

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΦΥΣΙΚΗΣ

ΕΚΘΕΣΗ ΓΙΑ ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΤΟΥ Ο.Α.Σ.Π.

ΕΚΠΟΝΗΣΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΜΙΚΡΟΔΟΝΗΣΕΩΝ
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ, ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

27.10.86 - 27.12.86

Θ Ε Σ Σ Α Λ Ο Ν Ι Κ Η

Δ ε κ ε μ β ρ ι ο ς 1986

**ΕΚΠΟΝΗΣΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΜΙΚΡΟΔΟΝΗΣΕΩΝ
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ, ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Για την μελέτη της μικροζωνικής στη πόλη της Καλαμάτας, μετά από τον ισχυρό ($M_S=6,2$) σεισμό της 13 Σεπτεμβρίου 1986, ανατέθηκε στο Εργαστήριο Γεωφυσικής του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης και στο Εργαστήριο Αντισεισμικής Τεχνολογίας του Εθνικού Μετσοβείου Πολυτεχνείου σχετικό ερευνητικό πρόγραμμα για την εκπόνηση μετρήσεων μικροδονήσεων στην πόλη της Καλαμάτας.

Στην έκθεση αυτή περιλαμβάνεται η σχετική εργασία, η οποία πραγματοποιήθηκε από το Εργαστήριο Γεωφυσικής και περιλαμβάνει τον τρόπο πραγματοποίησης των μετρήσεων, τη μεθοδολογία, τον τρόπο επεξεργασίας των στοιχείων, τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα.

Στο πρόγραμμα αυτό συμμετείχαν οι Γ.-Α. Ν. Λεβεντάκης, Χ.Α. Παπαϊωάννου, Ε.Γ. Κυριακίδης, Ε.Ε. Παπαδημητρίου, Κ.Ι. Πεφτιτσέλης και Β.Κ. Παπαζάχος.

Θεσσαλονίκη, 19 Δεκεμβρίου 1986



Γ.-Α. Ν. Λεβεντάκης
Επιστημονικός υπεύθυνος του προγράμματος

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κατά την τελευταία εικοσαετία οι επιπτώσεις ισχυρών σεισμών σε μεγάλα πολεοδομικά συγκροτήματα (Skopje 1963, Niigata 1964, Bucurest 1977, Θεσσαλονίκη 1978, Mexico city 1985), έδειξαν την ύπαρξη ισχυρής συσχέτισης μεταξύ των χαρακτηριστικών των τοπικών εδαφικών συνθηκών και της έκτασης των ζημιών στις κατασκευές σε συνδυασμό με τα χαρακτηριστικά της σεισμικής κίνησης.

Στις 13 Σεπτεμβρίου 1986, έγινε στη Μεσσηνία σεισμός μεγέθους $M_S=6,2$, τον οποίο ακολούθησε ένας μετασεισμός στις 15 Σεπτεμβρίου με μέγεθος $M_S=5,4$ (Papazachos et al 1986). Οι δύο αυτοί σεισμοί προξένησαν εκτεταμένες ζημιές στις κατασκευές της Καλαμάτας και των περιχώρων. λόγω της ποικιλίας των τύπων των κατασκευών και των εδαφικών σχηματισμών έγινε προσπάθεια για την εκπόνηση προκαταρκτικής έρευνας για μικροζωνική μελέτη της Καλαμάτας με την μέθοδο της μέτρησης του εδαφικού θορύβου. Η μέθοδος αυτή έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως και είναι αποδεκτή σαν μία μέθοδος, η οποία προσφέρεται για το πρόβλημα της μικροζωνικής (Kanai and Tanaka 1961, Kobayashi 1973, Leventakis and Roussopoulos 1974, 1982, Drakopoulos et al 1978, Roussopoulos 1985).

Για τον σκοπό αυτό ομάδα επιστημόνων και τεχνικών του Εργαστηρίου Γεωφυσικής του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης πήγε στη πόλη της Καλαμάτας και πήρε μετρήσεις του εδαφικού θορύβου.

Οι θέσεις των σημείων, όπου λήφθηκαν οι μετρήσεις επιλέχτηκαν έτσι ώστε να καλύψουν όλη την έκταση της πόλης της Καλαμάτας και να είναι ομοιόμορφα κατανεμημένες.

2. ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Ο εξοπλισμός της ομάδας εργασίας υπαίθρου αποτελούνταν από το σύστημα VSS-1 της Kinometrics. Το πλήρες σύστημα αποτελείται από 4 σεισμόμετρα τύπου SS-1 (Ranger Seismometer), από τον διαμορφωτή σήματος SC-1 (Signal Conditioner) από μία μονάδα θερμογραφικής καταγραφής ενός καναλιού τύπου DASH-1 Astromed και ένα μαγνητόφωνο τύπου 3964A της Hewlett-Packard.

Τα σεισμόμετρα, SS-1, είναι υψηλής ευαισθησίας σεισμόμετρα με ιδιοπερίοδο $T_0=1\text{sec}$. Η μάζα του εκκρεμούς είναι ένας μαγνήτης βάρους 1,45 kg, η οποία υποβαστάζεται από ένα ελατήριο.

Ο διαμορφωτής σήματος, SC-1, είναι ένα φορητό όργανο που λειτουργεί με μπαταρίες και περιλαμβάνει τέσσερα ανεξάρτητα κανάλια ενίσχυσης. Στον SC-1 υπάρχουν κυκλώματα διαφόρισης και ολοκλήρωσης καθώς επίσης και μια σειρά φίλ-

τρων διέλευσης χαμηλών συχνοτήτων (low-pass filters). Το εύρος συχνοτήτων καλύπτει μια περιοχή από 0,5 έως 30 Hz και η καμπύλη απόκρισης του είναι μέσα στα 0,5 db. Σε κάθε κανάλι υπάρχει μονάδα ενίσχυσης με τελική μεγένθυση 100.000 και εξασθενητής 54 db σε κλίμακες των 6 db.

Η μονάδα καταγραφής DASH-1 της Astro-med χρησιμοποιεί θερμογραφικό σύστημα καταγραφής με ταχύτητες 1, 5, 25 και 50mm/sec και τάξεις ευαισθησίας 1mV, 10mV, 100mV και 1V ανα mm.

Το μαγνητόφωνο τύπου 3964A της Hewlett-Packard παρέχει τη δυνατότητα εγγραφής αναλογικών σημάτων, τα οποία έρχονται από την έξοδο του διαμορφωτή SC-1 σε FM ή DC. Η τάση τροφοδοσίας είναι 12V DC.

Σε κάθε θέση μέτρησης, τοποθετούνταν δύο σεισμόμετρα SS-1 κατά τις δύο διευθύνσεις BN και AD και μέσω του SC-1 γινόταν αναλογική καταγραφή της μετάθεσης με ολοκλήρωση του σήματος, για χρονικό διάστημα περίπου 2 min. Σε κάθε θέση ήταν δυνατόν να μεταβληθεί η μεγένθυση για να ληφθεί σήμα με τον λιγότερο θόρυβο. Ο έλεγχος του σήματος γινόταν από την ταυτόχρονη εγγραφή του και στην μονάδα καταγραφής Astro-med.

Σε πολλά σημεία η εγγραφή των σημάτων των δύο συνιστωσών γινόταν και στο μαγνητόφωνο ώστε να υπάρχει ευχέρεια αναπαραγωγής των σημάτων με διαφορετικά φίλτρα για λεπτομερέστερη επεξεργασία στο μέλλον.

Η εγγραφή τους γινόταν σε FM και ταχύτητα εγγραφής $3\frac{3}{4}$ inch/sec, με φέρουσα συχνότητα διαμόρφωσης 6,75 KHz και καμπύλη απόκρισης με εύρος από DC-1250 Hz και λόγο σήματος προς θόρυβο της τάξης των 48db.

3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Το επιφανειακό στρώμα, το οποίο υπέρκειται του σκληρού μητρικού πετρώματος είναι πιθανόν να μπει σε ταλάντωση, όταν το σκληρό υπόστρωμα διεγερθεί από σεισμικά κύματα που προέρχονται από κάτω. Έχει παρατηρηθεί συχνά το φαινόμενο, μικρές δονήσεις βραχείας περιόδου της τάξης των 0,2-0,4sec να επικάθονται στα κύματα μεγαλύτερης περιόδου, σε σειсмоγράμματα ορισμένων σταθμών.

Αυτά τα βραχείας περιόδου κύματα ονομάζονται εδαφικός θόρυβος, του οποίου οι ιδιότητες (πλάτη, περίοδοι), όπως αυτές παρατηρούνται στα σειсмоγράμματα, καθορίζονται από τις ιδιότητες των επιφανειακών γεωλογικών σχηματισμών (φύση και πάχος του σχηματισμού) που καθορίζουν την ιδιοπερίοδο του σχηματισμού. Έτσι αν ένας σεισμός πλήξει μια περιοχή της οποίας ο επιφανειακός γεωλογικός σχηματισμός έχει ιδιοπερίοδο στην περιοχή του φάσματος των σεισμικών κυμάτων που επηρεάζουν έντονα τις σεισμικές κατασκευές (πχ 0,2-0,5 sec) η ένταση του σεισμού εκεί θα είναι μεγαλύτερη από αυτήν που αναμένεται, λόγω

φαινομένων συντονισμού.

Συνήθως τα πλάτη των μικροδονήσεων είναι 0,1-1μm, ενώ οι ιδιοπερίοδοι αυτών κυμαίνονται μεταξύ 0,05-2,0 sec.

Στην προσπάθεια, η οποία έγινε για την προκαταρκτική μελέτη της μικροζωνικής της Καλαμάτας χρησιμοποιήθηκαν για τον χωρισμό σε ζώνες οι επικρατούσες περίοδοι των καταγραφών από τους μικροθορύβους.

Οι Kanaï και Tanaka (1961) αναφέρουν ότι η επικρατούσα περίοδος στις αναγραφές του εδαφικού θορύβου είναι ίση με την επικρατούσα περίοδο στις αναγραφές των σεισμών με $M \leq 6$. Συνεπώς, κατά τους ανωτέρω, με καθορισμό της επικρατούσας περιόδου του εδαφικού θορύβου μπορούμε να καθορίσουμε την ιδιοπερίοδο του εδάφους και την απόκρισή του σε περίπτωση σεισμού.

Έγινε επεξεργασία των ταινιών από τις καταγραφές που είχαν ληφθεί στις διάφορες θέσεις της Καλαμάτας ως ακολούθως:

Σε κάθε καταγραφή έγινε η χάραξη της γραμμής βάσης (base-line) με εμπειρικό τρόπο και στην συνέχεια μετρήθηκαν οι ιδιοπερίοδοι, $T/2$, οι οποίες παρουσιάζονταν πάνω στην εγγραφή. Από τις ιδιοπερίόδους αυτές υπολογίστηκαν οι αντίστοιχες περίοδοι και στην συνέχεια έγινε το διάγραμμα συχνότητας της κατανομής των τιμών των περιόδων.

Οι τιμές των περιόδων των ομάδων, οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή του διαγράμματος συχνότητας είναι οι εξής:

$T_{ομ}$ (SEC)	0,05	0,09	0,11	0,13	0,16	0,19	0,24	0,29	0,36	0,45	0,55	0,67	0,82	1,00
----------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

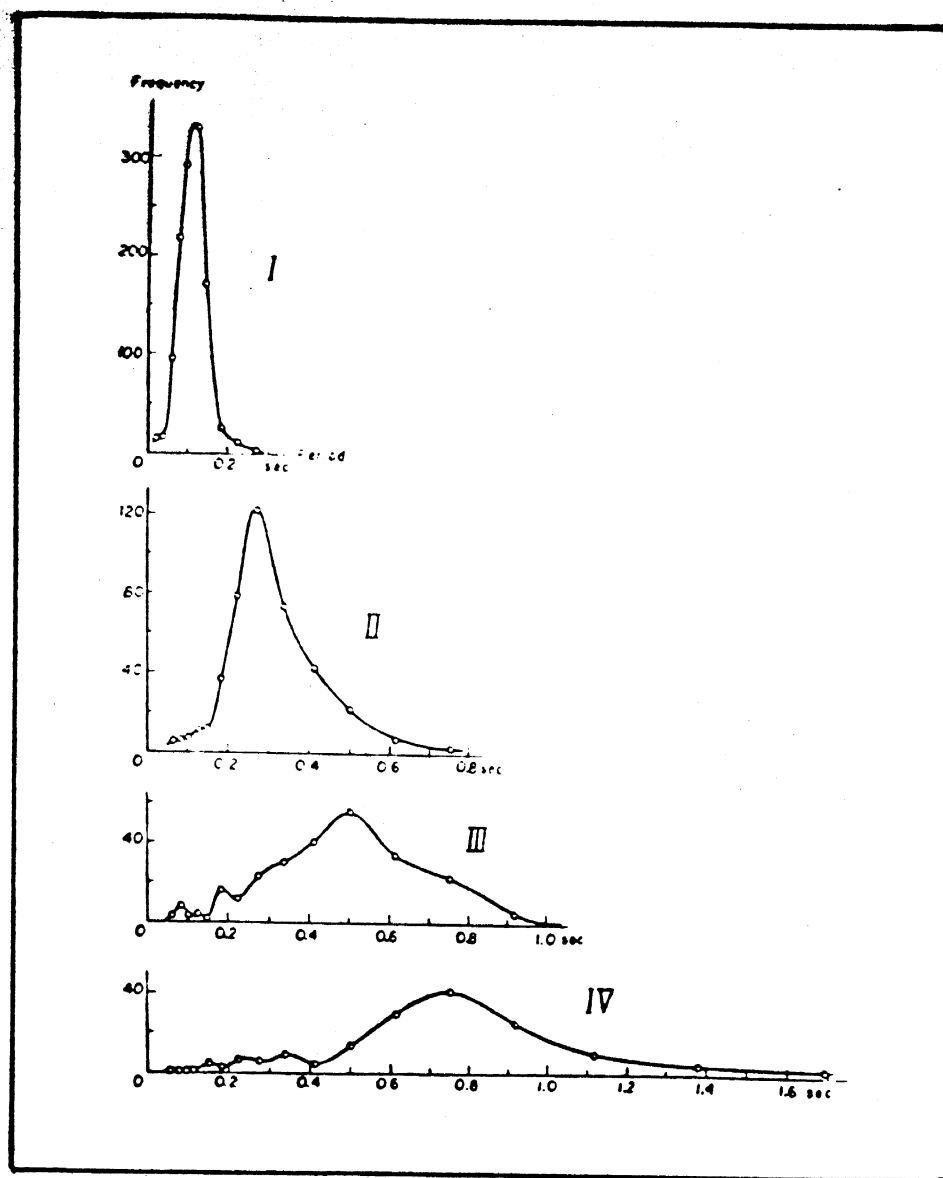
Οι Kanaï και Tanaka (1961) δέχονται ότι η περίοδος που αντιστοιχεί στην κορυφή της καμπύλης του διαγράμματος συχνότητας κατανομής των περιόδων, $N=f(T)$, συμπίπτει με την ιδιοπερίοδο του επιφανειακού σχηματισμού για την περίπτωση των εγκαρσίων κυμάτων που είναι και μεγαλύτερης σημασίας από μηχανικής πλευράς.

Σε γενικές γραμμές, η μορφή των διαγραμμάτων της συχνότητας κατανομής περιόδων, μπορεί να ανήκει σε μια από τις τέσσερις κατηγορίες που φαίνονται στο σχήμα (1).

Για σκληρά εδάφη, η οξεία κορυφή της καμπύλης εμφανίζεται σε περιόδους από 0,1 μέχρι 0,2 sec, ενώ σε συγκριτικά στερεό διλλούβιακό έδαφος η κορυφή εμφανίζεται σε περιόδους από 0,2 μέχρι 0,4 sec.

Για μαλακό αλλούβιακό έδαφος η καμπύλη είναι ακανόνιστης μορφής και οι περίοδοι του κυμαίνονται από 0,3 μέχρι 0,6 sec. Τέλος για εξαιρετικά παχύ στρώμα μαλακού υπεδάφους, η καμπύλη καλύπτει ευρύ φάσμα περιόδων από 0,2 μέχρι

1,0 sec., με κορυφή μετατοπισμένη στις μεγάλες περιόδους. Το εύρος της καμπύ-



Σχ. 1.- Διαγράμματα συχνότητας-περιόδου για τις τέσσερις κατηγορίες εδαφών (Kanai and Tanaka 1961).

λης είναι σημαντικά αυξημένο στην περίπτωση αυτή σε σχέση με τις προηγούμενες.

Οι καμπύλες αυτές σε πολλές περιπτώσεις επηρεάζονται σε μεγάλη έκταση από τις ιδιότητες του πρώτου εδαφικού στρώματος. Από την άλλη πλευρά οι κα-

μπύλες για βράχο, που δεν έχει υποστεί επιφανειακή εξαλλοίωση, όπως επίσης και για μητρικό υπόβαθρο είναι οριζόντιες για περιόδους από 0,1 sec μέχρι πάνω από 1,0 sec (Kanai and Tanaka 1961).

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Από τις καμπύλες κατανομής των περιόδων στις διάφορες θέσεις μελέτης εκτιμήθηκαν οι επικρατούσες περίοδοι για τις δύο συνιστώσες κάθε θέσης.

Στη συνέχεια έγινε διάγραμμα κατανομής των επικρατουσών περιόδων από το οποίο προέκυψαν τρεις αρχικές ομάδες επικρατουσών περιόδων.

Είναι δυνατόν στα διαγράμματα $N=f(T)$, να παρουσιάζεται και μια ακόμη, δεύτερης τάξης επικρατούσα περίοδος. Για να γίνει ένας έλεγχος των τριών προηγούμενων τάξεων έγινε και το διάγραμμα κατανομής και των περιόδων αυτών. Προέκυψαν τρεις τάξεις επίσης, οι οποίες παρουσίαζαν ταύτιση με τις προηγούμενες.

Για τον τελικό έλεγχο έγινε συγκεντρωτική χαρτογράφηση $N=f(T)$, για όλα τα σημεία, τα οποία ανήκαν στην ίδια τάξη (ζώνη) και εφαρμόστηκε η μέθοδος του κινητού μέσου όρου. Από τις χαρτογραφήσεις αυτές προέκυψαν οι επικρατούσες περίοδοι για τις τρεις ζώνες στις οποίες χωρίστηκε η πόλη της Καλαμάτας και οι οποίες παρουσιάζουν μια νομοτέλεια.

Οι τιμές των τριών αυτών περιόδων είναι οι παρακάτω

$$T_{d1} = 0,09 \text{ sec}$$

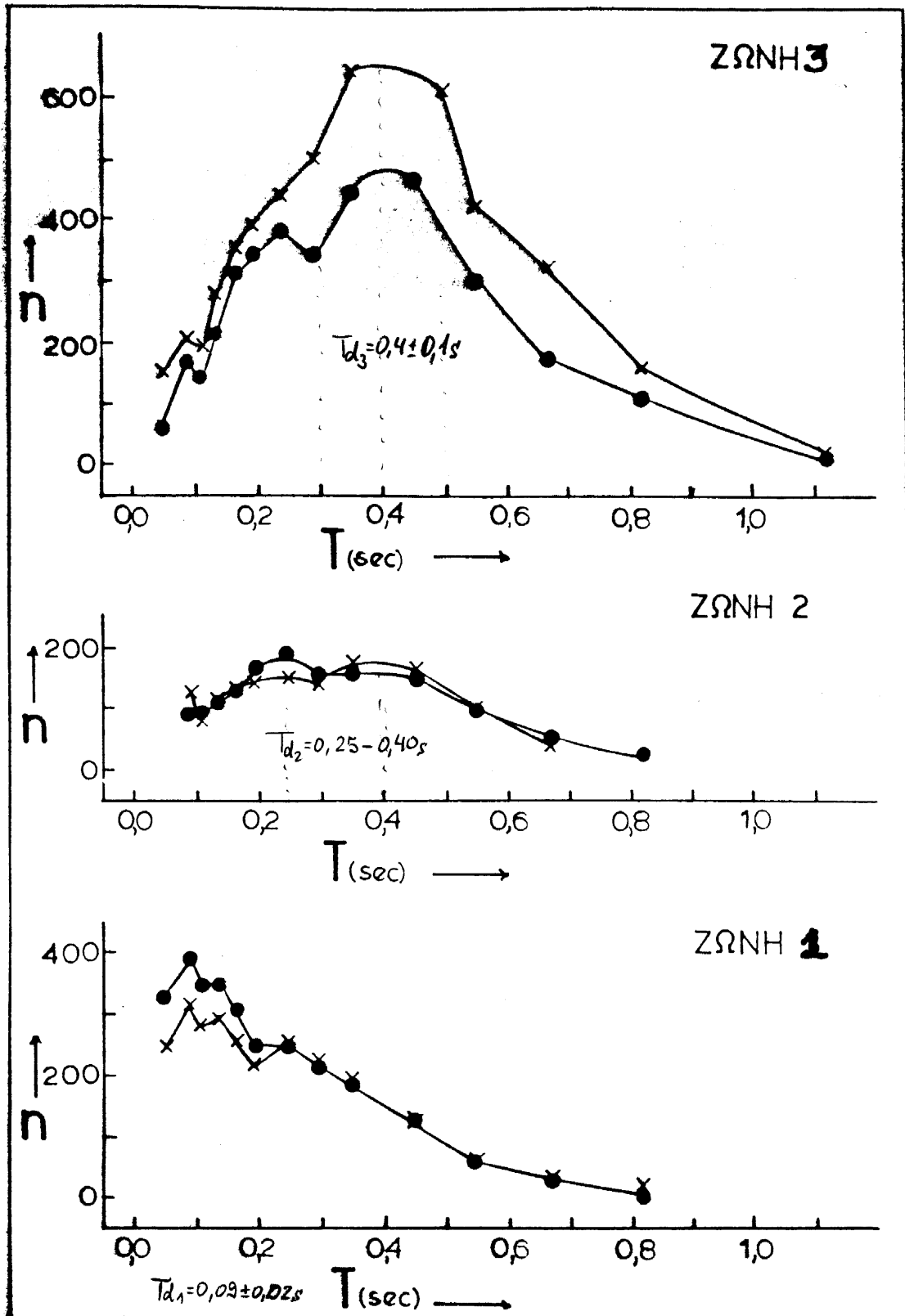
$$T_{d2} = 0,25 - 0,40 \text{ sec}$$

$$T_{d3} = 0,40 \text{ sec}$$

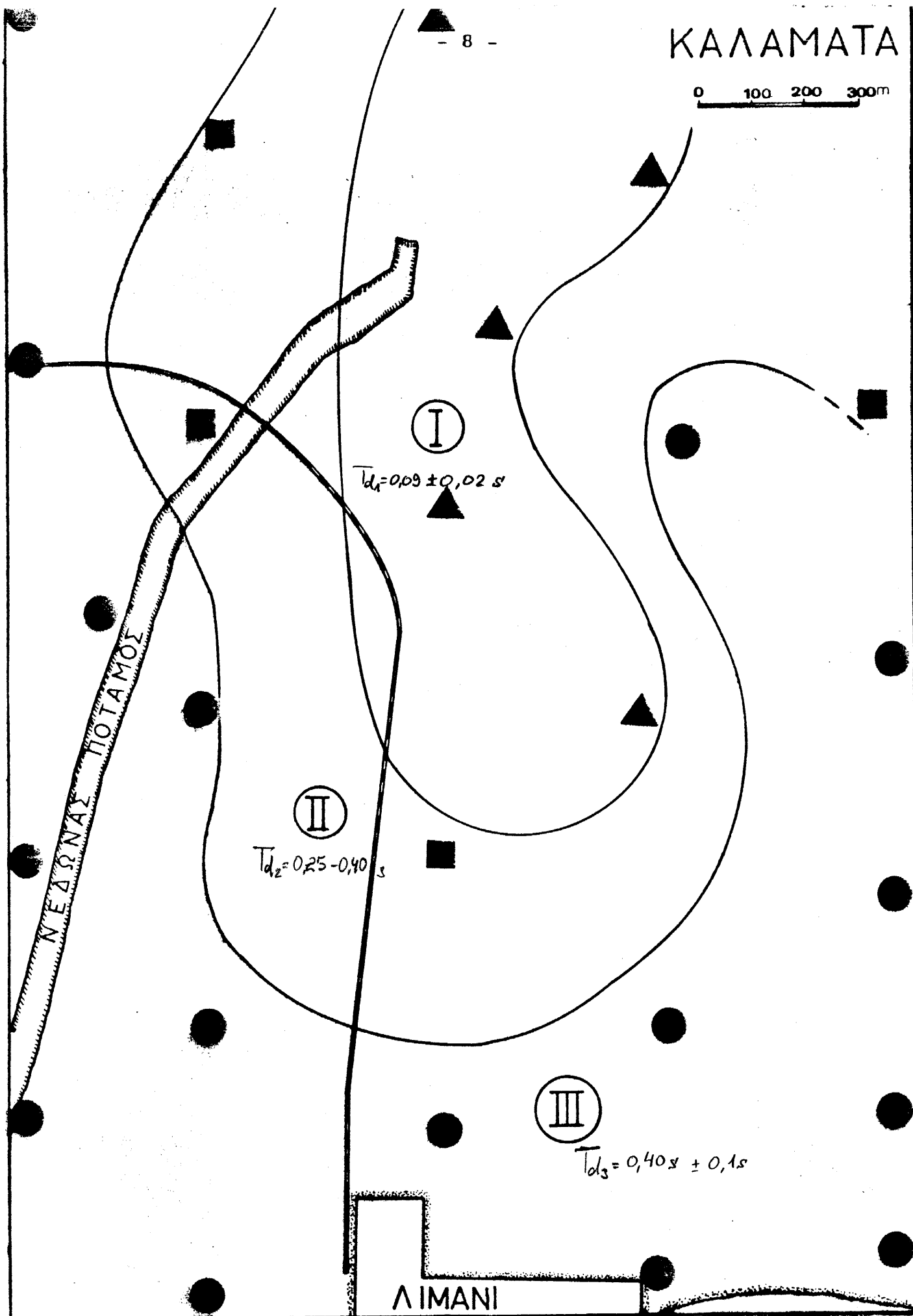
Στο σχήμα (2), δίνονται οι καμπύλες κατανομής των περιόδων για τις τρεις ζώνες. Από τις καμπύλες αυτές είναι εμφανής η διάκριση των τριών ζωνών ενώ στο χάρτη του σχήματος (3), φαίνονται οι τρεις ζώνες στις οποίες χωρίστηκε η πόλη της Καλαμάτας.

Η πρώτη ζώνη, η οποία εκτείνεται κατά τη διεύθυνση ΒΝ σχετίζεται με τη ζώνη των μικρότερων δεσποζουσών περιόδων. Από το σχήμα (2α) φαίνεται ότι η καμπύλη $N=f(T)$, παρουσιάζει ένα μέγιστο στην περίοδο $T=0,09\text{sec}$ και στη συνέχεια πέφτει. Δονήσεις περιόδων $0,05 \text{ sec} \leq T \leq 0,15 \text{ sec}$ μπορούν να προξενήσουν φαινόμενα συντονισμού. Στο εύρος των περιόδων αυτών κυμαίνονται οι ιδιοπερίοδοι μικρών ισογείων ή μονορόφων (με 2 πλάκες) κατοικιών. Τέτοιες κατασκευές στη ζώνη αυτή έπαθαν σοβαρές ζημιές, οι οποίες έφτασαν μέχρι πλήρη κατάρρευση.

Η ζώνη αυτή σχετίζεται μάλλον με τον σχηματισμό των Νεογενών ιζηματογενών (όργιλλοι, κροκαλοπαγή, μάργες).



Σχ. 2.- Διαγράμματα συχνότητας των τιμών των δεσποζουσων περιόδων, $N=F(T)$, για τις τρεις ζώνες στις οποίες χωρίστηκε η πόλη της Καλαμάτας. Οι καμπύλες με \bullet αντιστοιχούν στις εγγραφές κατά τη διεύθυνση BN, ενώ οι καμπύλες με X αντιστοιχούν στις εγγραφές κατά τη διεύθυνση AD.



Σχ. 3.- Χάρτης της πόλης της Καλαμάτας στον οποίο φαίνονται οι τρεις ζώνες στις οποίες χωρίστηκε η πόλη. Οι κύκλοι, τα τετράγωνα και τα τρίγωνα αντιστοιχούν στις θέσεις όπου λήφθηκαν οι μετρήσεις.

Γύρω από την ζώνη αυτή αναπτύσσεται η δεύτερη ζώνη, η ζώνη II, της οποίας το διάγραμμα $N=f(T)$ δεν παρουσιάζει μία έντονη αιχμή, αλλά είναι σχεδόν επίπεδο για περιόδους μεταξύ 0,25 και 0,40 sec. Είναι γνωστό, ότι ο κύριος σεισμός και ο μετασεισμός του είχαν μέγιστα πλάτη που παρουσιάστηκαν στα 0,35 sec περίπου (Αναγνωστόπουλος και συνεργάτες 1986). Το γεγονός αυτό μαζί με τα χαρακτηριστικά των εδαφικών συνθηκών, φαίνεται ότι επέδρασε στο να συμβούν τρείς καταρρεύσεις και εκτεταμένες βλάβες σε μεγάλη ποικιλία μοντέρνων κατασκευών.

Το διάγραμμα τιμών, $N=f(T)$, για τις περιόδους των μικροθορύβων της ζώνης III, παρουσιάζει μία αιχμή στα $0,4\text{sec} \pm 0,1\text{sec}$. Η ζώνη αυτή βρίσκεται έξω από την ζώνη II και περιλαμβάνει την-παραλία καθώς και άλλες περιοχές στις οποίες επικρατούν χαλαρές αλλουβιακές αποθέσεις σημαντικού βάθους. Είναι χαρακτηριστικό ότι στη περιοχή της ζώνης αυτής οι μικρές μονοκατοικίες και τα μονόροφα κτίσματα δεν παρουσίασαν σχεδόν καθόλου σοβαρές βλάβες. Αντίθετα, σε ορισμένα ψηλά κτίρια (πέντε ή έξι ορόφων) παρουσιάστηκαν πολύ εκτεταμένες ζημιές, οι οποίες είχαν σαν αποτέλεσμα αρκετά από αυτά να υποστηλωθούν.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στη πόλη της Καλαμάτας έγινε εφαρμογή της Ιαπωνικής μεθόδου μικροζωνικής (μέθοδος KANAI), η οποία βασίζεται στο χωρισμό διαφόρων ζωνών του επιφανειακού εδαφικού σχηματισμού με βάση την επικρατούσα περίοδο, όπως αυτή προκύπτει από το διάγραμμα $N=f(T)$ από τις καταγραφές του εδαφικού θορύβου.

Η πόλη χωρίστηκε σε τρείς ζώνες οι οποίες φαίνονται στο χάρτη του σχήματος (3). Οι επικρατούσες περίοδοι για τις τρείς αυτές ζώνες, όπως προέκυψαν από την ανάλυση των μικροδονήσεων, είναι:

$$T_{d \text{ I}} = 0,09 \text{ sec} \pm 0,02 \text{ sec}$$

$$T_{d \text{ II}} = 0,25 \text{ sec} \div 0,40 \text{ sec}$$

$$T_{d \text{ III}} = 0,40 \text{ sec} \pm 0,10 \text{ sec}$$

Οι μετρήσεις των μικροθορύβων αποδείχτηκαν ένα πολύ χρήσιμο μέσο για την κατάταξη των εδαφών, αλλά όχι και τόσο ικανοποιητικές για την πρόγνωση της σεισμικής κίνησης (Roussopoulos 1985). Ο Cherry (1974), συγκρίνοντας φάσματα εδαφικού θορύβου με φάσματα σεισμών διετύπωσε πολύ σοβαρές αντιρρήσεις ως προς την δυνατότητα καθορισμού των ιδιοτήτων του εδάφους βάσει των αναγραφών του εδαφικού θορύβου. Το πρόβλημα σε γενικές γραμμές πάντως μελετάται ακόμη.

Οι διαφορές αυτές πιθανόν να οφείλονται στο γεγονός ότι στο διάγραμμα $N=f(T)$ δεν παρουσιάζεται μία μόνο έντονη αιχμή αλλά πιθανό να υπάρχει και μία δεύτερη. Αυτό συμβαίνει κυρίως όταν το πάχος των αλλουβίων είναι μεγάλο και περιλαμβάνει στρώσεις με πολλαπλές ασυνέχειες. Μία τέτοια παρατήρηση είναι σε συμφωνία με την ερμηνεία των μικροθορύβων από τον Kanai σαν πολλαπλές ανακλάσεις S κυμάτων σε έδαφος πολλαπλών στρώσεων (Kobayashi 1973).

Ο Ιαπωνικός αντισεισμικός κανονισμός έχει υιοθετήσει τέσσερις κατηγορίες εδαφών. Ο Kobayashi (1973) θεωρεί ότι αν αναληθεί καταγραφή 10sec από κάθε τύπο εδάφους τότε με βάση την μέση περίοδο T_{10A} της εγγραφής των 10sec, η οποία ταυτίζεται με την επικρατούσα περίοδο που πρότειναν οι Kanai και Tanaka (1961), οι κατηγορίες των εδαφών είναι οι ακόλουθες:

Κατηγορία	I	Μέση περίοδος T_{10A}	= 0,0 - 0,22sec
	II	T_{10A}	= 0,12 - 0,45sec
	III	T_{10A}	= 0,35 - 0,75sec
	IV	T_{10A}	= 0,55 - sec

Οι ζώνες στις οποίες χωρίστηκε το υπέδαφος της πόλης της Καλαμάτας συμπίπτουν με τις τρεις πρώτες κατηγορίες εδαφών κατά Kobayashi.

Τα χαρακτηριστικά των κατηγοριών αυτών είναι τα ακόλουθα.

Κατηγορία I: Έδαφος που αποτελείται από βράχο, σκληρό αμμοχάλικο. Κατατάσσεται σαν τριτογενές ή παλαιότερος σχηματισμός σε μεγάλη έκταση γύρω από την περιοχή μελέτης.

Κατηγορία II: Έδαφος αποτελούμενο από αμμόδες χαλίκι, αμμόδη σκληρή άργιλλο και κατατάσσεται σαν διλούβιο ή αμμόδες αλλούβιο πάχους μεγαλύτερου των 5m και αναπτύσσεται σε μεγάλη έκταση γύρω από τη θέση μελέτης.

Κατηγορία III: Έδαφος αποτελούμενο από αλλούβιο πάχους πάνω από 5m και το οποίο μπορεί να διακριθεί από τα εδάφη της κατηγορίας II λόγω της χαλαρής σύνδεσης του υλικού του.

Από τον έλεγχο των ζωνών, στο χάρτη του σχ.(3) , ο οποίος έγινε με την μέθοδο των συνδυασμών μέγιστων πλατών πικρατουσών περιόδων

προέκυψε ότι οι ανωτέρω ζώνες βρίσκονται σε καλή συμφωνία με τις αντίστοιχες κατηγορίες εδαφών I, II, III του Ιαπωνικού Αντισεισμικού Κανονισμού.

Πιστεύουμε ότι τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής αν συνδυασθούν με άλλα σχετικά στοιχεία (χάρτη ισοβλαβών, γεωτεχνικά στοιχεία, κλπ) μπορεί να συμβάλει αποτελεσματικά στην εκπόνηση αξιόπιστου χάρτη μικροζωνικής της πόλης της Καλαμάτας. Πληρότερη μελέτη του προβλήματος αυτού απαιτεί πρόσθετα στοιχεία από ένα πυκνότερο δίκτυο μετρήσεων και μετρήσεις στην ευρύτερη περιοχή της πόλης και στις περιοχές πιθανής επέκτασής της.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Το πρόγραμμα αυτό χρηματοδοτήθηκε από τον ΟΑΣΠ με την απόφαση518...../...21:10:86..... του Δ.Σ. του Ο.Α.Σ.Π.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αναγνωσιτόπουλος, Σ;Α., Ν.Π.Θεοδουλίδης, Β.Α.Λεκίδης και Β.Ν.Μάργαρης 1986: Οι σεισμοί της Καλαμάτας, του Σεπτεμβρίου 1986: Αποτελέσματα από την ανάλυση των επιταχυνσιογραφημάτων, συσχετισμός με τον αντισεισμικό κανονισμό, επικόπηση βλαβών και συμπεράσματα. **Εργασία ΙΤΣΑΚ: 86-05**, 1-99.
- Cherry, S. , 1974 : Earthquake ground motions: Measurement and characteristics, In J.Solnes [:editor] **Engineering Seismology and Earthquake engineering**. Noordhoff-leiden, 87-124.
- Drakopoulos, K., G.Leventakis and A.Roussopoulos, 1978: Microzonation in the seismic area of Corinth-Loutraki, **Annali di Geofisica**, 31, 51-95.
- Kanai, K. and T.Tanaka, 1961: On microtremors VIII., **Bull. Earthq. Res.Inst.**, 39, 97-114.
- Kobavashi, H. 1973: Report of consultant on UNDP/UNESCO project "the survey of seismicity of Balkan region, Part I, II, III, IV, **UNDP/SF Rem.70.172**.
- Leventakis, G.A.N. and A.A. Roussopoulos, 1974: Progress report on microzoning in Greece. **UNDP/UNESCO Survey of the seismicity of the Balkan region**.
- Leventakis, G-A, N. and A.A.Roussopoulos 1982: Microzoning studies and damages from recent earthquakes in Loutraki region. **Proc. 7WCEE, Athens 1982**, 2, 141-147.

- Papazachos, B.C., A.A. Kiratzi, B.G. Karacostas, D.G. Panagiotopoulos, E. Scordilis and D.M. Mountrakis, 1986: Surface fault traces, fault plane solution and spatial distribution of the aftershocks of the September 13, 1986 earthquake of Kalamata, (southern Greece). **Publ. Geophysical, Lab., Univ. of Thessaloniki**, 7, 1-14.
- Roussopoulos, A.A., 1985: Microzonation and strong ground motion. **Proc. 12th, reg. sem Earth. Eng. Halkidiki**, 1985, 1-25.