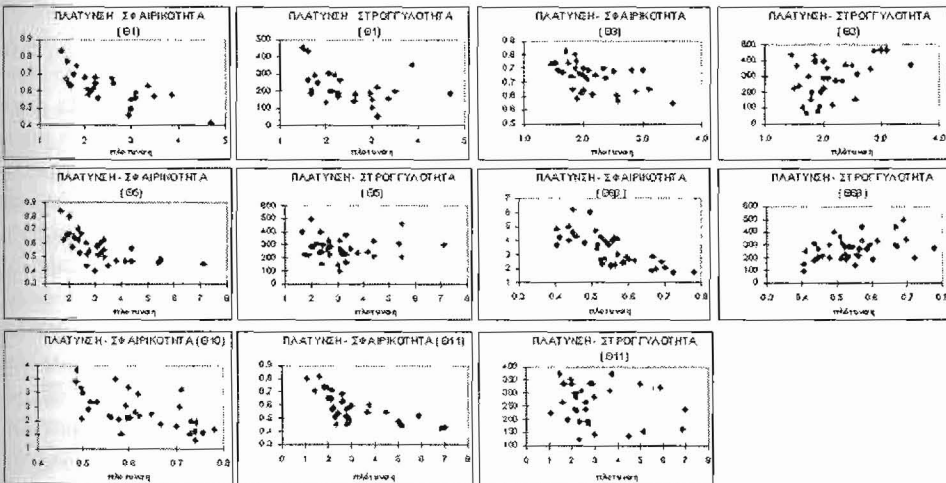
χαλικίων και κροκαλών (Σχ.5). Η λιθολογία των παράκτιων σχηματισμών είναι παρόμοια με αυτή των θέσεων Θ1, Θ2.

Από τα διμεταβλητά διαγράμματα των μέσων τιμών πλάτυνσης - σφαιρικότητας και πλάτυνσης στρογγυλότητας παρατηρείται ότι, το δείγμα παρουσιάζει τους υψηλότερους δείκτες στρογγυλότητας και σφαιρικότητας και τον μικρότερο δείκτη πλάτυνσης από οποιαδήποτε άλλη θέση που με-

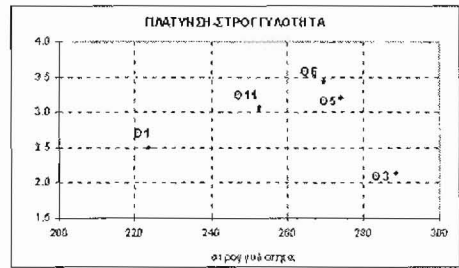
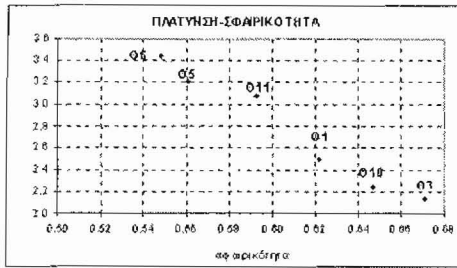




Σχήμα 5. Χάρτης με το υδρογραφικό δίκτυο και τις θέσεις δειγματοληψίας. Κατάταξη σχήματος τεμαχιδίων (κατά Zingg) δειγμάτων από ορισμένες παραλίες των Σπετσών.  
 Fig.5. Map of hydrological network and also of sampling sites. The Zingg classification of particle form of coastal samples in some sites of Spetses island.



Σχήμα 6. Διμεταβλητά διαγράμματα των τιμών πλατύτητας - αφαιρικότητας και πλατύτητας - στρογγυλότητας, παράκτιων δειγμάτων των Σπετσών.  
 Fig. 6. Bivariate scattergrams, flatness-sphericity and flatness-roundness of samples of Spetses island.



**Σχήμα 7.** Διμεταβλητά διαγράμματα μέσων τιμών, πλάτυσης-σφαιρικότητας και πλάτυσης-στρογγυλότητας, παράκτιων δειγμάτων των Σπετσών.

**Fig. 7.** Bivariate scattergrams, flatness-sphericity and flatness-roundness of samples of Spetses island.

	Θ1	Θ6α	Θ6γ	Θ9	Θ10θ	Θ10
Mz	-2.3	-2.6	-0.4	-0.5	-0.3	-0.5
$\sigma$	0.5	0.6	0.6	1.2	0.5	1.9
SK	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.4
Kg	1.1	1.1	1.0	2.5	0.8	0.6

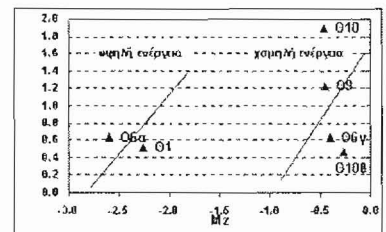
**Πίνακας 2.** Παράμετροι κοκκομετρικής ανάλυσης κατά Folk, μέσο μέγεθος (Mz), σταθερά απόκλιση ( $\sigma$ ), λοξότητα (Sk) και κύρτωση (Kg).

**Table 2.** Parameters of granulometric analysis at Folk, Graphic Mean size (Mz), Inclusive Graphic Standard Deviation ( $\sigma$ ), Inclusive Graphic Skewness (Sk) and Graphic Kyrstosis (Kg).

σταθερότερη κυματική ενέργεια, με αποτέλεσμα τα λεπτομερέστερα υλικά να μεταφέρονται και προς τη θάλασσα και από τα παράκτια ρεύματα κατά μήκος της ακτής.

**Παραλία Μηχανικών (Θ9):** Το ποσοστό λεπτόκοκκων και αδρομερέστερων κλασμάτων του αιγιαλού είναι περίπου ισότιμο (44% άμμο και 56% χάλικες). Η αθροιστική κοκκομετρική καμπύλη παρουσιάζεται καλύτερα διαβαθμισμένη στα άκρα της από ότι στο κέντρο της. Η διαβάθμιση του υλικού είναι φτωχή, η λοξότητα συμμετρική και η καμπύλη κατανομής πλατύκυρτη, στοιχεία που δηλώνουν περιβάλλον έντονης ιζηματογένεσης και/ή χαμηλής ενέργειας, με υλικό που προέρχεται κυρίως από μια πηγή προφοδοσίας (Πιν. 2).

**Αναγύρειος σχολή (Θ10):** Η κατανομή των τιμών των συντελεστών δεν μας δίνει σαφή εικόνα για την προέλευση του υλικού. Χαρακτηριστικό στο δείγμα αυτό είναι η μεγάλη συμμετοχή σφαιρό-



**Σχήμα 8.** Διάγραμμα συσχέτισης, μέσου μεγέθους (Mz) και σταθερής απόκλισης ( $\sigma$ ). **Fig. 8.** Correlation diagram of Graphic Mean size (Mz) and Inclusive Graphic Standard Deviation ( $\sigma$ ).

μορφων τεμαχιδίων (Σχ. 5). Ο δείκτης πλάτυσης των χαλικίων είναι χαμηλός ενώ παρουσιάζουν υψηλό δείκτη σφαιρικότητας (Σχ. 6,7). Αυτό οφείλεται στο ότι ο αιγιαλός έχει την εικόνα περιβάλλοντος έντονης ιζηματογένεσης και/ή χαμηλής ενέργειας, λόγω του μικρού αναπτύγματος πελάγους (fetch), της στενής περιοχής, δηλαδή αυτής που περιλαμβάνεται μεταξύ της απέναντι ευρισκόμενης Ερμιονίδας και των Σπετσών. Το δείγμα Θ10θ το οποίο βρίσκεται στο υποθαλάσσιο χώρο δείχνει έντονη κυματική ενέργεια. Από τις κοκκομετρικές αναλύσεις προκύπτει ότι το υλικό στη ζώνη κυματοαγωγής αποτελείται κατά 38% από άμμο και 62% από χάλικες, η διαβάθμιση του υλικού είναι πολύ φτωχή και η λοξότητα πολύ θετική (Πιν. 2).

**Άγιος Μάμμης (Θ11):** Στη περιοχή του Αγίου Μάμμη ή Λιμάνι, το υλικό είναι κυρίως ποτάμιος προέλευσης, όπως διαφαίνεται από την κατανομή

των δεικτών πλάτυνσης και σφαιρικότητας (Σχ. 6), που έχει υποστεί ασθενή θαλάσσια επεξεργασία. Επικρατέστερο σχήμα τεμαχιδίων είναι το δισκοειδές (Σχ. 5).

## 6. ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι ακτές των Σπετσών είναι διαμορφωμένες πρωτογενώς από την νεοτεκτονική δράση και δευτερογενώς από το παράκτιο υδροδυναμικό καθεστώς. Εξ αιτίας της συνεχούς νεοτεκτονικής δράσης, καθώς και της γρήγορης ανόδου της στάθμης της θάλασσας, που έλαβε χώρα κατά τη διάρκεια του Ανωτ. Πλειστοκαίνου - Ολοκαίνου και συγκεκριμένα κατά το διάστημα από 18 Ka B.P. έως 6 Ka B.P., οι ακτές δεν έχουν προλάβει να διαμορφωθούν. Πρόκειται δηλαδή για νεοσχηματισμένες ακτές.

Οι άνεμοι που καθορίζουν το ανάπτυγμα του κύματος είναι νοτιοανατολικής διεύθυνσης (fetch) και σε συνδυασμό με την ενεργό διαδρομή του κύματος, προσβάλλει και διαμορφώνει κατά κύριο λόγο τις ανατολικές νοτιοανατολικές και νότιες ακτές του νησιού. Οι βορειοδυτικοί και βορειοανατολικοί άνεμοι, προσβάλλουν και διαμορφώνουν τις βορειοδυτικές και βορειοανατολικές ακτές αντίστοιχα. Πιο αναλυτικά η παράκτια ζώνη του νησιού χωρίζεται σε περιοχές που παρουσιάζουν παρόμοια χαρακτηριστικά.

Οι βόρειο-βορειοανατολικές ακτές (Λιγονέρι-Βρέλλο) και οι νότιες ακτές (Ελώνη) του νησιού είναι ρηξιγενείς και ορίζονται από ρήγμα ΒΔ-ΝΑ διεύθυνσης. Είναι οι πιο απόκρημνες ακτές του νησιού. Στις ακτές αυτές παρατηρείται συνεχή ανύψωση, χωρίς να προλαβαίνει η θαλάσσια διάβρωση να τις ομαλοποιεί. Για το λόγο αυτό οι αιγιαλοί που σχηματίζονται είναι πολύ μικρού εύρους και μήκους. Από επεξεργασία υλικού δειγμάτων του αιγιαλού προκύπτει ότι, οι βόρειο-βορειοανατολικές ακτές βρίσκονται υπό καθεστώς έντονης ζηματογένεσης και/ή χαμηλής ενέργειας, με υλικό που προσέρχεται κυρίως από μια πηγή τροφοδοσίας.

Στο ανατολικό τμήμα του νησιού, τον κύριο ρόλο διαμόρφωσης των ακτών παίζουν η λιθολογία (εναλλαγές κροκαλοπαγών και μαργαϊκών σχημα-

τισμών) και οι θαλάσσιες διεργασίες. Η νεοτεκτονική δράση είναι λιγότερο έντονη στο τμήμα αυτό του νησιού. Το ανατολικό ρηξιγενές περιθώριο του κέρατος, νήσος Σπετσών, βρίσκεται ακόμα ανατολικότερα από τις ανατολικές ακτές του νησιού, όπως φαίνεται και από τον βυθομετρικό χάρτη (Σχ. 1). Ο προσανατολισμός των ανατολικών ακτών είναι κάθετος ή σχεδόν κάθετος στην κατεύθυνση που παρουσιάζουν οι άνεμοι με τη μεγαλύτερη ετήσια συχνότητα και ένταση, με αποτέλεσμα η σχετικά έντονη κυματική ενέργεια που δρα στις ακτές να τις διαβρώνει και να διαμορφώνει τη μορφολογική κλίση των παράκτιων σχηματισμών. Από την επεξεργασία του υλικού των ανατολικών ακτών προκύπτει το υλικό έχει τόσο παράκτια όσο και χερσαία (ποταμοχειμάρρια) προέλευσης, με μια υπεροχή στον θαλάσσιο παράγοντα.

Οι νοτιοδυτικές ακτές οφείλουν την δημιουργία τους στο υπάρχον σύστημα συζυγών ρηγμάτων της νήσου. Ο κύριος ρηγματογόνος τεκτονισμός, ΒΔ-ΝΑ διεύθυνσης, διαμόρφωσε καταρχήν την ακτογραμμή, κατά την ίδια διεύθυνση με αυτόν. Ο ρηξιγενής τεκτονισμός που ακολούθησε με διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ και ΑΒΑ-ΔΝΔ (εφελκυσμός), δημιούργησε βυθίσματα και υβώματα κατά μήκος της ακτής, όπου και δημιουργήθηκαν μικροί ορμίσκοι, με μικρές αποθέσεις από άμμους, χαλίκια και κροκάλες εντός αυτών (Σχ.20). Επίσης το γεγονός ότι η γενική κλίση των στρωμάτων είναι ΝΔ, καθιστούν ομαλότερες τις ακτές, στο τμήμα αυτό του νησιού. Τέλος οι ακτές είναι έντονα εκτεθειμένες στην κυματική ενέργεια, όπως δείχνει και το υψηλό ποσοστό δισκόμορφων κροκαλών και η έλλειψη σφαιρόμορφων και η σχετικά υψηλή τιμή του δείκτη στρογγυλότητας.

Ο όρμος της Ζογεριάς και του Αγίου Γεωργίου, βόρεια του νησιού, αποτελούσε παλαιότερα έναν ευρύ ενιαίο όρμο. Στη συνέχεια με την επαναδραστικοποίηση των ρηγμάτων ΒΑ-ΝΔ διεύθυνσης, δημιουργήθηκαν στην ίδια θέση, οι νεότεροι σε ηλικία, σημερινοί όρμοι του Αγίου Γεωργίου και της Ζογεριάς. Ο όρμος της Ζογεριάς βρίσκεται σήμερα βυθισμένος όπως προκύπτει από το χάρτη των ισοβαθών καμπυλών, όπου η παλιά ακτογραμμή ταυτίζεται με την ισοθαθή των -20m.

**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- BRIGGS, D., (1977). *Sediments. Sources and Methods in Geography*. Butterworths, London.
- FOLK, R.L., (1974). *Petrology of sedimentary Rocks*, Hemphill publishing Co Austin, Texas p. 182.
- LEWIS, D. W., (1984). *Practical Sedimentology*. Hutchinson Ross. Publ. Co, New York.
- LYKOUDI, E., LIVADITIS, G., MAROUKIAN, H., BATHRELLOS, G., (2001). Palaeogeographic evolution of the drainage networks of the island of spetses. *Annales Geologiques des Pays Helléniques*. (υπό δημοσίευση)
- LYKOUDI, E., & MORAITI, E., (2001). Palaeogeographic and neotectonic evolution of Spetses island. *N. Jb Geol. Paläont. Stuttgart*. (υπό δημοσίευση)
- ΜΑΣΟΥΡΑ, Β., (1996). Παρόκτιες γεωμορφολογικές και ιζηματολογικές παρατηρήσεις σε όρους της νήσου των Σπετσών. Διπλωματική Εργασία Μεταπτυχιακού Ενδεικτικού Ωκεανογραφίας, Γεωλογικού Τμήματος.
- PERISSORATIS, C., & CONISPOLIATIS, N., (2003). The impacts of sea-level changes during latest Pleistocene and Holocene times on the morphology of the Ionian and Aegean seas (SE Alpine Europe). *Marine Geology* 196, p. 145-156.
- SHACKLETON, N.J. & OPDYKE, N.D. (1976). Oxygen isotope and paleomagnetic stratigraphy of Pacific core 228-239. Late Pliocene to Latest Pleistocene. In: R.M. Cline & J. D. Hays (Editors), *Investigation of the Late Quaternary Paleooceanography and Paleoclimatology*, Geol. Soc. Am. Mem., 145, 449-464.
- STANLEY, D.J. & MALDONADO, A. (1979). Levantine Sea, Nile Cone lithostratigraphic evolution: quantitative analysis and correlation with paleoclimatic and eustatic oscillations in the Late Quaternary. *Sed. Geology.*, 23, 37-65.
- WENTWORTH, C., (1922). A method of measuring and plotting shapes of pebbles. *Bulletin of the Geological Survey of the US* 730, p. 91-96.