

ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 30ΗΣ ΜΑΡΤΙΟΥ 1995

ΠΡΟΕΔΡΙΑ ΜΑΝΟΥΣΟΥ ΜΑΝΟΥΣΑΚΑ

ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΑ. — Ὁ περιορισμένος ἀριθμὸς καὶ χῶρος ἐμφάνισης μεγάλων σεισμῶν ἐπιφανείας στὴν Εὐρώπη, ὑπὸ τοῦ Ἀκαδημαϊκοῦ κ. Ἀγγέλου Γαλανοπούλου\*.

*«Λέγειν τὰ Προγενόμενα  
Γινώσκειν τὰ Παρόντα  
Προλέγειν τὰ Ἐσόμενα».*  
Ἴπποκράτης, Ἐπιδ. 1, 2, 5.

Ἡ Εὐρώπη, μίᾳ ἀπὸ τὶς 5 κατοικημένες Ἠπείρους τῆς Γῆς, ἢ τετάρτη σὲ ἔκταση (9.970.000 τετρ. χλμ. μὲ τὶς νήσους), περιβρέχεται ἀπὸ Β. ἀπὸ τὴν Βόρειο θάλασσα, ἀπὸ Δ. ἀπὸ τὸν Ἀτλαντικὸ Ὠκεανό, καὶ ἀπὸ Ν. ἀπὸ τὴν Μεσόγειο. Πρὸς Α. περιβρέχεται ἀπὸ τὴν Κασπία θάλασσα, καὶ φθάνει μέχρι τὴν ὄροσειρὰ πού κεῖται στὰ σύνορα Εὐρώπης καὶ Ἀσίας, τὰ Οὐράλια, πού εἶναι τὰ Ὑπερβόρεια ἢ Ριπαῖα ὄρη τῶν Ἀρχαίων. Τὰ Οὐράλια ἐκτείνονται κατὰ τὴν μεσημβρινὴ διεύθυνση σὲ μῆκος 2560 χλμ., ἀπὸ τὸν Κόλπο Καρά, στὸν Β. Παγωμένο Ὠκεανό, μέχρι τὴν λίμνη Ἀράλη, τὴν Ὠξειανὴ τῶν Ἀρχαίων, Α. τῆς Κασπίας.

Πρὶν ἀπὸ 32 χρόνια, σὲ μελέτη μου γιὰ τὴν χαρτογράφηση τῆς σεισμικῆς δράσεως στὴν Ἑλλάδα (Galanopoulos, 1963), εἶχα ὑπολογίσει ἀπὸ τὸν λογάριθμο τοῦ λόγου τῶν ἀριθμῶν τῶν σεισμῶν μεγέθους 6,8 καὶ μεγαλύτερων σ' ὀλόκληρη τὴν Γῆ καὶ στὸν εὐρύτερο Ἑλληνικὸ χῶρο (34°N 42°, 19°E 29°), ὅτι ἡ σεισμικότης στὴν Ἑλλάδα φθάνει τὸ 2% περίπου τῆς σεισμικότητος ὀλοκλήρου τῆς Γῆς. Ἡ σεισμικότης ὀλοκλήρου τῆς Εὐρώπης, κατὰ τοὺς ὑπολογισμοὺς τῶν Gutenberg καὶ Richter (1954), φθάνει τὰ 3-4% τῆς σεισμικότητος τῆς Γῆς.

\* A. G. GALANOPOULOS, *The Limited Occurrence in Number and Region of Large Shallow Earthquakes in Europe, 1900 to 1989.*

Σε δημοσίευσή μου τὸ 1988 «*Εἰς Μνήμην Δ. Κωτσάκη*», ἀναφέρονται 14 σεισμοὶ ἐπιφανείας μεγέθους 7 καὶ ἄνω γιὰ τὸν Ἑλληνικὸ Χῶρο (Γαλανόπουλος, 1988).

Στὸν πρόσφατο κατάλογο τῶν μεγάλων σεισμῶν ἐπιφανείας μεγέθους 7 καὶ ἄνω, 1900-1989, ἀπὸ τοὺς Pacheco καὶ Sykes (1992) καταχωροῦνται 697 σεισμοὶ γιὰ ὀλόκληρη τὴν Γῆ (Galanopoulos, 1993). Ὁ ἀριθμὸς τῶν μεγάλων σεισμῶν ἐπιφανείας μεγέθους  $M_s \geq 7$  ποὺ ἀναφέρονται στὸν Ἑλληνικὸ χῶρο στὸ ἴδιο διάστημα, 1900-1989, εἶναι 14, ὅσοι εἶχαν δημοσιευθεῖ καὶ τὸ 1988. Κατὰ ταῦτα, ἡ σεισμικότης στὸν Ἑλληνικὸ χῶρο μὲ τὰ ἀνωτέρω δεδομένα ἐξακολουθεῖ νὰ εἶναι τὸ 2% (14 : 697) τῆς σεισμικότητος ὀλοκλήρου τῆς Γῆς.

TABLE 1

Seismic Moment Catalog of Large, Shallow Earthquakes, 1900-1989, for Europe

Date yr	Time		Time		Source		Ms	Moment
	mn	da	hr	min	Lat	Lon.	corr.	$10^{20}\text{Nm}$
1904	04	04	10	26	41.75	23.25	7.0	0.44
1912	08	09	01	29	40.50	27.00	7.5	2.45
1953	08	12	09	23	38.25	20.25	7.1	0.62
1956	07	09	07	09	36.70	25.80	7.7	4.90
1957	04	25	02	25	36.50	28.75	7.0	0.44
1968	02	19	22	45	39.40	24.90	7.5	0.67
1981	12	19	14	10	39.24	25.23	7.2	0.23
1983	01	17	12	41	38.03	20.23	7.0	0.23
1983	08	06	15	43	40.14	24.77	7.0	0.12
*1953	03	18	19	06	40.00	27.25	7.2	0.87

Ὡστόσο, κατὰ τὸν κατάλογο τῶν Pacheco καὶ Sykes (1992), οἱ σεισμοὶ ἐπιφανείας μεγέθους  $M_s \geq 7$  στὸν Εὐρωπαϊκὸ χῶρο εἶναι μόνον 9 (βλ. Table 1), δηλαδὴ τὸ 1,3% (9:697) τῶν μεγάλων σεισμῶν ἐπιφανείας σὲ ὀλόκληρη τὴν Γῆ. Καὶ οἱ 9 σεισμοὶ περιορίζονται στὸν χῶρο:  $36^\circ\text{N } 42^\circ, 20^\circ\text{E}$   $29^\circ$  (540.000 τετρ. χλμ. περίπου, ἦτοι σὲ 5,4% τῆς ἐκτάσεως τῆς Εὐρώπης). Οἱ 5 ἐξ αὐτῶν εἶχαν τὴν ἐστία τους σὲ γεωγραφικὸ πλάτος μεγαλύτερο τῶν  $39^\circ\text{N}$ , καὶ οἱ ὑπόλοιποι 4 σὲ μικρότερο τοῦ πλάτους αὐτοῦ.

Ἀπὸ τοὺς 9 σεισμοὺς τοῦ Εὐρωπαϊκοῦ χώρου, στὸν Ἑλληνικὸ χῶρο ἀνήκουν 7, ἦτοι τὸ 1% (7 : 697) τῶν μεγάλων σεισμῶν ἐπιφανείας ὀλοκλήρου τῆς Γῆς. Τοῦτο σημαίνει ὅτι τὸ 78% περίπου τῶν μεγάλων σεισμῶν ἐπιφανείας τοῦ Εὐρωπαϊκοῦ χώρου προέρχεται ἀποκλειστικῶς ἀπὸ τὸν Ἑλληνικὸ χῶρο. Στὸν εὐρύτερο Ἑλληνικὸ

χώρο (34°N42°, 19°E29°), εάν συμπεριλάβομε και τόν σεισμό τῆς 18 Μαρτίου 1953 (βλ. Table 1), οἱ σεισμοὶ ἐπιφανείας μὲ  $M_s \geq 7$  ἀνέρχονται σὲ 10, ἥτοι σὲ 1,4% (10 : 697) τῶν μεγάλων σεισμῶν ἐπιφανείας ὁλοκλήρου τῆς Γῆς, δηλαδή εἶναι 0,6% ὀλιγότεροι ἀπὸ αὐτοὺς ποὺ εἶχαν ὑπολογισθεῖ παλαιότερα (Galanopoulos, 1963).

Τὰ τελευταῖα χρόνια ἐπικρατεῖ ἡ γνώμη, ὅτι τὸ μέγεθος τῶν ἐπιφανειακῶν κυμάτων τοῦ σεισμοῦ,  $M_s$ , ποὺ δίδεται σὲ μονάδες τῆς κλίμακας Richter, δὲν ἀποτελεῖ φυσικὸ μέτρο ἐκτιμῆσεως τῆς ἰσχύος τῶν σεισμικῶν δονήσεων. Ὡς φυσικὸ μέτρο τοῦ μεγέθους τῶν σεισμῶν θεωρεῖται ὅτι εἶναι ἡ τιμὴ τοῦ ζεύγους τῶν δυνάμεων ποὺ προκαλεῖ τὴν διάρρηξη τῶν πετρωμάτων, ἢ ἄλλως σεισμικὴ ροπὴ (seismic moment). Ἡ σεισμικὴ ροπὴ,  $M_0$ , ὀρίζεται ἀπὸ τὸ γινόμενο τῆς ἀκαμψίας τῶν πετρωμάτων,  $\mu$ , τῆς μέσης μετατοπίσεως τῶν παρεῖδων τοῦ ρήγματος,  $V$ , καὶ τοῦ μεγέθους τῆς ἐπιφανείας διαρρήξεως,  $A$ . Ἡ σεισμικὴ ροπὴ ( $M_0 = \mu VA$ ) δίδεται συνήθως σὲ μονάδες Newton. metre (Nm), καὶ ὑπολογίζεται εἴτε ἀπευθείας, ὅταν ὑπάρχει ὀρατὴ ἐπιφανειακὴ διάρρηξη, εἴτε ἀπὸ τὰ ἐπιφανειακὰ κύματα τοῦ σεισμοῦ μὲ τὴν ἐμπειρικὴ σχέση τῶν Ekström καὶ Dziewonski:

$$\log(M_0) = 1,5M_s + 9,14$$

Στὸν πρόσφατο κατάλογο σεισμῶν τῶν Pacheco καὶ Sykes (1992), οἱ μεγάλοι σεισμοὶ ἐπιφανείας ( $M_s \geq 7$ ,  $h \leq 70$  km), ποὺ συνέβησαν στὴν περίοδο 1900-1989, σὲ ὁλόκληρη τὴν Γῆ, καταχωροῦνται μὲ τὸ ἀρχικὸ καὶ τὸ διορθωμένο μέγεθος τῶν ἐπιφανειακῶν κυμάτων σὲ μονάδες τῆς κλίμακας Richter,  $M_s$ , καὶ μὲ τὴν ἀντίστοιχη σεισμικὴ ροπὴ, σὲ μονάδες Newton. metre ( $10^{20}$ Nm).

Οἱ μεγάλοι σεισμοὶ ἐπιφανείας ποὺ συνέβησαν στὴν Εὐρώπη κατὰ τὴν περίοδο αὐτὴ εἶναι μόνον 9, καὶ προέρχονται ἀπὸ λίαν περιορισμένο χῶρο (36°N 42°, 20°E 29°). Ὁ χῶρος αὐτὸς μπορεῖ νὰ διαιρεθεῖ ἀπὸ τὸν 39° παράλληλο σὲ δύο ἴσους τομεῖς: Στὸν βόρειο τομέα (39°N 42°, 20°E 29°) παρατηρήθησαν, κατὰ τὴν διάρκειά τῶν 90 χρόνων, 5 μεγάλοι σεισμοί, καὶ 4 στὸν νότιο (36°N39°, 20°E29°).

Στὸν βόρειο τομέα ἐλευθερώθηκε συνολικὴ ροπὴ  $3,91 \times 10^{20}$  Nm καὶ στὸν νότιο  $6,19 \times 10^{20}$  Nm· δηλαδή στὸν βόρειο τομέα μὲ 5 μεγάλους σεισμοὺς ἀντιστοιχεῖ περίπου 39% τῆς συνολικῆς ροπῆς ( $10,1 \times 10^{20}$  Nm) ποὺ ἐλευθερώθηκε στὸν Εὐρωπαϊκὸ χῶρο, καὶ τὸ ὑπόλοιπο 61% στὸν νότιο τομέα μὲ τοὺς 4 σεισμοὺς.

Ἡ συνολικὴ ροπὴ ποὺ ἐλευθερώθηκε σὲ ὅλη τὴν Γῆ ἀνέρχεται σὲ  $7217,4 \times 10^{20}$  Nm. Αὐτὸ σημαίνει ὅτι ἡ ὀλικὴ σεισμικὴ ροπὴ ποὺ ἐλευθερώθηκε στὸν Εὐρωπαϊκὸ χῶρο, σὲ σύγκριση μὲ αὐτὴ ποὺ παρατηρήθηκε σὲ ὁλόκληρη τὴν Γῆ, εἶναι ἀσήμαντη



(0,14% περίπου), δηλαδή περίπου 10 φορές μικρότερη από την τιμή που προκύπτει από την σύγκριση τής σεισμικότητας τής Ευρώπης με αυτή ολόκληρης τής Γῆς.

Οί σεισμικές περιοχές τής Γῆς κατατάσσονται από τους Pacheco-Sykes (1992) σέ έννεα διάφορα τεκτονικά περιβάλλοντα: Ζώνες Καταδύσεως, Ρήγματα Μετασχηματισμοῦ, Ζώνες Διαρρήξεως, Ἡπειρωτικές Παρυφές Συγκρούσεως, Περιοχές Διαχύτου Σεισμικότητας, Ἐνεργές Ἡπειρωτικές καί Ὠκεάνιες Ἐνδοτεμαχικές Περιοχές, Περιβάλλοντα Διευρύνσεως καί Θερμές Κηλίδες. Ἡ δυναμικότης ἐκάστου περιβάλλοντος φαίνεται ἀπό τήν συνολική σεισμική ροπή πού ἔχει ἐλευθερωθεῖ σέ καθένα ἀπό αὐτά σέ 90 χρόνια, 1900-1989 (βλ. Table 2).

Στόν λίαν σεισμικῶς ἐνεργό Ευρωπαϊκό χῶρο, πού περιορίζεται στά 5-6% τής συνολικῆς ἐκτάσεως τής Ευρώπης, ὑπάρχουν τρία ἀπό τά περιβάλλοντα αὐτά: (α) Ζώνη Καταδύσεως με 3 μεγάλους σεισμούς (1953, 1957, 1983), καί ροπή  $1,29 \times 10^{20}$  Nm. Τοῦτο ἀντιστοιχεῖ σέ 13% τής συνολικῆς ροπῆς ( $10,1 \times 10^{20}$  Nm), πού ἐλευθερώθηκε στόν Ευρωπαϊκό χῶρο κατὰ τήν περίοδο 1900-1989. (β) Ρήγμα Μετασχηματισμοῦ με 3 ἀναλόγους σεισμούς (1912, 1981, 1983), καί ροπή  $2,80 \times 10^{20}$  Nm, ἥτοι 28% τής ἀνωτέρω συνολικῆς ροπῆς. Καί (γ) Τεκτονικό Περιβάλλον Διευρύνσεως με 3 μεγάλους σεισμούς (1904, 1956, 1968) καί ροπή  $6,01 \times 10^{20}$  Nm, πού σημαίνει 59% τής συνολικῆς ροπῆς τοῦ Ευρωπαϊκοῦ χῶρου.

TABLE 2  
Regional Seismic Moment

Tectonic Environment		Moment $10^{20}$ Nm
Subduction	Zones	6601,6
Collision	Zones	172,7
Diffuse	Seismicity	113,9
Transform	Zones	80,0
Fracture	Zones	58,7
Continental	Zones	143,3
Extensional	Zones	24,0
Oceanic	Regions	16,3
Hot-spots		6,3
TOTAL		7216,8

Ἐπίσης, ἀπό τά ἀνωτέρω δεδομένα φαίνεται, ὅτι ἀντιθέτως πρὸς αὐτά πού πολλοὶ πιστεύουν, ἡ σύγκρουση *Εὐρασίας-Ἀφρικῆς* εἶναι ὑπεύθυνη μόνον γιὰ τὸ 1/3 τῶν μεγάλων

σεισμών επιφανείας που παρατηρούνται στον Ευρωπαϊκό χώρο, ή το 13% της συνολικής ροπής που ελευθερώνεται στον χώρο αυτό. Το σεισμικό καθεστώς στον Ευρωπαϊκό χώρο οφείλεται, κατά μεγάλο μέρος (59%), σε δυνάμεις έφελκυσμού που επικρατούν κυρίως στον χώρο που περιβάλλεται από τις Έλληνοδυναμικές Άλπεις, και κατά 28% σε νοτιοδυτικές προεκτάσεις του μεγάλου μήκους (1300 χλμ. περίπου) ρήγματος μετασχηματισμού της Άνατολίας.

Η μικρή συμβολή της Έλληνικής Ζώνης Καταδύσεως στο σεισμικό καθεστώς της Ελλάδας<sup>1</sup>, άσήμαντη σε σχέση προς όλες τις άλλες ζώνες καταδύσεως, που είναι υπεύθυνες για το 91% περίπου της συνολικής ροπής που ελευθερώθηκε στην περίοδο 1900-1989 σε όλοκληρη την Γή, φαίνεται να οφείλεται στο γεγονός, ότι η Μεσόγειος εύρίσκεται στο στάδιο του γήρατος (Γαλανόπουλος, 1944). Θα πρέπει, πάντως, να λεχθεί, ότι στον ευρύτερο Έλληνικό χώρο που επικρατούν δυνάμεις έφελκυσμού ή σεισμική δράση φθάνει στα 25%, ήτοι το 1/4 αυτής που παρατηρείται σε όλες τις άλλες ζώνες διεύρυνσεως της Γής.

Η έλλειψη, τέλος, οιασδήποτε κανονικότητας, τρόπου, ρυθμού ή νόμου<sup>2</sup> στον χρόνο επαναλήψεως μεγάλων σεισμών στην Ευρώπη, λόγω σημαντικής διαφορής σε σεισμική δυναμικότητα των διαφόρων τεκτονικών περιβαλλόντων που φιλοξενούν αυτούς, είναι όλοφάνερη, και χωρίς να λογαριάσουμε την μικρή διάρκεια των ένοργάνων παρατηρήσεων σε σύγκριση με την χρονική κλίμακα επαναλήψεως των μεγάλων σεισμών επιφανείας (Galanopoulos, 1993), και την πληθώρα των παραγόντων που έλέγχουν την γένεση των σεισμών, οιαδήποτε πρόβλεψη μεγάλου σεισμού στην περιοχή της Ελλάδας είναι προφανώς άβάσιμη<sup>3</sup>, δηλαδή καθαρή εικασία.

1. Η συμβολή της Έλληνικής ζώνης καταδύσεως, τουλάχιστον σε αριθμό μεγάλων σεισμών, είναι σχετικώς μεγαλύτερη από αυτή που εμφανίζεται σε έκτακτη από τις δύο άλλες τεκτονικές περιοχές του Ευρωπαϊκού χώρου, εάν συμπεριλάβουμε και τους δύο μεγάλους σεισμούς ενδιαμέσου βάθους, 100-150 χλμ. (1903, Αύγουστου 11, 36°N 23°E και 1926 Ίουνίου 26, 36,5°N, 27,5°E) που είχαν μέγεθος Ms ≥ 7,7 (Karnik, 1968).

2. «The tremors come, the tremors go,  
They love the wintry weather,  
With periods fast and periods slow  
Perplexing altogether».

From the Poem: «Song of the Seismologist» (Johnston, 1993).

3. «Through the 1980s and early 1990s our science has had no headline making developments to rival plate tectonics. Short-term earthquake prediction possibly could qualify as a rival except progress is virtually nil and few work this frustrating field».

Johnston, 1993.

Κύριοι Συνάδελφοι,

Περαιών την παρούσα ανακοίνωση, ἄς μοῦ ἐπιτραπεῖ νὰ προσθέσω ὅτι ἡ συμβουλή τοῦ Ἱπποκράτους :

«Λέγειν τὰ προγενόμενα, Γινώσκειν τὰ παρεόντα, Προλέγειν τὰ ἐσόμενα»  
θὰ πρέπει νὰ συμπληρωθεῖ μὲ τὴν πρόσφατη σύσταση τοῦ Ἰάπωνα σεισμολόγου Hiroo Kanamori (1995a)\*:

«Φοβοῦ τὰ ἀπροσδόκητα».

#### S U M M A R Y

### The Limited Occurrence in Number and Region of Large Shallow Earthquakes in Europe, 1900 to 1989.

*«Study the past, if you would divine the future».*

Confucius (550-478 B.C.).

*«Declare the past, diagnose the present, foretell the future».*

Hippocrates (460-377 B.C.)

Quoted from Arch. F. Johnston (1993).

Data compiled from the «Seismic Moment Catalog of Large Shallow Earthquakes, 1900-1989» published by Javier F. Pacheco and Lynn R. Sykes (1992) reveals the limited occurrence in number (9) and region (36°N 42°, 20° E 29°), of large shallow earthquakes in the area of Europe. The nine large earthquakes ( $M_s \geq 7$ ,  $h \leq 70$  Km), i.e. 1.3% of the total number of world large earthquakes (697), occurred in three different tectonic environments:

---

\* «Unfortunately, despite the advances in science it would be naive to think that we will be able to predict such an event reliably and accurately on a time scale of days, months, and even years. The occurrence of earthquakes is controlled by many factors, and it would be impossible to understand every one of them and to make a deterministic prediction».

Kanamori, 1995a.

«Reliable short-term earthquake prediction will remain extremely difficult, especially for intraplate earthquakes which can occur on any one of numerous faults, each having a very long repeat time».

Kanamori, 1995b.



(a) In the Hellenic Subduction Zone (1953, 1957, 1981), (b) in the SW extended branches of the Anatolian Transform Fault (1912, 1981, 1983) and (c) in the Extensional Environment surrounded by the Hellenic-Dinaric Arc (1904, 1956, 1968).

Although the World Subduction Zones account for the 91% of the total moment released in the period 1900-1989, the liberated seismic moment in the Hellenic Subduction Zone is virtually unimportant (0.02%). The remarkable paucity of earthquake activity in the Hellenic Subduction Zone is ascribed to the old age of the Mediterranean Sea. However, it is worth noting that the Hellenic Extensional Environment accounts for the 25% of the total moment released in the World Extensional Zones.

Finally, the lack of any regularity, mode, rate or law in the repeat time of large shallow earthquakes in Europe, due to the very difference in the earthquake potential of the various tectonic environments that harbour them, is quite obvious, and let alone the short duration of our data base compared with the time scale of recurrence of large shallow earthquakes, and the plethora of the factors that control the occurrence of earthquakes, whatever forecasting of large earthquakes in the area of Greece is groudless, i.e. all pure guesswork.

#### REFERENCES

- Galanopoulos G. A., On Mapping of Seismic Activity in Greece. *«Ann. di Geof.»*, Vol. XVI, No 1, pp 37-106, 1963.
- Γαλανόπουλος Γ. Α., Πιθανός χρόνος Γενέσεως τοῦ Ἐπομένου Μεγάλου Σεισμοῦ Μεγέθους 7 και ἔνω στήν Ἑλληνική Ἐπικράτεια. *«Εἰς μνήμην Δ. Κοτσάκη»*, 6, 121-125, Ἄθῆναι 1988.
- Galanopoulos G. A., The Observation Time Required for a Representative Sample of Seismicity of the Earth. *«Prakt. Acad. of Athens»*, Vol. 68, pp. 162-173, Athens 1993.
- Γαλανόπουλος Γ. Α., Δυναμική τοῦ Γήινου Φλοιοῦ σὺν Παγκόσμιον Πλαίσιο τῆς Τεκτονικῆς τῶν Πλακῶν. *«Prakt. Acad. of Athens»* Vol. 69, pp. 47-64, Athens 1994.
- Gutenberg B. and Richter C. F., Seismicity of the Earth and Associated Phenomena, *«Princeton Univ. Press»*, Princeton, N. J., 1954.
- Johnston C. A., Presidential Address. Ghosts of Earthquake Past. *«Bull. Seism. Soc. Am.»*, Vol. 83, No 6, pp. 1992-1997, 1993.
- Kanamori H., Preparing for the Unexpected. *«Seism. Res. Letters»*, Vol. 66, No. 1, pp. 7-8, 1995a.

- K a n a m o r i H., The Kobe (Hyogo-ken Nanbu), Japan, Earthquake of January 16, 1995. «*Seism. Res. Letters*», vol. 66, No. 2, pp. 6-10, 1995b.
- K a r n i k V., The Seismicity of the European Area, Part 1. «Publishing House of the Czechoslovak Acad. of Sciences», Praha, 1968.
- P a c h e c o F. J. and S y k e s R. L., Seismic Moment Catalog of Large, Shallow Earthquakes, 1900-1989. «*Bull. Seism. Soc. Am.*», Vol. 82, No 3, pp. 1306-1349, 1992.