

Δελτ. Ελλην. Γεωλ. Εταιρ.	Τομ.	σελ.	Αθήνα
Bull. Geol. Soc. Greece	XXII	5 - 13	1990
	Vol.	pag.	Athens

## ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΜΥΚΟΝΟΥ

Θ. ΓΚΟΥΡΝΕΛΛΟΣ\*, Α. ΜΑΖΙΩΤΗΣ\*\*, Β. ΣΤΑΣΙΝΟΥΛΙΑΣ\*\*.

### R E S U M E

Nous pouvons expliquer de la façon suivante la morphologie et la structure actuelle de l'île de Mykonos: à l'origine l'intrusion granodioritique a lieu dans une profondeur de quelques kilomètres au sein des roches métamorphiques. Une érosion intense attaque les formations au-dessus de la roche magmatique et la même période ont lieu des manifestations volcaniques. Le granodiorite dénudé aliment un bassin où se déposent des roches volcano-sédimentaires. La formation volcano-sédimentaire "glisse" par gravité sur le granodiorite. A cette période toute cette région se soulève isostatiquement sur une valeur qui correspond à l'épaisseur des roches érodées. La direction N 130° est commune 1) au "glissement" de l'unité supérieure 2) à une direction principale des failles et 3) à l'intrusion des filons barytiques qui transversent la formation volcano-sédimentaire.

L'évolution récente de l'île de Mykonos est déterminée par la neotectonique, les facteurs d'érosion et les mouvements eustatiques du niveau de la mer. L'existence de psammites à une altitude de 80 m c'est à dire de la même hauteur que les pédiments montre le résultat de l'action et les changements marins au quaternaire.

### Σ Υ Ν Ο Ψ Η

Η σημερινή μορφολογία και δομή της Μυκόνου μπορεί να εξηγηθεί ως εξής: στην αρχική περίοδο έχουμε διείσδυση και κρυστάλλωση γρανодиוריτικού μάγματος σε βάθος μερικών χιλιομέτρων εντός προϋπαρχόντων μεταμορφωμένων κυρίως πετρωμάτων, στη συνέχεια οι παράγοντες διάβρωσης δρούν έντονα, το κάλλυμα των πετρωμάτων σταδιακά απομακρύνεται ενώ παράλληλα έχουμε και ηφαιστειακή δραστηριότητα. Η έντονη διάβρωση αποκαλύπτει μέρος του γρανодиוריτή ενώ σε παρακείμενη λεκάνη έχουμε τον σχηματισμό των ηφαιστειο-ιζηματογενών πετρωμάτων. Λόγω βαρύτητας η ηφαιστειο-ιζηματογενής σειρά "ολισθαίνει" προς βορειο-ανατολικά και επικάθεται του γρανодиוריτή. Σ' όλη αυτή την περίοδο η περιοχή υφίσταται ισοστατική κατακόρυφη ανύψωση αντίστοιχη με το πάχος των διαβρωμένων πετρωμάτων του καλύμματος. Η διεύθυνση N 130° είναι κοινή 1) για την αρχική "ολίσθηση" της ανώτερης ενότητας, 2) για μια κύρια διεύθυνση ρηγμάτων και 3) για την διείσδυση των φλεβών βαρύτου που διασχίζουν και την ανώτερη ενότητα.

Η νεώτερη εξέλιξη της νήσου καθορίζεται από την δράση της νεοτεκτονικής και των παραγόντων διάβρωσης και τις ευστατικές κινήσεις του τεταρτογενούς. Η ύπαρξη ψαμμιτών σε ύψος 80 M ίδιο

1. Λέκτορας Γεωλογικού τμήματος Πανεπιστημίου Αθηνών, Πανεπιστημίουπολη

2. Γεωλόγοι.

Ανακοινώθηκε στη Συνεδρία της Αθήνας στις 21/1/87

με τις επιφάνειες υπωρειών δείχνει την επενέργεια και τις διάφορες αλλαγές του επιπέδου της θάλασσας κατά το τεταρτογενές.

#### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

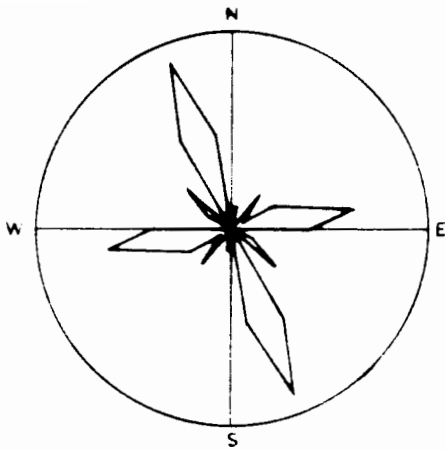
Η Μύκονος είναι νησί των Κυκλάδων και βρίσκεται μεταξύ Τήνου, Σύρου και Πάρου. Ανατολικά της Μυκόνου βρίσκεται το Δραγυνησί και Νοτιοδυτικά η Δήλος. Πολλές μελέτες έχουν γίνει στο νησί. Από αυτές οι πιο σημαντικές είναι του 1) L. GAYEUX (1911) που σημειώνει την παρουσία Τριαδικών ασβεστολίθων 2) Γ. Παρασκευόπουλου (1953) που ασχολείται με τον γρανίτη και την υδροθερμική του δράση 3) του Γ. ΒΟΡΕΑΔΗ (1961) που μελετά την γεωλογία και τα κοιτάσματα βαρύτου, χαρτογραφεί δε, όλους σχεδόν τους σχηματισμούς της Μυκόνου 4) των ST. DURR και R. ALTHERR (1979) που ξεχωρίζουν δύο τεκτονικές ενότητες στη Μύκονο 5) του H. RIEDL (1980) που εξετάζει την γεωμορφολογική εξέλιξη του νησιού 6) των H. LAHTI και G. GOVETT (1981) που σημειώνουν την ύπαρξη πυροκλαστικών πετρωμάτων στη Μύκονο και 7) του V. AVDIS (1985) που συσχετίζει την μυλωνιτίωση του γρανίτη με μια μειοκαινική ηφαιστειότητα και χαρτογραφεί λεπτομερώς τους σχηματισμούς του νησιού.

#### ΓΕΩΛΟΓΙΑ

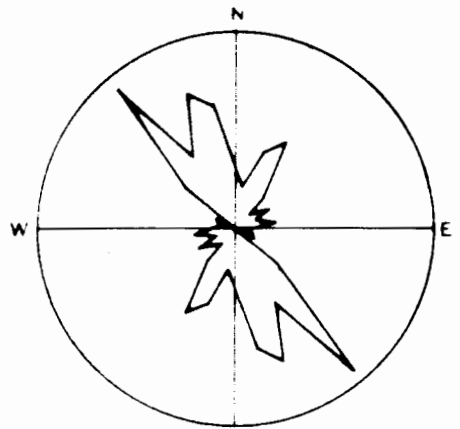
Λιθοστρωματογραφία: Η Μύκονος αποτελείται κύρια από ένα γνευσιακό γρανοδιορίτη, μικροδιαστρώσεις μεταμορφωμένων πετρωμάτων όπως μαρμάρων, σχιστολίθων, γνευσίων και κεροστιλιβιτών (σκουροπράσινων πετρωμάτων που εμφανίζονται στα Νότια Δυτικά της νήσου). Οι παραπάνω σχηματισμοί αποτελούν την κατώτερη ή αυτόχθονη ενότητα της Μυκόνου (Σχ. 1). Η ανώτερη ενότητα της νήσου αποτελείται από μια ηφαιστειο-ιζηματογενή σειρά με περιορισμένες εμφανίσεις Τριαδικών και Περμικών ασβεστολίθων (GAYEUX 1911, PAPA-STAMATIOU 1963) και πράσινων σχιστολίθων.

Ασύμφωνα πάνω στις δύο προηγούμενες ενότητες εμφανίζονται οι τεταρτογενείς αποθέσεις που αποτελούνται κύρια από παράκτιους ψαμμίτες, άμμους ή αιολικούς σχηματισμούς.

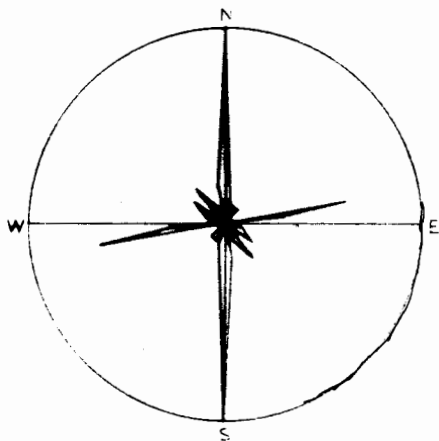




Διάγραμμα 1  
ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ 15'  
Diagram 1



Διάγραμμα 2  
ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ 48  
Diagram 2



Διάγραμμα 3  
ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ 89  
Diagram 3

- Διάγραμμα 1 Ροζόγραμμα ρηγμάτων-  
διακλάσεων.
- Διάγραμμα 2 Ροζόγραμμα υδρογραφικού  
δικτύου 1ης τάξεως
- Διάγραμμα 3 Ροζόγραμμα διευθύνσεων  
ακτών
- Diagram 1 Rose rose of faults and  
joints
- Diagram 2 Rose rose of 1<sup>st</sup> order  
drainage channels
- Diagram 3 Rose rose of coasts  
directions

Ο γρανοδιορίτης της Μυκόνου μεταπίπτει πολλές φορές προς τα ανώτερα του στρώματα σε μυλωνίτη που παρατηρείται σε μεγάλη έκταση κύρια στην Βόρεια πλευρά της νήσου.

Επίσης σαφής είναι η διαφοροποίηση μερικές φορές τον μαγματικού υλικού σε πιο βασικά πετρώματα όπως οι κεροστιλβίτες. Τα μεταμορφωμένα πετρώματα που αποτελούν ενδιαστρώσεις μέσα στο γρανοδιορίτη περιορίζονται στο Νότιο Δυτικό τμήμα της νήσου στην χερσόνησο Αναβολούσα και αποτελούν τους παλαιότερους σχηματισμούς.

Ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα πετρώματα της ανώτερης ενότητας. Εδώ εμφανίζονται πυροκλαστικά πετρώματα (H. LAHTI ET AL 1981) στο Βορειοανατολικό τμήμα της Μυκόνου όσο και μολασσικά ιζήματα στο Δυτικό τμήμα του κόλπου του Πανόρμου και ανατολικά αυτού μέχρι και το Δραγονήσι. Η ακριβής στρωματογραφική σχέση των δύο αυτών σχηματισμών δεν έχει καλά διευκρινισθεί, φαίνεται πιθανό ότι τα πυροκλαστικά ιζήματα είναι παλαιότερα της μόλασσας. Οι Περμοτριάδικοί ασβεστόλιθοι εμφανίζονται στο Βορειοδυτικό τμήμα του κόλπου του Πανόρμου και δεν έχουν υποστεί μεταμόρφωση από τον γρανοδιορίτη. Η επαφή τους με το υποκείμενο πέτρωμα δεν είναι εμφανής, πάντως εδώ ο γρανοδιορίτης έχει υποστεί διαφοροποίηση, το χρώμα του είναι πρασινωπό και ο ασβεστόλιθος εμφανίζει κατά θέσεις λατυποπαγή μορφή.

Οι τεταρτογενείς αποθέσεις είναι ψαμμίτες και παράκτια ή χερσαία ιζήματα. Διακρίνουμε τρεις αποθέσεις ψαμμιτών. Η παλαιότερη (P1) εμφανίζεται στο Βόρειο Ανατολικό άκρο της νήσου σε ύψος περίπου 80 M, η επόμενη (P2) παρατηρείται δυτικά του κόλπου του Πανόρμου σε ύψος 5-10 M και η νεώτερη (P3) εμφανίζεται τόσο στον κόλπο της Φτελιάς όσο και στην περιοχή της Αναβολούσας (Σχ. 1).

Συνεχής παραμόρφωση: Η άνοδος του γρανοδιοριτικού υλικού έγινε γύρω στα 10-14 εκ. χρόνια (MARAKIS 1972, ALTHEY ET AL 1977). Τα περιβάλλοντα τον γρανοδιορίτη πετρώματα είναι γνεύσιοι, σχιστόλιθοι και μάρμαρα. Η κύρια σχιστότητα που παρατηρείται σήμερα στο γρανοδιορίτη είναι διεύθυνσης ΒΑ-ΝΑ ή Β-Ν και εξαρτάται από τον τρόπο διεύθυνσης του μαγματικού υλικού.

Ασυνεχής παραμόρφωση: Η τοποθέτηση της ανώτερης ενότητας στο αυτόχθονο σύστημα έγινε στην πρώτη περίοδο της ασυνεχούς παραμόρφωσης. Η μελέτη της επαφής των δύο ενοτήτων δείχνει μια ολίσθηση από Νοτιοδυτικά προς Βόρειοανατολικά (οι διευθύνσεις της επαφής στις περιοχές Βορειοανατολικά του κόλπου του Πανόρμου και στο Βορειοδυτικό άκρο της Μυκόνου είναι Β 120-130, 15° ΒΑ και Β 130, 12° ΒΑ αντίστοιχα). Στην δεύτερη περίοδο της ασυνεχούς παραμόρφωσης έχουμε την δημιουργία συστημάτων ρηγμάτων και διακλάσεων. Στο διάγραμμα 1 φαίνεται ο προσανατολισμός στο χώρο των ρηγμάτων, διακλάσεων, οι κύριες διευθύνσεις δε, είναι Β 80° - 260°, Β 130° - 310° και Β 160° - 340°. Τα περισσότερα ρήγματα είναι κανονικά και αρκετά κεκλιμένα. Τέλος οι βαρυτικές φλέβες που διασχίζουν την ανώτερη ενότητα είναι επίσης αποτέλεσμα εφελκυστικών δυνάμεων και έχουν κυριαρχούσα διεύθυνση Β 130° η οποία συμπίπτει με μια από τις διευθύνσεις των ρηγμάτων διακλάσεων.

#### ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

Στην Μύκονο οι κύριες διευθύνσεις του αναγλύφου είναι ΒΑ - ΝΔ και ΒΒΔ - ΝΝΑ. Το υδρογραφικό δίκτυο είναι μη μόνιμης ροής και έχει μεγαλύτερη ανάπτυξη στο Βόρειο τμήμα του νησιού. Οι κλάδοι πρώτης τάξης φθάνουν τα 4 ΚΜ μήκος, έχουν δε κυριάρχουσες διευθύνσεις Β 30°-210°, Β 140°-320° και Β 160°-340° (Διάγραμμα 2). Οι διευθύνσεις των κλάδων δεύτερης και τρίτης τάξης συμπίπτουν με αυτές της πρώτης τάξης. Οι ακτές είναι γενικά πολυσχιδείς με βαθιές εγκολπώσεις. Δημιουργήθηκαν από συνδυασμένη δράση χερσαίων και θαλασσιών παραγόντων. Παρατηρούμε ότι στις περιοχές που υπάρχουν ιζηματογενή πετρώματα οι κλίσεις των ακτών είναι μικρότερες από 5°. Στο γρανοδιορίτη οι κλίσεις αυξάνονται και κυμαίνονται μεταξύ 5° και 15°. Οι κύριες διευθύνσεις των ακτών όπως προκύπτουν από το Διάγραμμα 3 είναι Β-Ν, Β 30° - 180°, Β 80° - 260° και Β 140° - 320°.

Χαρακτηριστικές είναι οι αμμώδεις ακτές τύπου TOMBOLA που προήλθαν από δράση ρευμάτων κατά μήκος της ακτής, όπως στην περιοχή ανατολικά της χερσονήσου Αναβολούσας και στο Νότιο-ανατολικό τμήμα της Μυκόνου.

Οι πιο χαρακτηριστικές επιφάνειες επιπέδωσης στην Μύκο-

νο είναι τρεις. Η πρώτη βρίσκεται στο Νότιοδυτικό τμήμα του κόλπου του Πανόρμου σε υψόμετρο 40 Μ και έχει διεύθυνση ΒΑ - ΝΔ περίπου. Οι άλλες δύο αναπτύσσονται στο κεντρικό και Δυτικό τμήμα της νήσου σε υψόμετρο 80 - 100 Μ. Όλες οι επιφάνειες επιπέδωσης πληρούνται με αλλούβια ιζημάτα σχετικά μικρού πάχους. Τέλος ορισμένες περιοχές σ'όλο το νησί με υψόμετρο 260 - 280 Μ πιθανόν να αποτελούν τμήματα μιας ευρύτερης επιφάνειας.

Οι επιφάνειες υπωρειών (PEDIMENTS) στο νησί της Μυκόνου βρίσκονται στο Βόρειο και Νότιο τμήμα της σε μια γενική διεύθυνση Α-Δ και σε υψόμετρο 30 - 60 Μ και 80 - 100 Μ έχουν δε, χαρακτηριστικό καμπύλο προφίλ και στο επίπεδό τους τμήμα πολλές φορές σκεπάζονται από μικρά πάχη ιζημάτων τεταρτογενών ή εδαφικού καλύματος.

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η μορφοτεκτονική εξέλιξη της Μυκόνου είναι συγκρίσιμη με άλλα νησιά των Κυκλάδων όπως η Σέριφος (GOURNELLOS 1985). Κοινά χαρακτηριστικά η άνοδος και κρυστάλλωση γρανοδιοριτικού μάγματος και μία έντονη περίοδος διάβρωσης για την απομάκρυνση του καλύματος των υπερκειμένων πετρωμάτων και "ολισθήσεις βαρύτητας" των ανωτέρω ενότητων. Στη Μύκονο η ανώτερη ενότητα είναι μια ηφαιστειο-ιζηματογενής σειρά που κείται ασύμφωνα λόγω ασυνεχούς παραμόρφωσης στον γρανοδιορίτη η γέννησή της συνδέεται με την διάβρωση του μαγματικού αυτού σώματος. Η χρονολόγηση τόσο της ηφαιστειο-ιζηματογενούς σειράς όσο και της "ολισθήσής της" πρέπει να είναι μετά από τα 11 - 14 εκατομ. χρόνια (ηλικία χρονολόγησης του γρανοδιορίτη).

Η ισοστατική προ-τεταρτογενής ανύψωση ήταν αντίστοιχη του πάχους των πετρωμάτων του καλύματος, της τάξης αρκετών χιλιομέτρων. Ο νεοτεκτονισμός, η διάβρωση και ο ευστατισμός καθόρισαν την νεώτερη εξέλιξη της Μυκόνου. Τα ρήγματα - διακλάσεις αποτέλεσα εφελκυστικής παραμόρφωσης προσδιόρισαν την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου και συνέβαλαν στη διαμόρφωση τόσο των ακτών όσο και όλης της μορφολογίας του νησιού. Οι διαδικασίες αποσάθρωσης-διάβρωσης ήταν έντονες· αυτό μαρτυρούν οι μεγάλες ποσότητες οξειδωμένων πετρωμάτων στη μόλασσα και νεώτερα οι μορφές τους στο γρανοδιορίτη.

Η τεταρτογενής εξέλιξη του νησιού χαρακτηρίζεται από την

συνέχιση της διάβρωσης και από τις ευστατικές κινήσεις της θάλασσας αυτό δείχνουν οι αποθέσεις των ψαμμιτών σε ύψη από 80 M μέχρι και την σημερινή στάθμη της θάλασσας σε συνδυασμό με την νεώτερη παραμόρφωση.

Τέλος η ανύψωση της στάθμης της θάλασσας σήμερα πιστοποιείται από την παρατήρηση των BEACH-ROCKS μερικά μέτρα μέσα από τις ακτές Μυκόνου.

Η γέννεση ορισμένων ψαμμιτών σε ύψος 0 - 5 M με διασταυρωμένη στρώση οφείλεται πιθανώς σε αιολικά αίτια.

Η μορφοτεκτονική εξέλιξη της Μυκόνου, τμήμα της Κυκλαδικής μάζας αντανακλά την περίπλοκη εξέλιξη της ευρύτερης περιοχής.

#### B I B Λ Ι Ο Γ Ρ Α Φ Ι Α

- ANDRIESEN, P.A.M., BOELRIJK N., HEBEDA E., PRIEM H., VERDURMEN E., VERSCHURE R. (1971). Dating the events of metamorphism and granitic magmatism in the Alpine orogen of Naxos (Cyclades, Greece). Contr. Mineral. Petrol, 69, p. 215-225.
- AVDIS V. (1985). Contribution to the geology of Mykonos. Γεωλ. και Γεωλ. Μελέτες. Τόμος Παπασταματίου.
- ΒΟΡΕΑΔΗΣ. (1961). Η Γεωλογία και τα κοιτάσματα Βαρύτου των νήσων Μυκόνου και Δραγονήσι. Ann. Géol. d. Pays Hell., 12, p. 263-300.
- CAYEUX L. (1911). Existence de calcaire à Gyroporelles dans les Cyclades. C. R. Acad. Sc., Paris, 152, p. 292-293.
- DURR S., ALTHERR R., KELLER J., OKRYSCH M., SEIDEL Z. (1978). The median Aegean Belt; Stratigraphy, structure, metamorphism, magmatism. In: Alps, Apennines, Hellenides. GLOSS H., ROEDER P., SCHMIDT K. (Eds) Stuttgart.
- DURR S., ALTHERR R. (1979). Existence de klippe d'une nappe composite néogène dans l'île de Mykonos/Cyclades. Reun. pour la mer Med., vol. 25, 2a, Monaco.



- GOURNELLOS T. (1980). Contribution à l'étude géologique des Cyclades (Grèce-l'île de Siphnos) (Thèse de 3eme cycle).
- " " (1985). Sur l'existence d'une nappe peu metamorphique dans les îles de Kea et Seriphos (Cyclades, Grèce). Terra cognita, vol. 5, n.2-3.
- LATHI H., GOVETT, G.J.S. (1981). Primary and secondary Halos in Weathered and oxidized rocks - an exploration study from Mykonos, Greece. Journal of Geochemical exploration, 16, 27-40.
- MARAKIS G. (1972). Datation des roches des zones internes de la Grèce. C.R.Soc. Phys. Hist. Nat., Genève, 7, 2-3, 52-58.
- PAPANIKOLAOU D., DERMITZAKIS M. (1980). The Molasse of Paros island, Aegean Sea. Ann. Naturhist. Mus. Wien, 83, 59-71.
- PAPASTAMATIOU J. (1963). Sur la présence se roches sedimentaires d'âge prétriasique à Mykonos (Archipel des Cyclades, Grèce). C.R.Acad.Sc., Paris, (D), 256, p. 5167-5169.
- ΠΑΡΑΣΚΕΥΟΠΟΥΛΟΣ Γ. (1953). Ο Γρανίτης της Μυκόνου και η δράση μεταμορφώσεως επ'αυτού. Ann.Geol.d.Pays Hellen., 4, p. 215-260.
- RIEDL H. (1980). Geographische Studien im Bereich der Kykladen Santorin und Mykonos mit einem Beitrag über Karpathos. Institut für Geographie der Universität Salzburg.
- WENDT T., RASCHKA H., LENZ H., KREUTZER H., HONDORF A., HARRE W., WAGNER G.A., KELLER J., ALTHERR R., OKRUSCH M., SCHLIESTEDT M., SEIDEL E. (1977). Radiometric dating of crystalline rocks from the Cyclades (Aegean Sea, Greece). Fifth Europ. Coll. Geochron. Cosmochron. Isotope Geol. Pisa.