

ΣΧΕΣΕΙΣ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΩΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΣΕΩΣ ΣΤΗ ΝΗΣΟ ΣΙΦΝΟ

Υπό

Θ. ΓΚΟΥΡΝΕΛΛΟΥ

Σύνοψις

Η στρωματογραφική σειρά των μεταμορφωμένων πετρωμάτων της νήσου Σίφνου περιλαμβάνει τρεις άνθρακικούς και δύο κλαστικούς σχηματισμούς που έχουν άποτεθει σε ένα ήπειρωτικό περιθώριο, τό όποιο βρέθηκε σε συνθήκες μεταμορφώσεως ύψηλων πιέσεων.

Απεδείχθη ή ύπαρξις τεσσάρων πτυχογόνων φάσεων και δύο φάσεων μεταμορφώσεως (κυανοί σχιστόλιθοι και πράσινοι σχιστολιθοι).

Η μελέτη των σχέσεων τεκτονικής και μεταμορφώσεως απέδειξε ότι:

α) Η μεταμόρφωσις των ύψηλων πιέσεων είναι σύγχρονος της πρώτης φάσεως των πτυχών. β) Η ανάδρομος μεταμόρφωσις των πρασίνων σχιστολίθων άρχισε στό τέλος του παροξυσμού της πρώτης μεταμορφώσεως. γ) Η δευτέρα φάσις των ίσοκλινών πτυχώσεων της Σίφνου είναι μεταγενεστέρα της μεταμορφώσεως των πρασίνων σχιστολίθων.

Résumé

L'île de Siphnos comporte cinq formations métamorphiques, trois carbonatées et deux détritiques, plus ou moins volcanosédimentaires. Cette serie correspond à des formations marines déposées sur une marge continentale et ayant subi un métamorphisme de haute pression. L'ensemble a été ensuite métamorphisé dans les facies "schistes verts". Nous avons pu éclaircir les relations complexes entre le métamorphisme et la deformation. Ainsi nous pensons que a) Le métamorphisme de haute pression est presque synchrone de la première phase de plissement. b) La rétromp. a commencé des la fin de la phase métamorphique paroxysmale. c) La deuxième phase de plis est posterieure de metamorphisme des "schistes verts".

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

Ίστορικό

Ἡ πρώτη γεωλογική μελέτη διά τήν νήσον ἐγένετο ἀπό τούς H.V. FOULLON καί V. GOLDSMIDT (1887), ὅπου γίνεται καί μία σύγκρισις μέ τάς νήσους Σῦρον καί Τήνον. Ὁ Κ. ΚΤΕΝΑΣ (1909) ἐδημοσίευσεν μίαν πετρολογικήν μελέτην γιά τάς νήσους Σῦρον καί Σίφνον. Μία λεπτομερῆ πετρογραφική περιγραφή καί μία γεωλογική χαρτογράφησις σέ κλίμακα 1:50.000 ἐγένετο ὑπό τῆς ΕΛ. ΔΑΒΗ (1966).

Μετέπειτα ἀκολουθοῦν διάφορα ἄρθρα ἐπίσης πετρολογικοῦ περιεχομένου μέ τούς Μ. OKRUSCH καί Ε. SEIDEL (1975) καί τούς Μ. OKRUSCH, Ε. SEIDEL καί ΕΛ. ΔΑΒΗ (1978).

Τέλος ὁ ALTHERR καί οἱ συνεργάτες του (1977, 1979) χρονολογοῦν δύο ἐπεισόδια μεταμορφώσεως γιά τή νήσο Σίφνο 42 ἐκ. ἔτη καί 21-22 ἐκ. ἔτη ἀντίστοιχα.

Εἰσαγωγή

Ἡ νήσος Σίφνος ἀποτελεῖ μέρος τῆς Ἀττικο-Κυκλαδικῆς μάζης, ἀποτελουμένης κυρίως ἀπό μεταμορφωμένα πετρώματα.

Ἡ στρωματογραφική σειρά περιλαμβάνει (GOURNELLOS 1980) ἀπό τά κάτω πρὸς τά ἄνω:

- Σχιστόλιθους καί γνεύσιους πάχους 500-600 Μ περίπου, πού ἔχουν μεταμορφωθεῖ σέ ὑψηλές καί κατόπιν σέ χαμηλές πιέσεις.
- Κατώτερα μάρμαρα κυανά ἢ λευκά σέ στρώματα πάχους 0,7-1,2 Μ. Τό συνολικό πάχος τους δέν ξεπερνᾶ τά 120 Μ.
- Μάρμαρα «κροκαλοπαγῆ» πάχους 60 ἕως 80 Μ. Πρόκειται γιά ἄδρομερές κλαστικό ὑλικό ποικίλης συστάσεως πού ὅμως ἐπικρατῶν μετα-ᾄξινα η μεταβασικά συστατικά. Πρέπει νά σημειωθεῖ ὅτι ἡ συνδετική ὕλη στή βάση αὐτοῦ τοῦ στρώματος εἶναι ἀβεστολιθική καί προοδευτικά γίνεται πυριτική.
- Σχιστόλιθοι καί γνεύσιοι πάχους 80 Μ περίπου, πού ἔχουν ὑποστεῖ ὅπως καί οἱ κατώτεροι σχιστόλιθοι γνεύσιοι δύο φάσεις μεταμορφώσεως.
- Ἀνώτερα μάρμαρα πού τίς περισσότερες φορές ἔχουν ὑποστεῖ δευτερογενῆ δολομιτίωση. Τό πάχος τους δέν ξεπερνᾶ τά 15 Μ.

Ἐπάνω στά μεταμορφωμένα πετρώματα βρίσκουμε σέ ἀσυμφωνία διάφορα ἰζηματογενῆ πετρώματα τεταρτογενοῦς ἡλικίας, πρόκειται γιά μερικά μέτρα ψαμμιτῶν ἢ ἀβεστοψαμμιτῶν, συμπαγῆ, κροκαλοπαγῆ πολύμικτα καί ἐμφάνισεις χαλαρῶν ἀλλουβίων.

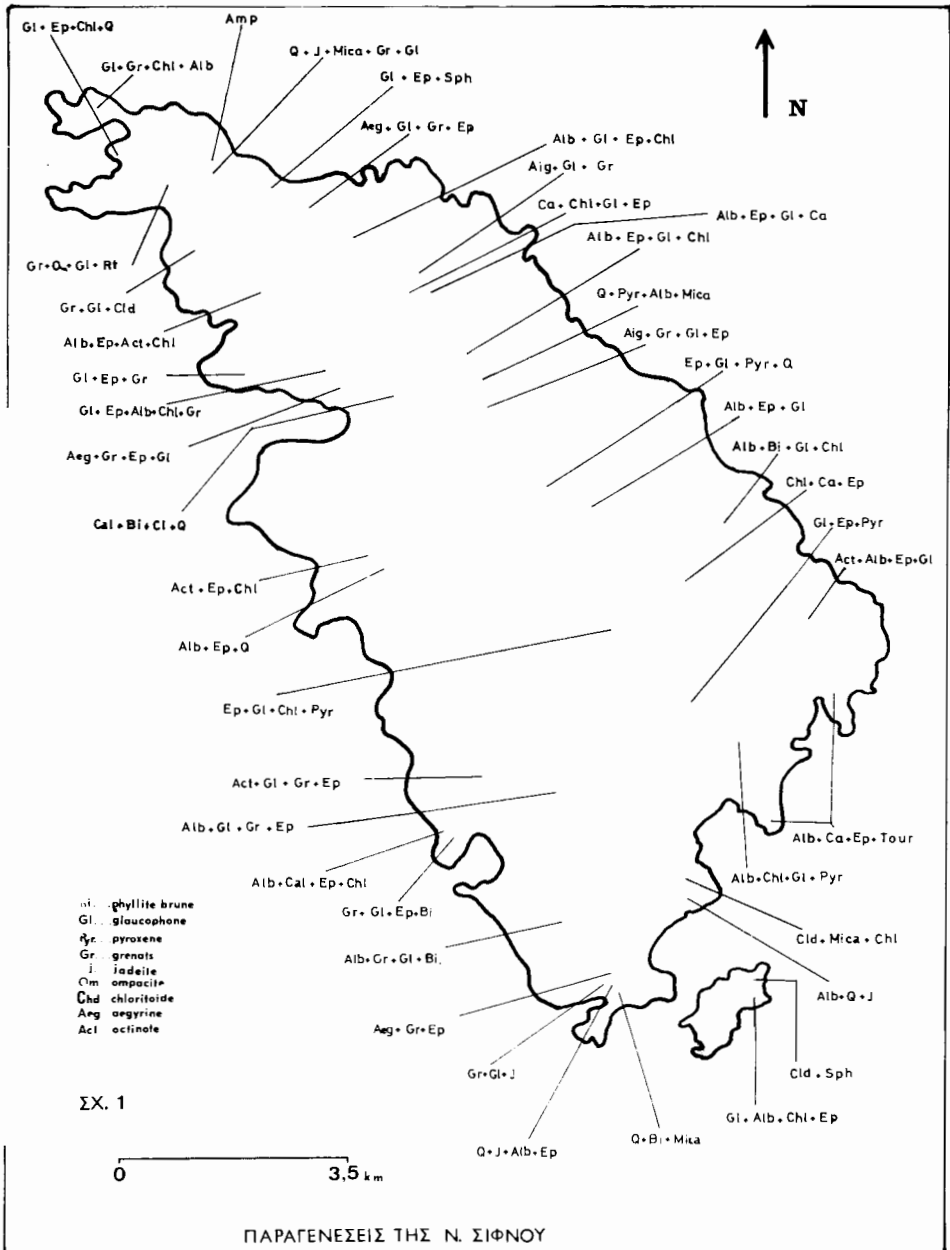
Τεκτονική ἀνάλυσις

Ἡ σημερινή δομή τῆς νήσου εἶναι ἀποτέλεσμα μιᾶς ἀρκετά πολύπλοκης τεκτονομεταμορφικῆς ἐξέλιξης. Ἡ μικρό καί μακροτεκτονική μελέτη πού ἐγένετο ἐπέτρεψε νά προσδιορίσουμε τούς κύριους χαρακτήρες (Γεωμετρικούς καί Κινηματικούς) κάθε γενεᾶς παραμόρφωσης, καθώς ἐπίσης καί τίς σχέσεις των στό χῶρο καί τόν χρόνο). (GOURNELLOS 1980).

Διεκρίθησαν τέσσερες παραμορφωτικές φάσεις, οἱ δύο πρῶτες ἦταν ἀποτελέ-

σμα έντόνων έφαπτομενικῶν δυνάμεων (ίσοκλινείς πτυχές), ή τρίτη «άνοικτή» πτύχωση, ή τελευταία παραμορφωτική φάση έδωσε πτυχές μεγάλης καμπυλότητας.

Οί προαναφερθείσες φάσεις είναι τό άποτέλεσμα μιᾶς σχεδόν συνεχούς



phase de recristallis.	phase de deformat.	m. blanc	phyllite prunée	amph. verte	amph. bleu	Jadéite	omphazite	aegyrine	chloritoide	plagioclase
ante										
syn	F₁									
post										
syn	F₂									
post										
	F₃	recristallisation Q, Mica, Ep, Chl, Calc.								
	F₄	Q Calc Ψηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.								

παραμορφώσεως. Μετά την τελευταίαν πτυχογόνον φάσιν αρχίζει ή ασυνεχής παραμόρφωσις μέ την εμφάνισιν μεγάλων ρηγμάτων.

Ὡς πρός τόν προσανατολισμόν τῶν διαφόρων παραμορφωτικῶν φάσεων παρατηρεῖται ὅτι:

— Οἱ διευθύνσεις τῶν ἁξόνων τῶν πτυχῶν τῆς πρώτης φάσεως εἶναι ἀδύνατον νά προσδιοριστοῦν, ὑπολογίζονται περίπου N30⁰ ἕως N60⁰.

— Οἱ ἁξονες τῆς δευτέρας πτυχώσεως ἔχουν προσανατολισμόν N120⁰.

— Οἱ ἁξονες τῶν πτυχῶν τῆς τρίτης φάσεως κυμαίνονται μεταξύ N30⁰ καί N50⁰.

— Ἡ τέταρτη φάση πού ἐγένετο σέ ἀνώτερο «τεκτονικό ὄροφο» ἔχει ἁξονες N-S.

Οἱ διευθύνσεις τῶν ρηγμάτων εἶναι κυρίως NE-SW καί NW-SE.

Στήν κλίμακα τοῦ γεωλογικοῦ χάρτη δέν ἐμφανίζονται οἱ πτυχές τῆς πρώτης παραμορφωτικῆς φάσεως καί ή σημερινή δομή τῆς νήσου εἶναι κατά μεγάλο ποσοστό ἀποτέλεσμα τῶν μακροπτυχῶν τῆς δευτέρας φάσεως.

Μεταμόρφωσις

M. OKRUSCH, E. SEIDEL καί E. DAVIS (1978) ἐδημοσίευσαν μία ἀναλυτική μελέτη γιά τή Σίφνο. Ἀποδεικνύουν τήν ὑπαρξιν δύο διαφορετικῶν παραγενέσεων πού ἰσοδυναμοῦν μέ μεταμορφώσεις ὑψηλῶν καί χαμηλῶν πιέσεων (κυανοί καί πράσινοι σχιστολιθοί).

Κατά τήν πετρολογική μελέτη διεκρίθησαν τρία κύρια εἶδη πετρωμάτων: τά μετα-βασικά, τά μετα-ὄξινα καί οἱ μετα-ραδιολαρίτες.

A. Ἐκ τῶν **ΜΕΤΑ-ΒΑΣΙΚΩΝ** πετρωμάτων τά σπουδαιότερα εἶναι:

1. Οἱ Ἐκλογίτες μέ πιθανήν πορεία σχηματισμοῦ τῶν ὄρυκτῶν:

Γλαυκοφανής				Γλαυκοφανής
Ὀμφακίτης		Ἐπίδοτο		Ἐπίδοτο
Χαλαζίας —	Χαλαζίας —	— Χλωρίτης —	Χαλαζίας	
Μοσχοβίτης			Μοσχοβίτης	
Γρανάτης	Γρανάτης	Γρανάτης		

2. Τά πετρώματα μέ Γλαυκοφανή - Γρανάτη — Ἐπίδοτο

B. Ἐκ τῶν **ΜΕΤΑ-ΟΞΙΝΩΝ** πετρωμάτων τά σπουδαιότερα εἶναι:

1. Οἱ γενέσιοι μέ Ἰαδείτη

2. Οἱ σχιστόλιθοι μέ Γλαυκοφανή, Γρανάτη καί Χλωριτοειδές.

3. Οἱ μαρμαρυγιακοί σχιστόλιθοι μέ χλωριτοειδές, Χαλαζία, ἀνθρακικό καί Ἄστριους

4. Τά πετρώματα μέ Χλωριτοειδές - Σφήνα

Γ. Οἱ **ΜΕΤΑ-ΡΑΔΙΟΛΑΡΙΤΕΣ** ἀποτελοῦνται κυρίως ἀπό Χαλαζία, Γρανάτη, Νατριούχους πυρόξενους, κυανούς Ἀμφίβολους καί Ἐπίδοτο.

Πρέπει νά σημειωθεῖ ὅτι οἱ παραγενέσεις:

α) Γλαυκοφανής - Γρανάτης - Χλωριτοειδές

β) Χαλαζίας . Μαρμαρυγίας

γ) Χλωριτοειδές - Σφήνα

phase de recristall.	phase de deform.	epidote	grenat	chlorite	calcite	tourmaline	opaques
ante							
syn	F₁						
post							
syn	F₂						
post							
	F₃						
	F₄						

ΣΧ. :

περιγράφονται διά πρώτην φοράν εις τήν νήσον. Φαίνεται ότι ή κρυστάλλωσις του χλωριτοειδοϋς συνδέεται μέ τήν περίσειαν σέ Ἄργίλιον τῶν περιβαλόντων πετρωμάτων. Ἡ ανάπτυξις του δέ παρατηρήθη τόσον κατά τήν περίοδον τῆς κυρίας παραμορφώσεως ὅσον καί μετέπειτα.

Σχέσις Μεταμορφώσεως καί Τεκτονικῆς

Τό νησί τῆς Σίφνου ἀποτελεῖ ἕνα ἀπό τά πολλά παραδείγματα τῶν διαφόρων ὀρογενέσεων ὅπου ή κυρία παραμορφωσις ήκολουθήθη ἀπό μίαν ἀνάδρομον τοιαύτην μικροτέρας θερμοκρασίας (καί πιέσεως). Τό γεγονός ὅτι στό βόρειο τμήμα του νησιοϋ οἱ παραγενέσεις πού δείχνουν ἀρκετά ὑψηλές πιέσεις εἶναι διαδεδομένες, ἐνώ πρός νότον εὐρίσκονται σέ ὑπολειμματικές μορφές (Σχήμα 1) δηλοῖ ὅτι οἱ παράγοντες μεταμορφώσεως δέν ἦταν ὁμοιόμορφοι δι' ὅλην τήν νήσον.

Τά σχήματα 2 καί 3 δείχνουν τήν σειράν σχηματισμοϋ τῶν κυριωτέρων ὄρυκτων τῆς Σίφνου, σέ σχέση μέ τίς παραμορφωτικές φάσεις.

Ἔτσι ή παροξυσμική φάση τῆς μεταμορφώσεως τῶν κυανῶν σχιστολίθων συνοδεύθη καί ἀπό μία παραμόρφωση (F₁) μεγάλης ἐντάσεως πού ἔδωσε γένεση Ψηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας. Α.Π.Θ.

στis ισoκλινείς πτυχές (P₁) τής πρώτης φάσεως. Συγχρόνως έδημιουργήθη και γράμμωση (L₁) από προσανατολισμόν του γλαυκοφανουs.

Μετά τήν κύρια φάση μεταμορφώσεως άρχεται ή ανάδρομος τοιαύτη (πρασινοσχιστολιθική φάσις).

Η δευτέρα παραμορφωτική φάση (F₂) πτυχώνει τούς πράσινους σχιστόλιθους τής δευτέρας φάσεως μεταμορφώσεως. Έν συνεχεία ακολουθούν οι παραμορφωτικές φάσεις F₃ και F₄ μέ πτυχώσεις που έχουν άξονικά επίπεδα μέ σχετικά μεγαλύτερας κλίσεις και τέλος άρχίζει ή άσυνεχής παραμόρφωσις (Pήγματα, έφιπτεύσεις).

BIBLIOGRAPHIE

- ALTHERR R., HARRE W., KREUZER H., OKRUSCH M., SEIDEL E., (1976b). On the age of the high-pressure metamorphism on Sifnos (Greece). *Preliminary report. 25th Congr. and Plen. Ass., O.I.E.S.M., Split*, p. 315-316.
- ALTHERR R., SCHLIESTEDT M., OKRUSCH M., SEIDEL E., KREUZER H., HARRE W., LENZ H., WENDT I., WAGNER G.A. (1979) Geochronology of high-pressure rocks on Siphnos (Cyclades, Greece). *Contr. Miner. Petrol.*, 70, p. 245-255.
- BONNEAU M., GEYSSANT J., LEPVRIER C., (1978). Plis couchés kilométriques dans l'île de Naxos, Conséquences. *Rev. Géogr. phys. Géol. Dyn.*, (2), XX.
- BONEAU M., BLAKE M.C., GEYSSANT J., KIENAST J.R., LEPVRIER C., MALUSKI H., PAPANIKOLAOU D., (1980). Sur la signification des séries métamorphiques (schistes bleus) des Cyclades (Hellénides, Grèce). L' exemple de l' île de Syros. *C.R. Acad. Sc., Paris, (D)*, 290, p.
- DAVIS E., (1966). Der geologische Bau der Insel Siphnos. *Inst. Geol. Subs., Athènes*, p. 161-220, 1 carte géologique en coul. au 1/50.000.
- FOULLON H., GOLDSCHMIDT V. (1887). Über die geologischen Verhältnisse der Inseln Syra, Syphnos und Tinos. *Jahr. geol. R.A.*, 37, p. 1-34, Wien.
- GEYSSANT J., LEPVRIER C., (1979). Plis couchés à axes NS et métamorphisme haute pression dans les Cyclades: l' île de Sikinos. *C.R. Acad. Sc., Paris, (D)*.
- GOURNELLOS T. (1980). Contribution à l' étude géologique des Cyclades: L' ILE DE SIPHNOS, thèse de 3ème cycle — *Université Paris VI*.
- GOURNELLOS T. (sous-press). Nouvelles donnees sur la géologie de l' île de Siphnos, son emplacement dans le cadre geologique des cyclades.
- JANSEN B.J.H. (1973). Carte géologique de Naxos.
- MARINOS G. (1973). Geology and mineral deposits of Andros island. *Inst. Geol. Subs. Res.*, 3, p. 201-226.
- MARINOS G., PETRASCHECK W.E., (1956). Laurium. *Inst. geol. Subs. Res.* 4, I, p. 246.
- MELIDONIS N. (1980) The geological structures and mineral deposits of Tinos Island (Cyclades). *Inst. geol. miner. Expl.*, Athens.
- NEGRIS P. (1914, 1915, 1919). Roches cristallophylliennes et tectonique de la Grèce. Athènes.
- OKRUSCH M., SEIDEL E., DAVIS E.N. (1978). The assemblage jadeite-quartz in the glaucophane rocks of Sifnos (Cyclades Archipelago, Greece). *N. Jb. Mineral., Abh.*, 132, p. 284-308.
- PAPANIKOLAOU D. (1977). On the structural geology and tectonics of Paros island, Aegean Sea. *Ann. geol. Pays hellén.*, 28. p. 450-464.
- PAPANIKOLAOU D. (1978). Geological research in Andros island, Aegean Sea. *Thèse. Univ. Athènes*, 231 p.

- PAPANIKOLAOU D. (1978). Contribution to the geology of Ikaria island, Aegean Sea. *Ann. géol. Pays hellén.*, 29, p. 1-28.
- PHILIPPSON A. (1898). La tectonique de l' Egéide. *Ann. Géogr.*, p. 112-141, Paris.
- PHILIPPSON A. (1959). Die griechischen Landschaften. Eine Landeskunde. *In Das Aegaeische Meer und seine Inseln.* 4, 412 p.
- SCHLIESTEDT M. (1978). Preliminary note on deerite from high pressure metamorphic rocks of Sifnos, Greece. *Contr. min. Petr.*, 66, p. 105-107.
- TRIKALINOS J. (1954). Über die paläogeographische Bedeutung der Kykladen-mass für die tectonische Entwicklung des östlichen Teiles Griechenlands. *Prakt. Akad. Ath.* 18, 2, 48 s.