

ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΙΣ ΜΗ ΜΕΛΟΥΣ

ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΑ. — 'Επίδρασις τῶν διακυμάνσεων τῆς στάθμης τῆς λίμνης τοῦ Μαραθῶνος ἐπὶ τῆς σεισμικῆς δράσεως τοῦ λεκανοπεδίου τῆς Ἀττικῆς, ὑπὸ 'Α. Γ. Γαλανοπούλου*. Ἀνεκοινώθη ὑπὸ τοῦ Ἀκαδημαϊκοῦ κ. Ἰω. Τρικκαλινοῦ.

Εἰς Ἀγῶγῃ

Εἶναι γενικῶς παραδεδεγμένον ὅτι τὰ αἷτια γενέσεως τῶν σεισμῶν (Entstehungsursachen) εἶναι σαφῶς ἔνδογενῆ. Εἰς περιοχὰς ὅμως ποὺ ὑπάρχουν ὄριμοι ἐλαστικαὶ τάσεις, δηλαδὴ εἰς περιοχὰς ποὺ ἡ παραμόρφωσις τῶν πετρωμάτων ἀπὸ τὰς ὀρογενετικὰς δυνάμεις εἶναι πολὺ πλησίον τοῦ ὀρίου ἀντοχῆς τούτων, εἶναι δυνατὸν ὄρισμένα φυσικὰ φαινόμενα, τὰ ὅποια ἐνεργοῦν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς, νὰ ἐπιφέρουν αἰφνιδίως διατάραξιν τῆς ἰσορροπίας τῶν ἐσωτερικῶν στρωμάτων, δηλαδὴ ἐπίσπευσιν τοῦ χρόνου ἐκλύσεως τῆς ἐλαστικῆς ἐνεργείας ποὺ ἔχει ὑπερβολικῶς συσσωρευθῆ εἰς ὄρισμένας θέσεις τούτων. Οὕτω διὰ τὴν γένεσιν τῶν σεισμῶν συνεργάζονται συνήθως δύο εἰδῶν αἷτια: ἄμεσα καὶ ἔμμεσα ἢ κύρια καὶ δευτερεύοντα.

Τὰ ἔμμεσα ἢ δευτερεύοντα αἷτια (auslösende Bebenursache ἢ triggering forces), τὰ ὅποια προκαλοῦν τὴν ἐκλυσιν τῶν σεισμῶν, ἢ μᾶλλον τὴν ἐπίσπευσιν τοῦ χρόνου γενέσεώς των, ὡς προκύπτει ἐκ διαφόρων στατιστικῶν ἐρευνῶν, εἶναι κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον ἐξωγενῆ. Εἰς τὴν διεθνή βιβλιογραφίαν ἀναγνωρίζονται ἤδη ἀπὸ πολλῶν ἐτῶν ὡς πιθανὰ αἷτια ἐκλύσεως σεισμῶν τὰ κατακρημνίσματα καὶ αἱ πλημμυρίδες, ἢ μεταφορὰ τῶν προϊόντων ἀποσαθρώσεως, ἢ διαφορὰ τῶν βαρομετρικῶν πιέσεων, ἢ κύμανσις τῶν πόλων ἀδρανείας τῆς Γῆς καὶ αἱ παλιρροϊκαὶ δυνάμεις.

'Επίδρασις τεχνητῶν λιμνῶν

Ἰσχυραὶ ἐνδείξεις διὰ τὴν ἐπίδρασιν τῆς φορτώσεως τῶν τεχνητῶν λιμνῶν ἐπὶ τῆς τοπικῆς σεισμικῆς δράσεως παρουσιάσθησαν διὰ πρώτην φορὰν τὸ 1945 ἀπὸ τὸν Dean S. Carder. Κατὰ τὸν Carder, ἔπειτα ἀπὸ πολλοὺς αἰῶνας σεισμικῆς ἡσυχίας εἰς τὴν περιοχὴν τοῦ φράγματος Boulder, εἰς τὴν Ἀριζόναν τῶν Ἡνωμένων Πολιτειῶν, ἡ σεισμικὴ δρᾶσις ἀνεζωογονήθη τὸ 1936 μετὰ τὴν πλήρωσιν τῆς τεχνητῆς λίμνης Mead. Σειρὰ σεισμικῶν παρατηρήσεων δι' ὀργάνων τεσσάρων τοπικῶν στα-

* A. G. GALANOPOULOS, The Influence of the Fluctuation of Marathon Lake Elevation on Local Earthquake Activity in the Attica Basin Area.

θμῶν, ἀπὸ τοῦ 1940 μέχρι τοῦ 1944, ὑποδεικνύει ὅτι ὁ ἀριθμὸς τῶν αἰσθητῶν καὶ ἀναγραφομένων σεισμῶν εὐρίσκεται εἰς στενὴν σχέσιν μὲ τὴν ἐποχιακὴν αὐξήσιν τῆς στάθμης ἢ τῆς μεγίστης φορτώσεως τῆς λίμνης. Εἰς πρόσφατον ἐπιστολὴν τοῦ Carder πρὸς τὸ Σεισμολογικὸν Ἰνστιτούτον τοῦ Ἀστεροσκοπεῖου Ἀθηνῶν (13 Μαΐου 1966) ἀναφέρεται ὅτι μεταγενεστέρα ἔρευνα, μὴ δημοσιευθεῖσα εἰσέτι, ὑποδεικνύει ὅτι ἐξακολουθεῖ νὰ ὑφίσταται ἡ παρατηρηθεῖσα σχέσις μεταξύ τοῦ φορτίου ὕδατος καὶ τῆς τοπικῆς σεισμικῆς δραστηριότητος, μὲ μίαν ἐξαίρεσιν, κατὰ τὴν ὁποίαν ἡ μεγαλύτερα δρᾶσις ἐνεφανίσθη εἰς ἐποχὴν μικροῦ φορτίου ὕδατος.

Εἰς ἔρευναν δημοσιευθεῖσαν τὸ 1956 ὑπὸ τοῦ S. K. Guha καὶ τῶν συνεργατῶν του ἀναφέρεται ὅτι εἰς τὰς Ἰνδίας παρουσιάζεται σαφὴς συσχέτισις μεταξύ τῆς συχνότητος τῶν τοπικῶν σεισμῶν καὶ τῆς ταχύτητος μεταβολῆς φορτώσεως τοῦ ἐδάφους κατὰ τὴν περίοδον τῶν πλημμυρῶν. Κατὰ τὸν Guha ἡ συχνότης τῶν ἀναγραφομένων σεισμῶν μέχρις ἀποστάσεως 450 χιλιομ. ἀπὸ τὸν σεισμολογικὸν σταθμὸν τῆς Charta αὐξάνει αἰσθητῶς εἰς τὴν ἀρχὴν καὶ τὸ τέλος, δηλαδὴ κατὰ τὴν αὐξήσιν καὶ πτώσιν τῶν πλημμυρῶν ἐκάστου ἔτους.

Ἀργότερα, ὁ L. D. McGinnis (1963) παρουσίασεν ἐνδείξεις ὅτι καὶ εἰς τὴν περιοχὴν τῆς κοιλάδος τοῦ Μισσισιπιτῆ ἡ σεισμικὴ συχνότης αὐξάνει, αὐξανομένης τῆς ταχύτητος μεταβολῆς τῆς στάθμης τοῦ ποταμοῦ, καθὼς καὶ ἡ ταχύτης ἐκλύσεως ἐνεργείας αὐξανομένης τῆς μάζης τοῦ ὕδατος, λόγω αὐξήσεως τῆς ταχύτητος καθιζήσεως τοῦ φλοιοῦ ἀπὸ πρόσθετον φορτίον ὕδατος.

Ὁ Takeo Matzuzawa (1964) παρετήρησεν εἰς τὴν Ἰαπωνίαν ὅτι εἰς περιπτώσεις μικρᾶς ὠκεανείου παλιρροϊκῆς φορτώσεως παρουσιάζονται εἰς τὸν κόλπον Sagami ἰσχυρὰ σμῆνη σεισμῶν. Ἀνάλογον συσχέτισιν τῶν παλιρροϊῶν πρὸς τὴν σεισμικὴν δραστηριότητα παρετήρησεν ὁ Eduard Berg (1966) εἰς τὴν Ἀλάσκαν. Κατὰ τὸν Berg, ὁ μεγάλος σεισμὸς τῆς Ἀλάσκας τῆς 28ης Μαρτίου 1964, καὶ 15 ἐκ τῶν 18 μετασεισμῶν μεγέθους $M_b \geq 5.5$, πού εἶχον τὴν ἐστίαν των ἐπὶ τῆς ἠπειρωτικῆς κρηπίδος, συνέβησαν κατὰ τὸν χρόνον τῆς ἀμπώτιδος.

Εἰς προσωπικὴν ἀνακοίνωσιν πρὸς τὸν καθηγητὴν E. Berg, ὁ Dr. καὶ ἡ κυρία Gouph ἀπὸ τὴν Ροδεσίαν ἀναφέρουν ὅτι καὶ εἰς τὴν Ἀφρικὴν παρετηρήθη αὐξήσις τῆς σεισμικῆς συχνότητος εἰς περιοχὴν φράγματος Kariba λόγω φορτώσεως τῆς τεχνητῆς λίμνης. Ἐπίσης, ὁ Σ. Χαραλαμπάκης, Δρ. - Γεωλόγος εἰδικὸς ἐπὶ τῶν φραγμάτων, εἰς ἐπιστολὴν του ἀπὸ τὸ Δελχί, ὑπὸ ἡμερομηνίαν 24 Μαρτίου 1966, ἀναφέρει ὅτι εἰς τὴν περιοχὴν τοῦ φράγματος Koyna, ὕψους 280 ποδῶν, πού εἶναι εἰς τὰς Ἰνδίας ἐγγὺς τῆς Βομβάης, παρατηροῦνται ἀπὸ τὴν φόρτησιν τεχνητῆς λίμνης, μήκους 45 μιλίων καὶ εὗρους 15 μιλίων, τοπικοὶ σεισμοὶ ἐπὶ τρία ἔτη. Εἰς ἐπιστολὴν του πρὸς τὸν P. M. Mane, προϋστάμενον μηχανικὸν τοῦ προγράμματος Koyna,

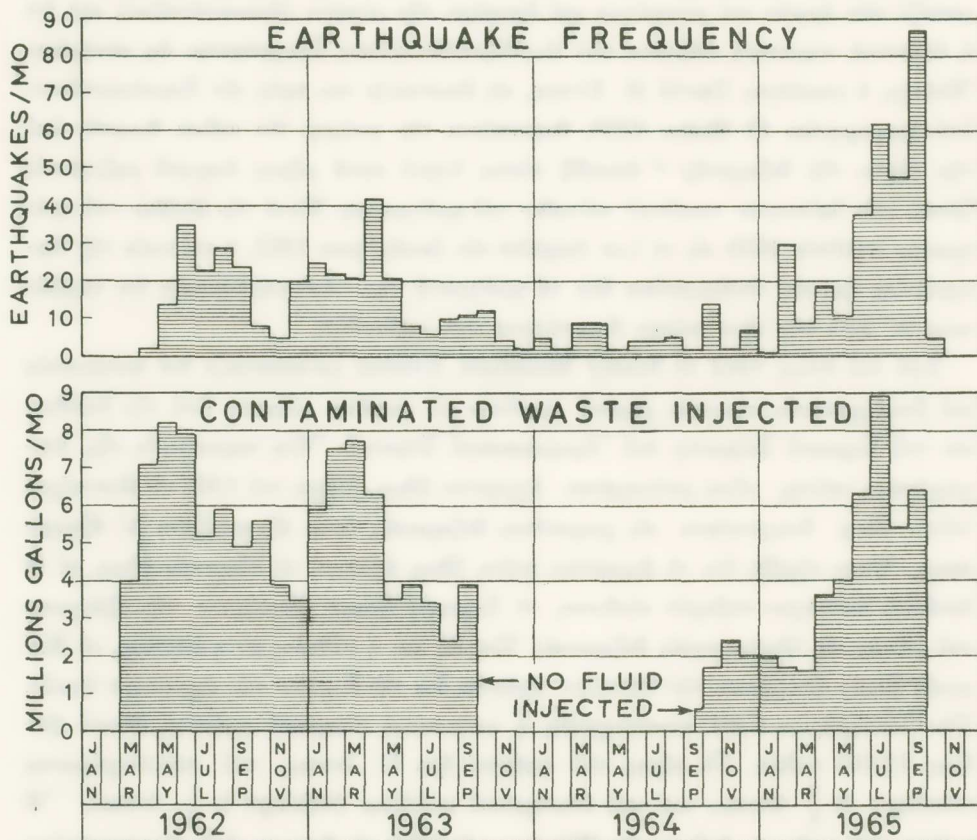
Satara, υπό ημερομηνίαν 17 Αυγούστου 1966, ο Χαραλαμπάκης γράφει τὰ ἐξῆς: «Ἦμουν καὶ εἶμαι τῆς γνώμης ὅτι ὑπάρχει ἄμεσος σχέσις μεταξὺ τῶν σεισμῶν καὶ τοῦ ὕδατος τῆς δεξαμενῆς. Ἐχω τὴν ἐντύπωσιν ὅτι τὸ ὕδωρ κυκλοφορεῖ ὑπὸ πίεσιν μεταξὺ τῶν ἀρμῶν καὶ ρηγματῶν καὶ διεγείρει τὴν κίνησιν (ἀνακατάταξιν), καὶ ὅτι ἡ ἐλαστικὴ κυματικὴ ἐνέργεια ποὺ ἐλευθεροῦται οὕτως ἀναγράφεται ὡς σεισμός». Ἐπίσης, ὁ γεωλόγος David M. Evans, εἰς ἐπιστολὴν τοῦ πρὸς τὸν Χαραλαμπάκη, ὑπὸ ημερομηνίαν 11 Μαΐου 1966, διατυπώνει τὴν γνώμην ὅτι «εἶναι δυνατὸν ὑπὸ τὴν πίεσιν τῆς δεξαμενῆς ν' ἀσκηθῇ πίεσις ὑγροῦ κατὰ μῆκος ἐνεργοῦ ρηξιγενοῦς ζώνης (ἐὰν ὑφίσταται τοιαύτη) κάτωθεν τοῦ φράγματος. Μετὰ τὴν βλάβην τοῦ φράγματος Baldwin Hills εἰς τὸ Los Angeles τὸν Δεκέμβριον 1963, ἡ πολιτεία τῆς Καλιφορνίας ἤρχισεν ἐπιθεωροῦσα ἕλα τὰ φράγματά της. Ἀντιλαμβάνομαι ὅτι λαμβάνουν ὑπ' ὄψιν τὴν νέαν ταύτην δυνατότητα λίαν σοβαρῶς».

Ἀπὸ τοῦ ἔτους 1942 τὸ Rocky Mountain Arsenal κατεσκευάζε διὰ πολεμικοὺς καὶ βιομηχανικοὺς σκοποὺς χημικὰ προϊόντα εἰς μεγάλην κλίμακα ὑπὸ τὴν διεύθυνσιν τοῦ Χημικοῦ Σώματος τοῦ Ἀμερικανικοῦ Στρατοῦ. Ἐνα παραπροϊὸν τῆς ἐπιχειρήσεως ταύτης εἶναι μολυσμένον ἄχρηστον ὕδωρ. Μέχρι τοῦ 1961 τὸ ἀλατοῦχον τοῦτο ὕδωρ διωχετεύετο εἰς χωματῖνας δεξαμενάς, ὅπου ἐξηφανίζετο δι' ἐξάτμισεως. Ὅταν εὐρέθη ὅτι τὸ ἄχρηστον τοῦτο ὕδωρ ἐμόλυνε τὸ ἐδαφικὸν ὕδωρ, αἱ δὲ ἐσοδεῖαι διέτρεχον σοβαρὸν κίνδυνον, τὸ Χημικὸν Σῶμα ἐδοκίμασε τὴν ἐξάτμισιν τοῦ ὕδατος εἰς ὕδατοστεγεῖς δεξαμενάς. Ἐπειδὴ καὶ ἡ μέθοδος αὕτη ἀπέτυχε, τὸ Χημικὸν Σῶμα ἀπεφάσισε τὴν διάνοιξιν φρέατος διὰ τὴν ἐγχυσιν τῶν ἀχρήστων ὑγρῶν. Τὸν Σεπτέμβριον 1961 συνεπληρώθη ἡ κατασκευὴ στεγανοῦ φρέατος, ὀλικοῦ βάθους 12,045 ποδῶν. Τὸ εὖρος τοῦ φρέατος ἦτο 11 Ἴντσαι, τοῦ περιτειχώματος (casing) $8\frac{5}{8}$ Ἴντσαι, καὶ τοῦ ἐσωτερικοῦ σωλῆνος (tubing) $5\frac{1}{2}$ Ἴντσαι. Ἡ χρῆσις τοῦ φρέατος ἤρξατο τὸν Μάρτιον τοῦ 1962 μὲ ἐγχυσιν 4,2 ἑκατομμυρίων γαλονίων ἀχρήστου ὕδατος. Οἱ σεισμοὶ τοῦ Denver ἤρξαντο τὸν ἐπόμενον μῆνα. Εἰς τὴν περιοχὴν τοῦ Denver εἶχε νὰ γίνῃ αἰσθητὸς σεισμός ἀπὸ τοῦ 1882 (7 Νοεμβρίου).

Ἀπὸ τοῦ Ἀπριλίου 1962 μέχρι τοῦ τέλους τοῦ Σεπτεμβρίου 1965 ἀνεγράφησαν 710 σεισμοί, μεγέθους 0,7 ἕως 4,3 τῆς κλίμακος Richter. Ἐκ τῶν σεισμῶν τούτων 75 ἦσαν ἀρκετὰ ἔντονοι, ὥστε νὰ γίνουσι αἰσθητοὶ εἰς τὴν περιοχὴν τοῦ Denver. Ἀπὸ προκαταρκτικὰς ἐρεῦνας τοῦ Yang-Liang Wang (1965), ἐδείχθη ὅτι ἕλα τὰ ἐπίκεντρα τῶν σεισμῶν εὐρίσκοντο εἰς ἀπόστασιν τὸ πολὺ 5 ἕως 7 μίλια ἀπὸ τὸ φρέαρ.

Ἀπὸ τοῦ Νοεμβρίου 1962 ὁ σύμβουλος-γεωλόγος David M. Evans ὑπέδειξεν ὅτι ὑπῆρχεν ἄμεσος σχέσις μεταξὺ τῶν σεισμῶν καὶ τοῦ μολυσμένου ἀχρήστου ὕδατος, τὸ ὁποῖον ἐχύνετο εἰς τὸ φρέαρ τοῦ Rocky Mountain Arsenal, βορειοανατολι-

κώς του Denver (βλ. εικ. 1). Κατόπιν του έγερθέντος θορύβου και ενεργειών του αντιπροσώπου του Colorado Roy McVicker, ο Στρατός διέθεσε 150.000 δολάρια δια την πλήρη επιστημονική διερεύνηση του φαινομένου. Η έρευνα ανετέθη εις την



Εικ. 1. — Άνω ήμισυ : αριθμός σεισμών, κατά μήνα, αναγραφέντων εις την περιοχήν Denver. Κάτω ήμισυ : μηνιαίος όγκος μολυσμένου άχρήστου ύδατος ριφθέντος εις τό φρέαρ Arsenal. — (Upper half : number of earthquakes per month recorded in the Denver area. Lower half : monthly volume of contaminated waste water injected into the Arsenal well. After DAVID M. EVANS, 1966).

Άμερικανικήν Γεωλογικήν Έπιχειρήσιαν (USGS), εις συνεργασίαν με την Μεταλλευτικήν Σχολήν του Colorado, τό εις Denver Regis College και τό Πανεπιστήμιον του Colorado. Η Μεταλλευτική Σχολή του Colorado έπεχορηγήθη από την Όμοσπονδιακήν Κυβέρνησιν και την Πολιτείαν του Colorado με 220.000 δολάρια εισέτι.

Έκ τής συνδυασμένης έρεύνης των άνωτέρω επιστημονικών ίδρυμάτων άπεδείχθη ότι αι έστίαι των σεισμών εύρίσκοντο εις βάθος 1,5 έως 12 μίλια κάτωθεν του φρέα-

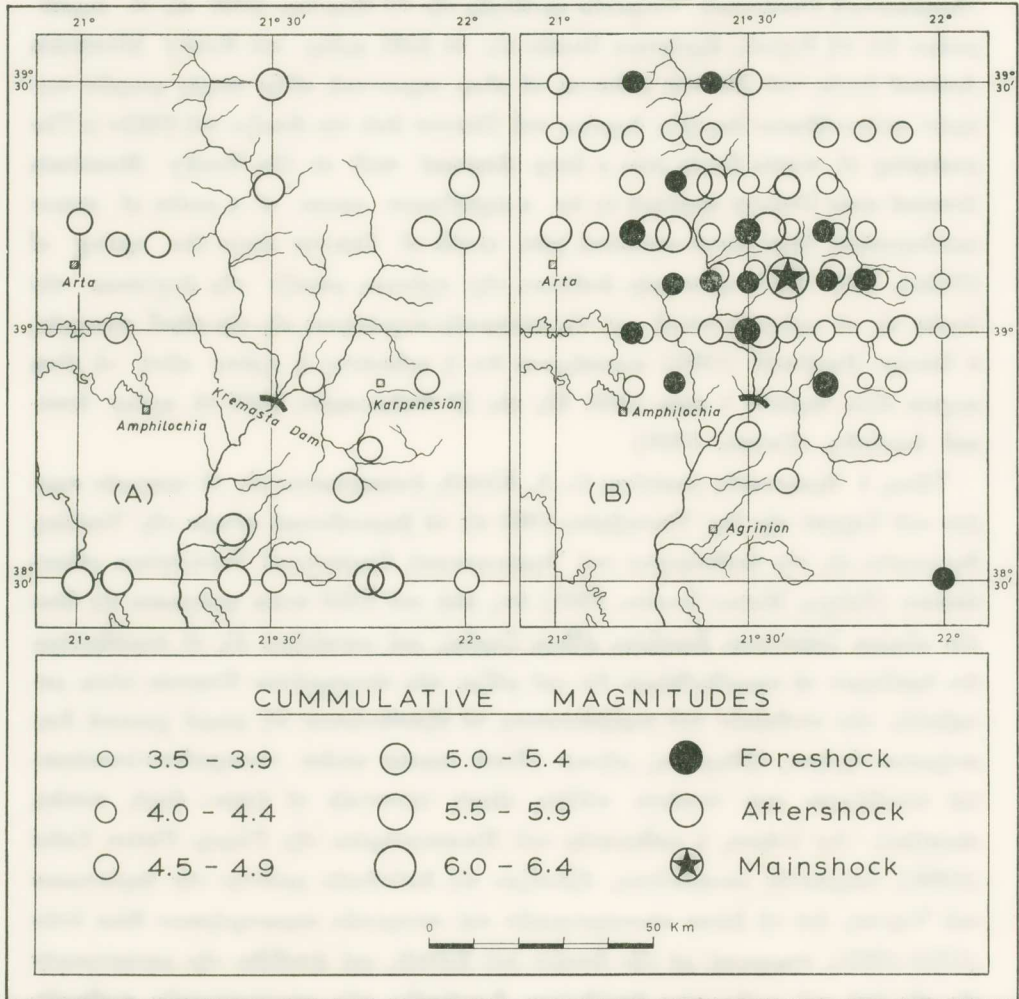
τος Arsenal. 'Από τὸ σχέδιον διανομῆς τῶν ἐστιῶν, αἱ ὁποῖαι καθωρίσθησαν ἀπὸ πυκνὸν δίκτυον σεισμολογικῶν σταθμῶν καὶ 8 μονάδων σεισμικῆς διαθλάσεως, ἡ Ἀμερικανικὴ Γεωλογικὴ Ὑπηρεσία κατέληξε τὴν 19 Μαρτίου 1966 εἰς τὸ συμπέρασμα ὅτι «ἡ ἐγγυσις ἀχρήστων ὑλικῶν εἰς τὸ βαθὺ φρέαρ τοῦ Rocky Mountain Arsenal ἐγγυς τοῦ Denver φαίνεται νὰ εἶναι σημαντικὴ αἰτία σειρᾶς μικρῶν σεισμῶν ποὺ συνέβησαν ἀκριβῶς βορείως τοῦ Denver ἀπὸ τὴν ἀνοιξιν τοῦ 1962» («The pumping of waste fluids into a deep disposal well at the Rocky Mountain Arsenal near Denver appears to be a significant cause of a series of minor earthquakes that have occurred just north of Denver since the spring of 1962»). 'Απὸ τὴν στατιστικὴν ἀνάλυσιν τῆς σχέσεως μεταξὺ τῆς ἐγγύσεως τῶν ὑγρῶν εἰς τὸ φρέαρ Arsenal καὶ τῆς σεισμικῆς συχνότητος εἰς τὴν περίξ περιοχήν, ὁ George Bardwell (1966) συνεπέρανεν ὅτι ἡ πιθανότης ἡ σχέσις αὕτη νὰ εἶναι τυχαία εἶναι περίπου 1 πρὸς 1000. Εἰς τὰς 20 Φεβρουαρίου 1966 τὸ φρέαρ Arsenal ἐκλείσθη (Evans, 1966).

Τέλος, ὁ Ἀμερικανὸς γεωλόγος G. A. Kirsch, ἀναφερόμενος εἰς τὸ τραγικὸν συμβάν τοῦ Vajont τῆς 9ης Ὀκτωβρίου 1963 εἰς τὰ βορειοδυτικὰ σύνορα τῆς Ἰταλίας, δημοσιεύει εἰς τὴν ἐπιθεώρησιν τοῦ Ἀμερικανικοῦ Γεωλογικοῦ Ἰνστιτούτου «Geotimes» (Τεύχος Μαΐου-Ἰουνίου 1965) ὅτι, ἀπὸ τοῦ 1959 ἑννέα φράγματα εἰς ὅλον τὸν κόσμον ὑπέστησαν διαφόρου εἴδους ζημίας, καὶ καταλήγει εἰς τὸ συμπέρασμα ὅτι ὀφείλομεν νὰ παραδεχθῶμεν ὅτι «αἱ μᾶζαι τῶν πετρωμάτων δύνανται λόγω μεταβολῆς τῶν συνθηκῶν τοῦ περιβάλλοντος νὰ ἐξασθενήσουν εἰς μικρὰ χρονικὰ διαστήματα—ἡμέρας, ἐβδομάδας, μῆνας» (Rock masses under changed environmental conditions can weaken within short intervals of time—days, weeks, months). 'Αφ' ἑτέρου, ὁ καθηγητὴς τοῦ Πανεπιστημίου τῆς Ρώμης Pietro Caloi (1966), ὀνομαστὸς σεισμολόγος, ἐξετάζων εἰς διεξοδικὴν μελέτην τὴν περίπτωσιν τοῦ Vajont, ἐπὶ τῇ βάσει κλισιομετρικῶν καὶ σεισμικῶν παρατηρήσεων δέκα ἐτῶν (1953-1963), συμφωνεῖ μὲ τὴν ἄποψιν τοῦ Kirsch, καὶ ἀποδίδει τὴν καταστροφὴν εἰς τὴν ὑπὸ τοῦ φράγματος ἐπελθοῦσαν διατάραξιν τῶν γεωτεκτονικῶν συνθηκῶν τῆς περιοχῆς. Τὸ κατωτέρω διάγραμμα (βλ. εἰκ. 13), σχεδιασθὲν ἐπὶ τῇ βάσει τῶν δεδομένων τοῦ καθηγητοῦ Caloi, δεικνύει καταφανῆ συσχετίσιν τῆς φορτώσεως τοῦ πυθμένος τῆς λίμνης Vajont, ὡς καὶ τοῦ χρόνου ἐπιβαρύνσεως, πρὸς τὴν παρατηρηθεῖσαν τοπικὴν σεισμικὴν δρᾶσιν κατὰ τὴν περίοδον 1960-1963.

Περιπτώσεις εἰς τὴν Ἑλλάδα

Ὡς ἀναφέρεται εἰς πρόσφατον ἔρευναν ἐπὶ τῆς σεισμικότητος τοῦ Ἑλληνικοῦ Χώρου, πρακτικῶς δὲν ὑπάρχει Ἑλληνικὴ ἐπαρχία, ἡ ὁποία νὰ μὴ φιλοξενῇ μίαν ἢ περισσότερας σεισμικὰς ἐστίας (Galanopoulos, 1965). Οὕτως ἀπὸ ἀπόψεως σεισμι-

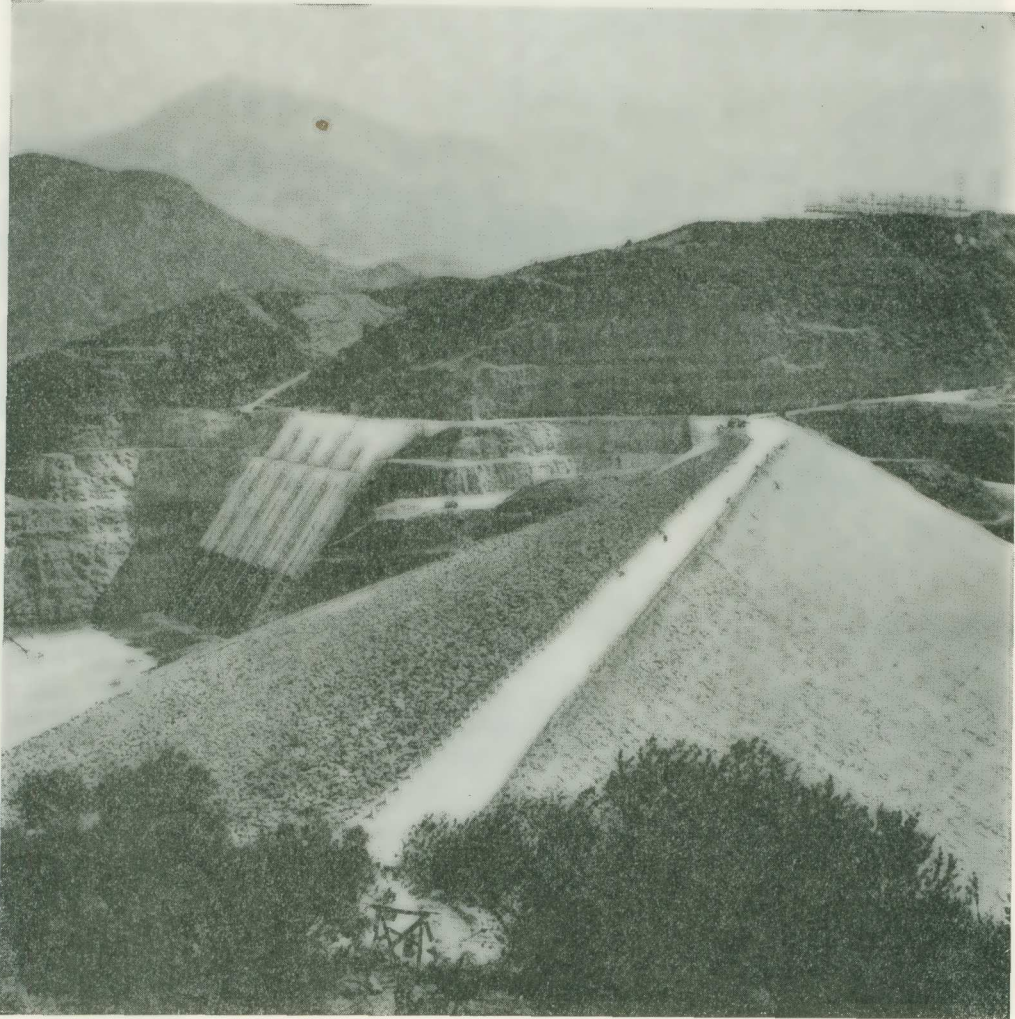
κόττητος ἡ Ἑλλάς ἔχει τὸ θλιβερὸν προνόμιον νὰ κατέχη τὴν πρώτην θέσιν εἰς τὸν Εὐρωπαϊκὸν Χῶρον. Ὡς ἐδείχθη ἀπὸ ἀνάλυσιν ὑλικῶν παρατηρήσεων 119 ἔτων,



Εἰκ 2.— Σεισμικὴ δρᾶσις εἰς τὴν περιοχὴν τῶν Κρεμαστῶν : Α) ἀπὸ τοῦ 1951 μέχρις 20 Ἰουλίου 1965, καὶ Β) ἀπὸ 21 Ἰουλίου 1965 μέχρι τέλους Ἰουνίου 1966. — (Earthquake foci that have been active in the Kremasta area, denoted by the cumulative magnitudes corresponding to the sum of the energy released from each of them: Α) since 1951 to July 20, 1965; and Β) since July 21, 1965 to the end of June, 1966).

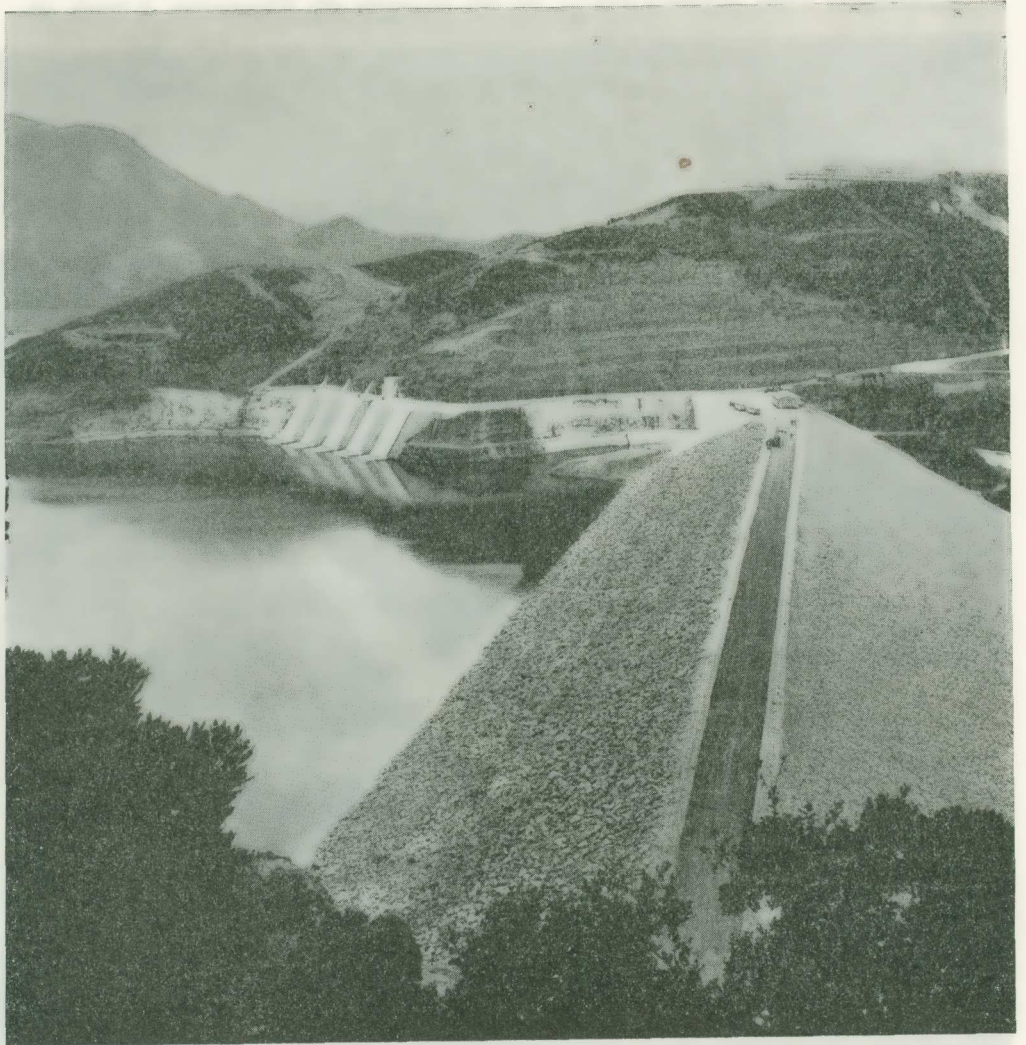
τῆς περιόδου 1841-1959, εἰς τὸν Ἑλληνικὸν Χῶρον συμβαίνουν ἐτησίως κατὰ μέσον ὄρον 11 σεισμοὶ μεγέθους $\geq 4 \frac{3}{4}$. Οὕτω, λόγῳ τῆς ἐντόνου ταύτης σεισμικῆς δράσεως, ἡ ἐπίδρασις τῶν ἐξωγενῶν παραγόντων εἰς τὸν μηχανισμόν γενέσεως τῶν

σεισμών διήλθε μέχρι τουδε άπαρατήρητος. 'Ο πρόσφατος όμως σεισμός τής 5ης Φεβρουαρίου 1966, μεγέθους $6-6\frac{1}{4}$, εις την περιοχόν τής Εύρυτανίας, ή όποία μέ-



Εικ. 3. — Τό φράγμα τών Κρεμαστών πρό τής πληρώσεως τής λίμνης. — (The Kremasta Dam before the Reservoir loading. Courtesy Electric Power Corporation).

χρι τουδε δέν είχε δοκιμάσει σεισμούς μεγέθους μεγαλύτερου του $5-5\frac{1}{4}$ (βλ. εικ. 2), καί ή μακρά σειρά τοπικών σεισμών, αισθητών από του φράγματος τών Κρεμαστών μέχρι του χωρίου Βρουβιανά (βλ. εικ. 14), ή όποία ήρχισε νά παρατηρηται μετά την έναρξιν πληρώσεως τής τεχνητής λίμνης (21 'Ιουλίου 1965), επέσυρε την προσοχήν του Γεωδυναμικού 'Ινστιτούτου του 'Αστεροσκοπείου 'Αθηνών επί τής



Εικ. 4.—Τὸ φράγμα τῶν Κρεμαστῶν μετὰ τὴν πλήρωσιν τῆς λίμνης.—(The Kremasta Dam, an earth dam with an impervious clay core between pervious sand and gravel zones, is founded on flysch near the confluence of the Acheloos river with the Tavropos and the Agrafiotis about 140 m above sea level. The foundation of the dam is about 670 km along the stream. The top of the dam is 287 m above sea level. At the top the dam is 10 m wide and 460 m long. Maximum surface and volume of the Kremasta Lake 80.6 km² and 4750×10^6 m³, respectively. Courtesy Electric Power Corporation).

ένδεχομένης επιδράσεως τῆς τεχνητῆς λίμνης εἰς τὴν ἀπότομον αὐξησιν τῆς σεισμικῆς συχνότητος τῆς περιοχῆς.

Ἡ ἀλήθεια εἶναι ὅτι ἡ πρώτη ἀνησυχία διὰ τὴν ἐπίδρασιν τῆς λίμνης ἐπὶ τῆς τοπικῆς σεισμικῆς δράσεως ἐξεδηλώθη ἀπὸ τοὺς κατοίκους τῆς περιοχῆς πολὺ πρὶν συμβῆ ὁ καταστρεπτικὸς σεισμός τῆς 5ης Φεβρουαρίου 1966. Οὕτως, ὑπὸ τὴν πίεσιν τῶν κατοίκων τῶν γειτονικῶν οἰκισμῶν, ἡ Δημοσία Ἐπιχειρήσις Ἡλεκτρισμοῦ ἤτῃσατο ἀπὸ τὸ Γεωδυναμικὸν Ἰνστιτοῦτον τοῦ Ἀστεροσκοπείου Ἀθηνῶν, δι' ἐγγράφου τῆς ὑπὸ ἡμερομηνίαν 21 Ἰανουαρίου 1966, τὴν ἐπιστημονικὴν διερεύνησιν τοῦ θέματος. Εἰς τὸ ἔγγραφον τοῦτο ἡ Δ.Ε.Η. ἀναφέρει τὰ ἑξῆς:

«Συμφώνως πρὸς ἀναφορὰν ἀπὸ τὸ Ἔργοτάξιον Κρεμαστῶν, ἀπὸ μὲντος περίπου ἐγένοντο αἰσθηταί, εἰς ὅλην τὴν περιοχὴν, τοὐλάχιστον ἀπὸ Κρεμαστῶν μέχρι Βρουβιανῶν, συχναὶ σεισμικαὶ δονήσεις, συνεχιζόμεναι ἐνίοτε μετὰ αὐξανόμενης συχνότητος καὶ ἐντάσεως. Κατὰ πληροφορίας ἀπὸ τὰ γύρω χωρία αἱ δονήσεις αὗται ἐγένοντο αἰσθηταὶ ἀπὸ 45 ἡμερῶν περίπου.

Ἐκτὸς τῶν μικροδονήσεων τούτων ἐσημειώθησαν παρὰ τῶν μηχανικῶν Ὑ.Η. Σταθμοῦ αἱ κάτωθι δονήσεις χαρακτηριζόμεναι ἀντιστοίχως ὡς ἰσχυραὶ ἢ ὀλιγώτερον ἰσχυραί:

16 - 1 - 1966	ὥρα	04.15	ἰσχυρὰ
	»	22.04	»
18 - 1 - 1966	»	05.59	»
19 - 1 - 1966	»	04.50	»
	»	09.15	ὀλιγώτερον ἰσχυρὰ
	»	16.35	»

Σημειωτέον ὅτι κατ' ὑποκειμενικὴν κρίσιν τῶν μηχανικῶν τῆς ΔΕΗ ὁ χαρακτηρισμὸς «ἰσχυρὰ» ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν ἔντασιν IV ἢ V τῆς Κλίμακος Mercalli.

Ἀναφέρεται ἐπίσης ὅτι κρότοι προηγούνται ἢ ἔπονται τῶν δονήσεων τούτων δίδοντες τὴν ἐντύπωσιν «ἀποτόμου κρούσεως εἰς βάθος». Πάντως ὑπάρχει ὁμοφωνία ὅτι αἱ «ἰσχυραὶ» αὗται δονήσεις εἶναι βραχείας διαρκείας.

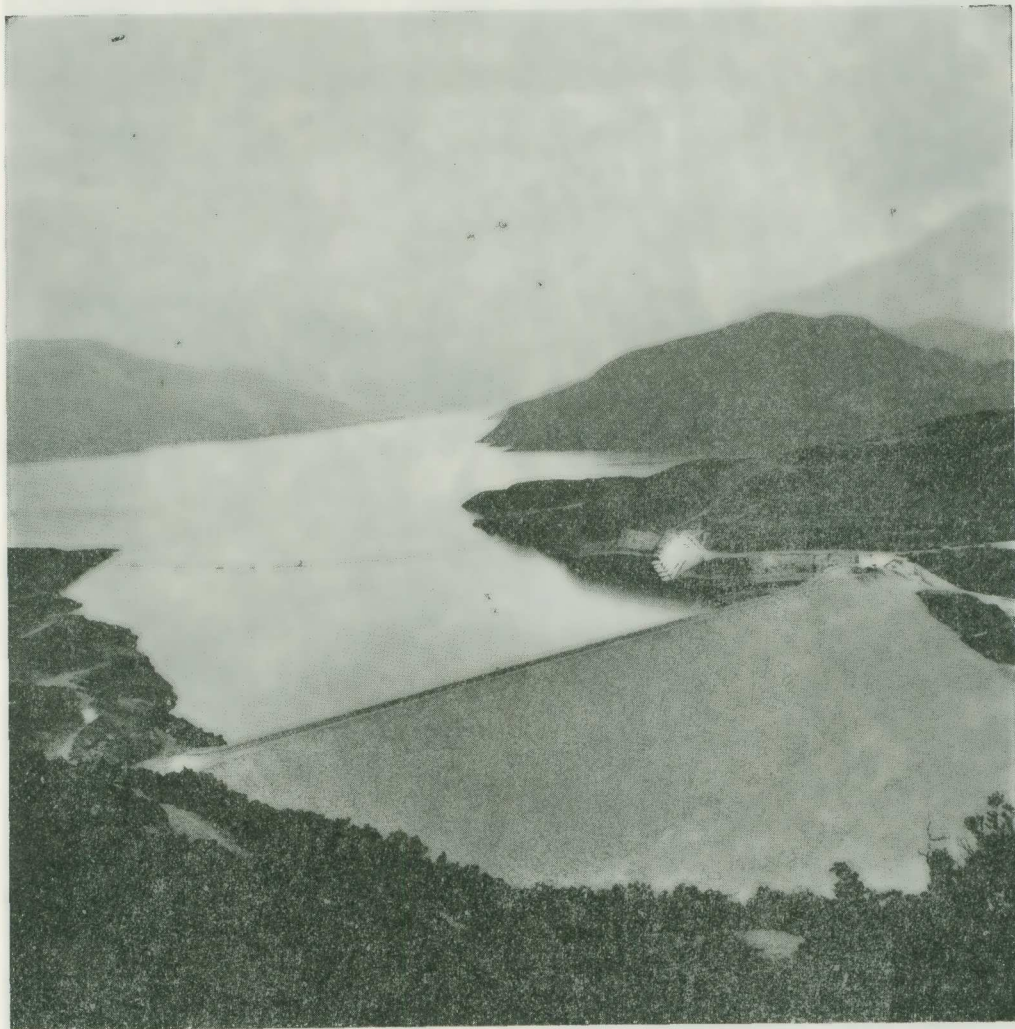
Πρὸς τούτους κατὰ πληροφορίας τῆς Χωροφυλακῆς Κρεμαστῶν δι' ἕκαστον τῶν πέντε 24/ώρων (8 π.μ. - 8 π.μ.) ἀπὸ τῆς 15/1 ἕως 20/1/1966 ἀνεφέρθησαν 6 - 8 δονήσεις».

Ἀτυχῶς, ἡ ΔΕΗ δὲν ἐνέκρινε τὴν δαπάνην, ἡ ὁποία ἀπητεῖτο διὰ τὴν ἐπιτόπιον δι' ὀργάνων ἔρευναν τοῦ θέματος, καὶ ἐλλείψει κρατικῶν πόρων τὸ Γεωδυναμικὸν Ἰνστιτοῦτον δὲν ἠδυνήθη νὰ ἐγκαταστήσῃ πρὸ τῆς ἐκδηλώσεως τοῦ σεισμικοῦ παροξυσμοῦ εὐαισθητοὺς σεισμογράφους διὰ τὴν παρακολούθησιν τῆς ἐξελιξέως τοῦ φαινομένου. Οὕτως ἀπωλέσθη μία μοναδικὴ εὐκαιρία διὰ μίαν ἀνελλιπῆ παρακολούθησιν τῆς ἐπιδράσεως τεχνητῆς λίμνης ἐπὶ τοῦ μηχανισμοῦ γενέσεως τῶν σεισμῶν. Ἡ εὐκαιρία ἦτο μοναδική, διότι διὰ πρώτην φοράν εἰς τὸν κόσμον ἡ ἐπίδρασις τεχνητῆς λίμνης κατέληξεν εἰς τὴν ἐκδήλωσιν ἐνὸς τόσοῦ μεγάλου σεισμοῦ. Εὐτυχῶς διὰ

τὴν Ἐπιστῆμην τὸ Γεωδυναμικὸν Ἰνστιτοῦτον, μὲ τὴν οἰκονομικὴν ἀρωγὴν τῶν Ἀεροπορικῶν Δυνάμεων τῶν Ἠνωμένων Πολιτειῶν, εἶχεν ἐγκαταστήσει ἤδη ἀπὸ 1ης Σεπτεμβρίου 1965 μίαν σειρὰν ἀπὸ 3 εὐαισθητοῦς σεισμογράφους βραχείας περιόδου (1 κατακόρυφον καὶ 2 ὀριζοντίους) ἐπὶ τῆς νήσου Κεφαλληνίας (Βαλσαμάτα), εἰς ἀπόστασιν 115 χιλιομ. ἀπὸ τὴν λίμνην τῶν Κρεμαστῶν, καὶ διὰ τοῦ σταθμοῦ τούτου πιστεύεται ὅτι ἠδυνήθη ν' ἀναγράψῃ τὸ μεγαλύτερον μέρος τῶν σεισμικῶν δονήσεων, αἱ ὁποῖαι προηγήθησαν καὶ ἐπηκολούθησαν τοῦ σεισμικοῦ παροξυσμοῦ τῆς 5ης Φεβρουαρίου 1966. Χαρακτηριστικῶς ἀναφέρομεν ὅτι ἀπὸ τὰς 6 σεισμικὰς δονήσεις, πού ἀναφέρονται μὲ ἀκριβῆ ὥραν εἰς τὸ ἔγγραφον τῆς Δ.Ε.Η. ἀπὸ 16 μέχρι 19 Ἰανουαρίου 1966, 2 ἀνεγράφησαν ἀπὸ τὸν σταθμὸν τῶν Ἀθηνῶν, καὶ 5 ἀπὸ τὸν σταθμὸν τῶν Βαλσαμάτων. Ὁ σεισμὸς τῆς 19ης Ἰανουαρίου 1966, εἰς τὰς 04:50, καίτοι ἦτο αἰσθητὸς εἰς τὰ Κρεμαστὰ ὡς ἰσχυρὸς, δὲν ἀνεγράφη ἀπὸ τὸν σταθμὸν τῶν Βαλσαμάτων. Συνολικῶς, κατὰ τὸν μῆνα Ἰανουάριον ἀνεγράφησαν 87 σεισμικαὶ δονήσεις ἀρκούντως ἰσχυραὶ, ὥστε νὰ δύναται νὰ καθορισθῇ ἀκριβῶς ἡ ἐκ τῆς περιοχῆς τῶν Κρεμαστῶν προέλευσίς των. Ἐκτὸς ὅμως τῶν σεισμῶν τούτων, ἀπὸ τὴν περιοχὴν τῶν Κρεμαστῶν ἀνεφέρθησαν καὶ ἄλλοι σεισμοὶ ἀρκούντως ἰσχυροί, ὥστε νὰ προκαλέσουν σημαντικὰς βλάβας εἰς γειτονικοὺς οἰκισμοὺς, οἱ ὁποῖοι, πάντως, δὲν ἦσαν τόσον ἰσχυροί, ὥστε ν' ἀναγραφοῦν εἰς ἀπόστασιν 110-150 χιλιομ. ἀπὸ εὐαίσθητον σεισμογράφον βραχείας περιόδου λειτουργοῦντα μὲ μεγέθυνσιν 50.000 περίπου. Τὸ γεγονός τοῦτο, ἡ ὁμοφώνως ἀναγνωριζομένη βραχεῖα διάρκεια τῶν σεισμῶν κατὰ τὴν προσεισμικὴν περίοδον, καὶ οἱ κρότοι πού συνώδευον τὰς δονήσεις ἢ προηγοῦντο αὐτῶν μαρτυροῦν ὅτι ἡ ἐστία τοῦλάχιστον τῶν σεισμῶν τούτων εὐρίσκειτο εἰς ἐξαιρετικῶς μικρὸν βάθος.

Εἰς τὴν σεισμικὴν ἱστορίαν τῆς Ἑλλάδος δὲν ὑπάρχει περίπτωσις σεισμοῦ μεγέθους $M \geq 6$ ὁ ὁποῖος νὰ προηγήθῃ ἀπὸ τόσον πλῆθος σεισμῶν. Συνήθως, ἡ προσεισμικὴ περίοδος διαρκεῖ 1 ἕως 3 ἡμέρας, πολὺ δὲ σπανίως ἐξικνεῖται εἰς 7 ἕως 8 ἡμέρας. Ἡ μεγίστη ποσότης σεισμικῆς ἐνεργείας, ἡ ὁποία εἶχε παρατηρηθῆ κατὰ τὸν μεγαλύτερον μέχρι τοῦδε σεισμὸν εἰς τὴν περιοχὴν τῶν Κρεμαστῶν ἦτο $10^{19.7}$ ergs. Μετὰ τὴν φόρτωσιν τῆς λίμνης ἡ μεγίστη ποσότης σεισμικῆς ἐνεργείας κατὰ τὸν κύριον σεισμὸν ἀνῆλθεν εἰς $10^{21.2}$ ergs, ἦτοι κατέστη 32 φορὰς μεγαλυτέρα. Αἱ ἀνωτέρω παρατηρήσεις, τὸ σχέδιον διανομῆς τῶν ἐπικέντρων τῆς προ- καὶ μετασεισμικῆς περιόδου (βλ. εἰκ. 2), ὁ τρόπος ἐκδηλώσεως τῆς ἐδαφικῆς διαταράξεως, ἐν συνδυασμῷ μὲ τὴν αὔξησιν τῆς μεγίστης ταχύτητος ἐκλύσεως τῆς σεισμικῆς ἐνεργείας, μετὰ τὴν ἑναρξιν τῆς φορτώσεως τῆς λίμνης, καὶ ἡ ἐκδηλωθεῖσα σεισμικὴ δραστηριότης εἰς τὴν περιοχὴν ἄλλων τεχνητῶν λιμνῶν, ἐλαχίστην ἀμφιβολίαν

ἀφήνουν διὰ τὴν ἐπίδρασιν τῆς λίμνης ἐπὶ τῆς προώρου ἐκλύσεως τῶν εἰς τὴν περιοχὴν τῶν Κρεμαστῶν ἀπὸ μακροῦ χρόνου συγκεντρωμένων ἐλαστικῶν τάσεων.



Εἰκ. 5. — Θεαματικὴ ἀποφῆς τῆς λίμνης καὶ τοῦ φράγματος τῶν Κρεμαστῶν. — (A view of the Kremasta Dam area. Courtesy Electric Power Corporation).

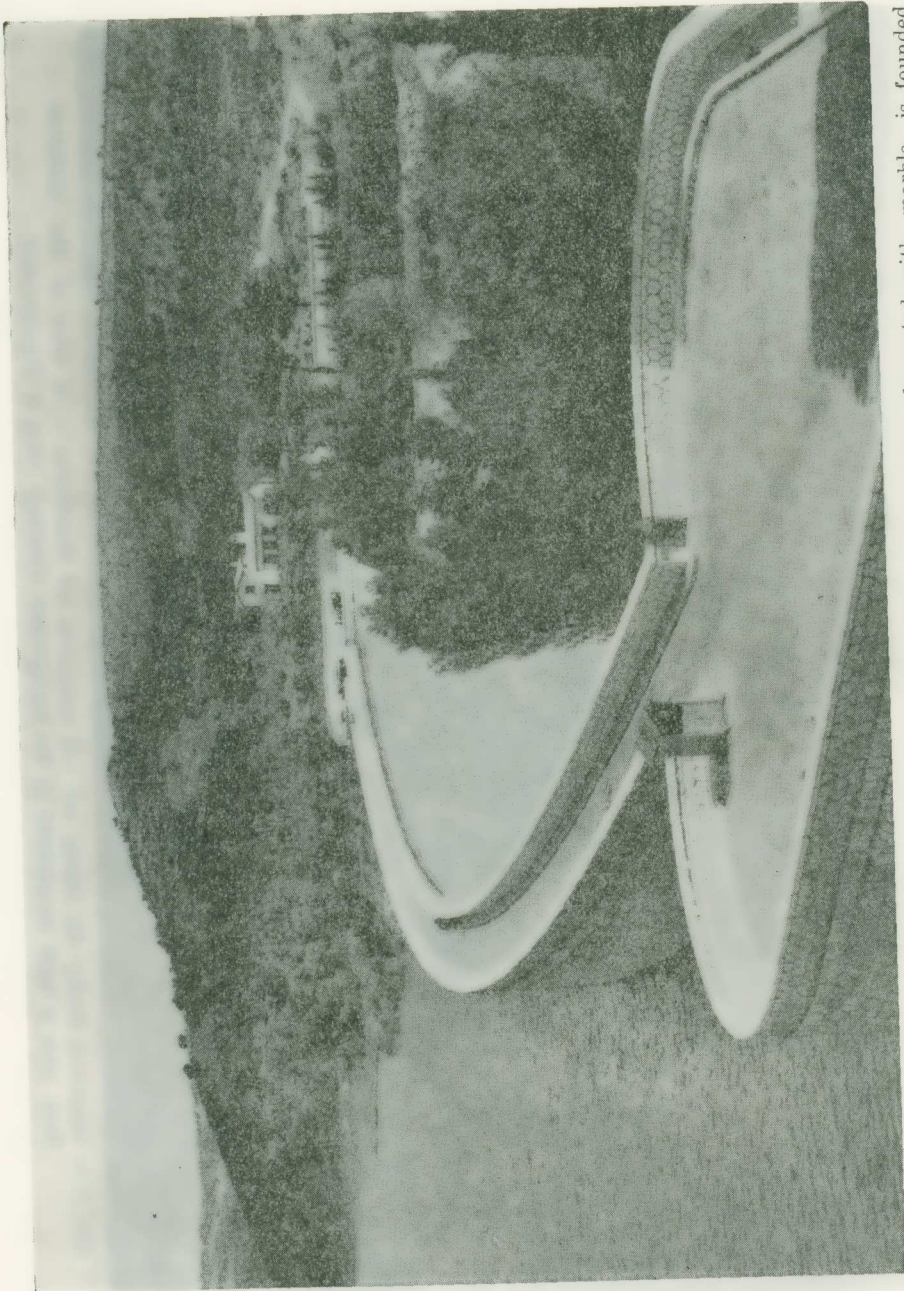
Ἡ περίπτωση τῶν Κρεμαστῶν, λόγῳ τοῦ μεγέθους τοῦ κυρίου σεισμοῦ, εἶναι τόσο ἐντυπωσιακὴ, ὥστε νὰ διεγείρῃ ζωνρὸν ἐνδιαφέρον μεταξὺ τῶν σεισμολογικῶν κύκλων τῆς Ἀλλοδαπῆς, καὶ νὰ χρήζη λεπτομερειακῆς ἐξετάσεως. Τὴν ἐξέτασιν ταύτην ἔχει ἤδη ἀναλάβει τὸ ἐπιστημονικὸν προσωπικὸν τοῦ Γεωδυναμικοῦ Ἰνστιτούτου τοῦ Ἀστεροσκοπεῖου καὶ τοῦ Ἐργαστηρίου Σεισμολογίας τοῦ Πανεπιστημίου Ἀθηνῶν.



Εικ. 6. — Ἀεροφωτογραφία τοῦ φράγματος καὶ τῆς λίμνης τοῦ Μαραθῶνος. — (Aerial photograph showing the Marathon Lake; the dam near the left-hand corner, Courtesy Greek Air Forces).



Εἰκ. 7. — (Ἐεματυκὴ ἄποψις τῆς λίμνης καὶ τοῦ φράγματός τοῦ Μαραθῶνος. — (A view of the Marathon Dam area; a fault escarpment in the background. Courtesy Nick S. STOURNARAS).



Ειζ. 8. — Τὸ φράγμα τοῦ Μαραθῶνος. — (The Marathon Dam, a concrete-arch coated with marble, is founded on muscovite schist near the confluence of the Charadros Stream with the Varnavas 173 m above sea level. The foundation of the dam is 48 m along the stream and 20 m across it. The top of the dam is 227 m above sea level. At the top the dam is 4.50 m wide and 285 m long. Maximum surface and volume of the Marathon Lake 2.4 km² and 41×10^6 m³, respectively. Courtesy Nick S. STOURNARAS).

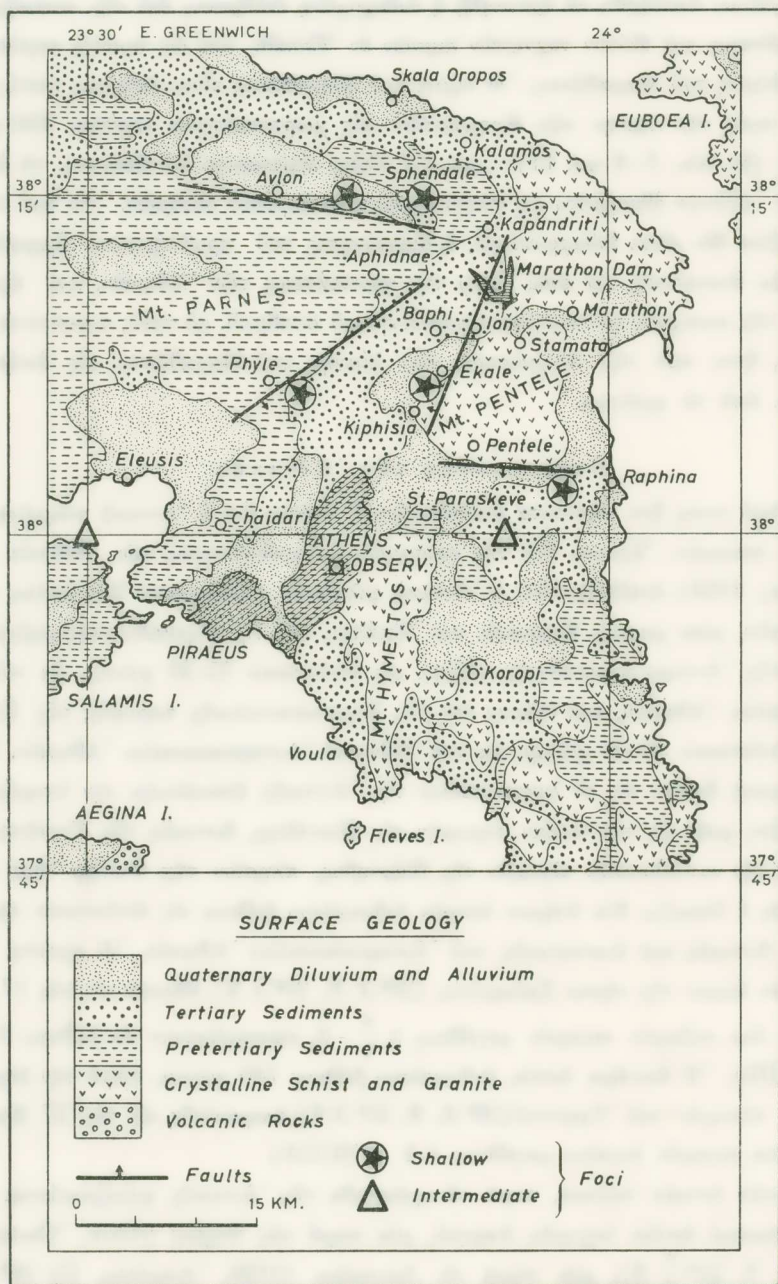
Παραλλήλως ανέληφθη να έρευνηθῆ ἡ ένδεχομένη επίδρασις ἐπὶ τῆς τοπικῆς σεισμικῆς δράσεως καὶ ἄλλων τεχνητῶν λιμνῶν ἐν Ἑλλάδι, καὶ ὡς πρώτη περίπτωσηίς ἐλήφθη ἡ λίμνη τοῦ Μαραθῶνος. Ἡ λίμνη τοῦ Μαραθῶνος εἶναι βεβαίως πολὺ μικρὰ ἐν σχέσει πρὸς τὴν λίμνην τῶν Κρεμαστῶν—εἰς χωρητικότητα περίπου 100 φορές μικροτέρα (βλ. εἰκ. 3-8 καὶ 11)—, καὶ ἐπὶ πλέον εὐρίσκεται ἐπὶ ἐδάφους, τὸ ὁποῖον ἐπὶ σειρὰν αἰῶνων ἐθεωρεῖτο ὡς στερούμενον αὐτοθιγενῶν σεισμῶν. Ἄν καὶ τὰ δεδομένα ταῦτα δὲν εἶναι ἐνθαρρυντικά, ἡ διερεύνησις τοῦ προβλήματος ἐμφανίζεται ἐξαιρετικῶς ἐγκυριακή, ἐφ' ἐνὸς λόγῳ τῆς γειτνιασεως τῶν Ἀθηνῶν, καὶ ἀφ' ἐτέρου λόγῳ τῆς συνεχοῦς λειτουργίας σεισμολογικοῦ σταθμοῦ, μὲ τρεῖς συνιστώσας ἀπὸ τοῦ 1928, ἥτοι πρὸ τῆς πληρώσεως τῆς λίμνης τοῦ Μαραθῶνος, εἰς ἀπόστασιν 25 χιλιομ. ἀπὸ τὸ φράγμα.

Σεισμικότης τῆς Ἀττικῆς

Μέχρι πρό τινας ἦτο εὐρύτατα διαδεδομένη ἡ γνώμη ὅτι ἡ Ἀττικὴ στερεῖται αὐτοθιγενῶν σεισμῶν. Ἐρευνα ἐπὶ τῆς σεισμικῆς ἐπικινδυνότητος τῶν Ἀθηνῶν (Γαλανόπουλος, 1956) ἀπέδειξεν ὅτι ἡ Ἀττικὴ φιλοξενεῖ τοῦλάχιστον δύο ἐστίας τοπικῶν σεισμῶν, μίαν μεταξὺ Κηφισιαῖς καὶ Ἐκάλης, ἐπὶ τῆς βορειοδυτικῆς ρηξιγενοῦς παρυφῆς τῆς Ἀττικο-Κυκλαδικῆς μάζης, εἰς ἀπόστασιν 15-20 χιλιομ. ἐκ τοῦ Ἀστεροσκοπεῖου Ἀθηνῶν, καὶ ἐτέραν ἐπὶ τῆς βορειοανατολικῆς παρυφῆς τῆς Πάρνηθος, εἰς ἀπόστασιν 30-35 χιλιομ. ἐκ τοῦ Ἐθνικοῦ Ἀστεροσκοπεῖου Ἀθηνῶν. Νεώτερα σεισμικὴ δρᾶσις εἰς τὸ λεκανοπέδιον τῆς Ἀττικῆς ἀπεκάλυψε τὴν ὑπαρξιν δύο νέων ἐστιῶν, μιᾶς εἰς τὴν νοτιᾶν παρυφῆν τῆς Πεντέλης, δυτικῶς τῆς Ραφήνας, καὶ ἐτέρας εἰς τὴν νοτιοδυτικὴν πλευρὰν τῆς Πάρνηθος, πλησίον τῆς Φυλῆς. Ἐπὶ πλέον διεπιστώθη ἡ ὑπαρξίς δύο ἐτέρων ἐστιῶν ἐνδιαμέσου βάθους εἰς ἀπόστασιν περίπου 2 χιλιομ. δυτικῶς καὶ ἀνατολικῶς τοῦ Ἀστεροσκοπεῖου Ἀθηνῶν. Ἡ πρώτη, παρὰ τὴν βορείαν ἄκραν τῆς νήσου Σαλαμῖνος (38° 0' N, 23° 5' E) ἔδωκεν εἰς τὰς 17 Ἰουλίου 1964 ἓνα σοβαρὸν σεισμὸν μεγέθους $5 \frac{3}{4}$ - 6, προσερχόμενον ἐκ βάθους 160 χιλιομ. (BCIS). Ἡ δευτέρα ἐστία, ἐνδιαμέσου βάθους 180 χιλιομ. παρὰ τὴν βορειοανατολικὴν πλευρὰν τοῦ Ὑμηττοῦ (38° 0' N, 23° 9' E) ἐνεφανίσθη εἰς τὰς 27 Μαρτίου 1966 μὲ ἓνα σεισμὸν ἐνιαίου μεγέθους 4,2 (USCGS).

Ἐκτὸς τῶν ἐστιῶν τούτων, παρὰ τὰ κράσπεδα τῆς Ἀττικῆς φιλοξενοῦνται τρεῖς ἄλλαι σεισμικαὶ ἐστία ἰσχυρῶς ἐνεργοί, μία παρὰ τὰς Θήβας (1914, Ὀκτωβρίου 17: 38° $\frac{1}{4}$ N, 23° $\frac{1}{2}$ E), μία παρὰ τὸ Λουτράκι (1928, Ἀπριλίου 22: 38° 0' N, 23° 0' E) καὶ μία (ἢ δύο) παρὰ τὸ Λαύριον (1956, Ἰανουαρίου 13, καὶ 18: 37° 6' N, 24° 0' E καὶ 37° $\frac{3}{4}$ N, 24° $\frac{1}{4}$ E).

Κατωτέρω δίδεται σύντομος περιγραφή τῶν σεισμῶν ποὺ συνέβησαν εἰς τὴν πε-



Εικ. 9. — Γεωλογικός χάρτης τῆς Ἀττικῆς καὶ αἱ σεισμικαὶ ἐστίαὶ ταύτης. — (Geological setting in the Marathon Dam area and the earthquake foci that have been active since the filling of the Marathon Lake, June, 1931. Surface Geology after R. LEPSIUS).

ριοχὴν τοῦ λεκανοπεδίου τῆς Ἀττικῆς μετὰ τὴν ἀποπεράτωσιν τοῦ φράγματος τοῦ Μαραθῶνος (Ὀκτώβριος 1929).

- 1931, Ἰουλίου 15.— Μικρὰ σεισμικὴ δόνησις (22:16:41), προερχομένη ἐξ ἀποστάσεως περὶ-
που 15 χιλιομ. βορειοανατολικῶς τῶν Ἀθηνῶν (38°.10' N, 23°.85' E), ἐγένετο αἰσθη-
τὴ ὡς ἀρκούντως ἰσχυρὰ (V) εἰς Μαραθῶνα, Καπανδρίτι, Κιοῦρκα, ὡς ἀσθενῆς (IV)
εἰς Μαλακιάσαν, Κακυσάλεσι, καὶ ὡς λίαν ἐλαφρὰ (II - III) εἰς Ἀθήνας καὶ Σιάλαν
Ἐρωποῦ. Εἰς Κάλαμον ὁ σεισμός οὗτος διήλθεν ἀπαρατήρητος (βλ. εἰκ. 9).
- 1934, Ἰανουαρίου 2.— Μικρὰ σεισμικὴ δόνησις (23:41:15), προερχομένη ἐξ ἀποστάσεως περὶ-
που 30 χιλιομ. BBA τῶν Ἀθηνῶν (38°.25' N, 23°.80' E), ἐγένετο αἰσθητὴ ὡς ἀρκούν-
τως ἰσχυρὰ (V) εἰς Μαραθῶνα, Σιάλαν Ἐρωποῦ, Δεκέλειαν (Τατόϊ), Κηφισιάν, καὶ
ὡς ἀσθενῆς (IV) εἰς Ἀθήνας, Ἀλιβέριον καὶ Αὐλωνάριον Εὐβοίας.
- 1938, Ἰουλίου 20.— Σοβαρώτατος σεισμός (00:23:35), μεγέθους περίπου 6, παρὰ τὴν βορείαν
ρῆξιγενῆ παρυφὴν τῆς Πάρνηθος (38° $\frac{1}{4}$ N, 23° $\frac{3}{4}$ E) προεκάλεσε σημαντικὰς βλάβας
VII ἕως VIII βαθμοῦ εἰς τὰ Κιοῦρκα (Ἀφίδνας), Μαλακιάσαν (Σφενδάλην), Ἐρωπὸν
καὶ Σιάλαν Ἐρωποῦ. Εἰς τὰ Κιοῦρκα παρατηρήθησαν ἐδαφικαὶ ρωγμαὶ εὗρους 1 - 2
ἐκατ., καὶ μήκους 50 - 100 μέτρων. Ἡ περιοχὴ βλαβῶν ἔφθασε πρὸς τὰ ΒΔ μέχρι
Τανάγρας καὶ Βασιλικῶν Εὐβοίας, καὶ πρὸς τὰ ΝΑ μέχρι Μαραθῶνος. Ἐλαφραὶ βλά-
βαι V ἕως VI βαθμοῦ ἀνεφέρθησαν ἀπὸ τὰ Ψαχνά, τὸ Αὐλωνάρι καὶ τὸ Ἀλιβέρι. Ἡ
ἰσόσειστος V βαθμοῦ ὑπερέβη τὰ Μέγαρα, καὶ ἔφθασεν εἰς τὰ ΝΔ μέχρι Κορίνθου, Αἰγι-
νης, καὶ Μεθάνων, ἔθιξε τὴν Κέα καὶ τὴν Σκύρον, καὶ ἐπεξετάθη πρὸς τὰ ΒΔ μέχρις
Ἀγίας Ἄννης, Ἀταλάντης καὶ Ἀμφικλείας (Δαδίου). Ὁ σεισμός ἐγένετο περαιτέρω
αἰσθητὸς εἰς Βόλον, Δομοκόν, Μεσολόγγιον, Πάτρας, Μεγαλόπολιν, καθὼς καὶ εἰς τὰς
νήσους Νάξου καὶ Λήμνου. Μακροσεισμικὴ ἔκτασις περίπου 150.000 τετραγ. χιλιομ.
Μακροσεισμικὸν μέγεθος 6.1*.
- 1938, Ἰουλίου 27.— Διεύρυνσις τῶν σεισμικῶν βλαβῶν εἰς τὴν περιοχὴν τοῦ Ἐρωποῦ συνεπεῖα
ἐνὸς σφοδροῦ μετασεισμοῦ (01:29:10), μεγέθους 5 $\frac{1}{4}$ - 5 $\frac{1}{2}$, παρὰ τὴν βορείαν ρῆξι-
γενῆ παρυφὴν τῆς Πάρνηθος (38° $\frac{1}{4}$ N, 23° $\frac{3}{4}$ E). Ὁ σεισμός ἐγένετο αἰσθητὸς ἐφ'
ὅλοκλήρου τῆς Εὐβοίας, καθὼς καὶ ἐπὶ τῆς Σκύρου. Μακροσεισμικὴ ἔκτασις περίπου
30.000 τετραγ. χιλιομ. Μακροσεισμικὸν μέγεθος 5.3*. Ἐλαφροὶ μετασεισμοὶ μέχρι
τῶν μέσων Σεπτεμβρίου.
- 1952, Σεπτεμβρίου 15.— Πολὺ μικρὰ δόνησις (01:06:56), προερχομένη ἐξ ἀποστάσεως 15 - 20
χιλιομ. βορειοανατολικῶς τῶν Ἀθηνῶν (38°.10' N, 23°.85' E), ἐγένετο αἰσθητὴ ὡς ἀσθε-
νῆς (IV) εἰς Πεντέλην, Μπογιατί (Οἶον), Μπάφι, Χασιά (Φυλὴν), Ἀγίαν Παρασκευὴν
καὶ Σπάτα, ὡς ἐλαφρὰ (III) εἰς Ἀθήνας καὶ Μαραθῶνα, καὶ ὡς λίαν ἐλαφρὰ (II - III)
εἰς Κορωπί.
- 1953, Φεβρουαρίου - Μάϊος.— Σμῆνος ἐκ 227 μικροδρονήσεων (3 > M ≥ 1) ἀπὸ τοῦ Φεβρουα-
ρίου μέχρι τοῦ Μαΐου — μ' ἓνα μέγιστον ἐξ 86 δονήσεων κατὰ τὸν μῆνα Μάρτιον — προ-
ερχομένων ἐξ ἀποστάσεως 15 - 20 χιλιομ. βορειοανατολικῶς τῶν Ἀθηνῶν (38°.10' N,
23°.85' E).
- 1956, Ἰανουαρίου 4.— Ἐξαιρετικῶς μικρὰ δόνησις (12:21:20), προερχομένη ἐξ ἀποστάσεως

- 15 - 20 χιλιομ. βορειοανατολικῶς τῶν Ἀθηνῶν (38°.10 N, 23°.85 E), ἐγένετο αἰσθητὴ ὡς ἑλαφρὰ (III) εἰς Ἀθήνας καὶ Χαϊδάρι.
- 1956, Ἀπριλίου 13.— Ἀρκούντως ἰσχυρὰ σεισμικὴ δόνησις (00:51:32), μακροσεισμικοῦ μεγέθους $4 \frac{3}{4}^*$, ἐπὶ τῆς βορειοανατολικῆς παρυφῆς τῆς Πάρνηθος (38°.25 N, 23°.80 E), μεταξὺ Μαλακιάσης (Σφενδάλης), Καλάμου καὶ Κιοῦρκων (Ἀφιδνῶν), προεκάλεσεν ἑλαφρὰς βλάβας εἰς Μαλακιάσαν (VI - VII) καὶ Κάλαμον (VI). Ὁ σεισμός οὗτος ἐγένετο αἰσθητὸς ὡς ἀσθενὴς ἕως μετρίως ἰσχυρὸς (IV - V) εἰς Κιοῦρκα καὶ Κακοσάλεσι (Αὐλῶνα), καὶ ὡς ἑλαφρὸς (III) εἰς Καπανδρίτι, Σταμάταν, Μαραθῶνα καὶ Τανάγραν.
- 1956, Μαΐου 19.— Μικροδόνησις (19:31:31) προερχομένη ἐξ ἀποστάσεως 15 - 20 χιλιομέτρων βορειοανατολικῶς τῶν Ἀθηνῶν (38°.10 N, 23°.85 E).
- 1956, Ἰουλίου 23.— Μικρὰ σεισμικὴ δόνησις (17:07:39), προερχομένη ἐξ ἀποστάσεως 15 - 20 χιλιομ. βορειοανατολικῶς τῶν Ἀθηνῶν (38°.15 N, 23°.85 E), ἐγένετο αἰσθητὴ ὡς ἀρκούντως ἰσχυρὰ (V) εἰς Μαραθῶνα, ὡς ἀσθενὴς (IV) εἰς Μπογατί καὶ Κακοσάλεσι, καὶ ὡς ἑλαφρὰ (III) εἰς Κιοῦρκα, Κηφισίαν, Ἀθήνας καὶ Νέα Στύρα Εὐβοίας.
- 1957, Δεκεμβρίου 13.— Μετρίως ἰσχυρὰ σεισμικὴ δόνησις (09:59:54), μακροσεισμικοῦ μεγέθους $4 \frac{3}{4}^*$, παρὰ τὴν βορείαν ρηξιγενῆ παρυφὴν τῆς Πάρνηθος ($38^{\circ} \frac{1}{4}$ N, $23^{\circ} \frac{3}{4}$ E), προεκάλεσεν ἑλαφρὰς βλάβας εἰς Μαραθῶνα (V - VI). Ὁ σεισμός οὗτος ἦτο αἰσθητὸς ὡς ἀρκούντως ἰσχυρὸς (V) εἰς Μέγαρα καὶ Ψαχνὰ Εὐβοίας, καὶ ὡς μετρίως ἰσχυρὸς (IV - V) εἰς Ἀλιβέριον, Σπάτα καὶ Βούλαν. Μακροσεισμικὴ ἔκτασις περίπου 20.000 τετραγ. χιλ.
- 1961, Ἰουλίου 20.— Ἐλαφρὰ σεισμικὴ δόνησις (14:01), μακροσεισμικοῦ μεγέθους $3 \frac{3}{4}^*$, παρὰ τὴν ἀνατολικὴν ἀκτὴν τῆς Ἀττικῆς (38°.05 N, 23°.95 E), προεκάλεσεν ἑλαφρὰς βλάβας εἰς Μαραθῶνα (V - VI). Ὁ σεισμός οὗτος ἦτο αἰσθητὸς ὡς ἀρκούντως ἰσχυρὸς (V) εἰς Παιανίαν, Ἁγίον Στέφανον, Ἡράκλειον καὶ Μακρόπουλον. Μακροσεισμικὴ ἔκτασις περίπου 5.000 τετραγ. χιλιομ.
- 1965, Ἀπριλίου 3.— Μικρὰ σεισμικὴ δόνησις (07:19:23), μακροσεισμικοῦ μεγέθους $3 \frac{3}{4}^*$, προερχομένη ἐξ ἀποστάσεως 10 - 15 χιλιομ. ΒΒΔ τῶν Ἀθηνῶν ($38^{\circ}06'26''$ N, $23^{\circ}41'54''$ E), ἐγένετο αἰσθητὴ ὡς μετρίως ἰσχυρὰ (IV - V) εἰς Ἀθήνας, Καλλιθέαν καὶ Πέραμα, ὡς ἀσθενὴς (IV) εἰς Μεταμόρφωσιν, Κηφισίαν, Θήβας καὶ Σαλαμῖνα, ὡς λίαν ἀσθενὴς (III - IV) εἰς Παιανίαν καὶ ὡς ἑλαφρὰ (III) εἰς Πειραιᾶ. Μακροσεισμικὴ ἔκτασις περίπου 5.000 τετραγ. χιλιομ.
- 1965, Δεκεμβρίου 4.— Μικρὰ σεισμικὴ δόνησις (06:08:40), μακροσεισμικοῦ μεγέθους $3 \frac{3}{4}^*$, προερχομένη ἐξ ἀποστάσεως 15 - 20 χιλιομ. ΒΒΔ τῶν Ἀθηνῶν (38°.1 N, 23°.7 E), ἐγένετο αἰσθητὴ ὡς ἀρκούντως ἰσχυρὰ (V) εἰς Ἄνω Λιόσια καὶ Αὐλῶνα, ὡς μετρίως ἰσχυρὰ (IV - V) εἰς Νέον Φάληρον, Φιλοθέην, Ταῦρον, Καλλιθέαν, Δαφνί, Ἀσπρόπυργον, Ἀγίαν Βαρβάραν, Καλαμάκι, Ραφήναν, Πέραμα καὶ Νέαν Μάκρην, ὡς ἀσθενὴς (IV) εἰς Ἀθήνας, Θήβας, Ἀμπελόκια, Μαραθῶνα, Πεύκη, Κουκουβάουνας, Κορωπί, Μέγαρα, Κηφισίαν, Παλαιὸν Φάληρον, Ἐλευσίνα, Μάνδραν, Ἀμαρούσιον, Βύρωνα, Σταμάταν, Ὑμηττόν, Γραμματικόν, Νέα Λιόσια, Νέαν Ἐρυθραίαν, Κερατσίνι, Παιανίαν, Ἀφιδνας, Νέα Παλάτια, ὡς λίαν ἀσθενὴς (III - IV) εἰς Πειραιᾶ, Μελίσιον καὶ Νέαν Σμύρνην, καὶ ὡς λίαν ἑλαφρὰ (III) εἰς Καπανδρίτι καὶ Αἴγινα. Μακροσεισμικὴ ἔκτασις περίπου 5.000 τετραγ. χιλιομ.

ΣΥΣΧΕΤΙΣΙΣ ΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΔΡΑΣΕΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ

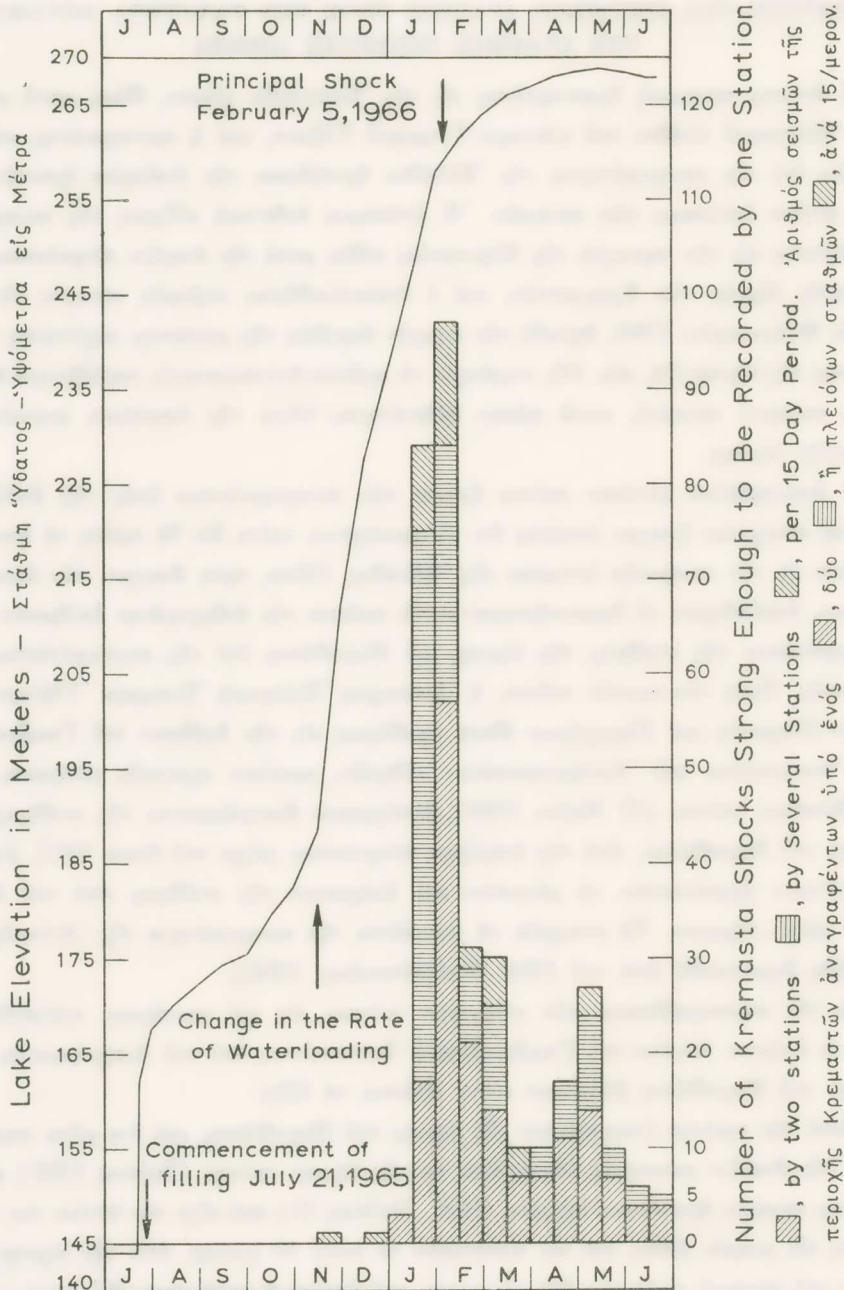
Ἡ έντονος σεισμική δραστηριότης εἰς τόν Ἑλληνικόν χῶρον, ἰδίως κατὰ μῆκος τοῦ Ἑλληνικοῦ κλάδου τοῦ «Διναρο-Ταυρικοῦ Τόξου», καί ἡ προτεραιότης τῶν ἐρευνῶν ἐπὶ τῆς σεισμικότητος τῆς Ἑλλάδος ἠμπόδισαν τὴν ἀνάληψιν ἐρευνῶν ἐπὶ τῶν αἰτίων ἐκλύσεως τῶν σεισμῶν. Ἡ ἀπότομος ἐκθετική αὐξήσις τῆς σεισμικῆς συχνότητος εἰς τὴν περιοχὴν τῆς Εὐρυτανίας εὐθὺς μετὰ τὴν ἑναρξιν πληρώσεως τῆς τεχνητῆς λίμνης τῶν Κρεμαστῶν, καί ὁ ἐπακολουθήσας σοβαρὸς σεισμὸς εἰς τὰς ἀρχὰς Φεβρουαρίου 1966, δηλαδὴ τὴν ἐποχὴν ἀκριβῶς τῆς μεγίστης ταχύτητος πληρώσεως τῆς λίμνης (βλ. εἰκ. 10), παρέσχον τὸ πρῶτον ἐντυπωσιακὸν παράδειγμα ἐκλύσεως σοβαροῦ σεισμοῦ, κατὰ πᾶσαν πιθανότητα, λόγῳ τῆς ἀποτόμου φορτώσεως τεχνητῆς λίμνης.

Ἡ ἀναληφθεῖσα κατόπιν τούτου ἔρευνα τῶν συνηγορούντων ὑπὲρ τῆς ἀπόψεως ταύτης στοιχείων ἠγειρεν ὑποψίας ὅτι τὸ φαινόμενον τοῦτο δὲν θὰ πρέπη νὰ ᾔτο μοναδικὸν εἰς τὴν σεισμικὴν ἱστορίαν τῆς Ἑλλάδος. Οὕτω, πρὸς ἔλεγχον τῶν ὑποψιῶν τούτων, ἐσκέφθημεν νὰ διερευνήσωμεν κατὰ πρῶτον τὴν ἐνδεχομένην ἐπίδρασιν τῶν διακυμάνσεων τῆς στάθμης τῆς λίμνης τοῦ Μαραθῶνος ἐπὶ τῆς σεισμικότητος τῆς Ἀττικῆς. Πρὸς τὸν σκοπὸν τοῦτον, ἡ Ἀνώνυμος Ἑλληνικὴ Ἐταιρεία Ὑδάτων Ἀθηνῶν-Πειραιῶς καὶ Περιχώρων ἔθεσε προθύμως εἰς τὴν διάθεσιν τοῦ Γεωδυναμικοῦ Ἰνστιτούτου τοῦ Ἀστεροσκοπεῖου Ἀθηνῶν, κατόπιν σχετικῆς αἰτήσεως τῆς Διευθύνσεως τούτου (17 Μαΐου 1966), ἀντίγραφον διαγράμματος τῆς στάθμης τῆς λίμνης τοῦ Μαραθῶνος, ἀπὸ τῆς ἐνάρξεως πληρώσεως μέχρι τοῦ ἔτους 1957, ὡς καὶ κατάστασιν ἐμφαίνουσιν τὸ μέγιστον καὶ ἐλάχιστον τῆς στάθμης ἀπὸ τοῦ ἔτους 1957 μέχρι σήμερον. Τὰ στοιχεῖα τὰ ἀφορῶντα τὴν σεισμικότητα τῆς Ἀττικῆς εἶχον ἤδη δημοσιευθῆ ἀπὸ τοῦ 1956 (Γαλανόπουλος, 1956).

Ἐκ τῆς συμπαραθέσεως τῶν στοιχείων τούτων, ὡς καὶ νεωτέρων, συλλεγέντων ἀπὸ τὸ ἐτήσιον δελτίον τοῦ Γεωδυναμικοῦ Ἰνστιτούτου, ἐπὶ τοῦ διαγράμματος τῆς λίμνης τοῦ Μαραθῶνος βλέπομεν εὐθὺς ἀμέσως τὰ ἐξῆς:

Μετὰ τὴν πρώτην ὑπερχείλισιν τῆς λίμνης τοῦ Μαραθῶνος, καὶ ἓνα μῆνα περίπου μετὰ τὴν ἑναρξιν κανονικῆς ὑδροληψίας ἐκ τῆς λίμνης ταύτης (Ἰούνιος 1931) συνέβη ἓνας σεισμὸς ἀρκοῦντως ἰσχυρὸς (1931, Ἰούλιος 15) ποὺ εἶχε τὴν ἐστίαν του προφανῶς εἰς μικρὸν βάθος καὶ εἰς ἀπόστασιν τὸ πολὺ 10 χιλιομ. ἀπὸ τὴν λίμνην. Ἡ ἐστία τοῦ σεισμοῦ εὐρίσκειτο ἐπὶ ρήγματος, τοῦ ὁποῦ ἡ προέκτασις διέρχεται, κατὰ πᾶσαν πιθανότητα, ἀπὸ τὴν λίμνην (βλ. εἰκ. 9).

Εἰς τὰς 2 Ἰανουαρίου 1934, δηλαδὴ ἀκριβῶς εἰς ἐποχὴν ταχείας αὐξήσεως τῆς στάθμης τῆς λίμνης, ἐπηκολούθησεν ἓνας δεύτερος σεισμὸς, μεγέθους τῆς αὐτῆς



Εἰκ. 10. — Σχέδιον πληρώσεως τῆς λίμνης Κρεμαστῶν καὶ ἡ παρατηρηθεῖσα σεισμικὴ δράσις εἰς τὴν περιοχὴν τῶν Κρεμαστῶν ($38,9^{\circ} \pm 0,5^{\circ}$ N, $21,5^{\circ} \pm 0,5^{\circ}$ E) εὐθὺς μετὰ τὴν ἀπότομον ἀύξησιν εἰς τὴν ταχύτητα φορτώσεως τῆς λίμνης. — (Diagram showing the pattern of filling of the Kremasta Lake and the earthquake activity set up in the region of Kremasta ($38,9^{\circ} \pm 0,5^{\circ}$ N, $21,5^{\circ} \pm 0,5^{\circ}$ E) soon after the sudden increase in the rate of waterloading).

τάξεως, πού είχε την έστίαν του εις απόστασιν 10-15 χιλιομ. ΒΔ τοῦ φράγματος.

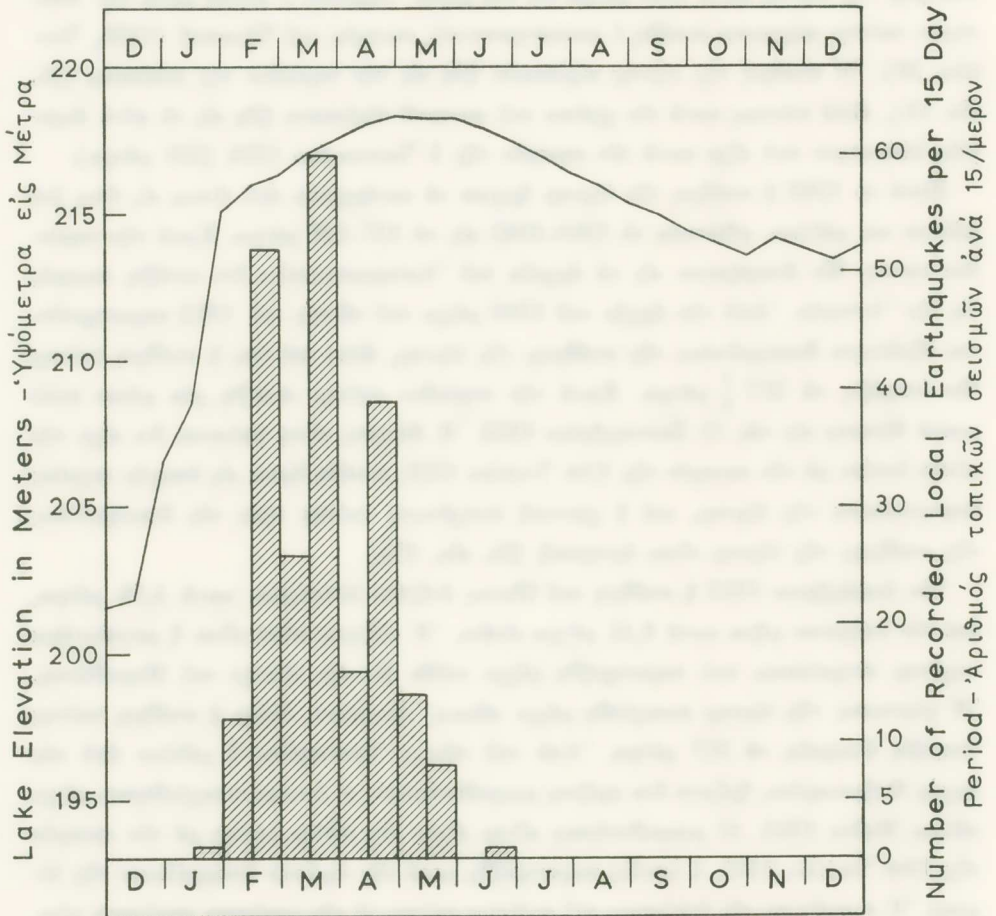
Κατὰ τὴν περίοδον 1936-1937 παρατηρεῖται αἰσθητὴ σχετικῶς πτώσις τῆς στάθμης τῆς λίμνης. Τὸν Φεβρουάριον 1938 σημειοῦται ἡ πρώτη ἀπότομος αὔξησις τῆς στάθμης τῆς λίμνης κατὰ 5,26 μέτρα εις ἓνα μῆνα. Περίπου 5 μῆνας μετὰ τὴν ἀπότομον ταύτην φόρτωσιν συνέβη ὁ καταστρεπτικὸς σεισμὸς τοῦ Ὁρωποῦ (1938, Ἰουλίου 20). Ἡ στάθμη τῆς λίμνης εὐρίσκετο ἤδη εις τὴν περίοδον τῆς πτώσεως (βλ. εἰκ. 15), ἀλλὰ πάντως κατὰ τὸν χρόνον τοῦ σειμοῦ εὐρίσκετο ἤδη εις τὸ αὐτὸ ἀκριβῶς ὑψόμετρον πού εἶχε κατὰ τὸν σεισμὸν τῆς 2 Ἰανουαρίου 1934 (221 μέτρα).

Μετὰ τὸ 1940 ἡ στάθμη τῆς λίμνης ἤρχισε νὰ κατέρχεται ἀπὸ ἔτους εις ἔτος ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, φθάσασα τὸ 1944-1945 εις τὰ 197-198 μέτρα. Κατὰ τὴν περίοδον ταύτην δὲν ἀναφέρεται εις τὰ ἀρχεῖα τοῦ Ἀστεροσκοπείου ὅτι συνέβη σεισμὸς εις τὴν Ἀττικὴν. Ἀπὸ τὴν ἀρχὴν τοῦ 1946 μέχρι τοῦ τέλους τοῦ 1952 παρατηροῦνται ἀξιόλογοι διακυμάνσεις τῆς στάθμης τῆς λίμνης, ἀλλὰ πάντως ἡ στάθμη ταύτης δὲν ὑπερέβη τὰ $217\frac{1}{2}$ μέτρα. Κατὰ τὴν περίοδον ταύτην συνέβη μία μόνον πολὺ μικρὰ δόνησις εις τὰς 15 Σεπτεμβρίου 1952. Ἡ δόνησις αὕτη φαίνεται ὅτι εἶχε τὴν αὐτὴν έστίαν μετὰ τὸν σεισμὸν τῆς 15ης Ἰουλίου 1931, συνέβη ὅμως εις ἐποχὴν ταχείας ἐκφορώσεως τῆς λίμνης, καὶ ἡ χρονικὴ συσχέτισις ταύτης πρὸς τὰς διακυμάνσεις τῆς στάθμης τῆς λίμνης εἶναι ἀρνητικὴ (βλ. εἰκ. 15).

Τὸν Δεκέμβριον 1952 ἡ στάθμη τοῦ ὕδατος ἀνῆλθεν ἀποτόμως κατὰ 4,94 μέτρα, καὶ τὸν ἐπόμενον μῆνα κατὰ 8,41 μέτρα εἰσέτι. Ἡ αὔξησις αὕτη εἶναι ἡ μεγαλύτερα ταχύτης πληρώσεως πού παρατηρήθη μέχρι τοῦδε εις τὴν λίμνην τοῦ Μαραθῶνος. Ἡ φόρτωσις τῆς λίμνης συνεχίσθη μέχρι τέλους Ἀπριλίου, ὅποτε ἡ στάθμη ταύτης ὑπερέβη ἐλαφρῶς τὰ 217 μέτρα. Ἀπὸ τοῦ τέλους Ἰανουαρίου, ἢ μᾶλλον ἀπὸ τὰς ἀρχὰς Φεβρουαρίου, ἤρξατο ἓνα σμῆνος μικροδονήσεων, αἱ ὁποῖαι συνεχίσθησαν μέχρι τέλους Μαΐου 1953. Αἱ μικροδονήσεις αὗται εἶχον τὴν αὐτὴν έστίαν μετὰ τὸν σεισμὸν τῆς 15ης Ἰουλίου 1931, ὁ ὁποῖος παρατηρήθη μετὰ τὴν πρώτην ὑπερχείλισιν τῆς λίμνης. Ἡ συσχέτισις τῆς ἐκλύσεως τοῦ σμῆνους τούτου μετὰ τὴν μεγίστην ταχύτητα πληρώσεως τῆς λίμνης εἶναι ὄχι μόνον προφανής, ἀλλὰ ἀποτελεῖ καὶ τὴν πλέον χαρακτηριστικὴν καὶ ἀναμφισβήτητον περίπτωσιν πού ἔχει σημειωθῆ μέχρι τοῦδε (βλ. εἰκ. 11).

Κατὰ τὴν περίοδον 1954-1955 συνεχίσθησαν αἱ διακυμάνσεις τῆς στάθμης τῆς λίμνης μετὰ τὰς συνεχοῦς ἀνάδου ἀπὸ ἔτους εις ἔτος. Τὸν Μάρτιον 1956 ἐσημειώθη ὑπερχείλισις τῆς λίμνης. Ἀπὸ τῆς 4ης Ἰανουαρίου 1956, δηλαδὴ κατὰ τὴν ἐποχὴν ἀκριβῶς τῆς ἀνάδου τῆς στάθμης τῆς λίμνης, ἤρξατο εις τὸ λεκανοπέδιον τῆς Ἀττικῆς νέα περίοδος σεισμικῆς δράσεως. Κατὰ τὴν περίοδον ταύτην συνέβησαν 4 δονήσεις αἰσθηταὶ εις τὴν Ἀττικὴν. Ἐκ τῶν δονήσεων τούτων, ἡ μία, ἀρκούντως ἰσχυρά, προήρχετο ἀπὸ τὸ κέντρον τῆς Σφενδάλης (1956, Ἀπριλίου 13), αἱ δὲ ὑπόλοιποι

τρεις από το σεισμικόν κέντρον τῆς Ἐκάλης. Ἀναφορικῶς με τόν σεισμόν τῆς 23ης Ἰουλίου 1956 εἶχομεν ἄλλοτε παρατηρήσει (Γαλανόπουλος, 1956) ὅτι «Ἡ δόνησις αὕτη, ὡς φαίνεται ἀπό τὰς πρώτας ἀποκλίσεις τῶν σειсмоγράφων, εἶχε πιθανῶς τήν



Εἰκ. 11. — Σμῆνος τοπικῶν σεισμῶν ($3 > M \geq 1$) ἀναγραφέντων εἰς Ἀθήνας τὸ 1953, καὶ ἡ διακύμανσις τῆς στάθμης τῆς λίμνης τοῦ Μαραθῶνος κατὰ τὸ ἔτος τοῦτο. — (Seasonal fluctuation of Marathon Lake elevation and local microearthquakes ($3 > M \geq 1$) recorded at Athens in 1951).

αὐτὴν ἐστὶν με τοὺς σεισμοὺς τῆς 15ης Σεπτεμβρίου 1952 καὶ τῆς 4ης Ἰανουαρίου 1956, ἀλλὰ πάντως παρήχθη ἀπὸ διαφορετικὴν κίνησιν τῶν τεμαχῶν (ἔξαρσιν ἢ νοτιοδυτικὴν κίνησιν τοῦ ριξιγενοῦς τεμάχου τοῦ λεκανοπεδίου τῆς Ἀττικῆς) κατὰ μῆκος τῆς βορειοδυτικῆς ρηξιγενοῦς παρυφῆς τῆς Ἀττικοκυκλαδικῆς κρυσταλλοσχιστώδους μάζης». Ἡ παρατήρησις αὕτη φαίνεται νὰ δικαιολογῆ πλήρως τήν

χρονικήν συσχέτισιν τῆς δονήσεως ταύτης με τὴν περίοδον ἐκφορτώσεως τῆς λίμνης τοῦ Μαραθῶνος. Γεγονὸς πάντως παραμένει ὅτι ἐκ τῶν 4 αἰσθητῶν δονήσεων τοῦ 1956 αἱ 3 συνέβησαν κατὰ τὴν περίοδον ταχείας φορτώσεως καὶ ὑπερχειλίσεως τῆς λίμνης. Οὕτως ἡ σεισμικὴ περίοδος 1956 παρουσιάζει σαφῆ καὶ ἀναμφισβήτητον χρονικήν συσχέτισιν πρὸς τὴν ταχύτητα φορτώσεως τῆς λίμνης τοῦ Μαραθῶνος.

Μετὰ τὸν Ἀπρίλιον 1956 ἡ στάθμη τῆς λίμνης ἤρχισε νὰ πίπτῃ συνεχῶς, ἡ πτώσις δὲ αὕτη συνεχίσθη μέχρι τοῦ Ὀκτωβρίου 1957, ὅποτε ἡ στάθμη τῆς λίμνης ἔφθασεν εἰς τὰ 200 μέτρα. Ἀπὸ τὰς ἀρχὰς Νοεμβρίου 1957 ἡ στάθμη τῆς λίμνης ἤρχισε ν' ἀνέρχεται, καὶ εἰς τὰς 13 Δεκεμβρίου 1957 συνέβη ἕνας ἀρκούντως ἰσχυρὸς σεισμὸς προερχόμενος ἀπὸ τὴν περιοχὴν τῆς Σφενδάλης.

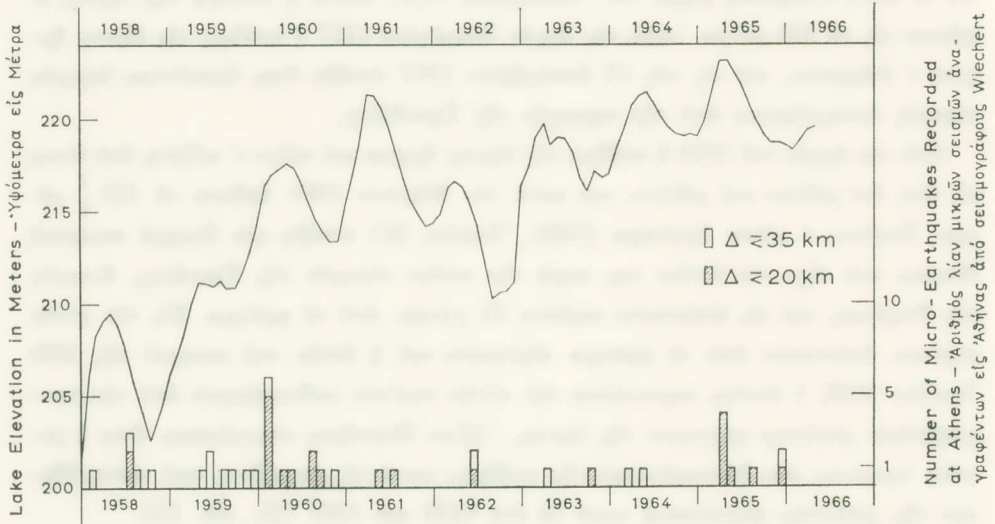
Ἀπὸ τὰς ἀρχὰς τοῦ 1959 ἡ στάθμη τῆς λίμνης ἤρχισε καὶ πάλιν ν' αὐξάνῃ ἀπὸ ἔτους εἰς ἔτος ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, καὶ κατὰ τὸν Μάρτιον 1961 ἔφθασε τὰ 221 $\frac{1}{2}$ μέτρα. Περίπου 4 μῆνες ἀργότερα (1961, Ἰουλίου 20) συνέβη μία ἐλαφρὰ σεισμικὴ δόνησις πού εἶχε τὴν ἐστίαν της παρὰ τὴν νοτίαν πλευρὰν τῆς Πεντέλης, δυτικῶς τῆς Ραφήνας, καὶ εἰς ἀπόστασιν περίπου 15 χιλιομ. ἀπὸ τὸ φράγμα. Εἰς τὴν αὐτὴν περίπου ἀπόστασιν ἀπὸ τὸ φράγμα εὐρίσκετο καὶ ἡ ἐστία τοῦ σειμοῦ τῆς 20ῆς Ἰουλίου 1938, ὁ ὁποῖος παρουσίασε τὴν αὐτὴν περίπου καθυστέρησιν ἀπὸ τὴν προηγηθεῖσαν μεγίστην φόρτωσιν τῆς λίμνης. Ἄξιον ἰδιαιτέρας σημειώσεως εἶναι ἡ μεγάλη ὁμοιότης τῶν διακυμάνσεων τῆς στάθμης κατὰ τὰς περιόδους πού προηγήθησαν τῆς μεγίστης φορτώσεως κατὰ τὰ ἔτη 1938 καὶ 1961 (βλ. εἰκ. 15).

Κατὰ τὰ ἔτη 1962-1963 ἡ στάθμη τῆς λίμνης διετηρήθη εἰς χαμηλότερον ὑψόμετρον, καὶ μόλις τὸν Μάϊον 1964 ἔφθασεν εἰς τὸ ὑψόμετρον πού εἶχε τὸν Μάρτιον 1961. Ἀπὸ τοῦ Μαΐου 1964 παρατηρεῖται συνεχῆς ἀνοδος τῆς στάθμης τῆς λίμνης με ἀποτέλεσμα τὴν ὑπερχειλίσιν τῆς λίμνης κατὰ τὸ τέλος Ἀπριλίου 1965. Εἰς τὰς 3 Ἀπριλίου 1965 συνέβη μικρὰ σεισμικὴ δόνησις ἀπὸ μίαν νέαν ἐστίαν, ἡ ὁποία εὐρίσκεται περὶ τὰ 20 χιλιομ. ΝΔ τῆς λίμνης τοῦ Μαραθῶνος. Ἀπὸ τὴν αὐτὴν ἐστίαν προῆλθε καὶ ἑτέρα δόνησις τοῦ αὐτοῦ μεγέθους εἰς τὰς 4 Δεκεμβρίου 1965. Ἡ τελευταία δόνησις, ὅπως καὶ ἡ δόνησις τῆς 15ης Σεπτεμβρίου 1952, ἐσημειώθη εἰς περίοδον ἐκφορτώσεως τῆς λίμνης.

Οὕτως ἀπὸ τὰς 10 περιπτώσεις αἰσθητῶν σεισμῶν ἐπιφανείας, πού παρατηρήθησαν εἰς τὴν Ἀττικὴν ἀπὸ τοῦ 1931 μέχρι σήμερον, μόνον δύο δὲν συσχετίζονται χρονικῶς πρὸς τὴν φόρτωσιν τῆς λίμνης. Ἐκ τῶν ὑπολοίπων 8 ἐνεργῶν περιόδων, δύο παρουσιάζουν σαφῆ συσχέτισιν με διαφορὰν φάσεως ἀπὸ τὴν μεγίστην φόρτωσιν 4-5 μηνῶν, αἱ δὲ ἄλλαι ἔξ συμπύπτουν με τὴν περίοδον φορτώσεως τῆς λίμνης. Ἄς σημειωθῇ ὅτι καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν τῶν σεισμῶν τοῦ Denver, παρὰ τὰς ἀσυγκρίτως μεγαλύτερας πιέσεις, ὑπάρχει διαφορὰ 1 ἕως 4 μηνῶν μεταξὺ τοῦ χρόνου ἐγχύ-

σεως τῶν ἀχρήστων ὑλικῶν εἰς τὸ φρέαρ Arsenal καὶ τοῦ χρόνου ἐμφανίσεως τῶν σεισμῶν εἰς τὴν πέριξ τοῦ φρέατος περιοχὴν. Ἡ καθυστέρησις αὕτη ἀποδίδεται εἰς τὴν ἄστατον ταχύτητα διηθήσεως τῶν ὑγρῶν μέσω τῶν ρηγμάτων, λόγω ἀνοίγματος καὶ κλεισίματος τούτων ὑπὸ τὴν πίεσιν τῶν ἐγχυνομένων ὑγρῶν (Evans, 1966).

Ἐκτὸς τῶν ἀνωτέρω σεισμῶν, οἱ ὅποιοι ἦσαν αἰσθητοί, κατὰ τὴν περίοδον 1958-1965 ἀνεγράφησαν ὑπὸ τῶν σεισμογράφων Wiechert 42 μικροσεισμοὶ ($3 > M \geq 1$)



Εἰκ. 12. — Μικροσεισμοὶ τοῦ λεκανοπεδίου τῆς Ἀττικῆς καὶ διακυμάνσεις τῆς στάθμης τῆς λίμνης τοῦ Μαραθῶνος κατὰ τὴν περίοδον 1958 - 1965. — (Micro-earthquakes with $\Delta \leq 35$ km recorded by Wiechert seismographs and the seasonal fluctuations of the Marathon Lake over the period 1958 - 1965).

μὲ ἐπικεντρικὰς ἀποστάσεις 15-35 χιλιομ. Ἐκ τῶν μικροσεισμῶν τούτων 27, ἢτοι 64 %, συνέβησαν εἰς ἐποχὰς ἀνόδου τῆς στάθμης τῆς λίμνης τοῦ Μαραθῶνος (βλ. εἰκ. 12). Ὑποτίθεται ὅτι ὅλοι οἱ σεισμοὶ οὗτοι, λόγω τῆς μικρᾶς ἐπικεντρικῆς ἀποστάσεως, προήρχοντο ἀπὸ τὸ Ἀττικὸν λεκανοπέδιον.

Ἐν ὄψει τοῦ μικροῦ μεγέθους τῆς τεχνητῆς λίμνης καὶ τῆς σχετικῆς δυσκαμψίας, λόγω μεγάλης ἡλικίας (Ἀνωπαλαιοζωϊκῆς), τῆς κρυσταλλοσχιστώδους μάζης τῆς Ἀττικῆς, ἐπὶ τῆς ὁποίας εὐρίσκεται τὸ φράγμα, ἡ ἐπίδρασις τῶν διακυμάνσεων τῆς στάθμης τῆς λίμνης τοῦ Μαραθῶνος ἐπὶ τῆς σεισμικῆς δράσεως τοῦ λεκανοπεδίου τῆς Ἀττικῆς εἶναι καταπληκτικὴ, καὶ συγχρόνως ἐπιβεβαιωτικὴ τῆς συσχετίσεως τῆς φορτώσεως τῆς λίμνης τῶν Κρεμαστῶν — κατὰ πολὺ μεγαλυτέρας τῆς λίμνης τοῦ Μαραθῶνος — πρὸς τὴν πρόσφατον σεισμικὴν δρᾶσιν εἰς τὴν γεωλογικῶς πολὺ

νεωτέραν (Μεσοζωϊκήν-Τριτογενή) περιοχὴν τῆς Εὐρυτανίας. Ἡ μεγάλη ὁμοιότης τῶν εἰκόνων 10, 11 καὶ 13 δὲν ἀφήνει περιθώρια ἀμφιβολίας διὰ τὴν συσχέτισιν ταύτην.

Ἑρμηνεία τοῦ φαινομένου

Ἡ Coast and Geodetic Survey, ἐν συνεργασίᾳ μὲ τὸ Bureau of Reclamation, ἐγκατέστησε τὸ 1935 εἰς τὴν περιοχὴν τοῦ φράγματος Boulder ἓνα δίκτυον χωροσταθμίσεως α' τάξεως. Ἡ χωροστάθμισις ἐπανελήφθη τὸ 1940-1941, ὅταν τὸ ὕδωρ εἰς τὴν λίμνην εὐρίσκετο εἰς τὴν ὑψηλοτέραν στάθμην. Ἐκ τῆς συγκρίσεως τῶν ἐξαγομένων τῶν δύο χωροσταθμίσεων, αἱ ὁποῖαι διεξήχθησαν ὅταν τὸ φορτίον τῆς λίμνης ἦτο ἐλάχιστον καὶ μέγιστον περίπου, εὐρέθη ὅτι τὸ κέντρον τῆς λίμνης, ἢ ὁποῖα περιβάλλεται ἀπὸ γρανιτικὰ πετρώματα, ὑπέστη καθίζησιν, ἢ ὁποῖα ἀνῆλθεν ἀπὸ τὸ 1935 μέχρι τοῦ 1941 εἰς 12 ἑκατοστά. Ὑπὸ τὴν ἐκδοχὴν ὅτι ὁ πυθμὴν τῆς λίμνης ἀποτελεῖται ἀπὸ συνεχῆ πλάκα γρανίτου πάχους 18 μιλίων ἐπιπέδουσαν ἐπὶ βασάλτικῷ μάγματι, τὸ Bureau of Reclamation εἶχεν ὑπολογίσει τὸ 1939 ὅτι ὑπὸ τὴν πίεσιν τοῦ ὕδατος ἢ καθίζησις εἰς τὸ κέντρον τῆς λίμνης πρέπει ν' ἀνῆρχετο εἰς 18 ἑκατοστά (Carder and Small, 1948).

Ἐκ γεωδαιτικῶν τριγωνομετρήσεων εἶναι γνωστὸν ὅτι τὰ τεμάχια τοῦ φλοιοῦ ποῦ διασχίζονται ἀπὸ ἐνεργοὺς κλάδους ρηγμάτων ὑφίστανται βραδεῖαν ἐρπυστικὴν μετατόπισιν, κατὰ τὴν κατακόρυφον ἢ ὀριζοντίαν διεύθυνσιν, ἢ καὶ κατὰ ἀμφοτέρας, χωρὶς ἢ μετατόπισις αὕτη νὰ συνοδεύεται ἀπὸ σεισμούς. Ἀπὸ καιροῦ εἰς καιρὸν ὅμως ἢ μετατόπισις αὕτη γίνεται ὑπὸ μορφήν σκιρτημάτων (jolts or small increments of slippage) συνοδευομένων ὑπὸ αἰσθητῶν σεισμῶν. Μία ἐξαιρετικῶς χαρακτηριστικὴ ὁρατὴ περίπτωσις βαθμιαίας ὀλισθήσεως κατὰ μῆκος ἐνεργοῦ κλάδου ρήγματος ἀνεκαλύφθη τυχαίως τὸ 1956 εἰς ἓνα ἀμπελῶνα νοτίως τοῦ Hollister, εἰς τὴν Καλιφόρναν (Steinbrugge and Zacher, 1960.—Tocher, 1960.—Whitten and Claire, 1960). Ἐνας ἐνεργὸς κλάδος τοῦ ρήγματος τοῦ Ἀγίου Ἀνδρέου διέρχεται ἀκριβῶς κάτωθεν μιᾶς ἀποθήκης, καὶ αἱ ἐκατέρωθεν πλευραὶ τοῦ ρήγματος κινοῦνται συνεχῶς μὲ μέσση ταχύτητα $\frac{1}{2}$ Ἴντσας κατ' ἔτος. Λόγω τῆς κινήσεως ταύτης, ἢ δυτικὴ πλευρὰ τοῦ κτηρίου, ἐξ ἐνισχυμένου σκυροκονιάματος, κινεῖται συνεχῶς πρὸς Βορρᾶν ἐν σχέσει πρὸς τὴν ἀνατολικὴν πλευρὰν τούτου. Ἡ ὀλισθήσις δὲν εἶναι τελείως συνεχῆς. Αἱ συσκευαὶ ἀναγραφῆς δεικνύουν ὅτι ἡ κίνησις γίνεται γενικῶς κατὰ περιόδους ποῦ διαρκοῦν ὀλόκληρον ἑβδομάδα. Κατὰ τὴν διάρκειαν ἑνὸς σειсмоῦ τὸ 1960 παρατηρήθη ὀλισθήσις ἀνερχομένη εἰς $\frac{1}{8}$ Ἴντσας. Ἐνα ἄλλο σοβαρὸν σκίρτημα τὸ 1961 ἔσεισε τὰ κτήρια τοῦ ἀμπελῶνος καὶ ἐπροξένησε μικρὰς ζημίας (Lacopi, 1964).

Ἀνάλογος δεξιόστροφος πλευρική ὀλίσθησις παρατηρήθη ἐσχάτως εἰς τὸ Fremont τῆς Καλιφορνίας, μεταξὺ τῶν ἐπαρχιῶν Irvington καὶ Niles, κατὰ μῆκος τοῦ ρήγματος Hayward, γνωστοῦ ἀπὸ τὸν σεισμὸν τῆς 21ης Ὀκτωβρίου 1968 (Cluff and Steinbrugge, 1966. — Bonilla, 1966. — Blanchard and Laverty, 1966. — Radbruch and Lennert, 1966. — Bolt and Marion 1966. — Pope, Stearn and Whitten, 1966). Ἀναφέρεται ὅτι ἀπὸ τοῦ 1949 ἢ τῶν ἀρχῶν 1950 μέχρι τοῦ 1957 περίπου συνέβη ἐντὸς ζώνης εὗρους 10 ποδῶν, παραλλήλου πρὸς τὸ ρήγμα, ὀλίσθησις $\frac{1}{2}$ ποδός, δίχως σεισμὸν.

Ἀπὸ ἐργαστηριακὰ πειράματα ἔχει δειχθῆ ὅτι ἡ ἀντοχὴ τῶν πετρωμάτων εἰς διατμητικὰς τάσεις εἶναι τῆς τάξεως τῶν 100-140 kgr*/cm² (Jaeger, 1964). Πρόσφατοι ὑπολογισμοὶ ἐρειδόμενοι εἰς δεδομένα τῆς πυρηνικῆς ἐκρήξεως Rainier ἀπεκάλυψαν ὅτι ἡ ἀντοχὴ εἰς ἐφελκυσμὸν τῶν πετρωμάτων in situ εἶναι περίπου κατὰ δύο τάξεις μεγέθους μικρότερα τῆς τιμῆς ποὺ προκύπτει ἀπὸ ἐργαστηριακὰς μετρήσεις εἰς δείγματα (Chilton et al., 1965). Ἐπίσης, ἀπὸ ἐργαστηριακὰ πειράματα ἔχει δειχθῆ ὅτι ἡ διάρρηξις τῶν ὕλικῶν ἀρχίζει πολὺ ταχύτερα, ἐὰν ἐπὶ συνεχοῦς τάσεως προστεθῆ πολὺ μικρὰ περιοδικὴ τάσις, μὲ πλάτος μικρότερον καὶ ἀπὸ 1 % τοῦ πλάτους τῆς συνεχοῦς τάσεως. Οὕτω λ.χ. εἰς ὠρισμένον εἶδος χάλυβος ὑπὸ ἰσοροπίαν τάσεως 120.000 psi καὶ ἀνηγγμένης παραμορφώσεως 4×10^{-2} , ἐὰν ἐφαρμοσθῆ ὑπέρτασις μόνον 1,5 %, ἀρχίζουν νὰ ἐμφανίζονται μεγάλα ταχύτητες ροῆς τῆς τάξεως 5×10^{-3} /sec (Bridgman, 1952). Ἡ πίεσις ἐπὶ τοῦ ὠκεανείου πυθμένους τῆς ἠπειρωτικῆς κρηπίδος εἰς τὴν Ἀλάσκαν κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ ἡμίσεος παλιροῦ κύκλου διαρκείας περίπου 6 ὥρῶν ἀνέρχεται εἰς 0,3kgr*/cm². Μὲ βάσιν τὰ δεδομένα ταῦτα ὁ Berg πιστεύει ὅτι ἡ πίεσις αὕτη ἐφαρμοζομένη ἐπὶ τινὰς ὥρας ἐπὶ τῆς ἠπειρωτικῆς κρηπίδος εἶναι ἱκανὴ νὰ φέρῃ ὕλικὸν μὲ ἀντοχὴν διαρρήξεως τῆς τάξεως τῶν 30 kgr*/cm² εἰς τὸ σημεῖον διαρρήξεως.

Ἐάν, προσθέτως, λάβωμεν ὑπ' ὄψιν ὅτι εἰς τὰς σεισμικὰς περιοχὰς παρουσιάζονται κατὰ περιόδους μικραὶ ἐρπυστικαὶ μετατοπίσεις, αἱ ὁποῖαι συνεχίζονται ἐπὶ ἐβδομάδας δίχως νὰ συνοδεύωνται ἀπὸ σειμούς, εἶναι λογικὸν νὰ δεχθῶμεν ὅτι, εἰς τὰς περιόδους ταύτας, ἐὰν ἐφαρμοσθῆ μικρὰ μονόπλευρος πίεσις, ἀκόμη καὶ τῆς τάξεως $1/2$ kgr*/cm², εἶναι εὐκόλον νὰ προκαλέσῃ αὕτη αὐξήσιν τῆς ταχύτητος ὀλίσθησεως ἢ ἀπτότομον μεταβολὴν ταύτης, δηλαδὴ ἓνα σκίρτημα, ἐκδηλούμενον ὑπὸ μορφήν σειμοῦ. Ἡ ἄποψις αὕτη ἐπιβεβαιοῦται ἀπὸ τὴν παρατήρησιν ὅτι ἡ αὐξήσις τῆς σεισμικῆς συχνότητος εἰς ὠρισμένους τόπους συμπαρομαρτεῖ μὲ μεταβολὴν εἰς τὴν ταχύτητα φορτώσεως τοῦ πυθμένους τεχνητῶν λιμνῶν ἢ κοιλάδων ποταμῶν.

Ἦς ἐδείχθη ἀπὸ ἀναλόγους ἐρέυνας (Guha et al., 1956), ἀπὸ ὅλα τὰ αἴτια

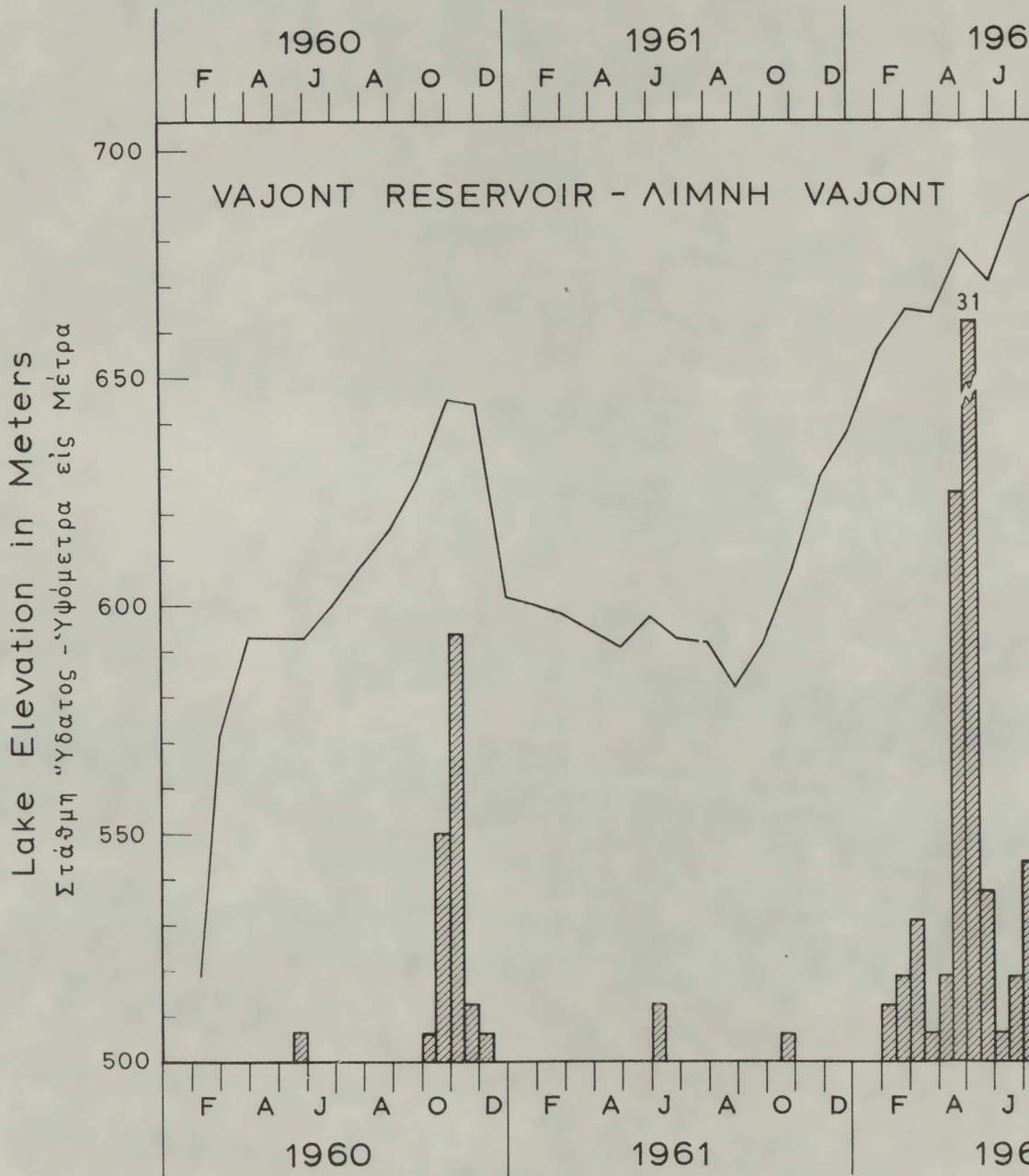
ἐκλύσεως σεισμῶν τὸ πλεόν ἐμφανές εἶναι ἡ ταχύτης μεταβολῆς φορτώσεως τοῦ ἐδάφους εἰς περιοχὰς ποὺ εἶναι σεισμικῶς ἐνεργοί. Τοῦτο πιθανῶς νὰ ὀφείλεται εἴτε εἰς τὸ μέγεθος ἐπιβαρύνσεως, εἴτε εἰς τὸν τρόπον ποὺ ἀσκεῖται αὕτη. Ἐὰν λόγου χάριν ἡ ὑδροστατικὴ πίεσις ἀσκεῖται ἐπὶ σφηνοειδοῦς ρηξιγενοῦς τεμάχους ἐκτεινομένου μέχρι τῆς ἐπιφανείας τοῦ βασάλτοιδοῦς στρώματος καὶ τὸ εὖρος τῆς κάτω ἐπιφανείας εἶναι 10 % τοῦ εὗρους τῆς ἄνω ἐπιφανείας τούτου, ἡ πρόσθετος πίεσις ποὺ ἀσκεῖται ἐπὶ τῆς βάσεως στηρίξεως τοῦ τεμάχους εἶναι 10/πλασία αὐτῆς ποὺ ἀσκεῖται ἐπὶ τῆς ἄνω ἐπιφανείας τοῦ σφηνοειδοῦς τεμάχους. Ἐκτὸς τούτου, τὸ ὕδωρ διεισδύον ὑπὸ σημαντικῶς μεγαλύτεραν τῆς συνήθους πίεσιν κατὰ μῆκος τῶν πλευρῶν τοῦ ρηξιγενοῦς τεμάχους δύναται ν' αὐξήσῃ καὶ ἐπεκτείνῃ τὴν λίπανσιν (fault-plane lubrication), καὶ νὰ ἐλαττώσῃ οὕτω τὸν συντελεστὴν τριβῆς κατὰ μῆκος τοῦ ρήγματος εἰς σημαντικὸν βᾶθος.

Ἡ διαφορὰ χρόνου ποὺ παρατηρεῖται ἐνίοτε μεταξύ τῆς μεγίστης ταχύτητος φορτώσεως ἢ τῶν ἐποχιακῶν μεγίστων (seasonal peaks in loading) καὶ τῶν μεγίστων τῆς σεισμικῆς δράσεως φαίνεται νὰ ὀφείλεται, ἐν μέρει, εἰς τὸν χρόνον ποὺ ἀπαιτεῖται διὰ τὴν αὐξήσιν καὶ ἐπέκτασιν τῆς λιπάνσεως εἰς τὰ βαθύτερα μέρη τῆς ρηξιγενοῦς ἐπιφανείας. Ἀνώριμοι εἰσέτι ἐλαστικαὶ τάσεις, δηλαδὴ μικρὰ διαφορὰ μεταξύ τῶν ἀσκουμένων τάσεων καὶ τοῦ σημείου ἀντοχῆς διαρρήξεως τῶν πετρωμάτων δύναται ἐπίσης νὰ δικαιολογήσῃ μικρὰν καθυστέρησιν εἰς τὸν χρόνον ἐκδηλώσεως τῆς σεισμικῆς δράσεως. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην ὁ χρόνος καθυστέρησεως ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸν χρόνον ποὺ ἀπαιτεῖται διὰ τὴν πλήρη ὀρίμανσιν τῶν ἐπικρατουσῶν ἐλαστικῶν τάσεων, δηλαδὴ διὰ τὴν συγκέντρωσιν ἐλαστικῶν τάσεων μέχρι τοῦ σημείου ἀντοχῆς διαρρήξεως τῶν πετρωμάτων.

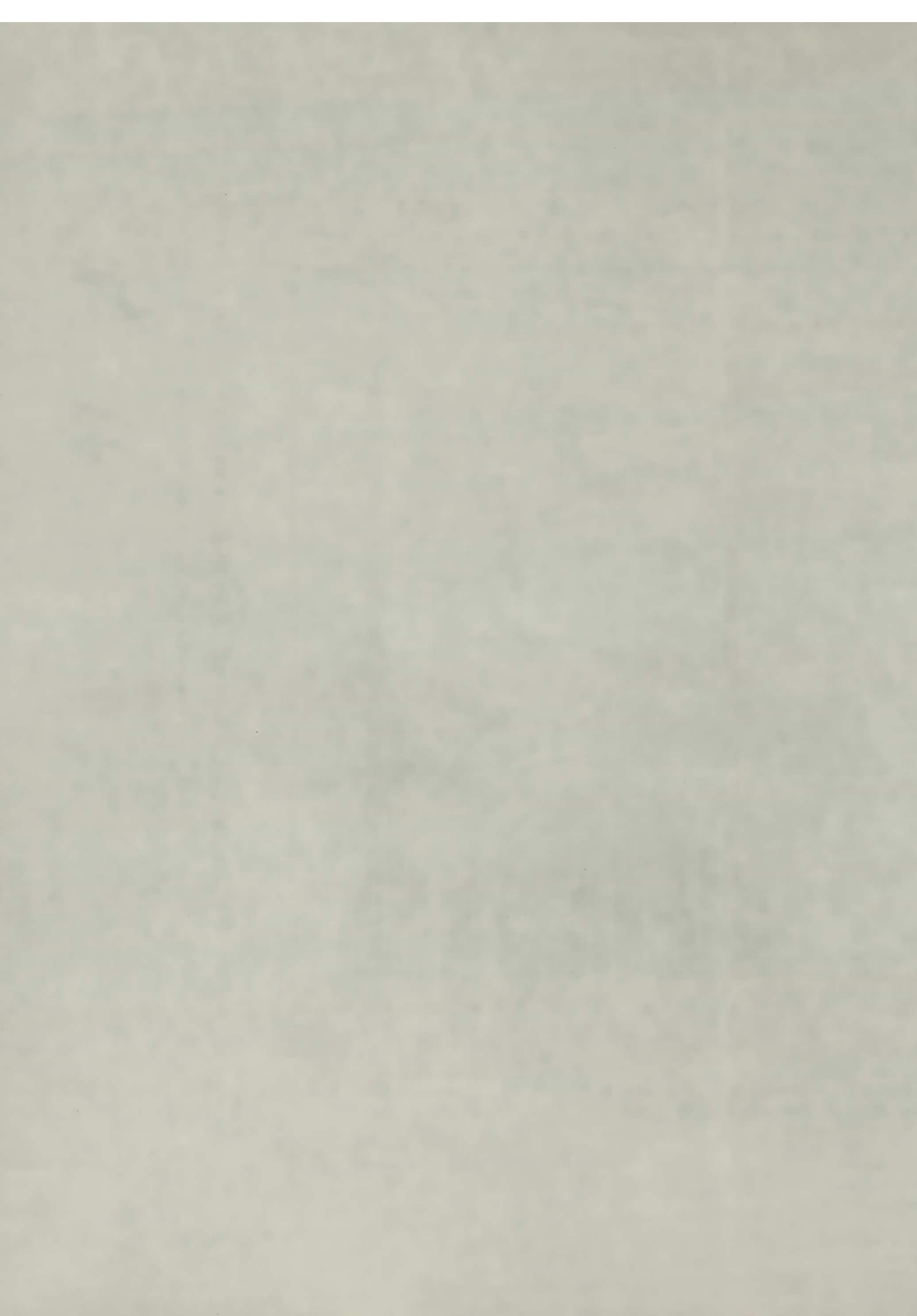
REFERENCES

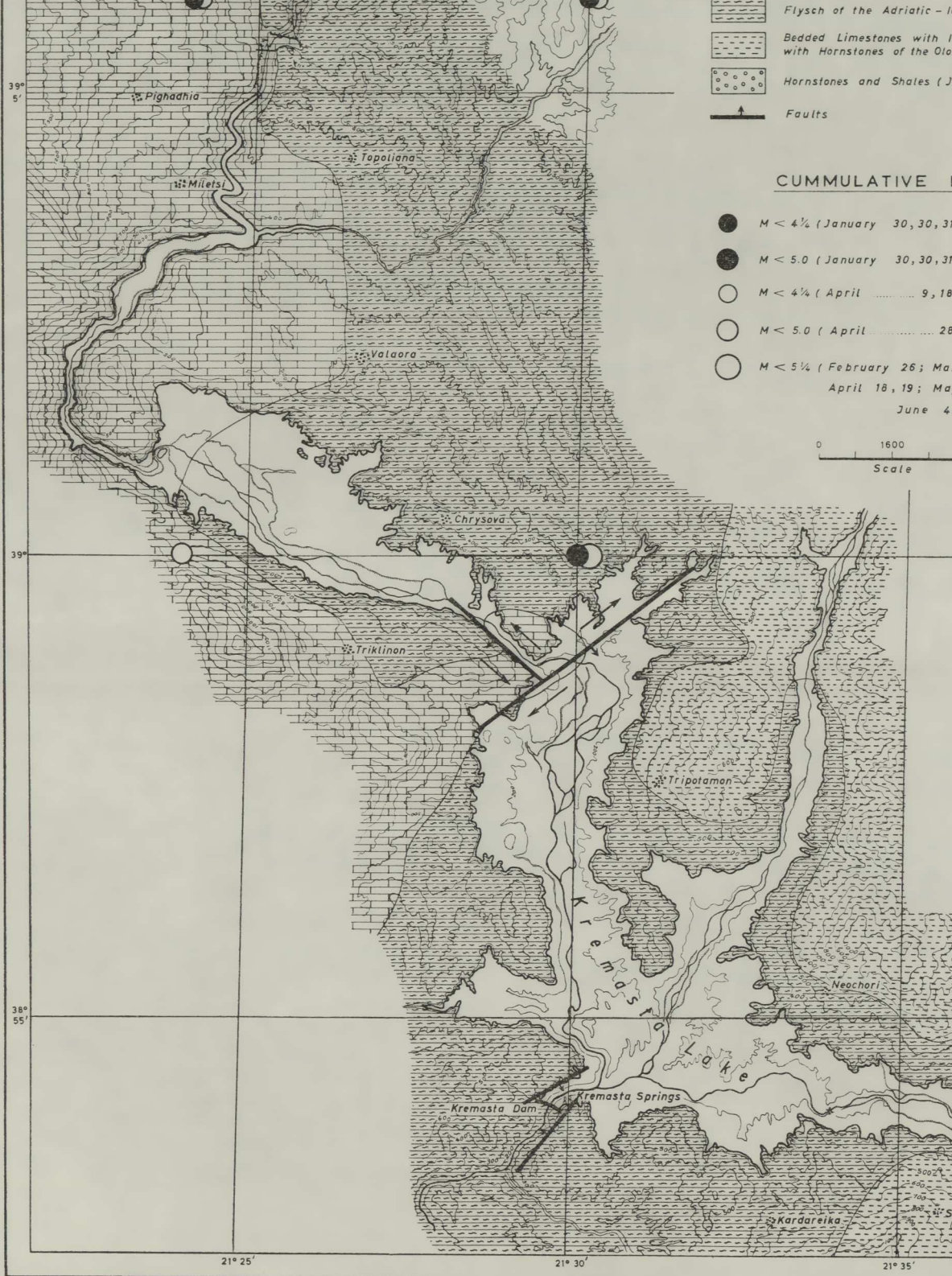
- BERG, E., Triggering of the Alaskan Earthquake of March 28, 1964 and Major Aftershocks by Low Ocean Tide Loads, «*Nature*» (in Press, 1966).
- BERG, E., Fundamental and Applied Research in Seismology in Alaska, «*Final Report, UAG R-179*», 1966.
- BLANCHARD, F. B. and G. L. LAVERTY, Displacements in the Claremont Water Tunnel at the Intersection with the Hayward Fault, «*Bull. Seism. Soc. Am.*», **56**, 291-294, 1966.
- BONILLA, M. G., Deformation of Railroad Tracks by slippage on the Hayward Fault in the Niles District of Fremont California, «*Bull. Seism. Soc. Am.*», **56**, 281-289, 1966.

- BOLT, B. A. and W. C. MARION, Instrumental Measurement of Slippage on the Hayward Fault, «*Bull. Seism. Soc. Am.*», **56**, 305-316, 1966.
- BRIDGMAN, P. W., Studies in Large Plastic Flow and Fracture, (New York: McGraw Hill Book Co., 1952).
- CALOI, P., L'evento del Vajont nei suoi aspetti geodinamici, «*Ann. di Geof.*», **19**, 1, 1-74, 1966.
- CARDER, D. S., Seismic Investigations in the Boulder Dam Area, 1940-1944. and the Influence of Reservoir Loading on Local Earthquake Activity, «*Bull. Seism. Soc. Am.*», **35**, 175-192, 1945.
- CARDER, D. S., and J. B. SMALL, Level Divergences, Seismic Activity and Reservoir Loading in the Lake Mead Area, Nevada and Arizona, «*Trans. Am. Geoph. Union.*», **29**, 6, 767-771, 1948.
- CHILTON, F., EISLER, J. D. and H. G. HEUBACH, Dynamics of spalling of the Earth's Surface Caused by Underground Nuclear Explosions, Abstract. «*Trans. Am. Geoph. Union.*», **46**, 539, 1965.
- CLUFF, L. S. and K. V. STEINBRUGGE, Hayward Fault Slippage in the Irvington-Niles Districts of Fremont, California, «*Bull. Seism. Soc. Am.*» **56**, 257-279, 1966.
- EVANS, M. D., Man-made Earthquakes in Denver, «*Geotimes*», 11-18, May-June, 1966.
- GALANOPOULOS, G. A., Die Erdbebengefährlichkeit von Athen, «*Prakt. Acad. Ath.*», **31**, 464-472, 1956.
- GALANOPOULOS, G. A., The large Congugate Fault System and the Associated Earthquake Activity in Greece, «*Ann. Geol. Pays Hellén.*», **18**, 119-134, 1965.
- GUHA, S. K., RAM, G. and G. V. RAO, Trigger Causes in Earth Movements, «*Publ. Bur. Cent. Seism. Intern., Trav. Sci.*», Ser. A. Fasc. **19**, 345-355, 1956.
- JAEGER, J. C., Elasticity, Fracture and Flow, (New York: John Wiley & Son. Inc., 1964).
- KIRSCH, G. A., Vajont Reservoir Disaster, «*Geotimes*», **9**, 9, 1965.
- LACOPI, R., Earthquake Country, (California: Lane Book Co., 1964).
- MCGINNIS, L. D., Earthquakes and Crustal Movement as Related to Water Load in the Mississippi Valley Region, *Illinois State Geol. Survey*, Circular 344, Urbana 1963.
- MATUZAWA, T., Study of Earthquakes (Tokyo: Uno Shoten, 1964).
- POPE, A. J., J. L. STEARN and C. A. WHITTEN, Surveys of Crustal Movement Along the Hayward Fault, «*Bull. of Seism. Soc. Am.*», **56**, 317-323, 1966.
- RADBRUCH, D. H. and B. J. LENNERT, Damage to Culvert Under Memorial Stadium, University of California, Berkeley, Caused by Slippage in the Hayward Fault Zone, «*Bull. Seism. Soc. Am.*», **56**, 295-304, 1966.
- STEINBRUGGE, K. V. and E. G. ZACHER, Creep on the San Andreas Fault-Fault Creep and Property Damage, «*Bull. Seism. Soc. Am.*», **50**, 389-396, 1960.
- TOCHER, DON, Creep on the San Andreas Fault-Creep Rate and Related Measurements at Vineyard, California, «*Bull. Seism. Soc. Am.*», **50**, 396-404, 1960.
- WHITTEN, C. A. and C. N. CLAIRE, Creep on the San Andreas Fault-Analysis of Geodetic Measurements along the San Andreas Fault, «*Bull. Seism. Soc. Am.*», **50**, 404-414, 1960.



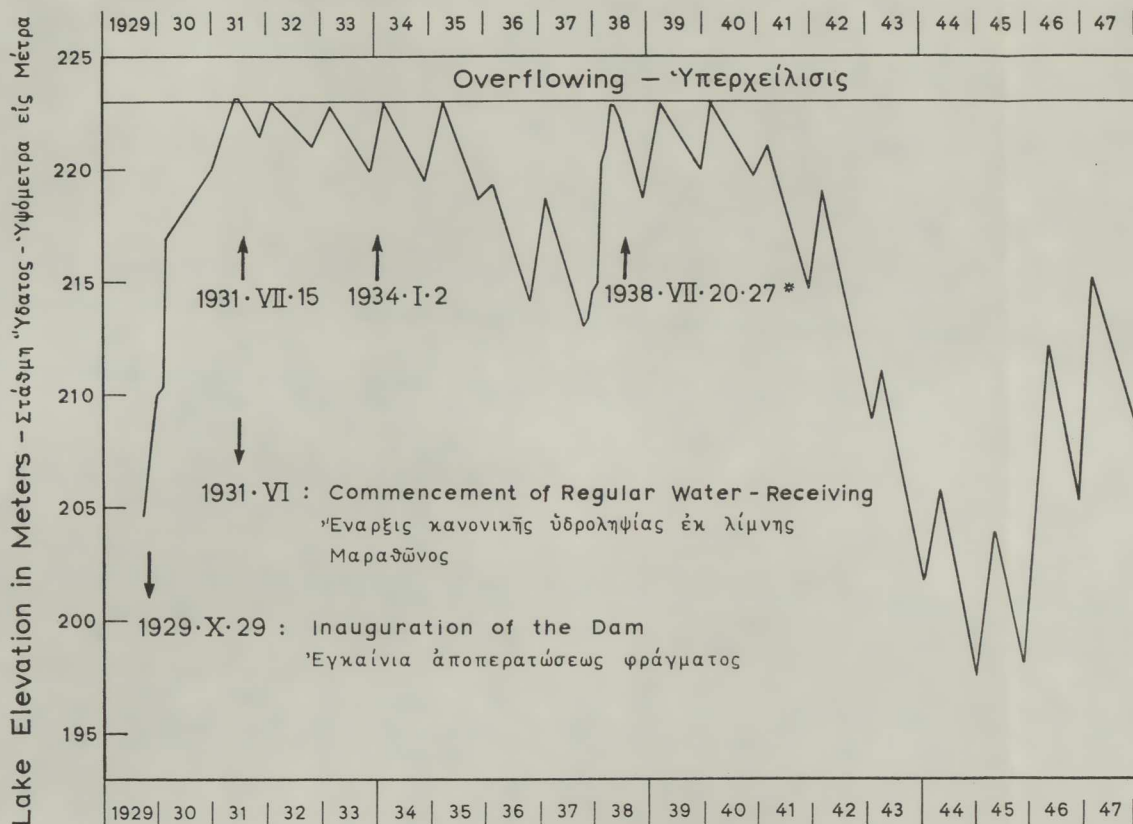
Εικ. 13. — Μικροσεισμοί και διακυμάνσεις της στάθμης της λίμνης Vajont κατά την περίοδον 1960 - 1962
near the Vajont Dam and the seasonal fluctuations of Vajont Reservoir over the





Είχ. 14. — Γεωλογικός χάρτης της περιοχής της τεχνητής λίμνης των Κρεμαστών και αι ἐγγύτεροι σεισμικοί ἐν δράσει ἀπὸ τῆς 21 'Ιουλίου 1965 μέχρι τέλους 'Ιουνίου 1966. — (Geological setting in the Kremasta artificial lake and the earthquake foci that have been located since July 21, 1965, to the end of June, 1966. See also G. VOREADIS and G. PARASKEVOPOULOS).

LAKE MARATHON -



Εικ. 15. — Τοπικοί σεισμοὶ μεγέθους $M \leq 6$ αἰσθητοὶ εἰς Ἀττικὴν καὶ αἱ διακυμάνσεις τῆς $M \leq 6$ felt in Attica and fluctuations of the level of the



A B S T R A C T

There is strong evidence for a positive correlation between the earthquake occurrence in the region of Attica and the rate of change of waterloading in the Marathon Dam area which strengthens the belief that earthquakes of moderate magnitude ($M \leq 6$) may be triggered by a relatively high rate of change of waterloading in artificial lakes situated in regions active in respect of shallow earthquakes. Seismic activity and reservoir loading in the areas of Vajont and Kremasta Lakes support the case. Laboratory stress experiments and well authenticated phenomena of fault creep i.e. «continuous process of slippage at depth within an active fault zone during a period of time that may extend over many years», seem to account for the observed triggering process.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author is indebted to the assistants of the Seismological Institute, Athens Observatory, Mr. P. Comninakis for collecting the data related to the earthquake swarm in 1953, and Mr. N. Delibasis for collecting the data of the earthquakes having occurred after 1956. I wish to thank Miss. A. Vasilikou for her assistance in making fig. 2 and Prof. Dr. G. Paraskevopoulos for making available the geological setting of the Kremasta Lake area. The author is much obliged to Dr. Dean S. Carder for thermofax copies of his papers and the personal communication regarding the Mead Lake, and to Prof. Edward Berg for making available a preprint of his paper. Many thanks are due to the Anonymous Greek Water Corporation of Athens-Piraeus and the Environs, particularly to the Director Mr. A. Georgalas, who made available diagrams showing the rise of water in the Marathon Reservoir from 205 m elevation late in 1929 to the condition of seasonal fluctuation beginning in June 1931, the dates of the maximum rate of the reservoir loading and the dates of maximum and minimum lake elevation over the period 1957 to 1965. Finally, I wish to express my thanks to Electric Power Corporation, particularly to the assistant Director Mr. G. Bomboris, for making available the pattern of the filling of the Kremasta Lake and the technical data concerning the Kremasta Dam, to Mrs. C. Papazachos for the typewriting of the manuscript and to Mr. M. Sverkiou, Geographical Laboratory, University of Athens, for the drawing of the figures. Aerial photographs of the Marathon Lake and the Kremasta Dam were made available through the courtesy of the Greek Air Forces (ΓΕΑ/Α2-IV) and of the Power Electric Corporation.

The research was partially supported by the AIR FORCE OFFICE OF SCIENTIFIC RESEARCH under Contract AF 61(052)-803 through the European Office of Aerospace Research (OAR) United States Air Force as part of the Advanced Research Project Agency's, Project VELA UNIFORM.

Ὁ Ἀκαδημαϊκὸς κ. Ἰω. Τρικκαλινός, παρουσιάζων τὴν ὡς ἄνω ἀνακοίνωσιν, εἶπε τὰ ἑξῆς:

Ἔχω τὴν τιμὴν νὰ ἀνακοινώσω εἰς τὴν Ἀκαδημίαν Ἀθηνῶν μελέτην τοῦ Καθηγητοῦ τῆς Σεισμολογίας ἐν τῷ Πανεπιστημίῳ Ἀθηνῶν κ. Γαλανοπούλου, πραγματευομένην τὴν ἐπίδρασιν τῶν διακυμάνσεων τῆς στάθμης τῆς λίμνης τοῦ Μαραθῶνος ἐπὶ τῆς σεισμικῆς δράσεως τοῦ λεκανοπεδίου τῆς Ἀττικῆς.

Διὰ τὴν εὐκολωτέραν παρακολούθησιν τῆς παρουσίας ἀνακοινώσεως παρουσιάζω τρία διάφορα σκαριφήματα τῆς τεκτονικῆς κατασκευῆς τῶν ἑξωτάτων στρωμάτων τῆς Γῆς.

Τὰ αἷτια τὰ ὁποῖα προκαλοῦν τοὺς σεισμοὺς εἶναι, ὡς γνωστόν, ἐνδογενῆ, ὀφειλόμενα εἰς τὴν ἔκλυσιν διαφόρων τάσεων, αἱ ὁποῖαι προκαλοῦν ἐνίοτε τὴν ἀπότομον μετακίνησιν διαφόρων τεμαχῶν τοῦ φλοιοῦ τῆς Γῆς. Διακρίνονται δὲ εἰς δύο κατηγορίας: 1) Τὰ ἄμεσα, ὅπως τὰ ἀνωτέρω ἀναφερθέντα, καὶ 2) τὰ ἔμμεσα ἢ δευτερεύοντα, τὰ ὁποῖα εἶναι ἑξωγενῆ καὶ τὰ ὁποῖα ἐπισπεύδουν τὴν ἐκδήλωσιν σεισμῶν εἰς τινὰ περιοχὴν. Εἰς τὰ ἑξωγενῆ αἷτια ὑπάγεται κυρίως ἡ εἰς μικρὸν χρονικὸν διάστημα συσσώρευσις μεγάλων ποσοτήτων ὕδατος εἰς τὸν χῶρον τεχνητῶν λιμνῶν. Εἶναι φανερόν ὅτι ἡ συσσώρευσις τεραστίων ποσοτήτων ὕδατος προκαλεῖ ἰσχυρὰν πίεσιν ἐπὶ τοῦ ὑποβάθρου τῶν τεχνητῶν λιμνῶν, ἡ ὁποία ἐκδηλώνεται ὑπὸ μορφήν σεισμῶν εἰς τὴν ἀνωτέρω περιοχὴν. Ὁ καθηγητὴς κ. Γαλανόπουλος παραθέτει ἐν τῇ παρουσίᾳ μελέτην τοῦ μέγαν ἀριθμὸν βιβλιογραφικῶν δεδομένων εἰδικῶν σεισμολόγων, τὰ ὁποῖα ἀποδεικνύουν ὅτι ἡ συσσώρευσις ὕδατος ἐντὸς τῶν τεχνητῶν λιμνῶν συμβάλλει εἰς τὴν ἐκδήλωσιν σεισμῶν.

Εἰς τὴν Ἑλλάδα, καθὼς ἐξάγεται ἐκ τοῦ ὕλικου παρατηρήσεων 119 ἐτῶν, ὡς ἀναφέρει ὁ κ. Γαλανόπουλος, συμβαίνουν κατ' ἔτος 11 σεισμοὶ ἐντάσεως 4 βαθμῶν, καθαρῶς ἐνδογενοῦς προελεύσεως. Μὲ σεισμοὺς τῆς ἐτέρας κατηγορίας, οἱ ὁποῖοι ὀφείλονται εἰς ἔμμεσα αἷτια, δηλαδὴ τὴν συσσώρευσιν ὕδατος ἐντὸς τεχνητῆς λίμνης, ἤρχισε νὰ ἀσχολῆται ὁ καθηγητὴς κ. Γαλανόπουλος ἀπὸ τοῦ Ἰουλίου τοῦ 1965, ὁπότε εἰς τὴν περιοχὴν τοῦ φράγματος τῶν Κρεμαστῶν, κατόπιν τῆς συσσωρεύσεως ὕδατος, ἐξεδηλώθησαν ἰσχυροὶ σεισμοί. Τὸ φαινόμενον τῆς περιοχῆς τοῦ φράγματος τῶν Κρεμαστῶν εὐρίσκεται ἐν ἐξελίξει, εἶναι δὲ λίαν λυπηρὸν τὸ γεγονός ὅτι τὸ Σεισμολογικὸν Ἰνστιτούτον, λόγῳ ἐλλείψεως κρατικῶν πόρων ἢ ἐκ τῆς ΔΕΗ, δὲν ἠδυνήθη πρὸ τῆς ἐνάρξεως τῆς πληρώσεως τῆς λίμνης τῶν Κρεμαστῶν νὰ ἐγκαταστήσῃ εἰς τὴν ἀνωτέρω περιοχὴν τοὺς εὐαισθητοὺς σεισμογράφους τοῦ διὰ τὴν παρακολούθησιν τῆς παρουσίας καὶ μελλοντικῆς ἐξελίξεως τῶν σεισμῶν ἐνταῦθα. Ἡ εὐκαιρία ἦτο μοναδικὴ διὰ τὴν διερευνῆσιν τοῦ φαινομένου.

ἢ ὅποια εἶναι δυνατὴ μόνον διὰ τῆς ἐξετάσεως τῶν διαφορῶν σειсмоγραμμάτων, Διὰ τὴν δὴ δώση ὁ κ. Γαλανόπουλος μόνον γενικὴν ἰδέαν τοῦ φαινομένου τῆς τεχνητῆς λίμνης τῶν Κρεμαστῶν ἀναφέρει τὰ ἑξῆς:

Ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς τεχνητῆς λίμνης τῶν Κρεμαστῶν, 80 τετρ. χιλιομ., εἰσέφρευσαν εἰς μικρὸν χρονικὸν διάστημα 4.750 ἑκατομμύρια κυβικὰ μέτρα ὕδατος. Ἀπὸ τοὺς δύο ἀνωτέρω ἀριθμούς, καὶ ἰδίᾳ ἀπὸ τὸν δεύτερον, λαμβάνει τις ἰδέαν τῶν τεραστίων πιέσεων, αἱ ὁποῖαι ἐξησκήθησαν ἐπὶ τῆς περιορισμένης ἐκτάσεως τῶν 80 τετρ. χιλιομ., καὶ τῆς ἐντόνου διευκολύνσεως διὰ τὴν ἐκδήλωσιν ἐνταῦθα ἰσχυρῶν σεισμῶν.

Τὴν λεπτομερῆ ἀλληλοεξάρτησιν σεισμῶν καὶ αὐξομειώσεων πιέσεων, προερχομένων ἐκ τῆς αὐξήσεως ἢ ἐλαττώσεως τῶν μαζῶν τοῦ ὕδατος ἐπὶ τοῦ ὑποβάθρου τῶν λιμνῶν ἐξετάζει ὁ κ. Γαλανόπουλος εἰς τὴν λίμνην τοῦ Μαραθῶνος.

Μέχρι πρό τινος ἀκόμη ἐπιστεύετο ὅτι ἡ Ἀττικὴ στερεῖται αὐτοθιγενῶν σεισμῶν. Αἱ ἐργασίαι ὅμως τοῦ κ. Γαλανοπούλου ἀπέδειξαν ὅτι ἡ Ἀττικὴ ἔχει τοπικὰς ἐστίας σεισμῶν, μίαν παρὰ τὴν Ἐκάλην καὶ ἑτέραν εἰς τὴν νοτιάν παρυφὴν τῆς Πάρνηθος. Πλὴν τούτων τελευταίως ἐπιστοποιήθη ἡ ὑπαρξις ἐτέρων δύο σεισμικῶν κέντρων εἰς τὴν νοτιάν παρυφὴν τῆς Πεντέλης καὶ πλησίον τῆς Φυλῆς.

Ὁ κ. Γαλανόπουλος ἀναφέρει περαιτέρω, ὅτι μετὰ τὴν πλήρωσιν τῆς λίμνης τοῦ Μαραθῶνος ὑπὸ ὕδατος ἔλαβον χώραν ἀπὸ τοῦ 1931 μέχρι σήμερον δεκατέσσαρες σειμοί, σχετικῶς ἔντονοι, προερχόμενοι ἐκ τῶν μνημονευθέντων κέντρων. Ἐπειδὴ οἱ σειμοὶ οὗτοι δὲν παρατηρήθησαν μόνον κατὰ τὴν περίοδον τῆς πληρώσεως τῆς λίμνης, ἀλλὰ ἐξηκολούθησαν ἀπὸ τοῦ 1930 καὶ μέχρι τοῦ 1965, ἦτοι ἐπὶ 36 ἔτη, ἐγέννησαν εἰς τὸν κ. Γαλανόπουλον τὴν ὑπόψιαν, ὅτι οἱ μετὰ τὴν πλήρωσιν τῆς λίμνης τοῦ Μαραθῶνος ὑπὸ ὕδατος σειμοὶ δὲν ὀφείλονται πλέον εἰς τὴν ἀρχικὴν φόρτισιν τοῦ βυθοῦ τῆς λίμνης, ἀλλὰ εἰς τὰς ἐπιγενεῖς αὐξομειώσεις τῆς στάθμης τῆς λίμνης. Πρὸς διερεύνησιν τοῦ φαινομένου τούτου ἀπετάθη ὁ κ. Γαλανόπουλος εἰς τὴν Ἑταιρείαν Ὑδάτων, ἣτις προθύμως ἔθεσεν εἰς τὴν διάθεσίν του διάγραμμα τῶν αὐξομειώσεων τῆς στάθμης τῆς λίμνης, δηλαδὴ τὰς κατ' ἀντιστοιχίαν αὐξομειώσεις τῶν πιέσεων, ἀπὸ τῆς ἐποχῆς πληρώσεως τῆς λίμνης μέχρι σήμερον. Ἡ εὐφυῆς αὕτη σκέψις τοῦ συγγραφέως τῆς παρουσίας μελέτης ἐπέτρεψεν εἰς αὐτὸν νὰ συνδυάσῃ τὰς αἰχμὰς τῆς στάθμης τοῦ ὕδατος τῆς λίμνης τοῦ Μαραθῶνος πρὸς τὰς κατὰ τὴν ἀντίστοιχον περίοδον ἐκδηλώσεις σεισμῶν εἰς τὴν περιοχὴν τῆς Ἀττικῆς. Τὸ σχετικὸν διάγραμμα, τὸ ὁποῖον συνοδεύει τὴν μελέτην ταύτην καὶ παρουσιάζεται σήμερον εἰς τὴν Ἀκαδημίαν Ἀθηνῶν, πιστοποιεῖ κατὰ τρόπον ἐκπληκτικὸν τὸ γεγονός ὅτι ἡ ἐκδήλωσις σεισμῶν εἰς τὴν Ἀττικὴν, προερχομένων ἐξ αὐτοθιγενῶν κέντρων, συμπίπτει πρὸς τὰς αἰχμὰς τοῦ διαγράμματος

τῆς στάθμης τοῦ ὕδατος τῆς λίμνης τοῦ Μαραθῶνος, δηλαδή μὲ τὰς μεγίστας φορτώσεις καὶ αὐξήσιν πιέσεων ἐπὶ τοῦ πυθμένος τῆς λίμνης.

Καὶ εἰς τὴν λίμνην τοῦ Μαραθῶνος, ὅπως συμβαίνει καὶ εἰς τὴν λίμνην τῶν Κρεμαστῶν, οἱ σεισμοί, λόγῳ τοῦ μικροῦ βάθους τῆς ἐστίας αὐτῶν, δὲν ἐπιδρῶν εἰς μεγάλας ἀποστάσεις.

Ἡ ἔντασις τῶν παρουσιαζομένων σεισμῶν εἰς τὰς τεχνητὰς λίμνας Μαραθῶνος καὶ Κρεμαστῶν εἶναι διάφορος, λόγῳ τοῦ διαφόρου μεγέθους αὐτῶν καὶ τῆς συσσωρεύσεως διαφόρων ποσοτήτων ὕδατος. Ἡ λίμνη τοῦ Μαραθῶνος ἔχει ἐπιφάνειαν 2,4 τετραγ. χιλιομέτρων, ὁ δὲ ὄγκος τοῦ ἐνταῦθα συσσωρευθέντος ὕδατος ἀνέρχεται εἰς 41 ἑκατομμύρια κυβικὰ μέτρα. Ἀντιθέτως, ἡ ἐπιφάνεια τῆς λίμνης τῶν Κρεμαστῶν εἶναι 80 τετρ. χιλιόμετρα, ὁ δὲ ὄγκος τοῦ ὕδατος αὐτῆς ἀνέρχεται εἰς τέσσαρα δισεκατομμύρια, ἑπτακόσια πενήκοντα ἑκατομμύρια κυβ. μέτρα. Εἶναι φυσικὸν ὅτι εἰς τὴν περιοχὴν τῆς λίμνης τῶν Κρεμαστῶν, λόγῳ τῶν τεραστίων ποσοτήτων ὕδατος, αἱ ὁποῖαι ἔχουν συσσωρευθῆ ἔνταῦθα, οἱ σεισμοὶ καὶ κατ' ἀκολουθίαν αἱ ἐξ αὐτῶν προκληθεῖσαι καταστροφαὶ εἶναι μεγαλύτεραι ἐκείνων αἱ ὁποῖαι ἐξεδηλώθησαν εἰς τὴν Ἀττικὴν μετὰ τὴν πλήρωσιν ὑπὸ ὕδατος τοῦ φράγματος τοῦ Μαραθῶνος.

Ἡ μελέτη αὕτη τοῦ καθηγητοῦ κ. Γαλανοπούλου, ἣτις στηρίζεται ἐπὶ ἀδιαβλήτων δεδομένων τοῦ Σεισμολογικοῦ Σταθμοῦ, ἐρμηνεύει οὐ μόνον τὰ διάφορα κινητικὰ φαινόμενα τῆς περιοχῆς τῆς Ἀττικῆς, ἀλλὰ, κατ' ἐπέκτασιν, καὶ ἐκεῖνα τὰ ὁποῖα παρουσιάζονται εἰς τὴν περιοχὴν τῆς λίμνης τῶν Κρεμαστῶν.

*

Ἀκολούθως ὁ κ. Γ. Γεωργαλᾶς, Πρόεδρος μέλος τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν, προέβη εἰς τὰ ἐξῆς σχόλια ἐπὶ τῆς ὡς ἄνω ἀνακοινώσεως:

Ἦκουσα μετὰ προσοχῆς τὴν περίληψιν τῆς ἀνακοινώσεως τοῦ συναδέλφου Καθ. κ. Γαλανοπούλου. Νὰ ἐκφέρῃ τις κρίσεις ἐπ' αὐτῆς —χωρὶς νὰ ἔχη ὑπ' ὄψιν του ὀλόκληρον τὸ κείμενον τῆς ἀνακοινώσεως— δὲν τὸ θεωρῶ σοβαρὸν. Πάντως ὁμως τὰ συμπεράσματα τῆς ἀνακοινώσεως προκαλοῦν τὸ ἐνδιαφέρον καὶ δημιουργοῦν ἐν σοβαρὸν —κατὰ τὴν γνώμην μου— ζήτημα, ἰδίως ἂν συνδυασθοῦν ταῦτα μὲ τὰ συμπεράσματα ἀναλόγων ἀνακοινώσεων τοῦ κ. Γαλανοπούλου, σχετικῶν μὲ τὴν τεχνητὴν λίμνην Κρεμαστῶν Βάλτου (Ἀχελῷου) καὶ τῶν σεισμῶν τῆς Εὐρυτανίας τοῦ παρελθόντος χειμῶνος. Κατὰ τὰς τελευταίας αὐτὰς ἀνακοινώσεις τοῦ κ. Γαλανοπούλου —γενομένης μέχρι τοῦδε μόνον διὰ τῶν ἡμερησίων ἐφημερίδων— ἡ τεχνητὴ λίμνη Κρεμαστῶν Βάλτου προεκάλεσεν ἢ μόνῃ αὐτῇ ἢ ἐν συνδυ-

ασμῶ μετ' ἄλλων γεωλογικῶν παραγόντων τὴν ἐκδήλωσιν τῶν σεισμῶν τῆς Εὐρυτανίας. Οὕτω πως, ἐνῶ ἕως τῶρα, προκειμένου περὶ κατασκευῆς εἰς μίαν περιοχὴν φράγματος μετὰ τεχνητῆς λίμνης, ἐξετάζετο καὶ ἐμελετᾶτο τὸ θέμα «μήπως ἡ τυχὸν ὑπάρχουσα σεισμικότης τῆς περιοχῆς γίνῃ αἰτία βλάβης τοῦ φράγματος ὑπὸ σεισμῶν, οἱ ὅποιοι τυχὸν θὰ ἐξεδηλοῦντο εἰς τὴν περιοχὴν», τῶρα θὰ πρέπη νὰ ἐξετάζεται καὶ τὸ ἀντίστροφον, «μήπως ἡ τεχνητὴ λίμνη γίνῃ ἀφορμὴ ἐκλύσεως σεισμικῶν δονήσεων ἐκ σεισμικῶν ἐστιῶν, αἱ ὅποιαί τυχὸν θὰ ὑπάρχουν εἰς τὴν περιοχὴν τῆς λίμνης».

Ὡς γεωλόγος μὲ ὑπερπεντηκονταετῆ ἐπιστημονικὴν θητείαν, ἀσχοληθεὶς μὲ φράγματα καὶ σεισμούς, καὶ ὡς Πρόεδρος τῆς Ἑλλην. Γεωλογικῆς Ἑταιρείας νομίζω ὅτι πρέπει νὰ ἀκουσθοῦν ἐπὶ τοῦ ζητήματος αὐτοῦ καὶ αἱ γνώμαι καὶ ἄλλων ἐπιστημόνων, δυναμένων νὰ ἔχουν γνώμην ἐπὶ τοῦ ζητήματος τούτου. Ἐπιφυλάσσομαι, ἀφοῦ λάβω γνώσιν ὀλοκλήρου τῆς ἀνακοινώσεως τοῦ κ. Γαλανοπούλου, νὰ ἐκφέρω καὶ ἐγὼ τὴν γνώμην μου καί, ἂν τὸ θεωρήσω καλόν, νὰ προκαλέσω εἰδικὴν συζήτησιν εἰς τὴν Ἑλλην. Γεωλογικὴν Ἑταιρείαν, κατὰ τὴν ὁποίαν νὰ συζητηθῇ τὸ θέμα καὶ νὰ ἀκουσθοῦν περισσότερα γνώμαι.
