

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΓΕΝΙΚΗ Δ/ΝΣΗ ΑΝΑΣΤΗΛΩΣΗΣ ΜΟΥΣΕΙΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ



ΕΡΓΟΔΟΤΗΣ

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΑΣΤΗΛΩΣΗΣ ΒΥΖΑΝΤΙΝΩΝ ΚΑΙ
ΜΕΤΑΒΥΖΑΝΤΙΝΩΝ ΜΝΗΜΕΙΩΝ

ΕΡΓΟ

ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΤΗΣ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ - ΕΡΜΗΝΕΙΑΣ ΤΗΣ
ΠΑΘΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΡΣΗ ΕΤΟΙΜΟΡΡΟΠΙΑΣ ΤΟΥ
ΣΥΝΟΛΟΥ ΤΟΥ ΕΠΙΠΡΟΜΑΧΩΝΑ ΤΟΥ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΣΤΗΝ ΠΑΛΙΑ ΠΟΛΗ ΧΑΝΙΩΝ

ΜΕΛΕΤΗ

ΕΚΘΕΣΗ ΤΕΛΙΚΗΣ ΛΥΣΗΣ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΓΙΑ ΟΛΟΚΛΗΡΟ ΤΟ
ΜΝΗΜΕΙΟ ΜΕΤΑ ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΕΩΝ, ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΚΑΙ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΝΟΡΓΑΝΗΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ

ΤΙΤΛΟΣ ΤΕΥΧΟΥΣ

ΜΕΛΕΤΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ

ΑΡΙΘ. ΤΕΥΧΟΥΣ

Τ. 3

ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ



ΕΔΑΦΟΣ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ Α.Ε.

Υπερείδου 9, 105 58 Αθήνα, Τηλ: 2103222050 Fax: 2103241607
e-mail: admin@edafos.gr, www.edafos.gr

ΕΔΑΦΟΣ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ Α.Ε.
ΥΠΕΡΕΙΔΟΥ 9 - ΑΘΗΝΑ Τ.Κ. 105 58
ΤΗΛ. 210 3222050 - FAX: 210 3241607
Α.Φ.Μ. 095678181 - Δ.Ο.Υ. ΦΑΕ ΑΘΗΝΩΝ
ΑΡ. Μ.Α.Ε. 65306/01Β/08/86 - ΑΡ. ΠΑΚ. 676194
Α.Ε. ΜΗΤ. 008054301000



	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΟΝΟΜΑ	ΥΠΟΓΡΑΦΕΣ	ΕΚΠΡΟΣΩΠΟΣ
ΣΥΝΤΑΞΗ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2019	Ι. ΤΣΙΑΠΑΣ		Σ. ΚΑΒΟΥΝΙΔΗΣ Υπερείδου 9, 10558, Αθήνα Τηλ. 2103222050
ΕΛΕΓΧΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2019	Σ. ΚΑΒΟΥΝΙΔΗΣ		
ΕΓΚΡΙΣΗ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2019	Γ. ΝΤΟΥΝΙΑΣ		

		ΕΝΕΡΓΕΙΑ	ΘΕΣΗ	ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΥΠΟΓΡΑΦΗ
		ΕΛΕΓΧΘΗΚΕ	ΟΙ ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΕΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ			
		ΕΓΚΡΙΘΗΚΕ	Ο ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΟΣ			
		ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ	Ο ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ			

Α/Α	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΕΙΣ - ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
A	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2019	A' ΕΚΔΟΣΗ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΓΕΝΙΚΗ Δ/ΝΣΗ ΑΝΑΣΤΗΛΩΣΗΣ ΜΟΥΣΕΙΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ



ΕΡΓΟΔΟΤΗΣ

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΑΣΤΗΛΩΣΗΣ ΒΥΖΑΝΤΙΝΩΝ ΚΑΙ
ΜΕΤΑΒΥΖΑΝΤΙΝΩΝ ΜΝΗΜΕΙΩΝ

ΕΡΓΟ

ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΤΗΣ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ - ΕΡΜΗΝΕΙΑΣ ΤΗΣ
ΠΑΘΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΡΣΗ ΕΤΟΙΜΟΡΡΟΠΙΑΣ ΤΟΥ
ΣΥΝΟΛΟΥ ΤΟΥ ΕΠΙΠΡΟΜΑΧΩΝΑ ΤΟΥ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΣΤΗΝ ΠΑΛΙΑ ΠΟΛΗ ΧΑΝΙΩΝ

ΜΕΛΕΤΗ

ΕΚΘΕΣΗ ΤΕΛΙΚΗΣ ΛΥΣΗΣ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΓΙΑ ΟΛΟΚΛΗΡΟ ΤΟ
ΜΝΗΜΕΙΟ ΜΕΤΑ ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΕΩΝ, ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΚΑΙ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΝΟΡΓΑΝΗΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ

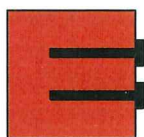
ΤΙΤΛΟΣ ΤΕΥΧΟΥΣ

ΜΕΛΕΤΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ

ΑΡΙΘ. ΤΕΥΧΟΥΣ

Τ. 3

ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ



ΕΔΑΦΟΣ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ Α.Ε.

Υπερείδου 9, 105 58 Αθήνα, Τηλ: 2103222050 Fax: 2103241607
e-mail: admin@edafos.gr, www.edafos.gr



	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΟΝΟΜΑ	ΥΠΟΓΡΑΦΕΣ	ΕΚΠΡΟΣΩΠΟΣ
ΣΥΝΤΑΞΗ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2019	Ι. ΤΣΙΑΠΑΣ		Σ. ΚΑΒΟΥΝΙΔΗΣ Υπερείδου 9, 10558, Αθήνα Τηλ. 2103222050
ΕΛΕΓΧΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2019	Σ. ΚΑΒΟΥΝΙΔΗΣ		
ΕΓΚΡΙΣΗ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2019	Γ. ΝΤΟΥΝΙΑΣ		

		ΕΝΕΡΓΕΙΑ	ΘΕΣΗ	ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΥΠΟΓΡΑΦΗ
		ΕΛΕΓΧΘΗΚΕ	ΟΙ ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΕΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ			
		ΕΓΚΡΙΘΗΚΕ	Ο ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΟΣ			
		ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ	Ο ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ			

Α/Α	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΕΙΣ - ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
A	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2019	A' ΕΚΔΟΣΗ

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΑΣΤΗΛΩΣΗΣ ΒΥΖΑΝΤΙΝΩΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑΒΥΖΑΝΤΙΝΩΝ ΜΝΗΜΕΙΩΝ

Εργασίες καταγραφής της υπάρχουσας κατάστασης – ερμηνείας της
παθολογίας και μέτρα αντιμετώπισης για την άρση ετοιμορροπίας του
συνόλου του Επιπρομαχώνα του Αγίου Δημητρίου στην Παλιά Πόλη
Χανίων

Μελέτη Σεισμικής Απόκρισης

Αθήνα, Νοέμβριος 2019

Περιεχόμενα

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	3
2.	ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ.....	4
2.1	Αντισεισμικός Κανονισμός	4
2.2	Κοντινά Ενεργά Ρήγματα.....	4
3.	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ	6
3.1	Ισοδύναμη Γραμμική Μέθοδος	6
3.2	Ταχύτητα Διάδοσης Διατμητικών Κυμάτων	7
3.3	Ορισμός Σεισμικού Υποβάθρου.....	7
3.4	Ανελαστική Συμπεριφορά Εδαφικών Στρώσεων.....	8
3.5	Σεισμικές Διεγέρσεις	10
4.	ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ	15
4.1	Βάση Επιπρομαχώνα.....	15
4.2	Στέψη Επιπρομαχώνα.....	23
5.	ΣΥΝΟΨΙΣΗ	29

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Παράρτημα Α Σεισμολογικά Δεδομένα Ενεργών Σεισμικών Ρηγμάτων

Παράρτημα Β Αποτελέσματα Αναλύσεων Σεισμικής Απόκρισης

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με την από 29/7/2019 σύμβαση μεταξύ της Διεύθυνσης Αναστήλωσης Βυζαντινών και Μεταβυζαντινών Μνημείων και της ΕΔΑΦΟΣ Σύμβουλοι Μηχανικοί Α.Ε. ανατέθηκαν στη δεύτερη «Εργασίες καταγραφής της υπάρχουσας κατάστασης – ερμηνείας της παθολογίας και μέτρα αντιμετώπισης για την άρση ετοιμορροπίας του συνόλου του Επιπρωμαχώνα του Αγίου Δημητρίου στην Παλιά Πόλη Χανίων».

Στο πλαίσιο της σύμβασης αυτής συντάχθηκε και υποβάλλεται η παρούσα υποβολή «Έκθεση Τελικής Λύσης Αντιμετώπισης για Ολόκληρο το Μνημείο μετά Προμετρήσεων, Προϋπολογισμού και Συστήματος Ενόργανης Παρακολούθησης». Η υποβολή επικεντρώνεται στην περιοχή των καταρρεύσεων του Επιπρωμαχώνα τον Φεβρουάριο του 2019 και του Φεβρουαρίου του 2017 τις μικροκαταρρεύσεις χωματισμών στις θέσεις των καταρρεύσεων του Φεβρουαρίου του 2017, και στα γενικότερα μέτρα για την άρση του συνόλου της ετοιμορροπίας ολόκληρου του Επιπρωμαχώνα.

Το παρόν τεύχος αποτελεί το τρίτο τεύχος της παρούσας υποβολής και έχει σκοπό τη μελέτη σεισμικής απόκρισης στην περιοχή του Επιπρωμαχώνα και την εκτίμηση των σεισμικών δράσεων στη βάση και στη στέψη του Επιπρωμαχώνα.

Για τη σύνταξη του παρόντος τεύχους συνεργάστηκαν οι: Ι. Τσιάπας, Δρ Πολιτικός Μηχανικός-Εδαφομηχανικός και Γ. Ντουνιάς, Δρ Πολιτικός Μηχανικός-Εδαφομηχανικός.

2. ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

2.1 ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ

Σύμφωνα με τα στοιχεία του Ελληνικού Αντισεισμικού Κανονισμού (ΕΑΚ) του 2000 (ΦΕΚ 2184 Β'/20-12-1999) και την τροποποίησή του (ΦΕΚ 1154 Β'/12-8-2003) που περιέχει το νέο «Χάρτη Ζωνών Σεισμικής Επικινδυνότητας της Ελλάδας», η χώρα διακρίνεται από άποψη σεισμικής επικινδυνότητας σε 3 Ζώνες (I, II, III).

Η περιοχή της μελέτης υπάγεται στον Δήμο Χανίων, ο οποίος από άποψη σεισμικής επικινδυνότητας ανήκει στην Ζώνη II, με σεισμική επιτάχυνση εδάφους $A = \alpha \cdot g = 2.35 \text{ m/sec}^2$, όπου:

- g = επιτάχυνση βαρύτητας ($g = 9.81 \text{ m/sec}^2$)
- α = συντελεστής σεισμικής επιβάρυνσης ή σεισμικός συντελεστής σχεδιασμού, όπου για τη Ζώνη Σεισμικής Επικινδυνότητας II λαμβάνει την τιμή $\alpha = 0.24$.

Από άποψη σεισμικής επικινδυνότητας και με βάση τα αποτελέσματα της γεωτεχνικής έρευνας και αξιολόγησης (Τεύχος 2 της παρούσας υποβολής) τα εδάφη κατατάσσονται, σύμφωνα με τον ΕΑΚ, στην κατηγορία Β.

2.2 ΚΟΝΤΙΝΑ ΕΝΕΡΓΑ ΡΗΓΜΑΤΑ

Με βάση τα στοιχεία της ελληνικής βάσης δεδομένων σεισμολογικών δεδομένων GreDass 2.0 (Greek Database of Seismologic Sources – Caputo and Pavlides 2013), στην ευρύτερη περιοχή του Επιπρομαχώνα Χανίων, και σε απόσταση έως 50km, υπάρχουν 6 ενεργά σεισμικά ρήγματα που μπορούν να προκαλέσουν σεισμικές διεγέρσεις μεγέθους έως $M_w = 6.5 - 7.1$. Η θέση των παραπάνω ρηγμάτων προβάλλεται σε περιβάλλον Google Earth στο Σχ. 2.1, ενώ τα σεισμολογικά τους δεδομένα παρουσιάζονται στον Πίν. 2.1 και στο Παράρτημα Α.

Πίν. 2.1. Σεισμολογικά δεδομένα κοντινών ενεργών ρηγμάτων (GreDass 2.0).

Κωδικός ρήγματος	Όνομα ρήγματος	Μέγιστο Μέγεθος M_w	Απόσταση (km)
GRCS708	Kyamon	6.7	15-20
GRCS705	Rodopos	6.5	20-25
GRCS700	Gramvousa	6.5	35-40
GRCS715	Palaeochora-Tympaki	7.0	35-40
GRCS710	South Cretan Sea	7.1	30-35
GRCS990	Central Cretan Sea 2	6.5	40-45



Σχ. 2.1. Θέσεις κοντινών ενεργών ρηγμάτων σε περιβάλλον Google Earth (GreDass 2.0).

3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ

3.1 ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ

Οι μονοδιάστατες (1-Δ) αναλύσεις σεισμικής απόκρισης του εδάφους που περιγράφονται ακολούθως πραγματοποιήθηκαν με την ευρέως γνωστή *ισοδύναμη γραμμική μέθοδο* (Schnabel et al. 1972), χρησιμοποιώντας το ελεύθερο λογισμικό ανοικτού κώδικα Strata (Kottke και Rathje 2008). Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, για τυχούσα σεισμική διέγερση, οι διαφορικές εξισώσεις της μετάδοσης σεισμικών κυμάτων επιλύονται με χρήση της ανάλυσης Fourier (frequency domain analysis). Συγκεκριμένα:

- η τυχούσα σεισμική διέγερση αναλύεται σε πεπερασμένο αριθμό αρμονικών διεγέρσεων,
- η απόκριση της εδαφικής στήλης υπολογίζεται αναλυτικά για κάθε μια αρμονική συνιστώσα της διέγερσης, και
- όλες οι επιμέρους συνιστώσες που υπολογίσθηκαν κατ' αυτόν τον τρόπο επαλληλίζονται με αντίστροφη μεθοδολογία Fourier, προκειμένου να δώσουν την τελική απόκριση στην επιφάνεια του εδάφους.

Η ακριβής εφαρμογή της ανωτέρω μεθοδολογίας προϋποθέτει ένα γραμμικώς ιξωδο-ελαστικό μέσο, με σταθερό μέτρο διατμητικής παραμόρφωσης (G) και σταθερό λόγο υστερητικής απόσβεσης (ξ). Η πραγματική μη γραμμική συμπεριφορά του εδάφους υπό δυναμική-επαναλαμβανόμενη φόρτιση, όπου τόσο το G όσο και το ξ αποτελούν συναρτήσεις της επιβαλλόμενης διατμητικής παραμόρφωσης (γ), λαμβάνεται υπόψη με επαναληπτική εφαρμογή της ανωτέρω μεθοδολογίας. Κατ' αυτή, οι χρησιμοποιούμενες τιμές των παραμέτρων G και ξ τροποποιούνται διαδοχικά μέχρι να γίνουν τελικώς συμβατές με τις αντίστοιχες τιμές της διατμητικής παραμόρφωσης (γ) που προκύπτουν από την ανάλυση.

Τα βασικά δεδομένα τα οποία απαιτούνται για την εφαρμογή της ανωτέρω μεθοδολογίας περιλαμβάνουν:

- Το βάθος και το πάχος των διάφορων εδαφικών στρώσεων.
- Την πυκνότητα μάζας (ρ) της κάθε στρώσης.
- Την ταχύτητα μετάδοσης σεισμικών (διατμητικών) κυμάτων (V_s) της κάθε στρώσης, ή το αντίστοιχο ελαστικό μέτρο διάτμησης ($G_{\max} = \rho \cdot V_s^2$).
- Το βάθος και τις ιδιότητες (V_s και ρ) του «σεισμικού υποβάθρου».
- Τις καμπύλες (G/G_{\max} - γ) και (ξ - γ) που περιγράφουν τη μη - γραμμική ιξωδο-ελαστική συμπεριφορά της κάθε στρώσης.
- Τη σεισμική διέγερση, υπό μορφή επιταχυνσιογραφήματος, και την εδαφική στρώση στην οποία επιβάλλεται.

3.2 ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ

Η ταχύτητα διάδοσης των διατμητικών κυμάτων στο έδαφος (V_s), η οποία αποτελεί μέτρο της διατμητικής δυσκαμψίας του εδαφικού στοιχείου για πολύ μικρές επιβαλλόμενες διατμητικές παραμορφώσεις ($\gamma < 10^{-5}$), εκτιμήθηκε έμμεσα, από τα αποτελέσματα των δοκιμών πρότυπης διείσδυσης (SPT), ελλείπει απευθείας μετρήσεων της ταχύτητας V_s στο πεδίο.

Η έμμεση εκτίμηση της ταχύτητας διάδοσης των σεισμικών κυμάτων με βάση δοκιμές SPT προέκυψε από τις ακόλουθες εμπειρικές σχέσεις των Imai και Tonuchi (1982) για αργιλικές και για αμμόδεις εδαφικές αποθέσεις:

$$V_s \text{ (m/sec)} = 118(N_{SPT})^{0.266} \quad \text{άργιλοι – μάργες} \quad (3.1\alpha)$$

$$V_s \text{ (m/sec)} = 99(N_{SPT})^{0.284} \quad \text{άμμοι – αμμοχάλικα} \quad (3.1\beta)$$

όπου N_{SPT} είναι ο απευθείας μετρούμενος αριθμός κρούσεων για διείσδυση 30cm.

Στις εδαφικές στρώσεις που δεν έχουν πραγματοποιηθεί δοκιμές πρότυπης διείσδυσης (SPT) αλλά έχουν πραγματοποιηθεί επιτόπου δοκιμές με ελαφρύ δυναμικό πενετρόμετρο (DCPL), εκτιμήθηκε αρχικά η τιμή N_{SPT} μέσω των αποτελεσμάτων της πενετρομέτρησης, χρησιμοποιώντας την ακόλουθη σχέση των Lacroix και Horn (1973):

$$N_{SPT} = 0.3 \times DCPI \quad (3.2)$$

όπου $DCPI$ = κτύποι/300mm διείσδυση της πενετρομέτρησης.

Τέλος, στις εδαφικές στρώσεις στις οποίες δεν έχουν εκτελεστεί επιτόπου δοκιμές, χρησιμοποιήθηκε η εμπειρική σχέση του Hardin (1978) για την εκτίμηση του ελαστικού μέτρου διάτμησης G_{max} :

$$G_{max} = 600 \cdot p_a \cdot [(1/(0.3+0.7e^2)) \cdot (\sigma'_m/p_a)^{0.5}] \quad (3.3)$$

όπου p_a η ατμοσφαιρική πίεση ($p_a = 98.1 \text{ kPa}$), e ο δείκτης πόρων του υλικού και σ'_m η μέση ενεργός τάση [$\sigma'_m = (\sigma'_v + 2\sigma'_h)/3$].

3.3 ΟΡΙΣΜΟΣ ΣΕΙΣΜΙΚΟΥ ΥΠΟΒΑΘΡΟΥ

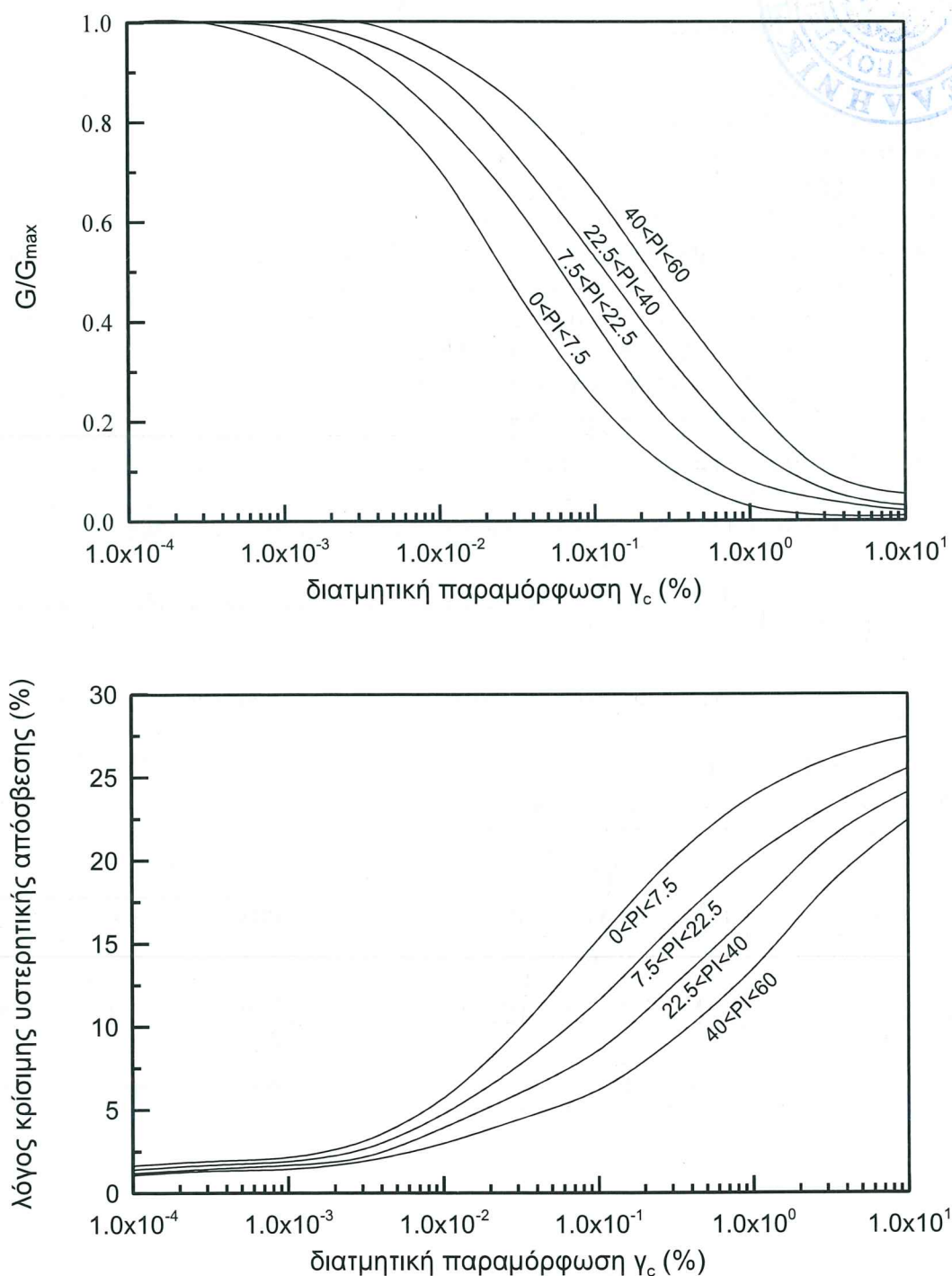
Ως σεισμικό υπόβαθρο μιας περιοχής ορίζεται το δύσκαμπτο ελαστικό μέσο επί του οποίου επικάθονται οι σχετικά μαλακές - χαλαρές επιφανειακές αποθέσεις του εδάφους, και μέσω του οποίου μεταδίδονται τα σεισμικά κύματα πριν από την άφιξη τους στην ελεύθερη επιφάνεια του εδάφους. Από μαθηματικής σκοπιάς, τις προϋποθέσεις του σεισμικού υποβάθρου πληροί οποιαδήποτε συνεχής στρώση εδάφους ή βράχου μεγάλου πάχους με διατμητική δυσκαμψία σημαντικά μεγαλύτερη από αυτή των υπερκείμενων γαιών.

Για τον αντικειμενικό, και όσο το δυνατόν μονοσήμαντο προσδιορισμό της θέσης του σεισμικού υποβάθρου έχουν διατυπωθεί διάφορα κριτήρια, τα οποία συνίστανται ουσιαστικά στον καθορισμό μιας ελάχιστης τιμής της ταχύτητας μετάδοσης διατμητικών κυμάτων V_s (π.χ. 750 m/s)

ή του ελαστικού μέτρου διάτμησης G_{max} (π.χ. 1000 MPa). Οι ορισμοί αυτοί όμως δε βρίσκουν γενική εφαρμογή, μια και πέρα από την απόλυτη τιμή των (V_s) και (G_{max}), σημαντικό ρόλο παίζει και η μεταβολή τους με το βάθος, από την ελεύθερη επιφάνεια έως το σεισμικό υπόβαθρο.

3.4 ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΣΤΡΩΣΕΩΝ

Κατά την ισοδύναμη γραμμική ανάλυση της σεισμικής απόκρισης του εδάφους, η ανελαστική συμπεριφορά της κάθε εδαφικής στρώσης (ή εδαφικού στοιχείου) περιγράφεται με βάση τις καμπύλες μεταβολής του λόγου των μέτρων διάτμησης (G/G_{max}) και του λόγου κρίσιμης υστερητικής απόσβεσης (ξ), συναρτήσει του εύρους της επιβαλλόμενης διατμητικής παραμόρφωσης (γ). Στην παρούσα μελέτη, τα στοιχεία αυτά λαμβάνονται από πειραματικά δεδομένα της βιβλιογραφίας, και συγκεκριμένα από τις καμπύλες του **Σχ. 3.1**, οι οποίες έχουν προταθεί από τους Vucetic and Dobry (1991) με βάση πλήθος πειραματικών δεδομένων από δοκιμές συντονισμού εδαφικής στήλης (Resonant Column Tests). Όπως φαίνεται στο **Σχ. 3.1**, η ανελαστική συμπεριφορά του εδάφους εξαρτάται κυρίως από το δείκτη πλαστιμότητας (PI).



Σχ. 3.1. Καμπύλες απομείωσης μέτρου διάτμησης G/G_{max} και υστερητικής απόσβεσης ξ συναρτήσει της διατμητικής παραμόρφωσης γ (Vucetic and Dobry 1991).

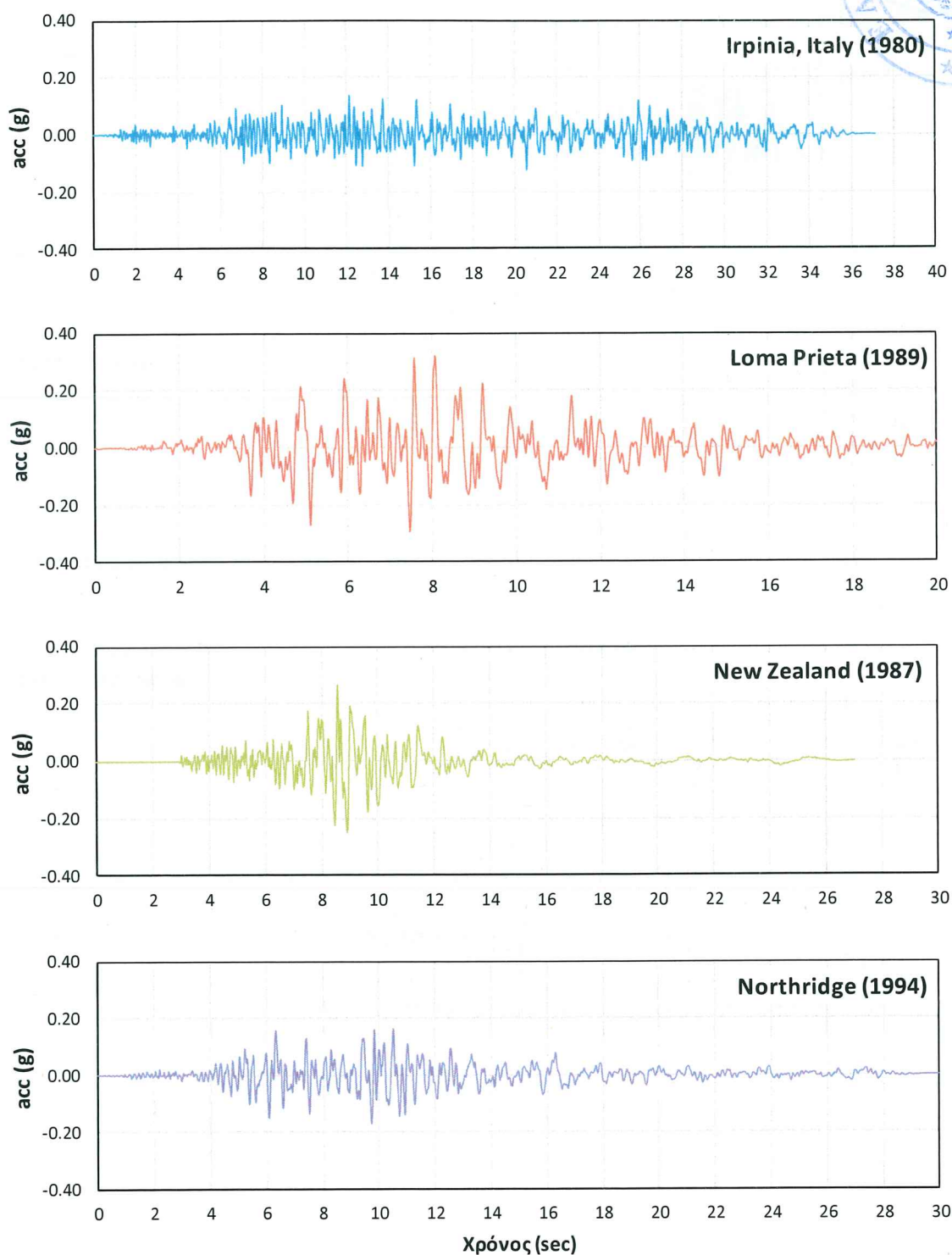
3.5 ΣΕΙΣΜΙΚΕΣ ΔΙΕΓΕΡΣΕΙΣ

Οι αναλύσεις σεισμικής απόκρισης έγιναν για μια ομάδα επτά πραγματικών σεισμικών διεγέρσεων που έχουν καταγραφεί στην Ελλάδα ή στο εξωτερικό και οι οποίες επιλέχθηκαν κατάλληλα έτσι ώστε: (α) το μέγεθος και οι επικεντρικές τους αποστάσεις να είναι στο εύρος $M_w = 6.5 - 7.0$ και $R = 10 - 50\text{km}$ αντίστοιχα, ώστε να είναι συμβατά με τα σεισμολογικά δεδομένα της περιοχής (Πίν. 2.1) και (β) το μέσο κανονικοποιημένο ελαστικό φάσμα απόκρισης να είναι σε σχετικά καλή συμφωνία με τα φάσματα σχεδιασμού του ΕΑΚ (2003) και του Ευρωκώδικα 8 (EC-8) για έδαφος κατηγορίας Α. Οι επιλεγμένες σεισμικές διεγέρσεις συνοψίζονται στον Πίν. 3.1, οι αντίστοιχες χρονοϊστορίες των επιταχύνσεων και τα αντίστοιχα ελαστικά φάσματα απόκρισης (για απόσβεση 5%) παρουσιάζονται στα Σχ. 3.2α&β και 3.3 αντίστοιχα. Στο Σχ. 3.4 παρουσιάζεται η σύγκριση του μέσου κανονικοποιημένου ελαστικού φάσματος απόκρισης με το φάσμα σχεδιασμού του ΕΑΚ για έδαφος κατηγορίας Α.

Για τις αναλύσεις σεισμικής απόκρισης, όλες οι σεισμικές διεγέρσεις εφαρμόσθηκαν στην ελεύθερη επιφάνεια του σεισμικού υποβάθρου. Επιπλέον, οι επιταχύνσεις τους κλιμακώθηκαν κατάλληλα, χρησιμοποιώντας τον αντίστοιχο πολλαπλασιαστικό συντελεστή, ώστε η μέγιστη σεισμική επιτάχυνση στην επιφάνεια ελεύθερη επιφάνεια του σεισμικού υποβάθρου σε καθεμία σεισμική διέγερση να είναι ίση με $0.30g$, όση δηλαδή είναι η μέγιστη τιμή που αντιστοιχεί στο σεισμικό συντελεστή $\alpha=0.24$ (Ζώνη Σεισμικής Επικινδυνότητας II κατά ΕΑΚ).

Πίν. 3.1. Δεδομένα σεισμικών διεγέρσεων στις αναλύσεις σεισμικής απόκρισης.

#	Σεισμός	Έτος	Σταθμός	Συνιστώσα	Μέγεθος M_w	Απόσταση (km)
1	Irpinia, Italy	1980	Rionero In Vulture	000	6.9	31
2	Loma Prieta	1989	Anderson Dam (Downstream)	250	6.9	27
3	New Zealand	1987	Matahina Dam	083	6.6	24
4	Northridge	1994	Fletcher Dr.	144	6.7	30
5	San Fernando	1971	Hollywood Stor. Lot.	090	6.6	40
6	Αργοστόλι	1983	Arg-1	090	7.0	34
7	Καλαμάτα	1986	Kal-1	000	6.6	12



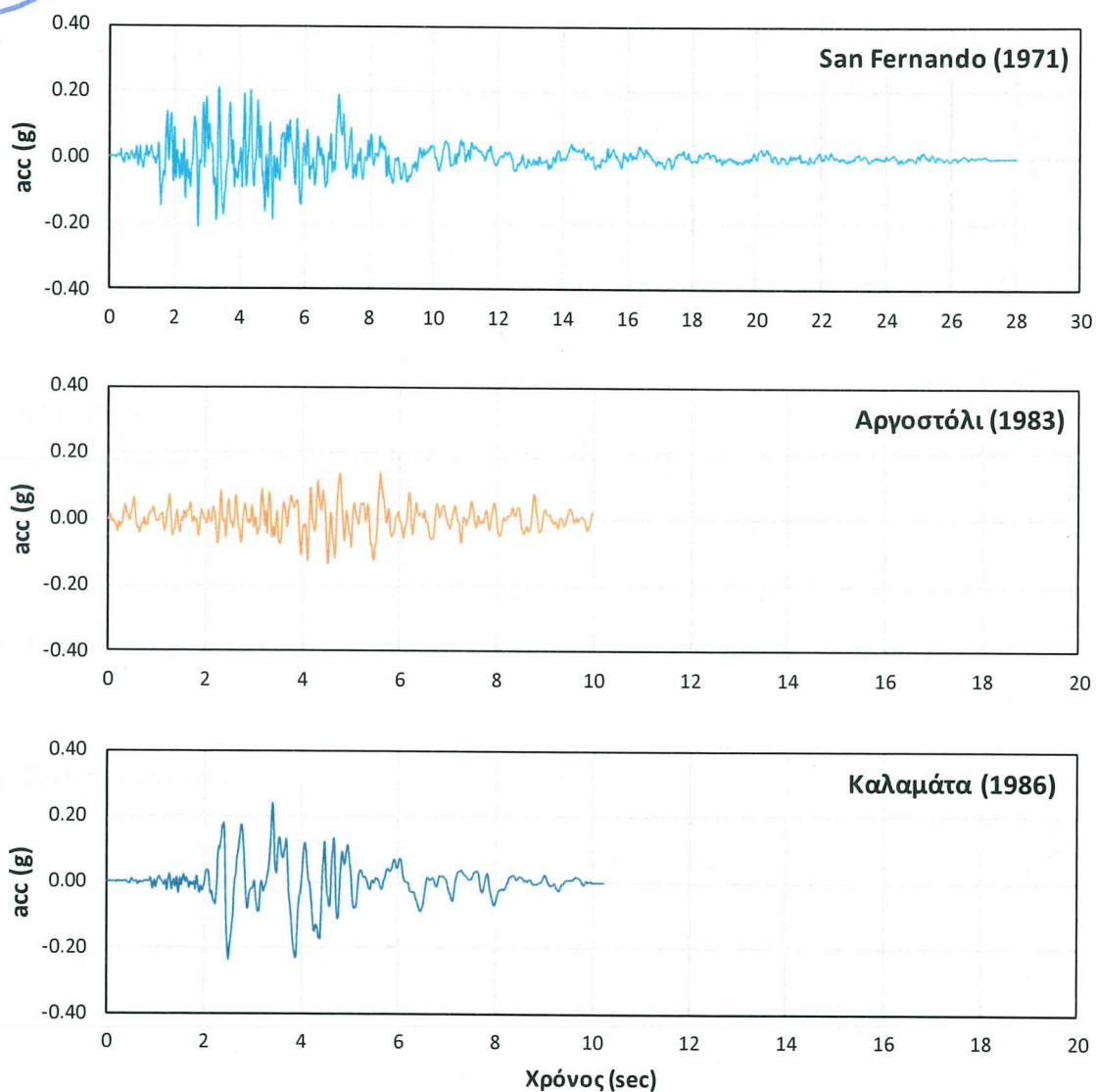
Σχ. 3.2α. Χρονοϊστορίες επιταχύνσεων των σεισμικών διεγέρσεων Νο. 1-4 που χρησιμοποιήθηκαν στις αναλύσεις σεισμικής απόκρισης (πριν την αναγωγή σε $PGA = 0.30g$).



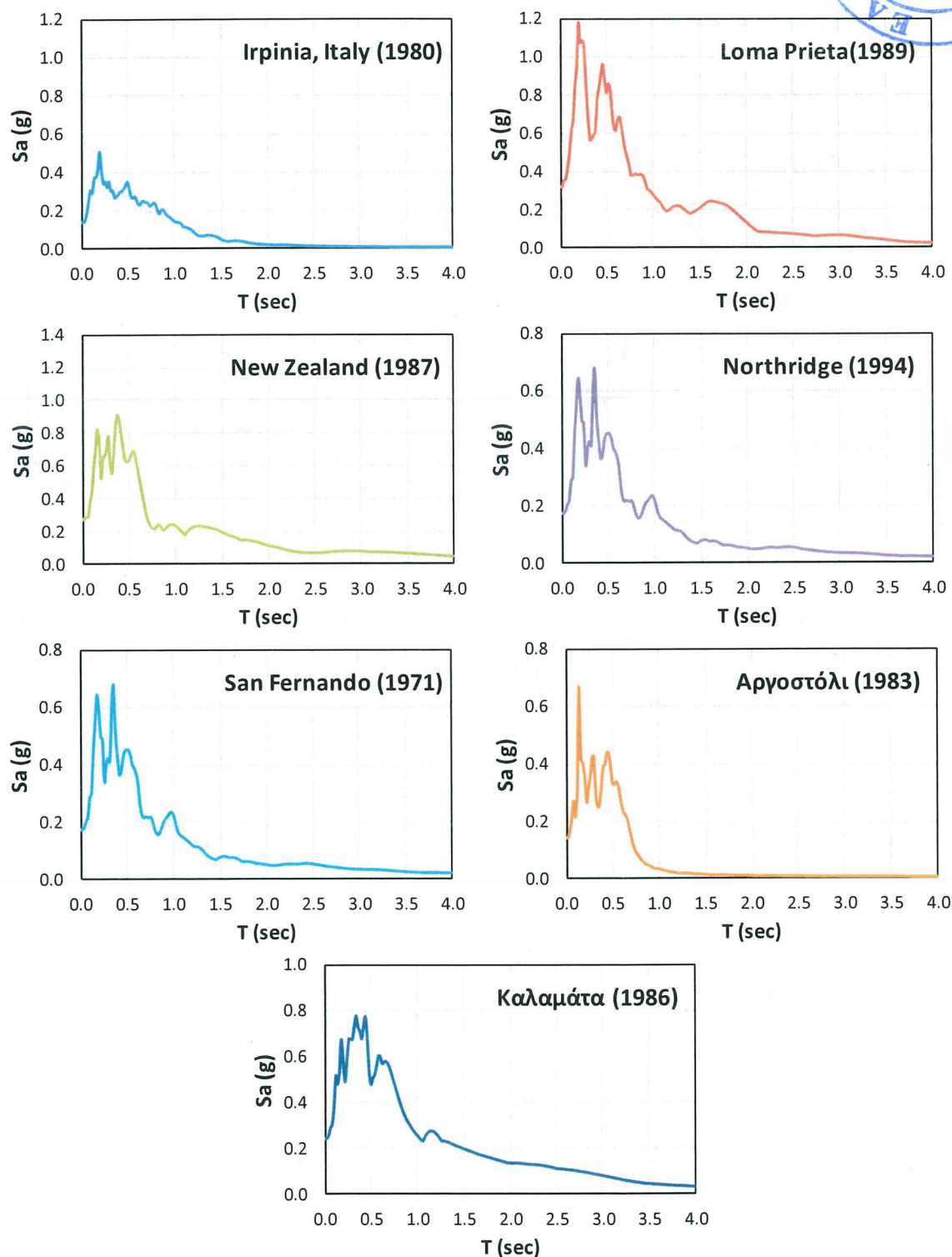
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΑΣΤΗΛΩΣΗΣ
ΒΥΖΑΝΤΙΝΩΝ ΚΑΙ
ΜΕΤΑΒΥΖΑΝΤΙΝΩΝ
ΜΝΗΜΕΙΩΝ

Εργασίες καταγραφής της υπάρχουσας κατάστασης – ερμηνείας της
παθολογίας και μέτρα αντιμετώπισης για την άρση ετοιμορροπίας του συνόλου
του Επιπρομαχώνα του Αγίου Δημητρίου στην Παλιά Πόλη Χανίων

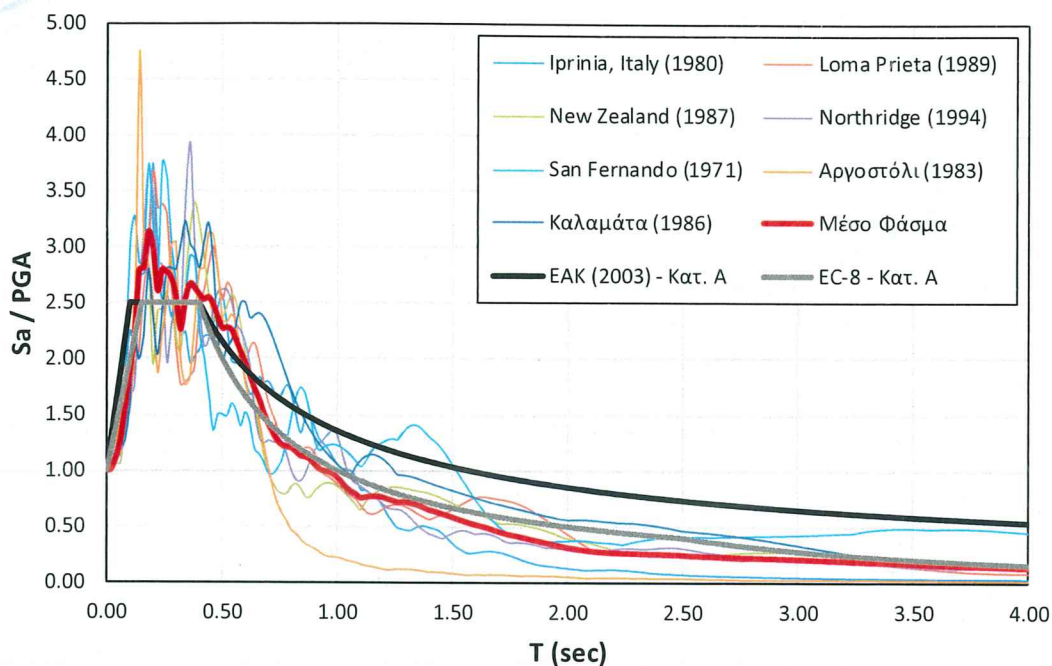
Μελέτη Σεισμικής Απόκρισης



Σχ. 3.2β. Χρονοϊστορίες επιταχύνσεων των σεισμικών διεγέρσεων Νο. 5-7 που χρησιμοποιήθηκαν στις αναλύσεις σεισμικής απόκρισης (πριν την αναγωγή σε $PGA = 0.30g$).



Σχ. 3.3. Ελαστικά φάσματα απόκρισης των σεισμικών διεγέρσεων που χρησιμοποιήθηκαν στις αναλύσεις σεισμικής απόκρισης (πριν την αναγωγή σε $PGA = 0.30g$).



Σχ. 3.4. Κανονικοποιημένα ελαστικά φάσματα απόκρισης των σεισμικών διεγέρσεων που χρησιμοποιήθηκαν στις αναλύσεις σεισμικής απόκρισης, μέσο φάσμα απόκρισης και σύγκριση με τα φάσμα σχεδιασμού του ΕΑΚ (2003) και του Ευρωκώδικα 8 (EC-8) για έδαφος κατηγορίας Α.

4. ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ

Στο παρόν Κεφάλαιο παρουσιάζονται τα δεδομένα και τα αποτελέσματα των μονοδιάστατων αναλύσεων σεισμικής απόκρισης που πραγματοποιήθηκαν στην περιοχή του Επιπρωμαχώνα ακολουθώντας τη μεθοδολογία που έχει περιγραφεί στο Κεφάλαιο 3. Αρχικά πραγματοποιήθηκαν μονοδιάστατες αναλύσεις σεισμικής απόκρισης για το ελεύθερο πεδίο στη βάση του Επιπρωμαχώνα, δηλαδή στο επίπεδο των οδών Ντουνόπαπα και Μελετίου Πηγά και στη συνέχεια αντίστοιχες αναλύσεις για το έδαφος κάτω από τη στέψη του Επιπρωμαχώνα.

4.1 ΒΑΣΗ ΕΠΙΠΡΩΜΑΧΩΝΑ

Για τις αναλύσεις σεισμικής απόκρισης για το έδαφος κάτω από τη βάση του Επιπρωμαχώνα χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα της δειγματοληπτικής γεώτρησης ΓΕ-3 (Χ: 501317, Υ: 3929872), που πραγματοποιήθηκε στο επίπεδο της οδού Μελετίου Πηγά (απόλυτο υψόμετρο +9.60m) και έφτασε σε βάθος 20m. Στην γεώτρηση ΓΕ-3 έχουν πραγματοποιηθεί 7 δοκιμές πρότυπης διείσδυσης (SPT), τα αποτελέσματα των οποίων συνοψίζονται στον Πίν. 4.1. Η γεώτρηση ΓΕ-3 επιλέχθηκε από τις υπόλοιπες διαθέσιμες γεωτρήσεις καθώς φτάνει σε μεγαλύτερο βάθος, συναντά το βραχώδες υπόβαθρο ενώ υπάρχει επαρκής αριθμός δοκιμών πρότυπης διείσδυσης για την εκτίμηση της ταχύτητας διάδοσης διατμητικών κυμάτων (Εξ. 3.1α και 3.1β).

Με βάση τη γεωτεχνική έρευνα και αξιολόγηση, η οποία παρατίθεται ξεχωριστά στο Τεύχος 2 της παρούσας υποβολής, οι εδαφικοί σχηματισμοί που βρέθηκαν στη γεώτρηση ΓΕ-3 είναι οι εξής:

Γεώτρηση ΓΕ-3

0.00-4.00	Εναλλαγές Ιλυωδών Άμμων και Αμμωδών Αργιλοϊλύων (τεχνητές αποθέσεις)
4.00-4.50	Κερματισμένη ΜΑΡΓΑ
4.50-7.10	Εναλλαγές Ιλυωδών Άμμων και Αμμωδών Αργιλοϊλύων (τεχνητές αποθέσεις)
7.10-7.80	ΑΡΓΙΛΟΣ (τεχνητές αποθέσεις)
7.80-17.30	Άμμος
17.30-20.00 (Τέλος Γεωτρ.)	Μαργαϊκός ΨΑΜΜΙΤΗΣ

Ο υδροφόρος ορίζοντας συναντήθηκε σε βάθος 8.40m.

Αναλυτικότερα στοιχεία για τη γεώτρηση ΓΕ-3, αλλά και τις υπόλοιπες γεωτρήσεις, καθώς και για τις εργαστηριακές δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν σε δείγματα των γεωτρήσεων αυτών παρατίθενται στο Τεύχος 2 της παρούσας υποβολής («Γεωτεχνική Έρευνα και Αξιολόγηση»).

Πίν. 4.1. Αποτελέσματα δοκιμών πρότυπης διείδυσης στη γεώτρηση ΓΕ-3.

Βάθος	Αριθμός Κρούσεων	Περιγραφή Σχηματισμών
(m)	N _{SPT}	-
2.00 - 2.45	23	Εναλλαγές Ιλυωδών Άμμων και Αμμοδών Αργιλοειδών
4.00 - 4.08	Άρνηση	Κερματισμένη Μάργα
6.00 - 6.45	38	Εναλλαγές Ιλυωδών Άμμων και Αμμοδών Αργιλοειδών
8.00 - 8.45	3	Άμμος
10.00 - 10.45	18	Άμμος
12.50 - 12.95	43	Άμμος
15.00 - 15.45	9	Άμμος

Οι εκτιμώμενες τιμές της ταχύτητας διάδοσης διατμητικών κυμάτων V_s από τις δοκιμές SPT παρουσιάζονται στον Πίν. 4.2, χρησιμοποιώντας την Εξ. 3.1β των Imai και Tonuchi (1982), δεδομένου ότι οι σχηματισμοί στις οποίες εκτελέστηκαν οι δοκιμές SPT είναι κατά βάση αμμώδεις.

Η μικρού πάχους στρώση κερματισμένης μάργας που συναντήθηκε σε βάθος 4.00-4.50m δεν λήφθηκε υπόψη στις αναλύσεις σεισμικής απόκρισης καθώς, σύμφωνα με τη γεωτεχνική αξιολόγηση, ο σχηματισμός αυτός θεωρείται ότι αποτελεί θύλακα μέσα στις επιχώσεις παρά συστηματική εδαφική στρώση. Το πάχος της στρώσης αυτής, ισομοιράστηκε στην ανώτερη και την κατώτερη στρώση εναλλαγών ιλυωδών άμμων και αμμοδών αργιλοειδών.

Στη στρώση της αργίλου (βάθος 7.10-7.80m) δεν εκτελέστηκαν δοκιμές SPT και επομένως η εκτίμηση της ταχύτητας V_s έγινε έμμεσα με χρήση της Εξ. 3.3 του Hardin (1978) για την εκτίμηση του ελαστικού μέτρου διάτμησης στο μέσο της στρώσης ($G_{max} = \rho \cdot V_s^2$). Για τον υπολογισμό του λόγου κενών e που υπεισέρχεται στην Εξ. 3.3 χρησιμοποιήθηκαν οι μέσες τιμές των φυσικών ιδιοτήτων της στρώσης της αργίλου όπως προέκυψαν από τη γεωτεχνική αξιολόγηση.

Με βάση τα ευρήματα της γεώτρησης ΓΕ-3, το σεισμικό υπόβαθρο θεωρήθηκε σε βάθος 17.30m, στο βάθος δηλαδή στο οποίο συναντάται η βραχώδης στρώση του μαργαϊκού ψαμμίτη. Ως ταχύτητα διάδοσης των διατμητικών κυμάτων στο σεισμικό υπόβαθρο χρησιμοποιήθηκε η τιμή $V_{s,b} = 650\text{m/s}$ που αποτελεί μια τυπική τιμή για το σεισμικό υπόβαθρο. Επιπλέον, θεωρήθηκε τιμή του λόγου υστερητικής απόσβεσης στο σεισμικό υπόβαθρο ίση με $\xi_b = 1\%$ και ειδικό βάρος $\gamma_b = 23.5\text{kN/m}^3$, τιμή που προέκυψε από τη γεωτεχνική αξιολόγηση.

Η τιμή του φαινόμενου ειδικού βάρους κάθε εδαφικής στρώσης, η οποία απαιτείται για τις αναλύσεις σεισμικής απόκρισης, λήφθηκε ίση με την αντίστοιχη μέση τιμή για κάθε υλικό που προέκυψε κατά τη γεωτεχνική αξιολόγηση.

Τα αποτελέσματα της δοκιμής N_{SPT} καθώς και η μεταβολή της ταχύτητας διάδοσης διατμητικών κυμάτων V_s με το βάθος που προέκυψε από αυτή παρουσιάζονται στα Σχ. 4.1β και 4.1γ. Με βάση τη μεταβολή αυτή και το βάθος επιρροής της κάθε δοκιμής SPT ορίζονται οι στρώσεις με σταθερές ιδιότητες οι οποίες θα εισαχθούν στο λογισμικό Strata για την εκτέλεση των αναλύσεων σεισμικής απόκρισης και οι οποίες παρατίθενται στον Πίν. 4.2 και φαίνονται στο Σχ. 4.1α. Η

κατανομή της ταχύτητας διάδοσης διατμητικών κυμάτων V_s με το βάθος όπως θα εισαχθεί στις αναλύσεις παρουσιάζεται στο **Σχ. 4.1γ** (με μαύρο χρώμα).

Με βάση τις τιμές του δείκτη πλασιμότητας που προέκυψαν από τις εργαστηριακές δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν στη γεώτρηση ΓΕ-3 (**Πίν. 4.2**), για τις στρώσεις των εναλλαγών ιλυωδών άμμων και αμμωδών αργιλοϊλύων και της αργίλου (στρώσεις 1-3 του **Πίν. 4.2**) επελέγησαν οι καμπύλες απομείωσης του κανονικοποιημένου μέτρου διάτμησης ($G/G_{max} - \gamma$) και λόγου υστερητικής απόσβεσης ($\xi - \gamma$) των Vucetic και Dobry (1991) για $PI = 7.5-22.5\%$ (**Σχ. 3.1**), ενώ για τις υπόλοιπες αμμώδεις στρώσεις (στρώσεις 4-7) χρησιμοποιήθηκαν οι αντίστοιχες καμπύλες για $PI = 0-7.5\%$ (**Σχ. 3.1**).

Πίν. 4.2. Δεδομένα ανάλυσης σεισμικής απόκρισης στη βάση του Επιπρομαχώνα (αρχικό προφίλ).

α/α	Βάθος		Πάχος		Εδαφική Στρώση	USCS	γ	PI	N_{SPT}	V_s
	(m)		(m)		-	-	(kN/m ³)	(%)	-	(m/sec)
1	0.00	-	4.25	4.25	Εναλλαγές Ιλυωδών Άμμων και Αμμωδών Αργιλοϊλύων	SC	18.3	8.2	23	241.2
2	4.25	-	7.10	2.85		SC	18.3	9.3	38	278.2
3	7.10	-	7.80	0.70	Άργιλος Άμμος	CL	20.2	17.3		200.0
4	7.80	-	9.30	1.50		SM	19.0	N.P.	3	135.3
5	9.30	-	11.65	2.35		SM	19.0	N.P.	18	225.0
6	11.65	-	15.00	3.35		SM	19.0	N.P.	43	288.1
7	15.00	-	17.30	2.30		SC	19.0	7.1	9	184.8

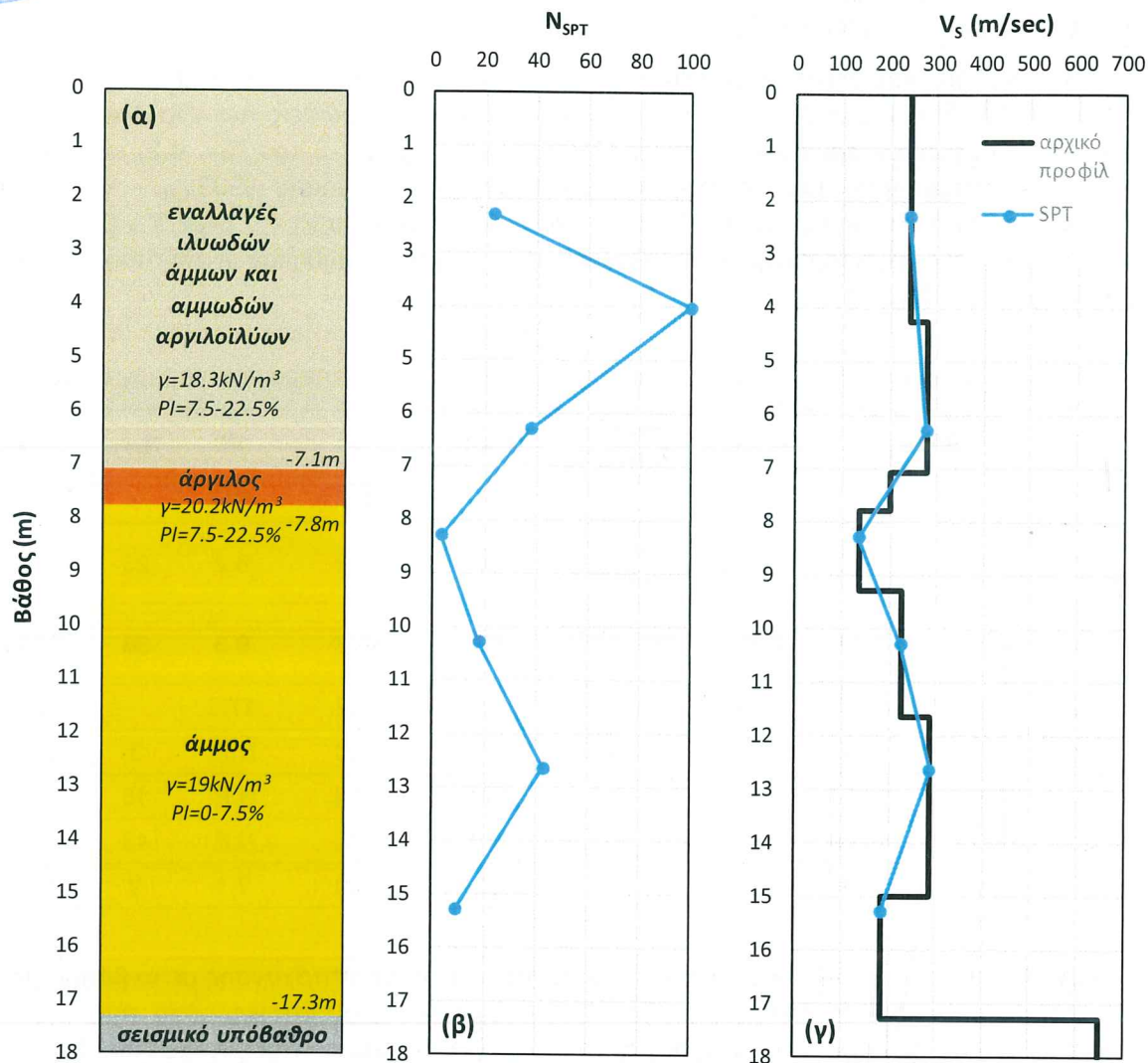
Στο **Σχ. 4.2** παρουσιάζεται η κατανομή της μέγιστης οριζόντιας επιτάχυνσης με το βάθος για κάθε μία από τις 7 σεισμικές διεγέρσεις (**Πίν. 3.1**) καθώς και η αντίστοιχη μέση τιμή της, όπως προέκυψαν από τις αναλύσεις σεισμικής απόκρισης για το εδαφικό προφίλ του **Πίν. 4.2**.



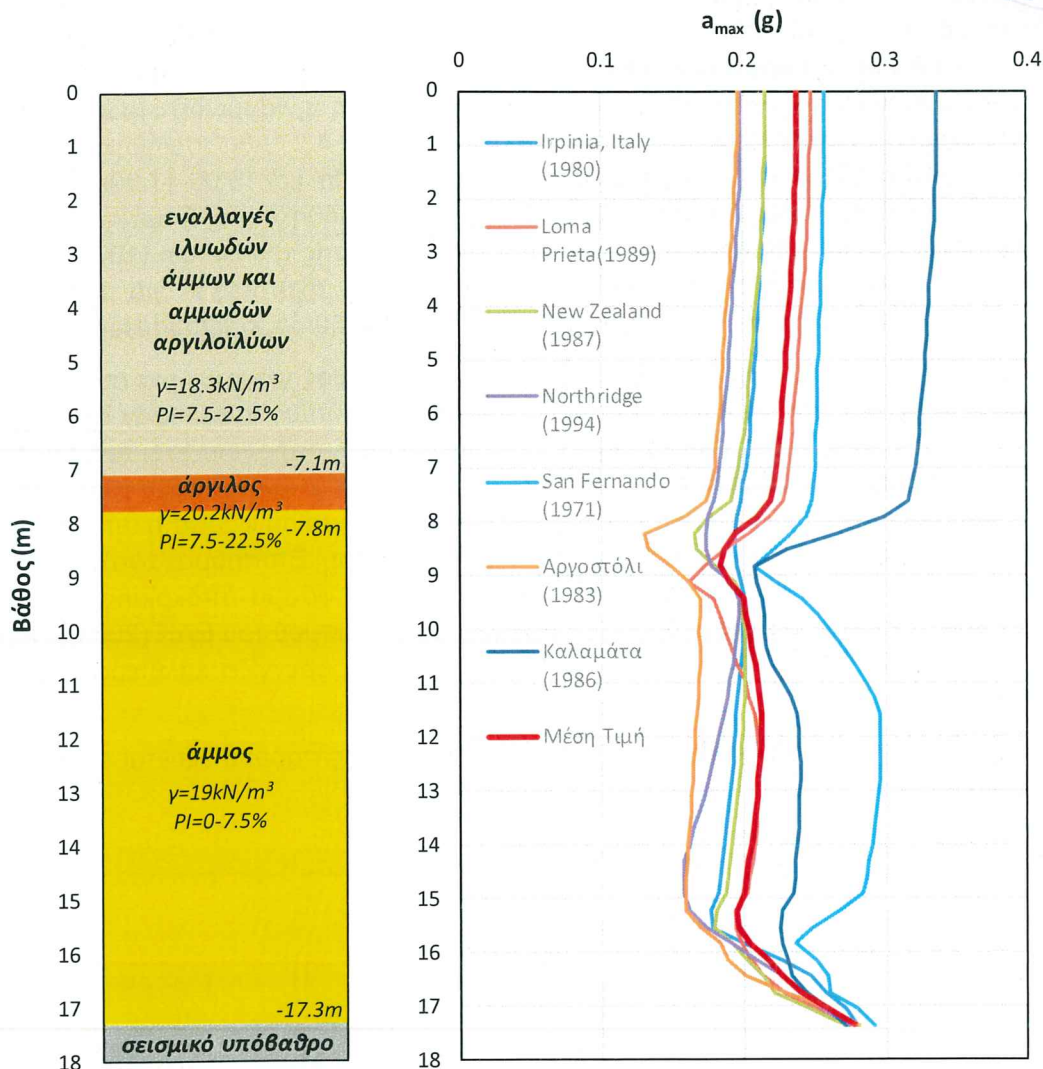
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΑΣΤΗΛΩΣΗΣ
ΒΥΖΑΝΤΙΝΩΝ ΚΑΙ
ΜΕΤΑΒΥΖΑΝΤΙΝΩΝ
ΜΝΗΜΕΙΩΝ

Εργασίες καταγραφής της υπάρχουσας κατάστασης – ερμηνείας της
παθολογίας και μέτρα αντιμετώπισης για την άρση ετοιμορροπίας του συνόλου
του Επιπρομαχώνα του Αγίου Δημητρίου στην Παλιά Πόλη Χανίων

Μελέτη Σεισμικής Απόκρισης



Σχ. 4.1. (α) Εδαφικό προφίλ, (β) αριθμός κρούσεων SPT και (γ) κατανομή με το βάθος της ταχύτητας διάδοσης διατμητικών κυμάτων (αρχικό εδαφικό προφίλ).



Σχ. 4.2. Κατανομή με το βάθος της μέγιστης οριζόντιας επιτάχυνσης κάτω από τη βάση του Επιπρωμαχώνα (αρχικό εδαφικό προφίλ).

Η μέση τιμή της μέγιστης εδαφικής επιτάχυνσης στην επιφάνεια του εδάφους (δηλ. στη βάση του Επιπρωμαχώνα) είναι $PGA = 0.24g$, δηλαδή μικρότερη από την εδαφική επιτάχυνση στο αναδυόμενο βραχώδες υπόβαθρο ($PGA_b = 0.30g$). Το γεγονός αυτό οφείλεται στη μικρή ταχύτητα V_s των στρώσεων Νο. 4 και 7 της άμμου ($V_s = 135.3m/s$ και $184.1m/s$ αντίστοιχα), οι οποίες συναντώνται σε βάθη 7.80-9.30m και 15.00-17.30m. Λόγω της μικρής δυστημσίας των δύο αυτών στρώσεων, αναπτύσσονται μεγάλες διατμητικές παραμορφώσεις σε αυτές, οι οποίες προκαλούν τη συσσώρευση μεγάλης υστερητικής απόσβεσης (Σχ. 3.1) με αποτέλεσμα την απομείωση της σεισμικής κίνησης, όπως φαίνεται στα βάθη αυτά στο Σχ. 4.2. Οι μικρές τιμές της ταχύτητας διάδοσης διατμητικών κυμάτων V_s στις δύο αυτές στρώσεις προέκυψαν λόγω των μικρών αριθμών κρούσεων N_{SPT} που μετρήθηκαν σε αυτά τα βάθη ($N_{SPT} = 3$ & 9 αντίστοιχα).



ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΑΣΤΗΛΩΣΗΣ
ΒΥΖΑΝΤΙΝΩΝ ΚΑΙ
ΜΕΤΑΒΥΖΑΝΤΙΝΩΝ
ΜΝΗΜΕΙΩΝ

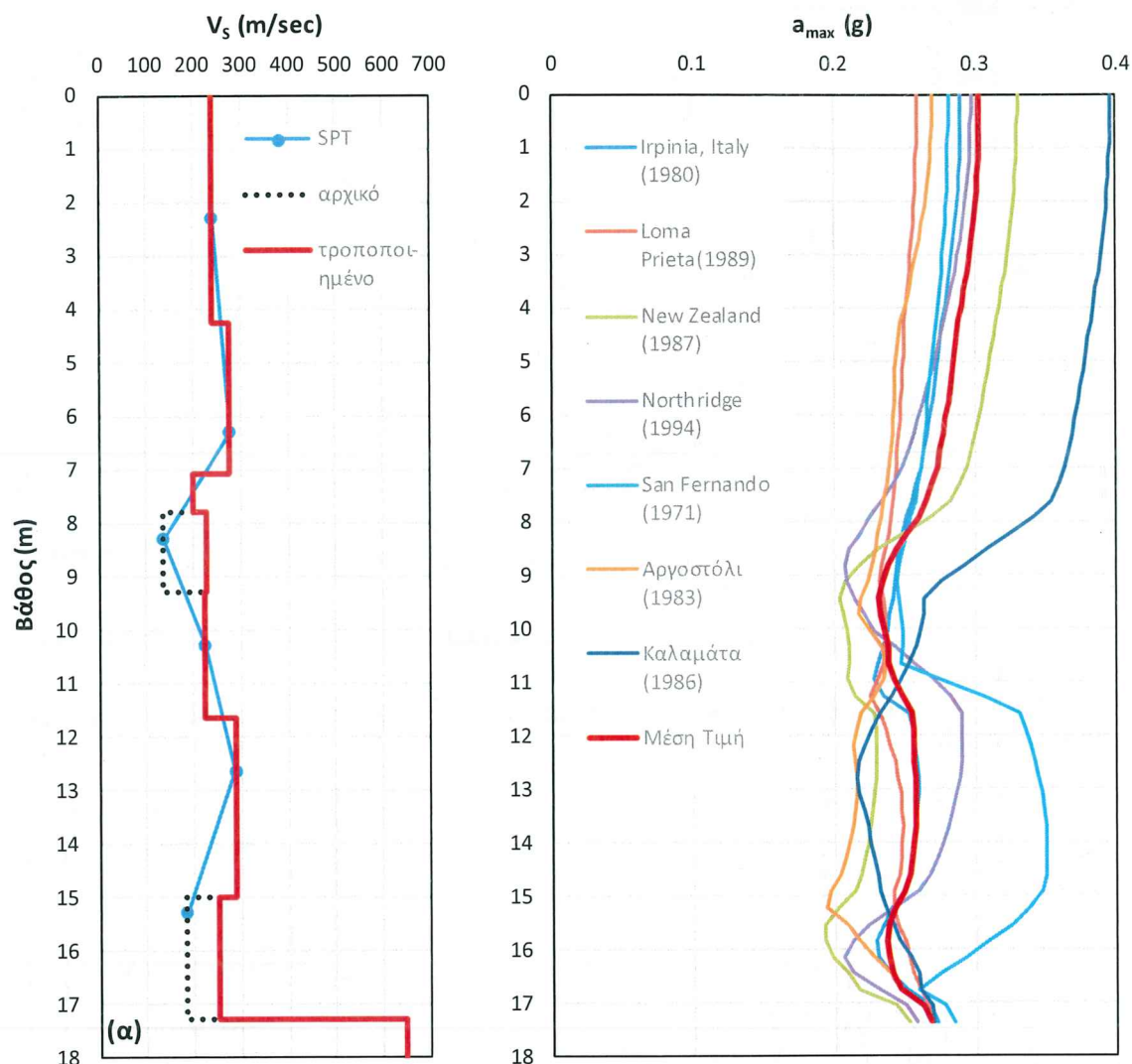
Εργασίες καταγραφής της υπάρχουσας κατάστασης – ερμηνείας της
παθολογίας και μέτρα αντιμετώπισης για την άρση ετοιμορροπίας του συνόλου
του Επιπρωμαχώνα του Αγίου Δημητρίου στην Παλιά Πόλη Χανίων

Μελέτη Σεισμικής Απόκρισης

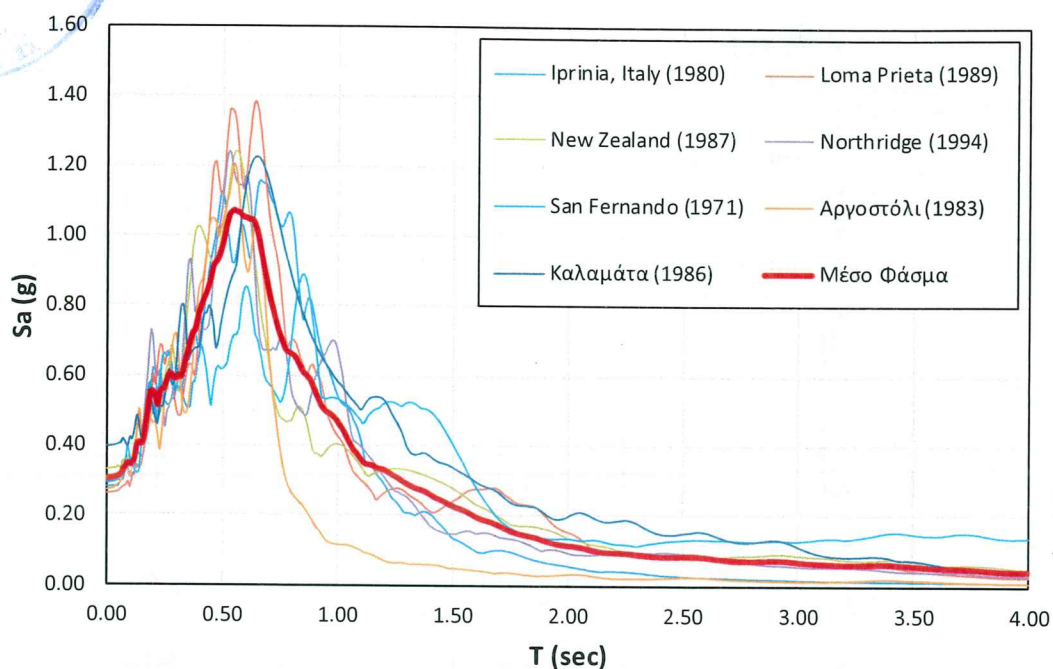
Δεδομένου ότι ο αριθμός κρούσεων N_{SPT} στην ίδια στρώση είναι αρκετά μεγαλύτερος τόσο στα υπόλοιπα βάθη στη γεώτρηση ΓΕ-3 ($N_{SPT} = 18 \text{ \& } 44$) όσο και σε όλα τα βάθη της γεώτρησης ΓΕ-2 ($N_{SPT} = 21 \text{ \& } 25$), οι παραπάνω αριθμοί κρούσεων ενδέχεται να οφείλονται σε τοπικές ασθενείς ζώνες της άμμου και να μην είναι αντιπροσωπευτικές για όλη την αμμώδη στρώση. Ως εκ τούτου, και για λόγους συντηρητισμού, το εδαφικό προφίλ του Πίν. 4.2 τροποποιήθηκε αυξάνοντας την τιμή της ταχύτητας V_s στις 2 αυτές στρώσεις (βάθη 7.80-9.30m και 15.00-17.30m). Συγκεκριμένα, στο τροποποιημένο εδαφικό προφίλ (Σχ. 4.3α) χρησιμοποιήθηκε στις 2 αυτές στρώσεις, η τιμή της ταχύτητας V_s που υπολογίστηκε έμμεσα μέσω της σχέσης του Hardin (1978), με χρήση της Εξ. 3.3 για το μέσο της κάθε στρώσης. Οι τροποποιημένες ταχύτητες V_s για τις στρώσεις Νο. 4 (βάθος 7.80-9.30m) και Νο. 7 (βάθος 15.00-17.30m) είναι 230m/s και 253m/sec αντίστοιχα.

Η κατανομή της μέγιστης οριζόντιας επιτάχυνσης με το βάθος για κάθε μία από τις 7 σεισμικές διεγέρσεις (Πίν. 3.1) καθώς και η αντίστοιχη μέση τιμή της, όπως προέκυψαν από τις αναλύσεις σεισμικής απόκρισης για το τροποποιημένο εδαφικό προφίλ παρουσιάζεται στο Σχ. 4.3β. Η νέα μέση τιμή της μέγιστης εδαφικής επιτάχυνσης στην επιφάνεια του εδάφους (δηλ. στη βάση του Επιπρωμαχώνα) είναι $PGA = 0.30g$. Στο Σχ. 4.4 παρουσιάζονται τα φάσματα απόκρισης των επτά σεισμικών διεγέρσεων στην επιφάνεια του εδάφους (βάση Επιπρωμαχώνα) καθώς το μέσο φάσμα τους, ενώ στο Σχ. 4.5 το κανονικοποιημένο μέσο φάσμα απόκρισης των διεγέρσεων αυτών συγκρίνεται με τα κανονικοποιημένα φάσματα σχεδιασμού του ΕΑΚ (2003). Παρατηρείται ότι το φάσμα του ΕΑΚ (2003) για έδαφος κατηγορίας Β προσεγγίζει καλύτερα το μέσο φάσμα απόκρισης.

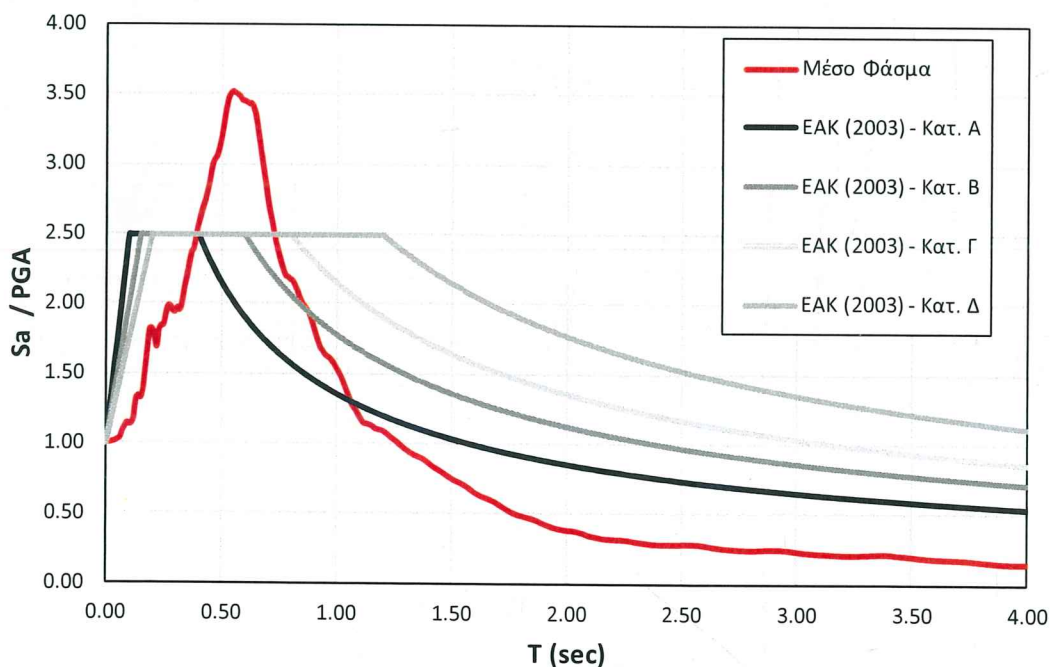
Τα δεδομένα και τα αποτελέσματα της παραπάνω ανάλυσης παρουσιάζονται πιο αναλυτικά στο Παράρτημα Β.



Σχ. 4.3. Κατανομή με το βάθος (α) της ταχύτητας διάδοσης διατμητικών κυμάτων και (β) της μέγιστης οριζόντιας επιτάχυνσης κάτω από τη βάση του Επιπρομαχώνα (τροποποιημένο εδαφικό προφίλ).



Σχ. 4.4. Ελαστικά φάσματα απόκρισης στη επιφάνεια της βάσης του Επιπρομαχώνα (τροποποιημένο εδαφικό προφίλ).



Σχ. 4.5. Σύγκριση κανονικοποιημένου μέσου ελαστικού φάσματος απόκρισης στη επιφάνεια της βάσης του Επιπρομαχώνα (τροποποιημένο εδαφικό προφίλ) με τα φάσματα σχεδιασμού του ΕΑΚ (2003).

4.2 ΣΤΕΨΗ ΕΠΙΠΡΟΜΑΧΩΝΑ

Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκαν μονοδιάστατες αναλύσεις σεισμικής απόκρισης για όλο τον Επιπρομαχώνα. Συγκεκριμένα, πάνω από το τροποποιημένο εδαφικό προφίλ του **Σχ. 4.2** εισήχθησαν οι τέσσερις στρώσεις του Επιπρομαχώνα, όπως προέκυψαν από τη γεωτεχνική έρευνα και αξιολόγηση (τεύχος 2 της παρούσας υποβολής), δηλαδή:

- Ανώτερος ορίζοντας αργιλο-ιλυώδους άμμου (μέσο πάχος 1.5m)
- Αμμώδης Αργιλοϊλύς (πάχος 6m)
- Αμμοχάλικο (πάχος 2.4m)
- Βραχορριπή (πάχος 4.6m)

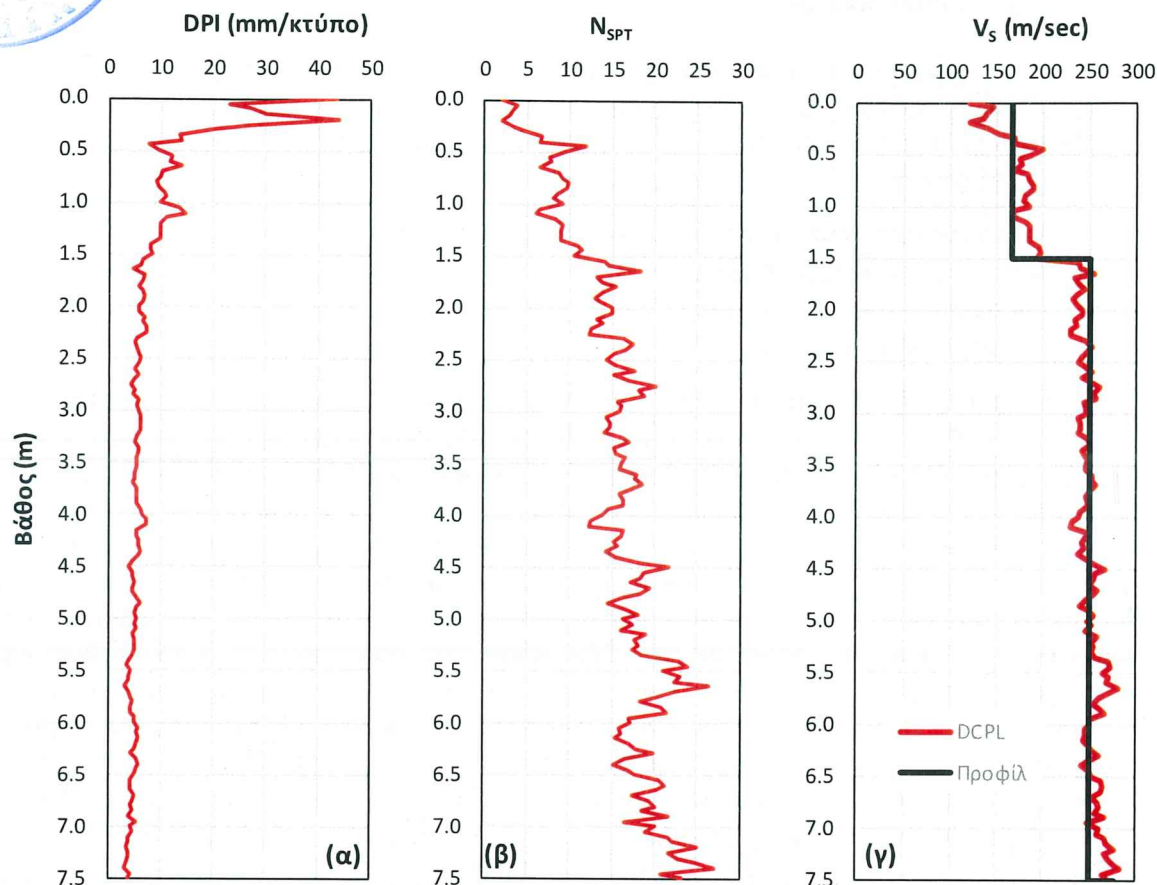
Για την εκτίμηση των ταχυτήτων διάδοσης διατμητικών κυμάτων για τις 2 ανώτερες στρώσεις στις οποίες έχουν εκτελεστεί δοκιμές πενετρομέτρησης DCPL, εκτιμήθηκε αρχικά ο αριθμός κρούσεων N_{SPT} με χρήση της Εξ. 3.2 που αντιστοιχεί στο μέσο όρο των πενετρομετρήσεων, όπως αυτός προέκυψε από το τεύχος 2 της παρούσας υποβολής και στη συνέχεια μέσω της Εξ. 3.1 η τιμή της ταχύτητας διατμητικών κυμάτων V_s . Συγκεκριμένα, για τον ανώτερο ορίζοντα αργιλο-ιλυώδους άμμου χρησιμοποιήθηκε η Εξ. 3.1β για άμμους, ενώ για τη στρώση της αμμώδους αργιλοϊλύος η Εξ. 3.1α για αργίλους. Στο **Σχ. 4.6** παρουσιάζεται η κατανομή με το βάθος του μέσου δείκτη DPI (**Σχ. 4.6α**), του αριθμού κρούσεων N_{SPT} (**Σχ. 4.6β**) που αντιστοιχεί σε αυτόν καθώς και της αντίστοιχης ταχύτητας V_s (**Σχ. 4.6γ**). Από το **Σχ. 4.6γ** παρατηρείται ότι η κατανομή της ταχύτητας V_s είναι σταθερή με το βάθος εντός των 2 ανώτερων στρώσεων. Ως εκ τούτου, στις στρώσεις αυτές υιοθετήθηκε η τιμή V_s που αντιστοιχεί στην τιμή του μέσου DPI για την κάθε στρώση, δηλαδή $V_s = 166.6\text{m/s}$ για τον ανώτερο ορίζοντα αργιλο-ιλυώδους άμμου (μέσο DPI: 14.4 mm/κύττο) και $V_s = 251.9\text{m/s}$ για την αμμώδη αργιλοϊλύ (μέσο DPI: 5.2 mm/κύττο).

Για τις δύο κατώτερες στρώσεις (αμμοχάλικο και βραχορριπή), χρησιμοποιήθηκε η Εξ. 3.3 του Hardin (1978) για τον έμμεσο υπολογισμό του V_s . Η στρώση της βραχορριπής χωρίστηκε σε 2 υπόστρώσεις λόγω του μεγάλου πάχους της. Οι τιμές των απαιτούμενων παραμέτρων για τον υπολογισμό της ταχύτητας V_s ελήφθησαν από το τεύχος γεωτεχνικής αξιολόγησης.

Για τις 2 ανώτερες στρώσεις οι τιμές του δείκτη πλασιμότητας είναι 10-12% και ως εκ τούτου σε αυτές χρησιμοποιήθηκαν οι καμπύλες των Vucetic και Dobry (1991) για $PI = 7.5-22.5\%$ (**Σχ. 3.1**). Για τις στρώσεις του αμμοχάλικου και της βραχορριπής, οι οποίες είναι μη-πλαστικές χρησιμοποιήθηκαν οι αντίστοιχες καμπύλες για $PI = 0-7.5\%$ (**Σχ. 3.1**).

Για το έδαφος κάτω από τη βάση του Επιπρομαχώνα χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα των προηγούμενων αναλύσεων (Ενότητα 4.1), με τη διαφορά ότι για τις στρώσεις όπου η ταχύτητα V_s δεν υπολογίστηκε μέσω της δοκιμής SPT αλλά μέσω της Εξ. 3.3 του Hardin (1971), η τιμή της V_s υπολογίστηκε ξανά μέσω της ίδιας εξίσωσης δεδομένου ότι η μέση γεωστατική τάση που υπεισέρχεται στη Εξ. 3.3 έχει αυξηθεί.

Οι τιμές των παραμέτρων των εδαφικών υλικών που χρησιμοποιήθηκαν στις αναλύσεις παρουσιάζονται στον **Πίν. 4.3**, το εδαφικό προφίλ και η κατανομή των ταχυτήτων V_s με το βάθος που χρησιμοποιήθηκαν στις αναλύσεις σεισμικής απόκρισης παρουσιάζονται στο **Σχ. 4.7**.



Σχ. 4.6. Κατανομή με το βάθος (α) του μέσου δείκτη DPI, (β) του αριθμού N_{SPT} και (γ) της ταχύτητας διάδοσης διατμητικών κυμάτων που αντιστοιχούν στα αποτελέσματα των πενετρομετρήσεων στον Επιπρομαχώνα.

Πίν. 4.3. Δεδομένα εδαφικών υλικών του Επιπρωμαχώνα.

α/α	Βάθος			Πάχος	Εδαφική Στρώση	γ	PI	V _s
	(m)			(m)	-	(kN/m ³)	(%)	(m/sec)
1	0.00	-	1.50	0.70	Ανώτερος ορίζοντας αργιλο-ιλυώδους άμμου	18.5	10	166.6
2	1.50	-	7.50	6.0	Αμμώδης Αργιλοϊλύς	18.5	12	251.9
3	7.50	-	9.90	2.40	Αμμοχάλικο	20.0	N.P.	278.0
4	9.90	-	12.20	2.30	Βραχορριπή	19.0	N.P.	305.0
5	12.20	-	14.50	2.30		19.0	N.P.	320.0
6	9.90	-	12.20	4.25	Εναλλαγές Ιλυωδών Άμμων και Αμμωδών Αργιλοϊλύων	19.0	N.P.	241.2
7	12.20	-	14.50	2.85		19.0	N.P.	278.2
8	14.50	-	18.75	0.70	Άργιλος	18.3	8.2	263.6
9	18.75	-	21.60	1.50	Άμμος	18.3	9.3	297.6
10	21.60	-	22.30	2.35		20.2	17.3	225.0
11	22.30	-	23.80	3.35		19.0	N.P.	288.1
12	23.80	-	26.15	2.30		19.0	N.P.	308.7

Στο Σχ. 4.8 παρουσιάζεται η κατανομή της μέγιστης οριζόντιας επιτάχυνσης με το βάθος για κάθε μία από τις 7 σεισμικές διεγέρσεις (Πίν. 3.1) καθώς και η αντίστοιχη μέση τιμή της, όπως προέκυψαν από τις αναλύσεις σεισμικής απόκρισης για το εδαφικό προφίλ του Σχ 4.7α.

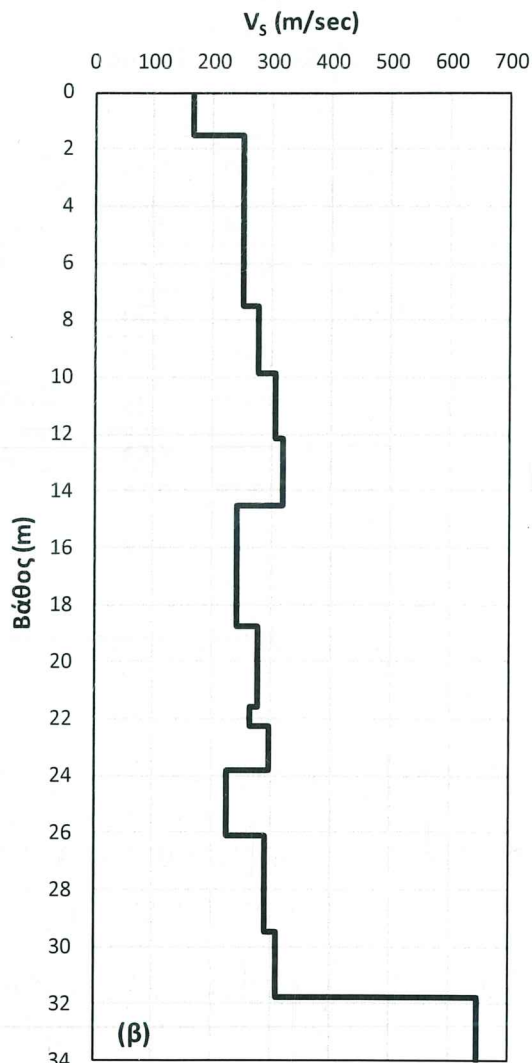
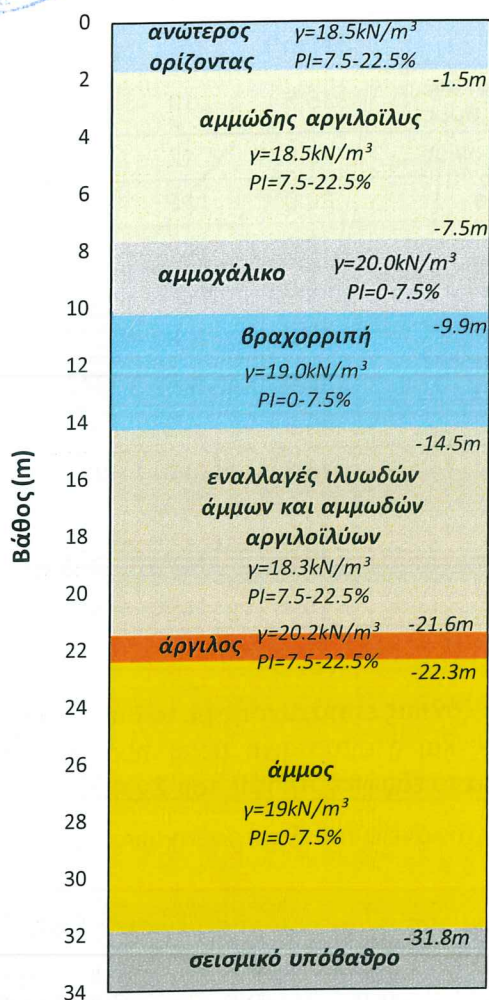
Η μέση τιμή της μέγιστης εδαφικής επιτάχυνσης στην επιφάνεια του Επιπρωμαχώνα είναι $PGA = 0.23g$.

Τονίζεται ότι η ανωτέρω τιμή αποτελεί ένα κάτω όριο της αναμενόμενης μέγιστης οριζόντιας επιτάχυνσης στη στέψη του Επιπρωμαχώνα, δεδομένου ότι δεν υπάρχουν επιτόπου μετρήσεις στα κατώτερα 7m του Επιπρωμαχώνα, με αποτέλεσμα να υπάρχει μεγάλη αβεβαιότητα στην επιλογή του προφίλ των ταχυτήτων V_s σε αυτά. Επιπλέον, και κυριότερα, στις μονοδιάστατες αναλύσεις σεισμικής απόκρισης που πραγματοποιήθηκαν δεν λαμβάνεται υπόψη η επίδραση της τοπογραφίας η οποία αναμένεται να αυξήσει τις τιμές του επιτάχυνσης στη στέψη του Επιπρωμαχώνα λόγω ανάκλασης των σεισμικών κυμάτων στα τείχη του και τις συμβολές αυτών στη στέψη.

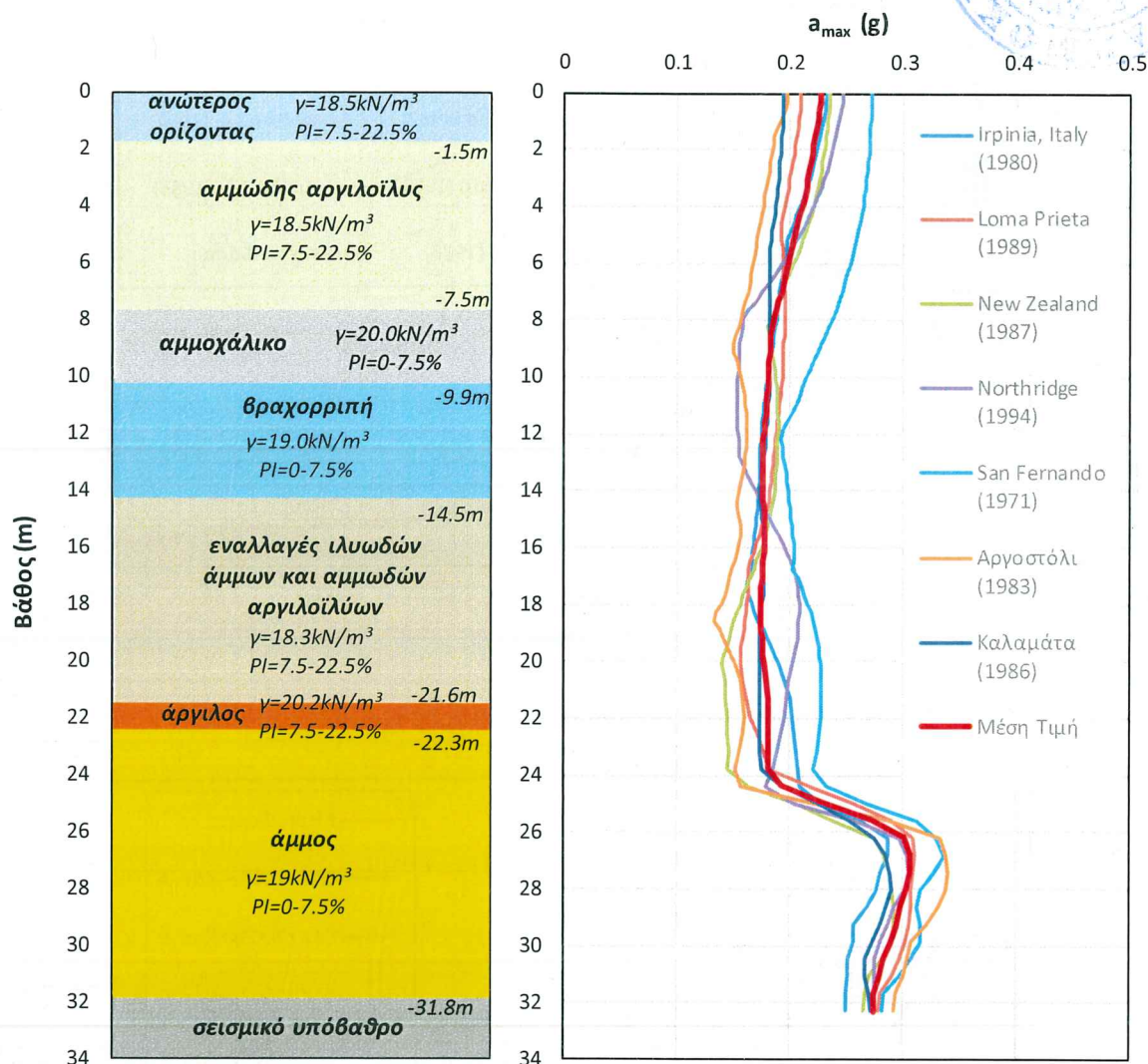
Στο Σχ. 4.9 παρουσιάζονται τα φάσματα απόκρισης των επτά σεισμικών διεγέρσεων στην επιφάνεια του εδάφους (στέψη Επιπρωμαχώνα) καθώς το μέσο φάσμα τους, ενώ στο Σχ. 4.10 το κανονικοποιημένο μέσο φάσμα απόκρισης των διεγέρσεων αυτών συγκρίνεται με τα κανονικοποιημένα φάσματα σχεδιασμού του ΕΑΚ (2003). Παρατηρείται ότι το φάσμα του ΕΑΚ (2003) για έδαφος κατηγορίας Γ προσεγγίζει καλύτερα το μέσο φάσμα απόκρισης.

Τα δεδομένα και τα αποτελέσματα της παραπάνω ανάλυσης παρουσιάζονται πιο αναλυτικά στο Παράρτημα Β.

(α)



Σχ. 4.7. (α) Εδαφικό προφίλ και (β) προφίλ ταχυτήτων διάδοσης διατμητικών κυμάτων για την ανάλυση σεισμικής απόκρισης στον Επιπρομαχώνα.



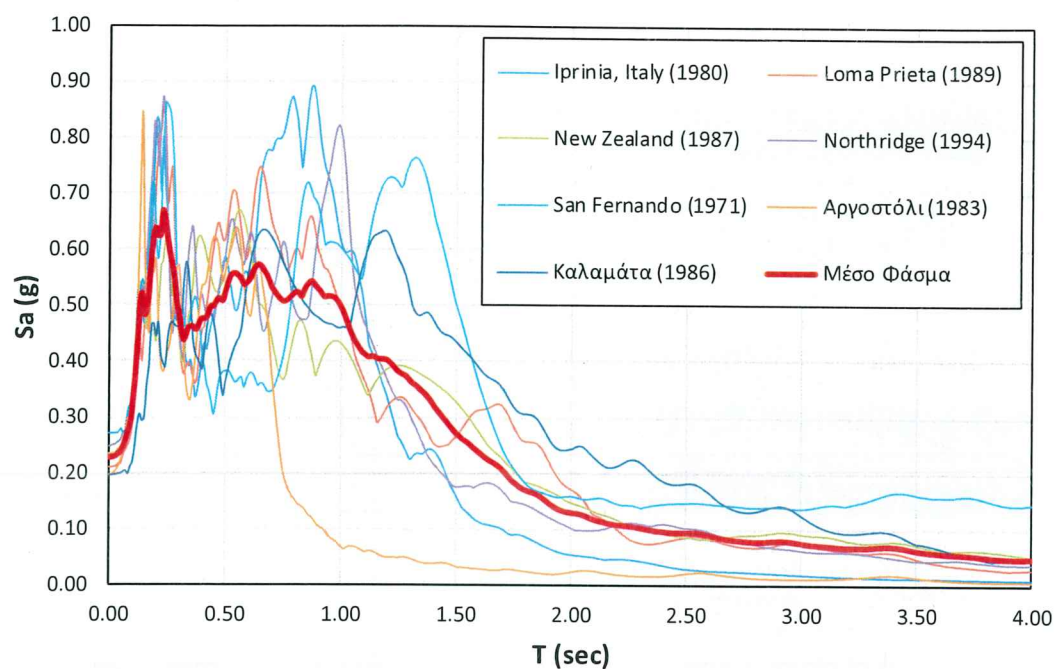
Σχ. 4.8. Κατανομή με το βάθος (α) της ταχύτητας διάδοσης διατμητικών κυμάτων και (β) της μέγιστης οριζόντιας επιτάχυνσης κάτω από τη στέψη του Επιπρωμαχώνα.



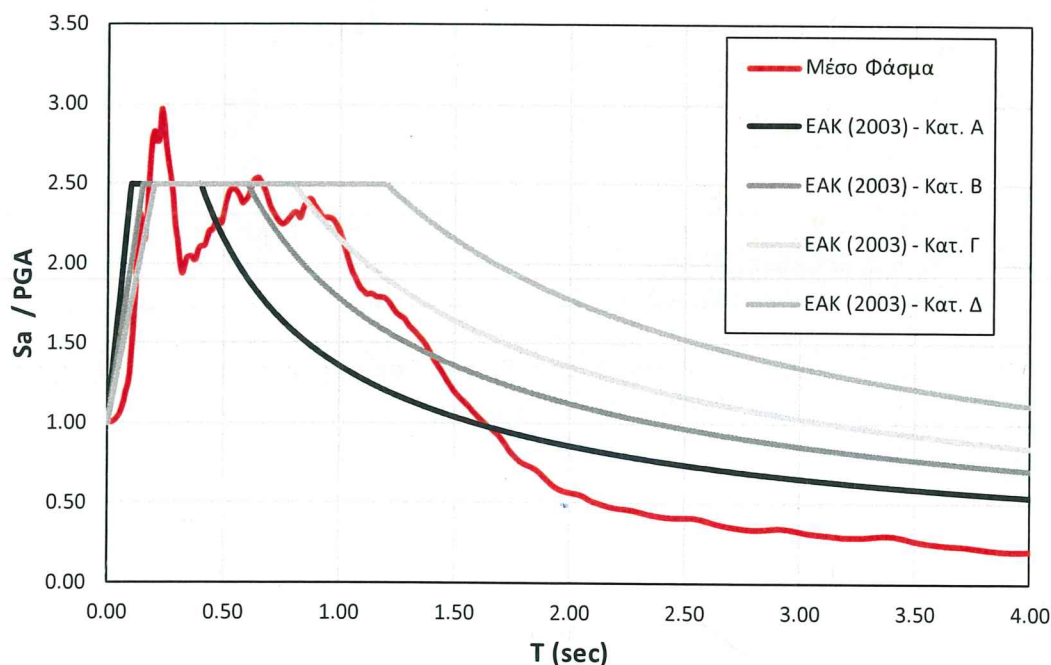
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΑΣΤΗΛΩΣΗΣ
ΒΥΖΑΝΤΙΝΩΝ ΚΑΙ
ΜΕΤΑΒΥΖΑΝΤΙΝΩΝ
ΜΝΗΜΕΙΩΝ

Εργασίες καταγραφής της υπάρχουσας κατάστασης – ερμηνείας της
παθολογίας και μέτρα αντιμετώπισης για την άρση ετοιμορροπίας του συνόλου
του Επιπρομαχώνα του Αγίου Δημητρίου στην Παλιά Πόλη Χανίων

Μελέτη Σεισμικής Απόκρισης



Σχ. 4.9. Ελαστικά φάσματα απόκρισης στη επιφάνεια του Επιπρομαχώνα.



Σχ. 4.10. Σύγκριση κανονικοποιημένου μέσου ελαστικού φάσματος απόκρισης στη επιφάνεια του Επιπρομαχώνα με τα φάσματα σχεδιασμού του ΕΑΚ (2003).

ΕΔΑΦΟΣ Σύμβουλοι Μηχανικοί Α.Ε.

Κεντρικά: Υπερείδου 9, Πλάκα, 10558 Αθήνα, 210.32.22.050, Fax: 210.32.41.607, admin@edafos.gr

Εργαστήριο: Θεραπειών 2, Κολωνός, 10444 Αθήνα, 210.514.90.20, Fax: 210.514.90.38, lab@edafos.gr

5. ΣΥΝΟΨΙΣΗ

Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης πραγματοποιήθηκαν μονοδιάστατες αναλύσεις σεισμικής απόκρισης για την περιοχή του Επιπρομαχώνα.

Η μέση τιμή της οριζόντιας επιτάχυνσης στη βάση του Επιπρομαχώνα είναι ίση με 0.30g, ενώ στην κορυφή του είναι ίση με 0.23g.

Η παραπάνω τιμή της οριζόντιας επιτάχυνσης στην κορυφή του Επιπρομαχώνα αποτελεί ένα κάτω όριο της αναμενόμενης οριζόντιας επιτάχυνσης, δεδομένου ότι δεν λαμβάνει υπόψη της την επίδραση της τοπογραφίας και λόγω των αβεβαιοτήτων στον προσδιορισμό της ταχύτητας διατμητικών κυμάτων στις κατώτερες στρώσεις του Επιπρομαχώνα.

Για την ΕΔΑΦΟΣ Σύμβουλοι Μηχανικοί Α.Ε.

Ι. Τσιόπας

Δρ. Πολιτικός Μηχανικός
Εδαφομηχανικός

Γ. Ντούνιās

Δρ Πολιτικός Μηχανικός
Εδαφομηχανικός

Το παρόν σχέδιο συνοδεύει

την με αριθ. πρωτ.

ΥΠ.ΠΟΛ.Α/ΓΕ.ΜΑ.ΤΕ/ΔΑΒΜΜ/

Απόφαση.

308219/35261/3081/831/22.6.2020



ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΑΣΤΗΛΩΣΗΣ
ΒΥΖΑΝΤΙΝΩΝ ΚΑΙ
ΜΕΤΑΒΥΖΑΝΤΙΝΩΝ
ΜΝΗΜΕΙΩΝ

Εργασίες καταγραφής της υπάρχουσας κατάστασης – ερμηνείας της
παθολογίας και μέτρα αντιμετώπισης για την άρση ετοιμορροπίας του συνόλου
του Επιπρομαχώνα του Αγίου Δημητρίου στην Παλιά Πόλη Χανίων

Μελέτη Σεισμικής Απόκρισης

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ


ΕΔΑΦΟΣ Σύμβουλοι Μηχανικοί Α.Ε.

Κεντρικά: Υπερείδου 9, Πλάκα, 10558 Αθήνα, 210.32.22.050, Fax: 210.32.41.607, admin@edafos.gr


Εργαστήριο: Θεραπειών 2, Κολωνός, 10444 Αθήνα, 210.514.90.20, Fax: 210.514.90.38, lab@edafos.gr

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΟΝΤΙΝΩΝ ΕΝΕΡΓΩΝ ΡΗΓΜΑΤΩΝ



GreDaSS_2.0: Seismogenic Source GRCS708 - Kyamon



[Source Info Summary](#)
[Commentary](#)
[Pictures](#)
[References](#)

General information

Code

GRCS708

Name

Kyamon

Compiled By

Caputo R.(1), Sboras S.P.(1)

With contributions from

Created

Latest Update


Parametric information

	Parameter	Qual.	Evidence
Min Depth (km)	0	UN	documented in various seismic profiles & bathymetric charts
Max Depth (km)	10	UN	
Strike (deg)	280 - 295	UN	various morphotectonic maps & sea-floor morphology
Dip (deg)	45 - 70	EJ	based on Anderson's theory
Rake (deg)	260 - 280	UN	
Slip Rate (mm/y)	0.1 - 1	OD	calculated from various geodetic strain rate maps
Max Magnitude (Mw)	6.7	ER	calculated from seismic scaling relationships (Wells & Coppersmith, 1994)


Q-keys:

LD = Literature Data; OD = Original Data; ER = Empirical Relationship; AR = Analytical Relationship; EJ = Expert Judgement

Σχ. Α.1: Σεισμολογικά δεδομένα ρήγματος GRCS708 - Kyamon (GreDass 2.0).



GreDaSS_2.0: Seismogenic Source GRCS705 - Rodopos



[Source Info Summary](#)
[Commentary](#)
[Pictures](#)
[References](#)

General information

Code

GRCS705

Name

Rodopos

Compiled By

Caputo R.(1)

With contributions from

Sboras S.P.(1)

Created

Latest Update


Parametric information

	Parameter	Qual. Evidence
Min Depth (km)	0	UN
Max Depth (km)	11	UN
Strike (deg)	165 - 195	UN
Dip (deg)	60 - 80	UN
Rake (deg)	260 - 280	UN
Slip Rate (mm/y)	0.2 - 0.5	LD fault scarp analysis (Caputo et al., 2010)
Max Magnitude (Mw)	6.5	ER calculated from seismic scaling relationships (Wells & Coppersmith, 1994)


Q-keys:

LD = Literature Data; OD = Original Data; ER = Empirical Relationship; AR = Analytical Relationship; EJ = Expert Judgement

Σχ. Α.2: Σεισμολογικά δεδομένα ρήγματος GRCS705 - Rodopos (GreDass 2.0).



GreDaSS_2.0: Seismogenic Source GRCS700 - Gramvousa



[Source Info Summary](#)
[Commentary](#)
[Pictures](#)
[References](#)

General information

Code

GRCS700

Name

Gramvousa

Compiled By

Caputo R.(1)

With contributions from

Sboras S.P.(1)

Created

Latest Update

Parametric information

Min Depth (km)

0

UN

Max Depth (km)

11

UN

Strike (deg)

170 - 190

UN

Dip (deg)

60 - 80

UN

Rake (deg)

260 - 280

UN

Slip Rate (mm/y)

0.5 - 1

LD

fault scarp analysis (Caputo et al., 2010)

Max Magnitude (Mw)

6.5


ER

calculated from seismic scaling relationships (Wells & Coppersmith, 1994)

Q-keys:

LD = Literature Data; OD = Original Data; ER = Empirical Relationship; AR = Analytical Relationship; EJ = Expert Judgement

Σχ. Α.3: Σεισμολογικά δεδομένα ρήγματος GRCS700 - Gramvousa (GreDass 2.0).



GreDaSS_2.0: Seismogenic Source GRCS715 - Palaeochora-Tympaki

Source Info Summary

Commentary

Pictures

References

General information

Code	GRCS715	
Name	Palaeochora-Tympaki	
Compiled By	Caputo R.(1), Sboras S.P.(1)	
With contributions from		
Created		
Latest Update		


Parametric information

	Parameter	Qual. Evidence
Min Depth (km)	0	UN
Max Depth (km)	10.5	UN
Strike (deg)	80 - 110	UN
Dip (deg)	55 - 80	UN
Rake (deg)	250 - 280	UN
Slip Rate (mm/y)	0.6 - 4.5	LD fault scarp analysis and seismic reflection profiles (Caputo et al., 2010)
Max Magnitude (Mw)	7	ER calculated from seismic scaling relationships (Wells & Coppersmith, 1994)

Q-keys:

LD = Literature Data; OD = Original Data; ER = Empirical Relationship; AR = Analytical Relationship; EJ = Expert Judgement

Σχ. Α.4: Σεισμολογικά δεδομένα ρήγματος GRCS715 - Palaeochora-Tympaki (GreDass 2.0).



GreDaSS_2.0: Seismogenic Source GRCS710 - South Cretan Sea

[Source Info Summary](#)
[Commentary](#)
[Pictures](#)
[References](#)

General information

Code

Name

Compiled By

With contributions from

Created

Latest Update

GRCS710

South Cretan Sea

Caputo R.(1), Sboras S.P.(1)

Parametric information

Min Depth (km)

Max Depth (km)

Strike (deg)

Dip (deg)

Rake (deg)

Slip Rate (mm/y)

Max Magnitude (Mw)

Parameter

0

10.5

260 - 280

45 - 70

260 - 280

0.1 - 1

7.1

Qual. Evidence

UN

EJ

UN

UN

UN

OD

ER

documented in various seismic profiles & bathymetric charts

inferred from nearby structures and Moho thickness variations

based on Anderson's theory

inferred from stress trajectories (various authors)


calculated from various geodetic strain rate maps

calculated from seismic scaling relationships (Wells & Coppersmith, 1994)

Q-keys:

LD = Literature Data; OD = Original Data; ER = Empirical Relationship; AR = Analytical Relationship; EJ = Expert Judgement

Σχ. Α.5: Σεισμολογικά δεδομένα ρήγματος GRCS710 – South Cretan Sea (GreDass 2.0).



GreDaSS_2.0: Seismogenic Source GRCS990 - Central Cretan Sea 2

Source Info Summary

Commentary

Pictures

References

General information

Code

GRCS990

Name

Central Cretan Sea 2

Compiled By

Caputo R.(1), Sboras S.P.(1)

With contributions from

Created

Latest Update

Parametric information

	Parameter	Qual.	Evidence
Min Depth (km)	0	LD	based on various seismic profiles & sea-floor morphology
Max Depth (km)	10	EJ	inferred from nearby structures and Moho thickness variations
Strike (deg)	260 - 270	EJ	inferred from seismic profiles & sea-floor morphology
Dip (deg)	50 - 70	EJ	based on Anderson's theory
Rake (deg)	250 - 290	EJ	inferred from stress trajectories (various authors)
Slip Rate (mm/y)	0.1 - 1	OD	calculated from various geodetic strain rate maps
Max Magnitude (Mw)	6.5	ER	calculated from seismic scaling relationships (Wells & Coppersmith, 1994)

Q-keys:

LD = Literature Data; OD = Original Data; ER = Empirical Relationship; AR = Analytical Relationship; EJ = Expert Judgement

Σχ. Α.6: Σεισμολογικά δεδομένα ρήγματος GRCS990 – Central Cretan Sea 2 (GreDass 2.0).

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ

File Edit Tools Window Help



General Settings | Soil Types | Soil Profile | Motion(s) | Output Specification | Compute | Results

Motion Input Location

Specify the location to input the motion(s):

Input Motions

View

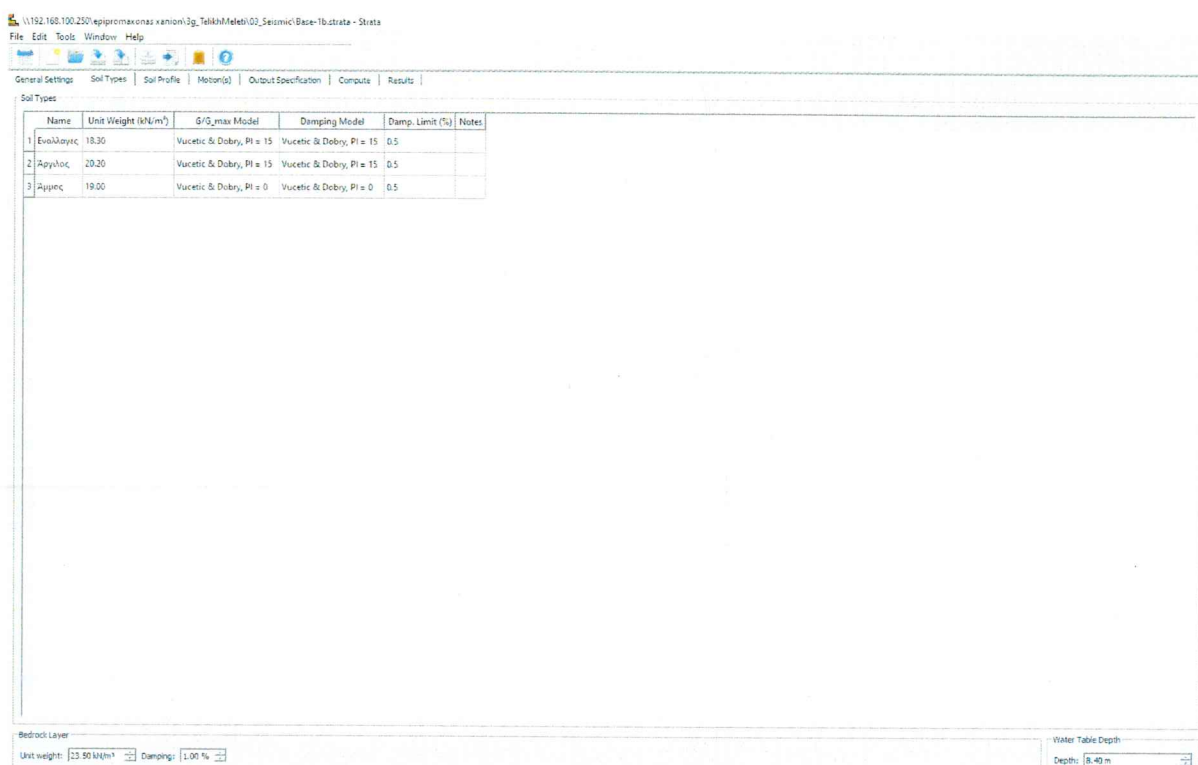
	Name	Description	Type	PGA (g)	PGV (cm/s)	Scale Factor
1	<input checked="" type="checkbox"/> 02-Input Strata files\1-A2.AT2	ITALY_VLT - EARTHQUAKE	Outcrop (2A)	0.30	18.73	2.20
2	<input checked="" type="checkbox"/> 02-Input Strata files\2-A6.AT2	LOMAP_AND - EARTHQUAKE	Outcrop (2A)	0.30	24.93	0.94
3	<input checked="" type="checkbox"/> 02-Input Strata files\3-B1.AT2	NEWZEAL - EARTHQUAKE	Outcrop (2A)	0.30	25.81	1.12
4	<input checked="" type="checkbox"/> 02-Input Strata files\4-B4.AT2	NORTHR_FLE - EARTHQUAKE	Outcrop (2A)	0.30	19.57	1.74
5	<input checked="" type="checkbox"/> 02-Input Strata files\5-B6.AT2	SFERN_PEL - EARTHQUAKE	Outcrop (2A)	0.30	28.12	1.42
6	<input checked="" type="checkbox"/> 02-Input Strata files\6-Argostoli.AT2	ARGOSTOLI E-W - EARTHQUAKE	Outcrop (2A)	0.30	20.69	2.13
7	<input checked="" type="checkbox"/> 02-Input Strata files\7-Kalamata.AT2	KALAMATA N-S - EARTHQUAKE	Outcrop (2A)	0.30	42.46	1.25

Σχ. Β.1: Σεισμικές διεγέρσεις των ισοδύναμης γραμμικής ανάλυσης στο λογισμικό Strata για τον Επιπρωμαχώνα.

**ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΑΣΤΗΛΩΣΗΣ
ΒΥΖΑΝΤΙΝΩΝ ΚΑΙ
ΜΕΤΑΒΥΖΑΝΤΙΝΩΝ
ΜΝΗΜΕΙΩΝ**

Εργασίες καταγραφής της υπάρχουσας κατάστασης – ερμηνείας της παθολογίας και μέτρα αντιμετώπισης για την άρση ετοιμορροπίας του συνόλου του Επιπρωμαχώνα του Αγίου Δημητρίου στην Παλιά Πόλη Χανίων

Μελέτη Σεισμικής Απόκρισης



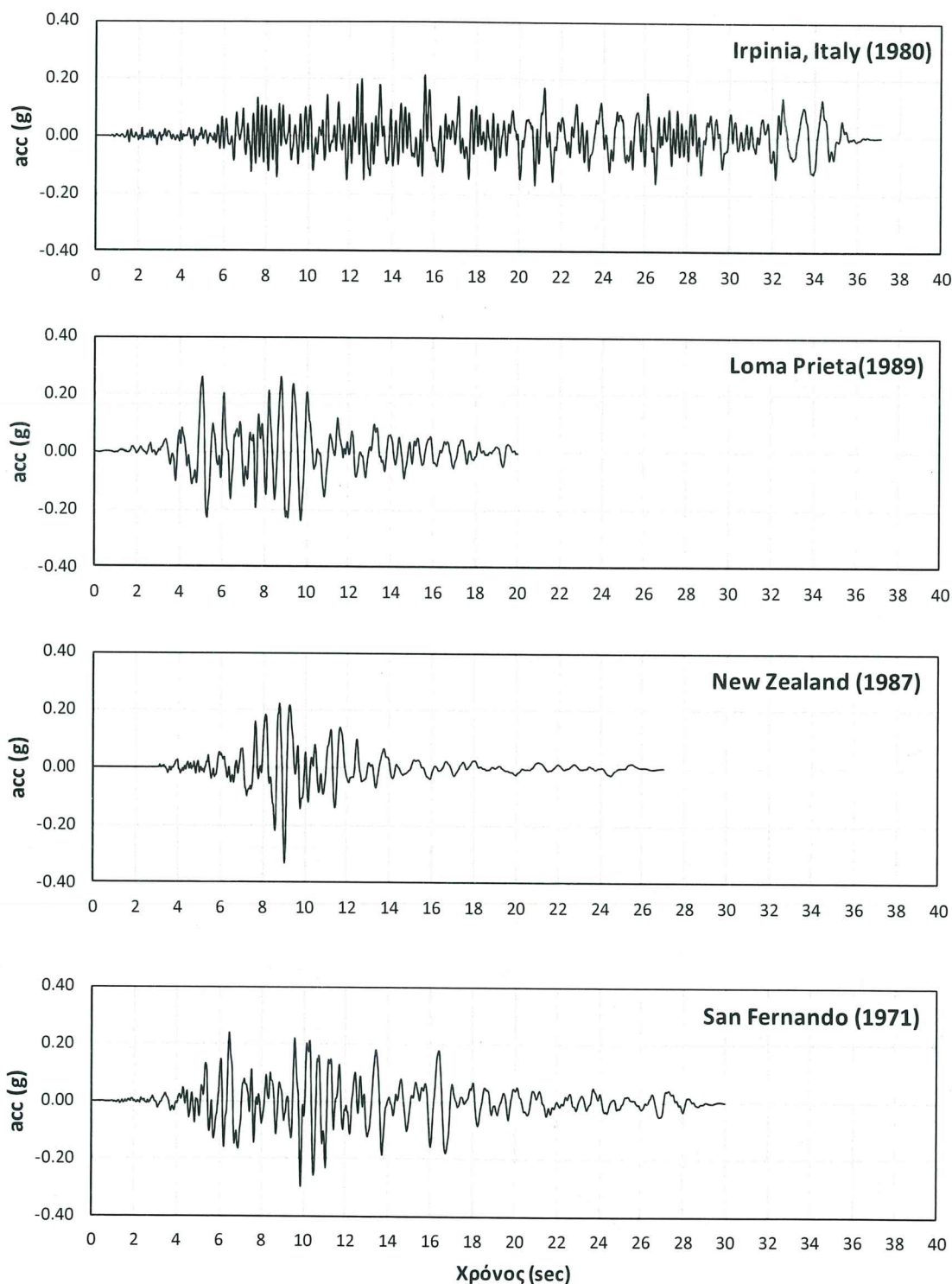
Σχ. Β.2: Εδαφικές στρώσεις της ισοδύναμης γραμμικής ανάλυσης στο λογισμικό Strata για τη βάση του Επιπρωμαχώνα (τροποποιημένο εδαφικό προφίλ).

File Edit Tools Window Help				
General Settings Soil Types Soil Profile Motion(s) Output Specification Compute Results				
Site Profile				
	Depth (m)	Thickness (m)	Soil Type	Vs (m/s)
1	0.00	4.25	Εναλλαγές	241.20
2	4.25	2.85	Εναλλαγές	278.20
3	7.10	0.70	Αργίλος	200.00
4	7.80	1.40	Άμμος	230.00
5	9.20	2.35	Άμμος	225.00
6	11.55	3.35	Άμμος	288.10
7	14.90	2.30	Άμμος	253.00
8	17.20	Half-Space	Bedrock	650.00

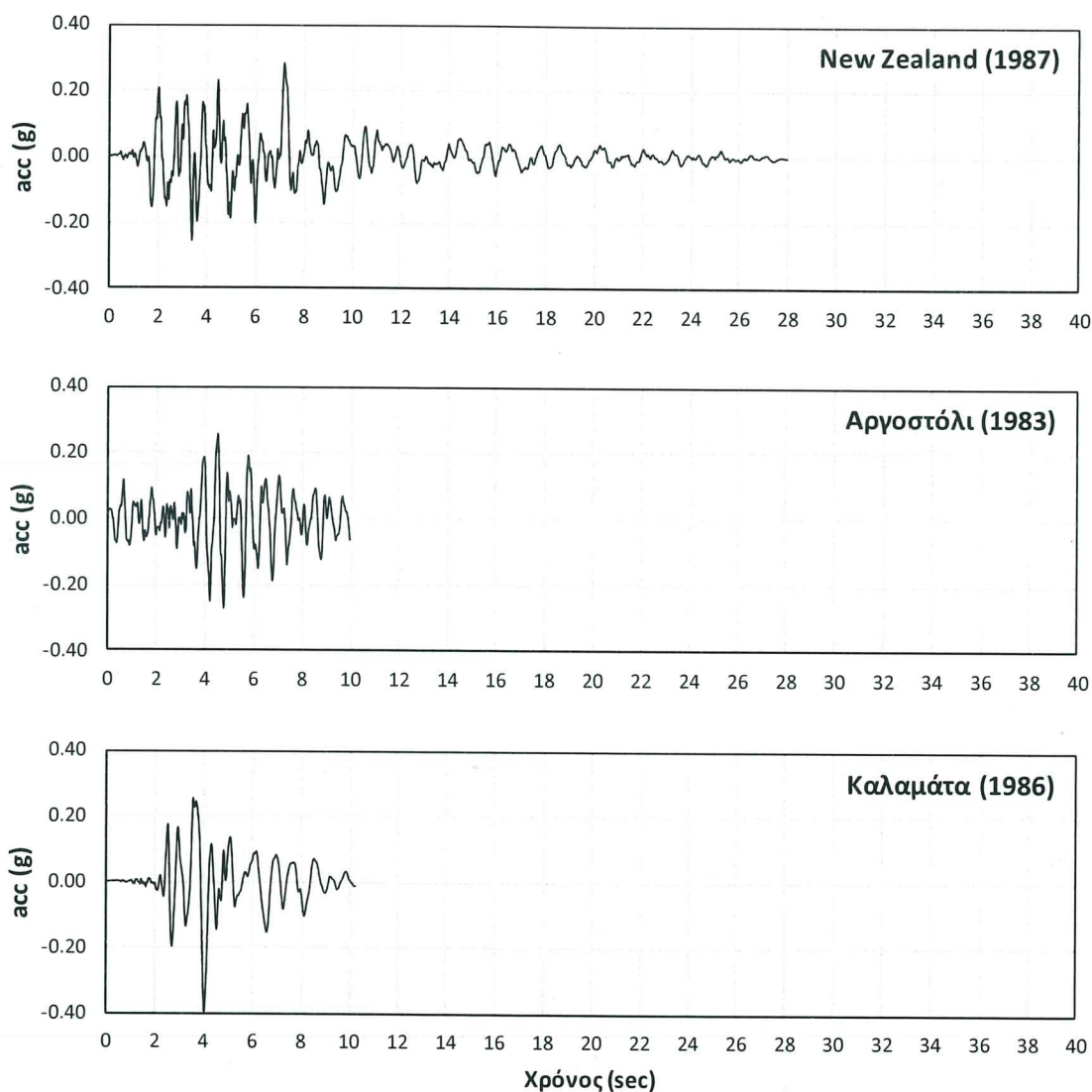
Σχ. Β.3: Εδαφικό προφίλ της ισοδύναμης γραμμικής ανάλυσης στο λογισμικό Strata για τη βάση του Επιπρωμαχώνα (τροποποιημένο εδαφικό προφίλ).

ΕΔΑΦΟΣ Σύμβουλοι Μηχανικοί Α.Ε.

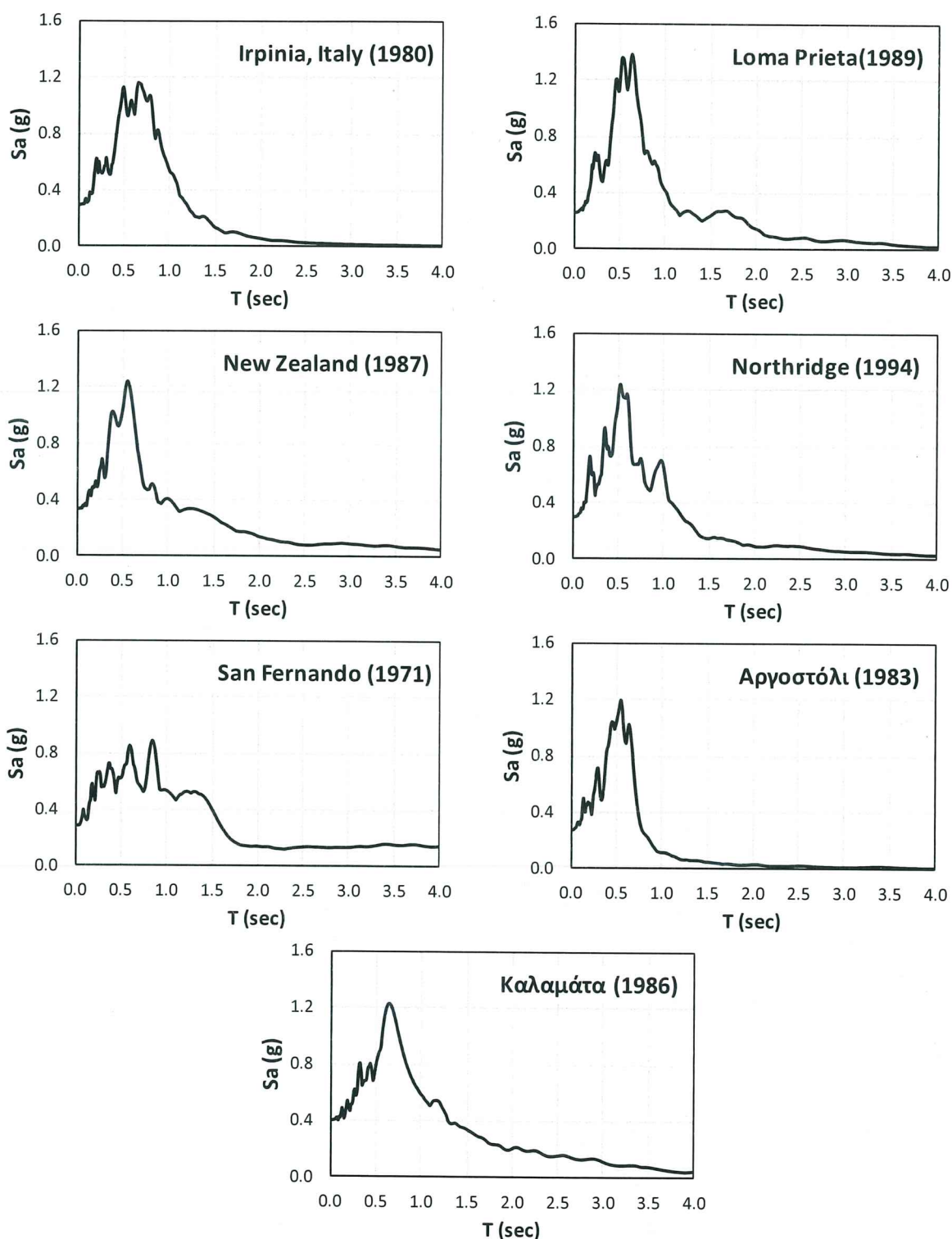
Κεντρικά: Υπερείδου 9, Πλάκα, 10558 Αθήνα, 210.32.22.050, Fax: 210.32.41.607, admin@edafos.gr
Εργαστήριο: Θεραπειών 2, Κολωνός, 10444 Αθήνα, 210.514.90.20, Fax: 210.514.90.38, lab@edafos.gr



Σχ. Β.4: Εκτιμώμενες χρονοϊστορίες επιτάχυνσης στην επιφάνεια της βάσης του Επιπρομαχώνα (τροποποιημένο εδαφικό προφίλ) από τις αναλύσεις σεισμικής απόκρισης – δονήσεις Νο. 1-4.



Σχ. Β.5: Εκτιμώμενες χρονοϊστορίες επιτάχυνσης στην επιφάνεια της βάσης του Επιπρομαχώνα (τροποποιημένο εδαφικό προφίλ) από τις αναλύσεις σεισμικής απόκρισης – δονήσεις Νο. 5-7.



Σχ. Β.6: Φάσματα απόκρισης στην επιφάνεια της βάσης του Επιπρομαχώνα (τροποποιημένο εδαφικό προφίλ) από τις αναλύσεις σεισμικής απόκρισης στο λογισμικό Strata.

**ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΑΣΤΗΛΩΣΗΣ
ΒΥΖΑΝΤΙΝΩΝ ΚΑΙ
ΜΕΤΑΒΥΖΑΝΤΙΝΩΝ
ΜΝΗΜΕΙΩΝ**

Εργασίες καταγραφής της υπάρχουσας κατάστασης – ερμηνείας της παθολογίας και μέτρα αντιμετώπισης για την άρση ετοιμορροπίας του συνόλου του Επιπρωμαχώνα του Αγίου Δημητρίου στην Παλιά Πόλη Χανίων
Μελέτη Σεισμικής Απόκρισης

General Settings Soil Types Soil Profile Motion(s) Output Specification Compute Results					
Soil Types					
Name	Unit Weight (kN/m ³)	G/G _{max} Model	Damping Model	Damp. Limit (%)	Notes
1 Εναλλαγές	18.30	Vucetic & Dobry, PI = 15	Vucetic & Dobry, PI = 15	0.5	
2 Άργιλος	20.20	Vucetic & Dobry, PI = 15	Vucetic & Dobry, PI = 15	0.5	
3 Άμμος	18.00	Vucetic & Dobry, PI = 0	Vucetic & Dobry, PI = 0	0.5	
4 Αμμώδης Αργιλο-ιλύς	18.50	Vucetic & Dobry, PI = 15	Vucetic & Dobry, PI = 15	0.5	
5 Αμμοχάλικο	20.00	Vucetic & Dobry, PI = 0	Vucetic & Dobry, PI = 0	0.5	
6 Βραχορριπή	19.00	Vucetic & Dobry, PI = 0	Vucetic & Dobry, PI = 0	0.5	

Bedrock Layer
Unit weight: 23.50 kN/m³ Damping: 1.00 %
Water Table Depth
Depth: 8.40 m

Σχ. Β.7: Εδαφικές στρώσεις της ισοδύναμης γραμμικής ανάλυσης στο λογισμικό Strata για τον Επιπρωμαχώνα.

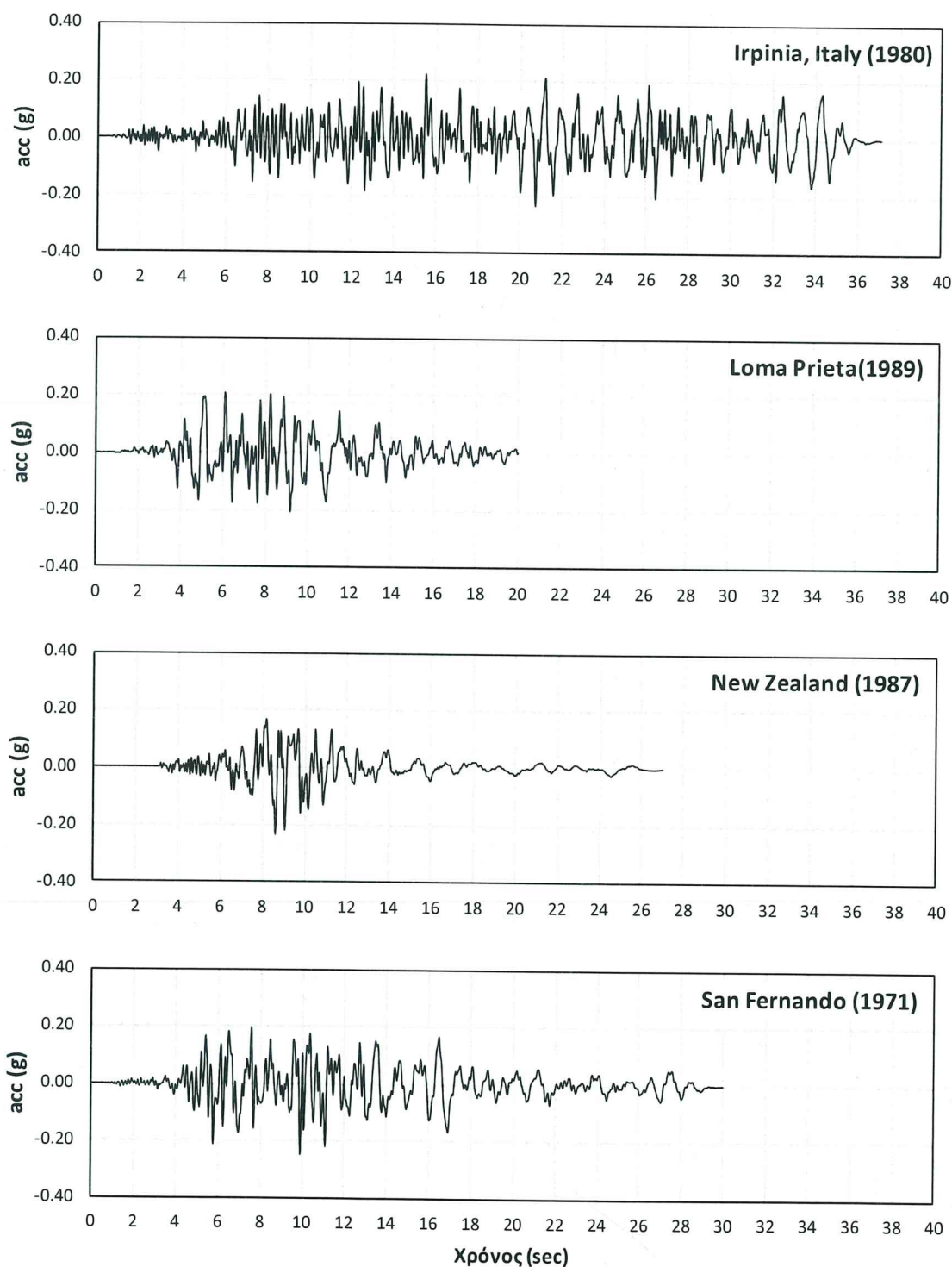
General Settings Soil Types Soil Profile Motion(s) Output Specification Compute Results				
Site Profile				
	Depth (m)	Thickness (m)	Soil Type	Vs (m/s)
1	0.00	1.50	Αμμώδης Αργιλο-ιλύς	166.60
2	1.50	6.00	Αμμώδης Αργιλο-ιλύς	251.90
3	7.50	2.40	Αμμοχάλικο	278.00
4	9.90	2.30	Βραχορριπή	305.00
5	12.20	2.30	Βραχορριπή	320.00
6	14.50	4.25	Εναλλαγές	241.20
7	18.75	2.85	Εναλλαγές	278.20
8	21.60	0.70	Άργιλος	263.60
9	22.30	1.50	Άμμος	297.60
10	23.80	2.35	Άμμος	225.00
11	26.15	3.35	Άμμος	288.10
12	29.50	2.30	Άμμος	308.70
13	31.80	Half-Space	Bedrock	650.00

Σχ. Β.8: Εδαφικό προφίλ της ισοδύναμης γραμμικής ανάλυσης στο λογισμικό Strata για τον Επιπρωμαχώνα.

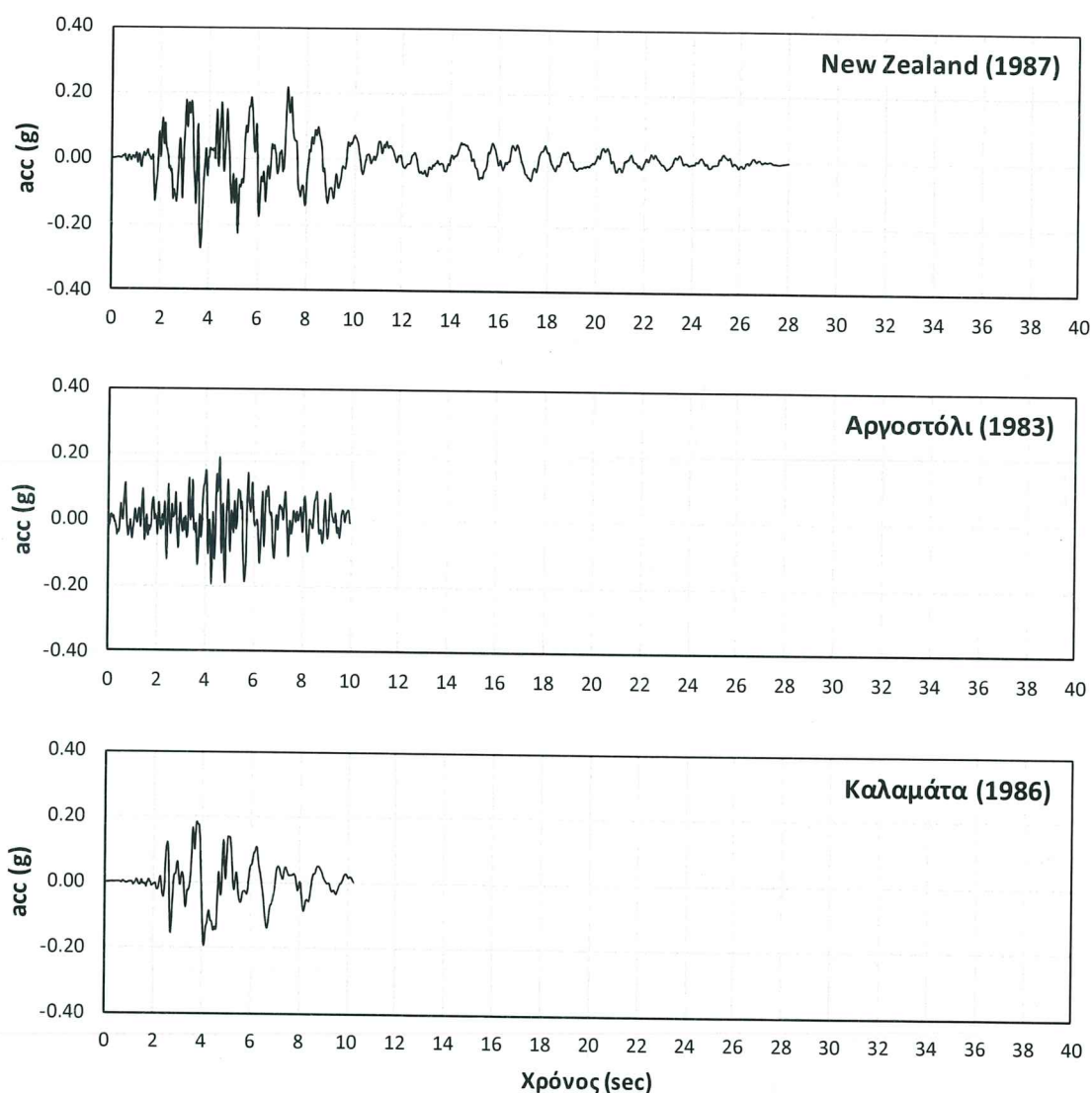
ΕΔΑΦΟΣ Σύμβουλοι Μηχανικοί Α.Ε.

Κεντρικά: Υπερείδου 9, Πλάκα, 10558 Αθήνα, 210.32.22.050, Fax: 210.32.41.607, admin@edafos.gr

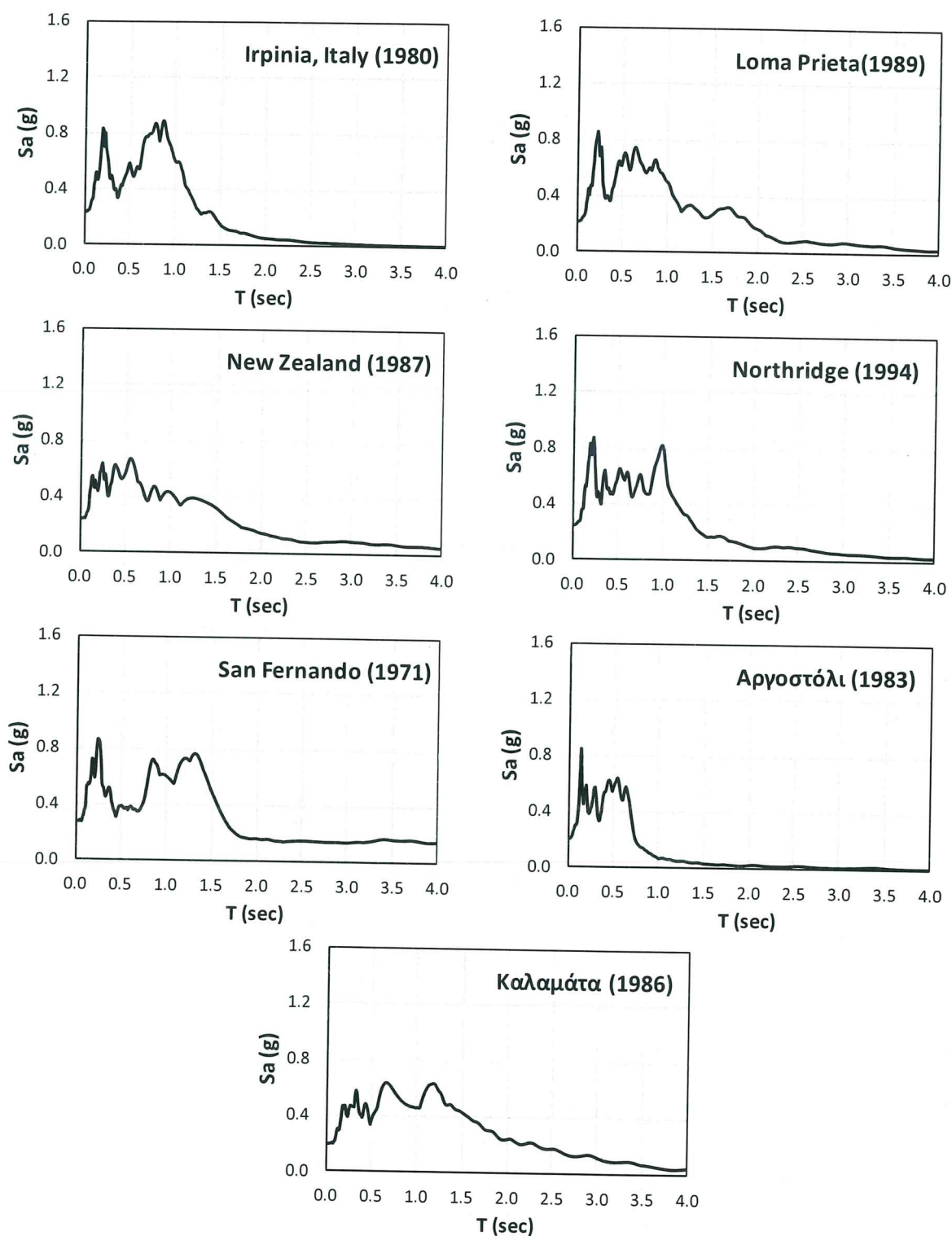
Εργαστήριο: Θεραπειών 2, Κολωνός, 10444 Αθήνα, 210.514.90.20, Fax: 210.514.90.38, lab@edafos.gr



Σχ. Β.9: Εκτιμώμενες χρονοϊστορίες επιτάχυνσης στην επιφάνεια του Επιπρωμαχώνα από τις αναλύσεις σεισμικής απόκρισης – δονήσεις Νο. 1-4.



Σχ. Β.10: Εκτιμώμενες χρονοϊστορίες επιτάχυνσης στην επιφάνεια του Επιπρωμαχώνα από τις αναλύσεις σεισμικής απόκρισης – δονήσεις Νο. 5-7.



Σχ. Β.11: Φάσματα απόκρισης στην επιφάνεια του Επιπρομαχώνα από τις αναλύσεις σεισμικής απόκρισης στο λογισμικό Strata.



Ε Δ Α Φ Ο Σ
ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ Α.Ε.

Κεντρικά Γραφεία: Υπερείδου 9, 10558 Αθήνα,
Τηλ.: 210 3222050, Fax: 210 3241607, e-mail: admin@edafos.gr
Εργαστήριο: Θεραπειών 2, 10444 Αθήνα, Τηλ: 2105149020,
Fax: 2105149038, e-mail: lab@edafos.gr
www.edafos.gr

Πληροφορίες:

