

ΓΕΩΛΟΓΙΑ.—'Επὶ τῆς γεωτεκτονικῆς καταστάσεως τοῦ Ἑλληνικοῦ χώρου, ὑπὸ Δ. Κισκύρα*. Ἀνεκοινώθη ὑπὸ τοῦ κ. Ἰωάνν. Τρικκαλινοῦ.

Α'. ΓΕΝΙΚΟΝ ΜΕΡΟΣ

Τὸ Ἑλληνικὸν τμῆμα τοῦ ἄλπικοῦ ὄρογενοῦς παρουσιάζει, ὡς γνωστὸν, τοξοειδῆ μορφήν λόγῳ μεγαλυτέρας ἐκδηλώσεως τῆς ὀριζοντίας ὄρογενετικῆς πιέσεως κατὰ τὴν ΝΔ διεύθυνσιν (11, 83). Εἰς τοῦτο συνέτεινε τὸ προϋπάρχον προβύθισμα (Vortiefen) τοῦ Ἴονίου πρὸς τὴν κατεύθυνσιν τοῦ ὁποίου ἐγένετο καὶ ἡ μεγαλυτέρα κύρτωσις τοῦ Ἑλληνικοῦ ὄρογενοῦς. Ἐκτὸς τοῦ βυθίσματος τοῦ Ἴονίου εἰς τὴν περιοχὴν αὐτὴν παρατηροῦνται καὶ ἄλλα χαρακτηριστικὰ γνωρίσματα τῶν πτυχωσιγενῶν συστημάτων ὅπως τὸ ἐσωτερικὸν βύθισμα εἰς τὸ ὁποῖον ὀφείλεται ὁ σχηματισμὸς τοῦ Αἰγαίου. Ἀπὸ γεωτεκτονικῆς ἀπόψεως τὸ Αἰγαῖον ἀντιστοιχεῖ πρὸς τὸ Τυρρηρικὸν Πέλαγος καὶ τὸ Παννόνιον βύθισμα τῆς Οὐγγαρίας, τὰ ὁποῖα καταλαμβάνουν ἐπίσης τὸ ἐσωτερικὸν τμῆμα ὄρογενῶν τόξων καὶ παρουσιάζουν ἀφθονίαν ἠφαιστείων. Ἡ ἀντιστοιχία αὐτὴ θὰ ἦτο πληρεστέρα, ἂν καὶ εἰς τὴν περιοχὴν τοῦ Αἰγαίου διεπιστοῦντο ἀνάλογοι θετικαὶ ἀνωμαλῖαι βαρύτητος, ὅπως εἰς τὰ δύο προαναφερθέντα βυθίσματα. Δυστυχῶς δὲν ἔχουν γίνεи μέχρι τοῦδε μετρήσεις βαρύτητος εἰς τὸ Αἰγαῖον, ὅμως πρέπει νὰ ὑποθέσωμεν τὴν ὑπαρξίν θετικῶν ἀνωμαλιῶν βαρύτητος καὶ ἐδῶ τόσον ἐκ τῆς γεωλογικῆς κατασκευῆς τῆς περιοχῆς ὅσον καὶ ἐκ τῆς παρουσίας σεισμῶν ἐνδιαμέσου βάθους εἰς τὸ Αἰγαῖον. Ἡ διαπίστωσις αὐτῆ τῶν σεισμῶν τούτων ἐν συνδυασμῷ μὲ τὴν παρουσίαν ἐνταῦθα πολλῶν ἠφαιστείων ὀδηγεῖ εἰς τὴν σκέψιν, μήπως εἰς τὴν προκειμένην περίπτωσιν πρόκειται περὶ τοῦ ἰδίου χαρακτηριστικοῦ γεωλογικοῦ φαινομένου τὸ ὁποῖον παρουσιάζεται εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τμῆμα ἄλλων πτυχωσιγενῶν συστημάτων τοξοειδοῦς μορφῆς τοῦ ἄλπικοῦ συστήματος. Οὕτως εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τμῆμα τοῦ τόξου τῶν Ἀνατολικῶν Ἰνδιῶν διεπιστώθη διὰ πρώτην φοράν, ὅτι ἡ ζώνη τῶν ἠφαιστείων ἡ ὁποία συμπίπτει μὲ τὴν περιοχὴν σεισμῶν ἐνδιαμέσου βάθους παρουσιάζει θετικὰς ἀνωμαλίας βαρύτητος (22, 24). Ἀργότερον παρετηρήθη τὸ ἴδιον φαινόμενον εἰς τὴν Ἰαπωνίαν, τὴν Ἀμερικὴν (θάλασσα Ἀντιλλῶν) (9) καὶ τὴν Μεσόγειον (Τυρρηρικὸν πέλαγος) (16).

Ἡ παρουσία τριτογενῶν καὶ τεταρτογενῶν ἠφαιστείων εἰς τὸ Αἰγαῖον πρέπει νὰ θεωρηθῆ ὡς ἀναπόσπαστον φαινόμενον τῆς ἄλπικῆς ὄρογενέσεως κατὰ τὴν ὁποίαν τεράστια ποσότητες ἰζημάτων τοῦ Ἑλληνικοῦ γεωσυγκλίτου ἐπτυχώθησαν καὶ μετακινήθησαν ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμὰς Μετὰ τὴν κυρίαν πτύχωσιν, δηλ. ἐξασθένησιν τῆς ὄρογόου πιέσεως, τὰ τεταμένα τμήματα τοῦ Αἰγαίου τὰ ὁποῖα εὕρισκοντο εἰς ἀνοδικὴν πορείαν δὲν ἦτο δυνατόν νὰ κρατηθοῦν εἰς τὰ θέσεις των καὶ ἤρχισαν νὰ ὑποχωροῦν

* D. KISKYRAS, Über den geotektonischen Zustand des griechischen Raums.

πρὸς ἀνατολὰς ἔνθα διερράγησαν καὶ ἐβυθίσθησαν. Τὰ βυθίσματα αὐτὰ ἀπετέλεσαν λίμνας ἐντὸς τῶν ὁποίων ἀπετέθησαν μειοκαινικὰ ἰζήματα. Τὰ μὲ τὰς καταβυθίσεις αὐτὰς συνδεδόμενα ρήγματα, λόγῳ ἐφελκυσμοῦ, κατὰ μῆκος τοῦ ὄρογενοῦς, διέσχισαν τὸ τότε λεπτὸν στρῶμα τῆς λιθοσφαίρας εἰς τὴν περιοχὴν τοῦ σημερινοῦ Αἰγαίου καὶ ἔφθασαν μέχρι τῆς στάθης τοῦ κατὰ τὴν πύχωσιν διεισδύσαντος ἐκεῖ μάγματος καὶ παρέσχον εἰς τοῦτο τὴν δυνατότητα νὰ ἀνέλθῃ εἰς τὴν ἐπιφάνειαν ὡς λάβρα καὶ κυρίως ὑπὸ μορφὴν τόφων καὶ νὰ σχηματίσῃ τὰ ἠφαιστεία τοῦ Αἰγαίου μὲ λάβρας εἰρηνικοῦ τύπου. Ἀργότερον ἔλαβον χώραν νέα ρήγματα καὶ νέα καταβυθίσεις εἰς τὰς ὁποίας εἰσέδυσεν ἡ θάλασσα (11). Ἐκ τῶν ἠφαιστειῶν τούτων τοῦ Αἰγαίου, ἄνω τῶν τριάκοντα, δύο μόνον, τὸ τῆς Σαντορίνης καὶ τὸ τῆς Νισύρου, εἶναι ἀκόμη ἐνεργά. Οὕτω ὁ δείκτης ὀπισθοδρομήσεως τῆς ἠφαιστειότητος εἰς τὸ Αἰγαῖον περνᾷ τὸ 90%, ἐνῶ διὰ τὴν περιοχὴν τῶν νήσων Σούντα, ὁ δείκτης αὐτὸς εἶναι μόνον 56%, (21,289), τὸ ὁποῖον σημαίνει ὅτι ἡ κυρία ἀλπικὴ ὄρογένεσις εἰς τὴν Ἑλλάδα εἶναι ἀρχαιότερα κατὰ τι τῆς ἀντιστοίχου ὄρογένεσεως εἰς τὰς ἀνατολικὰς Ἰνδίας. Τούναντίον εἰς τὸ Ἴόνιον δὲν παρουσιάζεται οὔτε ἐν ἠφαιστειῶν ὅπως συμβαίνει καὶ εἰς ἄλλα γνωστὰ ἐξωτερικὰ βυθίσματα τοῦ ἀλπικοῦ ὄρογενοῦς. Ἡ πληροφορία τοῦ Sapper (17) περὶ τῆς ὑπάρξεως εἰς τὸ Ἴόνιον δύο ἠφαιστειακῶν κέντρων δὲν στηρίζεται ἐπὶ συγκεκριμένων στοιχείων. Ἡ ἀπουσία ἠφαιστειότητος εἰς τὸ Ἴόνιον πρέπει νὰ συνδυασθῇ μὲ τὴν ἔλλειψιν ἐκ τῆς περιοχῆς αὐτῆς σεισμῶν, ἀναντιρρήτως ἐνδιαμέσου βάρθους (5).

Ὡς προκύπτει ἐκ τοῦ συναπτομένου πίνακος εἰς τὴν περιοχὴν τοῦ Αἰγαίου παρατηρήθη κατὰ τὸ 1926 μία μετατόπισις τῶν ἐπικέντρων σεισμῶν ἐνδιαμέσου βάρθους ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμὰς μὲ προοῦσαν ἀνοδὸν τῶν σεισμικῶν ἐστιῶν πρὸς τὴν κατεύθυνσιν αὐτήν. Τὸ ἴδιον συνέβη κατὰ τὸ 1938 καὶ 1953. Τούναντίον κατὰ τὰ ἔτη 1935 καὶ 1954 παρατηρήθη ἀντίθετος μετατόπισις τῶν ἐπικέντρων σεισμῶν ἐνδιαμέσου βάρθους, δηλ. ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολὰς. Πάντως εἰς ὅλας αὐτὰς τὰς περιπτώσεις διακρίνεται σαφῶς μία ἐλάττωσις τοῦ βάρθους τῶν σεισμικῶν ἐστιῶν καθόσον προχωροῦμεν πρὸς δυσμὰς. Ἐκ τῆς μελέτης ἐξ ἄλλου τῆς φορᾶς τῆς πρώτης σεισμικῆς κινήσεως εἰς τὰς ἐστίας σεισμῶν τινων ἐνδιαμέσου βάρθους συμπεραίνεται, ὅτι ἡ περιοχὴ τῶν Κυκλάδων καὶ τῆς Πελοποννήσου ὠθεῖται κατὰ τοὺς σεισμοὺς αὐτοὺς ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμὰς (10). Τὰ ἄνωτέρω ἀφήνουν νὰ ὑποτεθῇ ὅτι κάτωθι τοῦ Αἰγαίου λαμβάνουν χώραν κινήσεις ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμὰς καὶ μάλιστα μὲ ἀνοδικὴν πορείαν. Τὴν καλυτέραν ἐξήγησιν τῶν κινήσεων τούτων δύναται νὰ δώσῃ ἡ ἐκδοχὴ ὑπάρξεως ρευμάτων μεταφορᾶς ἐντὸς τοῦ μάγματος μετὰ τῶν ὁποίων συνδέονται πιθανῶς καὶ οἱ σεισμοὶ ἐνδιαμέσου βάρθους (14). Ἡ ταχύτης τῶν ρευμάτων αὐτῶν εἰς ἄλλας περιοχὰς ὑπολογίζεται εἰς 1 - 5 cm. τὸ ἔτος (23 καὶ 15). Εἰς τὰς περιπτώσεις αὐτὰς τὸ μάγμα δὲν θεωρεῖται ὡς ἰξῶδες ὑγρὸν ἀλλ' ὡς στερεὸν εἰς ψευδοῖξῶδη

κατάστασιν (7, 629). Εἰς τὴν περίπτωσιν τοῦ Αἰγαίου τὰ ρεύματα μεταφορᾶς ἔχουν ἀνοδικὴν διεύθυνσιν ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμᾶς.

Πίναξ θέσεως ἐπικέντρων σεισμῶν ἐνδιαμέσου βάρους εἰς τὸ Αἶγαϊον
καὶ βάθος τῶν ἐστιῶν αὐτῶν.

26.6.1926	$36 \frac{1}{2}$ N	$27 \frac{1}{2}$ E	170 χμ.	κατὰ Jeffreys (βλ. 21,259)
5.7.1926	$36 \frac{1}{2}$ N	27E	150 χμ.	» Gutenberg καὶ Richter (βλ. 3)
30.8.1926	$36 \frac{1}{2}$ N	$23 \frac{1}{4}$ E	100 χμ.	» » » »
19.9.1926	36N	22E	80 χμ.	» » » »
18.2.1935	$35 \frac{3}{4}$ N	25E	80 χμ.	»
18.3.1835	$35 \frac{1}{2}$ N	27E	130 χμ.	»
3.6.1938	$34 \frac{1}{2}$ N	$26 \frac{1}{2}$ E	120 χμ.	»
18.9.1938	38 N	$22 \frac{1}{2}$ E	100 χμ.	»
14.2.1953	$35 \frac{1}{3}$ N	$26 \frac{1}{2}$ E	150 χμ.	»
23.6.1953	36 N	25 E	100 χμ.	»
25.7.1954	36,2 N	24,5 E	100 χμ.	κατὰ Γαλανόπουλον (6)
4.9.1954	$36 \frac{3}{4}$ N	$26 \frac{3}{4}$ E	130 χμ.	» »

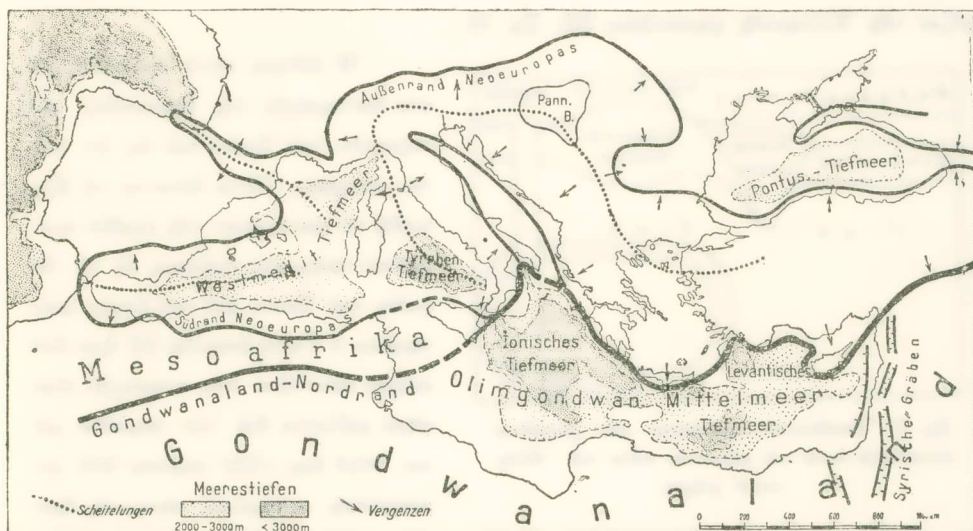
Τὴν ἄποψιν τῆς μετακινήσεως μάγματος κάτω τοῦ Ἑλληνικοῦ χώρου ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμᾶς ἐπιβάλλει ἡ ἐξήγησις διαφόρων γεωλογικῶν φαινομένων τὰ ὁποῖα συνδέονται μὲ ἰσοστατικὰ κινήσεις εἰς τὸν χωρὸν αὐτόν. Οὕτως εἰς τὴν ἡπειρωτικὴν Ἑλλάδα παρατηρήθη μία μεταπλειοκαινικὴ ἀνύψωσις τοῦ πτυχωσιγενεοῦς συστήματος, γνωστὴ ὡς μεταπλειοκαινικὴ ἀναθόλωσις. Περὶ τῆς συνεχίσεως τῆς ἀνυψώσεως αὐτῆς κατὰ τοὺς μετέπειτα χρόνους ὁμιλοῦν καὶ αἱ πολλαχοῦ τῆς Ἑλλάδος παρατηρούμεναι ἀναβαθμίδες τόσοσιν θαλάσσιαι (τεταρτογενὲς ἀνάδυσις κατὰ Νέγρην) ὅσων καὶ ποτάμια. Τὰ ὕδατα τῶν ἀνυψουμένων περιοχῶν ἀποκοτῶν μεγαλυτέραν κινητικὴν ἐνέργειαν, συνεπῶς ἰσχυροτέραν διαβρωτικὴν δύναμιν ἐξ αἰτίας τῆς ὁποίας κατατρῶγουν τὴν κοίτην των εἰς τρόπον, ὥστε ἡ ἐγκαταλειφθεῖσα αὐτὴ κοίτη νὰ παρουσιάζῃ ὄψιν ἀναβαθμίδος. Εἰς τὴν μετατόπισιν τοῦ μάγματος ἐκ τοῦ ὑποβάθρου τοῦ Αἰγαίου πρὸς δυσμᾶς δέον νὰ ἀποδώσωμεν τὴν κάμψιν τοῦ Ἑλληνικοῦ ὀρογενεοῦς καὶ τὴν μετέπειτα διάρρηξιν αὐτοῦ ὅπως ἐπίσης τὴν εἰς Πελοπόννησον ὑπὸ Τρικκαλινοῦ διαπιστωθεῖσαν βαλλαχικὴν καὶ πασαδενικὴν φάσιν ὀρογενέσεως (11). Ἡ πίεσις αὕτη ἐξακολουθεῖ καὶ σήμερον ὡς συμπεραίνεται τοῦτο ἐκ τῆς πληθώρας τῶν σεισμῶν τῆς Δ. Ἑλλάδος καὶ τῶν Ἑπτανήσων.

Οί σεισμοί αυτοί, εις τὴν πλειονότητά των τεκτονικῆς φύσεως, συνδέονται μὲ μετακινήσεις μεγάλων τεμαχῶν κάτω τοῦ Ἰονίου. Κυρίως πρόκειται περὶ μετακινήσεων τμημάτων τῶν καταβυθισθεισῶν ζωνῶν Παξῶν καὶ Ἀδριατικοῦ Ἰονίου. Κατὰ τὸν Born πιθανὸν ὄρισμένα καταβυθισμένα τεμάχια τοῦ Β. Ἰονίου νὰ ἀνήκουν εἰς τὴν προχώραν (2, 359). Τὰ τεμάχια αὐτὰ ὑφίστανται συνεχῶς τὴν πίεσιν τῆς ἐπ' αὐτῶν ὠθημένης Ἑλληνικῆς χερσονήσου. Οὕτω ἀποταμιεύονται ἐκεῖ τεράστια ἐλαστικαὶ τάσεις ἐκ τῆς ἀποδεσμεύσεως τῶν ὁποίων παράγονται τεκτονικοὶ σεισμοί.

Ἀποτέλεσμα τῆς ἀνυψώσεως τοῦ ὄρογενοῦς εἶναι ἡ ταχυτέρα διάβρωσις αὐτοῦ καὶ ἡ ἀποκομιδὴ τῶν προϊόντων ἀποσαθρώσεως εἰς τὰς λεκάνας ἰζηματογενέσεως τοῦ Ἰονίου καὶ Αἰγαίου Πελάγους. Οὕτω παρουσιάζεται μία τάσις ἰσοστατικῆς ἀντισταθμίσεως τῆς ἀνυψώσεως τῆς Ἑλληνικῆς χερσονήσου μὲ φόρτισιν τῶν λεκανῶν τοῦ Αἰγαίου καὶ Ἰονίου. Αἱ μεγάλαι ὁμως καταβυθίσεις τοῦ Ἰονίου καὶ ἡ πληθώρα τῶν σεισμῶν τῆς περιοχῆς αὐτῆς ἐπιτρέπουν νὰ φαντασθῶμεν γεωτεκτονικὴν ἐξέλιξιν αὐτοῦ διαφορετικὴν ἐκείνης τοῦ Αἰγαίου. Εἰς τὴν καταβύθισιν τῶν δυτικῶν τμημάτων τοῦ ὄρογενοῦς συνέβαλε καὶ ἡ ὑπαρξις τοῦ προβυθίσματος τοῦ Ἰονίου. Ὁ Stille (19) εἰς ἀντίθεσιν πρὸς τοὺς Kossmat (12 καὶ 13), Born (1) καὶ Sieberg (18) θεωρεῖ τὰς καταβυθίσεις εἰς τὸ προβύθισμα τῶν ὄρογενῶν ὡς ἀποτέλεσμα ἡπειρωτικῶν κινήσεων καὶ ὄχι ὡς τεκτονικὰς τάφρους. Τοὺς σεισμοὺς ἀποδίδει εἰς ρήγματα καὶ μεταπτώσεις ἅτινα συνοδεύουν τὰ συνεχιζόμενα ἡπειρογενετικὰ γεγονότα. Εἰς τὴν προκειμένην περίπτωσιν δεχόμεθα βαθμιαίαν ταπείνωσιν τοῦ πυθμένου τοῦ Ἰονίου δυτικῶς τῆς περιοχῆς τῶν κατακρημίσεων, ἥτις δέχεται συνεχῶς νέα ἰζήματα, ὥστε νὰ θεωρηταὶ γνήσιον γεωσύγκλινον, ὅπου ἀσφαλῶς θὰ παρουσιάζωνται ἀρνητικαὶ ἀνωμαλία βαρύτητος. Ἡ ταπείνωσις αὕτη τοῦ πυθμένου τοῦ Ἰονίου ἢ ὁποία δύναται νὰ προκαλέσῃ ἐνίοτε διαταραχὴν τῆς ἰσοροπίας τῶν ὑπὸ τὰσιν εὕρισκομένων καταβυθισθέντων τεμαχῶν καὶ νὰ συμβάλῃ συνεπῶς εἰς τὴν γένεσιν σεισμῶν, ἐξηγεῖται εὐκόλως διὰ τῆς παραδοχῆς ρευμάτων μεταφορᾶς μὲ κατεύθυνσιν πρὸς τὰ κάτω.

Κατόπιν τῶν ἀνωτέρω ἡ γεωτεκτονικὴ ὁμοιότης τοῦ Αἰγαίου πρὸς τὸ Τυρρηνικὸν πέλαγος καὶ τὰς θαλάσσας Ἀντιλλῶν καὶ Ἰαπωνίας γίνεται σαφεστέρα. Οὕτως εἰς τὸ Αἰγαῖον ἐκτὸς τῶν πιθανῶν θετικῶν ἀνωμαλιῶν βαρύτητος παρουσιάζονται σεισμοὶ ἐνδιαμέσου βάρους, μὲ βάθος ἐστῶν ἀνερχόμενον ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμὰς, δηλ. πρὸς τὸ Ἰόνιον. Ἀλλὰ καὶ εἰς τὴν περιοχὴν τοῦ Τυρρηνικοῦ πελάγους αἱ ἐστίαί τῶν σεισμῶν ἐνδιαμέσου βάρους ἀνέρχονται πρὸς τὴν πλευρὰν τοῦ Ἰονίου. Ἐκ τοῦ σχεδ. 1 φαίνεται ὅτι ἡ θάλασσα μεταξὺ Ἑλλάδος, Σικελίας καὶ Ἀφικῆς, ἔχει ὡς πυθμένα, τμῆμα τῆς ἀρχαιοτάτης μάζης Gondwana, ἢ ὁποία ἀπὸ τοῦ ἀρχαίου αἰῶνος ἔχει ὑποστῆ συμπαγοποίησιν καὶ ἐντεῦθεν παίξει τὸν ρόλον κρατονικοῦ ὄγκου κατὰ τὰς πτυχώσεις. Τοῦτο σημαίνει ὅτι τὸ βάθος τῶν σεισμικῶν ἐστῶν ἐλαττοῦται πλησίον

των υπερκρατονικών μαζών βάθους. Παρόμοιον φαινόμενον παρατηρείται και εις άλλας περιοχάς τῆς γῆς. Οὕτω εις τὴν Νοτ. Ἀμερικὴν τὰ ἐπίκεντρα τῶν σεισμῶν μεγάλου βάθους παρουσιάζονται ἀνατολικῶς τῶν Ἀνδεων, ἐνῶ τὰ ἐπίκεντρα τῶν κανονικῶν σεισμῶν εὐρίσκονται πλησίον τῶν δυτικῶν ἀκτῶν, δηλ. πρὸς τὴν πλευρὰν τοῦ Εἰρηνικοῦ Ὠκεανοῦ, ὅστις ἀποτελεῖ μίαν υπερκρατονικὴν μάζαν βάθους. Τὸ ἴδιον φαινόμενον παρουσιάζεται και εις τὴν Β. Ἰαπωνίαν ὅπου τὰ ἐπίκεντρα σεισμῶν μικροῦ βάθους συγκεντρῶνται πρὸς τὸν Εἰρηνικὸν Ὠκεανόν. Πρὸς ἐξήγησιν τῶν φαινομένων αὐτῶν δεχόμεθα τὴν ὑπαρξίν ἐντὸς τοῦ μάγματος ρευμάτων μεταφορᾶς, τὰ ὅποια ὅμως δὲν προ-

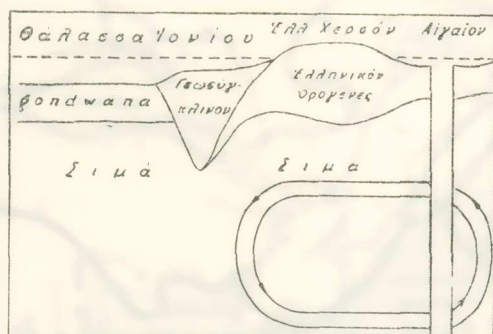


Σχ. 1. Τεκτονικὴ θέσις τῶν Νοτιοευρωπαϊκῶν θαλασσῶν μεγάλου βάθους κατὰ Stille.

χωροῦν κάτω τῶν πρωτοκρατονικῶν μαζῶν ἀλλὰ ἀλλάσσουν κατεύθυνσιν πλησίον αὐτῶν και ἐπιστρέφουν πρὸς τὸ ὄρογενές. Οὕτως εις τὸν Ἑλληνικὸν χῶρον τὰ ρεύματα μεταφορᾶς τὰ ὅποια κατευθύνονται πρὸς τὸ Ἴόνιον στρέφονται πλησίον τῆς Gondwana πρὸς ἀνατολὰς και ἐπιστρέφουν εις τὸν Ἑλληνικὸν χῶρον, δηλαδὴ παρουσιάζουν μίαν κυκλοτερῆ μορφήν, ἀνάλογον πρὸς ἐκείνην τὴν ὅποιαν ὑποθέτουν διὰ τὴν περιοχὴν τῶν Ἀνατ. Ἰνδιῶν. Τὸ βάθος ὅμως μέχρι τοῦ ὁποίου ἐξικινῶνται τὰ ρεύματα ταῦτα εις τὸν Ἑλληνικὸν χῶρον εἶναι πολὺ μικρότερον τοῦ βάθους 1.200 χμ. τὸ ὅποιον δέχεται ὁ Vening Meinesz διὰ τὰς Ἀνατ. Ἰνδίας, πιθανῶς μόνον τὸ 1/3 αὐτοῦ. Φαίνεται ὅτι εις τὴν γῆν παρουσιάζονται σήμερον τοπικοὶ κύκλοι ρευμάτων μεταφορᾶς και μάλιστα εις τὰς περιοχὰς τῶν ἀλπικῶν και τῶν παρακειμένων σημερινῶν γεωσυγκλίσεων ἅτινα συνορεύουν πρὸς ὠκεανούς ἢ θαλάσσας μεγάλου βάθους με πρωτοκρατονικὸν ὑπόβαθρον, ὥστε κάτω αὐτῶν και εις ὀριζοντίαν διεύθυνσιν νὰ ὑπάρχη διαφορὰ θερμο-

κрасίας, ἡ ὁποία θὰ προκαλῆ τὸν σχηματισμὸν ρευμάτων μεταφορᾶς ὡς δεικνύει τὸ Σχ. 2. Ἡ ἔκτασις τῶν ρευμάτων αὐτῶν ποικίλλει ἀπὸ περιοχῆς εἰς περιοχὴν καὶ λαμβάνει τὴν μεγαλυτέραν τιμὴν πλησίον τοῦ Εἰρηνικοῦ.

Ὅπως τὰ κατερχόμενα ρεύματα μεταφορᾶς εἰς τὸ Ἴόνιον προκαλοῦν διαταραχὴν τῆς ἰσορροπίας τῶν ἐκεῖ βυθισθέντων τεμαχῶν καὶ συνεπῶς σεισμούς, οὕτω καὶ τὰ ἀνερχόμενα ἀντίστοιχα ρεύματα εἰς τὴν περιοχὴν τοῦ Ἀνατολικοῦ Αἰγαίου δίδουν συχνὰ ἀνάλογον γένεσιν εἰς σεισμούς. Εἰς περιπτώσεις μάλιστα ἰσχυρῶν σεισμῶν, δηλ. μεγάλων μετακινήσεων εἰς τὸ ὑπόβαθρον τοῦ Ἀνατολικοῦ Αἰγαίου, ἡ σεισμικὴ διαταραχὴ μεταδίδεται διὰ τῆς ὑποκειμένης μαγματικῆς ζώνης ἐν εἶδει παλμοῦ εἰς τὴν ρίζαν τῆς Ἑλληνικῆς χερσονήσου (βλ. Σχ. 2).



Σχ. 2. Ὑποθετικὴ παράστασις τῶν ρευμάτων μεταφορᾶς ἐντὸς τοῦ μάγματος κάτω τοῦ Ἑλληνικοῦ χώρου.

Ἡ ὄθησις αὐτὴ προκαλεῖ ἐνίοτε διαταραχὴν τῆς ἰσορροπίας τῶν τεμαχῶν τοῦ Ἰονίου καὶ ὡς ἐκ τούτου σεισμούς. Οὕτω δύναται νὰ ἐξηγηθῆ τὸ φαινόμενον τῆς σχεδὸν συγχρόνου σεισμικῆς δράσεως εἰς τὸ Αἰγαῖον καὶ Ἴόνιον, ἐπὶ τοῦ ὁποίου φαινομένου ὁ Γαλανόπουλος (3) ἔχει ἀπὸ καιροῦ ἐπιστήσει τὴν προσοχὴν, ἀναφέρει μάλιστα διὰ τὴν περίοδον μόνον 1859 ἕως 1930 περίπου 200 περιπτώσεις συγχρόνου σεισμικῆς δρα-

στηριότητα εἰς τὸ Αἰγαῖον καὶ Ἴόνιον. Κατὰ τὸν ἴδιον τρόπον δύναται νὰ ἐξηγηθοῦν καὶ αἱ νεώτεροι παρατηρήσεις τοῦ ἰδίου συγγραφέως (4), ὅτι τὰ ἔτη 1912, 1939 καὶ 1953 ἠλευθερώθησαν ἰσόποσαι ἐλαστικαὶ τάσεις ἐκατέρωθεν τοῦ Αἰγαίου καὶ ὅτι διὰ τὰ ἔτη 1912 καὶ 1939 ἡ ἀναπλαστικὴ μετακίνησις τεμαχῶν τῆς περιοχῆς Κεφαλληνίας-Ζακύνθου ἀντεσταθμίσθη δι' ἀναλόγων μετακινήσεων εἰς τὴν ΒΔ Μ. Ἀσίαν, ἐνῶ κατὰ τὸ 1933 ἡ ἀναπλαστικὴ μετατόπισις τεμαχῶν τῆς ΒΔ Μικρᾶς Ἀσίας ἀντεσταθμίσθη διὰ σχετικῶν μετατοπίσεων εἰς τὸ στενὸν Κεφαλληνίας-Ζακύνθου. Τὴν αὐτὴν ἐξήγησιν δίδομεν καὶ διὰ πολλὰς ἄλλας περιπτώσεις ἀναπλαστικῶν μετατοπίσεων τὰς ὁποίας ἀναφέρει ὁ Γαλανόπουλος ἐκατέρωθεν τῆς κρυσταλλοσχιστώδους μάζης τοῦ Αἰγαίου.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω προκύπτει ὅτι ἡ περιοχὴ δυτικῶς τῶν καταβυθίσεων τοῦ Ἰονίου-Δυτικῆς Ἑλλάδος ἀποτελεῖ λεκάνην ἰζηματογενέσεως μὲ χαρακτηριστικὰ ἐνὸς στενοῦ καὶ ἐπιμήκους γεωσυγκλίνου ἐν ἐξελίξει. Ἐκ τοῦ γεωσυγκλίνου τούτου θὰ προβάλλουν τὰ μελλοντικὰ βουνὰ τῆς Μεσογείου. Ἡδὴ ὁ Κοσμάτ εἶχεν ἐκφράσει

τὴν γνώμη, μήπως ἡ Τυρρηνική θάλασσα, ἡ Παννόνιος λεκάνη καὶ ἡ Ἄνατ. Μεσόγειος παρουσιάζουν μίαν σειρὰν γεωσυγκλίλων, ἡ ὁποία φέρει μεθ' ἑαυτῆς τὸν σπόρον μιᾶς μελλοντικῆς πτυχώσεως. Ἡ περιοχὴ τοῦ Αἰγαίου συνεπεία τῆς κατὰ τὴν ὀρογένεσιν ἀσκηθείσης πιέσεως καὶ τῶν μαγματικῶν διεισδύσεων ἔχει ὑποστῆ μίαν συμπαγοποίησιν (Konsolidierung) καὶ εὐρίσκεται σήμερον, ὡς θὰ δείξωμεν εἰς ἄλλην μελέτην, εἰς ἡμικρατονικὴν καὶ ἐν μέρει κρατονικὴν κατάστασιν. Κατόπιν τούτου τὸ Αἰγαῖον δὲν εἶναι πλέον εἰς θέσιν νὰ ἐξελιχθῆ εἰς γεωσύγκλιον, ἱκανὸν νὰ δώσῃ πτυχωσιγενῆ ὄρη ἀλπικοῦ τύπου. Τούναντίον ἡ περιοχὴ τοῦ Ἄνατ. Ἰονίου μεταξὺ τοῦ ἀλπικοῦ ὀρογενοῦς καὶ τῆς ὑπεκρατονικῆς μάζης Gondwana πρέπει νὰ θεωρηθῆ ὡς γνήσιον γεωσύγκλιον. Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν ἡ Gondwana θὰ παίξῃ τὸν ἴδιον, ὅπως καὶ εἰς τὴν ἀλπικὴν ὀρογένεσιν ρόλον, ἥτοι καὶ κατὰ τὴν νέαν ὀρογένεσιν ἡ διεύθυνσις τῆς πτυχώσεως θὰ εἶναι πρὸς δυσμᾶς, δηλ. πρὸς τὴν πρωτοκρατονικὴν μάζαν. Ἡδὴ ὁ Stille, ὁ σπουδαιότερος ὑποστηρικτῆς τῆς θεωρίας τῆς συστολῆς καὶ ρικνώσεως τῆς γῆς, δέχεται ἐλαφρὰν μετατόπισιν τῆς ἡπειρωτικῆς μάζης τῆς Ἀμερικῆς πρὸς τὴν ὑπεκρατονικὴν μάζαν τοῦ Εἰρηνικοῦ, τὴν ὁποίαν ὁ Haalck (8) ἀποδίδει εἰς τὰ πρὸς τὸν Ὠκεανὸν κατευθυνόμενα ρεύματα μεταφορᾶς. Ἡ ἔκτασις τῶν μελλοντικῶν βουνῶν τῆς Ἑλλάδος θὰ εἶναι λόγῳ τῶν μικρῶν διαστάσεων τοῦ γεωσυγκλίλου αὐτοῦ ἄρκετὰ περιορισμένη καὶ πολὺ μικρὰ ἐν συγκρίσει πρὸς τὸ ἀλπικὸν ὀρογενὲς σύστημα.

ZUSAMMENFASSUNG

Die griechischen Vulkane beschränken sich auf den inneren Teil des Orogenbogens (Aegäisches Gebiet), in dessen Bereich Mitteltiefherdbeben auftreten. Dies erinnert an das Sunda-Gebiet von Ostindien und lässt hier positive Schwereanomalien vermuten. Der Vulkanismus im ägäischen Gebiet ist eng mit der alpinen Orogenese verbunden, wobei die mächtigen Sedimente des griechischen Geosynklinales gefaltet und nach Westen verschoben wurden. Am Ende der Hauptfaltung brachen die gespannten Teile des ägäischen Gebiets ab; die Zerrungsbrüche drangten die dünne Sedimentschicht durch und gelangten bis an das dort während der Faltung intrudierte Magma. Dies Magma stieg empor und schuf die ägäischen Vulkane (Subsequenter Vulkanismus). Aus den etwa 30 ägäischen Vulkanen sind nur zwei aktiv. So hat hier der Rückgangindex den Wert 90% erreicht, während dem Sunda-Gebiet ein Index von 56% zukommt.

Aus der beiliegenden Tabelle der Mitteltiefherdbeben im ägäischen Gebiet ist eine Abnahme der Herdtiefe von Osten nach Westen zu ersehen. Hier ist auch ein Wandern der Epizentren von Osten nach Westen zu erkennen. Weiter hat das Studium der ersten Bewegungen bei ägäischen

Beben zeigen lassen, dass sich das Kykladenmassiv und der Peloponnes im Verhältnis zur Kreta gegen Westen bewegen. Dies lässt vermuten, dass tief unter den ägäischen Schollen Konvektionsströme im Magma vorhanden seien, die von Osten nach Westen ansteigend laufen. Die nachpliozäne Aufwölbung Griechenlands, die quartären Terrassen und die Zerreissung des Orogenbogens werden auf die Konvektionswirkung zurückgeführt, die die vallachische und pasadenische Phase der Gebirgsbildung verursacht hat. Die Wirkung der Konvektionsströme macht sich weiter im ionischen Gebiet bemerkbar. Wie bekannt stehen die Ionienbeben mit Bewegungen einzelner Schollen gegeneinander in Beziehung, die unter dem fortdauernden Druck der hellenischen Halbinsel Spannungen ansammeln. Die durch die Konvektionsströme verursachte Senkung dieses Gebiets stört das Gleichgewicht der versunkenen Schollen und ruft dort Beben hervor. Die tektonischen Beben von Kleinasien und von ostägäischem Gebiet sind ebenfalls durch die Konvektionsströme bedingt. Bei starken Beben pflanzen sich die Stösse durch die Magmazone auf die Wurzel des griechischen Kontinents fort und lösen dort, in den Gegenden reifer Spannungen, Beben aus. Auf diese Weise sind die oft bemerkte gleichzeitige Erdbebenstätigkeit im ägäischen und ionischen Gebiet, wie auch die Auslösung von gleichen seismischen Energie an beiden Seiten des ägäischen Massivs zu erklären.

Die Feststellung, dass im tyrrhenischen Gebiet ausser den positiven Schwereanomalien auch Mitteltiefherdbeben auftreten, deren Herde ebenfalls, wie es der Fall bei den griechischen Herden ist, nach dem ionischen Gebiet hin ansteigen, ist von grossem Interesse, da zwischen Griechenland und Sizilien das Urkratonische Massiv von Gondwana liegt. Dies erinnert an Südamerika und Nordjapan, wobei die Epizentren der gewöhnlichen Beben in der Nähe des Pazifiks vorkommen, während die der Tiefbeben kontinenteinwärts gerückt sind. Demnach vertritt der Verf. die Ansicht, dass die Konvektionsströme in der Nähe von Gondwana absinken und nach Osten unter Griechenland zurücklaufen. Es handelt sich hier um einen Kreislauf wie es für das Gebiet von Ostindien angenommen wurde, aber von geringerem Ausmass. Es ist weiter anzunehmen, dass es unter der Erdkruste verschiedene lokale Konvektionsströme gebe, deren Ausmass von dem einen Gebiet zu dem anderen schwankt und den grössten Wert in der Nähe des Pazifiks erreicht. Diese Ströme pflegen zwischen Kontinenten (oder Orogenen) und Ozeanen oder Tiefmeeren mit urkratonischen Untergrund aufzutreten, wobei in den tieferen Partien ein horizontaler Temperaturunterschied denkbar ist.

Das ionische Gebiet westlich von Griechenland stellt ein echtes Geosynklinal dar, in dem die zukünftigen Faltengebirge Griechenlands wachsen. Im Gegensatz dazu ist das ägäische Gebiet konsolidiert und nicht mehr alpinotyp faltbar.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. BORN A., Isostasie und Schweremessung, ihre Deutung für geologische Vorgänge. Berlin 1923.
2. BORN A., Über Werden und Zerfall von Kontinentalschollen. Berlin 1933.
3. ΓΑΛΑΝΟΠΟΥΛΟΣ Α., Gleichzeitige Erdbebentätigkeit im Ionischen und Ägäischen Gebiet. Gerlands Beitr. z. Geoph. Bd. 57, 1941, p. 117.
4. ΓΑΛΑΝΟΠΟΥΛΟΣ Α., 'Ισόποσοι άναπλαστικά μετατοπίσεις εκατέρωθεν της Κρυσταλλοσχιστώδους μάζης του Αιγαίου. Πρακτ. 'Ακαδ. 'Αθηνών, τόμ. 30, 1955, 49.
5. ΓΑΛΑΝΟΠΟΥΛΟΣ Α., On the Intermediate Earthquakes in Greece. Bull. Seism. Soc. America 43 (1953), 159.
6. ΓΑΛΑΝΟΠΟΥΛΟΣ Α., Σεισμική Γεωγραφία της 'Ελλάδος, 'Αθήναι 1955.
7. GRIGGS D., A theory of Mountain-building. Amer. Journal of Science. Vol. 237, 1939, p. 611-650.
8. HAALCK H., Geotektonik und Kosmologie. Forschungen und Fortschritte. Bd. 33, 1958, p. 231.
9. HESS H. H., Gravity Anomalies and Island Arc Structure. Proc. Amer. Phil. Soc., Vol. 79, 1938, p. 71.
10. ΚΙΣΚΥΡΑΣ Δ., Συμβολή της μελέτης των σεισμικών κυμάτων στη μακροσεισμική έρευνα. Δελτ. 'Ελλ. Γεωλ. 'Εταιρίας 1957 - 1958. (Untersuchungen der Erdbebenwellen als Beitrag zur Makroseismik). Geological Society of Greece, 1956/1958.
11. ΚΙΣΚΥΡΑΣ Δ., 'Επί της συσχέτισεως σεισμικών επίκέντρων μετά τεκτονικών γραμμών. Πρακτ. 'Ακαδ. 'Αθηνών 1959. (Bebenepizentren in Beziehung zu tektonischen Linien. Praktik Akad. Athen, 1959).
12. KOSSMAT F., Die mediterranen Kettengebirge in ihrer Beziehung zum Gleichgewichtszustande der Erdrinde. Abh. Sächs. Ak. W. Math-Phys. kl. 28, N. 11, 1921.
13. KOSSMAT F., Das Erdbild und seine Veränderungen. Handb. Experimentalphysik, 25, 1931, 11.
14. LEITH A. and SHARPE A. J., Deep-focus Earthquakes and their Geological Significance. The Journal of Geology, Vol. XLIV, 1936, p. 877 - 917.
15. PEKERIS C. L., Thermal Convection in the Interior of the Earth. Mon. Not. Roy. Astr. Soc. Geophysical Sup., Vol. 3, 1936, p. 343.
16. PETERSCHENK H. E., Quelques données nouvelles sur les séismes profonds de la mer tyrrhenienne. Annali di geophysica, IX, 1956, 305.
17. SEIDLITZ W., Diskordanz und Orogenese der Gebirge am Mittelmeer, Berlin 1931.
18. SIEBERG A., Die Verbreitung der Erdbeben. etc. Jena 1922.
19. STILLE H., Grundfragen der vergleichenden Tektonik. Berlin 1924.
20. STILLE H., Ur- und Neuozeane. Abh. d. deutsch. Akad. Wiss. Berlin 1948.
21. TAMS E., Grundzüge der physikalischen Verhältnisse der festen Erde. Zweiter Teil. Berlin 1937.
22. VENING MEINESZ, Maritime Gravity Survey in the Netherlands, East Indies Proceedings Royal Acad. Amsterdam, XXXIII No. 6 (1930) 566.

23. VENING MEINESZ, Gravity and the Hypothesis of Convection Currents in the Earth. Proc. Royal Acad. Amsterdam XXXVII No 2 1934, p. 37.
24. VENING MEINESZ, Die Entstehung von Faltegebirgen, Mittelgebirgen von kontinenten und Ozeanen, Verhandl. Geol. Bundesanstalt 1959 S. 4.

ΦΑΡΜΑΚΟΓΝΩΣΙΑ. — Der Mohn, das Opium und ihr Gebrauch im Spätminoicum III. Bemerkungen zu dem gefundenen Idol der minoischen Gottheit des Mohns, von Pan. G. Kritikos*.

*Ανεκρινώθη ὑπὸ τοῦ κ. Ἐμμ. Ἐμμανουήλ.

Das Museum von Heraklion (Kreta), das zu besuchen ich im Juni 1959 die Gelegenheit hatte, besitzt nicht nur für das Studium der kretischen Kultur überragende Bedeutung, sondern es ist auch für den Pharmakobotaniker von besonderem Interesse, weil er auf den Ausstellungsgegenständen (Statuetten, Wandmalereien, Gefässen u.a.) mannigfachen Pflanzen jener Epoche feststellen wird, unter denen ziemlich viele Heilkräuter sind.

Besonderen Eindruck machte mir ein Idol der minoischen Göttin «mit erhobenen Händen», das 1936 in Gazi gefunden worden war.

Prof. Sp. Marinatos beschreibt in einer Abhandlung in der *Archaiologiki Ephemeris*¹ die Fundgegenstände jener Ausgrabungen und berichtet eingehend die Fundumstände des Idols dieser Göttin, das nach seiner Deutung drei Mohnkapseln auf dem Kopf trägt, weshalb er es auch «*Göttin des Mohns*», gleichbedeutend mit Göttin der Heilmittel, nennt.

Ausser Marinatos, beschäftigte sich mit dem Idol und allgemein mit den «Minoischen Göttinnen mit erhobenen Händen» auch Stylianos Alexiou² vom Museum Heraklion in seiner Dissertation der Universität Athen³.

* ΠΑΝ. ΚΡΗΤΙΚΟΥ, Ἡ μήλων, τὸ ἔπιον καὶ ἡ χρῆσις των κατὰ τοὺς ὑστερομινωϊκούς III χρόνους.

¹ A.E. 1937, S. 278 - 291.

² STYLIANOS ALEXIOU, Die minoische Göttin mit erhobenen Händen. Dissertation. Heraklion (Kreta) 1958. Sonderdruck aus den Kretischen Jahrbüchern, Band XII, Seite 179 - 299 (griechisch).

³ Hier sei nochmals herzlich gedankt dem Freund und Kollegen Styl. Korrés für die bereitwillige Übersendung der o.a. Dissertation, dem Direktor des Museums