

# ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΕΠΙ ΤΗΣ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΤΟΥ ΔΥΤΙΚΟΥ ΠΕΝΤΕΛΙΚΟΥ - ΑΤΤΙΚΗ \*

Υ Π Ο

ΗΛΙΑ Δ. ΜΑΡΙΟΛΑΚΟΥ - ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ Ι. ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ \*\*

Μετά 22 εικόνων έντός κειμένου.

## Ι. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Έν τῷ πλαισίῳ γενικωτέρας προσπάθειας μελέτης τῶν γεωλογικῶν καὶ τεκτονικῶν συνθηκῶν τοῦ μεταμορφωμένου συστήματος τῆς Ἀττικῆς προέβημεν εἰς τὴν ἐκπόνησιν τῆς παρούσης ἐργασίας, εἰς τὴν ὁποίαν ἐκτίθενται τὰ συμπεράσματα τῆς ἐρεῦνης ἐπὶ τῆς τεκτονικῆς δομῆς τοῦ δυτικῆς τμήματος τοῦ Πεντελικοῦ. Ταῦτα βασίζονται ἐπὶ παρατηρήσεων μεσοσκοπικῆς κλίμακος καὶ περιορίζονται εἰς τὰς μορφάς, αἵτινες ὀφείλονται εἰς τὴν δρᾶσιν τῶν παλαιότερων παραμορφωτικῶν φάσεων, ὡς αὗται καθωρίσθησαν ὑπὸ τοῦ Η. ΜΑΡΙΟΛΑΚΟΥ (1971) διὰ τὸν Ὑμηττόν. Δὲν ἐμελετήθησαν ἐπομένως τὰ μεγάλα ρήγματα τῶν νεώτερων παραμορφωτικῶν φάσεων, τὰ ὁποῖα ἀποτελοῦν τὸ ἀντικείμενον ἐτέρας ἐρεῦνης εὐρισκομένης ἐν ἐξελίξει.

Ἡ ὅλη ἐργασία ἐβασίσθη ἐπὶ λεπτομερῶν καὶ πολυαρίθμων μετρήσεων τῶν διαφόρων τεκτονικῶν στοιχείων ἐφ' ὀλοκλήρου τοῦ δυτικῆς τμήματος τοῦ Πεντελικοῦ, τόσον ἐπὶ τῶν μαρμάρων ὅσον καὶ ἐπὶ τῶν σχιστολίθων. Ἐκ τῶν στατιστικῶς ἐπεξεργασθεισῶν μετρήσεων παρουσιάζονται κυρίως ἐκεῖναι, αἱ ὁποῖαι ἐκρίθησαν ὡς ἐνδιαφέρουσαι.

Ἰδιαιτέρα προσοχὴ κατεβλήθη εἰς τὴν χρονικὴν ταξινόμησιν, τὴν τεκτονικὴν καὶ δυναμικὴν ἀνάλυσιν τῶν συστημάτων διακλάσεων, ὡς καὶ εἰς τὴν ὑφισταμένην σχέσιν τούτων πρὸς τὰ ὑπόλοιπα στοιχεῖα τοῦ τεκτονικοῦ ἴστού.

Ἡ ἔλλειψις καταλλήλων φυσικῶν τομῶν δὲν ἐπέτρεψε τὴν δυναμικὴν ἀνάλυσιν ἀπάντων τῶν συστημάτων διακλάσεων. Ἐν τούτοις ἐλπίζομεν ὅτι ἡ ἔρευνα ἐπὶ τοῦ ὑπολοίπου τμήματος τοῦ Πεντελικοῦ, ἢ ὁποῖα συνεχίζεται, θὰ μᾶς ἐπιτρέψῃ νὰ συμπληρώσωμεν καὶ ἀκολούθως νὰ ὀλοκληρώσωμεν τὴν εἰκόνα καὶ τὰ διαδοχικὰ στάδια ἐξελίξεως τοῦ τεκτονικοῦ ἴστού.

---

\* Observations on the Structural Geology of Western Pentelikon - Attica (Greece).

\*\* Δρ Η. Δ. ΜΑΡΙΟΛΑΚΟΣ, Ἐπιμελητὴς Ἐργαστηρίου Γεωλογίας καὶ Παλαιοντολογίας Πανεπιστημίου Ἀθηνῶν, Ἀκαδημίας 46, τ.τ. 143, Ἀθῆναι.

Δ. Ι. ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ, Πτυχιούχος Φυσιογνωσίας καὶ Γεωγραφίας, Ἐργαστήριον Γεωλογίας καὶ Παλαιοντολογίας Πανεπιστημίου Ἀθηνῶν, Ἀκαδημίας 46, τ.τ. 143, Ἀθῆναι.

Τὸν Διευθυντὴν τοῦ Ἐργαστηρίου καὶ Μουσείου Γεωλογίας καὶ Παλαιοντολογίας τοῦ Πανεπιστημίου Ἀθηνῶν Καθηγητὴν κ. Γ. ΜΑΡΙΝΟΝ διὰ τὰς διευκολύνσεις του κατὰ τὴν ἐκπόνησιν τῆς ἐργασίας θερμότατα εὐχαριστοῦμεν.

Ὅμοίως εὐχαριστοῦμεν θερμῶς τὸν συνάδελφον κ. Σ. ΛΕΚΚΑΝ, βοηθὸν τοῦ Ἐργαστηρίου Γεωλογίας καὶ Παλαιοντολογίας, διὰ τὴν βοήθειάν του τόσον ἐν ὑπαίθρῳ εἰς τὴν συλλογὴν τῶν διαφορῶν στοιχείων, ὅσον καὶ κατὰ τὴν παρουσίασιν τούτων.

## II. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΟΡΙΑ

Τὸ Πεντελικὸν ὑψοῦται εἰς ἀπόστασιν 17 χλμ. ΒΑ τῶν Ἀθηνῶν μὲ τὰς κλιτεῖς αὐτοῦ ὁμαλῶς βυθιζομένης ἐκατέρωθεν τῆς κορυφῆς του, ὕψους 1108 μ.

Ἡ ὑπὸ μελέτην περιοχὴ συνιστᾷ τὴν κυρίως μᾶζαν τοῦ Πεντελικοῦ (εἰκ. 1) καὶ καθορίζεται πρὸς Βορρᾶν ὑπὸ τοῦ βουνοῦ Διονυσοβουνι (650 μ.) καὶ τῆς κοινοτήτος Ρέας, πρὸς Νότον ὑπὸ τῶν κοινοτήτων Παλαιᾶς καὶ Νέας Πεντέλης, πρὸς Δυσμᾶς ὑπὸ τῶν κοινοτήτων Ἐκάλης, Νέας Ἐρυθραίας, Νέας Πολιτείας, πρὸς Ἀνατολὰς δὲ ὑπὸ τῆς ἐγκαρσίως πρὸς τὸν μορφολογικὸν ἄξονα τοῦ Πεντελικοῦ διηκούσης κοιλάδος τοῦ Λυκορρέματος, ἣτις ἀπολήγει εἰς τὸν αὐχένα τὸν σχηματιζόμενον ἀνατολικῶς τῆς κορυφῆς Μπύρζα (865 μ.).

Εἰς τὸν καθορισμὸν τῶν ἀνωτέρω ὁρίων ἐλήφθη ὑπ' ὄψιν τὸ γεγονὸς ὅτι εἰς τὴν μελετηθεῖσαν περιοχὴν ἐμφανίζονται ἅπαντες οἱ στρωματογραφικοὶ ὀρίζοντες καὶ ἐπὶ πλεόν αἱ κυριώτεραι ἐμφανίσεις τῶν μαρμάρων, καθὼς ἐπίσης καὶ ἅπαντες οἱ πετρολογικοὶ τύποι τοῦ συστήματος τῶν Σχιστολίθων τῆς Καισαριανῆς.

## III. ΠΕΡΙ ΤΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΔΟΜΗΣ - ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ

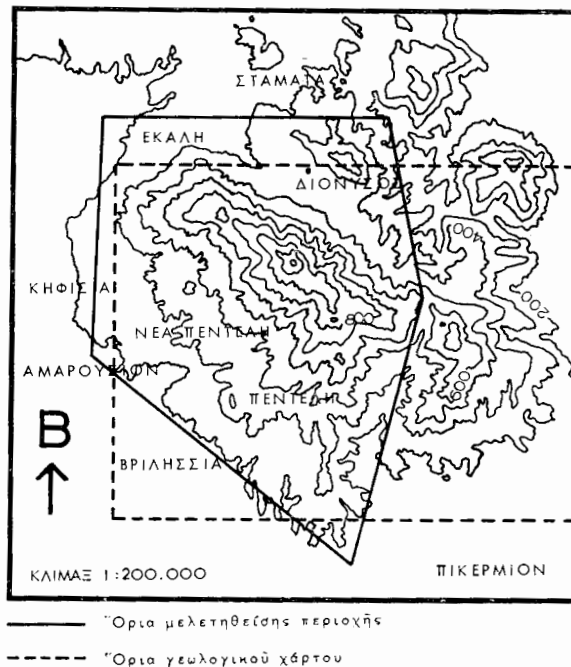
### A. Γενικά.

Εἶναι γνωστὸν ὅτι ἡ τεκτονικὴ καὶ ἰδίως ἡ στρωματογραφικὴ διάρθρωσις τῆς Ἀτικῆς δὲν ἔχει εἰσέτι ἐντελῶς ἀποσαφηνισθῆ, παρὰ τὸ γεγονὸς ὅτι πολλοὶ ἐρευνηταί, βαθεῖς γνώσται καὶ ἀκάματοι ἐργάται τῆς Γεωλογίας, ἡσχολήθησαν κατὰ καιροὺς εἰς τὴν περιοχὴν.

Ἡ δυσκολία ἔγκειται κυρίως εἰς τὸ γεγονὸς ὅτι τὰ ἀρχικῶς ὡς ἰζηματογενῆ σχηματισθέντα πετρώματα, ὑπέστησαν ἐν συνεχείᾳ τὴν ἐπίδρασιν περισσοτέρων τῆς μᾶς παραμορφωτικῶν φάσεων, αἵτινες εἶχον ὡς ἀποτέλεσμα τὴν μεταμόρφωσιν τούτων καὶ κατὰ συνέπειαν τὴν ἀλλοίωσιν τοῦ ἀρχικοῦ των ἰσοῦ, ὡς καὶ τὴν καταστροφὴν τῶν ἐμπερικλειομένων ἀπολιθωμάτων. Ἐνεκα τῶν ἀνωτέρω ἐκτεθέντων προέκυψαν αἱ κατὰ καιροὺς ἄκρως ἀντίθετοι ἀπόψεις τῶν διαφορῶν ἐρευνητῶν ἐπὶ τῆς στρωματογραφίας, αἱ κυριώτεραι τῶν ὁποίων δίδονται ἐν συνόψει εἰς τὸν πίνακα I.

Ὁ πρῶτος συστηματικὸς μελετητὴς τῆς Γεωλογίας τῆς Ἀττικῆς εἶναι ὁ LEPSIUS (1893). Οὗτος βάσει παρατηρήσεων ἐφ' ὁλοκλήρου τῆς Ἀττικῆς καὶ κατόπιν ἐκπονήσεως λεπτομερεστάτου γεωλογικοῦ χάρτου κλίμακος 1 : 20.000, ἐθεμελίωσε τὴν στρωματογραφικὴν διάρθρωσιν.

Νεώτεροι τοῦ LEPSIUS ἐρευνῆται (KOBER, ΤΡΙΚΚΑΛΙΝΟΣ, SINDOWSKI, ΜΑΡΙΝΟΣ, PETRASHECK, ΠΑΡΑΣΚΕΥΟΠΟΥΛΟΣ κλπ.) ἐξέφρασαν ἀπόψεις,



Εἰκ. 1.

Fig. 1. Map of the studied area.

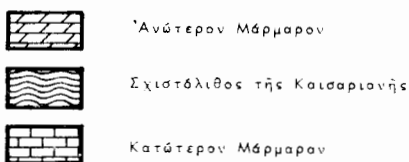
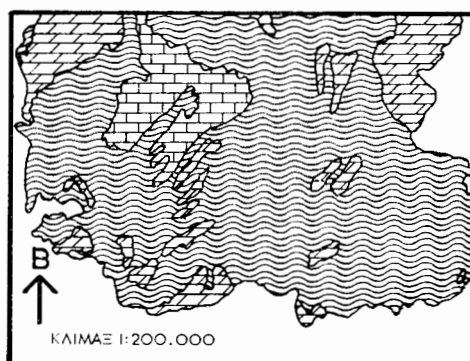
αἱ ὁποῖα ἀνεσκέυασαν, διεμόρφωσαν ἢ συνεπλήρωσαν μερικῶς τὴν ὑπ' αὐτοῦ τὸ πρῶτον δοθεῖσαν τεκτονικὴν καὶ στρωματογραφικὴν εἰκόνα.

Ἡμεῖς εἰς τὴν παροῦσαν, διὰ τὴν περιγραφὴν τῶν διαφόρων ὀριζόντων τοῦ μεταμορφωμένου συστήματος, χρησιμοποιοῦμεν τοὺς ὑπὸ τοῦ LEPSIUS δοθέντας χαρακτηρισμοὺς τῶν διαφόρων στρωματογραφικῶν συστημάτων.

Εἰς τὸ Πεντελικόν, ὅπερ ἔχει τὴν ἴδιαν περίπου γεωλογικὴν δομὴν μετὸν Ὑμηττόν, ἀπαντοῦν κατὰ LEPSIUS οἱ τρεῖς ἀνώτεροι ὀρίζοντες τοῦ μεταμορφωμένου συστήματος, ἧτοι τὸ Κατώτερον Μάρμαρον, τὸ σύστημα τῶν Σχιστολίθων τῆς Καισαριανῆς καὶ τὸ Ἀνώτερον Μάρμαρον.

## Β. Κατώτερον Μάρμαρον.

Οι όριζόντες του Κατωτέρου Μαρμάρου εμφανίζονται ως συμπαγείς όγκοι λευκού λαμπυρίζοντος μαρμάρου, το οποίο εννεκα της άριστης ποιότητός του, τυγχάνει εκμεταλλεύσεως από της αρχαιότητας μέχρι σήμερα. Κύριον χαρακτηρι-



Γεωλογικόν σκάρωμα τμήματος μελετηθείσης περιοχής (κατά LEPSIUS, αμικρυθεΐσα υπό ΒΟΥΓΙΟΥΚΑ)

Εικ. 2. — Fig. 2. Geological sketch of the studied area (From the Geol. map of LEPSIUS, scale 1 : 20.000).

στικόν τούτου είναι ο μέγας βαθμός ανακρυσταλλώσεως, οφειλόμενος εις δυναμικήν μεταμόρφωσιν. Όλόκληρος ο πυρήν του όρους δομείται έξ όριζόντων του Κατωτέρου Μαρμάρου (εικ. 2).

## Γ. Σχιστόλιθος της Καισαριανής.

Προκειμένου διά την Πεντελικήν μάζαν όμιλοϋντες περι του συστήματος των Σχιστολίθων της Καισαριανής, έννοοϋμεν ποικιλίαν πετρολογικών τύπων, πολϋ ή όλίγον απέχόντων εκ του τυπικού Σχιστολίθου της Καισαριανής, ο όποιος ως γνωστόν συνίσταται συνήθως εκ τεφρών έως σκοτεινού χρώματος μαρμαρυγιακών σχιστολίθων, φυλλιτών, άργιλικών σχιστολίθων και άσβεστιτικών φυλλιτών.

Ό KOBEB (1929, σελ. 304) θεωρεί ότι οι γενέσιοι, οι όποιοι άπαντοϋν εις τας δυτικας κλιτεϊς του Πεντελικου και τους όποιους ο LEPSIUS έχει έντάξει εις το σύστημα των σχιστολίθων της Καισαριανής, συνιστοϋν μεταμορφωθείσας γρανιτικας διεισδύσεις εις το σχιστολιθικόν υπόβαθρον.

Σ τ ρ ω μ α τ ο γ ρ α φ ι κ ή δ ι ά ρ θ ρ ω σ ι ς τ η ς ' Α τ τ ι κ ή ς .

L E R S I U S , 1893	K O B E R , 1929	M A Ρ Ι Ν Ο Σ - Ρ Ε Τ Ρ Α Σ C H E C K , 1951 - 52 ( Λ α ύ ρ ι ο ν )	Π Α Π Α Δ Ε Λ Α Σ , 1969 ( Μ α ρ α θ ώ ν )
Κρητικών 'Ανώτ. άσβεστολίθος (Λυκαβηττού)	Κατωτ. Βοιωτική Σειρά Στρώματα Λυκαβηττού και Τουρκοβουνίων	Μαρινος - Πετρασσεκ, 1951-52 (Λαύριον)	Κρητικών μάρμαρον (Nerineen)
Κρητικών Σχιστόλιθος 'Αθηνών άσυμφωνία	Κατωτ. Βοιωτική Σειρά 'Επώθης	Μαρινος - Πετρασσεκ, 1951-52 (Λαύριον)	'Ερυθροί κερατόλιθοι
Κρητικών Κατώτ. άσβεστολίθος και Στρώματα Καρά	Κατωτ. Βοιωτική Σειρά 'Ασβεστολίθος 'Αλεποβουνίου και 'Αρδηττού 'Επώθης	Μαρινος - Πετρασσεκ, 1951-52 (Λαύριον)	Κυανού βιτουμενιούχον μάρμαρον 'Ανοικτότερον μάρμαρον μετά τερφών και μελανών κερατολιθικών ένστρώσεων
Κρητικών Στρώματα Καρά άσυμφωνία	Κατωτ. Βοιωτική Σειρά Στρώματα Καρά 'Επώθης	Μαρινος - Πετρασσεκ, 1951-52 (Λαύριον)	Διμαρμαρον. σχιστόλιθος Χαλαζ. ταινιόδες μάρμ.
Κρητικών 'Ανώτ. Μάρμαρον Σχιστόλιθοι Καισαριαν.	Κατωτ. Βοιωτική Σειρά Μαρμαρον. σχιστόλιθ. 'Επίχλυσις	Μαρινος - Πετρασσεκ, 1951-52 (Λαύριον)	'Αλβιτ. χλωριτ. σχιστόλ.
Κρητικών Κατώτ. Μάρμαρον Δολομίται Πιναρής Σχιστόλιθος Βάρης	Κατωτ. Βοιωτική Σειρά Μάρμ. και Δολομίται Σχιστόλιθος Βάρης Γνεύσιοι Πεντελικού	Μαρινος - Πετρασσεκ, 1951-52 (Λαύριον)	'Ανώτ. άσβεστιτ. μαρμαρονικός σχιστόλιθος 'Ανώτ. Μάρμ. Λαυρίου Κατώτ. άσβεστιτ. μαρμαρονικός σχιστόλιθος μετ' ένστρώσ. μαρμαרון Κατώτ. Μάρμ. Λαυρίου άσυμφωνία
Ποκάμβριον	Κατωτ. Βοιωτική Σειρά Τα στρώματα ταύτα σχηματίζουν σειράν λεπτών Πάλλαιων	Μαρινος - Πετρασσεκ, 1951-52 (Λαύριον)	Μέσο - 'Ανώτερον Αιθαλομαρμαρον Μέσο - Μάρμ. Λαυρίου Κατώτ. Μάρμ. Λαυρίου άσυμφωνία
Κρητικών Κατωτ. Βοιωτική Σειρά	Κατωτ. Βοιωτική Σειρά Κατωτ. Βοιωτική Σειρά	Μαρινος - Πετρασσεκ, 1951-52 (Λαύριον)	Κατωτ. Βοιωτική Σειρά Κατωτ. Βοιωτική Σειρά

Λεπτομερεῖς ἔρευναι ὁμως (ΠΑΡΑΣΚΕΥΟΠΟΥΛΟΣ, 1957) ἀπέδειξαν, ὅτι τὸ σύστημα τοῦ Σχιστολίθου τῆς Καισαριανῆς εἰς τὰς δυτικὰς κλιτεῖς τοῦ Πεντελικοῦ συνίσταται ἐκ δύο μεγάλων ομάδων πετρωμάτων, ἔξ ὧν ἡ πρώτη περιλαμβάνει ἐπιδοτιτικούς - κερροστιλβικούς γενεσίους, ἐπιδοτιτικούς ἀμφιβολίτας, χλωριτικούς ἐπιδοτιτικούς ἀμφιβολίτας καὶ ἐπιδοτιτικούς ἀλβιτικούς χλωριτικούς σχιστολίθους. Εἰς τὴν δευτέραν ομάδα ὑπάγονται μοσχοβιτικοὶ γενεῖσιοι καὶ μοσχοβιτικοὶ σχιστόλιθοι. Ὁ ἴδιος ἐρευνητὴς ἀπέδειξεν ὅτι ἅπαντες οἱ ἀνωτέρω τύποι προέρχονται ἐκ τῆς μεταμορφώσεως ἀργιλλομαργαϊκῶν πετρωμάτων καὶ οὐχὶ ἐκρηξιγενῶν ὡς πιστεύει ὁ KOBER.

Εἰς τὸ σύστημα τοῦ Σχιστολίθου τῆς Καισαριανῆς παρεμβάλλονται ἀλλοῦ λεπταὶ καὶ ἀλλοῦ παχύτεραι τράπεζαι κνανοτέφρου ταινιωτοῦ μαρμάρου, αἱ ὁποῖαι ἐναλλάσσονται τοπικῶς μὲ ὀρίζοντας ἀσβεστιτικῶν σχιστολίθων ἢ φυλλιτῶν. Λόγω τῆς συχνῆς ἐναλλαγῆς ὀρίζοντων μαρμάρου καὶ σχιστολίθων καὶ τοῦ μικροῦ πάχους τῶν, εἰς τὸ Πεντελικὸν δὲν εἶναι δυνατόν νὰ διαχωρισθῇ ἐντὸς τοῦ Σχιστολίθου τῆς Καισαριανῆς, ὀρίζων μαρμάρου ἀντίστοιχος πρὸς τὸ Ἐ ν δ ι ά μ ε σ ο ν Μ ά ρ μ α ρ ο ν, τὸ ὁποῖον παρατηρεῖται εἰς τὰς δυτικὰς κλιτεῖς τοῦ Ὑμηττοῦ καὶ συγκεκριμένως εἰς τὴν περιοχὴν μεταξὺ τῆς Μονῆς Ἀστερίου καὶ τῆς Ἄνω Ἡλιουπόλεως.

Ἡ ἀνωτέρω μεγάλη ποικιλία πετρολογικῶν τύπων καὶ ἰδίως ἡ συχνὴ ἐναλλαγὴ τούτων πρὸς τοὺς ὀρίζοντας μαρμάρου, ἐν συνδυασμῶ καὶ πρὸς τὸ μικρὸν πάχος τῶν στρωμάτων, εὐνοεῖ τὴν δημιουργίαν ποικίλης κλίμακος τεκτονικῶν μορφῶν, αἱ ὁποῖαι ὑποβοηθοῦν τὴν τεκτονικὴν μελέτην.

#### Δ. Ἀνώτερον Μάρμαρον.

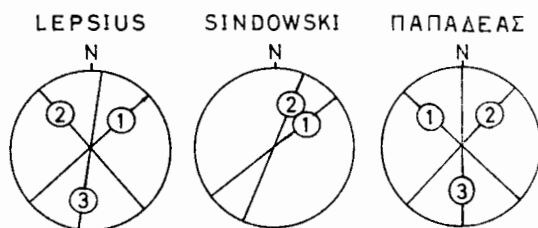
Τὸ Ἀνώτερον Μάρμαρον εἰς τὸ Πεντελικὸν καταλαμβάνει κυρίως τὸ βόρειον τμήμα τῆς μελετηθείσης περιοχῆς καὶ συγκεκριμένως τοὺς προβούνους ἄνωθεν τῆς Νέας Πολιτείας, Ἐκάλης, Ρέας καὶ Διονύσου (εἰκ. 2). Κατὰ LEPSIUS (1893) τὸ σύστημα τοῦ Ἀνωτέρου Μαρμάρου, παρὰ τὰς παρατηρήσεις του ὡς πρὸς τὴν σταθερότητα τοῦ πάχους του καὶ τὴν πετρολογικὴν του σύνθεσιν, συνιστᾷ αὐτοτελεῖ στρωματογραφικὸν ὀρίζοντα, ὁ ὁποῖος ἐπίκειται τοῦ συστήματος τῶν Σχιστολίθων τῆς Καισαριανῆς. Κατὰ τὸν ἀνωτέρω ἐρευνητὴν ἐπομένως, τὸ Ἀνώτερον Μάρμαρον πρέπει νὰ εἶναι νεώτερον στρωματογραφικῶς τῶν ὑποκειμένων Σχιστολίθων τῆς Καισαριανῆς.

Ἐκ τῶν νεωτέρων ἐρευνητῶν πολλοὶ ἠμφεσβήτησαν τὴν ὀρθότητα τῆς ἀνωτέρω ἀπόψεως τοῦ LEPSIUS, ὁ δὲ KOBER (1929) ἐκφέρει μίαν ἐντελῶς διαφορετικὴν ἄποψιν (ἴδε πίν. 1). Ὁ Η. ΜΑΡΙΟΛΑΚΟΣ (1972) ἐκφράζει τὴν ἄποψιν, ὅτι διὰ τὸν Ὑμηττόν, ὀλόκληρος ἡ στρωματογραφία θὰ πρέπει νὰ ἀναθεωρηθῇ, διότι εἰς πλείστας θέσεις ὁ Σχιστόλιθος τῆς Καισαριανῆς ὑπόκειται τμήματος τοῦ Κατωτέρου Μαρμάρου. Κατόπιν τούτου τὰ ὄρια τῶν διαφορῶν ὀρίζοντων τοῦ LEPSIUS πρέπει νὰ θεωρηθοῦν ὡς φασικά καὶ οὐχὶ στρωματογραφικά.

Βεβαίως τὸ χαρτογραφηθὲν ὡς Ἀνώτερον Μάρμαρον, εἰς τὸ Πεντελικὸν ἐπίκειται τοῦ Σχιστολίθου τῆς Καισαριανῆς καὶ ἐπομένως εἶναι νεώτερον, ὅπως

δήποτε όμως δὲν εἶναι ἀπαραίτητον νὰ εἶναι καὶ τῆς αὐτῆς ἡλικίας μὲ τὸ ἀντίστοιχον σύστημα τοῦ Ὑμηττοῦ ἢ ἄλλης περιοχῆς τῆς Ἀττικῆς.

Ὡς πρὸς τὴν ἀποψιν τοῦ KOBER ὅτι τὰ ὄρια μεταξὺ τῶν σχιστολίθων καὶ τοῦ Ἀνωτέρου Μαρμάρου εἶναι τεκτονικά, φρονοῦμεν ὅτι δὲν ἀνταποκρίνεται εἰς τὴν πραγματικότητα, παρὰ τὸ γεγονὸς ὅτι ἐπιπτεύσεις ἀπαντοῦν εἰς τὸ μετα-



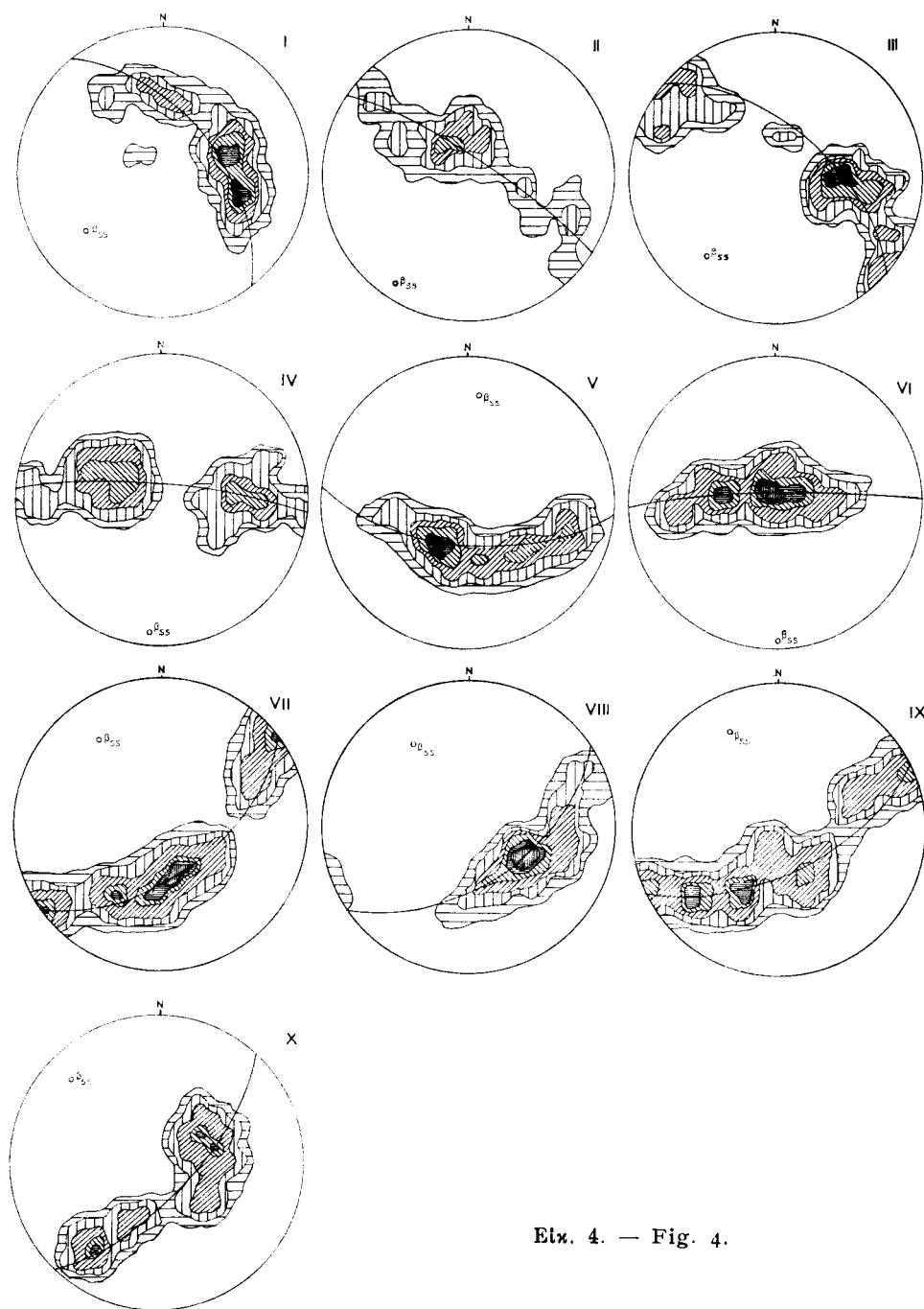
Εἰκ. 3. Ἀριθμὸς καὶ σχετικὴ ἡλικία τῶν ἀξόνων B τοῦ μεταμορφωμένου συστήματος τῆς Ἀττικῆς κατὰ διαφόρους ἐρευνητάς.

Fig. 3. Number and age of axes of folds in the metamorphic series of Attica after various researchers.

μορφωμένον σύστημα, ὡς τοῦτο δύναται νὰ διαπιστώσῃ τις εὐκρινέστερον ἐπὶ τοῦ Ὑμηττοῦ καὶ συγκεκριμένως ἐπὶ τῶν τομῶν τῆς ὄρεινῆς ὁδοῦ τῆς ἀγοῦσης ἀπὸ τὴν Μορὴν Καισαριανῆς πρὸς τὴν κορυφὴν αὐτοῦ Εὐζώνων. Ἡ πετρολογικὴ φάσις ἐπομένως, ὡς καθοριστικὸς παράγων εἰς τὴν ἀνάπτυξιν τοῦ τεκτονικοῦ ἰστοῦ (ὑπὸ τὴν ἔννοιαν τὴν ὁποίαν δίδει ὁ SCHWAN (1954) διὰ τοῦ ὄρου Fazies-tektonik, καὶ τὴν ὁποίαν ἀφήνει νὰ ἐννοηθῇ ὁ KOBER) τῶν ὄρεινῶν ὄγκων τοῦ Ὑμηττοῦ καὶ τοῦ Πεντελικοῦ, φαίνεται ὅτι δὲν περιορίζεται μεταξὺ τοῦ σχιστολίθου καὶ τοῦ μαρμάρου, διότι ἐπιπτεύσεις παρατηροῦνται εἰς ὅλους τοὺς στρωματογραφικοὺς ὀρίζοντας.

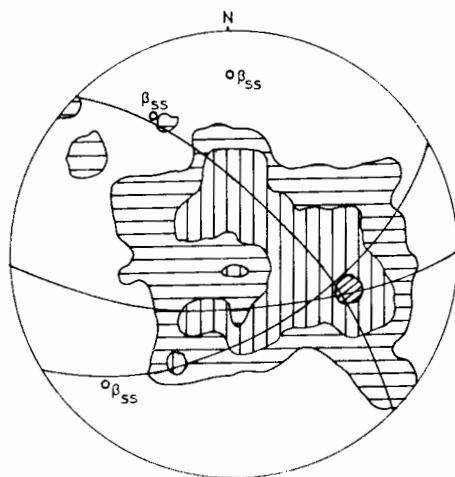
Εἰκ. 4. Στερεογραφικὰ διαγράμματα πόλων ἐπιφανειῶν στρώσεως (ss). Προβολὴ ἐπὶ τοῦ κατωτέρου ἡμισφαιρίου ἐκ τῶν θέσεων: I. (10α) Νότια πρηνὴ λόφου Καστράκι, ὕψομ. 400, 47 ἐπιφ. (ss), μάρμαρον. II. (14) Ἐπὶ τῆς κορυφῆς δυτικῶς Ραντάρ, ὕψομ. 1030, 38 ἐπιφ. (ss), σχιστόλιθος. III. (10β) Νότια πρηνὴ λόφου Καστράκι, ὕψομ. 405, 37 ἐπιφ. (ss), μάρμαρον. IV. (16) Παραπλευρῶς ναοῦ Ἀγίων Ἀσωμάτων, ὕψομ. 780, 32 ἐπιφ. (ss), μάρμαρον. V. (6) Κορυφὴ Διονυσοβουνίου, ὕψομ. 640, 28 ἐπιφ. (ss), μάρμαρον. VI. (22β) Ἐπὶ τῆς κορυφογραμμῆς πρὸς Ἐκάλην, ὕψομ. 840, 17 ἐπιφ. (ss), μάρμαρον. VII. (22δ) Ἐπὶ τῆς κορυφογραμμῆς πρὸς Ἐκάλην, ὕψομ. 830, 15 ἐπιφ. (ss), σχιστόλιθος. VIII. (8) Βόρεια πρηνὴ λόφου Καστράκι, ὕψομ. 400, 64 ἐπιφ. (ss), μάρμαρον. IX. Ἐπὶ τῆς κορυφογραμμῆς πρὸς Ἐκάλην, ὕψομ. 840, 18 ἐπιφ. (ss), ἀβεσπιτικὸς σχιστόλιθος. X. (22γ) Ἐπὶ τῆς κορυφογραμμῆς πρὸς Ἐκάλην, ὕψομ. 835, 14 ἐπιφ. (ss), σχιστόλιθος. (Οἱ ἐντὸς τῶν παρενθέσεων ἀριθμοὶ ἀναφέρονται εἰς τὰς ἀντιστοιχοῦσας θέσεις ἐπὶ τοῦ χάρτου τῆς εἰκ. 8).

Fig. 4. Stereographic p-diagrams of bedding planes (ss). Projection on the lower hemisphere. The numbers in parentheses refer to the corresponding locations on the map of fig. 8. I. (10a). II. (14). III. (10b). IV. (16). V. (6). VI. (22b). VII. (22d). VIII. (8). IX. (22a). X. (22c).

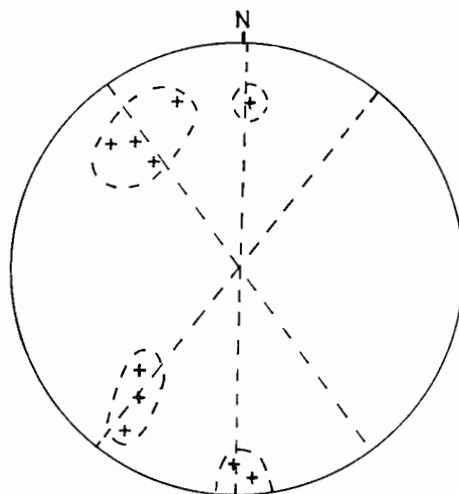


Εικ. 4. — Fig. 4.





Εικ. 5.



Εικ. 6.

Εικ. 5. Συνοπτικόν στερεογραφικόν διάγραμμα πόλων έπιφανειών στρώσεως (ss) έξ άπάντων τών στρωματογραφικών οριζόντων του Δ. Πεντελικού. Σύνολον έπιφανειών (ss) 745.  
Fig. 5. Synoptical stereographic p-diagram of bedding planes (ss), from all stratigraphic horizons of W. Pentelikon. Total number of bedding planes 745.

Εικ. 6. Στερεογραφική προβολή τών 10 έμμέσως προσδιορισθέντων άξόνων πτυχών β<sub>ss</sub> (Πίναξ 2).

Fig. 6. Stereographic projection of the 10 calculated b<sub>ss</sub> axes of folds (table 2).

## Π Ι Ν Α Ξ 2.

Έξαχθείσαι τιμαί β<sub>ss</sub> πτυχών δυτικού Πεντελικού.

Διάγραμμα	Διεύθυνσις	Κλίσις (βύθισις)
10α	222°, (S 42° W)	40°
10β	218°, (S 38° W)	30°
14	212°, (S 32° W)	10°
6	2°, (N 2° E)	25°
16	184°, (S 4° W)	10°
22β	175°, (S 5° E)	5°
8	324°, (N 36° W)	35°
22α	336°, (N 24° W)	25°
22γ	312°, (N 48° W)	20°
22δ	322°, (N 38° W)	25°

## IV. ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

## Α. Πτυχαί.

Ἀπὸ μακροτεκτονικῆς ἀπόψεως ἐξεταζόμενος ὁ ὄρεινός ὄγκος τοῦ Πεντελικοῦ συνιστᾷ θολοειδῆ πτυχὴν, ὁ πυρὴν τῆς ὁποίας καταλαμβάνεται ὑπὸ τῶν βαθυτέρων ὀριζόντων τοῦ μαρμάρου (Κατώτερον Μάρμαρον). Ὁ ἄξων τῆς ἐν λόγῳ πτυχῆς ἔχει διεύθυνσιν NW - SE καὶ βύθισιν ἄλλοτε πρὸς NW καὶ ἄλλοτε πρὸς SE, συμπίπτει δὲ πρὸς τὴν μορφολογίαν τοῦ ὄρους ὡς τεκμαίρεται καὶ ἐκ τοῦ τοπογραφικοῦ χάρτου (εἰκ. 1).

Πλὴν τοῦ ἀνωτέρω βορειοδυτικῆς - νοτιοανατολικῆς διευθύνσεως ἄξονος, εἰς τὸ Πεντελικὸν καὶ γενικώτερον εἰς τὴν Ἀττικὴν, ἀπαντοῦν καὶ ἕτεροι. Εἰς τὴν εἰκ. 3 δίδονται αἱ ἀπόψεις τῶν διαφόρων ἐρευνητῶν, ὅσον ἀφορᾷ εἰς τὸν ἀριθμὸν καὶ τὰς διευθύνσεις τῶν ἄξόνων B τῶν πτυχῶν, αἱ ὁποῖαι παρατηροῦνται εἰς τὸ Πεντελικὸν καὶ γενικώτερον εἰς τὸ μεταμορφωμένον σύστημα τῆς Ἀττικῆς, καθὼς ἐπίσης καὶ ἡ σχετικὴ τῶν ἡλικία.

Ἔχοντες ὑπ' ὄψιν τὰς ἀπόψεις τῶν ἀνωτέρω ἐρευνητῶν, προέβημεν εἰς πολυπληθεῖς μετρήσεις τῶν ἐπιφανειῶν στρώσεως (S), γραμμώσεων (L), ἄξόνων B, ἄξονικῶν ἐπιφανειῶν ὡς καὶ διαφόρων ἄλλων τεκτονικῶν στοιχείων, προκειμένου νὰ διαπιστωθῇ ὁ ἀριθμὸς καὶ ἡ διεύθυνσις τῶν ἄξόνων, τῶν ἀπαντωμένων εἰς τὸ Πεντελικόν.

Αἱ μετρήσεις ἐλήφθησαν ἐπὶ πτυχῶν ὀρθίων ἢ ἐλαφρῶς κεκλιμένων, ὥστε νὰ ἀποφευχθοῦν τὰ ὑπὸ τοῦ SCHWAN (1965) ἀναφερόμενα σφάλματα, τὰ ὁποῖα ὀφείλονται εἰς τὴν θέσιν τῆς πτυχῆς ὡς πρὸς τὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον.

Τὰ στοιχεῖα τῶν μετρήσεων ἐπεξεργάσθημεν στατιστικῶς ἀφοῦ προηγήθη στερεογραφικὴ προβολὴ τούτων ἐπὶ δικτύου SCHMIDT, κατασκευασθέντων τῶν σχετικῶν διαγραμμάτων, ὠρισμένα τῶν ὁποίων δίδονται εἰς τὴν ἀνὰ χεῖρας ἐργασίαν. Αἱ ἰσόποσοι καμπύλαι τῶν διαφόρων στερεογραφικῶν διαγραμμάτων ἀντιστοιχοῦν εἰς 1%, 3%, 5%, 10%, 15% καὶ ἄνω τοῦ 20%.

Ἐκ τῆς μελέτης τῶν ἐν λόγῳ διαγραμμάτων (εἰκ. 4), ὡς καὶ ἐκ τοῦ συνοπτικοῦ τοιοῦτου (εἰκ. 5) προκύπτει ὅτι εἰς τὸ Πεντελικὸν ἐμφανίζονται τρεῖς ἄξονες ἦτοι :

- i. Ὁ ἀρχαιότερος διευθύνσεως NE - SW
- ii. Ἐτερος διευθύνσεως NW - SE καὶ
- iii. Ἄξων διευθύνσεως N - S, ἡ ἡλικία τοῦ ὁποίου ἐν σχέσει πρὸς τοὺς ἄλλους δύο δὲν κατέστη δυνατὸν νὰ ἀποσαφηνισθῇ, παρὰ τὸ πλῆθος τῶν στοιχείων παρατηρήσεων τὰ ὁποῖα εἴχομεν εἰς τὴν διάθεσίν μας.

Εἰς τὸν πίνακα 2 δίδονται ἐν λεπτομερείᾳ αἱ διευθύνσεις τῶν ἐμμέσως προσδιορισθέντων ἄξόνων τῶν πτυχῶν, οἱ ὁποῖοι διὰ νὰ λάβωμεν καλυτέραν ἐποπτικὴν εἰκόνα, προεβλήθησαν καὶ εἰς τὸ διάγραμμα τῆς εἰκόνης 6.

Γενετικῶς ἐξεταζόμεναι ἅπασαι σχεδὸν αἱ πτυχαὶ ἀνήκουν εἰς ἕναν ἐνδιά-

σον τύπον, ἤτοι μεταξύ ἐκείνων αἵτινες προέρχονται ἐκ τῆς ἀπλῆς κάμψεως τῶν στρωμάτων καὶ ἐκείνων τῆς ἐλασματοειδοῦς ὀλισθήσεως.

Σημειωτέον ὅτι ὁ αὐτὸς τύπος πτυχῶν παρατηρεῖται τόσον εἰς τοὺς ὀρίζοντας τῶν μαρμάρων, ὅσον καὶ εἰς τοὺς σχιστολίθους, ὡς τοῦτο συμπεραίνεται καὶ ἐκ τῶν παρατηρουμένων γραμμώσεων.

Γεωμετρικῶς ἐξεταζόμενα κατὰ τὴν μέθοδον τοῦ RAMSAY (H. ΜΑΡΙΟΛΑΚΟΣ 1972), αἱ μὲν πτυχαὶ τοῦ ἐνδιαμέσου μαρμάρου ἀνήκουν εἰς τὴν τάξιν IC καὶ μάλιστα πλησιάζουν πρὸς τὴν περιοχὴν τῆς τάξεως IB, ἐνῶ ἐκεῖνα τῶν σχιστολιθικῶν ὀριζόντων παρουσιάζουν μεγαλύτεραν ποικιλίαν τύπων καὶ ἀνήκουν εἰς τὰς τάξεις IC, 2 καὶ 3.

Ἡ πτύχωσις τῶν δύο σκελῶν τῶν πτυχῶν ἐξ ἄλλου, εἰς τοὺς ὀρίζοντας τοῦ ἐνδιαμέσου μαρμάρου εἶναι πλέον ὁμοιόμορφος ἀπ' ὅτι εἰς τὰς πτυχὰς τὰς προερχομένας ἐκ τῶν σχιστολιθικῶν ὀριζόντων.

Ἡ συμμετρία τῶν πτυχῶν (κατὰ τὸ σύστημα TURNER καὶ WEISS) εἶναι οὐσιαστικῶς τρικλινῆς. Τοῦτο εἶναι εὐνόητον, διότι ὡς ἀνεφέρθη αἱ πτυχογόνοι παραμορφωτικαὶ φάσεις εἶναι τοῦλάχιστον δύο. Ὁ ἄξων ἐπομένως τῶν πτυχῶν εἶναι καμπύλη γραμμὴ, ἣτις κεῖται ἐπὶ καμπύλης ἐπιφανείας, τὰ δὲ στρώματα ἐκατέρωθεν τῆς ἄξονικῆς ἐπιφανείας, ἔχουν πτυχωθῆ ἄσυμμετρως. Παρὰ ταῦτα ὄρισμένα πτυχὰ τοῦ ἐνδιαμέσου μαρμάρου καὶ διὰ τὴν μεσοσκοπικὴν κλίμακα εἶναι μονοκλινοῦς συμμετρίας.

## **B. Τεκτονικαὶ μορφαὶ κ.**

Ἄξιοπρόσεκτον τυγχάνει τὸ γεγονός ὅτι εἰς ὄρισμένα διαγράμματα πόλων ἐπιφανειῶν στρώσεως πτυχωμένων στρωμάτων, ὡς τὰ V, X καὶ ἰδίως τὸ I τῆς εἰκ. 4, ἡ διάταξις τῶν πόλων ἐπὶ τῶν δικτύων εἶναι τοιαύτη, ὥστε νὰ μὴ συμπίπτουν πρὸς ἓναν μέγαν κύκλον τοῦ δικτύου, ἀλλὰ πρὸς γραμμὴν μεγαλύτερας καμπυλότητος. Τοῦτο μᾶς ἀναγκάζει νὰ δεχθῶμεν ὅτι εἰς τὸ Πεντελικὸν ἀπαντοῦν καὶ αἱ εἰδικοῦ τύπου τεκτονικαὶ μορφαί, τὰς ὁποίας ὁ TISCHER (1962) χαρακτηρίζει ὡς κωνικὰς ἢ τεκτονικὰς μορφὰς κ.

Αἱ ἐν λόγῳ μορφαί, αἱ ὁποῖαι σημειωτέον εἶναι διάφοροι τῶν μορφῶν K τοῦ SANDER (1950), δυσκόλως διακρίνονται τῶν κυλινδρικῶν τεκτονικῶν μορφῶν, ἐὰν ἐπὶ τῶν διαγραμμάτων στερεογραφικῆς προβολῆς ἔχωμεν σημειακὴν συγκέντρωσιν καὶ οὐχὶ γραμμικὴν. Ὡς κωνικαὶ μορφαὶ χαρακτηρίζονται οὐχὶ μόνον οἱ γεωμετρικοὶ κῶνοι, ἀλλὰ καὶ αἱ τοιαῦται κολούρου κώνου, αἱ ἔλλειψοειδεῖς, αἱ ἀπεστρογγυλευμένα πυραμίδες καὶ γενικῶς ὅλαι ἐκεῖνα αἱ ὁποῖα χαρακτηρίζονται ὑπὸ μιᾶς κορυφῆς, εἰς τὴν περιοχὴν τῆς ὁποίας ἢ καμπυλότης εἶναι μεγαλύτερα ἀπὸ ἐκείνην τῶν πλευρῶν. Εἰς τὴν προκειμένην περίπτωσιν ὁμιλοῦμεν περὶ ἄξονος κ καὶ οὐχὶ περὶ ἄξονος B, ὅπως εἰς τὰς κυλινδρικὰς μορφὰς.

Ἡ ἐμφάνισις τῶν τεκτονικῶν μορφῶν κ βεβαίως δὲν ὑποδηλοῖ συγχρόνως καὶ τὸν τύπον αὐτῶν. Εἰς τὴν περίπτωσιν ὅμως τοῦ Πεντελικοῦ καὶ τοῦ Ὑμηττοῦ ἐξ ἐπισταμένων ἐπιτοπίων παρατηρήσεων ἀπεδείχθη ὅτι πρόκειται περὶ κωνικῶν πτυχῶν. Ὁ τρόπος δημιουργίας των παραμένει ἀσαφῆς εἰσέτι, δοθέντος ὅτι αἱ ἐν

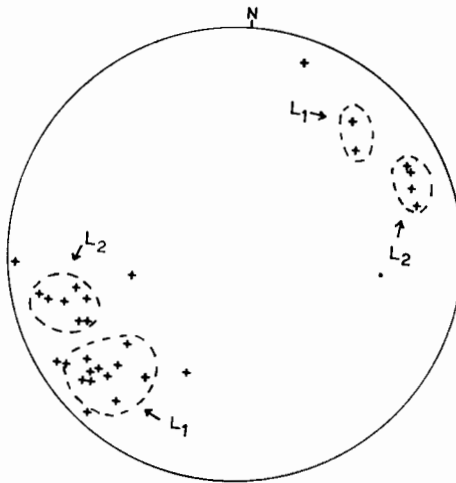
λόγω κωνικαί πτυχαί ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὰς κυλινδρικές τοιαύτας, δὲν παρουσιάζονται ὁμοιομόρφως κατανεμημένα ἐφ' ὄλοκλήρου τῆς μελετηθείσης περιοχῆς, ἀλλὰ παρατηροῦνται εἰς ὠρισμένας, πολὺν ὀλίγας, θέσεις, ὡς ἐπὶ παραδείγματι εἰς τὴν τεχνητὴν τομὴν τῆς περιφερειακῆς ὁδοῦ εἰς τὰ νότια πρηνῆ τοῦ λόφου Καστράκι. Πάντως ἀποκλίνομεν ὑπὲρ τῆς ἀπόψεως ὅτι μᾶλλον πρόκειται περὶ μορφῶν ὀφειλομένων εἰς τὸν συνδυασμὸν τῆς δράσεως δύο πτυχογόνων παραμορφωτικῶν φάσεων, τοῦτέστιν ἐκείνης εἰς τὴν ὁποίαν ὀφείλονται αἱ πτυχαὶ ἄξονος NE-SW καὶ ἐκείνης τοῦ ἄξονος NW-SE.

Ἐὰν μόναι αἱ ἀνωτέρω δύο παραμορφωτικαὶ φάσεις εἶναι τὸ αἷτιον τῆς δημιουργίας τῶν κωνικῶν πτυχῶν, ἢ ἐὰν εἰς τοῦτο συνέβαλον καὶ ἕτεροι παράγοντες, δὲν κατέστη δυνατόν νὰ διασαφηνησθῇ.

### Γ. Γράμμωσις.

Τόσον εἰς τοὺς σχιστολίθους ὅσον καὶ εἰς τὰ μάγμαρα παρατηρεῖται γραμμωσις καὶ μάλιστα δύο διαφορετικῶν τύπων ἀπὸ ἀπόψεως γενέσεως.

Αἱ μέσαι διευθύνσεις τῶν κατὰ θέσεις μετρηθεισῶν γραμμώσεων δίδονται εἰς τὸ διάγραμμα τῆς εἰκ. 7. Ἐκ τούτου διαπιστοῦται ἡ ὕπαρξις δύο γραμμώ-



Εἰκ. 7. Στερεογραφικὸν διάγραμμα προβολῆς τῶν μετρηθεισῶν γραμμώσεων (Lineation).

Fig 7. Stereographic projection of lineations.

σεων, ἤτοι τῆς  $L_1$  διευθύνσεως NE-SW καὶ βυθίσεως κατὰ τὸ πλεῖστον SW καὶ ἑτέρας, τῆς  $L_2$ , διευθύνσεως  $N 60^\circ - 80^\circ E$  —  $S 60^\circ - 80^\circ W$ , αἱ ὁποῖαι σχηματίζουν μεταξύ των γωνίαν περὶ τὰς  $30^\circ$ .

Ἡ  $L_1$  δημιουργεῖται ἐκ τῆς τομῆς τῶν ἐπιφανειῶν σχιστότητος, μετὰ τῆς ἐπιφανείας στρώσεως καὶ συμπίπτει ἀπὸ ἀπόψεως διευθύνσεως πρὸς τὸν ἄξονα B

των βορειοανατολικής - νοτιοδυτικής διευθύνσεως πτυχών. Αί ἐν λόγω πτυχαι, ὡς ἀνεφέρθη, ἀπαντοῦν τόσον εἰς τὸ Πεντελικὸν ὅσον καὶ εἰς τὸν Ὑμηττόν, εἰς τὸν δευτέρου μάλιστα, συνιστοῦν τὸ ἀποτέλεσμα τῆς πρώτης πτυχογόνου παραμορφωτικῆς φάσεως (Η. ΜΑΡΙΟΛΑΚΟΣ, 1971). Κατὰ τὴν ἐν λόγω φάσιν λαμβάνει χώραν πύκνωσις τῶν στρωμάτων καὶ δημιουργία σχιστότητος, ἣτις καθίσταται πλέον ἐμφανῆς εἰς τοὺς σχιστολίθους ἀπ' ὅτι εἰς τὰ μάρμαρα.

Ἡ διεύθυνσις τῆς  $L_2$  εἰς τὸ Πεντελικὸν δὲν διεπιστώθη οὔτε ὡς ἄξων πτυχῆς κατὰ τὰς ἐν ὑπαίθρῳ μετρήσεις ἀλλ' οὔτε ἐμμέσως, διότι δὲν ἐμφανίζεται εἰς τὰ διαγράμματα ἐπιφανειῶν στρώσεως ( $\zeta\zeta$ ). Ἀντιθέτως εἰς τὸν Ὑμηττόν ἢ ἐν λόγω διεύθυνσις ἐμφανίζεται καὶ ὡς ἄξων Β, μικρῶν κατὰ τὸ πλεῖστον πτυχῶν, ἐνῶ ἐξ ἄλλου ἐπιστοποιήθη καὶ ἐμμέσως εἰς πλεῖστα διαγράμματα πόλων ἐπιφανειῶν  $\zeta\zeta$  (Η. ΜΑΡΙΟΛΑΚΟΣ, 1971 σελ. 368). Αὕτη προέρχεται συνήθως ἐκ τῆς τομῆς τῶν ἐπιφανειῶν διασχίσεως (Strain slip Cleavage) καὶ στρώσεως. Εἰς τὸν Ὑμηττόν ὀφείλεται καὶ εἰς ἄλλα αἷτια.

Θὰ πρέπη νὰ σημειωθῇ ὅτι ὅπως εἰς τὸν Ὑμηττόν οὕτω καὶ εἰς τὸ Πεντελικὸν συνητήθησαν θέσεις εἰς τὰς ὁποίας ἐμφανίζονται συγχρόνως ἀμφοτέραι αἱ γραμμώσεις.

Ἄξιοσημείωτον τυγχάνει ἐξ ἄλλου τὸ γεγονός ὅτι δὲν παρατηρήθη γραμμώσεις, ἢ διεύθυνσις τῆς ὁποίας νὰ συμπίπτῃ πρὸς μίαν ἐκ τῶν ἀξόνων τῶν ἄλλων πτυχῶν, τῶν παρατηρηθεισῶν εἰς τὸ μεταμορφωμένον σύστημα, ἦτοι διευθύνσεως NW - SE καὶ N - S. Τοῦτο μᾶς ἐπιτρέπει νὰ συμπεράνωμεν ὅτι αἱ πτυχογόνοι παραμορφωτικαὶ φάσεις, αἱ προξενήσασαι τὰς πτυχὰς τῶν ὡς ἄνω διευθύνσεων, δὲν συνωδεύοντο ὑπὸ σχιστότητος ἢ διασχίσεως, ἀλλ' ὅτι ἐδημιούργησαν πτυχὰς ὀφειλομένας εἰς ἀπλήν κάμψιν τῶν στρωμάτων.

### Π Ι Ν Α Ε 3.

#### Συχνότης ἐμφανίσεως τῶν 4 κυρίων συστημάτων διακλάσεων εἰς τὸ δυτικὸν Πεντελικόν.

Χαρακτηρισμὸς	Συστήματα διακλάσεων			
	Iον	IIον	IIIον	IVον
Πρωτεῦον . . .	16	4	3	—
Δευτερεῦον . . .	3	11	6	—
Τριτεῦον . . . .	3	5	3	2
*Υπολοιπόμενον	—	2	6	3
Σύνολον θέσεων ἐμφανίσεως . .	22	22	18	5

#### Δ. Διακλάσεις.

Ἐκ τῶν μορφῶν τῶν ρηματογόνων παραμορφωτικῶν φάσεων, ἀσχολούμεθα ἀποκλειστικῶς καὶ μόνον μὲ τὰς διακλάσεις καὶ τοῦτο διότι ὡς ἤδη ἀνεφέρθη, ἡ συστηματικὴ μελέτη τῶν ρημάτων ἀποτελεῖ τὸ ἀντικείμενον ἑτέρας ἐρευνητικῆς ἐργασίας, εὐρισκομένης ἐν ἐξελίξει.

##### 1. Ταξινόμησις τῶν διακλάσεων τοῦ δυτικοῦ Πεντελικοῦ.

Εἰς ὅλας τὰς θέσεις τοῦ Πεντελικοῦ διακρίνονται σαφῶς δύο τοῦλάχιστον κύρια συστήματα διακλάσεων τόσον εἰς τοὺς ὀρίζοντας μαρμάρου, ἀνεξαρτήτως ἐὰν πρόκειται περὶ τοῦ Ἀνωτέρου ἢ τοῦ Κατωτέρου, ὅσον καὶ εἰς τοὺς σχιστολιθικοὺς ὀρίζοντας (ἴδε πίν. 3 καὶ 6).

Αἱ ἐπιφάνειαι τῶν συστηματικῶν διακλάσεων εἶναι γενικῶς τέλεια ἐπίπεδα, σχηματίζουσαι εἰς πλείστας θέσεις πλέγμα, διὰ τοῦ ὁποίου ὁ ὄγκος τοῦ πετρώματος διαχωρίζεται εἰς παραλληλεπίπεδα τεμάχια. Παρὰ ταῦτα ἐπὶ τῶν ἐπιφανειῶν ὠρισμένων διακλάσεων δημιουργοῦνται διάφορα ριπιδοειδῆ ποικίλματα (Plumose structures).

##### α. Μέγεθος.

Ἀπὸ ἀπόψεως μεγέθους αἱ διακλάσεις διακρίνονται κατὰ MÜLLER (1963) ὡς ἀκολούθως :

— δεσπόζουσαι ἢ κύριαι	10 - 100 μ.
— μεγάλαι	1 - 10 μ.
— μικραὶ	0,1 - 1 μ.
— μικροσκοπικαὶ	< 0,1 μ.

Εἰς τὸ Πεντελικὸν τὸ μέγεθος τῶν διακλάσεων ποικίλλει μεγάλως ἀπὸ θέσεως εἰς θέσιν. Οὕτω εἰς τοὺς ὀρίζοντας μαρμάρου παρατηρήθη ὅτι τὸ μῆκος τῶν διακλάσεων τοῦ πρωτεύοντος συστήματος κυμαίνεται κατὰ μέσον ὄρον μεταξὺ 2 - 10 μ., ἐνῶ τὸ μῆκος τούτων εἰς τὰ λοιπὰ συστήματα ὑστερεῖ σχετικῶς καὶ ἀνέρχεται εἰς 0,5 - 3 μ.

Εἰς τὸ σύστημα τῶν σχιστολίθων καὶ τῶν γνευσίων ἀντιθέτως καὶ εἰς θέσεις ὅπου τὸ πλῆθος τῶν διακλάσεων εἶναι μέγα, ὅπως ἐπὶ παραδείγματι εἰς τὰς περιοχὰς τῶν ὑπ' ἀριθ. 20 καὶ 22 διαγραμμάτων (ἴδε εἰκ. 11 E, καὶ 12 B), ἀμφότερα τὰ κύρια συστήματα ἔχουν μέγα μέγεθος μὲ ἀποτέλεσμα τὸ πέτρωμα νὰ τεμαχίζεται εἰς ὀγκολίθους διαστάσεων  $2 \times 3 \times 3$  μ. περίπου. Ὁρισμένοι διακλάσεις ἔχουν διευρυνθῆ δευτερογενῶς λόγῳ μιᾶς τρόπον τινα ἐκλεκτικῆς διαβρώσεως, δημιουργουμένων οὕτω χασμάτων πλάτους 1 - 10 ἐκ., τὰ ὁποῖα ἐξικινοῦνται εἰς βάθος ὅπερ κατὰ θέσεις ὑπερβαίνει τὰ 10 μ.

Ἡ ἐξήγησις τῆς ἐν λόγῳ ἐκλεκτικῆς διαβρώσεως εἶναι δύσκολος, διότι δεχόμενοι ὅτι αἱ διακλάσεις ἑνὸς καὶ τοῦ αὐτοῦ συστήματος εἶναι σύγχρονοι, ἐφ' ὅσον εἶναι τὸ ἀποτέλεσμα μιᾶς καὶ τῆς αὐτῆς φάσεως, θὰ ἔπρεπεν ἢ ἀποσάθρωσις καὶ κατ' ἀκολουθίαν ἢ διάβρωσις, νὰ ἐξελίσσειται ὁμοιομόρφως ἐφ' ὅλης τῆς ἐπιφανείας τοῦ πετρώματος καὶ κατ' ἐπέκτασιν ὁμοιομόρφως ἐφ' ὅλων τῶν ὁμοειδῶν τεκτονικῶν γραμμῶν.

## Π Ι Ν Α Κ Η 4.

Μετρήσεις συχνότητας τών 4 κυρίων συστημάτων διακλάσεων  
του δυτικού Πεντελικού.

Α. Είς τὸ μάρμαρον				
Θέσεις	Συστήματα διακλάσεων			
	Iον	IIον	IIIον	IVον
1α	8	—	4	—
1β	—	—	3	—
3α	4	8	—	—
3β	—	8	—	—
4	7	—	—	—
Σ <sub>1</sub> *	8	5	—	—
Σ <sub>2</sub>	10	2	—	—
Σ <sub>3</sub>	9	4	—	—
8α	9	—	4	5
8β	—	2-3	2-3	2
9	—	7	5	3
11	—	—	8	—
13	10	—	—	—
14	10-11	—	7	—
15	—	16	—	—
16	5	—	—	—
18	—	10	12	—
20	4	5	—	—
21	12	—	—	—
22	14	—	18	9
22-23	—	8	11	—
23	—	5	8	—
24	5	—	—	—

Β. Είς τὸν σχιστόλιθον				
Θέσεις	Συστήματα διακλάσεων			
	Iον	IIον	IIIον	IVον
Σ <sub>4</sub>	7	7	—	—
19	10	—	—	—
21-22	2	1	—	2
21-22	1	2-3	2	—

\* Αἱ διὰ τοῦ Σ σημειούμεναι θέσεις εὑρίσκονται εἰς τὴν περιοχὴν Διονυσοβουνίου, μεταξύ τῶν θέσεων τῶν διαγραμμάτων 6 καὶ 12.

## Π Ι Ν Α Κ 5.

Τὰ συστήματα διακλάσεων εἰς τὸ μάρμαρον τοῦ δυτικοῦ Πεντελικοῦ.

Διάγραμμα	Στροφῆσις	Συστήματα διακλάσεων				Ἐυπολοϊτόμενον
		Πρωτεύων	Δευτερεύων	Τριτεύων		
1	145*, 25 SW	145, 72 NE	60, 82 NW	38, 48 SE	—	
2	150, 30 SW	108, 82 NE	68, 52 SE	158, 73 NE	32, 75 NW	
3	170, 20 SW	162, 79 NE	36, 75 SE	67, 70 NW	—	
4	90, 30 S	152, 78 SW	51, 76 SE	72, 82 NW	—	
6	120, 30 NE	150, 44 SW	69, 76 SE	32, 82 SE	107, 83 SW	
7	80, 30 N	106, 74 SW	58, 80 SE	5, 79 E	—	
9	110, 20 E	64, 56 SE	164, 60 SW	102, 85 W	—	
11	30, 50 NW	64, 60 SE	110, 80 NE	7, 60 E	—	
12	120, 45 NE	154, 58 SW	125, 74 SW	51, 74 SE	—	
13	140, 10 SW	160, 84 SW	65, 88 SE	110, 64 SW	—	
14	30, 25 SE	144, 86 SW	110, 78 NE	50, 78 NW	—	
15	90, 20 S	82, 70 NW	162, 84 NW	57, 70 NW	—	
16	170, 50 W	128, 52 NE	90, 48 NW	95, 73 S	174, 54 E	
18	10, 20 W	124, 84 SW	68, 66 SE	—	—	
20	90, 35 S	152, 84 SW	36, 42 SE	3, 68 E	—	
21	120, 30 SW	145, 83 SW	84, 82 S	54, 86 SE	—	
22	40, 25 NW	99, 62 SW	148, 82 NE	12, 78 E	—	
23	160, 25 SW	132, 72 NE	64, 82 SE	164, 72 NE	24, 84 S	
24	60, 25 NW	166, 82 W	87, 80 SE	146, 76 NE	—	

\* Αἱ διευθύνσεις δίδονται εἰς μοίρας.



## β. Συχνότης.

Ἡ συχνότης τῶν διακλάσεων, τοῦτέστιν ὁ ἀριθμὸς τούτων ἀνὰ μέτρον, αἱ ὁποῖαι ἀπαντοῦν εἰς διεύθυνσιν κάθετον πρὸς τὴν μέσην διεύθυνσιν τοῦ συστήματος, διαφέρει ἀπὸ θέσεως εἰς θέσιν.

Ὁ CLOOS κατόπιν τῶν παρατηρήσεων τὰς ὁποίας διεξήγαγεν ἐπὶ πειραματικῶν προτύπων, φρονεῖ ὅτι ἡ συχνότης φαίνεται νὰ εἶναι συνάρτησις τῆς διαρκείας τῶν τεκτονικῶν κινήσεων καὶ κατ' ἐπέκτασιν τοῦ μεγέθους τῆς παραμορφώσεως.

Πρὸς τὸν σκοπὸν καλυτέρας μελέτης-τῆς διακυμάνσεως τῆς συχνότητος μεταξὺ τῶν διακλάσεων τῶν διαφόρων συστημάτων, κατεσκευάσθησαν οἱ πίνακες 4 Α καὶ Β, ἐπὶ τῶν ὁποίων ἀναγράφονται αἱ μετρηθεῖσαι τιμαὶ συχνότητος τῶν διακλάσεων τῶν τεσσάρων συστημάτων κατὰ θέσεις, κεχωρισμένως διὰ τὸ μάρμαρον καὶ τοὺς σχιστολίθους.

Ἐκ τῆς συγκριτικῆς μελέτης τῶν ἐν λόγῳ πινάκων διαπιστοῦνται τὰ ἀκόλουθα :

ι. Ἡ συχνότης τῶν διακλάσεων τοῦ αὐτοῦ συστήματος ποικίλλει μεγάλως ἀπὸ θέσεως εἰς θέσιν. Οὕτως εἰς τοὺς ὀρίζοντας μαρμάρου διὰ τὸ Ion σύστημα ἡ συχνότης κυμαίνεται μεταξὺ τῆς ἐλαχίστης τιμῆς τῶν 4 διακλάσεων ἀνὰ μέτρον καὶ τῆς μεγίστης τῶν 14/μ., διὰ τὸ IIον σύστημα 2 - 16/μ., διὰ τὸ IIIον 2 - 18/μ. καὶ διὰ τὸ IVον 2 - 9/μ. Εἰς τοὺς ὀρίζοντας τῶν σχιστολίθων αἱ ἀντίστοιχοι τιμαὶ διὰ μὲν τὸ Ion σύστημα κυμαίνονται μεταξὺ 1 ἕως 10/μ., διὰ τὸ IIον 1 - 7/μ. καὶ διὰ τὸ IVον 1 - 2/μ.

ii. Παρὰ τὰς παρατηρουμένας κατὰ θέσεις διαφορὰς εἰς τὴν συχνότητα τῶν διακλάσεων ἑνὸς καὶ τοῦ αὐτοῦ συστήματος, τῶν ἀναπτυσσομένων εἰς τὸ μάρμαρον, ἐν τούτοις αἱ μέσαι τιμαὶ συχνότητος εἶναι αἱ αὐταὶ διὰ τὸ Ion, IIον, IIIον σύστημα, ἤτοι 7 - 8/μ., ἐνῶ διὰ τὸ IVον 5/μ. Εἰς τοὺς σχιστολίθους καίτοι ἡ συχνότης εἶναι σαφῶς μικροτέρα, ἐν τούτοις ἡ σχέσις μεταξὺ τῆς συχνότητος τῶν διαφόρων συστημάτων διατηρεῖται, ἤτοι διὰ τὸ Ion σύστημα ἡ συχνότης ἀνέρχεται εἰς 5 διακλάσεις ἀνὰ μέτρον, διὰ τὸ IIον σύστημα 3/μ., ἐνῶ διὰ τὸ IVον 1 - 2/μ.

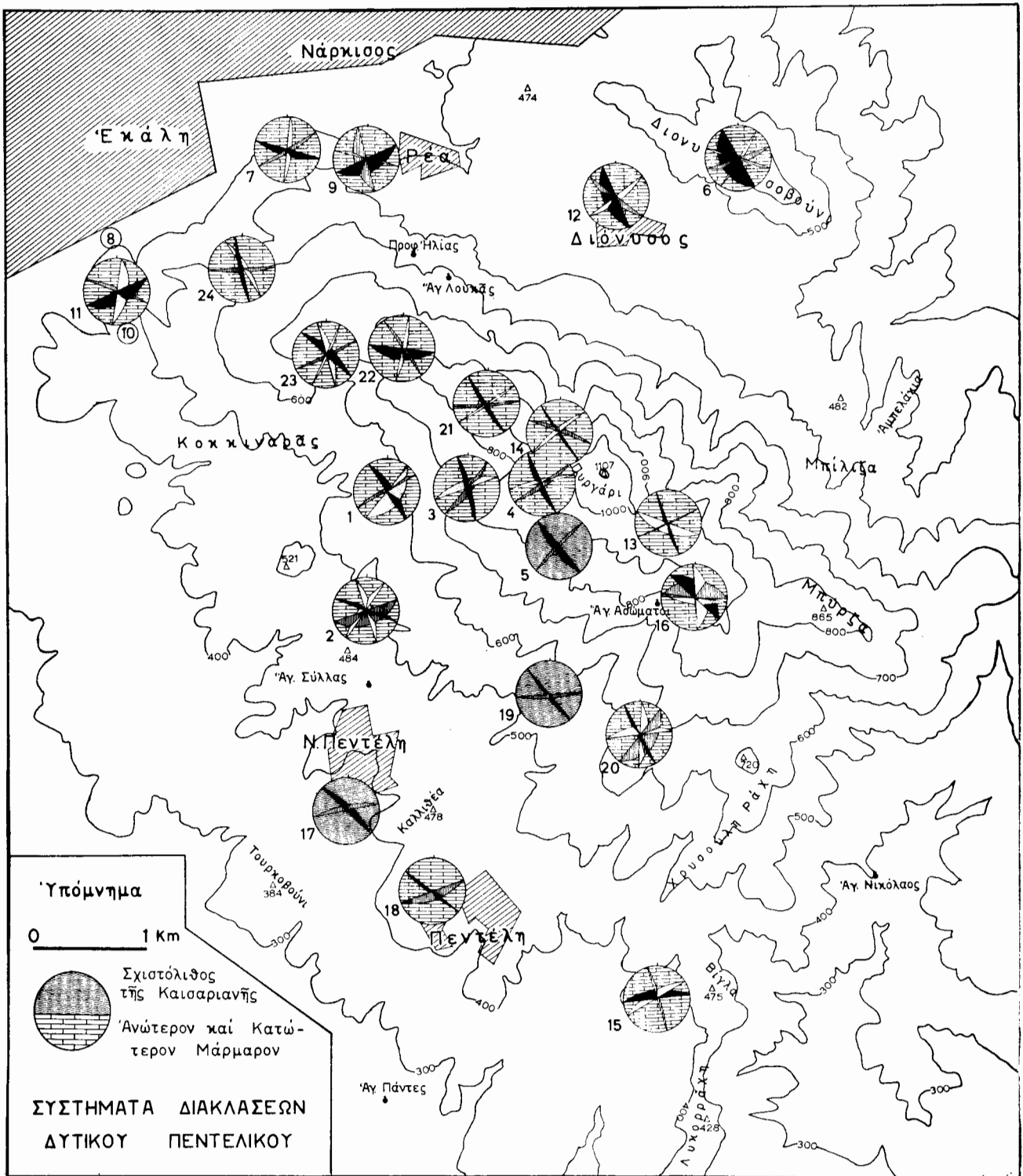
iii. Ἐκ τῆς συγκρίσεως μεταξὺ τῆς μέσης συχνότητος διακλάσεων εἰς τοὺς ὀρίζοντας μαρμάρου καὶ εἰς τοὺς σχιστολίθους συμπεραίνεται ὅτι αἱ διακλάσεις εἰς τὸ μάρμαρον εἶναι κατὰ πολὺ πυκνότεραι.

## γ. Τὰ κύρια συστήματα διακλάσεων τοῦ Δ. Πεντελικοῦ.

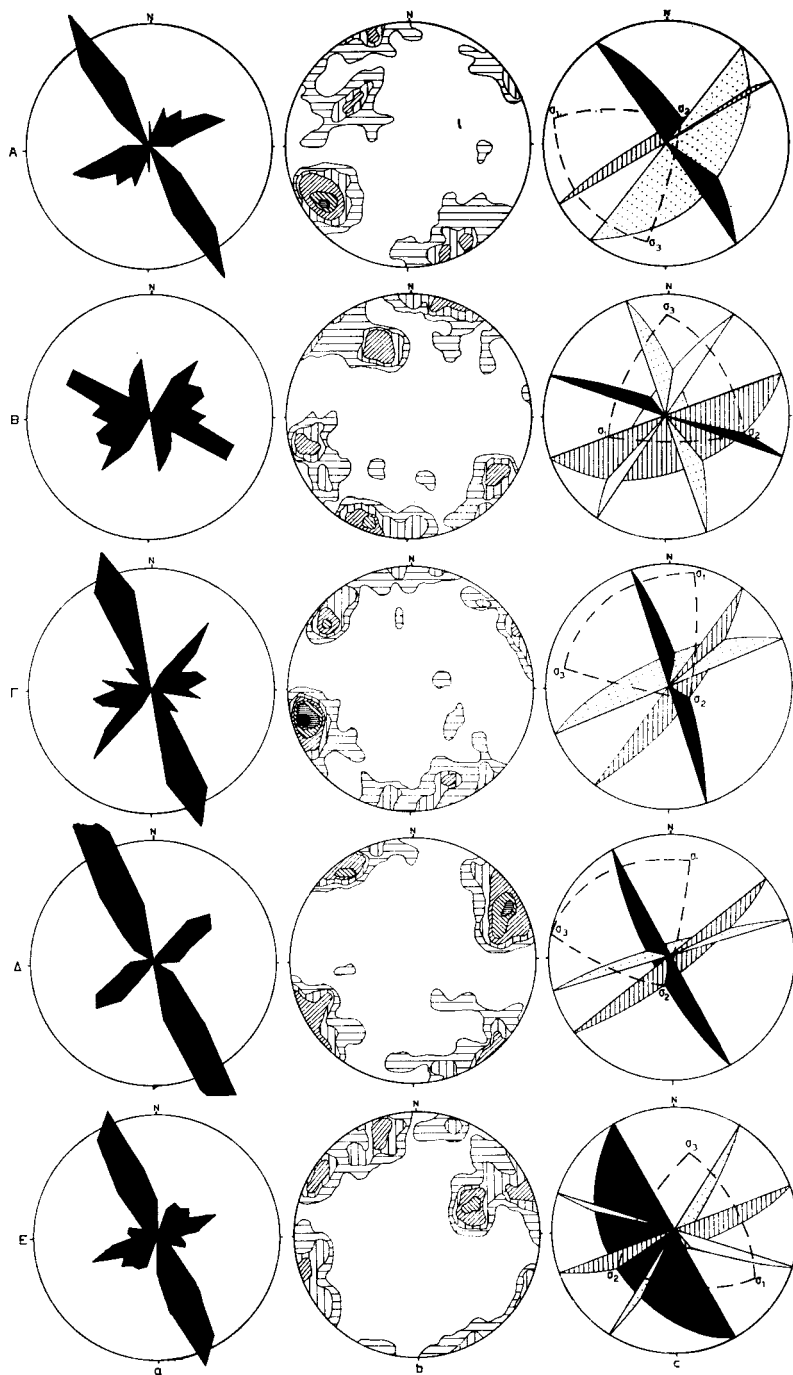
ι. Εἰς τὸ μάρμαρον.

Εἰς τὴν παράγραφον ταύτην γίνεται λόγος περὶ τῶν θέσεων τῶν εὐρισκομένων, τόσον εἰς τοὺς ὀρίζοντας τοῦ Κατωτέρου καὶ Ἀνωτέρου Μαρμάρου, ὑπὸ τὴν στρωματογραφικὴν ἔννοιαν τὴν ὁποίαν ἔδωσεν ὁ LEPSIUS, ὅσον καὶ περὶ ἐκείνων ἐκ τῶν ὀριζόντων μαρμάρου τῶν εὐρισκομένων ἐντὸς τῶν Σχιστολίθων τῆς Καισαριανῆς.

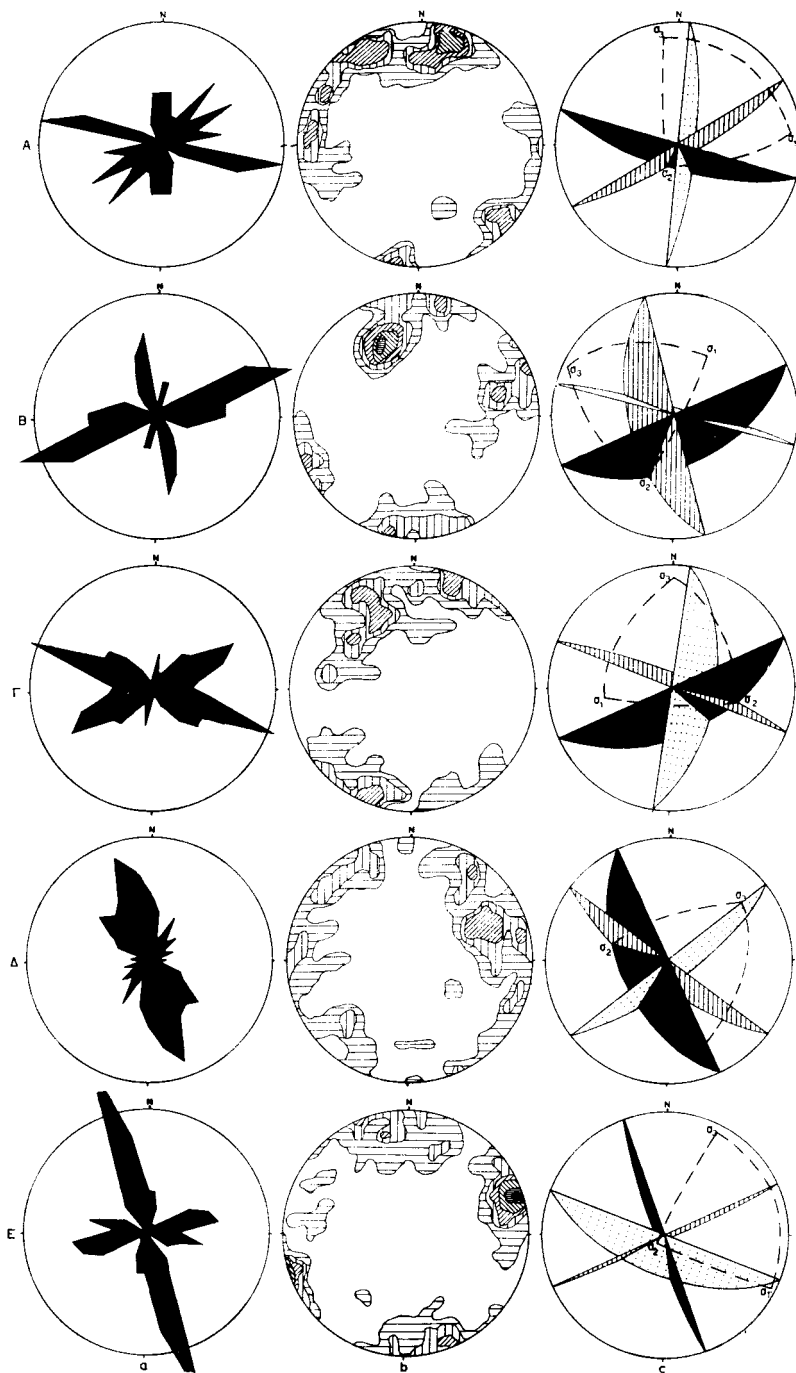
Ἐκ τοῦ χάρτου τῆς εἰκ. 8 ἔνθα ἀπεικονίζονται τὰ κύρια συστήματα



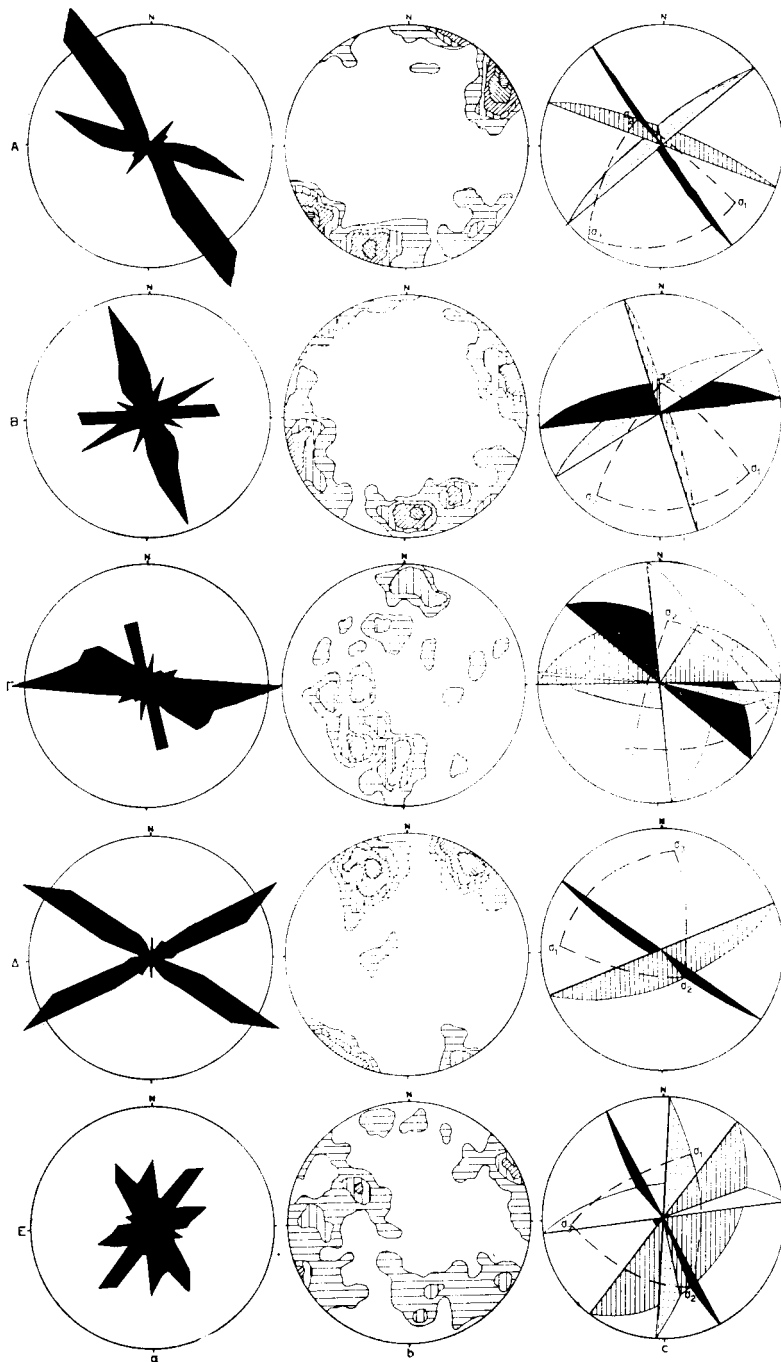
Εικ. 8. — Fig. 8. Map showing the major joint sets in W. Pentelikon.



Εικ. 9.



Εικ. 10.



Είχ. 11.

Είκ. 9. Διαγράμματα διακλάσεων ἐκ τῶν ὀριζόντων μαρμάρου τοῦ Δ. Πεντελικοῦ. (a) Ροδογράμματα, (b) Στερεογραφικά πόλων, (c) Στερεογραφικά μέσων ἐπιφανειῶν ἐκ τῶν θέσεων :

A. (1) Τομή τοῦ δρόμου πρὸς κορυφήν, ὑψόμ. 590, 96 διακλάσεις. Β. (2) Τομή τοῦ δρόμου ἀπὸ Ἅγιο Σύλλα πρὸς Κηφισία, ὑψόμ. 320, 94 διακλάσεις. Γ. (3) Τομή τοῦ δρόμου πρὸς κορυφήν, στροφή μετὰ τὴν ὁδὸν πρὸς Ἅγιον Παντελεήμονα, ὑψόμ. 680, 109 διακλάσεις. Δ. (4) Τομή τοῦ δρόμου πρὸς κορυφήν, ὑψόμ. 940, 114 διακλάσεις. Ε. (6) Κορυφή Διονυσοβουνίου, ὑψόμ. 640, 112 διακλάσεις. (Οἱ ἐντὸς τῶν παρενθέσεων ἀριθμοὶ ἀναφέρονται εἰς τὰς ἀντιστοιχοῦς θέσεις ἐπὶ τοῦ χάρτου τῆς εἰκ. 8).

Fig. 9. Joint diagrams in marble of W. Pentelikon. a) joint rose b) stereographic p-diagrams c) stereographic of mean joint planes. (The numbers in parentheses refer to the corresponding locations on the map of fig. 8).

Είκ. 10. Διαγράμματα διακλάσεων ἐκ τῶν ὀριζόντων μαρμάρου τοῦ Δ. Πεντελικοῦ. (a) Ροδογράμματα, (b) Στερεογραφικά πόλων, (c) Στερεογραφικά μέσων ἐπιφανειῶν ἐκ τῶν θέσεων :

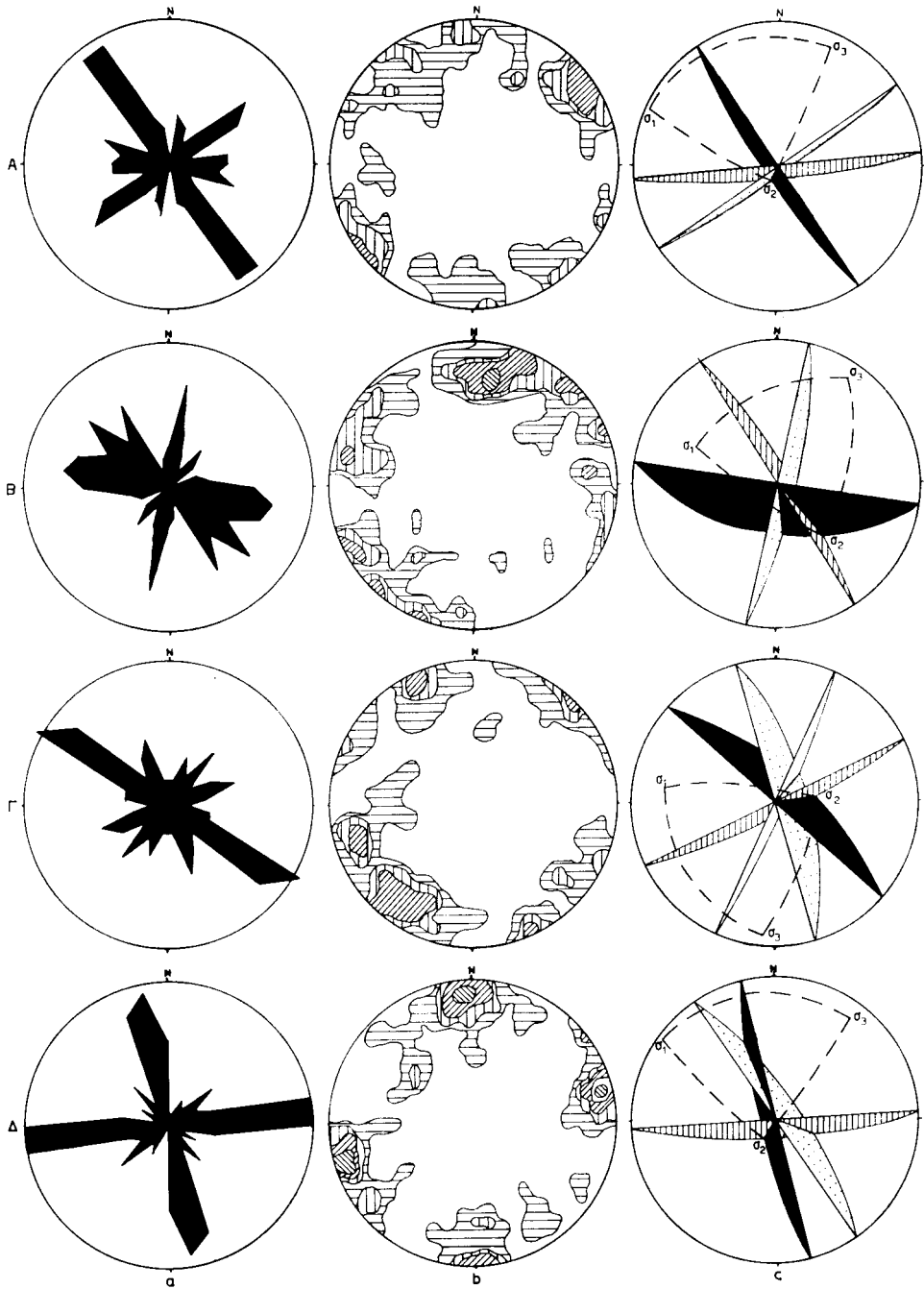
A. (7) Νοτίως διασταυρώσεως ὁδοῦ Διονύσου - Δροσιάς, ὑψόμ. 450, 107 διακλάσεις. Β. (9) Δυτικῶς Ρέας, λατομεῖον, ὑψόμ. 410, 113 διακλάσεις. Γ. (11) Ἐπὶ τῆς κορυφῆς τοῦ λόφου Καστράκι, Ἅγιος Φανούριος, ὑψόμ. 500, 148 διακλάσεις. Δ. (12) Λατομεῖον Διονύσου 300 μ. βορείως ἀμαξιτῆς ὁδοῦ πρὸς Νέαν Μάκρην, ὑψόμ. 500, 102 διακλάσεις. Ε. (13) Ἀνατολικῶς τῆς κορυφῆς πρὸς τὰ βόρεια πρηνή, ὑψόμ. 990, 100 διακλάσεις. (Οἱ ἐντὸς τῶν παρενθέσεων ἀριθμοὶ ἀναφέρονται εἰς τὰς ἀντιστοιχοῦς θέσεις ἐπὶ τοῦ χάρτου τῆς εἰκ. 8).

Fig. 10. Joint diagrams in marble of W. Pentelikon. a) joint rose b) stereographic p-diagrams c) stereographic of mean joint planes. (The numbers in parentheses refer to the corresponding locations on the map of fig. 8).

Είκ. 11. Διαγράμματα διακλάσεων ἐκ τῶν ὀριζόντων μαρμάρου τοῦ Δ. Πεντελικοῦ. (a) Ροδογράμματα, (b) Στερεογραφικά πόλων, (c) Στερεογραφικά μέσων ἐπιφανειῶν ἐκ τῶν θέσεων :

A. (14) Ἐπὶ τῆς κορυφογραμμῆς δυτικῶς Ραντάρ, ὑψόμ. 1060, 143 διακλάσεις. Β. (15) Νοτιοδυτικῶς Ἀστεροσκοπείου, βορείως Αὐλώνος, ὑψόμ. 430, 132 διακλάσεις. Γ. (16) Βορείως ναοῦ Ἁγίων Ἀσωμάτων, ὑψόμ. 850, 129 διακλάσεις. Δ. (18) Βόρεια πρηνή λόφου Ἀστεροσκοπείου, ὑψόμ. 480, 127 διακλάσεις. Ε. (20) Βορειοανατολικῶς Παλαιᾶς Πεντέλης, ὑψόμ. 680, 142 διακλάσεις. (Οἱ ἐντὸς τῶν παρενθέσεων ἀριθμοὶ ἀναφέρονται εἰς τὰς ἀντιστοιχοῦς θέσεις ἐπὶ τοῦ χάρτου τῆς εἰκ. 8).

Fig. 11. Joint diagram in marble of W. Pentelikon a) joint rose b) stereographic p-diagrams c) stereographic of mean joint planes. (The numbers in parentheses refer to the corresponding locations on the map of fig. 8).



Εικ. 12.

διακλάσεων τὰ ὁποῖα προέκυψαν ἐκ τῆς στερεογραφικῆς προβολῆς τῶν κατὰ θέσεις πολυαρίθμων στοιχείων μετρήσεων καὶ ἐκ τῶν εἰκόνων 9, 10, 11, 12, ὅπου ἔχουν σχεδιασθῆ τὰ τρία βασικά διαγράμματα δι' ἐκάστην θέσιν, ὡς καὶ τοῦ πίνακος 5, ἔνθα ἔχουν καταχωρηθῆ τὰ εἰς ἐκάστην θέσιν ἀπαντῶντα συστήματα διακλάσεων, ἐξάγονται τὰ ἐξῆς συμπεράσματα.

## Π Ι Ν Α Κ Σ 6.

## Τὰ κύρια συστήματα διακλάσεων τοῦ δυτικοῦ Πεντελικοῦ.

Συζυγῆ ζεύγη	Συστήματα διακλάσεων	Μέση διεύθυνσις	Ἀπόκλισις ±	Κλίσις
1ον	I	145° - 325°	15°	90°
	II	60° - 240°	20°	90°
2ον	III	95° - 275°	15°	80° S
	IV	5° - 185°	15°	80° E

1ον. Εἰς τὴν περιοχὴν τοῦ δυτικοῦ Πεντελικοῦ διακρίνονται γενικῶς 4 ἐκπεφρασμένα κύρια συστήματα διακλάσεων, τὰ στοιχεῖα τῶν ὁποίων δίδονται εἰς τὸν πίνακα 6.

Τὰ 4 ἀνωτέρω συστήματα διακλάσεων σχηματίζουν ἀνὰ δύο ζεύγη συζυγῶν συστημάτων διακλάσεων, ἐξ ὧν τὸ 1ον συνιστάμενον ἐκ τοῦ Iου καὶ τοῦ IIου συστήματος διακλάσεων, εἶναι τὸ ἐπικρατοῦν καὶ τὸ 2ον συνιστάμενον ἐκ τοῦ IIIου καὶ τοῦ IVου συστήματος διακλάσεων εἶναι τὸ δευτερεῦον. Σημειωτέον ὅτι τὰ δύο συστήματα διακλάσεων τὰ ἀπαρτίζοντα ἕκαστον συζυγῆς ζεύγος, ἀπαντῶνται συνήθως ὁμοῦ καὶ χαρακτηρίζονται ἐκ τῆς καθετότητος τῶν μέσων ἐπιφανειῶν των.



Εἰκ. 12. Διαγράμματα διακλάσεων ἐκ τῶν ὀριζόντων μαρμάρου τοῦ Δ. Πεντελικοῦ. (a) Ροδογράμματα, (b) Στερεογραφικὰ πόλων, (c) Στερεογραφικὰ μέσων ἐπιφανειῶν ἐκ τῶν θέσεων :

A. (21) Ἐπὶ τῆς κορυφογραμμῆς πρὸς Ἐκάλην, ὑψόμ. 910, 101 διακλάσεις.  
 B. (22) " " " " " " " 810, 104 "  
 Γ. (23) " " " " " " " 770, 109 "  
 Δ. (24) " " " " " " " 570, 102 "

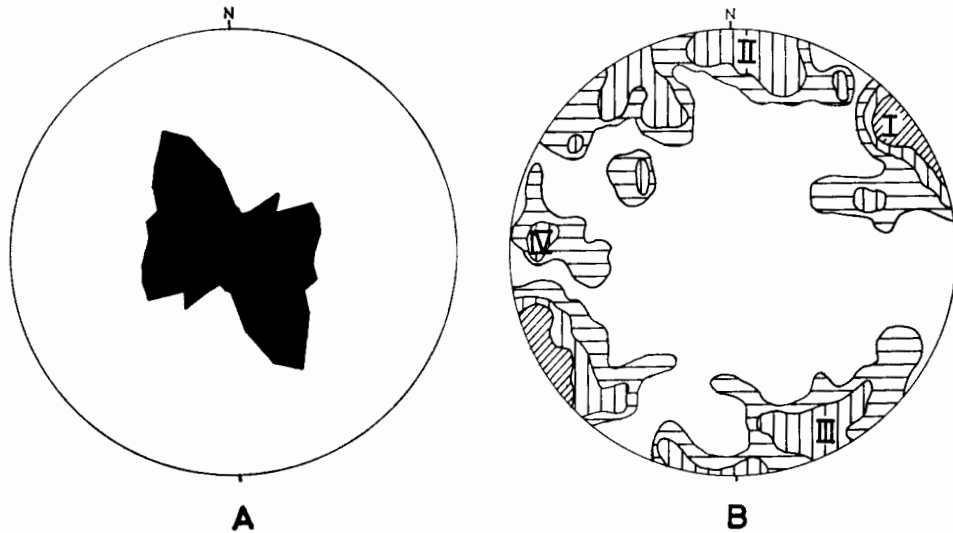
(Οἱ ἐντὸς τῶν παρενθέσεων ἀριθμοὶ ἀναφέρονται εἰς τὰς ἀντιστοίχους θέσεις ἐπὶ τοῦ χάρτου τῆς εἰκ. 8).

Fig. 12. Joint diagrams in marble of W. Pentelikon. a) joint rose b) stereographic p-diagramm c) stereographic of mean joint planes. (The numbers in parentheses refer to the corresponding locations on the map of fig. 8).



Ἡ ὕπαρξις τῶν ἀνωτέρω 4 κυρίων συστημάτων διακλάσεων ἐπαληθεύεται ἐκ τοῦ συνοπτικοῦ ροδόγραμματος διακλάσεων (εἰκ. 13) ὡς καὶ ἐκ τῆς προβολῆς τῶν τιμῶν τῶν μέσων ἐπιπέδων διακλάσεων, αἱ ὁποῖαι δίδονται εἰς τοὺς πίνακας 5 καὶ 7 ἐπὶ δικτύου στερεογραφικῆς προβολῆς (εἰκ. 13) ἔνθα διακρίνονται σαφῶς αἱ περιοχαὶ συγκεντρώσεως τῶν πόλων.

2ον. Ἡ κλίσις τῶν διακλάσεων ὡς τοῦτο συμπεραίνεται ἐκ τῆς περιφερειακῆς διατάξεως τῶν πόλων εἰς τὰ σχετικὰ διαγράμματα (εἰκ. 9 ἕως 13), εἶναι γε-



A. Ροδόγραμμα  
A. joint rose

B. Στερεογραφικὸ πόλων  
B. stereographic p-diagram.

Εἰκ. 13. Συνοπτικὰ διαγράμματα διακλάσεων ἐξ ὅλων τῶν στρωματογραφικῶν ὁριζόντων τοῦ Δ. Πεντελικοῦ. Σύνολον διακλάσεων 2.764.

Fig. 13. Synoptical joint diagrams of W. Pentelikon.

νικῶς μεγάλη καὶ κυμαίνεται μεταξύ τῶν  $70^\circ$  καὶ  $90^\circ$ . Ἡ μέση τιμὴ κλίσεως τοῦ Ιου καὶ ΙΙου συστήματος εἶναι περὶ τὰς  $10^\circ$  μεγαλυτέρα ἐκείνης τοῦ ΙΙΙου καὶ ΙVου συστήματος.

Παρὰ ταῦτα, ὡς τοῦτο συνάγεται ἐκ τῆς μελέτης τῶν διαγραμμάτων τῶν εἰκ. 9 Ε, 11 Γ, 11 Ε, ὑφίστανται καὶ διακλάσεις μὲ μικροτέρας κλίσεις, ἧτοι περὶ τὰς  $50^\circ$ . Ὁρισμένα τῶν παρατηρηθεισῶν μικρᾶς κλίσεως διακλάσεις, χαρακτηρίζονται ὑπὸ ἐπιφανειῶν οὐχὶ ἐπιπέδων ἀλλὰ ἀνωμάτων καὶ συνδέονται πρὸς ζώνας περοειδῶν διακλάσεων, δυνάμεναι νὰ θεωρηθοῦν ἐπομένως, ὡς ἐφελευστικοῦ τύπου. Λεπτομερῆς ἔρευνα καὶ δυναμικὴ ἀνάλυσις τῶν ὁμοίων διακλάσεων τῶν παρατηρουμένων εἰς τὸν Ὑμηττὸν (Η. ΜΑΡΙΟΛΑΚΟΣ, 1971) ἀπέδειξεν ὅτι ἡ γένεσις τῶν ὀφείλεται εἰς τὰ αὐτὰ αἰτία μὲ τὰς περοειδεῖς, ἧτοι πρόκειται περὶ στρέψεως συνδεομένης ἀρρήκτως πρὸς φαινόμενα διατμήσεως.

Ένας άλλος λόγος εἰς τὸν ὁποῖον εἶναι δυνατὸν νὰ ὀφείλεται ἡ μικρὰ κλίσις τῶν διακλάσεων, εἶναι καὶ ἡ θέσις τὴν ὁποίαν εἶχον τὰ στρώματα κατὰ τὴν περιόδον τῆς δημιουργίας τούτων (ἴδε καὶ κεφάλαιον IV, Δ, 3).

#### Π Ι Ν Α Κ Σ 7.

Τὰ συστήματα διακλάσεων εἰς τὸν σχιστόλιθον τοῦ δυτικοῦ Πεντελικοῦ.

Διάγραμμα	Στρώσις	Συστήματα διακλάσεων	
		Πρωτεύον	Δευτερεύον
5	220, 40 SE	322, 74 SW	45, 84 NW
17	230, 20 SE	312, 76 NE	76, 77 NW
19	40, 75 NW	318, 84 SW	84, 80 SE

ι. Εἰς τὸν σχιστόλιθον.

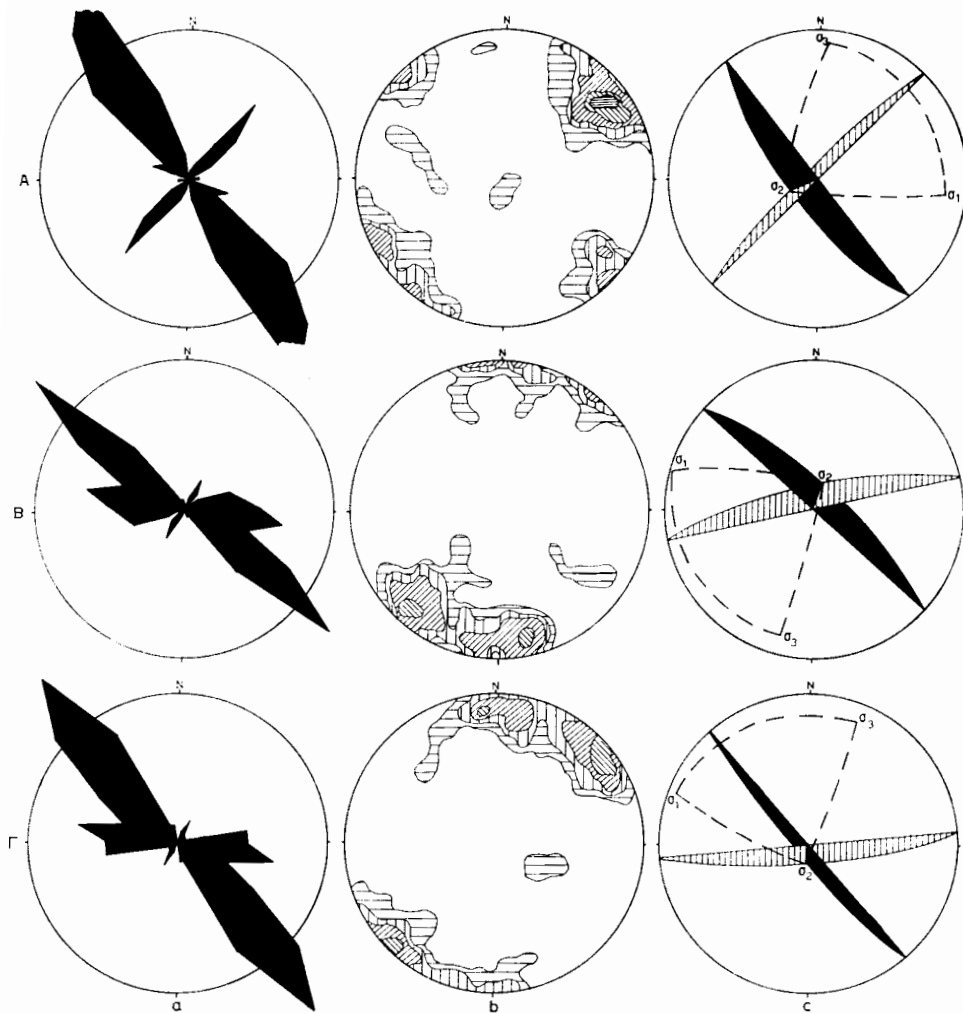
Ἐκ τῶν διαγραμμάτων τῆς εἰκ. 14 καὶ ἐκ τοῦ πίνακος 7 προκύπτει ὅτι καὶ εἰς τοὺς σχιστολίθους ἀναπτύσσονται συνήθως 2 συστήματα διακλάσεων, τὰ ὁποῖα συμπύκνουν πρὸς τὸ Ιον καὶ ΙΙον τοῦ μαρμάρου. Σημειωτέον ὅτι, ὡς τοῦτο διαπιστοῦται καὶ ἐκ τῆς μικρᾶς ἐπιφανείας τὴν ὁποίαν καταλαμβάνουν αἱ περιοχαὶ ἴσης πυκνότητος πόλων, ὁ διασκεδασμὸς τῶν διευθύνσεων τῶν εἶναι μικρὸς, ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὸν Ὑμηττὸν ὅπου εἰς τὸν ἀντίστοιχον ὀριζόντια ἡ πυκνότης σπανίως ὑπερβαίνει τὸ 5%. Ἐκ τῶν παρατιθεμένων διαγραμμάτων (εἰκ. 14) τὸ ὑπ' ἀριθμ. 17 (B) εὐρίσκεται ἐπὶ τυπικῶν σχιστολίθων, τὸ ὑπ' ἀριθμ. 19 (Γ) ἐπὶ ὀριζοντος γνευσίου, ἐνῶ τὸ ὑπ' ἀριθμ. 5 (A) ἐπὶ σχιστολίθων ἐνδιαμέσου πετρολογικοῦ τύπου.

Ἡ κλίσις τῶν διακλάσεων εἶναι γενικῶς ἰσχυρὰ καὶ ἀνέρχεται εἰς 75° - 90°. Παρὰ ταῦτα εἰς ὠρισμένας θέσεις ὑφίστανται καὶ διακλάσεις τῶν ὁποίων ἡ κλίσις εἶναι κατὰ πολὺ μικροτέρα τῶν ἀνωτέρω τιμῶν. Αὗται εἶναι συνήθως μικραὶ, συνδέονται δὲ ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον πρὸς περοειδεῖς διακλάσεις.

Ἄξιον προσοχῆς τυγχάνει τὸ γεγονός ὅτι διακλάσεις τῶν ὁποίων αἱ διευθύνσεις συμπύκνουν μὲ ἐκεῖνας τοῦ ΙΙΙου καὶ ΙVου συστήματος τοῦ μαρμάρου, εἶναι ὀλίγαι.

#### 2. Γωνιώδης σχέσις μεταξὺ τῶν διακλάσεων καὶ τῆς στρώσεως.

Ὁ LEPsius ἀναφέρει (μετάφρασις ΒΟΥΓΙΟΥΚΑ, σελ. 69) ὅτι ἡ ἰσχυρὰ διάρρηξις τὴν ὁποίαν παρουσιάζουν τὰ ὄρη τῆς Ἀττικῆς διήκει γενικῶς καθέτως πρὸς τὰς στρωσιγενεῖς ἐπιφανείας καὶ παραλλήλως πρὸς τὴν στρώσιν. Ἐκ τῆς μελέτης ὅμως τῶν πινάκων 8 A καὶ 8 B ἐπὶ τῶν ὁποίων δίδονται αἱ γωνιώδεις σχέσεις μεταξὺ τῶν μέσων ἐπιφανειῶν τοῦ Ιου καὶ ΙΙου συστήματος διακλάσεων, ὡς αὗται λαμβάνονται ἐκ τῶν κατὰ θέσεις κατασκευασθέντων στερεογραφικῶν δια-



Είκ. 14. Διαγράμματα διακλάσεων εκ των όριζόντων σχιστολίθου - γνευσίου του Δ. Πεντελικού. (α) Ροδογράμματα, (β) Στερεογραφικά πόλων, (γ) Στερεογραφικά μέσων επιφανειών εκ των θέσεων :

Α. (5) Τομή του δρόμου προς κορυφήν, άριστερά στροφή, ύψóm. 890, 108 διακλάσεις. Β. (17) Στροφή επί της όδοϋ προς Νέαν Πεντέλην παρά τη συμβολή του ρεύματος, ύψóm. 360, 116 διακλάσεις. Γ. (19) Βορείως Στρατιωτικού Νοσοκομείου, ύψóm. 540, 110 διακλάσεις. (Οί έντός των παρενθέσεων άριθμοί αναφέρονται εις τās άντιστοιχους θέσεις επί του χάρτου της είκ. 8).

Fig. 14. Joint diagrams in schist-gneiss horizons of W. Pentelikon. a) Joint rose b) stereographic p-diagram c) stereographic of mean joint planes. (The numbers in parentheses refer to the corresponding locations on the map of fig. 8).

## Π Ι Ν Α Ξ 8

Γωνιώδης σχέσις μεταξύ στρώσεως (ζς) και κυρίων συστημάτων διακλάσεων ( $\delta_I$ ,  $\delta_{II}$ ).

<b>A. Είς τὸ μάρμαρον</b>		
Διάγραμμα	Γωνία ζς - $\delta_I$	Γωνία ζς - $\delta_{II}$
6	72	87
16	85	72
7	80	75
20	70	70
1	85	85
2	78	55
3	82	90
4	65	58
9	77	75
11	75	78
12	85	63
13	80	85
14	80	82
15	90	90
18	80	80
21	56	70
22	80	88
23	85	90
24	80	80

<b>B. Είς τὸν σχιστόλιθον</b>		
Διάγραμμα	Γωνία ζς - $\delta_I$	Γωνία ζς - $\delta_{II}$
5	84	60
17	84	88
19	82	57

γραμμάτων και τῆς στρώσεως, τόσον διὰ τὸ μάρμαρον ὅσον και διὰ τὸν σχιστόλιθον, συνάγονται τὰ ἐξῆς γενικὰ συμπεράσματα :

— Ἐξαιρέσει τῆς θέσεως 4 ὅπου αἱ γωνίαι  $\zeta\zeta - \delta\delta$  και  $\zeta\zeta - \delta\delta\text{II}$  εἶναι σχετικῶς μικραὶ ( $65^\circ$  και  $58^\circ$  ἀντιστοίχως) εἰς οὐδεμίαν ἄλλην θέσιν αἱ ἀνωτέρω γωνίαι ἐκάστου τῶν δύο συστημάτων διακλάσεων πρὸς τὴν στρῶσιν παρουσιάζουν μικρὰς γωνίας.

— Αἱ ἀνωτέρω γωνιώδεις σχέσεις φαίνεται ὅτι δὲν ἐπηρεάζονται ἐκ τῆς ὀρυκτολογικῆς συστάσεως τοῦ πετρώματος, δοθέντος ὅτι τόσον εἰς τοὺς σχιστολίθους, ὅσον και εἰς τὰ μάρμαρα εἶναι αἱ αὐταὶ περίπου, τῆς μέσης τιμῆς των ἀνερχομένης εἰς  $78^\circ$ .

Ὅσον ἀφορᾷ εἰς τὴν ἀποψιν τοῦ LEPsius ὅτι ἡ διεύθυνσις τῶν διακλάσεων διήκει παραλλήλως πρὸς τὴν στρῶσιν, ἔχομεν νὰ παρατηρήσωμεν ὅτι τοῦτο, ὡς συμβαίνει και εἰς τὸν Ὑμηττόν, ἰσχύει μόνον διὰ τὸ ἐν σύστημα, συνήθως τὸ πρωτεῦον και ὅχι διὰ τὰ λοιπά.

### 3. Ἡλικία τῶν διακλάσεων.

Ὡς γνωστὸν ἡ ὀλοκλήρωσις τῆς τεκτονικῆς ἀναλύσεως ἐπιτυγχάνεται μόνον διὰ τῆς δυναμικῆς ἀναλύσεως, ἡ ὁποία σημειωτέον εἶναι λίαν δυσχερῆς εἰς περιοχὰς ἔνθα ὁ τεκτονικὸς ἰστὸς εἶναι ἀποτέλεσμα περισσοτέρων τῆς μιᾶς παραμορφωτικῶν φάσεων, ὅπως συμβαίνει εἰς τὴν περίπτωσιν τοῦ Πεντελικοῦ και γενικώτερον τοῦ μεταμορφωμένου συστήματος τῆς Ἀττικῆς. Τοῦτο ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα πολλάκις νὰ ἀνακύπτουν ὠρισμένοι ἐπιφυλάξεις ὡς πρὸς τὴν ὀρθότητα τῶν συμπερασμάτων. Ἡ αἰτία τῶν ἀνωτέρω δυσχερειῶν ἔγκειται κυρίως εἰς τὴν δυσκολίαν τοῦ καθορισμοῦ τῆς σχετικῆς ἡλικίας τῶν διαφόρων ἐπὶ μέρους μορφῶν τοῦ τεκτονικοῦ ἰστοῦ, διότι ὡς εἶναι εὐνόητον ἡ δυναμικὴ ἀνάλυσις δύναται νὰ ὀδηγήσῃ εἰς ὀρθὰ συμπεράσματα, μόνον ὅταν ἀναλύῃ μορφὰς δημιουργηθείσας ὑπὸ μιᾶς και τῆς αὐτῆς παραμορφωτικῆς φάσεως. Ὅσον ἀφορᾷ εἰς τὸν καθορισμὸν τῆς σχετικῆς ἡλικίας τῶν διαφόρων μορφῶν τῶν πτυχογόνων παραμορφωτικῶν φάσεων, ὡς εἶναι αἱ πτυχαί, ἡ γραμμώσεις και ἡ σχιστότης, οὗτος εἶναι ἐν τινὶ μέτρῳ εὐκόλος, ὁ καθορισμὸς ὁμῶς τῆς σχετικῆς ἡλικίας τῶν ἐπὶ μέρους μορφῶν τοῦ ρηξιγενοῦς ἰστοῦ, ἥτοι τῶν ρηγμάτων και τῶν διακλάσεων παρουσιάζει πολὺν δυσκολίαν.

Ἡμεῖς εἰς τὴν παροῦσαν παράγραφον περιοριζόμεθα εἰς τὸν προσδιορισμὸν τῆς σχετικῆς ἡλικίας τῶν διαφόρων συστημάτων διακλάσεων, ὡς πρὸς τὰς ἄλλας τεκτονικὰς μορφὰς.

Εἶναι γνωστὸν ὅτι αἱ διακλάσεις δύναται νὰ δημιουργηθοῦν εἰς ὅλα τὰ στάδια ἐξελίξεως τῶν πετρωμάτων. Χαρακτηριστικῶς ἀναφέρονται περιπτώσεις καθ' ἃς ἐδημιουργήθησαν διακλάσεις, ὀλίγον μετὰ τὴν ἀπόθεσιν ἰζημάτων και ἐνῶ ταῦτα εὐρίσκοντο εἰσέτι εἰς ὀριζόντιον θέσιν.

Κατωτέρω ἐξετάζεται ὁ χρόνος καθ' ὃν εἶναι δυνατόν, νὰ ἔχουν δημιουργηθῇ αἱ διακλάσεις εἰς τὸ Πεντελικόν.

Ὡς ἀνεφέρθη τὸ Πεντελικὸν δομεῖται ἐκ κρυσταλλοσχιστωδῶν πετρωμάτων, τὰ ὁποῖα ἔχουν προέλθει ἐκ τῆς μεταμορφώσεως ἰζηματογενῶν τοιούτων. Πλὴν τούτων ἀπαντοῦν κατὰ θέσεις καὶ τεταρτογενῆ, ποικίλης προελεύσεως, καταλαμβάνοντα μικρὰν ἐπιφανειακὴν ἔκτασιν, τὰ ὁποῖα εἰς τὴν παροῦσαν δὲν κρίνεται σκόπιμον νὰ ἐξετασθοῦν ἰδιαιτέρως. Εἶναι γνωστὸν ἐξ ἄλλου ὅτι ὁ σημερινὸς τεκτονικὸς ἰσθμὸς τοῦ Πεντελικοῦ εἶναι ἀποτέλεσμα τοῦλάχιστον δύο πτυχογόνων παραμορφωτικῶν φάσεων καὶ ὁπωσδήποτε περισσοτέρων τῆς μιᾶς, ρηγματογόνων τοιούτων.

Μία σκιαγράφησις τῶν κυριωτέρων φάσεων τῆς γεωτεκτονικῆς ἐξελίξεως τοῦ Πεντελικοῦ εἶναι ἡ ἀκόλουθος :

- α. Ἀπόθεις ἰζημάτων
- β. Πτύχωσις συνοδευομένη ὑπὸ μεταμορφώσεως
- γ. Πτύχωσις συνοδευομένη ὑπὸ ἐλαφρᾶς μεταμορφώσεως ἢ ἄνευ τιαύτης
- δ. Ἐφιππεύσεις ἀνήκουσαι κατὰ πᾶσαν πιθανότητα εἰς ἀνεξάρτητον παραμορφωτικὴν φάσιν.
- ε. Ρηγματογόνος τεκτονισμὸς δημιουργήσας κανονικὰ ρήγματα, ὅστις εἶναι ἄγνωστος ἐὰν εἶναι ἀποτέλεσμα μιᾶς ἢ περισσοτέρων παραμορφωτικῶν φάσεων.

Τὸ ἀνωτέρω χρονικὸν διάγραμμα τῶν φάσεων ἐξελίξεως τοῦ μεταμορφωμένου συστήματος τῆς Ἀττικῆς δὲν ἔχει ἀπαιτήσεις μεγάλης ἀκριβείας διὰ δύο λόγους :

ι. Διότι δὲν ἔχει εἰσέτι ἐξακριβωθῆ ἐὰν ὁ τρίτος ἄξων (N - S) ἀνήκει εἰς ἰδίαν φάσιν, διάφορον τῶν προηγουμένων καὶ

ιι. Διότι ἡ ἔρευνα ἐπὶ τοῦ νεωτέρου ρηγματογόνου τεκτονισμοῦ συνεχίζεται, μὴ ὀλοκληρωθεῖσα εἰσέτι.

Ἐφ' ὅσον λοιπὸν αἱ διακλάσεις θεωρητικῶς ἀλλὰ καὶ πρακτικῶς εἶναι δυνατὸν νὰ δημιουργηθοῦν καθ' ὅλα τὰ στάδια ἐξελίξεως μιᾶς περιοχῆς, ἄς ἐξετάσωμεν τί θὰ συνέβαινεν εἰς τὸ Πεντελικόν, ὑποθέτοντες ὅτι καθ' ὅλας τὰς προηγουμένας ἀναφερθείσας φάσεις τῆς γεωτεκτονικῆς του ἐξελίξεως, εἶναι δυνατὸν νὰ δημιουργηθοῦν διακλάσεις.

Ι. Ἐστὼ ὅτι αἱ διακλάσεις ἐδημιουργήθησαν ὀλίγον μετὰ τὴν ἀπόθεισιν τῶν ἰζημάτων, ἦτοι ὅταν ταῦτα εἶχον ὑποστῆ τὴν διαγένεσιν καὶ πρὸ τῆς ἐκδηλώσεως τῆς πρώτης πτυχογόνου παραμορφωτικῆς φάσεως.

Ἐὰν αἱ διακλάσεις εἶχον δημιουργηθῆ τόσον ἐνωρίς, θὰ ἔπρεπε νὰ ἔχουν ἐπηρεασθῆ ὑπὸ τῆς ἐπακολουθησάσης πτυχώσεως καθὼς ἐπίσης καὶ ὑπὸ τῆς συνδεομένης πρὸς ταύτην μεταμορφώσεως, ἢ ὁποῖα, πλὴν τῶν ἄλλων συνωδεύετο καὶ ὑπὸ σχιστότητος. Τοιοῦτον ὁμως φαινόμενον δὲν παρατηρεῖται.

Εἰς τοὺς σχιστολιθικοὺς ὀρίζοντας τοῦ Πεντελικοῦ βεβαίως παρατηροῦνται πτυγματικαὶ πτυχαί, αἵτινες ἔχουν ἐπηρεασθῆ ὑπὸ τῆς σχιστότητος, ἐνῶ ἐξ ἄλλου διατέμνονται ὑπὸ διακλάσεων (ἀπλῶν καὶ πτεροειδῶν). Λαμβάνοντες ὑπ' ὄψιν ὅτι ἡ ἐξήγησις τοῦ τρόπου δημιουργίας τῶν πτυγματικῶν πτυχῶν εἶναι δυσχερῆς

και ὀπωσδήποτε ποικίλλει ἀπὸ περιπτώσεως εἰς περίπτωσιν, εἶναι δυνατόν νὰ θεωρήσῃ τις ὅτι μέρος τοῦλάχιστον τῶν παρατηρουμένων πτυγματικῶν πτυχῶν πρέπει νὰ ἀνήκῃ εἰς πολὺ παλαιὰς διακλάσεις.

Κατόπιν τῶν ἀνωτέρω προκύπτει ὅτι ἐκ τῶν παρατηρουμένων διακλάσεων οὐδεμία πρέπει νὰ ἀνήκῃ εἰς παλαιὰς τοιαύτας, διότι ἔστω καὶ ἐὰν ἀκόμη δὲν εἶχον μεταπέσει εἰς πτυγματικὰς πτυχάς, θὰ ἔπρεπε νὰ εἶχον συμπτυχωθῆ. Οὐδαμοῦ ὅμως παρατηρήθησαν διακλάσεις αἱ ἐπιφάνειαι τῶν ὁποίων νὰ ἔχουν πτυχωθῆ. Ἐπομένως ἀποκλείεται αἱ μελετηθεῖσαι διακλάσεις νὰ ἐδημιουργήθησαν ὀλίγον μετὰ τὴν ἀπόθεσιν τῶν ἰζημάτων.

II. Ἄς ὑποθέσωμεν τώρα ὅτι αἱ διακλάσεις ἐδημιουργήθησαν κατὰ τὴν πρώτην παραμορφωτικὴν φάσιν. Κατὰ τὴν ἐν λόγῳ περίοδον ἐδημιουργήθησαν πολλὰ εἶδη πτυχῶν ἐνῶ συγχρόνως τὰ πετρώματα μετεμορφώθησαν.

Διακλάσεις δυνατόν νὰ ἐδημιουργήθησαν μόνον κατὰ τὰ τελευταῖα στάδια ἐξελίξεως τῆς φάσεως καὶ μόνον εἰς ὠρισμένας συγκεντρικὰς πτυχὰς αἱ ὁποῖαι παρατηροῦνται εἰς τοὺς ὀρίζοντας μαρμάρου τοὺς παρεμβαλλομένους εἰς τοὺς σχιστολίθους. Εἰς τοὺς τελευταίους ἀντιθέτως δὲν πρέπει νὰ ἐδημιουργήθησαν διακλάσεις κατὰ τὴν ἐν λόγῳ φάσιν διότι, συμμεριζόμενοι τὴν ἀποψιν πολλῶν ἐρευνητῶν, φρονοῦμεν ὅτι εἰς πετρώματα ὑποκείμενα εἰς πλαστικοροϊκὴν (plasticoviscus) παραμόρφωσιν εἶναι ἀδύνατον νὰ λαμβάνῃ χώραν συγχρόνως καὶ σχηματισμὸς διακλάσεων. Ἄλλὰ καὶ ἐὰν ὑποτεθῆ ὅτι ἐδημιουργήθησαν ὠρισμένοι διακλάσεις εἰς τοὺς σχιστολίθους κατὰ τὰ τελευταῖα στάδια τῆς ἐκδηλώσεως τῆς φάσεως, ἦτοι μετὰ τὴν ὀλοκλήρωσιν τῆς μεταμορφώσεως, τότε αὗται θὰ ἔπρεπε νὰ ἔχουν ἐπηρεασθῆ ὑπὸ τῆς ἐπομένης πτυχογόνου παραμορφωτικῆς φάσεως. Τοῦτο ὅμως οὐδαμοῦ παρατηρήθη, ἀκόμη καὶ εἰς θέσεις ὅπου ἐμφανίζονται πτυχαι καὶ τῶν δύο παραμορφωτικῶν φάσεων. Ἄρα οὔτε κατὰ τὴν περίοδον ἐκδηλώσεως τῆς πρώτης πτυχογόνου παραμορφωτικῆς φάσεως, ἦτο δυνατός ὁ σχηματισμὸς διακλάσεων.

III. Κατὰ τὴν δευτέραν πτυχογόνου παραμορφωτικὴν φάσιν εἶναι δυνατόν νὰ ἐδημιουργήθησαν διακλάσεις, διότι κατ' αὐτὴν δὲν ἔλαβε χώραν πλαστικοροϊκὴ παραμόρφωσις, αἱ δὲ ἀκολουθοῦσαι παραμορφωτικαὶ φάσεις εἰναι ρηγματογόνου χαρακτῆρος. Ἐν τούτοις δὲν διεπιστώθη ἐὰν ὑφίσταται ἐξάρτησις μετὰξὺ ὠρισμένων διακλάσεων, αἵτινες ὑποτίθεται ὅτι ἀνήκουν εἰς τὴν ἐν λόγῳ φάσιν, πρὸς τὰς πτυχὰς τῆς αὐτῆς φάσεως. Παρὰ ταῦτα ἔστω καὶ ἐὰν δεχθῶμεν ὅτι ἐδημιουργήθησαν διακλάσεις ὁ ἀριθμὸς τούτων πρέπει νὰ εἶναι λίαν περιορισμένος.

IV. Μετὰ τὴν πτύχωσιν καὶ τὴν μεταμόρφωσιν τῶν στρωμάτων τοῦ Πεντελικοῦ ἐξεδηλώθη τεκτονισμὸς ὑπὸ μορφήν ἐπιπεύσεων μικρᾶς καὶ μεγάλης κλίμακος (ΜΑΡΙΟΛΑΚΟΣ 1971, σελ. 371). Τοῦτο παρατηρεῖται τόσον εἰς τὸν Ὑμηττὸν ὅσον καὶ εἰς τὸ Πεντελικόν. Πολυἀριθμοὶ παρατηρήσεις καὶ ἰδιαιτέρως αἱ ὑφιστάμεναι σχέσεις μετὰξὺ τῶν ζωνῶν τῶν πτεροειδῶν διακλάσεων πρὸς τὰς διατηρικὰς τοιαύτας καὶ πρὸς τὰς μικρὰς ἐπιπεύσεις, μᾶς ὠδήγησαν εἰς τὸ συμπέρασμα ὅτι ἡ πλειονότης τῶν διακλάσεων, συμπεριλαμβανομένων καὶ τῶν πτεροειδῶν, ἀνήκουν εἰς τὴν ἐν λόγῳ παραμορφωτικὴν φάσιν.

V. Μετά την εκδήλωσιν τῶν ἀνωτέρω παραμορφωτικῶν φάσεων εἶναι γνωστόν ὅτι ἐξεδηλώθησαν μία ἢ καὶ περισσότεραι ρηματογόνοι παραμορφωτικαὶ φάσεις, αἵτινες εἶχον ὡς ἀποτέλεσμα τὴν δημιουργίαν κανονικῶν ρημάτων. Τὰ ἐν λόγῳ ρήγματα ἔχουν προσβάλει, πλὴν τῶν πετρωμάτων τοῦ μεταμορφωμένου συστήματος, τὰς νεογενεῖς καὶ μέρος τοῦλάχιστον τῶν τεταρτογενῶν ἀποθέσεων. Τοῦτο διαπιστοῦται εἰς ἀπάσας τὰς φυσικὰς τομὰς τῶν ἀνατολικῶν καὶ δυτικῶν ἀκτῶν τῆς Ἀττικῆς, ἀλλὰ καὶ εἰς αὐτὸ τοῦτο τὸ λεκανοπέδιον τῶν Ἀθηνῶν.

Ἐὰν τὰ παρατηρούμενα ρήγματα ἐσχηματίσθησαν εἰς ἓν ἐξελικτικὸν στάδιον ἢ εἰς περισσότερα, ἀλλὰ ἐντὸς τοῦ κύκλου μιᾶς καὶ τῆς αὐτῆς παραμορφωτικῆς φάσεως ἢ ἐὰν ταῦτα εἶναι ἀποτέλεσμα περισσοτέρων φάσεων, δὲν ἔχει διευκρινισθῆ εἰσέτι.

Ἐκ τῶν μέχρι τοῦδε παρατηρήσεων πάντως, αἱ ὁποῖαι ἐκτείνονται ἐφ' ὅλων τῶν γειτονικῶν πρὸς τὸν Ὑμηττὸν περιοχῶν, συνάγεται ὅτι ἡ δημιουργία τῶν διακλάσεων ἔλαβεν χώραν πρὸ τοῦ Νεογενοῦς. Τὸ συμπέρασμα τοῦτο βασίζεται εἰς τὸ γεγονὸς ὅτι κροκάλοι ἐκ μαρμάρου ἐμπεριεχόμενοι εἰς νεογενεῖς ψαμιτοκροκαλοπαγεῖς ὀρίζοντας, ὡς ἐπὶ παραδείγματι συμβαίνει εἰς τὴν περιοχὴν τῶν ἀνατολικῶν προπόδων τοῦ Ὑμηττοῦ καὶ συγκεκριμένως εἰς τὴν ὑδρολογικὴν λεκάνην τοῦ Κορωπίου (H. ΜΑΡΙΟΛΑΚΟΣ - Σ. ΛΕΚΚΑΣ, 1973) φέρουν διακλάσεις, αἵτινες δὲν συνεχίζονται εἰς τὸ συνδετικὸν ὑλικόν, καίτοι τοῦτο εἶναι λίαν συνεκτικόν.

Ἐτέρα παρατήρησις ἡ ὁποία μᾶς ἄγει εἰς τὸ αὐτὸ συμπέρασμα εἶναι καὶ τὸ γεγονὸς ὅτι εἰς τὴν ζώνην μυλωνιτώσεως διαφόρων ρημάτων σαφῶς προνεοτεταρτογενῶν αἱ λατύπαι φέρουν διακλάσεις, αἱ ὁποῖαι σταματοῦν εἰς τὸ λεπτομερέστερον ὑλικόν τοῦ μυλωνίτου. Τοῦτο ὑποδηλοῖ ὅτι κατὰ τὴν ἐποχὴν τῆς ρηματοτώσεως αἱ διακλάσεις εἶχον ἤδη σχηματισθῆ.

Μετὰ τὰ ἀνωτέρω ἐκτενῶς περιγραφέντα ἀποδεικνύεται ὅτι αἱ διακλάσεις, ἢ διὰ τὰ ἀκριβολογήσωμεν ἢ πλειονότης τῶν διακλάσεων, εἶναι προνεογενοῦς ἡλικίας καὶ πρέπει νὰ θεωρηθοῦν ὡς ἀποτέλεσμα μιᾶς καὶ τῆς αὐτῆς παραμορφωτικῆς φάσεως, ἢ ὁποῖα ἔπεται τῶν πτυχογόνων καὶ προηγείται τῶν ρηματογόνων τοιούτων.

## **Ε. Δυναμικὴ ἀνάλυσις.**

### **1. Γενικά.**

Μετὰ τὴν ἀπόδειξιν ὅτι ἡ πλειονότης τῶν διακλάσεων ἐδημιουργήθη κατὰ τὴν ἐκδήλωσιν μιᾶς καὶ τῆς αὐτῆς παραμορφωτικῆς φάσεως εἶναι δυνατὴ ἡ δυναμικὴ ἀνάλυσις τούτων, ἀντικειμενικὸς σκοπὸς τῆς ὁποίας, ὡς γνωστόν, εἶναι ὁ καθορισμὸς τοῦ εἴδους τῶν σχηματισθεισῶν διακλάσεων, ἥτοι ἐὰν πρόκειται περὶ διατημητικοῦ ἢ ἐφελκυστικοῦ τύπου, ἐν συνεχείᾳ δὲ ὁ καθορισμὸς τοῦ ἐλλειψοειδοῦς τῶν τάσεων, αἵτινες ἐξησκήθησαν ἐπὶ τῶν πετρωμάτων.

Ὁ τρόπος τῆς δημιουργίας τῶν διακλάσεων εἶναι ἐν πολλοῖς ἄγνωστος, διὰ τοῦτο ἔχουν προταθῆ πολλαὶ θεωρίαι μέχρι τοῦδε, αἱ ὁποῖαι ὅμως πολὺ ἀπέχουν ἀπὸ τοῦ νὰ δίδουν ἱκανοποιητικὴν ἐξήγησιν τοῦ φαινομένου.

Οὕτω κατὰ τὴν **θ ε ω ρ ί α ν τ ῆ ς δ ι α τ μ ῆ σ ε ω ς** αἱ διακλάσεις ὀφεί-



λονται εις τὰς τάσεις αἱ ὁποῖαι ἐξασκοῦνται ἐπὶ τῶν πετρωμάτων, τὰ ὁποῖα, ἐπειδὴ διὰ διαφόρους λόγους δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ ὑποστοῦν πλαστικὴν παραμόρφωσιν, ὑφίστανται θραύσιν συνεπεῖα ἐφελκυσμοῦ ἢ διατμήσεως (ἐφελκυστικαὶ διατμητικαὶ διακλάσεις).

Κατὰ τὴν *θεωρίαν τοῦ ἐλλειψοειδοῦς θραύσεως*, ἡ θραῦσις τῶν πετρωμάτων λαμβάνει χώραν κατὰ μῆκος τῶν ἐπιφανειῶν τῆς μεγίστης διατμητικῆς τάσεως, αἱ ὁποῖαι συμπίπτουν πρὸς τὰ ἐπίπεδα τῆς κυκλικῆς τομῆς εἰς τὸ ἐλλειψοειδές. Κατὰ τὸν PRICE αἱ διακλάσεις ὀφείλονται εἰς τὰ ὑπὸ τῶν πετρωμάτων συγκρατούμενα ὑπόλοιπα τῆς παραμορφωτικῆς ἐνεργείας, τὰ ὁποῖα ἐν συνδυασμῶ καὶ πρὸς τὰ ὑπόλοιπα τῶν τάσεων αἱ ὁποῖαι συνεχίζονται νὰ ἐξασκῶνται ἐπὶ τῶν πετρωμάτων καθὼς ἐπίσης καὶ μὲ τὴν δρᾶσιν τῶν τάσεων τῶν ἀναπτυσσομένων κατὰ τὴν ἀνύψωσιν τῶν πετρωμάτων, δίδουν γένεσιν τόσον εἰς ἐφελκυστικὰς ὅσον καὶ εἰς ὠρισμένας περιπτώσεις, εἰς διατμητικὰς διακλάσεις.

Ὅσον ἀφορᾷ εἰς τὸν τρόπον σχηματισμοῦ τῶν διακλάσεων εἰς τὸ μεταμορφωμένον σύστημα τῆς Ἀττικῆς ἔχομεν νὰ ἀναφέρωμεν τὰ ἀκόλουθα :

Ὁ LEPSIUS (1893) ἀποδίδει τὴν δημιουργίαν τῶν διαρρήξεων (προφανῶς καὶ τῶν διακλάσεων) εἰς τὰς κατὰ τὴν ἔξαρσιν τοῦ ὄρους ἐξασκηθείσας πιέσεις, χωρὶς νὰ διευκρινίξῃ ἐὰν αὗται ὀφείλονται εἰς ἐφελκυστικὰς ἢ διατμητικὰς τάσεις. Ὁ ἴδιος ἐρευνητὴς δὲν διευκρινίζει ἐπίσης, τὰ αἷτια καὶ τὸν χρόνον καθ' ὃν ἔλαβε χώραν ἡ ἔξαρσις τοῦ ὄρους, οὔτε δίδει στοιχεῖα τινά, τὰ ὁποῖα θὰ ἐπέτρεπον τὴν ἔνταξιν τούτων εἰς μίαν ὠρισμένην παραμορφωτικὴν φάσιν.

Ὁ H. ΜΑΡΙΟΛΑΚΟΣ (1971 σελ. 363) διὰ συγκρίσεως τῶν ἐν ὑπαίθρῳ γενομένων παρατηρήσεων μετὰ τῶν πειραματικῶν ἀποτελεσμάτων τῶν διδομένων εἰς τὴν διεθνῆ βιβλιογραφίαν, ἐξηγεῖ τὸν τρόπον δημιουργίας τῶν διακλάσεων εἰς τὸν Ὑμηττόν. Κατ' αὐτὸν ἅπαντα τὰ συστήματα τῶν διακλάσεων συμπεριλαμβανομένων καὶ τῶν περοειδῶν, ὡς ἐπίσης καὶ ἐκείνων αἱ ὁποῖαι παρουσιάζουν μικρὰν κλίσιν καὶ συνδέονται πρὸς τὰς τελευταίας, εἶναι ἀποτέλεσμα τῆς αὐτῆς παραμορφωτικῆς φάσεως, ἡ ὁποία ἐκδηλοῦται κυρίως ὑπὸ μορφὴν ἐφιππεύσεων.

## 2. Δυναμικὴ ἀνάλυσις τῶν διακλάσεων τοῦ Ἴου συστήματος.

Εἰς τὴν παροῦσαν ἐργασίαν δὲν ἐκρίθη σκόπιμον νὰ ἀναπτυχθῇ ἐν λεπτομερεῖα ὁ τρόπος δημιουργίας τῶν διακλάσεων, ἀλλὰ νὰ ἐπεκταθῶμεν εἰς τὴν δυναμικὴν ἀνάλυσιν καὶ τὰς σχέσεις αἱ ὁποῖαι ὑφίστανται μετὰ τῶν διακλάσεων τοῦ Ἴου συστήματος τὸ ὁποῖον ὡς ἀποδεικνύεται κατωτέρω ἀποτελεῖται ἐκ δύο συζυγῶν «ὑποσυστημάτων» κοινῶν διακλάσεων καὶ δύο περοειδῶν τοιούτων.

Ὡς περοειδεῖς διακλάσεις χαρακτηρίζονται αἱ σχηματίζουσαι σμήνος διακλάσεων σχήματος συνήθως S, αἱ ὁποῖαι εἶναι διατεταγμένοι κλιμακῆδόν (en Echelon) καὶ σχηματίζουν ζώνην ἢ ζώνας.

Ὁ HANCOCK ὁ ὁποῖος ἀντὶ τοῦ ἀνωτέρω ὄρου χρησιμοποιοῖ τὸν ὄρον «ζῶναι φακοειδῶν διακλάσεων» δέχεται ὅτι αὗται ἀναπτύσσονται ἐντὸς μιᾶς ζώνης διατμήσεως. Αἱ περοειδεῖς ἢ φακοειδεῖς διακλάσεις αὗται καθ' ἑαυτὰς καὶ μεμονωμένως ἐξεταζόμεναι εἶναι μορφαὶ ἐφελκυστικαί. Τοῦτο συμπεραίνεται ἀφ' ἐνός

μὲν ἐκ τοῦ ὅτι εἰς τὰ τοιχώματά των οὐδέποτε παρατηρεῖται μυλωνιτίωσις, ἀφ' ἑτέρου δὲ πάντοτε λαμβάνει χώραν μία διεύρυνσις λόγῳ ἀπομακρύνσεως τῶν πλευρῶν τῶν διακλάσεων καθέτως πρὸς τὰς ἐπιφανείας των, δημιουργουμένων κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον χασμάτων, τὰ ὅποια δευτερογενῶς συχνὰ πληροῦνται δι'



Εἰκ. 15. Ζῶναι πυκνῶν καὶ ἀραιῶν διακλάσεων (Σχιστολίθος Καισαριανῆς).  
Fig. 15. Zones of dense and sparse joints. (Kaesariani schist).

ἀσβεστιτικοῦ ἢ χαλαζιακοῦ ὕλικου. Ζῶναι περοειδῶν διακλάσεων δύνανται νὰ δημιουργηθοῦν εἰς ὅλα τὰ εἶδη πετρωμάτων.

Εἰς τὸ Πεντελικὸν καὶ τὸν Ὑμηττόν, περοειδεῖς διακλάσεις παρατηροῦνται κατὰ τὸ πλεῖστον εἰς τὸ σύστημα τῶν σχιστολίθων. Ἐξ ὅλων τῶν θέσεων ὅπου παρατηροῦνται αὗται ἐπελέξαμεν διὰ τὴν δυναμικὴν ἀνάλυσιν, ἐκείνην τῆς τεχνητῆς τομῆς τῆς ἀμαξιτῆς ὁδοῦ τῆς ἀγούσης πρὸς τὴν κορυφὴν τοῦ Πεντελικοῦ καὶ εἰς ὑψόμετρον περίπου 990.

Ἐνταῦθα αἱ περοειδεῖς διακλάσεις σχηματίζουν ζῶνας, αἵτινες διαφέρουν μεταξύ των τόσο ἀπὸ ἀπόψεως μεγέθους, ὅσον καὶ ἀπὸ ἀπόψεως πυκνότητος. Συγκεκριμένως διακρίνονται ζῶναι μεγάλης συχνότητος — πυκναὶ ζῶναι καὶ τοιαῦται μικρᾶς συχνότητος — ἀραιαὶ ζῶναι.

## Π Ι Ν Α Κ Η 9.

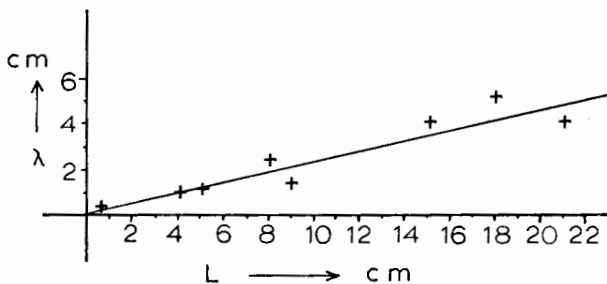
Σχέσεις συχνότητας και μεγέθους πτεροειδών διακλάσεων  
έντός εκάστης ζώνης πτεροειδών.

α/α Ζώνης	$\nu$	$\lambda$	L
1	6/16	4,0	11
2	5/5,5	1,1	5
3	9/10	1,1	4
4	6/32	5,3	18
5	5/7	1,4	9
6	17/7	0,4	0 7
7	11/27	2,4	8
8	5/20	4,0	21

$\nu$  : συχνότης : αριθμός διακλάσεων δια του μήκους (cm) έντος του οποίου άπαντοῦν.

$\lambda$  : μέση απόστασις εις cm μεταξύ δύο διαδοχικῶν διακλάσεων.

L : μήκος διακλάσεων εις cm.



Είκ. 16. Γραφική παράστασις δεικνύουσα τήν σχέσιν μεταξύ  $\lambda$  και L.

Fig. 16. Graph showing the relation between mean joint distance ( $\lambda$ ) and joint length (L).

Εις τήν περιγραφομένην τομήν παρατηρήθη (είκ. 15) ὅτι ὑφίσταται ἀντίστροφος σχέσις μεταξύ μεγέθους καὶ συχνότητος πτεροειδῶν διακλάσεων, ἡ ὁποία δίδεται εις τήν καμπύλην τῆς είκ. 16. Αὕτη κατεσκευάσθη ἐκ τῶν τιμῶν του πίνακος 9.

Εἰς τὸ διάγραμμα τῆς εἰκόνας 16 φαίνεται σαφῶς ὅτι ὑφίσταται γραμμική

σχέσις μεταξύ τῆς ἀποστάσεως τῶν περοειδῶν διακλάσεων καὶ τοῦ μήκους των ἢ ὅποια δύναται νὰ ἐκφρασθῇ μαθηματικῶς ὑπὸ τοῦ τύπου

$$\psi = \alpha \cdot \chi \quad (1) \quad \delta\text{που}$$

$\psi$  : ἡ ἀπόστασις μεταξύ δύο διαδοχικῶν περοειδῶν διακλάσεων ( $\lambda$ )

$\chi$  : μῆκος περοειδῶν διακλάσεων ( $L$ )

$\alpha$  : σταθερὰ ἐκφραζομένη διὰ τῆς σχέσεως  $d\psi/d\chi = \epsilon\phi\epsilon$  (2)

Εἰς τὴν μελετωμένην περίπτωσιν ἔχομεν  $\epsilon\phi\epsilon = d\psi/d\chi = \alpha = 0,22$  (3)

Ὁ τύπος (1) ἐπομένως δύναται νὰ γραφῇ ὡς

$$\psi = 0,22 \cdot \chi \quad (4)$$

Βασικῶς παρατηροῦνται δύο συστήματα (ζῶναι) περοειδῶν διακλάσεων, ΠΤ<sub>1</sub> καὶ ΠΤ<sub>2</sub> ὡς καὶ δύο συστήματα ἀπλῶν διακλάσεων, ἤτοι τὰ Δ<sub>1</sub> καὶ Δ<sub>2</sub>.

Τὰ στοιχεῖα τῶν ἐν λόγῳ συστημάτων ὡς ταῦτα ἐξάγονται ἐκ τῶν διαγραμμάτων τῶν εἰκ. 17, 18 εἶναι τὰ ἀκόλουθα :

ΠΤ <sub>1</sub>	μέση διεύθυνσις	310° - 130°	μέση κλίσις	70° SW
ΠΤ <sub>2</sub>	»	»	»	»
Δ <sub>1</sub>	»	»	»	»
Δ <sub>2</sub>	»	»	»	»

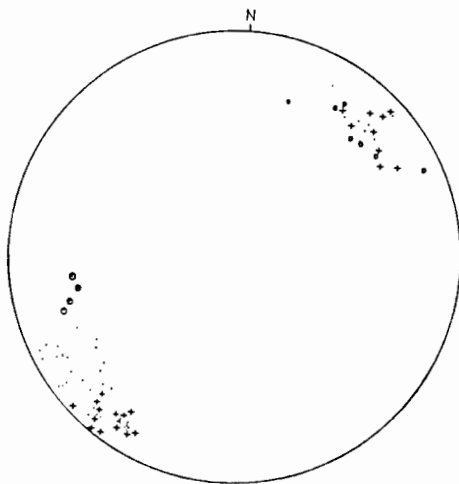
Ἐκ τῆς ἀπλῆς συγκρίσεως τῶν ἀνωτέρω τιμῶν μὲ ἐκεῖνας τοῦ πίνακος 6 αἱ ὅποια ἀντιπροσωπεύουν τὰς μέσας διευθύνσεις τῶν 4 γενικῶν συστημάτων διακλάσεων, αἱ ὅποια ἀπαντοῦν εἰς τὸ Πεντελικὸν (εἰκ. 8) καταφαίνεται ὅτι αὗται ἀνήκουν ἅπασαι εἰς τὸ Ἴον γενικὸν σύστημα.

Ἡ ἐν λόγῳ διαπίστωσις εἶναι βασικῆς σημασίας διότι μᾶς ἀναγκάζει νὰ δεχθῶμεν ὅτι, ἀκόμη καὶ ὅταν εἰς ἓν διάγραμμα πόλων ἢ συχνότης τούτων εἶναι μεγάλη καὶ σαφῶς καθοριζομένη, εἶναι δυνατὸν νὰ πρόκειται περὶ περισσοτέρων τοῦ ἑνὸς συστημάτων διακλάσεων, ἔστω καὶ ἐὰν ἡ διεύθυνσις καὶ ἡ κλίσις των εἶναι περίπου αἱ αὐταί.

Ἐκ τῆς μελέτης ἀφ' ἑνὸς μὲν τῆς φωτογραφίας τῆς εἰκόνας 19, ὅπου ἀπεικονίζονται ἅπαντα τὰ συστήματα τῶν διακλάσεων καὶ τῆς εἰκόνας 17 ὅπου ταῦτα ἔχουν προβληθῆ στερεογραφικῶς, καταφαίνεται ὅτι ὑφίστανται ἀμοιβαῖαι σχέσεις μεταξύ τῶν ἐπὶ μέρους συστημάτων (ζωνῶν) περοειδῶν διακλάσεων καὶ τῶν ἀπλῶν τοιούτων καὶ συγκεκριμένως τὸ σύστημα Δ<sub>1</sub> ἀντιστοιχεῖ πρὸς τὸ ΠΤ<sub>2</sub> ἐνῶ τὸ Δ<sub>2</sub> πρὸς τὸ ΠΤ<sub>1</sub>. Ἐξ ἄλλου ἐκ τῶν εἰκ. 19 καὶ 22 καὶ τοῦ διαγράμματος τῆς εἰκ. 17 καταφαίνεται ὅτι ὁμοίως ὑφίστανται ἀμοιβαῖαι σχέσεις μεταξύ τῶν μέσων φανταστικῶν διαιμητικῶν ἐπιφανειῶν Φ, μιᾶς ἐκάστης ζώνης περοειδῶν διακλάσεων καὶ τῶν ἀπλῶν τοιούτων. Ἀναλυτικώτερον ἡ Φ, ἀντιστοιχεῖ πρὸς τὰς περοειδεῖς τοῦ ΠΤ<sub>1</sub> συστήματος, ἡ δὲ Φ, πρὸς τὰς περοειδεῖς τοῦ ΠΤ<sub>2</sub>.

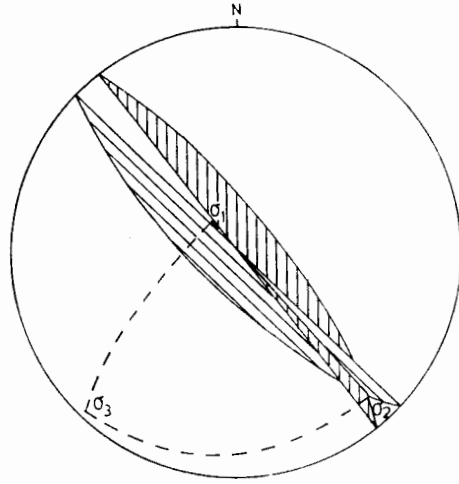
Ἐξ ὧν ἀνεπτύχθησαν ἀνωτέρω ἀποδεικνύεται ὅτι τὰ δύο συστήματα περοειδῶν (ΠΤ<sub>1</sub>, ΠΤ<sub>2</sub>) ἀφ' ἑνὸς καὶ ἐκεῖνα τῶν ἀπλῶν διακλάσεων (Δ<sub>1</sub>, Δ<sub>2</sub>) ἀφ'

έτέρου, συνιστοῦν δύο ζεύγη συζυγῶν συστημάτων, τὰ ὅποια ὡς ἔχοντα τὰς αὐτὰς ἐπὶ μέρους διευθύνσεις πρέπει νὰ θεωρηθοῦν ὡς ἓν καὶ μόνον. Εἰς τὴν οὐσίαν ἐπομένως πρόκειται περὶ δύο καὶ μόνον ἐπιφανειῶν ἀσυνεχειᾶς καθωρισμένης θέσεως ἐν τῷ χώρῳ, αἱ ὁποῖαι ἄλλοτε ἀντιπροσωπεύονται ὑπὸ πτεροειδῶν, ἄλλοτε ὑπὸ ἀπλῶν διακλάσεων καὶ ἄλλοτε ὑπὸ φανταστικῶν διατμητικῶν ἐπιπέδων.



- Πτεροειδείς β.
- Πτεροειδείς ΠΤ<sub>2Α</sub>
- + Ἄελαι β.
- Φανταστικοὶ διατμη. ἐπιφ.

Εἰκ. 17.



Εἰκ. 18.

Εἰκ. 17. Στερεογραφικὴ προβολὴ τῶν πόλων ὄλων τῶν διακλάσεων, ἤτοι ἀπλῶν ( $\Delta_1, \Delta_2$ ), πτεροειδῶν ( $\Pi T_1, \Pi T_2, \Pi T_{2A}$ ) ὡς καὶ τῶν φανταστικῶν διατμητικῶν ἐπιφανειῶν ( $\Phi_1, \Phi_2$ ).

Fig. 17. Stereographic projection of poles of simple joints ( $\Delta_1, \Delta_2$ ), feather joints ( $\Pi T_1, \Pi T_2, \Pi T_{2A}$ ) and mean imaginary shearing planes ( $\Phi_1, \Phi_2$ ).

Εἰκ. 18. Στερεογραφικὴ προβολὴ τῶν μέσων ἐπιφανειῶν ὄλων τῶν εἰδῶν τῶν διακλάσεων καὶ τῶν ἀξόνων τῶν κυρίων τάσεων  $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$  τῆς εἰκόνης 17.

Fig. 18. Stereographic projection of all kind of joints and of stress axes  $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$  of fig. 17.

Πρέπει νὰ σημειωθῆ, ὡς τοῦτο διαπιστοῦται ἐξ ἄλλου καὶ ἐκ τῶν ἀναφερθέντων διαγραμμάτων (εἰκ. 17, 18), ὅτι ἡ γωνία μεταξὺ τῶν ἐν λόγῳ δύο ἐπιφανειῶν ἀσυνεχειᾶς εἶναι σταθερὰ καὶ ἀνέρχεται εἰς  $30^\circ - 35^\circ$ .

Κατόπιν ὄλων τῶν ἀνωτέρω διὰ τῶν ὁποίων ἀπεδείχθη, ὅτι τὸ σύνολον τῶν διακλάσεων τῆς περιγραφομένης θέσεως συνιστᾷ ἓν συζυγὲς ζευγὸς συστημάτων διακλάσεων, εἶναι δυνατὴ ἢ δυναμικὴ ἀνάλυσις τούτων, δοθέντος ὅτι αὐταὶ θὰ πρέπη νὰ εἶναι τὸ ἀποτέλεσμα μιᾶς καὶ τῆς αὐτῆς παραμορφωτικῆς φάσεως.

Πρὸς τὸν σκοπὸν τοῦτον προεβλήθησαν στερεογραφικῶς ἀφ' ἑνὸς μὲν αἱ μέσαι ἐπιφάνειαι τῶν  $\Delta_1$  καὶ  $\Delta_2$ , ἀφ' ἑτέρου δὲ αἱ τῶν  $\Pi T_1$  καὶ  $\Pi T_2$ , καὶ ἀκολούθως καθωρίσθησαν αἱ διευθύνσεις τῶν ἀξόνων τοῦ τριαξονικοῦ ἔλλειψοειδοῦς τάσεων, αἱ ὁποῖαι ὡς γνωστὸν συμπίπτουν μὲ τὰς  $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$  (εἰκ. 18). Ἐκ



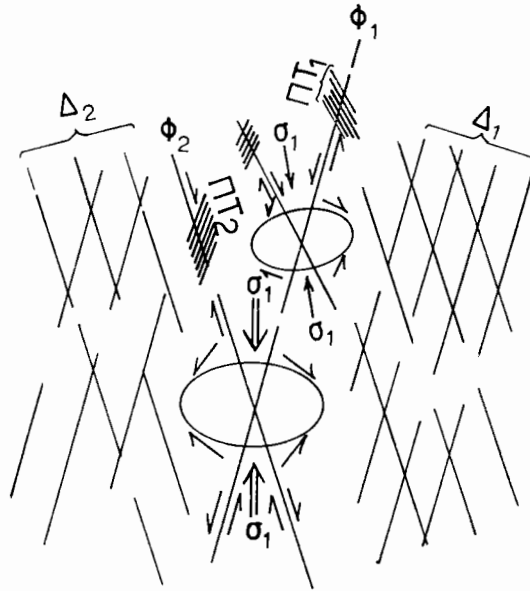
Εἰκ. 19. Τὰ εἰς τὸν Σχιστόλιθον τῆς Καισαριανῆς ἀναπτυσσόμενα ὑποσυστήματα διακλάσεων (Θέσις: Τομὴ ἀμαξιτῆς ὁδοῦ εἰς ὑψόμε. 990).

Fig. 19. The joint subsets in Kaesariani schist.

τῶν προηγουμένων διαγραμμάτων προκύπτει ὅτι ἡ  $\sigma_2$  ἔχει φορὰν SE καὶ βύθισιν  $10^\circ - 20^\circ$ , ἐνῶ ἡ μεγίστη τάσις  $\sigma_1$  ἔχει φορὰν NW καὶ βύθισιν περὶ τὰς  $70^\circ - 80^\circ$ , ἥτοι εἶναι σχεδὸν κατακόρυφος.

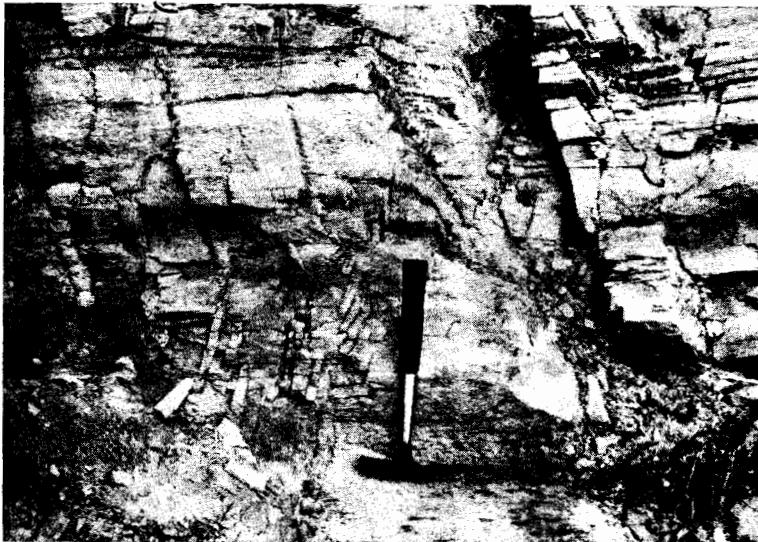
Αἱ κατακόρυφου διευθύνσεως τάσεις ὅμως ὡς γνωστὸν δύνανται νὰ εἶναι δύο εἰδῶν, τοῦτέστιν εἴτε τάσεις ἐφελκυσμοῦ εἴτε τάσεις θλίψεως. Ἐὰν ἐπρόκειτο περὶ τάσεων ἐφελκυσμοῦ, ἀνεξαρτήτως αἰτίων δημιουργίας, τότε θὰ ἔπρεπε αἱ διακλάσεις νὰ εἶναι παράλληλοι μεταξύ των καὶ παράλληλοι πρὸς τὴν διευθύνσιν  $\sigma_1$ . Ἐπειδὴ τοιοῦτον τι δὲν συμβαίνει, θὰ πρέπη νὰ ἀπορριφθῇ ἡ ἰδέα περὶ ἐφελκυστικῶν τάσεων.

Πρόκειται ἐπομένως περὶ τάσεων θλίψεως αἱ διατμητικαὶ συνιστώσαι τῶν ὁποίων εἶναι τὸ αἷτιον τῆς δημιουργίας ὄλων τῶν τύπων τῶν διακλάσεων. Ἡ ὑπαρ-



Είκ. 20. Δυναμική ανάλυσις διὰ τῆς χρήσεως τοῦ ἔλλειψοειδοῦς παραμορφώσεως καὶ θεωρητικὴ ἐξήγησις τοῦ σχηματισμοῦ τῶν διαφόρων συστημάτων διακλάσεων τῶν παρατηρουμένων ἐπὶ τῆς τομῆς τῆς εἰκ. 19.

Fig. 20. Dynamic analysis with the use of strain ellipsoid, and theoretical explanation of the formation of the joint subsets for the studied section (Fig. 19).



Είκ. 21. Τμήμα τῆς μελετηθείσης τομῆς ἐπὶ τοῦ ὁποίου φαίνονται τὰ συστήματα τῶν περοειδῶν καὶ ἀπλῶν διακλάσεων ὡς καὶ ἡ μετάβασις ἐκ τῶν ζωνῶν πυκνῶν εἰς ζῶνας ἀραιῶν διακλάσεων.

Fig. 21. Part of the studied section in which all joint subsets appear and also the proceeding from zones of dense joints to sparse ones.

ξίς ἐξ ἄλλου τῶν περοειδῶν μᾶς ἀναγκάζει νὰ δεχθῶμεν ὅτι ἡ ὄλη παραμορφω-  
τική εἰκὼν ἔχει προέλθει ἀπὸ στρέψιν.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω προκύπτει ὅτι ἡ  $\sigma_2$  θὰ πρέπη νὰ ἀναλυθῇ εἰς δύο συνι-  
στώσας, αἱ ὁποῖαι νὰ κεῖνται ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου  $\sigma_1 \sigma_3$ . Διὰ τὴν ἀπόκτησιν παρα-



Εἰκ. 22. Σχέσις μεταξὺ τῶν συστημάτων διακλάσεων  $\Pi T_2$ ,  $\Pi T_{2A}$  καὶ  $\Phi_2$ .

Fig. 22. Relation among the joint subsets  $\Pi T_2$ ,  $\Pi T_{2A}$  and  $\Phi_2$ .

στατικής εἰκόνας τοῦ τρόπου δράσεως τῶν τάσεων ἐν σχέσει πρὸς τὰ ἀποτελέ-  
σματα τῆς παραμορφώσεως, προέβημεν εἰς τὴν κατασκευὴν τοῦ σχήματος τῆς  
εἰκ. 20. Ἐπ' αὐτοῦ ἔχουν σχεδιασθῆ ἅπαντες οἱ τύποι τῶν διακλάσεων τῆς μελε-  
τωμένης θέσεως (εἰκ. 21) ὡς καὶ αἱ δυνάμεις αἱ ὑπεύθυνοι διὰ τὸν σχηματισμὸν



των. Εἰς τὴν εἰκ. 20 ἐπομένως δίδεται ἡ ποιοτικὴ ἀνυσματικὴ ἀνάλυσις τῶν ἐπὶ μέρους τάσεων.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω περιγραφέντων γίνεται ἀντιληπτὸν ὅτι ὁ σχηματισμὸς τῶν διακλάσεων, εἶναι μὲν ἀποτέλεσμα μιᾶς καὶ τῆς αὐτῆς παραμορφωτικῆς φάσεως, πλὴν ὅμως αὐταὶ δὲν ἐδημιουργήθησαν ταυτοχρόνως, ἀλλ' εἰς διαφορετικὰ χρονικὰ διαστήματα. Τοῦτο ἐξ ἄλλου ἐπιβεβαιοῦται καὶ ἐκ τῆς ὑπάρξεως εἰς πλείστας θέσεις ὀρισμένων συστημάτων περοειδῶν διακλάσεων ὑπολειπομένων τῶν δύο κυρίων συστημάτων ὡς πρὸς τὸ μέγεθος, τὴν συχνότητα κ.λ.π. ἀλλὰ πλήρως ἐναρμονιζομένων πρὸς τὴν δοθεῖσαν δυναμικὴν εἰκόνα. Τοῦτο ἐπὶ παραδείγματι φαίνεται καλῶς εἰς τὴν εἰκ. 22 ὅπου τὸ σύστημα ΠΤ<sub>2Α</sub> (164°, 70° SW) σχηματίζει γωνίαν 30° περίπου πρὸς τὰς περοειδεῖς τοῦ συστήματος ΠΤ<sub>2</sub> ὡς τοῦτο φαίνεται καὶ ἐκ τοῦ διαγράμματος τῆς εἰκόνας 17.

## Π Ε Ρ Ι Λ Η Ψ Ι Σ

Ἡ λεπτομερὴς μελέτη τῶν μεσοσκοπικῶν μορφῶν, ἀπέδειξεν ἐν συμπεράσματι τὰ ἀκόλουθα :

1. Εἰς τὸ Πεντελικὸν παρατηροῦνται 3 ἄξονες Β, ἦτοι
  - ι. ΝΕ - SW διευθύνσεως ὁ ὁποῖος εἶναι καὶ ὁ ἀρχαιότερος
  - ιι. ΝW - SE διευθύνσεως
  - ιιι. Ν - S διευθύνσεως, ἡ ἡλικία τοῦ ὁποίου ἐν σχέσει πρὸς τοὺς ἄλλους δύο δὲν εἶναι γνωστή.
2. Παρατηρήθησαν κωνικαὶ πτυχαὶ αἱ ὁποῖαι δὲν παρουσιάζονται ὁμοίως κατανεμημέναι ἐφ' ὄλοκλήρου τοῦ ὄρειου ὄγκου τοῦ Πεντελικοῦ, ἀλλὰ εἰς ὀλίγας θέσεις, ἡ δημιουργία τῶν ὁποίων φαίνεται νὰ ὀφείλεται εἰς τὸν συνδυασμὸν τῶν πτυχῶν ΝΕ - SW.
3. Ἐφ' ὄλοκλήρου τοῦ ὄρειου ὄγκου παρατηροῦνται δύο γραμμώσεις. Μία ἀρχαιότερα, διευθύνσεως ΝΕ - SW καὶ ἑτέρα νεωτέρα διευθύνσεως WSW-ENE.
4. Αἱ ἀνὰ τὴν Πεντελικὴν μᾶζαν διακλάσεις ταξινομοῦνται εἰς τὰ 4 κατωτέρω συστήματα διακλάσεων :

Ιον	σύστημα	διακλάσεων	NW - SE (145° - 325°)
ΙΙον	»	»	NE - SW ( 60° - 240°)
ΙΙΙον	»	»	E - W ( 95° - 275°)
ΙVον	»	»	N - S ( 5° - 185°)

Αὐταὶ ἔχουν ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον μεγάλην κλίσιν (ἄνω τῶν 70°). Αἱ ἀνήκουσαι εἰς τὰ κύρια συστήματα διακλάσεων εἶναι συνήθως κάθετοι πρὸς τὴν σιρῶσιν.

5. Τὸ πλεῖστον τῶν διακλάσεων, ὡς τοῦτο διαπιστοῦται ἐμμέσως, ἐδημιουργήθη πρὸ τοῦ Νεογενοῦς καὶ ὀπωσδήποτε μετὰ τὰς δύο πτυχογόνους παραμορφωτικὰς φάσεις.

6. α. Ὅσον ἀφορᾷ εἰς τὰς διακλάσεις τοῦ Ἴου γενικοῦ συστήματος διεπιπλώθη ὅτι συνιστοῦν δύο ὑποσυστήματα ἀπλῶν διακλάσεων ( $\Delta_1, \Delta_2$ ) καὶ δύο πτεροειδῶν ( $\Pi T_1, \Pi T_2$ ) μεταξὺ τῶν ὁποίων ὑφίστανται ἀμοιβαῖαι σχέσεις καὶ συγκεκριμένως τὸ  $\Delta_1$  ἀντιστοιχεῖ πρὸς τὸ  $\Pi T_2$  ἐνῶ τὸ  $\Delta_2$  πρὸς τὸ  $\Pi T_1$ . Ἀμοιβαῖαι σχέσεις ἐξ ἄλλου ὑφίστανται καὶ μεταξὺ τῶν μέσων φανταστικῶν διατμητικῶν ἐπιφανειῶν  $\Phi$  ἐκάστης ζώνης πτεροειδῶν καὶ τῶν ἀπλῶν διακλάσεων. Ἀναλυτικώτερον ἢ  $\Phi_2$  ἀντιστοιχεῖ πρὸς τὰς διακλάσεις τοῦ  $\Pi T_1$ , ἢ δὲ  $\Phi_1$  πρὸς ἐκείνας τοῦ  $\Pi T_2$ .

β. Πρόκειται περὶ διατμητικῶν διακλάσεων. Ἡ  $\sigma_1$  βυθίζεται  $70^\circ - 80^\circ$  πρὸς Βορράν.

7. Ὁ σχηματισμὸς τῶν διακλάσεων εἶναι μὲν ἀποτέλεσμα μιᾶς καὶ τῆς αὐτῆς παραμορφωτικῆς φάσεως, πλὴν ὅμως αὐταὶ δὲν ἐδημιουργήθησαν ταυτοχρόνως, ἀλλ' εἰς διαφορετικὰ χρονικὰ διαστήματα.

## S U M M A R Y

In this paper we present the results of the tectonic study of Western Pentelikon, which were based on numerous measurements of the tectonic data of the metamorphic series, such as bedding planes, lineations, b-axes of folds, axial planes and joints. The big faults are not included because their study is being continued.

For the statistical treatment all data was projected on a SCHMIDT's stereonet.

The results of all macro and mesoscopic tectonic structures are in conclusion the following :

A. The fold axes of Western Pentelikon trend to the following three directions

- i. NE-SW direction, which is the oldest
- ii. NW-SE direction
- iii. N-S direction, whose time of creation in relation with the two others is not known.

Fig. 3 shows the various opinions of the previous geologists about the b-axes of folds and their age relationship, while fig. 4, 5, 6 show the results of this study.

The folding pattern of the horizons of marble is the same, with that of Kaesariani schist horizons. According to RAMSAY's method, the folds of «intermediate marble» geometrically belong to the class IC and sometimes close to IB, while the folds of Kaesariani schist belong to the classes IC, 2 and 3.

The fold symmetry according TURNER and WEISS is triclinic, as they have taken place two folding deformation phases at least.

B. In some locations the poles of bedding planes in the stereonet do not coincide with a great circle, but show a higher value of curvature. Further study of these structures, proved that they are conical folds, whose creation is probably the result of the combination of the NE-trending folds, with those of SW.

C. The p-diagram of fig. 7 shows the projected lineations of all the horizons of the metamorphic series of W. Pentelikon. From the above diagram and from field observations it is concluded that two lineations exist at an angle of  $30^\circ$ . One lineation trends at a NE-SW direction ( $L_1$ ) and the other at a WSW-ENE direction ( $L_2$ ).

$L_1$  is the older and corresponds to the NE-SW folds, while  $L_2$  is the younger and corresponds to the ENE-WSW folds of the neighboring mountain Hymettos, which, however, were not found in the studied area.

D. The joints of W. Pentelikon are classified into the following 4 joint sets.

Ist joint set	NW - SE	( $145^\circ - 325^\circ$ )
IInd »	»	NE - SW ( $60^\circ - 240^\circ$ )
IIIrd »	»	E - W ( $95^\circ - 275^\circ$ )
IVth »	»	N - S ( $5^\circ - 185^\circ$ )

They usually show a dip of more than  $70^\circ$ . The four joint sets form two conjugated couples, one constituted from Ist and IInd joint sets, and another from IIIrd and IVth joint sets, which are perpendicular (see table 6).

The joints of the major set are usually perpendicular to bedding with a mean value of their angle  $78^\circ$  (see table 8).

The major joint set usually shows a length between 2 - 10 m, while the inferior sets between 0,5 - 3 m.

The joint frequency is shown in table 4. All joint sets have a higher frequency in marble than in schist.

Figures 8 - 14 show the joint sets at the studied locations all over the mountain. Tables 5 and 7 show the mean values of the joint sets for all the locations in marble and schist correspondly.

An outline of the tectonic evolution of W. Pentelikon is the following :

- a. Sedimentation (sediment transport).
- b. Folding with metamorphism.
- c. Folding with slight metamorphism or without it.
- d. Thrust faults at an independent deformation phase.
- e. Normal faults which is not known if they are the result of one or more deformation phases.

The creation of most joints took place after the two folding deformation phases and before the creation of normal faults. This means, in relation with the results of the tectonic study of Hymettos (I. MARIOLAKOS, 1971), that the joints were formed at an independent deformation phase, which caused the thrust faults at one time period before Neogene.

E. Further analysis proved that the joints of the Ist joint set can be classified into two joint subsets ( $\Delta_1, \Delta_2$ ) and two feather-joint subsets ( $\Pi T_1, \Pi T_2$ ), which are connected with the mean imaginary shearing planes  $\Phi_1, \Phi_2$ ). Between the joint subsets, the feather-joint subsets and the imaginary shearing planes the following relationship exists :

- i. The joint subset  $\Delta_1$  corresponds to the feather-joint subset  $\Pi T_2$ , while the subset  $\Delta_2$  to the  $\Pi T_1$ .
- ii. The mean imaginary shearing plane  $\Phi_2$  of the  $\Pi T_2$  zone corresponds to the feather-joints of  $\Pi T_1$ , while  $\Phi_1$  corresponds to those of  $\Pi T_2$ .

The above relationship and the dynamic explanation of the joints are given on fig. 20, from which it is concluded that the joints are the result of shearing stresses due to torsion.

The maximum stress  $\sigma_1$ , in the studied profile, plunges with  $70^\circ - 80^\circ$  to N.

The creation of the joints must be the result of one deformation phase, but of more than one act.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ADLER, R. - FENCHEL, W. - PILGER, A. 1965.— Statistische Methoden in der Tektonik II.— *Clausthaler Tekt. H.*, 4, Clausthal-Zellerfeld.
- BADGLEY, R. 1965.— Structural and tectonic principles.— *Harper and Row*, 521 p., Japan.
- BANKWITZ, P. 1965.— Über Klüfte, I. Beobachtungen im Thüringischen Schiegebirge.— *Geologie*, 14, 3, S. 241 - 253, Berlin.
- BILLINGS, M. P. 1954.— Structural Geology.— 2nd ed., *Prentice-Hall*, 524 p., N. York.
- BITTNER, A. 1880.— Der geologische Bau von Attika, Beotien, Lokris und Parnassus.— *Denkschr. d. Kais. Akad. d. Wiss., math. nat. Kl.*, 40, S. 1 - 74, Wien.
- BODECHTEL, J. - PAPADEAS, G. 1968.— Tektonik aerial interpretation in the mediterranean region exemplified by the metamorphic series of eastern Greece, near Marathon.— *Photogrammetria*, 23, p. 201 - 210, Amsterdam.
- BÜCKING, H. 1881.— Über die krystallinischen Schiefer von Attika.— *Sitzungber. d. Kgl. Preuss. Akad. d. Wiss. zu Berlin*, 39, S. 935 - 950, Berlin.
- CURRIE, J. B. et al. 1962.— Development of folds in sedimentary strata.— *Bull. Geol. Soc. Am.*, 73, p. 655 - 674.

- HANCOCK, L. V. 1963.— The relations between folds and lateformed joints in south Pembrokeshire.— *Geol. Mag.*, **101**, No 2, p. 174 - 184, Chicago.
- DE SITTER, L. V. 1964.— Structural Geology.— *Mc Graw-Hill Book Co.*, 552 p., U.S.A.
- HILLS, S. E. 1970.— Elements of structural Geology.— *Methuen and Co.*, 483 p. London.
- HOEPPENER, R. 1955.— Tektonik im Schiefergebirge.— *Geol. Rdsch.*, **44**, S. 26 - 58, Stuttgart.
- 1956.— Zum Problem der Bruchbildung, Schieferung und Faltung.— *Geol. Rdsch.*, **45**, S. 247 - 283, Stuttgart.
- KOBER, L. 1929.— Beiträge zur Geologie von Attika.— *Sitzungsber d. Akad. d. Wiss., Math., Nat., Kl., Abt. I.*, **138**, S. 299 - 326, Wien.
- LELEU, M. - NEUMAN, M. 1969.— L'âge de formations krystallines de l'Attique du Paléozoïque ou Mésozoïque.— *C. R. Ac. Sciences*, **268**, 1361 - 1363, Paris.
- LEPSIUS, R. 1893.— Geologie von Attika. (Μετάφρασις Βουγιούκα) 'Αθήναι.
- 1890.— Griechische Marmorstudien. Berlin.
- MARINOS, G. 1948.— Notes on the structure of Greek marbles.— *Amer. Jur. of Sci.*, **246**, p. 386 - 389, New Haven.
- ΜΑΡΙΝΟΣ, Γ. 1948.— Μικροτεκτονικά έρευναί έν 'Αττική.— *Πρακτ. 'Ακαδ. 'Αθηνών*, **23**, σ. 274 - 280, 'Αθήναι.
- 1955.— 'Η ήλικία τών μεταμορφωμένων στρωμάτων τής 'Αττικής.— *Δελτίον 'Ελλ. Γεωλ. 'Εταιρείας*, **2**, σ. 1 - 13, 'Αθήναι.
- 1958.— Περί τής κατά γεωτεκτονικάς ζώνας διαίρεσεως τής 'Ανατολικής Ελλάδος.— *Δελτίον 'Ελλην. Γεωλ. 'Εταιρ.* **3**, σ. 73 - 83, 'Αθήναι.
- 1961.— Παλαιοντολογικά και στρωματογραφικά έρευναί εις 'Ανατολικήν Στερεάν Ελλάδα.— *Δελτ. 'Ελλ. Γεωλ. 'Εταιρ.* **4**, Τ. 1, σ. 14 - 28, 'Αθήναι.
- ΜΑΡΙΝΟΣ, Γ. - PETRASCHECK, W. E. 1956.— Λαύριον.— *Εκδόσις Ι.Γ.Ε.Υ.*, **IV**, 1, 'Αθήναι.
- ΜΑΡΙΟΛΑΚΟΣ, Η. 1971.— Τεκτονική ανάλυσις τών συστημάτων διακλάσεων τού Βορείου 'Υμηττού ('Αττική).— *Ann. Géol. d. Pays Helléniques*, **23**, σ. 323 - 379, 'Αθήναι.
- 1972.— Παρατηρήσεις επί τών πτυχών τού μεταμορφωμένου συστήματος τού Πεντελικού και 'Υμηττού ('Αττικής).— *Ann. Géol. d. Pays Helléniques*, **24**, σ. 276 - 302, 'Αθήναι.
- ΜΑΡΙΟΛΑΚΟΣ, Η. - ΛΕΚΚΑΣ, Σ. 1973.— 'Υδρογεωλογικά συνθήκαι τής λεκάνης Κορωπίου ('Αττικής).— 'Αδημοσίευτος.
- NEGRIS, PH. 1912.— Sur l'âge des formations cristallines de l'Attique.— *C. R. d. l'Ac. d. Scien.*, **154**, p. 1743 - 1745, Paris.
- ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΑΚΗΣ, Ι. 1967.— Τά εις τήν μαρμαρικήν τέχνην χρήσιμα πετρώματα τής 'Ελλάδος. (Διατριβή επί 'Υψηγείας). *Ann. Geol. d. Pays Helléniques*, **18** s. 192 - 270, 'Αθήναι.
- PAPADEAS, G. 1970.— Zur Stratigraphie und Alterstellung der metamorphen Serien N. von Athen (Marathon). (Zusammenfassung der Ergebnisse). *Πρακτ. 'Ακαδ. 'Αθηνών*, **44**, σ. 10 - 18, 'Αθήναι.
- ΠΑΡΑΣΚΕΥΟΠΟΥΛΟΣ, Γ. 1956.— Τά πετρώματα τού όρίζοντος τού σχιστολίθου Καισαριανής έν Πεντελικώ.— *Πρακτ. 'Ακαδ. 'Αθηνών*, **31**, σ. 280 - 290, 'Αθήναι.
- 1956.— Φλεβικάί έμφανίσεις έν Πεντελικώ προελθούσαι έκ μεταμορφώσεως.— *Πρακτ. 'Ακαδ. 'Αθηνών*, **31**, σ. 291 - 299, 'Αθήναι.
- PARASKEVOPOULOS, G. 1957. Die Gesteine des Horizontes des Kaissariani - Schiefers im Pentelikongebirge.— *Ann. Géol. d. Pays Helléniques*, **8**, S. 238 - 245, Athen.

- PETRASCHECK, W. E. - MARINOS, G. 1953.— Zur Geologie von Süd Attika.— *Kober - Festschrift*, S. 52 - 59, Wien.
- PHILIPPSON, A. 1894.— Zur Geologie von Attika.— *Sitzungber. d. Niederrein. Gesell. f. Natur und Heilk.* S. 14 - 32, Bonn.
- PRICE, J. N. 1966.— Fault and Joint Development in Brittle and Semibrittle rocks. *Pergamon Press*, 176 p. London.
- RAGAN, M. D. 1968.— Structural Geology. An introduction to geometrical techniques.— *J. Willey*, 166 p. N. York.
- RAMSEY, J. 1967.— Folding and fracturing of rocks.— *McGraw-Hill Book Co*, 568 p., U.S.A.
- RENZ, C. 1908.— Sur les preuves de l'existence du Carbonifère et du Trias dans l'Attique.— *Bull. Soc. Géol. France*, **8**, p. 519 - 523, Paris.
- 1909.— Der Nachweis von Carbon und Trias in Attika.— *Zentr. f. Miner.* **3**, S. 84 - 87, Stuttgart.
- SANDER, B. 1948.— Einführung in die Gefügekunde Geologischer Körper. I. Teil: Allgemeine Gefügekunde und Arbeiten im Bereich Handstück bis Profil. *Springer-Verlag*, 215 S., Wien.
- SCHWAN, W. 1965.— Maximales Streuen von B Achsen bei flachliegenden Falten-Mittelebenen.— *N. Jb. Geol. Palaeont. Mh.*, **3**, S. 141-163, Stuttgart.
- SINDOWSKI, K. H. 1948.— Der geologische Bau von Attika.— *Ann. Géol. d. Pays Helléniques*, **2**, S. 163 - 219, Athen.
- TALOBRE, J. A. 1967.— La mecanique des Roches.— *Dunod*, 442 p., Paris.
- TRIKKALINOS, J. 1936.— Über die Schichtenfolge und den Bau Attikas.— *Stille Festschrift*, S. 301 - 311, Stuttgart.
- 1950.— Beiträge zur Erforschung des tektonischen Baus Griechenlands. Über das Alter der Kristallinen Gesteine Griechenlands.— *Πρακτ. 'Ακαδ. 'Αθηνών*, **25**, σ. 500 - 518, 'Αθήναι.
- 1954.— Beiträge zur Erforschung des tektonischen Baus Griechenlands. *Πραγματεῖαι 'Ακαδ. 'Αθηνών*, **18**, άρ. 2, 'Αθήναι.
- 1955.— Über das Alter der metamorphen Gesteine Attikas.— *Ann. Géol. d. Pays Helléniques*, **6**, S. 193 - 198, Athen.
- TURNER, F. J. and WEISS, L. E. 1963.— Structural analysis of metamorphic tectonites. *McGraw-Hill Book Co.*, 543 p., U.S.A.
- WILSON, E. 1961.— The tectonic significance of small scale structures and their importance to the geologist in field.— *Ann. Soc. Géol. de Belgique*, **LXXXIV**, p. 423 - 548, Liège.
- WOOD, G. H. - ARNDT, H. H. - CARTER, M. D. 1969.— Systematic jointing in Western Part of the Anthracite Region of eastern Pennsylvania.— *Geol. Survey Bull.*, 1271-D, Washington.
- ΨΑΡΙΑΝΟΣ, Π. - ΜΑΝΩΛΕΣΣΟΣ, Ν. 1963.— Στοιχεία Τεκτονικής Γεωλογίας, 152 σ., 'Αθήναι.