

ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΝΗΣΟΥ ΤΗΝΟΥ*

Γ. ΛΕΙΒΑΔΙΤΗΣ¹, Α. ΑΛΕΞΟΥΛΗ-ΛΕΙΒΑΔΙΤΗ²

ΣΥΝΟΨΗ

Μελετάται η γεωμορφολογία της νήσου Τήνου. Η Τήνος είναι ημιορεινή. Η μορφολογία του νησιού καθορίζεται κυρίως από την επιφανειακή εξάπλωση των λιθολογικών σχηματισμών. Χαρακτηριστικό της μορφολογίας είναι η έντονη ασυμμετρία μεταξύ του ΝΔ και ΒΑ τμήματος εκατέρωθεν του κύριου υδροκρίτη κατά μήκος του νησιού, ο οποίος συμπίπτει με τον άξονα των πτυχώσεων και διαχωρίζει δύο περιοχές με διαφορετικές μορφές αναγλύφου. Οι διαφορές αφορούν επίσης στο ανάγλυφο, στην ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, στη μορφή του κοιλαδικού συστήματος, στις μορφολογικές κλίσεις και στη μορφή των ακτών. Η διεύθυνση των κοιλάδων είναι γενικά εγκάρσια προς τον επιμήκη άξονα του νησιού, ο οποίος συμπίπτει με τον άξονα των πτυχώσεων. Χαρακτηριστική επίσης είναι η σφαιροειδής αποσάθρωση των γρανιτικών πετρωμάτων και τα Tafoni τόσο στους γρανίτες όσο και στους σχιστόλιθους καθώς και η κηψελώδης αποσάθρωση.

Διαπιστώθηκαν επιφάνειες ισοπέδωσης με μέσα υψόμετρα 100, 200, 300-350, 410-430 και στα 600, που όπως φαίνεται πρέπει να είναι χαρακτηριστικά των Κυκλάδων αφού έχουν παρατηρηθεί και σε άλλα νησιά.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: σφαιρική αποσάθρωση, Tafoni, Tors, κηψελώδης αποσάθρωση, ακτές.

KEY WORDS: spheroidal weathering, Tafoni, Tors, cellular weathering, coasts.

ABSTRACT

Morphology of Tinos Island is controlled mainly by lithology and tectonics. A significant factor is also the climate; the very high humidity and the strong winds of NNE directions. These special climate characteristics cause intense chemical alteration and cellular weathering at schists and granodiorites.

The relief is fairly mountainous. Mt. Tsiknias in the south is the highest mountain (725m). In the central part of the island there are Mesovouni (647m) and Prasa (614m). The slopes of the valley-sides vary a lot depending mainly on the original dip. The relief is smooth while slopes of 15-45% comprise 73% of the island.

Three morphological units with different relief type can be distinguished, that results from lithological differences and the type of erosion.

The first unit covers the larger part of the island and consists of mica-schists with marble intercalation.

The second unit is observed at the mountains Tsiknias, Vouno and Marlas. It consists of green schist, cloritic-schists. It is characterized generally of smooth relief with acute notched peaks and Tafoni.

The third unit comprises the area of the plutonic rocks. It is characterized by dispersed rounded bulks of granite and spheroidal weathering. Petrologic examination showed biotitic-monzogranite in the area Steni-Volax and biotitic-granodiorite in Livada. In the spherical bulks of Livada Tafoni are created. The spheroidal weathering is owed to chemical processes. The weathered mantle was identified sericitization.

The island is crossed by a watershed, which is parallel to the long axis of the island trending NW-SE, and separates the island in two asymmetric parts. The watershed is coincided to the axis of the folds. Planation surfaces are observed at 100m, 200m, 300- 350m, 410-430m and at 600m.

The topographic slopes along the coasts of Tinos present a wide range of values. The slopes of the coasts of the 500m cross-sectional coastal zone, are higher of those of the 1000m one. Clear relation between the slopes of these zones and the corresponding lithologic formations is not observed. It is believed that the main factors which controls the slope morphology of the coastal zone is the tectonic and the weathering.

* GEOMORPHOLOGY OF THE ISLAND OF TINOS

1. Τομέας Γεωγραφίας-Κλιματολογίας, Τμήμα Γεωλογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Πανεπιστημιούπολη, Ζωγράφου
2. Τομέας Γεωλογικών Επιστημών, Ε.Μ. Πολυτεχνείου, Ηρώων Πολυτεχνείου 9, 157 73, e-mail: alexouli@central.ntua.gr

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Τήνος είναι νησί των Κυκλάδων. Έχει έκταση 195 km². Έχει σχήμα ορθογωνίου τριγώνου, που η μεγάλη του πλευρά έχει διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ. Οι υψηλότερες κορυφές είναι τα όρη Τσιγκνιάς 725m, Μεσοβούνι 647m, Πρασά 614m. Μπορεί να χαρακτηριστεί ημιορεινή, γιατί η επιφάνεια που βρίσκεται μεταξύ των ισοψών 100 και 400 αποτελεί το 61% του νησιού και μόνο κατά ένα πολύ μικρό ποσοστό (29%) είναι πεδινή. Πεδινά τμήματα σχηματίζονται κυρίως στις εκβολές των κοιλάδων.

Η Τήνος γεωλογικά εντάσσεται στην Πελαγονική ζώνη (Γεωλ. Χάρτης Ελλ. 1:500.000, ΙΓΜΕ, 1984). Διακρίνονται οι ακόλουθες λιθολογικές ενότητες (Μελιδώνης, 1980):

1. Ομάδα μεταμορφωτών μεσοζωικής ηλικίας. Περιλαμβάνει μια ανώτερη σειρά από πράσινους σχιστόλιθους, φυλλίτες, χαλαζίτες, ταλκικούς χλωριτικούς σχιστόλιθους, και μια κατώτερη σειρά σχιστολίθων-γνευσίων-μαρμάρων.
2. Ομάδα μαγματιτών. Περιλαμβάνει συνιζηματογενείς μαγματίτες από σερπεντινωμένους υπερβασίτες και γαββρικού τύπου πετρώματα, συντεκτονικούς μαγματίτες. Υστεροτεκτονικοί-μετατεκτονικοί πλουτονίτες (κεροσιλβικοί και βιοτιτικοί γρανίτες, γρανοδιορίτες, απλιτογρανίτες). Τέλος, η ομάδα μαγματιτών, περιλαμβάνει και νεοηφαιστίτες,, που καταλαμβάνουν πολύ μικρή έκταση στη νότια ακτή του νησιού.

Τα ιζήματα τεταρτογενούς ηλικίας περιλαμβάνουν πλευρικά κορήματα κλιτύων, ποταμοχειμάρριες αποθέσεις και αλλουβιακές αποθέσεις, που καταλαμβάνουν τις κοίτες των ρευμάτων και τις κοιλάδες. Επίσης περιλαμβάνεται μια μικρή εμφάνιση «πώρου του Αιγαίου» ανωπλειστοκαινικής ηλικίας.

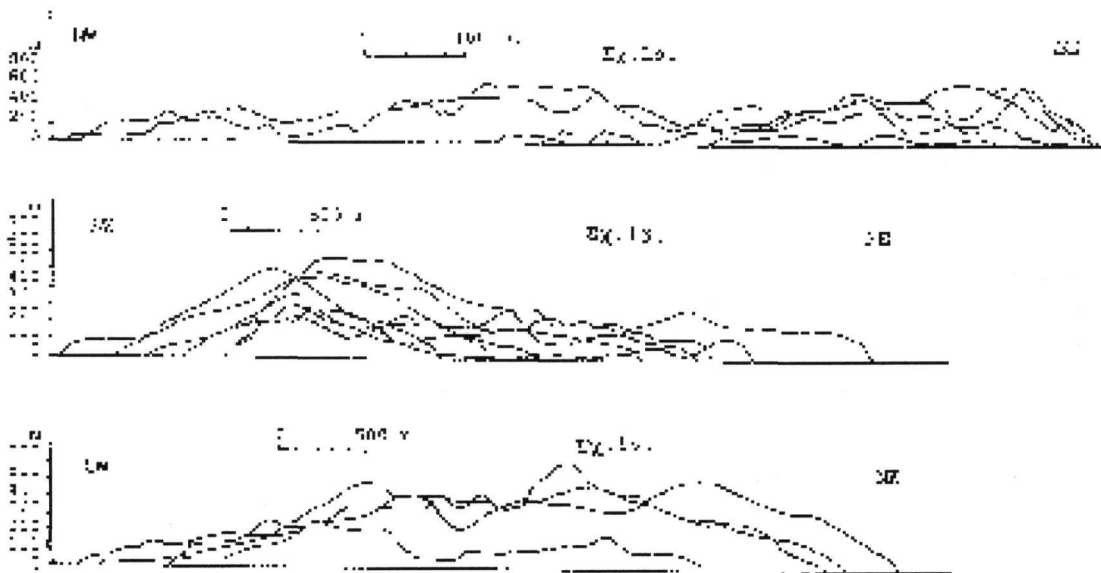
ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

Η μορφολογία του νησιού καθορίζεται κυρίως από την επιφανειακή εξάπλωση των λιθολογικών σχηματισμών και την τεκτονική. Βέβαια στη διαμόρφωση της μορφολογικής εικόνας του νησιού σημαντικό ρόλο παίζει και το κλίμα, το οποίο είναι ήπιο με δροσερό θέρος και ήπιο χειμώνα. Χαρακτηριστικό του κλίματος, όχι μόνον της Τήνου αλλά και άλλων νησιών των Κυκλάδων, είναι η πολύ υψηλή υγρασία καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου, μέση τιμή 65%-70% (Θεοχαράτος, 1978) και οι δυνατοί έως σφοδροί άνεμοι ΒΒΑ διευθύνσεων, που πνέουν κατά περιόδους. Τα δύο αυτά χαρακτηριστικά του κλίματος επιδρούν κυρίως στους σχιστόλιθους και στους γρανίτες και προκαλούν έντονη χημική εξαλλοίωση και κυψελώδη αποσάθρωση.

Χαρακτηριστικό της μορφολογίας της Τήνου είναι η έντονη ασυμμετρία μεταξύ του ΝΔ και ΒΑ τμήματος εκατέρωθεν του κύριου υδροκρίτη κατά μήκος του νησιού, ο οποίος συμπίπτει με τον άξονα των πτυχώσεων. Ο υδροκρίτης είναι ασύμμετρα τοποθετημένος, πλησιέστερα στις νοτιοδυτικές ακτές, και διαχωρίζει δύο περιοχές με διαφορετικές μορφές αναγλύφου. Οι διαφορές, εκτός αυτών που αφορούν στο ανάγλυφο, αναφέρονται και στην ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, στη μορφή του κοιλαδικού συστήματος, στις μορφολογικές κλίσεις και στη μορφή των ακτών. Η διεύθυνση των κοιλάδων είναι γενικά εγκάρσια προς τον επιμήκη άξονα του νησιού, ο οποίος συμπίπτει με τον άξονα των πτυχώσεων. Η μορφή αυτή γίνεται σαφής στην εικόνα που προκύπτει από τη σχεδίαση πολλών παράλληλων τοπογραφικών τομών (Σχ.1α-1γ), εγκάρσια και παράλληλα προς τον επιμήκη άξονα του νησιού.

- α) Από τις τομές τις παράλληλες προς τον επιμήκη άξονα, ΒΔ-ΝΑ διεύθυνσης, διακρίνονται τρεις περιοχές, (Σχ. 1α): Η βορειοδυτική ομαλή λοφώδης περιοχή, το κεντρικό ορεινό ομαλό τμήμα και η νοτιοανατολική ορεινή περιοχή, που χαρακτηρίζεται από έντονο ανάγλυφο, με υψηλές κορυφές και μεγάλες κλίσεις κλιτύων.
- β) Από την εικόνα που προκύπτει από τις εγκάρσιες προς τον επιμήκη άξονα τομές, με διεύθυνση ΝΔ-ΒΑ, γίνεται εμφανής η ασυμμετρία, που εμφανίζει η μορφή του αναγλύφου του νησιού, στις τομές τις βόρεια της πόλης της Τήνου, με τον υδροκρίτη τοποθετημένο πλησιέστερα στη νοτιοδυτική πλευρά με απότομα πρηνή προς αυτή, ενώ η βορειοανατολική πλευρά έχει ομαλότερα πρηνή (Σχ. 1β). Τη μορφή αυτή παρουσιάζουν η λοφώδης και η κεντρική ορεινή περιοχή. Παρόμοια ασυμμετρία αναφέρεται από τον Παπανικολάου (1978) για την Άνδρο, η οποία βρίσκεται ΒΔ της Τήνου. Αντίθετα, οι τομές νότια των παραπάνω, έχουν ομαλότερα πρηνή προς τη νοτιοδυτική πλευρά, ενώ οι υψηλότερες κορυφές, (Τσιγκνιάς) και οι μεγάλες κλίσεις πρηνών παρατηρούνται στο νοτιοανατολικό μέρος (Σχ. 1γ). Η περιοχή αυτή ταυτίζεται με τη νοτιοανατολική ορεινή περιοχή που αναφέραμε πιο πάνω.

Τόσο στις τοπογραφικές τομές, όσον και κατά την υπαίθρια έρευνα διαπιστώθηκαν επιφάνειες ισοπέδωσης με μέσα υψόμετρα 100, 200, 300-350, 410-430 στους γρανίτες στην περιοχή Στενής-Φαλατάδος, και στα 600 στους σχιστόλιθους στον Κάμπο Πολέμου. Όπως φαίνεται τα συστήματα των επιφανειών ισοπέδωσης πρέπει να είναι χαρακτηριστικά των Κυκλάδων αφού έχουν παρατηθεί επίσης στη Σύρο, Πάρο, Νάξο, Σέριφο και Σίφνο (Riedl et. al. 1982), Κέα (Ζαμάνη et. al. 1989), Άνδρο (Παπανικολάου, 1978).



Σχ.1α. Παράλληλες επικαλυπτόμενες τομές κατά τη διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ, παράλληλα προς τον επιμήκη άξονα του νησιού. Διακρίνονται οι επιφάνειες ισοπέδωσης και το ανάγλυφο που χαρακτηρίζει τη βορειοδυτική ομαλή περιοχή, την κεντρική ομαλή ορεινή περιοχή και τη νοτιοανατολική ορεινή περιοχή.

Σχ.1β. Παράλληλες τομές κατά τη διεύθυνση ΝΔ-ΒΑ, εγκάρσια στις προηγούμενες, στο ΒΔ τμήμα του νησιού έως την πόλη της Τήνου. Είναι εμφανής η ασύμμετρη μορφολογική εικόνα του αναγλύφου με απότομες κλιτύς στα δυτικά και ομαλότερες ανατολικά του υδροκρήτη.

Σχ.1γ. Παράλληλες τομές κατά τη διεύθυνση ΝΔ-ΒΑ, στο ΝΑ τμήμα του νησιού, νότια της πόλης της Τήνου. Η ασυμμετρία είναι λιγότερο εμφανής αλλά τα μεγαλύτερα υψόμετρα βρίσκονται στο ανατολικό τμήμα των τομών.

Fig.1a. Parallel cross sections across NW-SE direction, showing planation surfaces and the three areas of different morphologic shape.

Fig.1b. Parallel cross sections trending SW-NE, along the NW part of the island up to the town of Tinos, showing the asymmetry of the landscape.

Fig.1c. Parallel cross sections trending SW-NE, along the SE part of the island, south of the town of Tinos, showing a different shape of the landscape with the highest peaks of the mountains to the east.

Όπως φαίνεται στην ανάλυση του υδρογραφικού δικτύου της Τήνου (Alexouli, 1997), οι λεκάνες απορροής του νοτιοδυτικού τμήματος είναι γενικά μικρότερες της 2^{ης} τάξης, ενώ λεκάνες 3^{ης} και 4^{ης} τάξης απαντώνται στο βορειοανατολικό και νότιο τμήμα. Από τη διερεύνηση της σχέσης του αριθμού και του μήκους των κλάδων, σύμφωνα με τον πρώτο νόμο του Horton, προέκυψε ότι δεν παρατηρήθηκε ουσιώδης απόκλιση στον αριθμό των κλάδων, ενώ αντίθετα, με τον δεύτερο νόμο, παρατήθηκαν μεγάλες αποκλίσεις στα μήκη. Υπολογίστηκαν αποκλίσεις στο μήκος των κλάδων σε όλες τις τάξεις. Στις περισσότερες περιπτώσεις το μέσο μήκος των κλάδων που μετρήθηκε είναι μικρότερο από το θεωρητικά αναμενόμενο, σε ποσοστό μεγαλύτερο του 20% και έως 89%. π.χ. Λεκάνη Πύργου, Καλλονής. Αντίθετα, σε λιγότερες λεκάνες, διαπιστώθηκε μεγαλύτερο πραγματικό μήκος στους κλάδους 2^{ης} τάξης, που έφθασε στο υπερδιπλάσιο του θεωρητικά αναμενόμενου, όπως σε αυτές του νοτίου τμήματος (κόλπος Αγ. Φωκά).

Οι κλιτύς του Νοτιοδυτικού τομέα αποτελούν το άνω τμήμα των λεκανών απορροής, όπως γίνεται φανερό, τόσο από τα μικρά μήκη των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου, που τις διασχίζουν, όσο και από τη γεωμετρία των λεκανών και τη μορφή των κλιτύων και αποκόπηκαν εξ αιτίας του μεγάλου ρήγματος, που αρχίζει από το λιμάνι της Τήνου με διεύθυνση προς ΒΔ, διατρέχει όλες τις ακτές της Τήνου και συνεχίζει διέρχεται από τις ΝΔ ακτές της Ανδρου (Παπανικολάου 1978).

Οι κλίσεις των κλιτύων παρουσιάζουν μεγάλες διακυμάνσεις και καθορίζονται κυρίως από τις πρωτογενείς κλίσεις των στρωμάτων. Δεδομένου ότι το μεγαλύτερο τμήμα του νησιού, 73% της επιφάνειας, εμφανίζει κλίση κλιτύων από 15 - 45%, το ανάγλυφο χαρακτηρίζεται γενικά ως ομαλό. Η μορφή των κοιλάδων είναι

σχήματος V ή με τραπεζοειδή πυθμένα και οι κλιτύς των κοιλάδων είναι κατά κανόνα κυρτές. Σε πολύ λίγες περιπτώσεις κοιλάδες σχήματος V παρουσιάζουν κοίλη μορφή κλιτύων. Οι υδροκρίτες είναι αποστρογγυλωμένοι και μόνο στις περιοχές Μαρλά και στο όρος Τσιγκιά, στα δύο άκρα της νήσου, όπου τα πετρώματα είναι πράσινοι σχιστόλιθοι και σερπεντινωμένοι υπερβασίτες (Μελιδώνης, 1980) οι υδροκρίτες είναι οξύληκτοι και οδοντωτοί.

Διακρίνονται τρεις μορφολογικές ενότητες.

Η πρώτη ενότητα καταλαμβάνει το κεντρικό τμήμα του νησιού και αναπτύσσεται επάνω στη σειρά σχιστόλιθων με εναλλαγές μαρμάρων.

Η δεύτερη ενότητα απαντάται στα δύο άκρα του νησιού, καθώς και στις βόρειες ακτές και αναπτύσσεται επί των ταλκικών-χλωριτικών σχιστόλιθων και σερπεντινωμένων υπερβασίτων, από πράσινους σχιστόλιθους, φυλλίτες, ταλκικούς-χλωριτικούς σχιστόλιθους.

Η τρίτη ενότητα απαντάται στο ΒΑ τμήμα του νησιού και χαρακτηρίζεται από τις μορφές εξαλλοίωσης των γρανιτών.

Α Η πρώτη ενότητα καταλαμβάνει το μεγαλύτερο τμήμα του νησιού, έκταση περίπου 153 km² κυρίως στην κεντρική και ΝΑ περιοχή, όπου εμφανίζεται σχεδόν αποκλειστικά. Πρόκειται για το τμήμα του νησιού, που αποτελείται από μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους και γνευσιοσχιστόλιθους, με εναλλαγές μαρμάρων. Στην ενότητα αυτή περιλαμβάνεται και μικρή έκταση αλλουβιακών αποθέσεων. Οι εμφανίσεις μαρμάρων έχουν τη μεγαλύτερη εξάπλωση στο βόρειο τμήμα του νησιού, περιοχή Καρδιανής, Ιστερνίων και Πύργου. Το ανάγλυφο της ενότητας αυτής είναι γενικά ομαλό. Τα ανώτερα τμήματα των κοιλάδων είναι πολύ διευρυμένα και έχουν σχήμα αμφιθεατρικό. Οι κλιτύς έχουν ομαλές κλίσεις και σχήμα κυρτό. Το μεσαίο τμήμα των κλιτύων είναι κοίλο. Τα ρεύματα εμφανίζουν κατά βάθος διάβρωση. Το κάτω μέρος των κοιλάδων προς τις εκβολές έχει επίπεδο πυθμένα, καλύπτεται από αλλουβιακές αποθέσεις και σχηματίζονται παραθαλάσσια πεδινά τμήματα, ιδιαίτερα στο ΝΑ τμήμα του νησιού, από την πόλη της Τήνου μέχρι το ακρωτήριο Αγ. Ιωάννη.

Η μορφολογική αυτή ενότητα εμφανίζει, κατά κανόνα, μεγάλο πάχος αποσθαρμάτων στις κλιτύς, σχετικά με το υπόλοιπο νησί. Το πάχος κυμαίνεται από λίγες δεκάδες εκατοστά μέχρι 1,5m. Στους πρόποδες και την κοίτη των χαραδρώσεων το πάχος φθάνει τα 3-6m. Παρατηρούνται κατολισθήσεις μικρής σχετικά έκτασης και εδαφικές κινήσεις, στα πρανή με μεγάλες μορφολογικές κλίσεις (Alexouli et al., 1997).

Η ενότητα αυτή παρουσιάζει μια χαρακτηριστική μορφή μικροαναγλύφου, με εναλλαγές εσοχών και επιμήκων προεξοχών κατά τη διεύθυνση σχιστότητας από οληρά και μαλακά πετρώματα, που οφείλεται στη διαφορετικού βαθμού αντοχή στη διάβρωση των ενσπρώσεων των γνευσιοσχιστόλιθων. Τέτοιες μορφές είναι πολύ διαδεδομένες, ιδίως σε μεγαλύτερα υψόμετρα και κλιτύς με μεγάλες κλίσεις, όπου η διάβρωση είναι περισσότερο έντονη. Προεξοχές σε διαφορετική κλίμακα από άποψη μεγέθους, δημιουργούν και οι παρεμβολές των πάγκων των μαρμάρων, κυρίως στην περιοχή Καρδιανής, Ιστερνίων και Πύργου, που είναι περισσότερο αναπύγμενα.

Άλλη μορφή μικροαναγλύφου είναι η κυψελώδης αποσάθρωση. Στις επιφάνειες των σχιστόλιθων παρατηρούνται μικρές κοιλότητες, διαστάσεων από λίγα χιλιοστά ή εκατοστά που φθάνουν έως και λίγα μέτρα. Μορφές κυψελώδους αποσάθρωσης παρατηρούνται σε πολλά νησιά των Κυκλάδων. Ο θεοδωρόπουλος (1974), περιγράφει τέτοιες μορφές στην Τήνο και διαπιστώνει ότι στους αποσθαρμένους ακτινολιθικούς σχιστόλιθους έχει απομακρυνθεί ο ασβεστίτης και δεν παρατηρείται καμιά άλλη εξαλλοίωση.

Β Η δεύτερη μορφολογική ενότητα αποτελείται από το όρος Τσιγκιά (725m) στο νότιο τμήμα, το όρος Βουνό (261m) στο κεντρικό τμήμα των βόρειων ακτών και την περιοχή Μαρλά (Προφ.Ηλία 393m). Συνολικά έχει έκταση 21km² περίπου και αποτελείται από πράσινους σχιστόλιθους, φυλλίτες, ταλκικούς-χλωριτικούς σχιστόλιθους, στο βόρειο και κεντρικό τμήμα και σερπεντινωμένους υπερβασίτες, στον Τσιγκιά. Χαρακτηρίζεται από οξύληκτες οδοντωτές κορυφές. Οι οδοντωτές κορυφές προκύπτουν από την ταχεία υποχώρηση των υδροκτιτών σε ευκολοδιάβρωτα πετρώματα. Στα χαμηλότερα τμήματα αναπτύσσεται επιφανειακά μανδύας αποσθαρμάτων μεγάλου πάχους, όπου παρατηρούνται κατολισθήσεις (κυρίως καταπτώσεις βράχων). Το ανάγλυφο, εκτός από τις κορυφές, είναι ομαλό αλλά πολυσχιδές και στο βόρειο τμήμα απαντώνται μορφές Tafoni σε μεγάλη συχνότητα (Θεοδωρόπουλος, 1974).

Γ Η τρίτη μορφολογική ενότητα αναπτύσσεται επί των γρανιτικών πετρωμάτων. Πρόκειται για γρανίτες-γρανοδιορίτες Ανωμειωκανινικής ηλικίας (Alther R., et al. 1976, Μελιδώνης, 1980). Η επιφανειακή εξάπλωση έχει έκταση 21km² και εμφανίζεται στο ΝΑ τμήμα του νησιού από την ακτή μέχρι υψόμετρο 540m. Οι μορφές που παρατηρούνται και έχουν προέλθει από τη σφαιρική αποσάθρωση των γρανιτών είναι ορισμένες χαρακτηριστικές γεωμορφές, όπως είναι οι σφαιρικοί όγκοι γρανίτη, τα Tors, μικρές εκτάσεις με κόκκινα εδάφη και απομονωμένοι όγκοι.

Οι απομονωμένοι όγκοι γρανίτη θεωρούνται προϊόντα σφαιρικής αποσάθρωσης. Η χημικής φύσης διεργα-

οία αυτή εξελίσσεται με μεγαλύτερη ταχύτητα κατά μήκος των διακλάσεων. Τελικά οι όγκοι του μη αποσπασθωμένου πετρώματος απομονώνονται εντός του αποσπασθωμένου μανδύα. Στην περιοχή του πλουτωνίτη της Τήνου τα προϊόντα της σφαιρικής αποσάθρωσης εμφανίζονται με δύο μορφές: Των Τογς, τα οποία είναι σφαιροειδείς λίθοι, που εξακολουθούν να συνδέονται με το μητρικό πέτρωμα και των λίθων πυρήνων (core stones), οι οποίοι δεν συνδέονται με το μητρικό πέτρωμα, αλλά βρίσκονται απομονωμένοι μέσα στον αποσπασθωμένο μανδύα. Οι λίθοι πυρήνες σχηματίζονται κάτω από την επιφάνεια και μέσα στον αποσπασθωμένο μανδύα, απ' όπου στη συνέχεια, λόγω της διάβρωσης, αποκαλύπτονται.

Στην έξοδο της κοιλάδας Λιβάδα στους σφαιρικούς όγκους έχουν δημιουργηθεί Tafoni. Η συχνότητα εμφάνισης είναι πολύ μεγαλύτερη στα χαμηλά σημεία, από την επιφάνεια της θάλασσας έως 40m και φαίνεται ότι σχετίζονται με τη διαβροχή τους από τη θάλασσα.

Σφαιρικοί όγκοι γρανίτη διαμέτρου 1,5 - 3m εμφανίζονται σε όλη σχεδόν την επιφάνεια των γρανιτικών πετρωμάτων, όχι όμως με την ίδια συχνότητα. Μεγαλύτερη συχνότητα παρατηρείται στην επιφάνεια ισοπέδωσης 410-430m, που παρατηρείται στο κεντρικό και νότιο τμήμα της επιφάνειας του γρανίτη. Επίσης πολλοί διάσπαρτοι σφαιρικοί όγκοι απαντώνται στις βόρειες κλιτύς της κοιλάδας Λιβάδα, σε έκταση 2 km². Στην έξοδο της κοιλάδας, στην ακτή, παρατηρούνται σφαιρικοί όγκοι με Tafoni. Χαρακτηριστική εμφάνιση επίσης παρατηρείται στην ευρεία κοιλάδα του χωριού Βωλάξ, καθώς και στις κλιτύς που την περιβάλλουν.

Από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των εμφανίσεων των σφαιρικών όγκων, που παρατηρούνται σε τεχνητές τομές 1,5km βόρεια του χωριού Φαλατάδος και στην επιφάνεια ισοπέδωσης των 410-430m, προκύπτει ότι επιφανειακά και μέχρι βάθους από 1 έως 3m, αναπτύσσεται αποσπασθωμένος ορίζοντας χωρίς δομή, με μερικώς αποσπασθωμένα τεμάχια γρανίτη. Κάτω από αυτόν, απαντώνται σφαιρικοί όγκοι γρανίτη, που διαχωρίζονται με ζώνες αποσπασθωμένου υλικού. Το πάχος της ζώνης είναι 5 έως 8m. Τέλος απαντάται υγιές πέτρωμα με κατατμήσεις, που μόλις αρχίζουν να διευρύνονται. Στις περιοχές με τους σφαιρικούς όγκους και τους πυργοειδείς σχηματισμούς δημιουργείται ένα λοφώδες ανάγλυφο, ομαλό, με ελλειψοειδείς μικρές «πεδιάδες» με κόκκινα εδάφη.

Τα χαρακτηριστικά αυτά δείχνουν στάδιο νεότητας ή προχωρημένης νεότητας κατά Ruxton and Berry, 1957, στάδιο B ή C, (Ζαμάνη, 1993).

Προκειμένου να διερευνηθούν τα αίτια δημιουργίας της σφαιρικής αποσάθρωσης εξετάσαμε λεπτές τομές των πετρωμάτων, τόσο από τον υγιή πυρήνα, όσο και από τον αποσπασθωμένο φλοιό και διαπιστώθηκε ότι πρόκειται, στην περιοχή Στενή-Βωλάξ για βιοιτιτικούς μονζογρανίτες και στη Λιβάδα για βιοιτιτικούς γρανοδιορίτες.

α) Οι βιοιτιτικοί μονζογρανίτες έχουν χαλαζία, αστρίους, πλαγιόκλαστα, βιοτίτη, κερροσύλβη, τιτανίτη και απατίτη. Δεν παρατηρείται διαφοροποίηση στην ορυκτολογική σύσταση μεταξύ του υγιούς πετρώματος, που βρίσκεται εσωτερικά και του αποσπασθωμένου περιβλήματος, παρά μόνο στη δομή. Το υγιές είναι ασθενώς καταπονημένο, ενώ το αποσπασθωμένο είναι σαφώς μηχανικά καταπονημένο και η δομή του ασθενώς πρωτομυλωνιτική.

β) Οι βιοιτιτικοί γρανοδιορίτες έχουν χαλαζία, Κ-ούχους αστρίους, πλαγιόκλαστα, βιοτίτη, κερροσύλβη, τιτανίτη, απατίτη, ξηρόνιο και αλλανίτη. Το υγιές είναι ασθενώς μηχανικά καταπονημένο και η δομή του είναι βλαστομυλωνιτική, ενώ στο αποσπασθωμένο παρατηρούνται πυρήνες που παρουσιάζουν ζωνώδη κατασκευή, που στο εσωτερικό τους έχουν κατά πολύ υψηλότερο μέσο περιεχόμενο σε ανορθίτη από το πλαίσιο. Στο εξωτερικό τμήμα οι πλουσιότεροι σε ανορθίτη πυρήνες έχουν σερικιτιωθεί ισχυρά στα πλαίσια των κόκκων. Τα λεπτότατα φύλλα του σερικίτη συχνά συνενώνονται σε μεγαλύτερα πέταλα φεγγίτη. Στα προϊόντα εξαλλοίωσης των πυρήνων συγκαταλέγονται επίσης οι ξενόμορφοι κόκκοι επίδοτου/ζωισίτη και χαλαζία. Η δομή είναι υπιδιόμορφη αδροκοκκώδης. Το πέτρωμα είναι ασθενώς μηχανικά καταπονημένο

Άλλη χαρακτηριστική μορφή στην περιοχή του πλουτωνίτη είναι αυτή του Εξώμπουργου. Πρόκειται για ένα γρανιτικό απομονωμένο όγκο με οξεία μορφή υψομέτρου 530m, που δεσπόζει σε ολόκληρο το νησί. Ο Χαραλάμπους (1959), στηριζόμενος στα αποτελέσματα της μελέτης των συστημάτων κατάτμησης των γρανιτών του Εξώμπουργου και Βώλακα καθώς και σε μερικές μακροπετρογραφικές παρατηρήσεις, κατέληξε στο συμπέρασμα ότι ο γρανίτης του Εξώμπουργου διεισδύσε αργότερα από εκείνον της κύριας μάζας του Βώλακα. Στην ίδια άποψη κατέληξαν και οι έρευνες του Μελιδώνη (1980).

ΠΕΛΙΝΕΣ ΖΩΝΕΣ

Τα πεδινά τμήματα στη νήσο Τήνο καταλαμβάνουν μικρή έκταση. Ανάλογα με το γενετικό αίτιο δημιουργίας τους μπορούν να καταταγούν σε τρεις κατηγορίες

A) Κοιλάδες με επίπεδο πυθμένα. Πρόκειται για κοιλάδες 3^{ης} ή 4^{ης} τάξης λεκανών απορροής με σχετικά

μεγάλο εμβαδόν για το μέγεθος του νησιού. Ο πυθμένας τους είναι επίπεδος με πολύ μικρή κλίση προς τις εκβολές. Οι δύο μεγαλύτερες κοιλάδες έχουν μήκος 4 km και φθάνουν στην πεδιάδα Κώμης-Καλλονής. Μια άλλη κοιλάδα είναι αυτή που εκβάλει στον Πάνορμο και έχει μήκος 2km περίπου.

Β) Παραθαλάσσια πεδιάδα τμήματα. Παρατηρούνται στις εκβολές αρκετών κλάδων του υδρογραφικού δικτύου. Οι μεγαλύτερες αναπτύσσονται στις ΝΔ ακτές, όπως αυτή του όρμου Αγ. Σώστη, μήκους 1km και πλάτους 0,8 km. Στον όρμο αυτό επίσης παρατηρείται και σχηματισμός ενός Tombolo. Μια μικρή νησίδα από πράσινους σχιστόλιθους ύψους 37m, έχει συνδεθεί με την ακτή με αμμώδη λουρίδα. Η δεύτερη μεγαλύτερη παραθαλάσσια πεδιάδα είναι αυτή του όρμου Αγ. Φωκά, διαστάσεων 2km μήκους και 1km πλάτους. Μικρότερες παραθαλάσσιες πεδιάδες σχηματίζονται στους όρμους Σταυρού, Αγ. Ρωμανού, Αγ. Πέτρου, παραλία Καρδιανής, Ιστερνίων, κ.λ.π. Οι δύο αυτές κατηγορίες πεδιάδων, οι κοιλάδες με επίπεδο πυθμένα και οι παραθαλάσσιες πεδιάδες, σχετίζονται με τις ευστατικές ανοδικές κινήσεις της θάλασσας κατά το ανώτερο Ολόκαινο. Λόγω της ανόδου της στάθμης της θάλασσας, διακόπηκε η κατά βάθος διάβρωση των κοιλάδων, οπότε αρκετές κοιλάδες αρχικού σχήματος V προσχώθηκαν, βοηθώντας και του κλίματος αλλά και του τύπου διάβρωσης των κλιτύων. Παρόμοια διαδικασία δημιούργησε, σε επικλυσιογενείς μικρούς κόλπους, παραθαλάσσιες προσχωσιογενείς πεδιάδες.

Γ) Εσωτερικές πεδιάδες. Από τις εσωτερικές πεδιάδες μεγαλύτερες είναι η πεδιάδα Κώμης-Καλλονής, έκτασης 3Km², η οποία αποτελείται από αλλουβιακές αποθέσεις μικρού πάχους, οι οποίες έχουν αποτεθεί σε σχιστόλιθους και γνευσιοσχιστόλιθους. Έχει τριγωνικό σχήμα και οριοθετείται από ρήγματα ΒΑ-ΝΔ, Β-Ν και ΒΔ-ΝΑ διευθύνσεως. Η πεδιάδα είναι εύφορη, ο υδροφόρος ορίζοντας βρίσκεται σε μικρό βάθος (2-8m) και διαρρέεται από ένα χείμαρρο, ο οποίος εκβάλει στον όρμο Κολυμβήθρα στις βόρειες ακτές, περίπου στο κέντρο του νησιού. Στην έξοδο του χείμαρρου λόγω έντονης κυματικής ενέργειας σχηματίζεται ένας φραγματογενής σχηματισμός και ανάντη του χείμαρρου παράκτιο έλος. Η εκβολή στη θάλασσα γίνεται με υπόγεια παροχή, δια μέσου των ιζημάτων του φραγματογενούς σχηματισμού και σε περιπτώσεις μεγάλων βροχοπτώσεων, κατά τους χειμερινούς μήνες, ο σχηματισμός αυτός θραύεται και ο χείμαρρος εκβάλει με απ' ευθείας ροή στη θάλασσα. Άλλες εσωτερικές πεδιάδες δημιουργούνται στον γρανιτικό όγκο στην περιοχή Βώλακα, το δάπεδο των οποίων καλύπτεται από αποσασθρώματα των γρανοδιοριτών.

Όλες οι επίπεδες περιοχές του νησιού, όπως οι παραθαλάσσιες και εσωτερικές πεδιάδες, καθώς και πολλές τεχνητές αναβαθμίδες, οι οποίες έχουν διαμορφωθεί στις κλιτύς σχιστολιθικών πετρωμάτων καθώς και πολλές επιφάνειες ισοπέδωσης, όπως η περιοχή Μέσης-Φαλατάδος κ.λ.π., χρησιμοποιούνται είτε για καλλιέργεια, είτε για κτηνοτροφία.

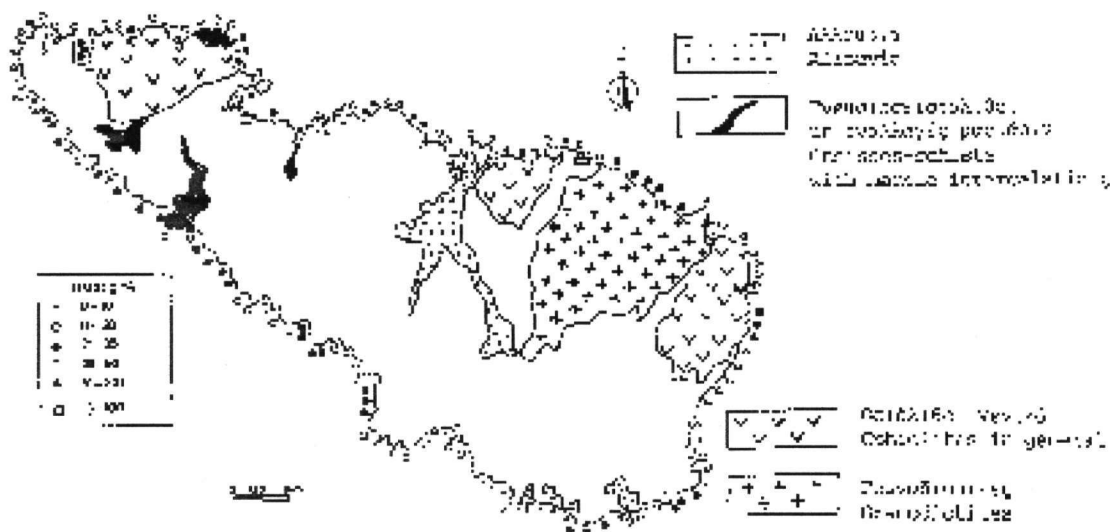
ΑΚΤΕΣ

Οι ακτές της νήσου Τήνου έχουν ανάπτυγμα 105 Km περίπου, σχήμα πολυσχιδές και ελέγχονται από τη λιθολογία, καθώς και δομικούς-τεκτονικούς παράγοντες. Το μεγαλύτερο τμήμα των ακτών σχηματίζεται σε σχιστολιθικά πετρώματα (70%), ακολουθούν οι σερπεντινίτες (17%), γρανοδιορίτες (8%) και μόνον το 5% σχηματίζει αλλουβιακές προσχώσεις. Οι ΒΑ ακτές χαρακτηρίζονται από βαθιές εγκολπώσεις με μικρό εύρος, ενώ στις ΝΔ ακτές δημιουργούνται ευρύτεροι κόλποι.

Οι ακτές είναι γενικά βραχώδεις και το κατώτερο τμήμα τους έχει μεγάλη κλίση. Αιγιαλοί είναι σχετικά περιορισμένοι με μικρό μήκος και εύρος. Μεγαλύτερη ανάπτυξη έχουν στο νότιο, και νοτιοδυτικό τμήμα του νησιού, καθώς και στους μυχούς των κόλπων των βορείων ακτών. Οι αιγιαλοί καλύπτονται από άμμο έως λεπτά χαλίκια. Οι θίνες έχουν πολύ μικρή ανάπτυξη και απαντώνται στο νότιο τμήμα, στους όρμους Αγ. Ιωάννη, Αγ. Φωκά απ' όπου όμως έχουν εξαφανιστεί από ανθρωπογενή δραστηριότητα και στα Κιόνια με υποτυπώδη ανάπτυξη. Τη μεγαλύτερη ανάπτυξη έχουν στους όρμους Κολυμβήθρα και Ρόχαρη των βορείων ακτών.

Μελετήθηκε η κατανομή των μορφολογικών κλίσεων κατά μήκος της παράκτιας ζώνης. Οι μετρήσεις έγιναν στον τοπογραφικό χάρτη (1:50.000), σε σημεία που απείχαν μεταξύ τους περίπου 1000 m κατά μήκος της ακτογραμμής α) σε μια ζώνη πλάτους 500m και β) 1.000m από την ακτή. Οι κατανομή των κλίσεων της παράκτιας ζώνης της Τήνου, εύρους 500m έδειξε ότι παρουσιάζουν μεγάλο εύρος και κυμαίνονται από 2%-120%. Οι ακραίες τιμές είναι γενικά σπάνιες. Το μεγαλύτερο ποσοστό περιλαμβάνεται μεταξύ 10%-40% (Πιν.Ι). Οι κατανομή των κλίσεων της δεύτερης ζώνης, των 1.000m, έδειξε ότι παρουσιάζουν μικρότερο εύρος και κυμαίνονται από 4%-40% και το μεγαλύτερο ποσοστό περιλαμβάνεται μεταξύ 10%-30% (Πιν.Ι). Από τη μελέτη και τη σύγκριση των τιμών των παράκτιων κλίσεων μεταξύ των δύο πιο πάνω ζωνών διακρίνονται τρεις περιπτώσεις:

Α) Οι κλίσεις της δεύτερης ζώνης είναι μικρότερες των κλίσεων της πρώτης ζώνης, των 500 m. Αυτό οφείλεται στη μορφή των κλιτύων, οι οποίες είναι κατά το πλείστον κυρτές και ως εκ τούτου παρουσιάζουν μεγαλύτε-



Σχ.2.Ενοποιημένοι λιθολογικοί σχηματισμοί που αντιστοιχούν στις τρεις γεωμορφολογικές ενότητες, όπως αναφέρονται στο κείμενο (από γεωλ. χαρτ Ι.Γ.Μ.Ε. 1:500.000). Κατανομή των κλίσεων κατά μήκος της παράκτιας ζώνης των 500m.

Fig. 2. Geological sketch map of the island (I.G.M.E. 1:500.000). The lithological units correspond to the geomorphological units described in the text. Distribution of slopes along 500m cross-section at 1km intervals following the coastline of the island.

ρη κλίση στο κατώτερο τμήμα τους. Η κατηγορία αυτή αποτελεί και το μεγαλύτερο ποσοστό.

- Β) Οι κλίσεις της δεύτερης ζώνης είναι ίδιες με αυτές της ζώνης των 500m και
 Γ) Οι κλίσεις της δεύτερης ζώνης είναι μεγαλύτερες αυτών της ζώνης των 500m. Στην περίπτωση αυτή πρόκειται για κοίλες κλιτύς, που είναι κυρίως αυτές του ΝΔ τμήματος και πρόκειται για τα ανώτερα τμήματα λεκανών απορροής που έχουν αποκοπεί εξ αιτίας ρηγμάτων.

ΠΙΝΑΚΑΣ Ι. Κατανομή των παράκτιων κλίσεων.

κλίση %	500m θέσεις %	1000m θέσεις %
0-10%	9	13
11-20%	29	47
21-30%	20	34
31-40%	24	7
41-50%	5	0
51-100%	13	0

Οι τιμές των κλίσεων ομαδοποιήθηκαν ανάλογα με την κλίση, για την μεν πρώτη ζώνη σε έξι κατηγορίες για δε τη δεύτερη, σε τέσσερις κατηγορίες. Στον πίνακα Ι δίνεται η κατανομή των εκατοστιαίων κλίσεων που μετρήθηκαν. Σαφής σχέση λιθολογίας και παράκτιων κλίσεων δεν φαίνεται να υπάρχει. Οι κλίσεις των ακτών ελέγχονται από τεκτονικούς παράγοντες, όπως τα ρήγματα, η πρωτογενής κλίση των σχηματισμών και η υποχώρησή τους εξ αιτίας της διάβρωσης. Στους μυχούς των κόλπων του νοτίου τμήματος οι μικρές κλίσεις οφείλονται στην παρουσία παραθαλάσσιων πεδιάδων.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Από τη θέση αυτή θέλουμε να εκφράσουμε τις θερμές ευχαριστίες μας στο συνάδελφο κύριο Α. Κοκκινιάκη για τη βοήθειά του στον προσδιορισμό των πετρογραφικών παρασκευασμάτων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ALEXOULI – LIVADITI, A. (1997). Geomorphological investigations of the peak runoff storm (QP) of the main drainage basins of Tinos island. *Engin. Geol. and Envir. Vol.I, p.19-24, Balkema Rotterdam*.
- ALEXOULI–LIVADITI, A., LIVADITIS, G. (1997) Investigation and delination of area where intense erosion and mass wasting may occur at Tinos island (Greece). *Engin. Geol. and Envir. Vol.I, p. 24-29, Balkema Rotterdam*.
- ÁLTHERR, R., KELLER, J. HARRE, W., HÖHNDORF, A., KREUZER, H., LENBZ, H., RASCHKA, H., WENDT, I. (1976). Geochronological data on granitic rocks of Aegean Sea (preliminary results). *25th Congr. And Plen. Ass. (C.I.E.M.).p. 347-352. Split*.
- HARALAMBOUS, D. (1959). Morphogenese der Granitgebietes von Ost-Tinos. *Πρακτ. Ακαδ. Αθ. 34, 264-68. Αθήναι*.
- I.Γ.Μ.Ε. (1983). Γεωλογικός χάρτης Ελλάδος.1:500.000. *Ινστ. Γεωλ. Μεταλ. Ερευν. Αθήνα*.
- ΜΕΛΙΔΩΝΗΣ, Ν. (1980). Γεωλογική δομή και κοιτασματολογία της νήσου Τήνου (Κυκλάδες).*Ι.Γ.Μ.Ε., Αθήναι*.
- ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ, Δ. (1978). Γεωλογικαί ρευναι εις την νήσον Άνδρον. *Διδακτ. Διατρ. Αθήναι*.
- ΠΑΠΑΠΕΤΡΟΥ-ZAMANH, A. (1993). *Γεωμορφολογία.Αθανασόπουλος-Παπαδάμης& Σια. Αθήνα*.
- RIEDL, H und KERN W. (1982). Geographischen Studien auf Naxos.*Exkursionsberichte des Instituts für Geographie d. Univ. Salzburg*.
- ΘΕΟΧΑΡΑΤΟΣ, Γ. (1978).Το κλίμα των Κυκλάδων. *Διδακτ. Διατρ. Αθήναι*.
- THEODOROPOULOS,D.(1974):Tafoniverwitterungsformen aus der Insel Tinos. *Ann.Geol. de pays Hellen., Athenes*.
- ZAMANH, A.-ΓΚΟΥΡΝΕΛΛΟΣ, Θ.-ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΥ, Κ.(1989). Γεωμορφολογικές παρατηρήσεις στη νήσο Κέα (Κυκλάδες). *Πρακτ. 2^{ov} Πανελ. Γεωγρ. Συνεδρ., Αθήνα*.