

ΤΕΧΝΙΚΟΝ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ
ΕΛΛΗΝΙΚΟΝ ΤΜΗΜΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΟΜΑΣ ΤΗΣ Α. Ι. Ρ. Ο.

TECHNICAL CHAMBER OF GREECE
HELLENIC GROUP OF CONCRETE
HELLENIC GROUP OF I. A. B. S. E.

ΕΛΛΗΝΙΚΟΝ ΣΥΝΕΔΡΙΟΝ ΥΨΗΛΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ
'Αθήναι, 7-9 'Οκτωβρίου 1975

HELLENIC CONFERENCE ON TALL BUILDINGS
Athens, October 7-9, 1975

ΦΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟΚΡΙΣΕΩΣ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΣΕΙΣΜΩΝ

Π.Γρ.Καρύδη* καὶ Ι.Γ.Σμπώκου**

§1. Εἰσαγωγή.

Εἶναι γνωστό ὅτι τόσο οἱ ἀντισεισμικοὶ κανονισμοί, ὅσο καὶ ἡ ἀκολουθουμένη στή πράξη μεθοδολογία δυναμικῆς ἀντισεισμικῆς ἀνάλυσης πολυώροφων κατασκευῶν βασίζονται στή χρήση τῶν φασμάτων ἀποκρίσεως τῶν διαφόρων ἰσχυρῶν σεισμῶν, ποὺ ἔχουν γίνει σ' ἕνα ὀρισμένο τόπο. Ὅπως ἀποδεικνύεται εἰς [1]*** τὸ δυναμικὸ βέλος τῆς i στάθμης μιᾶς πολυώροφης κατασκευῆς παρέχεται ἀπὸ τῆς σχέσης:

$$v_i(\tau) = \sum_{r=1}^n \Delta_{ir} \psi_r \gamma_r(\tau) \quad (1)$$

ὅπου Δ_{ir} τὸ ἐντεταγμένο ἡμιεὔρος τῆς r ἰδιομορφῆς, ψ_r ὁ συντελεστὴς συμμετοχῆς τῆς r μορφῆς καὶ $\gamma_r(\tau)$ ἡ συμπεριφορὰ μονοβάθμιου σχηματισμοῦ, μὲ ἰδιοσυχνότητα ω_r καὶ μὲ λόγὸ ἀπόσβεσης ζ .

Γιὰ τῆς μέγιστη πιθανὴ τιμὴ τοῦ βέλους $v_i(\tau)$ προτείνεται εἰς [2] ἡ σχέση:

$$\max v_i(\tau) = \sqrt{\sum_{r=1}^n (\Delta_{ir} \psi_r \max \gamma_r(\tau))^2} \quad (2)$$

ὅπου $\max \gamma_r(\tau)$ οἱ μέγιστες τιμὲς τῶν παραπάνω $\gamma_r(\tau)$.

§2. Ὑπολογισμὸς καὶ Σύνθεση τῶν φασμάτων Ἀποκρίσεως.

Ἡ ἐδαφικὴ ἐπιτάχυνση $\ddot{y}(\tau)$ παρέχεται ἀπὸ τὰ ὄργανα μέτρησης ἰσχυρῶν δονήσεων. Οἱ τιμὲς $\max(\ddot{y}_r(\tau) + \ddot{y}(\tau)) = \max \Gamma_r(\tau)$, $\max \dot{\gamma}_r(\tau)$ καὶ $\max \gamma_r(\tau)$, οἱ ὁποῖες σέ μορφή διαγραμμάτων ὡς πρὸς τὴς περιόδους T_r ἀποτελοῦν τὰ φάσματα ἀποκρίσεως καθε σεισμοῦ, προσδιορίζονται μὲ τὴν ἐκύλιση τῶν διαφορικῶν ἐξισώσεων:

$$\ddot{\gamma}_r(\tau) + 2\zeta\omega_r \dot{\gamma}_r(\tau) + \omega_r^2 \gamma_r(\tau) = -\ddot{y}(\tau) \quad (3)$$

* Δρ. Πολ. Μηχ., ΕΜΠ, ἐπιμελητὴς τοῦ ἐργαστηρίου "Στατικῆς & Ἀντισεισμικῶν Ἐρευνῶν" Ε.Μ.Π.

** Διπλ. Πολ. Μηχ. ΕΜΠ, ἐπιστημονικὸς συνεργάτης τοῦ ἐργαστηρίου "Στατικῆς καὶ Ἀντισεισμικῶν Ἐρευνῶν" Ε.Μ.Π.

*** Στὴς ἀγκύλες σημειώνονται οἱ ἀριθμοὶ ποὺ ἀναφέρονται στή βιβλιογραφία.

Στά Σχ.1,2 καὶ 3 παρέχονται τὰ φάσματα κάθε μιᾶς ἀπὸ τὴς δύο συνιστώσες τριῶν ἑλληνικῶν σεισμῶν. Στὸ ἐπάνω μέρος κάθε σχήματος εἶναι $\zeta = 0\%$, ἐνῶ στὸ κάτω εἶναι $\zeta = 5\%$. Στά Σχ.4,5 καὶ 6 ἀνάγονται τὰ φάσματα πού προσδιορίστηκαν παραπάνω στὴν αὐτὴ ἔδαφικὴ ἐπιτάχυνση, ἡ ὁποία γιὰ σύγκριση πρὸς ἄλλες σχετικὲς ἐργασίες [2] πάρθηκε ἴση πρὸς $1g$, μὲ τελικὸ σκοπὸ νὰ σχεδιαστεῖ μιὰ περιβάλλουσα φασμάτων ἀποκρούσεως. Ἡ περιβάλλουσα αὐτὴ καὶ οἱ μέγιστες φασματικὲς τιμὲς τῶν Σχ.1,2 καὶ 3 θὰ βασίζονται σὲ ὅσο τὸ δυνατόν περισσότερους πραγματικὸς ἑλληνικοὺς σεισμοὺς καὶ θὰ ἀποτελέσουν τὴν βάση τοῦ νέου ἀντισεισμικοῦ κανονισμοῦ.

Στά Σχ.1 ἕως 5 παρέχονται ἐπίσης οἱ ἔδαφικὲς ἐπιταχύνσεις, ταχύτητες καὶ μετακινήσεις, πού ὑπολογίστηκαν καὶ διορθώθηκαν μὲ βάση κλασικὲς μεθοδολογίες μὲ κατάλληλο πρόγραμμα ψηφιακοῦ ὑπολογιστῆ.*

Στὸ Σχ.6 φαίνονται ἐπίσης καὶ οἱ δράσεις ἀνὰ μονάδα μάζης θεμελίου γιὰ κάθε σεισμό. Ὅπως ἀναφέρεται καὶ εἰς [4], ὁ τρόπος, μὲ τὸν ὁποῖο ἐκλύεται ἡ ἐνέργεια στὸ χροῖο, εἶναι ἰδιαίτερο χαρακτηριστικὸ κάθε σεισμοῦ καὶ ἔχει μεγάλη σημασία γιὰ τὴς ἀντισεισμικὲς κατασκευές.

§3. Συμπεράσματα.

Παρόλο πού ὁ σεισμός Λευκάδας (ἀνάμεσα στὴς πέντε στὸ κόσμο ἰσχυρότερες ἀναγραφές [3] σεισμικῶν ἐπιταχύνσεων) ἐμφανίζει μέγιστη ἔδαφικὴ ἐπιτάχυνση $0,54g$, ὑπερτριπλάσια τῆς ἀντίστοιχης τοῦ σεισμοῦ Κεφαλλοννίδας, ἡ ἀναπόσβεστη φασματικὴ ἐπιτάχυνση τοῦ σεισμοῦ Λευκάδας εἶναι μόλις 1,6 φορές μεγαλύτερη ἀπὸ τὴν ἀντίστοιχη τοῦ σεισμοῦ Κεφαλλοννίδας. Ἡ εἰκόνα ὁμως αὐτὴ ἀλλάζει ἐντελῶς μόλις δοθεῖ ἔστω καὶ λύγη ἀπόσβεση.

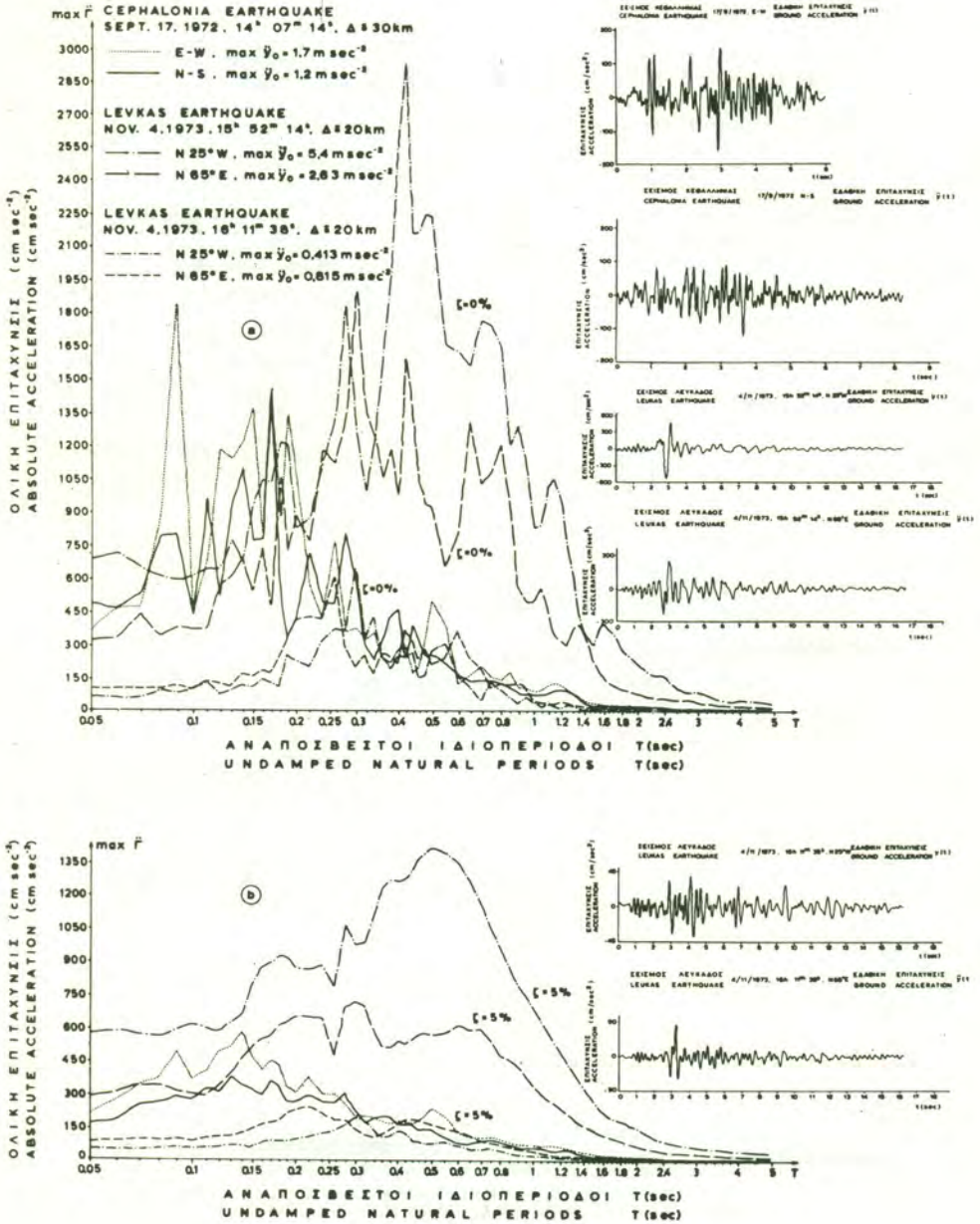
Τὸ ἔδαφος τῆς περιοχῆς, ὅπου ἔχει ἐγκατασταθεῖ ὁ σειсмоγράφος Κεφαλλοννίδας, εἶναι σκληρό, ἐνῶ τὸ ἔδαφος τῆς Λευκάδας μαλακό. Γι' αὐτὸ, ὅπως φαίνεται στὰ Σχ.1 καὶ 4 (ἐπάνω), δεσπόζουν στὴς μικρὲς περιόδους οἱ συνιστώσες τοῦ σεισμοῦ τῆς Κεφαλλοννίδας, ἐνῶ στὴς μεγάλες περιόδους δεσπόζουν οἱ συνιστώσες τῶν σεισμῶν τῆς Λευκάδας, παρόλο πού ἡ ἐπικεντρικὴ ἀπόσταση εἶναι περὶπου ἴση καὶ στοὺς δύο.

Εἶναι πολὺ ἐνδιαφέρον νὰ τονιστεῖ ἡ σύμπτωση τῆς τιμῆς τῆς μέγιστης ἀναπόσβεστης φασματικῆς ἐπιτάχυνσης τοῦ Σχ.4, πού εἶναι ἴση μὲ $160m \text{ sec}^{-2}$, πρὸς τὴν προτεινόμενη εἰς [2] ἀντίστοιχη περιβάλλουσα μὲ τιμὴ ἴση πρὸς $165m \text{ sec}^{-2}$.

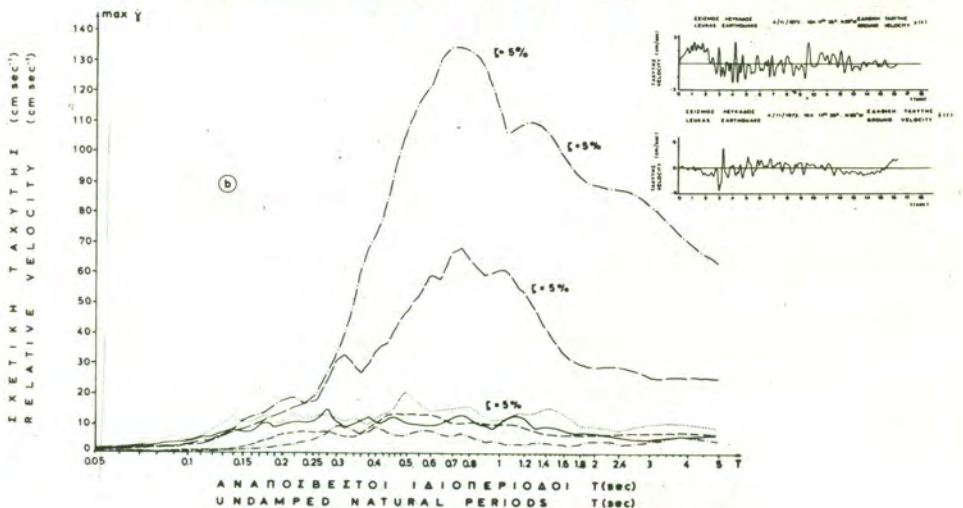
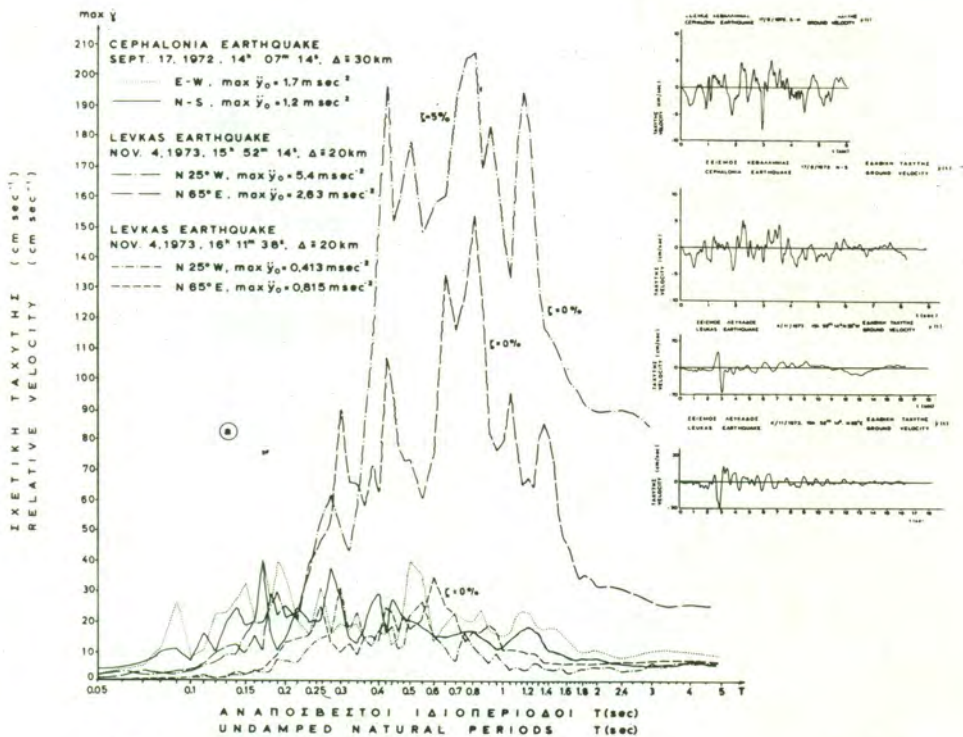
Βιβλιογραφία

- [1] Κοκκίνοπούλου Ε., συνεργ. Καρύδη Π.: "Πολυβάθμιοι Ἐπίπεδοι Ἐλαστικοὶ Σχηματισμοὶ ὑπὸ τὴν Δράσιν Ὀριζοντίων Σεισμικῶν καὶ λουπῶν Δυναμικῶν Δεγέρσεων". Ἐπιστημονικὰ Δημοσιεύματα Ε.Μ.Π., Νο 23, Ἀθῆναι 1972.
- [2] Κοκκίνοπούλου Ε., Καρύδη Π.: "Πρότασις Δυναμικοῦ Ἀντισεισμικοῦ Ὑπολογισμοῦ Πολυβαθμίων Σχηματισμῶν", Ἀθῆναι 1973.
- [3] Galanopoulos A.G., Drakopoulos J.C.: "A T Phase recorded on an Accelerogram", BSSA, Vol.64, No 3, pp 717-719, June 1974.
- [4] Καρύδη Π.: "Ἀπλοποίησης τῆς Ἐπιλύσεως τοῦ Γενικοῦ Δυναμικοῦ Ἀντισεισμικοῦ Προβλήματος δι' Ἀναγωγῆς τοῦ Τυχόντος Σεισμικοῦ Κραδασμοῦ εἰς Ἴσοδυνάμους Ἀρμονικοὺς", δι'ατριβῆ ἐπὶ διδακτορικῆ, 1968.

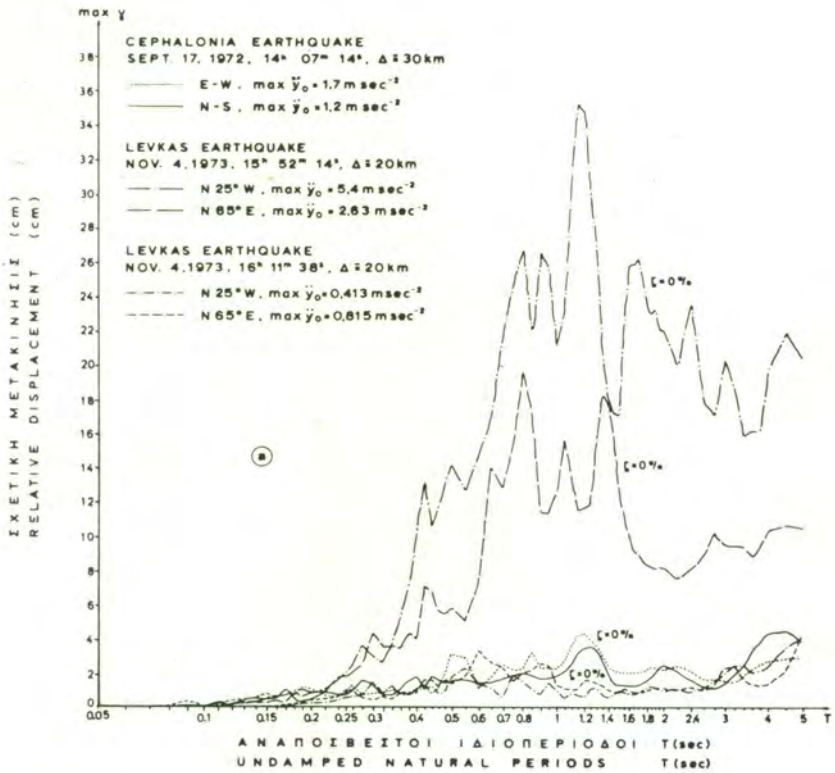
* Τόσο γιὰ τοὺς ἑλληνικοὺς ὅσο καὶ γιὰ τοὺς πλεὶς γνωστοὺς ξένους σεισμοὺς ὑπάρχουν στὸ ἀρχεῖο τῶν συγγραφέων, σὲ κάρτες ψηφιακοῦ ὑπολογιστῆ, τὰ ἐπιταχυνσιογραφήματα, τὰ ἀποτελέσματα ἀπὸ τὴν ἀνάλυσή τους καὶ κάθε σχετικὸ στοιχεῖο, πού θὰ μπορούσε νὰ βοηθήσει τοὺς ἐνδιαφερομένους.



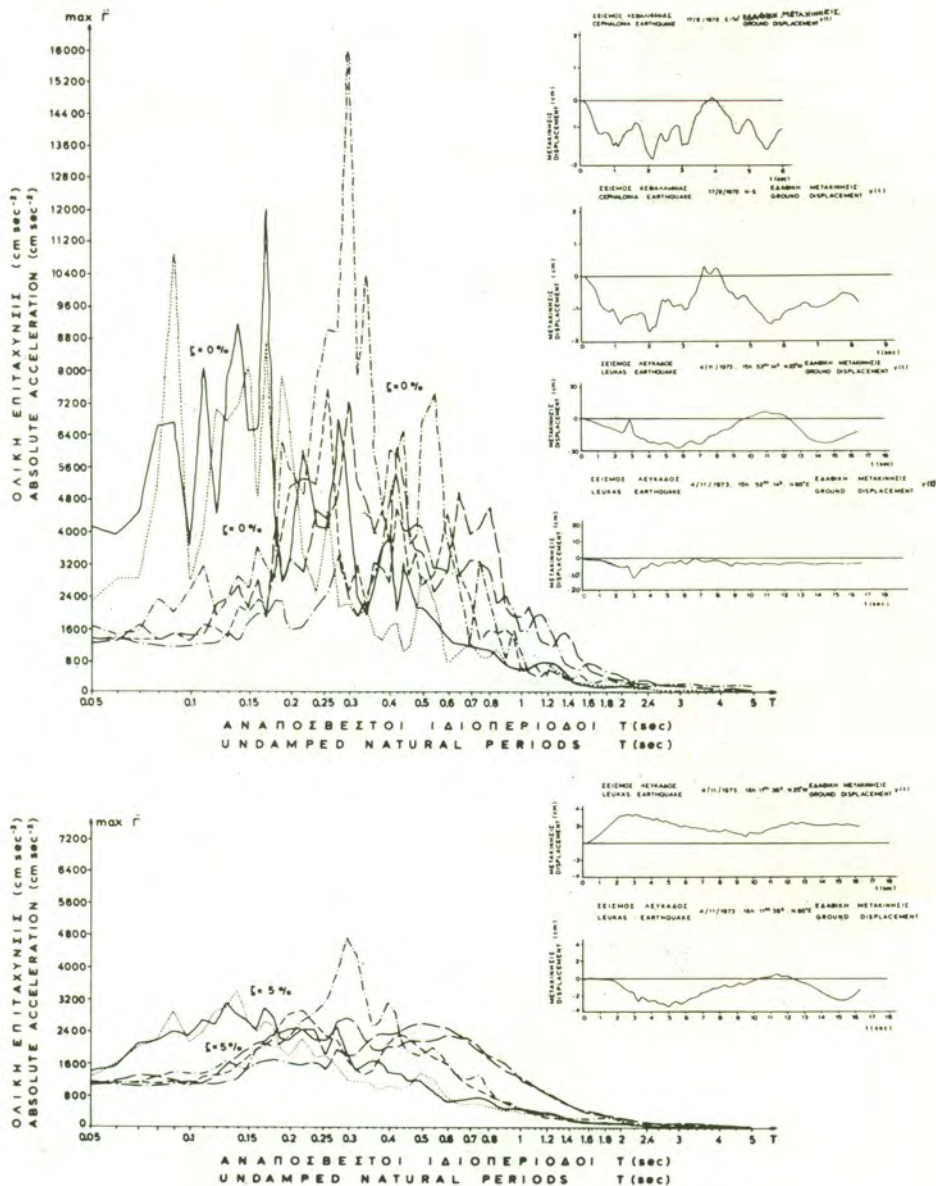
Ικ. 1 ΘΑΙΜΑΤΑ ΑΠΟΚΡΙΣΕΩΣ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΕΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΙΣΙΣΜΩΝ
 Fig.1 ACCELERATION RESPONSE SPECTRA OF GREEK SHOCKS



IX. 2 ΘΑΙΜΑΤΑ ΑΠΟΚΡΙΣΕΩΣ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΣΕΙΣΜΩΝ
Fig. 2 VELOCITY RESPONSE SPECTRA OF GREEK SHOCKS

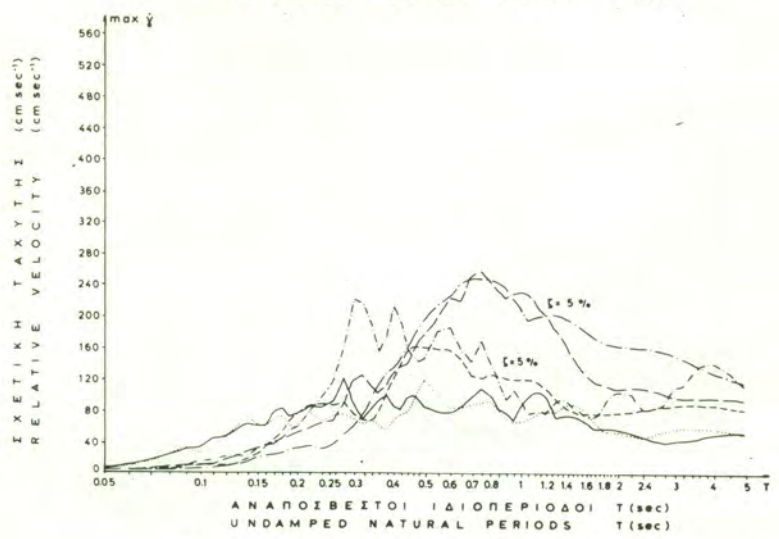
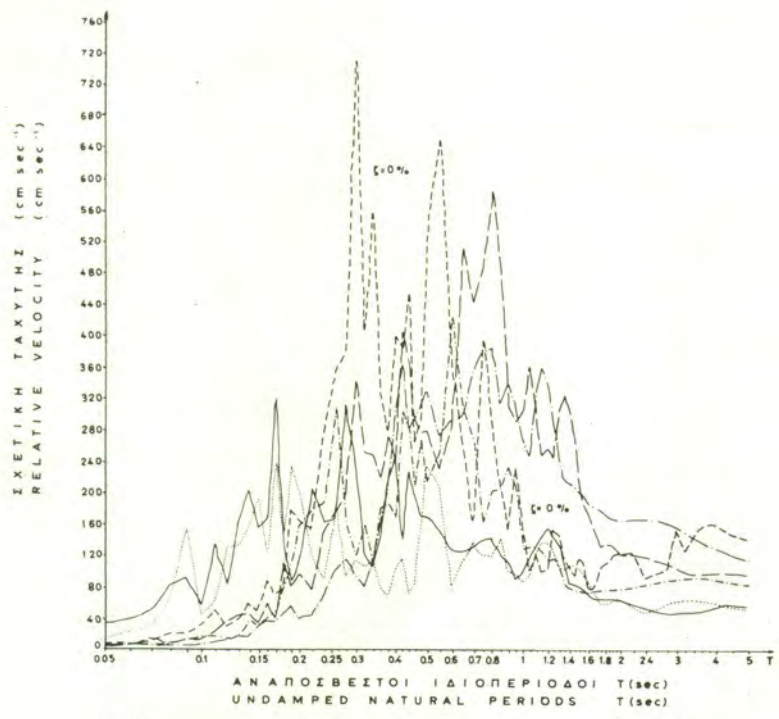


Σχ 3 ΘΑΣΙΜΑ ΑΠΟΚΡΙΣΕΩΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΣΕΙΣΜΩΝ
FIG.3 DISPLACEMENT RESPONSE SPECTRA OF GREEK SHOCKS

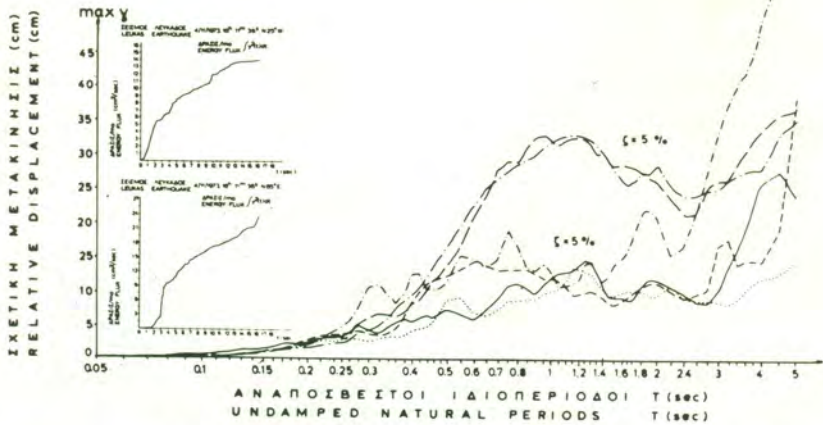
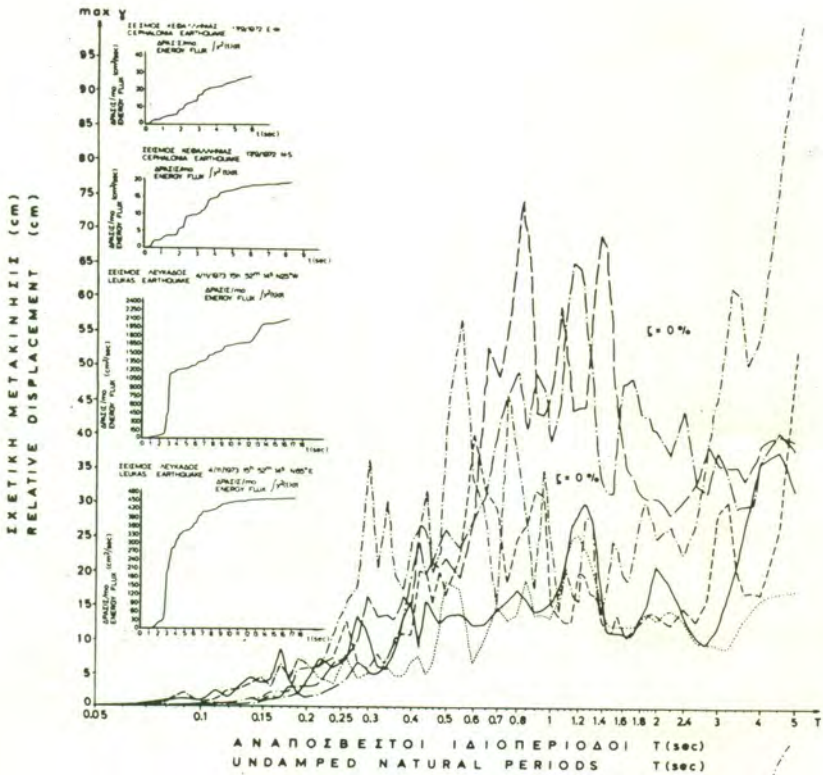


Ια. 4 ΑΝΗΓΜΕΝΑ ΘΑΙΣΜΑΤΑ ΑΠΟΚΡΙΣΕΩΣ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΕΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΕΙΣΗΜΩΝ ΔΙΑ ΜΕΓΙΣΤΗΝ ΕΔΑΦΙΚΗΝ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΙΝ = 1g

Fig.4 NORMALIZED ACCELERATION RESPONSE SPECTRA OF GREEK SHOCKS FOR MAXIMUM GROUND ACCELERATION = 1g



Ιχ 5 ΑΝΟΙΓΜΕΝΑ ΦΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟΚΡΙΣΕΩΣ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΣΕΙΣΜΩΝ ΔΙΑ ΜΕΓΙΣΤΗΝ ΕΔΑΦΙΚΗΝ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΙΝ = 1g
 Fig 5 NORMALIZED VELOCITY RESPONSE SPECTRA OF GREEK SHOCKS FOR MAXIMUM GROUND ACCELERATION = 1g



Ιχ. 6 ΑΝΟΙΓΜΕΝΑ ΦΑΙΝΑΤΑ ΑΠΟΚΡΙΣΕΩΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΣΕΙΣΜΩΝ ΔΙΑ ΜΕΓΙΣΤΗΝ ΕΔΑΦΙΚΗΝ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΙΝ = 1g

Fig.6 NORMALIZED DISPLACEMENT RESPONSE SPECTRA OF GREEK SHOCKS FOR MAXIMUM GROUND ACCELERATION = 1g