

ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 20ΗΣ ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ 1988

ΠΡΟΕΔΡΙΑ ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΜΕΡΙΚΑ

ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΑ.— 'Ο Σεισμικός κίνδυνος στην μείζονα και ελάσσονα 'Αττική, υπό του 'Ακαδημαϊκού κ. 'Α. Γ. Γαλανοπούλου*.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

"Έχει επανειλημμένως αναγγελθεῖ ὅτι ἐτοιμάζεται σχέδιο νόμου μὲ τὸν ὁποῖο πρόκειται νὰ ἐπιβληθεῖ σ' ὅλη τὴν ἑλληνικὴ ἐπικράτεια ὑποχρεωτικὴ ἀσφάλιση τῶν οἰκημάτων γιὰ τὶς σεισμικὲς βλάβες.

Ἐποχρωτικὴ σεισμικὴ κάλυψη ὑπάρχει μόνον στὴν Ἰσπανία καὶ Ἑλβετία. Στὴν Ἰσπανία, πάντως, ἡ Κυβέρνηση καλύπτει μόνον τὶς βλάβες ποὺ προέρχονται ἀπὸ σεισμικὲς ἐντάσεις VII βαθμοῦ καὶ ἄνω. Στὴ Νέα Ζηλανδία ἡ κάλυψη τῶν σεισμικῶν βλαβῶν γίνεται ἀπὸ ἰδιωτικὲς ἐταιρεῖες· μὲ ὑπουργικὴ πράξη, οἱ ἀσφαλιστικὲς ἐταιρεῖες ἐπιβάλλουν πρόσθετο σεισμικὸ ἀσφάλιστρο 5 cents γιὰ κάθε κάλυψη \$ 100, ἀκόμη καὶ σὲ ἀσφάλειες αὐτοκινήτων. Ἔτσι, ὁ μόνος τρόπος γιὰ ν' ἀποφύγει κανεὶς τὴν σεισμικὴ ἀσφάλιση εἶναι νὰ μείνει τελείως ἀνασφάλιστος. Σ' ὅλες τὶς ἄλλες χῶρες, στὴν Καλιφόρνια, ἀκόμη καὶ στὴν Ἰαπωνία ποὺ εἶναι περισσότερο σεισμόπληκτος, ἡ σεισμικὴ κάλυψη εἶναι προαιρετικὴ (Bolt, 1988).

Μὲ βάση τὸ γεγονός ὅτι ὁ σεισμικὸς κίνδυνος δὲν εἶναι τοῦ ἴδιου βαθμοῦ σ' ὅλες τὶς περιοχὲς τῆς Ἑλλάδας, καὶ ὅτι ἀκόμη στὸ ἴδιο ἀστικὸ κέντρο ὁ σεισμικὸς κίνδυνος ποικίλλει σὲ μεγάλο βαθμὸ ἀπὸ συνοικία σὲ συνοικία, ὅπως λ.χ. στὴν Ἀθήνα, τὴν Πάτρα, τὴν Κυπαρισσία καὶ ἄλλους οἰκισμοὺς μὲ μεγάλη διαφορὰ στὴν ποιότητα τοῦ ἐδάφους θεμελίωσης, ἡ ἐπιβολὴ ἑνὸς τέτοιου μέτρου θὰ εἶναι ἀδίκαιο-

* A. G. GALANOPOULOS, **The Earthquake Hazard in the Greater and Lesser Attica.**

λόγητα επιβαρυντική για όλους τους οικισμούς της Ελλάδας που βρίσκονται σε στερεό έδαφος, και επί πλέον για τους οικισμούς που δοκιμάζονται από σοβαρούς σεισμούς κατά πολύ άραια χρονικά διαστήματα, πολύ μεγαλύτερα από τη μέση διάρκεια ζωής των κατοίκων της σεισμοπαθοῦς περιοχής.

Αποβλέποντας να ενημερώσω τους κατοίκους της περιοχής της Ἀττικής — που είναι περισσότερο πυκνοκατοικημένη από οποιαδήποτε άλλη ελληνική περιοχή με την ίδια έκταση — για τις πραγματικές διαστάσεις του σεισμικού κινδύνου που πρόκειται να αντιμετωπίσουν στο έγγυς ή άπώτερο μέλλον, παραθέτω παρακάτω μια στατιστική ανάλυση του σεισμικού κινδύνου για την μείζονα ($37^{\circ}\text{N}39^{\circ}$, $22,5^{\circ}\text{E}24,5^{\circ}$) και ελάσσονα ($37,5^{\circ}\text{N}38,5^{\circ}$, $23^{\circ}\text{E}24^{\circ}$) Ἀττική με βάση τα δεδομένα της σειсмоγραφικῆς περιόδου 1914-1984.

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΣΕΙΣΜΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Στὸν πίνακα 1 ἀναφέρονται ὅλοι οἱ σεισμοὶ μεγέθους $M_s \geq 5 \frac{1}{2}$ πού συνέβησαν στὴν μείζονα Ἀττικὴ ($37^{\circ}\text{N}39^{\circ}$, $22,5^{\circ}\text{E}24,5^{\circ}$) κατὰ τὴ διάρκεια τῆς σεισμογραφικῆς περιόδου 1914-1984. Ἀπὸ τοὺς σεισμοὺς αὐτοὺς σχηματίσθησαν κατ' ἀρχὴν τρία δείγματα: Στὸ πρῶτο δείγμα περιελήφθησαν ὅλοι οἱ σεισμοὶ τῆς περιοχῆς. Στὸ δεῦτερο δείγμα ἀφαιρέθησαν ὅλοι οἱ προσεισμοὶ καὶ οἱ μετασεισμοὶ πού σημειώνονται μὲ ἀστερίσκο, δηλαδὴ περιελήφθησαν μόνον οἱ κύριοι σεισμοί. Στὸ τρίτο δείγμα περιέχονται μόνον οἱ σεισμοὶ πού εἶχαν προκαλέσει βλάβες VII βαθμοῦ καὶ ἄνω. Τέλος, σχηματίσθηκε καὶ ἓνα τέταρτο δείγμα μὲ τοὺς κύριους σεισμοὺς πού συνέβησαν στὴν ελάσσονα Ἀττικὴ ($37,5^{\circ}\text{N}38,5^{\circ}$, $23^{\circ}\text{E}24^{\circ}$).

Στὸν πίνακα 2 παρουσιάζεται ἡ ἀθροιστικὴ κατανομὴ τῶν σεισμῶν κατὰ μέγεθος γιὰ κάθε δείγμα χωριστά. Κάτω ἀπὸ τὸν πίνακα ἀναφέρονται οἱ ἀντίστοιχες ἐξιιώσεις πού προκύπτουν κατὰ τὸ σεισμικὸ ὑπόδειγμα ἀθροιστικῆς συχνότητος Gutenberg-Richter.

Στὸν πίνακα 3 παρουσιάζεται ἡ ἀθροιστικὴ κατανομὴ τῶν σεισμῶν κατὰ σεισμικοὺς κύκλους ἢ τάξεις πραγματικῶν χρόνων διαδοχῆς πού ἐκφράζονται μὲ μονάδα χρόνου τὸν μέσο χρόνο ἐπανάληψης. Ἀπὸ τὸ πρῶτο δείγμα παραλείφθησαν οἱ σεισμοὶ ὑπ' ἀριθ. 12 καὶ 14 πού ἐμφανίζονται στὸν 8 (2504 ἡμέρες) καὶ 11 (3646 ἡμέρες) κύκλο πραγματικῶν χρόνων ἐπανάληψης. Κάτω ἀπὸ τὸν πίνακα αὐτὸ ἀναφέρονται οἱ ἀντίστοιχες ἐξιιώσεις πού προκύπτουν κατὰ τὸ σεισμικὸ ὑπόδειγμα ἀθροιστικῆς συχνότητος, πού εἰσήγαγα πρόσφατα, σὲ συνάρτηση μὲ τὸν πραγματικὸ χρόνο διαδοχῆς πού ἐκφράζεται μὲ μονάδα τὸν μέσο χρόνο ἐπανάληψης (Galanopoulos, 1988).

Τέλος, στὸν πίνακα 4 παρουσιάζεται ἡ κατανομὴ τῶν σεισμικῶν συμβάντων σὲ ἑκατοστὰ καὶ κατὰ τάξεις πραγματικῶν χρόνων ἐπανάληψης γιὰ κάθε δεῖγμα. Τὰ ποσοστὰ αὐτὰ ἐκφράζουν τὴν πραγματικὴ πιθανότητα μὲ τὴν ὁποία ἀναμένεται ὁ ἐπόμενος σεισμός σὲ ὀρισμένο κύκλο ποῦ ἰσχύει γιὰ ὀρισμένη περιοχὴ. Γιὰ ἐκθετικὴ κατανομὴ τῶν σεισμῶν ἡ πιθανότητα ἐμφάνισης τοῦ ἐπόμενου σεισμοῦ μέσα σὲ χρόνο t ἀπὸ τὸν προηγούμενο σεισμό τῆς αὐτῆς τάξεως μεγέθους καὶ ἄνω δίνεται μὲ τὴ σχέση: $1 - \exp(-t/m)$, ὅπου m ὁ μέσος χρόνος ἐμφάνισης τῶν σεισμῶν τοῦ δείγματος ἀπὸ ὀρισμένη περιοχὴ. Σὲ ἐκθετικὴ κατανομὴ ἡ τυπικὴ ἀπόκλιση γιὰ κάθε χρονικὸ διάστημα μεταξὺ διαδοχικῶν σεισμῶν εἶναι ἴση μὲ τὸ m (Savage and Cockerham, 1987).

ΕΞΑΓΟΜΕΝΑ ΤΗΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Οἱ μεγαλύτεροι σεισμοὶ ποῦ συνέβησαν στὴν μείζονα περιοχὴ τῆς Ἀττικῆς κατὰ τὴν περίοδο 1914-1984 ἦταν μεγέθους $6 \frac{3}{4}$. Ἀπὸ τὶς ἐξιιώσεις (1), (2), (3) καὶ (4) προκύπτει ὅτι ὁ μέσος χρόνος ἐμφάνισης ἑνὸς σεισμοῦ μεγέθους $6 \frac{3}{4}$ εἶναι, ἀντιστοίχως: 25,56, 29,28 καὶ 27,68 ἔτη γιὰ τὴν μείζονα Ἀττικὴ καὶ 49,06 ἔτη γιὰ τὴν ἐλάσσονα Ἀττικὴ.

Ὑπὸ τὴν ἐκδοχὴν ὅτι οἱ ἐξιιώσεις (5), (6), (7) καὶ (8) ἰσχύουν καὶ διὰ $M_s \geq 6 \frac{3}{4}$ ὁ μέγιστος χρόνος ἀναμονῆς ἑνὸς σεισμοῦ μεγέθους $6 \frac{3}{4}$ στὴν μείζονα περιοχὴ τῆς Ἀττικῆς εἶναι: $(1,9112 : 0,2796) \times 25,56 = 174,7$, $(1,82 : 0,307) \times 29,28 = 173,6$ καὶ $(1,8135 : 0,4512) \times 27,68 = 111,2$ ἔτη, ἀντιστοίχως, καὶ στὴν ἐλάσσονα περιοχὴ αὐτῆς $(1,565 : 0,4005) \times 49,06 = 191,7$ ἔτη. Ἀξίζει νὰ σημειωθεῖ ὅτι ὁ μέγιστος χρόνος ἀναμονῆς ἑνὸς σεισμοῦ μεγέθους $6 \frac{3}{4}$ ποῦ ὑπολογίζεται ἀπὸ τὰ δύο πρῶτα δείγματα, μὲ ἄνισο ἀριθμὸ σεισμῶν (76 καὶ 42), γιὰ τὴν μείζονα Ἀττικὴ εἶναι περίπου ὁ αὐτὸς (174,7 καὶ 173,6 ἔτη).

Γιὰ τὴν ἐλάσσονα Ἀττικὴ ὁ μέγιστος χρόνος ἀναμονῆς ἑνὸς σεισμοῦ μεγέθους $6 \frac{3}{4}$ εἶναι περίπου 192 ἔτη. Ἡ πιθανότητα νὰ λάβει χώρα σεισμός μεγέθους $6 \frac{3}{4}$ μέσα σὲ 49 ἔτη μετὰ τὸ 1981 εἶναι 60%.

Ἡ πιθανότητα νὰ παρατηρηθεῖ στὴν μείζονα Ἀττικὴ σεισμός μεγέθους $6 \frac{3}{4}$ μέσα σὲ 29 ἔτη μετὰ τὸ 1981 εἶναι 68%. Τὸ ἐξαγόμενο αὐτὸ προκύπτει ἀπὸ τὸ δεῦτερο δεῖγμα ποῦ ἀποτελεῖται, ὅπως καὶ τὸ τέταρτο, μόνον ἀπὸ κυρίους σεισμούς.

Τὸ τρίτο δεῖγμα ἀποτελεῖται μόνον ἀπὸ βλαβεροὺς σεισμούς. Γιὰ τὸ δεῖγμα αὐτὸ ἡ πιθανότητα νὰ παρατηρηθεῖ στὴν μείζονα Ἀττικὴ βλαβερός σεισμός μεγέθους $6 \frac{3}{4}$ μέσα σὲ 28 περίπου ἔτη μετὰ τὸ 1981 εἶναι 65%. Ὁ μέγιστος χρόνος ἀναμονῆς ἑνὸς τέτοιου σεισμοῦ εἶναι 111 ἔτη περίπου.

Ἀπὸ τὴν παραπάνω ἀνάλυση τῶν ἐξαγομένων ποὺ προκύπτουν ἀπὸ τὰ ἐμπειρικά ὑποδείγματα ἐπανάληψης τῶν σεισμῶν Gutenberg-Richter καὶ Γαλανόπουλου εἶναι φανερὸ ὅτι νομοθετικὴ ὑποχρέωση ἀσφάλισης τῶν οἰκημάτων γιὰ σεισμικὲς βλάβες στὴν Ἀττική, καὶ ἰδίως στὴν ἐλάσσονα Ἀττική, εἶναι ἐπιστημονικὰ ἀδικαιολόγητη. Ὑποχρεωτικὴ σεισμικὴ ἀσφάλιση δικαιολογεῖται μόνο γιὰ τὰ «αὐθαίρετα» ποὺ κατασκευάζονται χωρὶς «σεισμικὸ συντελεστή», καὶ ἔχουν πρόσθετες ἐγγενεῖς ἀδυναμίες λόγω τῆς λαθραίας κατασκευῆς των. Οἱ κατασκευὲς αὐτὲς ἔχουν νομιμοποιηθεῖ, καίτοι διατρέχουν κίνδυνο νὰ ὑποστοῦν ἀξιόλογες σεισμικὲς βλάβες καὶ ἀπὸ σεισμοὺς μικροτέρου μεγέθους ποὺ ἔχουν μεγαλύτερη συχνότητα, δηλαδὴ μικρότερο χρόνο ἀναμονῆς.

TABLE 1

List of shocks with $M_s \geq 5 \frac{1}{2}$ in the greater Attica ($37^\circ\text{N}39^\circ$, $22.5^\circ\text{E}24.5$) during the period 1914-1984 (Galanopoulos, 1977; 1985)

No	Date	Location °N °E	Depth km	Inten. I_0	Magn. M_s	Repeat Time Days
1	1914, Oct.	17 38 1/4, 23 1/2	8	VIII	6	- -
2	1914, Oct.	17* 38 1/4, 23 1/2	24	VI	5 3/4	0
3	1916, Febr.	6 39 , 23 1/2	14	VII	5 1/2	477 477
4	1916, Sept.	27 38 3/4, 23	6	VIII	5 1/2	234 234
5	1918, Jan.	20 39 , 23	150	IV-V	5 1/2	480 480
6	1922, Aug.	8 37 1/2, 23 1/4	5	VIII	5 1/2	1661 1661
7	1922, Nov.	11 37 1/2, 23	150	V	5 3/4	95 95
8	1928, Apr.	22 38.0 , 23.0	5	IX	6 1/2	1989 1989
9	1930, Apr.	17 37 3/4, 23 1/4	11	VIII	5 3/4	725 725
10	1931, Jan.	4 37.9 , 22.9	5	VIII	5 1/2	262 262
11	1931, Sept.	11 38 3/4, 23 1/2	4	VIII	5 1/2	250 250
12	1938, July	20 38 1/4, 23 3/4	7	VIII	6	2504 2504
13	1938, Sept.	18 38 , 22 1/2	100	-	6 1/4	60 60
14	1948, Sept.	11 37 , 23	120	-	6 1/2	3646 3646
15	1952, Oct.	13 38.9 , 23.2	4	VIII	5 1/2	1493 1493
16	1953, June	13 38.1 , 22.6	4	VIII	5 1/2	243 243
17	1953, Seot.	5 37.9 , 23.0	12	VII-VIII	5 3/4	84 84
18	1954, Apr.	17 38.1 , 22.8	6	VII-VIII	5 1/2	224 224
19	1957, May	29 37.2 , 23.5	30	-	5 1/2	773 773
20	1962, Aug.	28 37.8 , 22.9	95	VII-VIII	6 3/4	1917 1917
21	1964, July	17 38.0 , 23.6	155	VI	6 1/4	689 689
22	1965, Mar.	9 38.9 , 24.1	10	-	5 1/2	235 235
23	1966, Jan.	2 27.7 , 23.2	12	VII	5 1/2	299 299
24	1968, June	12 38.1 , 22.8	34	V-VI	5 3/4	892 892
25	1968, July	4 37.8 , 23.2	20	VII	6 1/4	22 22
26	1970, Febr.	11 37.6 , 22.7	79	VI	5 3/4	587 587
27	1970, Apr.	8 38.1 , 22.7	0	VII	6 1/4	56 56
28	1970, Apr.	20* 38.3 , 22.7	38	VII-VIII	6	12

(TABLE 1 Cont.)

No	Date	Location		Depth km	Inten. I ₀	Magn. M _s	Repeat Time	
		°N	°E				Days	Days
29	1970, Apr.	23	37.5	,22.7	74	-	5 3/4	3 15
30	1970, May	12	38.2	,22.5	39	-	6 1/2	19 19
31	1970, Oct.	1	38.0	,22.8	35	-	5 1/2	142 142
32	1970, Oct.	1*	38.0	,22.8	43	-	5 1/2	0
33	1971, Mar.	15	37.3	,24.1	41	-	5 1/2	165 165
34	1974, Nov.	14	38.5	,23.1	27	VII	6	1340 1340
35	1974, Nov.	14*	38.5	,23.0	6	VI-VII	6	0
36	1974, Nov.	14*	38.5	,23.1	6	VI-VII	6	0
37	1975, Jan.	8	38.2	,22.7	26	V-VI	6	55 55
38	1975, Jan.	8*	38.1	,22.7	33	-	5 1/2	0
39	1975, Apr.	24	37.5	,22.6	68	-	5 3/4	106 106
40	1975, May	13*	38.2	,22.7	45	VI	5 1/2	19
41	1975, Oct.	12	37.9	,23.1	35	VI	6	152 171
42	1976, Dec.	30*	37.8	,22.8	35	V	5 1/2	445
43	1977, Jan.	16*	37.8	,22.9	45	VII	5 1/2	17
44	1978, Sept.	9	38.4	,23.2	23	V-VI	5 3/4	601 1063
45	1979, Mar.	13	38.5	,24.3	19	-	5 3/4	185 185
46	1980, Febr.	28	38.2	,23.2	30	VII	5 1/2	352 352
47	1980, Nov.	12	39.0	,24.3	1	V	5 3/4	258 258
48	1981, Febr.	24	38.2	,23.0	18	IX-X	6 3/4	104 104
49	1981, Febr.	24*	38.1	,23.0	40	-	5 1/2	0
50	1981, Febr.	25*	38.1	,23.1	37	-	6 1/4	1
51	1981, Febr.	25*	38.1	,22.9	19	-	5 3/4	0
52	1981, Febr.	25*	38.2	,23.1	30	VIII	6 1/2	0
53	1981, Febr.	25*	38.2	,23.1	47	-	6	0
54	1981, Febr.	25*	38.2	,23.2	34	-	5 3/4	0
55	1981, Febr.	25*	38.2	,23.1	40	-	5 1/2	0
56	1981, Febr.	25*	38.2	,23.0	36	-	5 1/2	0
57	1981, Febr.	25*	38.2	,23.0	36	-	5 1/2	0
58	1981, Febr.	26*	38.2	,23.2	11	-	5 1/2	1

(TABLE 1 Cont.)

No	Date	Location		Depth km	Inten. I ₀	Magn. M _s	Repeat Time	
		°N	°E				Days	
59	1981, Febr.	28*	38.2 , 23.3	28	-	6	2	
60	1981, Mar.	4*	38.3 , 23.2	39	-	5 1/2	4	
61	1981, Mar.	4	38.2 , 23.2	32	IX-X	6 1/2	0	8
62	1981, Mar.	4*	38.2 , 23.2	36	-	5 1/2	0	
63	1981, Mar.	5*	38.1 , 23.2	43	-	5 1/2	1	
64	1981, Mar.	5*	38.2 , 23.1	31	-	6 1/4	0	
65	1981, Mar.	7*	38.2 , 23.3	33	-	6 1/2	2	
66	1981, Mar.	7*	38.2 , 23.2	28	-	5 1/2	0	
67	1981, Mar.	12*	38.2 , 23.3	27	-	5 3/4	5	
68	1981, Mar.	18*	38.1 , 22.7	17	-	5 3/4	6	
69	1981, Mar.	18*	38.1 , 23.2	12	-	5 1/2	0	
70	1981, Apr.	18*	38.3 , 23.3	38	-	5 1/2	31	
71	1981, May	9*	38.2 , 23.3	36	-	5 1/2	26	
72	1982, Mar.	25*	38.2 , 22.7	43	-	5 1/2	320	
73	1982, Sept.	10*	38.1 , 22.8	22	-	5 1/2	169	
74	1983, Aug.	12*	38.1 , 23.2	18	-	5 1/2	336	
75	1983, Sept.	19	38.7 , 22.5	11	-	5 1/2	38	929
76	1984, Aug.	17	38.2 , 22.7	24	-	5 3/4	333	333

Fore-and aftershocks denoted in the date by * were discarded in the second and fourth sample as interdependent events.

TABLE 2

Cumulative Frequency of Earthquakes in Magnitude Increments
($\Delta m = 1/4$).

Frequency	Magnitude M_s					
	5 1/2	5 3/4	6	6 1/4	6 1/2	6 3/4
Nc1 (all data)	76	32	23	13	7	2
Nc2 (without interdependent events)	42	25	14	9	5	2
Nc3 (damaging shocks with $I_0 \geq VII$)	24	13	11	7	5	2
Nc4 (main events in the lesser Attica)	16	13	9	5	3	1

Gutenberg-Richter's Earthquake Recurrence Model

- $\log(Nc1) = 8.4488 - 1.186 M_s; \quad \sigma = \pm 0.102 \quad (1)$
- $\log(Nc2) = 7.249 - 1.017 M_s; \quad \sigma = \pm 0.062 \quad (2)$
- $\log(Nc3) = 5.6818 - 0.7812 M_s; \quad \sigma = \pm 0.087 \quad (3)$
- $\log(Nc4) = 6.4715 - 0.935 M_s; \quad \sigma = \pm 0.12 \quad (4)$

TABLE 3

Cumulative Frequency of Earthquake Occurrences per Actual Repeat Time
Expressed as Unit Time the Average Interoccurrence Time
($m_1=341$, $m_2=617$, $m_3=1080$, $m_4=1620$ Days)

Frequency	Repeat Times (t)					
	1	2	3	4	5	6
Nc1 (all data)	73	15	9	5	4	2
Nc2 (without interdependent events)	41	13	7	4	2	1
Nc3 (damaging shocks with $I_0 \geq VII$)	23	8	3	1	1	
Nc4 (main events in the lesser Attica)	15	6	2	1		

Galanopoulos' Earthquake Recurrence Model

$$\log(Nc1) = 1.9112 - 0.2796t; \quad \sigma = \pm 0.21 \quad \text{for } t < 7 \quad (5)$$

$$\log(Nc2) = 1.82 - 0.307t; \quad \sigma = \pm 0.0745 \quad (6)$$

$$\log(Nc3) = 1.8135 - 0.4512t; \quad \sigma = \pm 0.0147, \text{ for } t < 5 \quad (7)$$

$$\log(Nc4) = 1.565 - 0.4005t; \quad \sigma = \pm 0.053 \quad (8)$$

TABLE 4

Distribution of Percentage of Earthquake Occurrences in Terms of Actual
Interoccurrence Time (t)

Percentage	Repeat Times (t)						Total
	1	2	3	4	5	6	
Sample 1	77	8	5	1	3	3	97
Sample 2	68	15	7	5	2	2	99
Sample 3	65	22	9	0	4		100
Sample 4	60	26	7	7			100

REFERENCES

- Bolt A. B., Earthquakes, W. H. Freeman and Co., New York, 1988.
- Galanopoulos G. A., On the Difference in the Seismic Risk for Normal and Tall Structures at the Same Site. *Publ. Seism. Lab. Univ. Athens*, pp. 1-33 1977.
- Galanopoulos G. A., On the Earthquake Activity Occurring per Month in Greece. *Prak. Acad. Athens*, Vol. 60, pp. 152-180, 1985.
- Galanopoulos G. A., A New Version of Earthquake Recurrence Model. *Bull. Seism. Soc. Am.*, Vol. 78, No. 3, pp. 1375-1379, 1988.
- Savage J. C. and R. S. Cockerham, Quasi-Periodic Occurrence of Earthquakes in the 1978-1986 Bishop-Mammoth Lakes Sequence, Eastern California. *Bull. Seism. Soc. Am.*, Vol. 77, pp. 1347-1358. 1987.

SUMMARY

The Earthquake Hazard in the Greater and Lesser Attica

The present paper addresses the problem of the earthquake hazard in the greater and lesser Attica. Regression analysis of the seismic data observed during the instrumental period 1914-1984 shows that the maximum repeat time of a $6\frac{3}{4} M_s$ shock in the greater and lesser Attica is about 174 and 192 yr, respectively. There is a 68% probability a $6\frac{3}{4} M_s$ shock to occur in the greater Attica within the mean recurrence interval of 29 yr, after 1981. For the lesser Attica the probability to occur a $6\frac{3}{4} M_s$ earthquake within the mean recurrence interval of 49 yr, after 1981, is 60%. The above results derived from the Gutenberg-Richter and Galanopoulos' earthquake recurrence models do not warrant a compulsory insurance policy for earthquake hazard in the greater and particularly in the lesser Attica.