

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΚΑΙ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΒΕΛΤΙΣΤΩΝ ΛΥΣΕΩΝ
ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ-ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΦΕΡΟΝΤΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ ΙΕΡΟΥ ΝΑΟΥ ΑΓΙΟΥ
ΜΗΝΑ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ



ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ



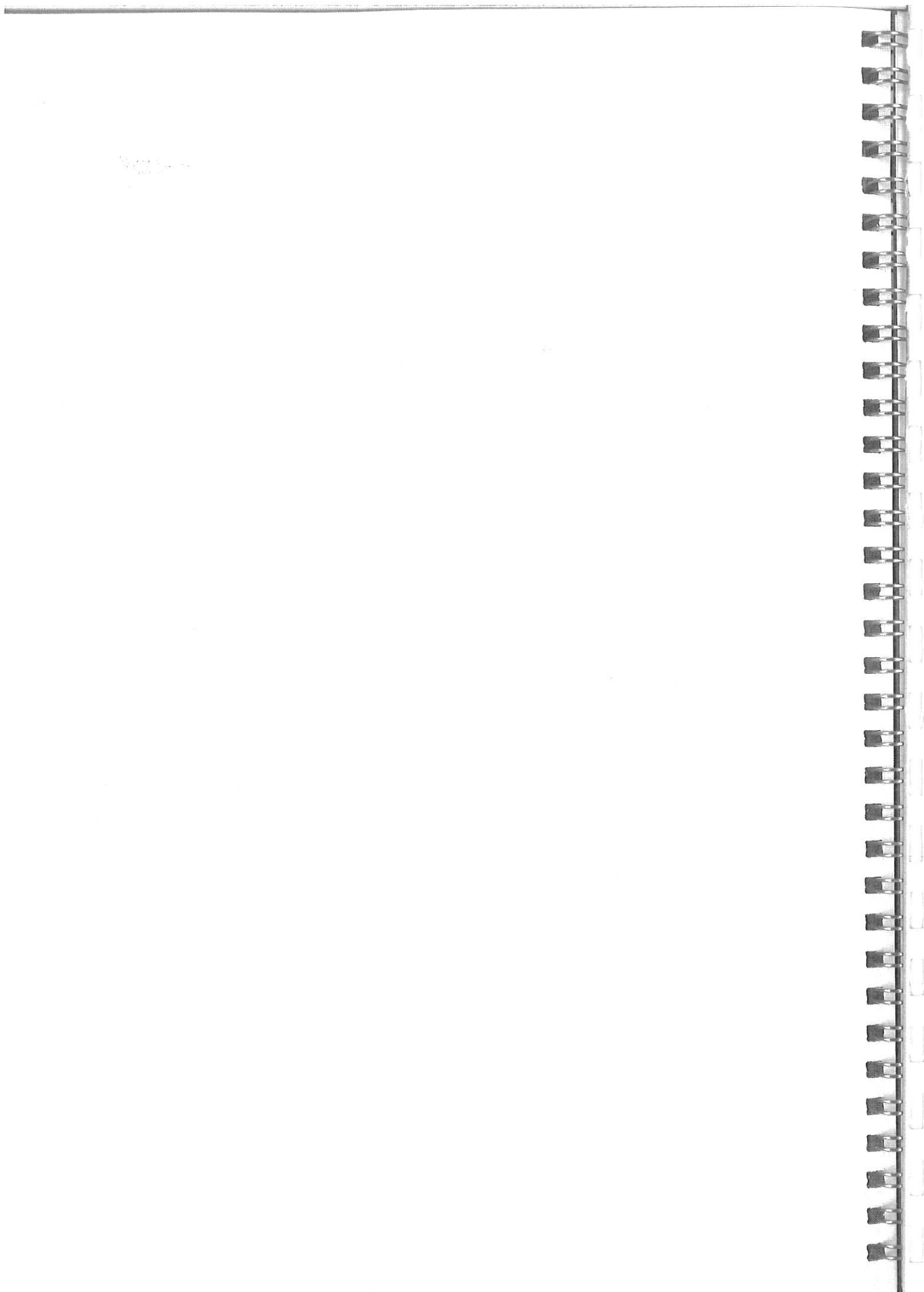
Τεχνική έκθεση στο πλαίσιο του ερευνητικού έργου «Ερευνητικές εργασίες και διερεύνηση βέλτιστων λύσεων αποκατάστασης-ενίσχυσης φέροντος οργανισμού Ιερού Ναού Αγίου Μηνά Ηρακλείου Κρήτης»

Θέμα: Εκτίμηση σεισμικού κινδύνου – Εύρεση ιστορικών

Συντάξας: Χ. Μουζάκης, ΠΜ, αναπλ. καθ. ΕΜΠ

Επιστ. Υπεύθυνος: Β. Κουμούσης, ΠΜ, ομ. καθ. ΕΜΠ

Μάρτιος 2021



ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΚΑΙ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΒΕΛΤΙΣΤΩΝ ΛΥΣΕΩΝ
ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ-ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΦΕΡΟΝΤΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ ΙΕΡΟΥ ΝΑΟΥ ΑΓΙΟΥ
ΜΗΝΑ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ



ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ



Τεχνική έκθεση στο πλαίσιο του ερευνητικού έργου «Ερευνητικές εργασίες και διερεύνηση βέλτιστων λύσεων αποκατάστασης-ενίσχυσης φέροντος οργανισμού Ιερού Ναού Αγίου Μηνά Ηρακλείου Κρήτης»

Θέμα: Εκτίμηση σεισμικού κινδύνου – Εύρεση χρονοϊστοριών

Συντάξας: Χ. Μουζάκης, ΠΜ, αναπλ. καθ. ΕΜΠ

Επιστ. Υπεύθυνος: Β. Κουμούσης, ΠΜ, ομ. καθ. ΕΜΠ

Μάρτιος 2021



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1	Εισαγωγή	
2	Εκτίμηση σεισμικού κινδύνου	
2.1	Σεισμική επιτάχυνση σχεδιασμού για το σχεδιασμό των επεμβάσεων	5
2.1.1	Ντετερμινιστική ανάλυση εκτίμησης σεισμικού κινδύνου	5
2.1.2	Πιθανολογική ανάλυση εκτίμησης σεισμικού κινδύνου	7
2.2	Στάθμη βλάβης SD	10
2.3	Στάθμη βλάβης NC	26
3	Σουίτες ιστοριών για μέγιστη εδαφική επιτάχυνση βάσει Εθνικού Παραρτήματος	41
3.1	Στάθμη βλάβης SD	41
3.2	Στάθμη βλάβης NC	57
4	Βιβλιογραφία	73







1 Εισαγωγή

Η παρούσα τεχνική έκθεση παρουσιάζει τα αποτελέσματα της μελέτης εκτίμησης σεισμικού κινδύνου και παρέχει τις ιστορίες για τη μελέτη της επισκευής και ενίσχυσης του Ιερού Ναού Αγίου Μηνά Ηρακλείου Κρήτης έναντι σεισμικών δράσεων.

Η μελέτη αυτή εκπονήθηκε από τη Λυδία Πανουτσπούλου, ΥΔ Πολιτικό Μηχανικό, και τον Αν. Καθ. Χαράλαμπο Μουζάκη, Διευθυντή του Εργαστηρίου Αντισεισμικής Τεχνολογίας Ε.Μ.Π..

2 Εκτίμηση σεισμικού κινδύνου

Για την εκτίμηση του σεισμικού κινδύνου λαμβάνονται υπόψη τα ρήγματα της ευρύτερης περιοχής του ναού, ιστορικές καταγραφές σεισμών από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα (ιστορική σεισμολογία), η πιθανολογική εκτίμηση του σεισμικού κινδύνου και το draft του Ευρωκώδικα 8 για το σχεδιασμό σύγχρονων κατασκευών.

2.1 Σεισμική επιτάχυνση σχεδιασμού για το σχεδιασμό των επεμβάσεων

2.1.1 Ντετερμινιστική ανάλυση εκτίμησης σεισμικού κινδύνου

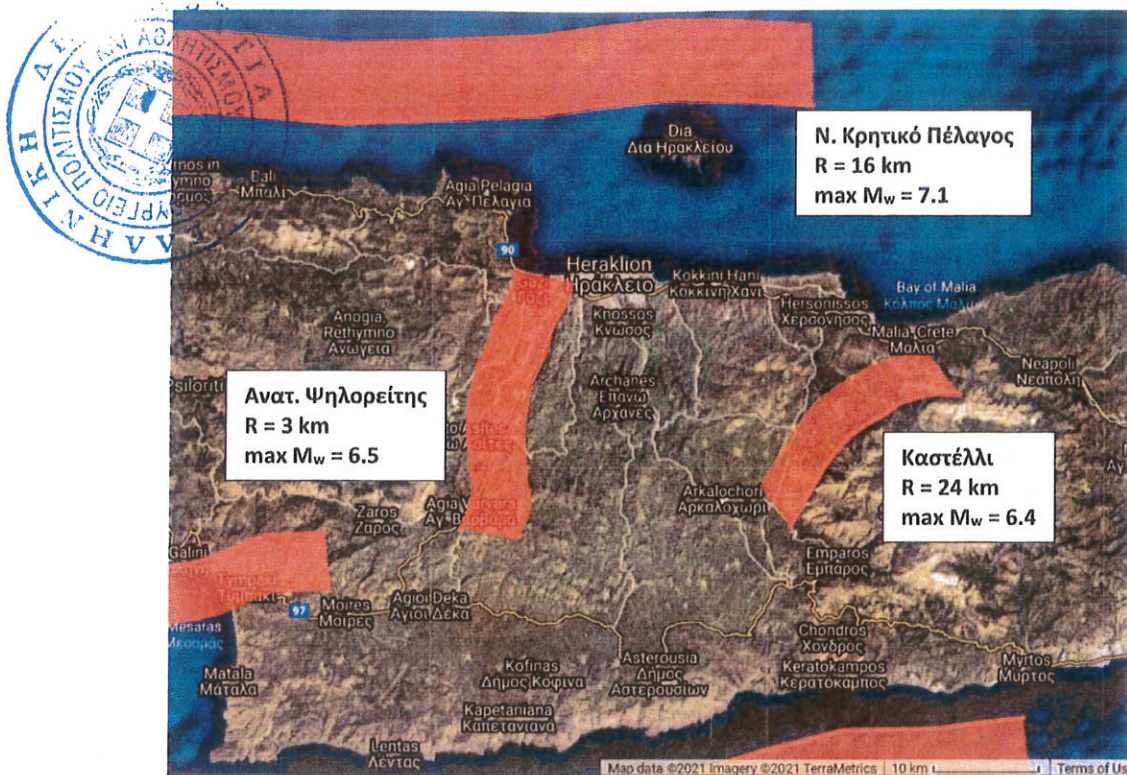
Από γεωλογικής άποψης, ο Ι.Ν. Αγίου Μηνά, που βρίσκεται στην περιοχή του Ηρακλείου Κρήτης, γειτνιάζει με τρία κανονικά ρήγματα, τα οποία είναι σε μικρή απόσταση από αυτόν και έχουν δώσει στο παρελθόν ισχυρούς σεισμούς. Στον Πίνακα 1 δίνεται ο κατάλογος των ρηγμάτων με τα μεγέθη των σεισμών τα οποία μπορούν να αναπτύξουν και οι αποστάσεις τους από τον ναό, όπως φαίνονται και στο Σχήμα 1 [1]. Από τα στοιχεία αυτά προκύπτει ότι τα αναμενόμενα μεγέθη σεισμών από αυτά τα ρήγματα κυμαίνονται από M_w 6.4 έως 7.1, ενώ οι αποστάσεις κυμαίνονται από 3 km έως 24 km.

Πίνακας 1. Ρήγματα στην ευρύτερη περιοχή του Ι.Ν. Αγίου Μηνά – Μέγιστη Εδαφική Επιτάχυνση στον βράχο από ντετερμινιστική ανάλυση [1].

Ρήγμα	Μέγιστο μέγεθος M_w	Απόσταση (km)	PGA (g) – Σκαρλατούδης (2003) για Κανονικό Ρήγμα	PGA (g) – Θεοδουλίδης-Παπαζάχος (1992)
Ανατολικός Ψηλορείτης	6.5	2.9	0.319	0.602
Νότιο Κρητικό Πέλαγος	7.1	16.0	0.175	0.476
Καστέλλι	6.4	24.0	0.056	0.149

Από σεισμολογικής άποψης, στην ευρύτερη περιοχή του Ι.Ν. Αγίου Μηνά έχουν καταγραφεί από την ιστορική σεισμολογία τα γεγονότα του Πίνακα 2, για τα οποία αναφέρεται πως έγιναν αισθητά ή/και προξένησαν βλάβες στην περιοχή του Ηρακλείου [2]. Επιπροσθέτως, έχει καταγραφεί ότι ο σεισμός του 1935 προξένησε βλάβες στον ναό.

Χρησιμοποιώντας τις ντετερμινιστικές σχέσεις εξασθένησης που έχουν διατυπωθεί για τον ελλαδικό χώρο από τους Skarlatoudis et al. [3] και Θεοδουλίδη – Παπαζάχο [4], υπολογίστηκαν οι τιμές μέγιστης εδαφικής επιτάχυνσης (PGA) σε βράχο του Πίνακα 1. Στις σχέσεις αυτές χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα του Πίνακα 1 για τα πιθανά μέγιστα μεγέθη M_w των αναγραφόμενων ρηγμάτων, καθώς και οι σχετικές αποστάσεις. Σημειώνεται ότι και για τα δύο ντετερμινιστικά προσομοιώματα αγνοήθηκε η τυπική απόκλιση.



Σχήμα 1. Σεισμικά ρήγματα κοντά στην περιοχή του έργου [1].

Πίνακας 2. Ιστορικοί σεισμοί της ευρύτερης περιοχής του ναού [2].

Χρονολογία	Επίκεντρο	Μέγεθος
62	Κρήτη	7.0
448	Γόρτυνα	7.2
796	Κρήτη	7.2
1494	Ηράκλειο	7.2
1508	Ιεράπετρα	7.5
1595	Κρήτη	6.8
1604	Ηράκλειο	7.0
1612	Ηράκλειο	7.0
1629	Κρήτη	7.3
1646	Ρέθυμνο	6.0
1665	Ηράκλειο	7.0
1673	Ηράκλειο	7.0
1681	Κρήτη	6.3
1717	Κρήτη	6.7
1780	Ιεράπετρα	7.0
1805	Χανιά	7.2
1810	Ηράκλειο	7.8
1846	Ηράκλειο	7.7
1856	Ηράκλειο	8.2
1887	Ηράκλειο	7.5
1910	Χανιά	7.0
1922	Ζάκρος	6.8
1923	Ρέθυμνο	6.8
1930	Ηράκλειο	6.7
1934	Σητεία	6.2



1935	Λασίθι	7.0
1952	Ηράκλειο	7.0
1959	Ηράκλειο	6.3
1965	Κάνδανος Χανίων	6.1
1969	Νότια της Κρήτης	6.1
1972	Κάνδανος Χανίων	6.5
1977	Χανιά	6.3
1994	Ηράκλειο	6.1

2.1.2 Πιθανολογική ανάλυση εκτίμησης σεισμικού κινδύνου

Σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 8, το κτίριο αυτό, ως θρησκευτικός χώρος συγκέντρωσης κοινού, κατατάσσεται στην Κατηγορία Επιπτώσεων CC3-α [5]. Για τη συγκεκριμένη Κατηγορία Επιπτώσεων, οι κύριες προβλεπόμενες στάθμες βλάβης είναι οι SD (σημαντικές βλάβες) και NC (οιονεί κατάρρευση). Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται οι περίοδοι επαναφοράς και οι πιθανότητες υπέρβασης στα 50 χρόνια για κάθε στάθμη βλάβης.

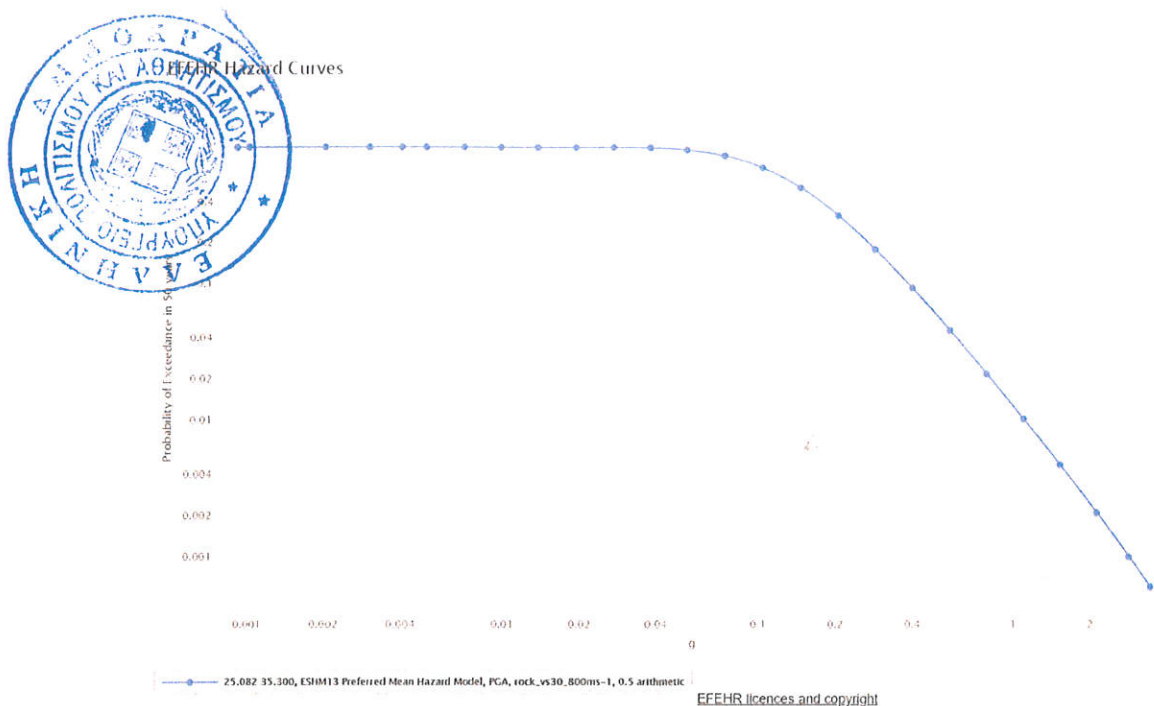
Πίνακας 3. Στάθμες βλάβης – Περίοδος Επαναφοράς – Πιθανότητα υπέρβασης – PGA βράχου EFEHR.

Στάθμη Βλάβης	Κατηγορία Επιπτώσεων CC3-α – T_R (χρόνια)	Πιθανότητα υπέρβασης στα 50 χρόνια	Μέγιστη Εδαφική Επιτάχυνση PGA (g) – βράχος, EFEHR
NC - οιονεί κατάρρευση	2500	0.02	0.92
SD - σημαντικές βλάβες	800	0.06	0.50

Οι γεωγραφικές συντεταγμένες του ναού φαίνονται στο Σχήμα 2. Εξετάζοντας την πιθανολογική ανάλυση εκτίμησης σεισμικού κινδύνου με χρήση της ιστοσελίδας EFEHR [6] για τις συντεταγμένες αυτές, προκύπτει η καμπύλη σεισμικού κινδύνου του Σχήματος 3 για βράχο (έδαφος Κατηγορίας Α). Από την καμπύλη αυτή και για τις πιθανότητες υπέρβασης του Πίνακα 3, προκύπτουν οι μέγιστες εδαφικές επιταχύνσεις του ίδιου πίνακα.

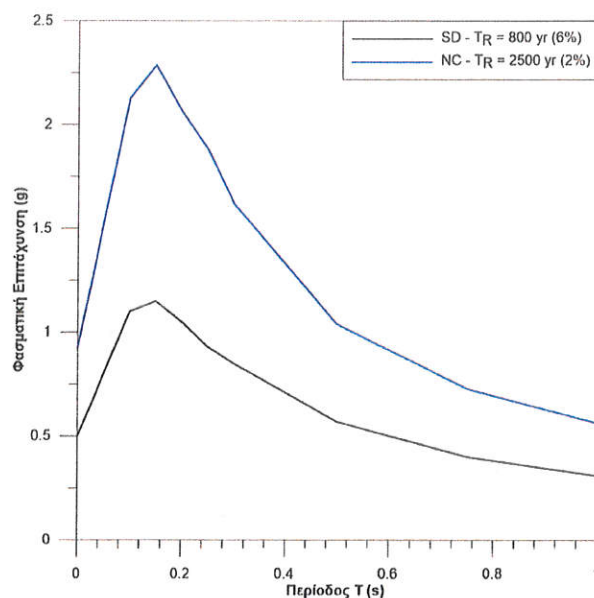


Σχήμα 2. Συντεταγμένες έργου (Google Maps).



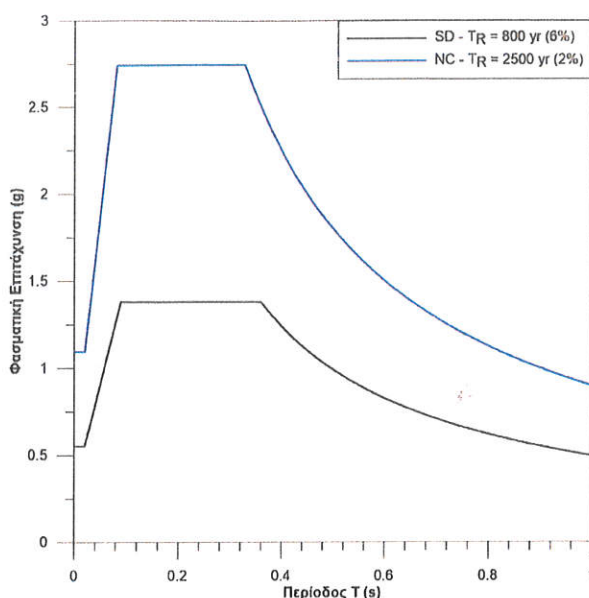
Σχήμα 3. Καμπύλη σεισμικού κινδύνου περιοχής έργου [6].

Επιπλέον, από το EFEHR προκύπτουν τα φάσματα απόκρισης του Σχήματος 4 για περιόδους επαναφοράς 800 και 2500 χρόνια.



Σχήμα 4. Φάσματα περιοχής έργου στον βράχο για περίοδο επαναφοράς 800 και 2500 χρόνια [6].

Η περιοχή του έργου βρίσκεται, σύμφωνα με τον παλιό ΕΚ8, στη Ζώνη Σεισμικής Επικινδυνότητας Z2, με εδαφική επιτάχυνση αναφοράς $a_{BR} = 0.24g$. Επιπροσθέτως, ο συντελεστής σπουδαιότητας για την Κατηγορία Επιπτώσεων CC3-α ορίζεται ως $\gamma_I = 1.20$, ενώ το έδαφος στη θέση του έργου είναι Κατηγορίας B, για την οποία ο εδαφικός συντελεστής είναι $F_A = 1.20$ [5]. Υιοθετώντας, όμως, τις τιμές S_a και S_b του EFEHR για τη διαμόρφωση του φάσματος σύμφωνα με το Παράρτημα Β του ΕΚ8-draft, οδηγούμαστε στη διαμόρφωση του φάσματος του κανονισμού όπως αυτό φαίνεται στο παρακάτω Σχήμα 5.



Σχήμα 5. Φάσματα ΕΚ8-draft για την περιοχή του έργου για έδαφος κατ. Β για περίοδο επαναφοράς 800 και 2500 χρόνια [5].

Σύμφωνα με τον ΕΚ8, η προτεινόμενη μέθοδος αναπαράστασης της σεισμικής δράσης για δυναμικές αναλύσεις είναι οι καταγεγραμμένες χρονοϊστορίες επιτάχυνσης (επιταχυνσιογραφήματα), όπως αυτές διατίθενται σε έγκυρες βάσεις δεδομένων ισχυρών εδαφικών διεγέρσεων. Ο ελάχιστος απαιτούμενος αριθμός επιταχυνσιογραφημάτων που χρησιμοποιείται κατά περίπτωση ορίζεται στην παράγραφο 6.6 του ΕΚ8. Εφόσον κατά την ανάλυση δρουν ταυτόχρονα οι διάφορες συνιστώσες της σεισμικής δράσης (π.χ. για τρισδιάστατα προσομοιώματα), κάθε επιλεγμένη σεισμική καταγραφή αποτελείται από μία τριάδα χρονοϊστοριών. Η κάθε τριάδα αποτελείται από τις αντίστοιχες χρονοϊστορίες για κάθε μια από τις τρεις συνιστώσες της σεισμικής διεγέρσης, δηλαδή δύο οριζόντιες (διαμήκης και εγκάρσια διεύθυνση) και μία κατά την κατακόρυφη διεύθυνση. Το σύνολο των χρησιμοποιούμενων χρονοϊστοριών αναφέρεται και ως σουίτα. Η σουίτα δεν πρέπει να περιλαμβάνει περισσότερες από δύο καταγραφές του ίδιου σεισμού.

Οι φασματικές επιταχύνσεις των επιλεγμένων επιταχυνσιογραφημάτων πρέπει να προσεγγίζουν το ελαστικό φάσμα απόκρισης όπως αυτό ορίζεται από τον ΕΚ8, παράγραφος 5.2.2.2, τουλάχιστον στο εύρος περιόδων από $0.2 T_1$ έως $1.5 T_1$, όπου T_1 είναι η θεμελιώδης ιδιοπερίοδος της κατασκευής κατά τη διεύθυνση όπου επιβάλλεται το επιταχυνσιογράφημα.

Το στοχευόμενο φάσμα μπορεί να είναι το φάσμα ενιαίου κινδύνου, εάν υπάρχει τέτοιο από πιθανολογική ανάλυση σεισμικού κινδύνου για τις τοπικές εδαφικές συνθήκες, όπως αυτό ορίζεται στο Παράρτημα Β του ΕΚ8.

Η επιλογή των καταγραφών πρέπει να λαμβάνει κατά το δυνατόν υπόψη το τοπικό τεκτονικό περιβάλλον, σεισμικό μέγεθος, την απόσταση του έργου από την πηγή και τις τοπικές εδαφικές συνθήκες στη θέση καταγραφής, ώστε να ανταποκρίνονται στην περίοδο επαναφοράς των υπό μελέτη σεισμικών δράσεων. Οι απαιτούμενες αυτές πληροφορίες μπορούν να προέρχονται από ανάδρομη ανάλυση σεισμικού κινδύνου, αλλιώς μπορεί να γίνει αναφορά στον Πίνακα 5.6 του ΕΚ8. Εάν λαμβάνονται υπόψη φαινόμενα κοντινού πεδίου (βλ. παράγραφο 5.1.1(5)), τουλάχιστον το 30% των επιταχυνσιογραφημάτων πρέπει να περιέχουν παλμό σχετιζόμενο είτε με την κατευθυντικότητα είτε με το μηχανισμό της σεισμικής πηγής.

Τα καταγεγραμμένα επιταχυνσιογραφήματα μπορούν να κλιμακωθούν ώστε να βελτιωθεί η συμβατότητά τους με το στοχευόμενο φάσμα χρησιμοποιώντας μία από τις δύο ακόλουθες μεθόδους:

- 1) Κλιμάκωση ενιαίου εύρους, σύμφωνα με την οποία η καταγραφή κλιμακώνεται ως προς το εύρος με έναν ενιαίο συντελεστή.
- 2) Κλιμάκωση ως προς στοχευόμενο φάσμα, κατά την οποία γίνονται τροποποιήσεις στο πεδίο συχνοτήτων ή κυματιδίων έως ότου το φάσμα απόκρισης του τροποποιημένου επιταχυνσιογραφήματος να πλησιάζει το στοχευόμενο φάσμα.



Η συμβατότητα της σουίτας των επιλεγμένων κλιμακωμένων επιταχυνσιογραφημάτων μπορεί να θεωρηθεί ότι πληροίται όταν οι συνθήκες α) και β) ισχύουν ταυτόχρονα:

- 1) στην περιοχή από $0.2 T_1$ έως $1.5 T_1$, ο λόγος ως προς το στοχευόμενο φάσμα του μέσου όρου των φασμάτων απόκρισης της σουίτας για απόσβεση 5% βρίσκεται μεταξύ 0.75 και 1.3 και έχει μέση τιμή μεγαλύτερη του 0.95 και
- 2) στην ίδια περιοχή, το φάσμα απόκρισης με απόσβεση 5% κάθε επιταχυνσιογραφήματος της σουίτας δεν πέφτει κάτω από το 50% του στοχευόμενου φάσματος.

Εφόσον κατά την ανάλυση δρουν ταυτόχρονα οι διάφορες συνιστώσες της σεισμικής δράσης (π.χ. για τρισδιάστατα προσομοιώματα), η συμβατότητα εκτιμάται σύμφωνα με τα παραπάνω βάσει του γεωμετρικού μέσου των οριζόντιων φασματικών επιταχύνσεων των καταγραφών κατά τις δύο κύριες διευθύνσεις της κατασκευής. Ο προσανατολισμός των συνιστωσών της σεισμικής δράσης ως προς τις κύριες διευθύνσεις μπορεί να επιλεγεί ελεύθερα.

Καθώς στη συγκεκριμένη περίπτωση θα χρησιμοποιηθούν τρισδιάστατα αριθμητικά προσομοιώματα, θεωρήθηκε σκόπιμο ο έλεγχος συμβατότητας να πραγματοποιηθεί ταυτόχρονα και στις δύο κύριες διευθύνσεις της κατασκευής, στην περιοχή $0.2T_{\min}$ έως $1.5T_{\max}$, υπολογίζοντας έναν κοινό πολλαπλασιαστικό συντελεστή κλιμάκωσης στις δύο οριζόντιες συνιστώσες των επιλεγμένων καταγραφών. Οι θεμελιώδεις ιδιοπερίοδοι της κατασκευής κατά τις δύο κύριες διευθύνσεις της υπολογίστηκαν ως $T_{\min} = 0.41 \text{ sec}$ και $T_{\max} = 0.427 \text{ sec}$, επομένως η περιοχή ενδιαφέροντος είναι $[0.082 \text{ sec}, 0.641 \text{ sec}]$.

2.2 Στάθμη βλάβης SD

Επιλέχθηκαν συνολικά 7 τριάδες χρονοϊστοριών καταγεγραμμένων από πραγματικά σεισμικά γεγονότα από τη βάση δεδομένων NGA-West2 του PEER (η οποία περιλαμβάνει επιφανειακά γεγονότα από ενεργές τεκτονικές περιοχές) [7] και την αντίστοιχη ευρωπαϊκή βάση ESM του ORFEUS [8], με κριτήρια τέτοια ώστε να ανταποκρίνονται στις εδαφικές συνθήκες της περιοχής του έργου και στην αναμενόμενη μέγιστη εδαφική επιτάχυνση της περιοχής, στην περίπτωση αυτή 0.60 g. Οι επιλεγθείσες καταγραφές παρουσιάζονται συνοπτικά στον Πίνακα 4.

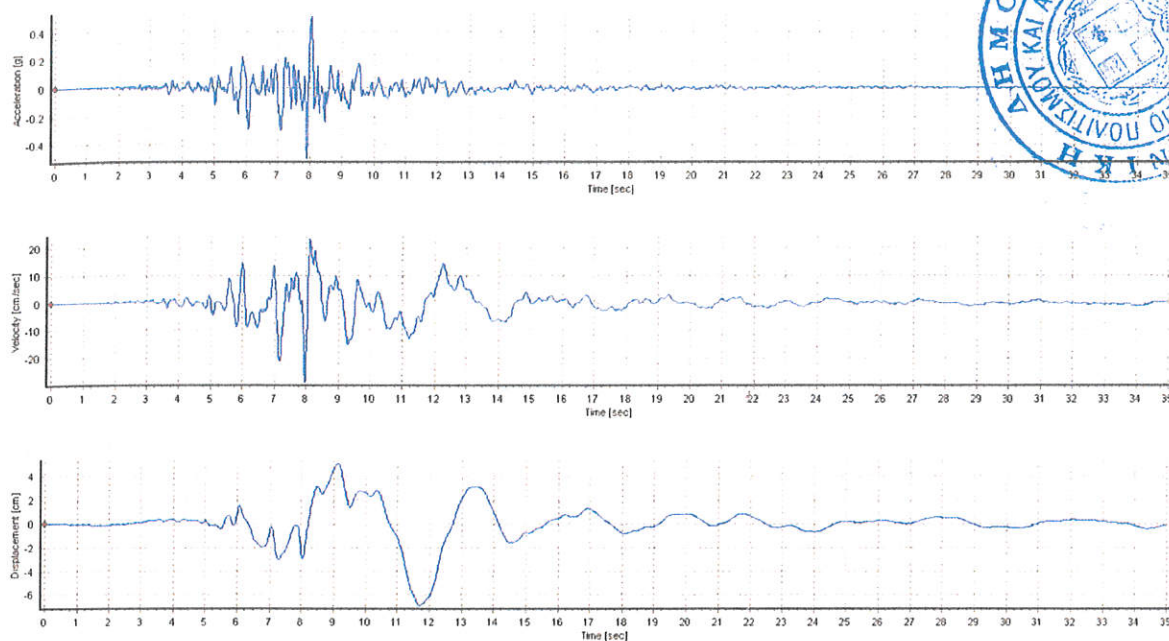
Πίνακας 4. Επιλεγθείσες σεισμικές καταγραφές για στάθμη βλάβης SD

α/α	Αριθμός καταγραφής στη βάση δεδομένων	Γεγονός	Χρονο-λογία	Σταθμός καταγραφής	Μέγεθος M_w	Συντελεστής Κλιμάκωσης
1	3A.MZ08	Central_Italy 20161030_0000029	2016	Amatrice/RAN - INGV	6.5	1.30
2	HL.AIGA ¹	Aigio Greece	1995	Aigio	6.5	1.40
3	IT.AQV ¹	L'Aquila	2009	L'Aquila - V. Aterno - Centro Valle	6.1	0.90
4	IV.T1214 ¹	Central_Italy 20161030_0000029	2016	Forca Canapine	6.5	1.50
5	RSN 125	Friuli Italy	1976	Tolmezzo	6.5	1.70
6	RSN 4031	San Simeon CA	2003	Templeton – 1- story Hospital	6.52	1.10
7	RSN 4483 ²	L'Aquila	2009	L'Aquila - Parking	6.1	1.70

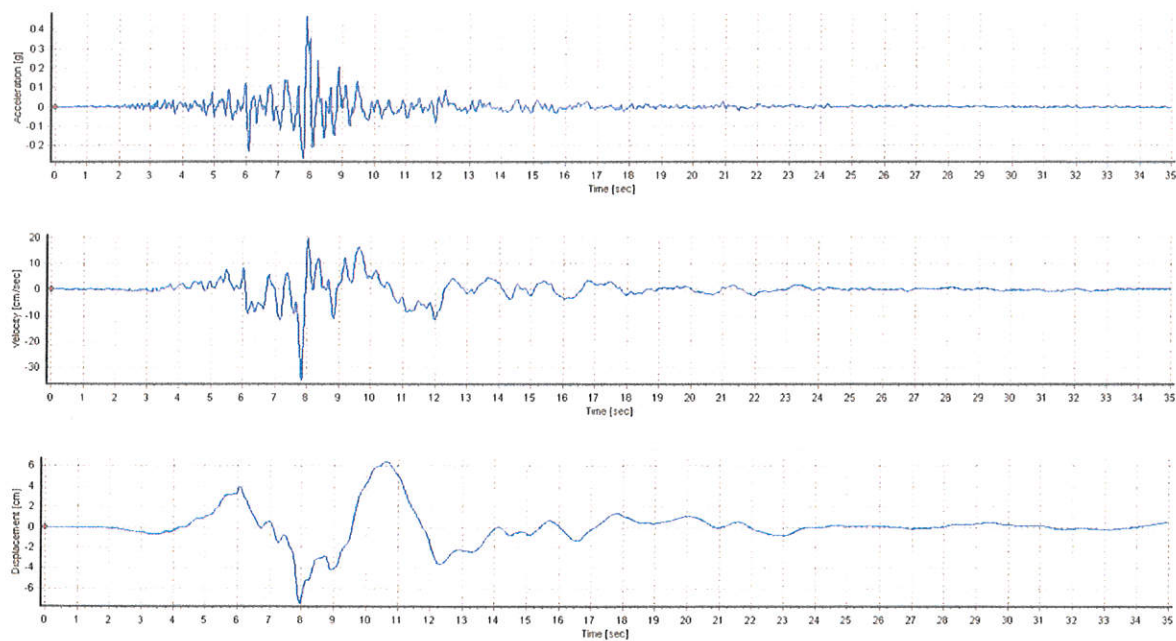
Ακολούθως, στα Σχήματα 6-26 δίνονται οι χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης για τις δύο οριζόντιες και την κατακόρυφη συνιστώσα κάθε καταγραφής.

¹ Παλμική καταγραφή [8]

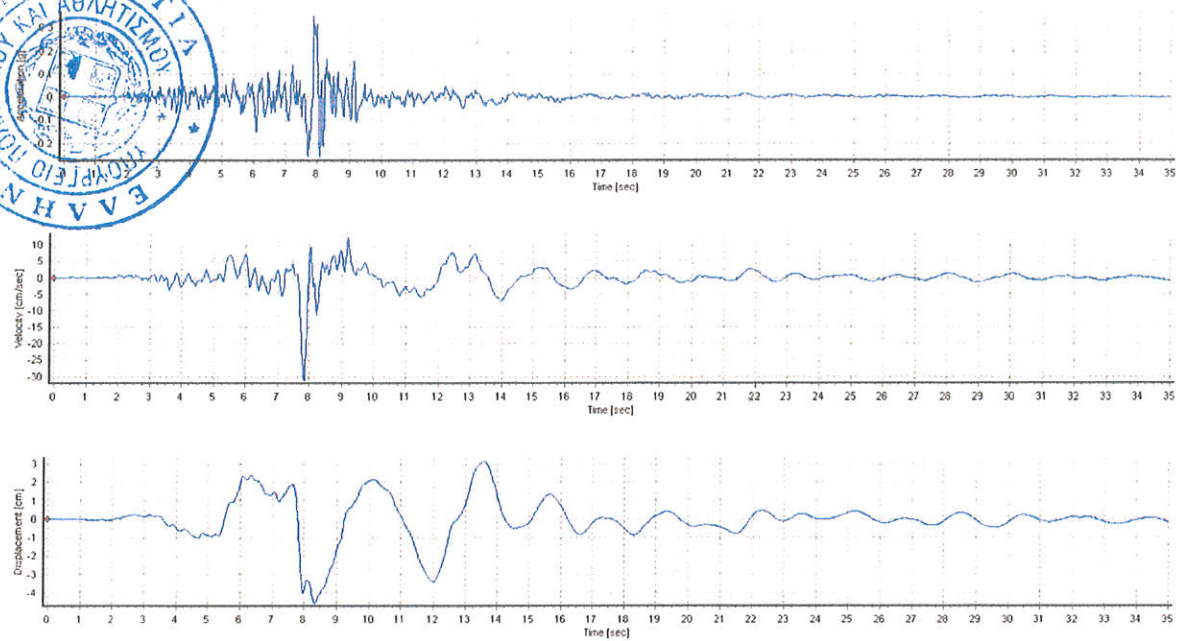
² Παλμική καταγραφή, $T_P = 1.981 \text{ sec}$ [9]



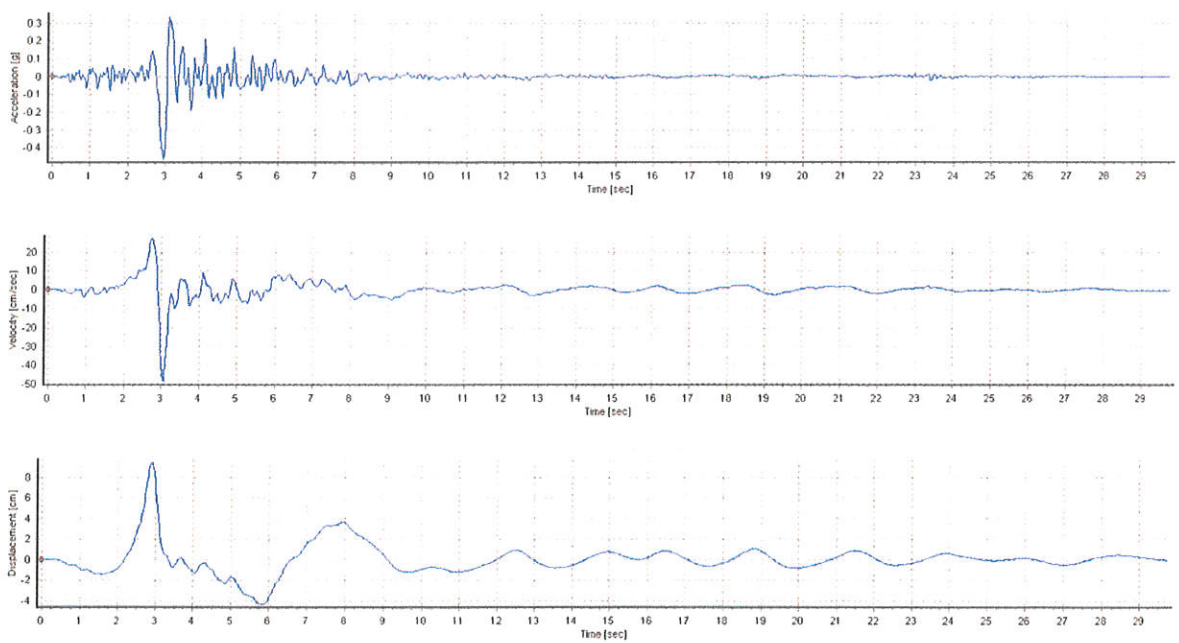
Σχήμα 6. 3A.MZ08, διαμήκης διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



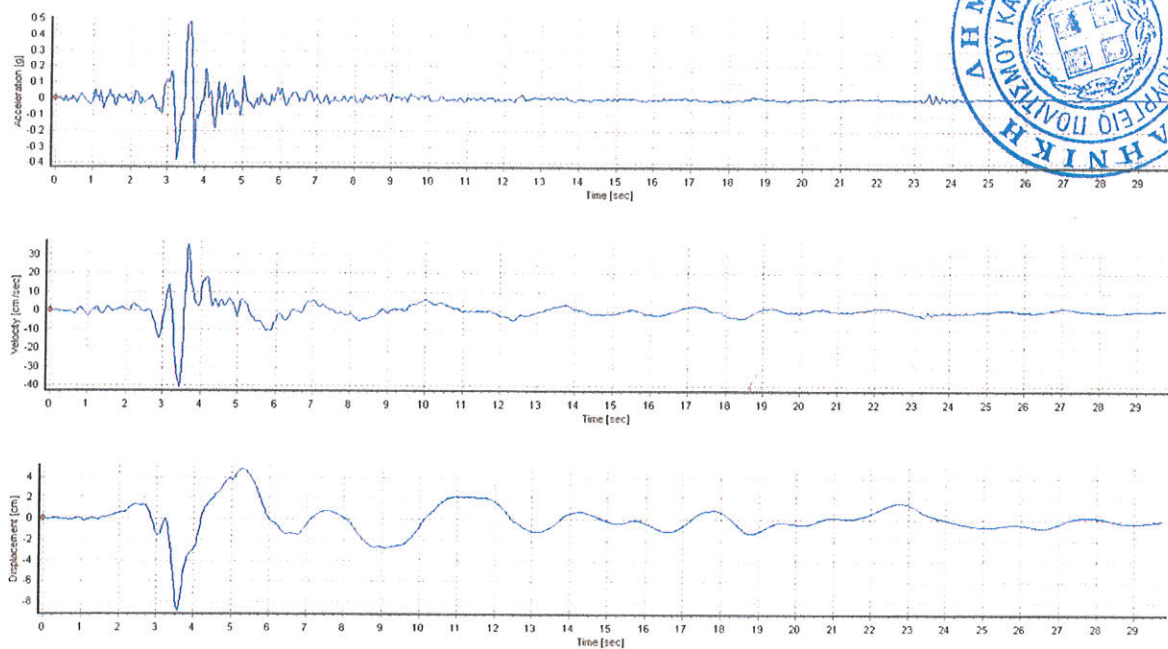
Σχήμα 7. 3A.MZ08, εγκάρσια διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



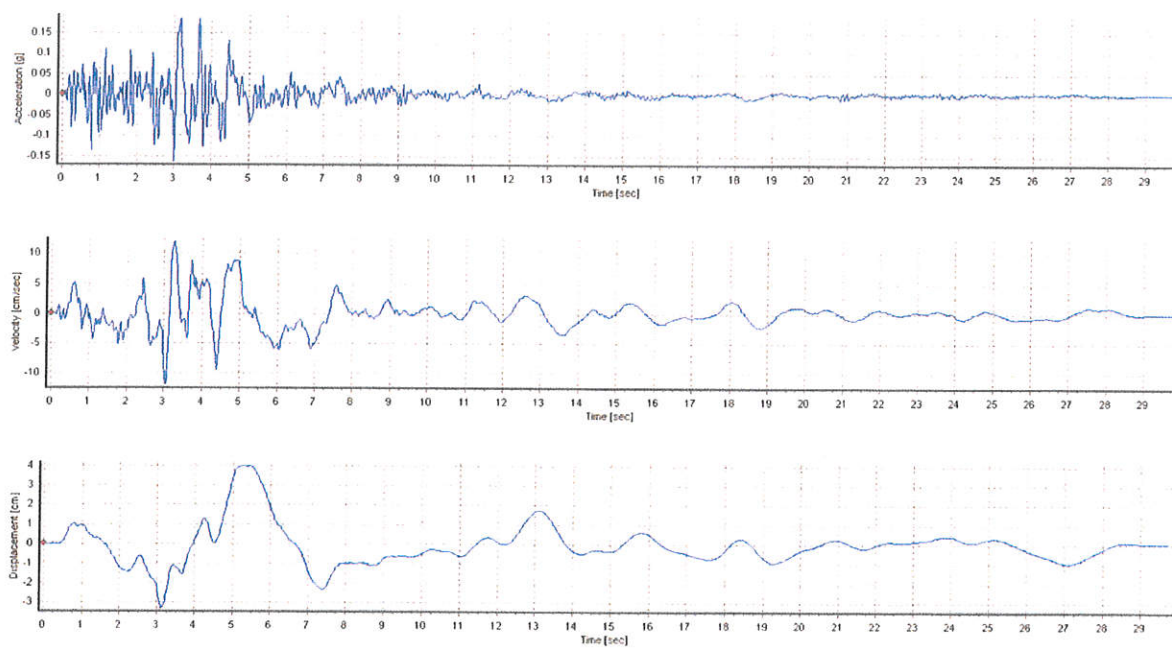
Σχήμα 8. 3A.MZ08, κατακόρυφη διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



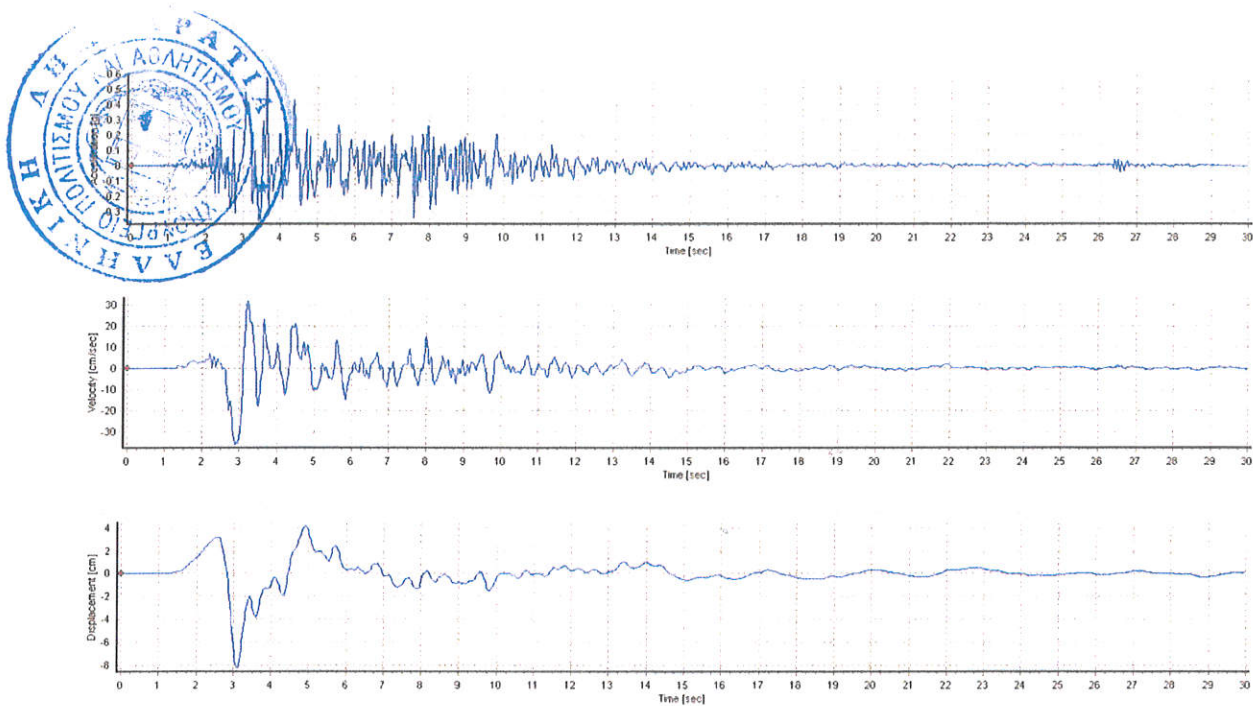
Σχήμα 9. HL.AIGA, διαμήκης διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



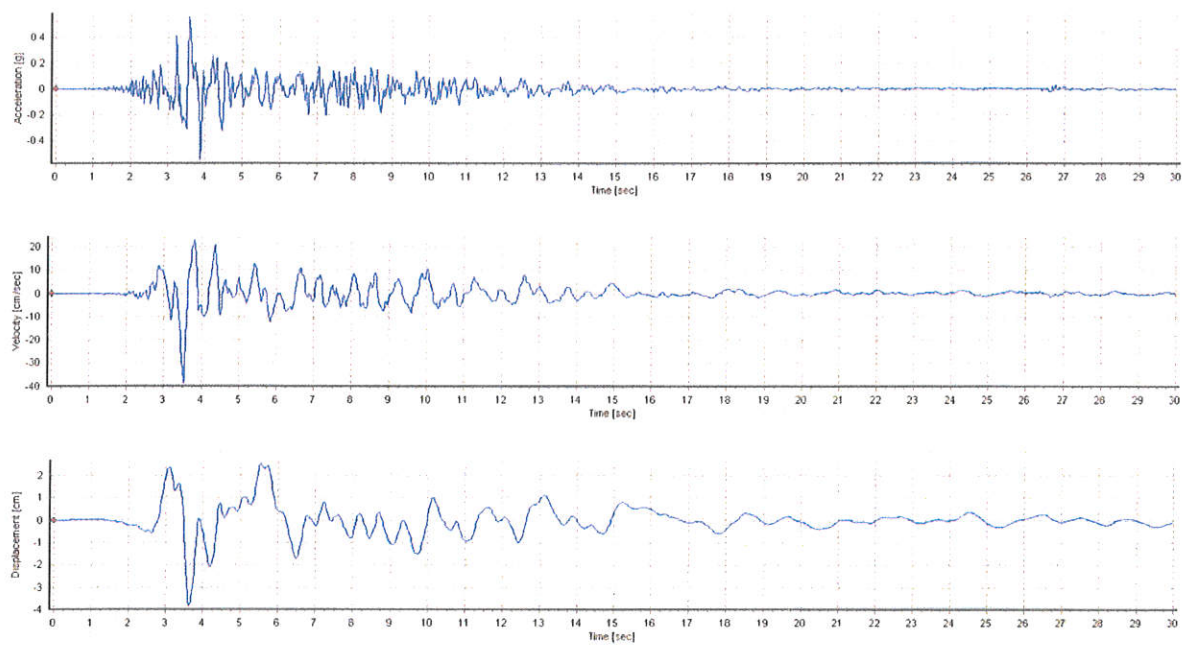
Σχήμα 10. HL.AIGA, εγκάρσια διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



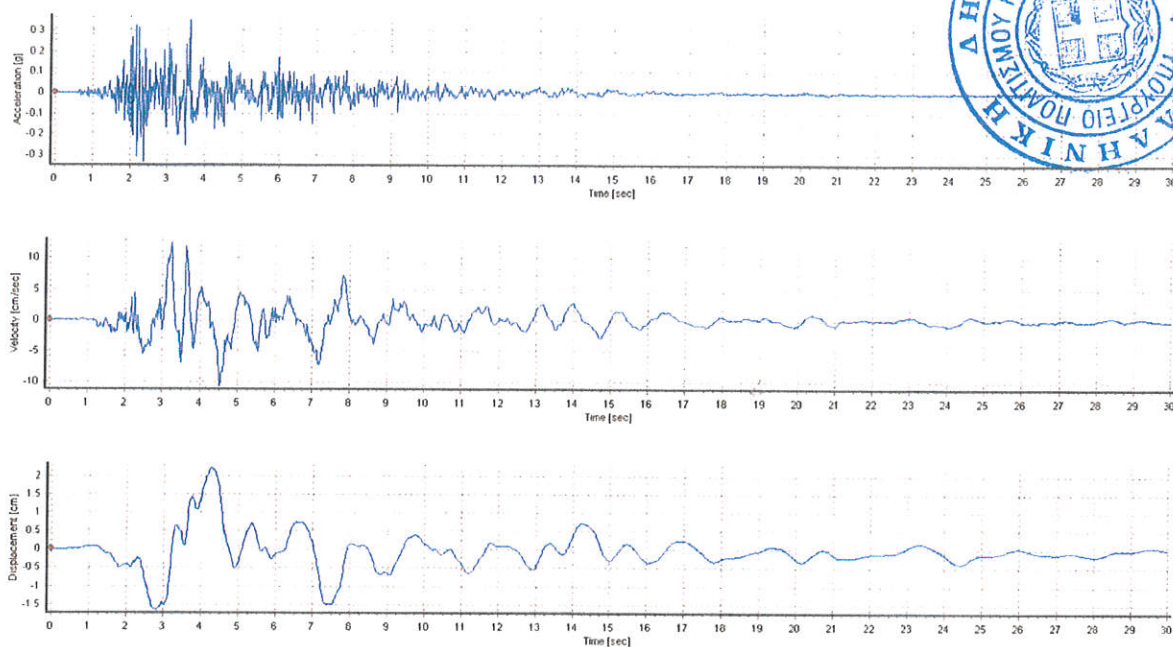
Σχήμα 11. HL.AIGA, κατακόρυφη διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



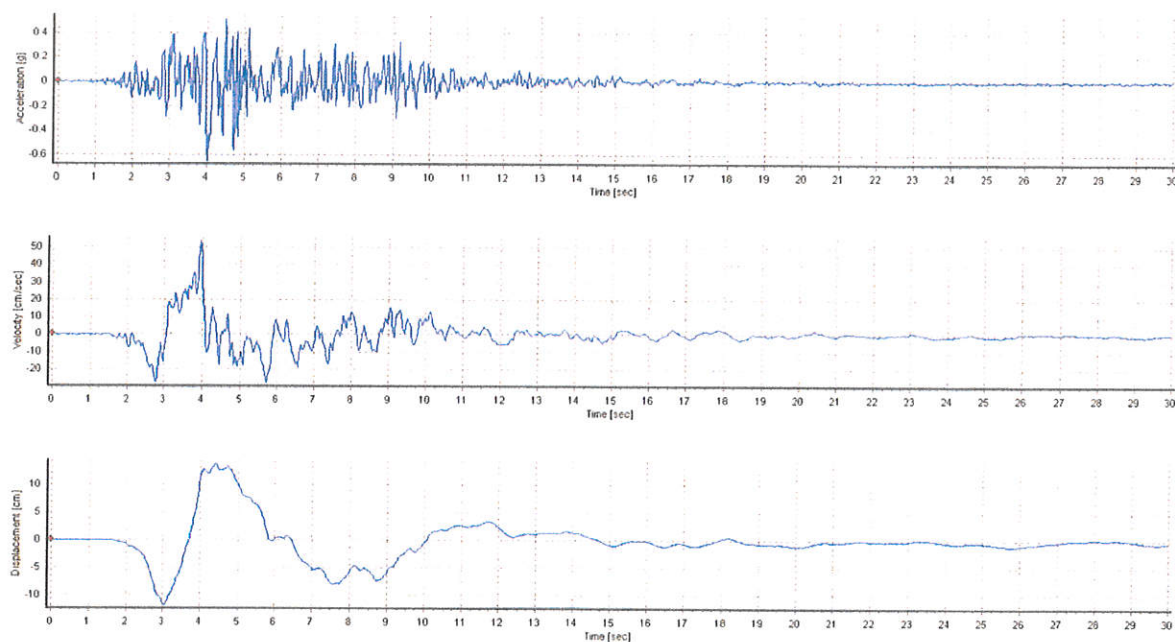
Σχήμα 12. IT.AQN, διαμήκης διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



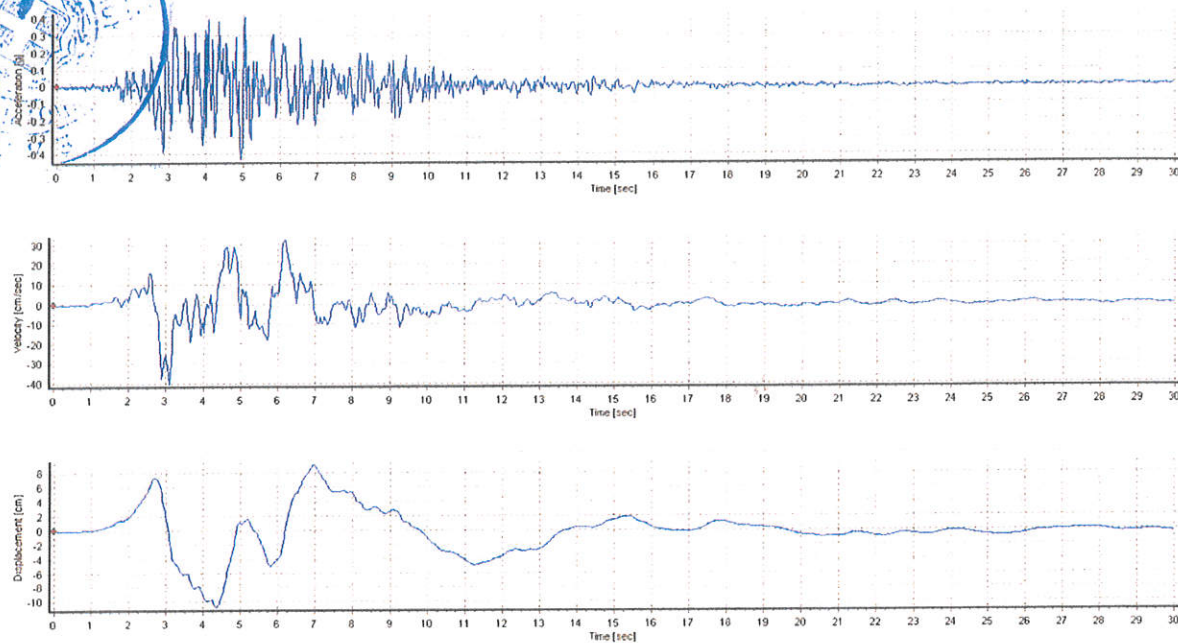
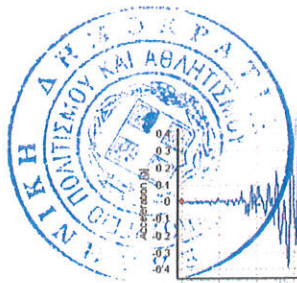
Σχήμα 13. IT.AQN, εγκάρσια διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



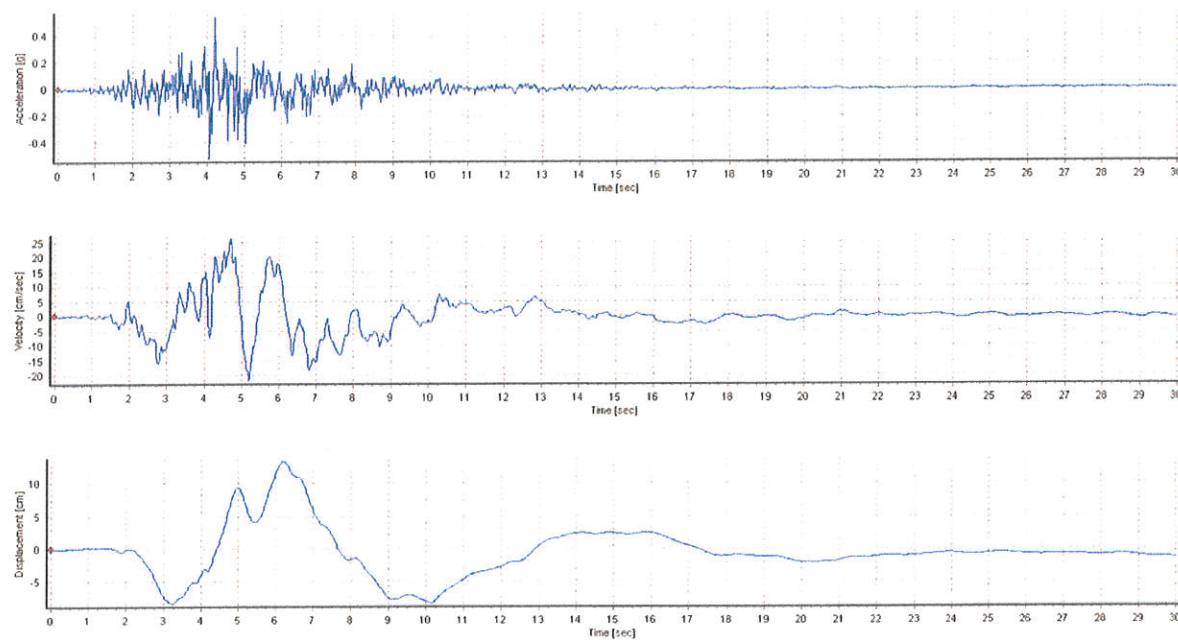
Σχήμα 14. IT.AQV, κατακόρυφη διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



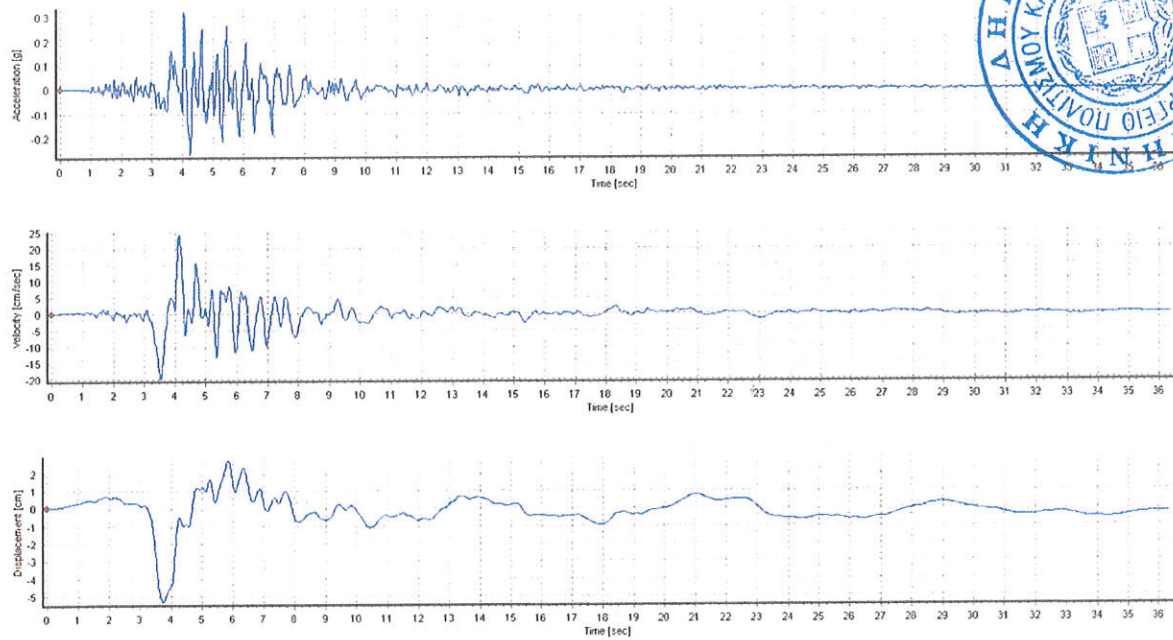
Σχήμα 15. IV.T1214, διαμήκης διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



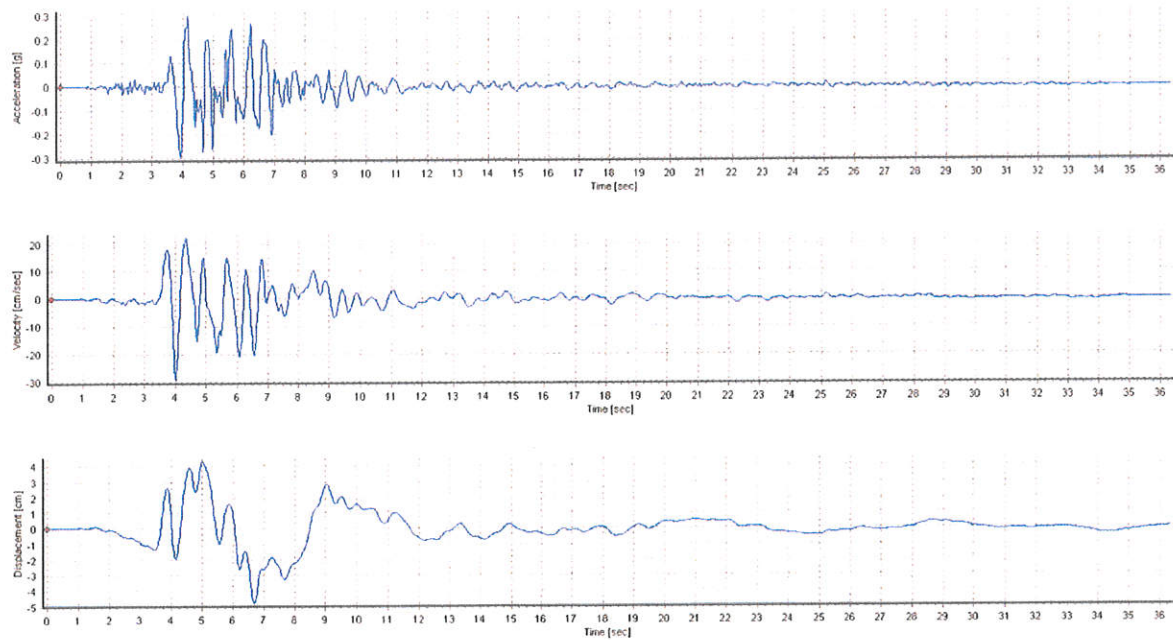
Σχήμα 16. IV.T1214, εγκάρσια διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



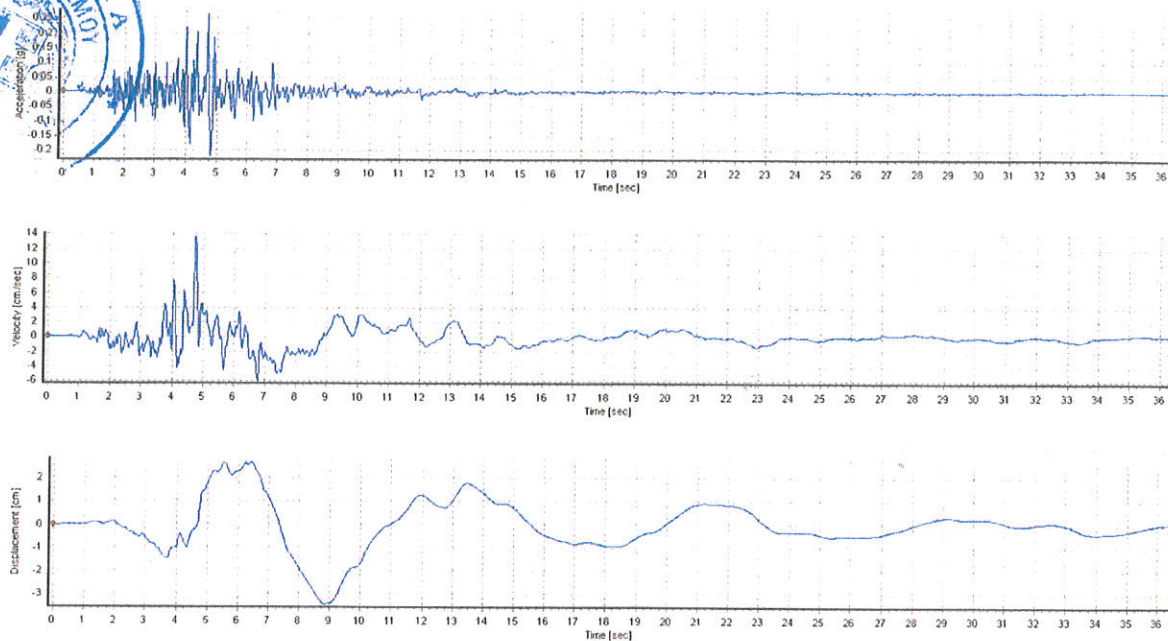
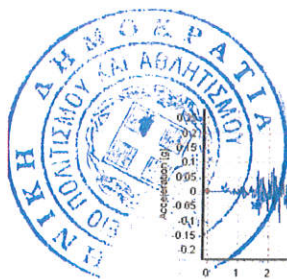
Σχήμα 17. IV.T1214, κατακόρυφη διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



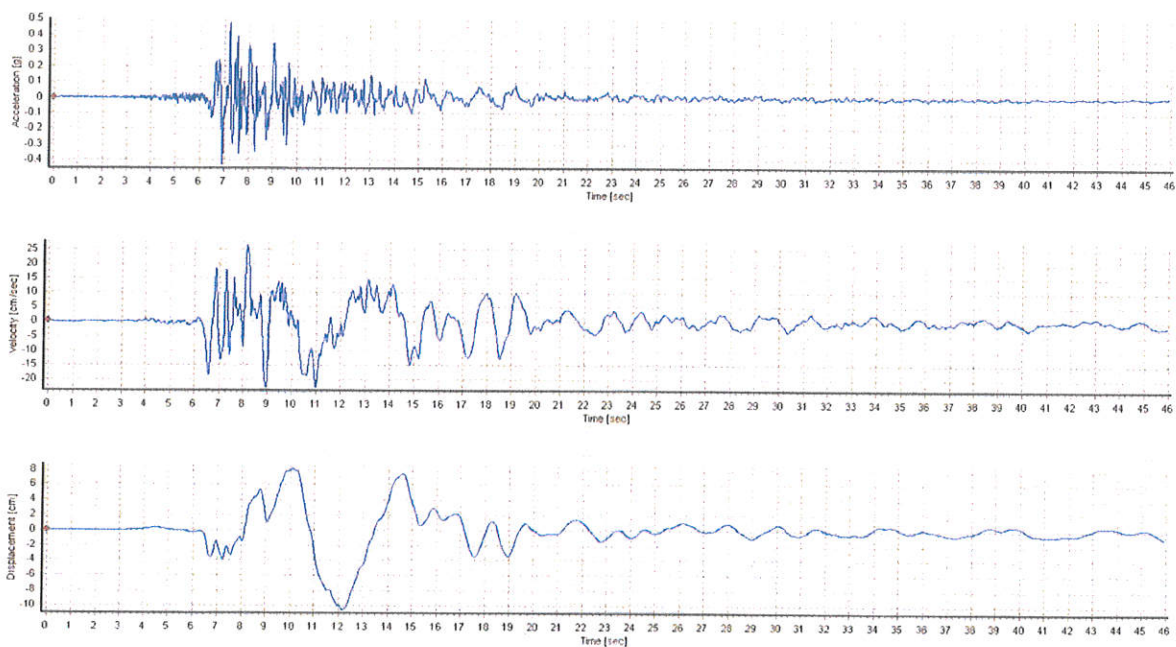
Σχήμα 18. RSN 125, διαμήκης διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



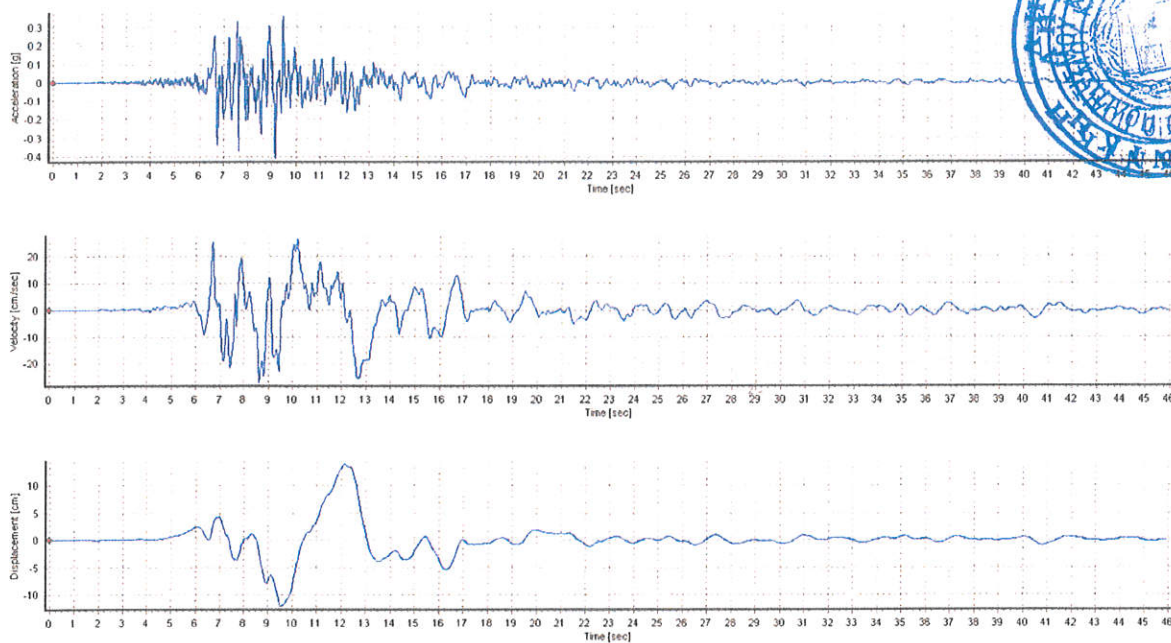
Σχήμα 19. RSN 125, εγκάρσια διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



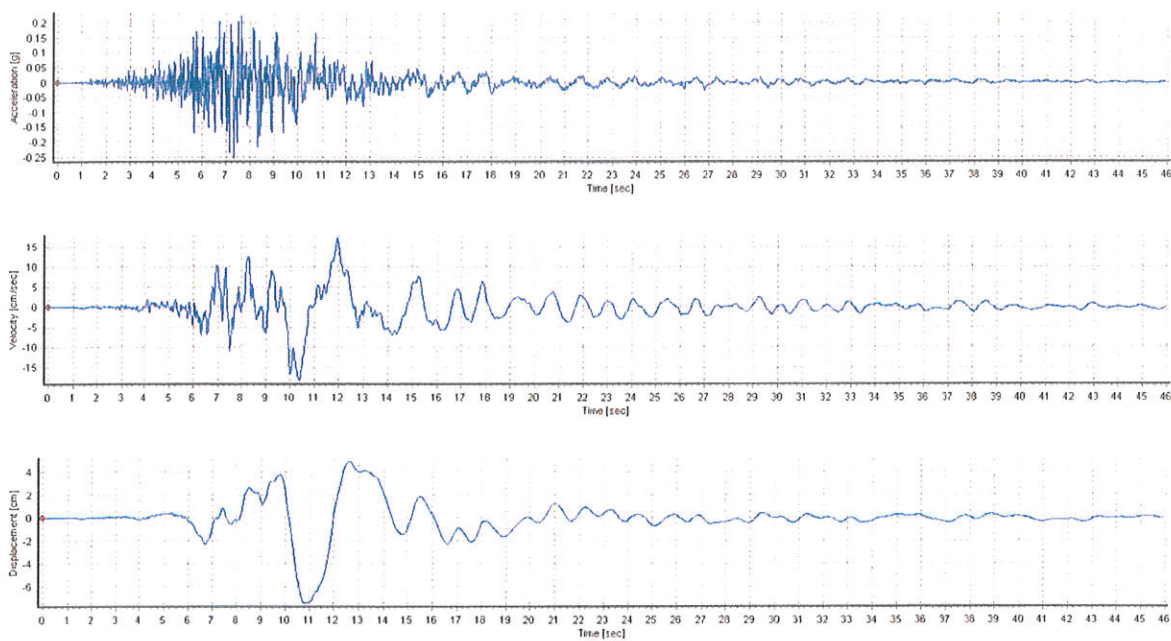
Σχήμα 20. RSN 125, κατακόρυφη διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



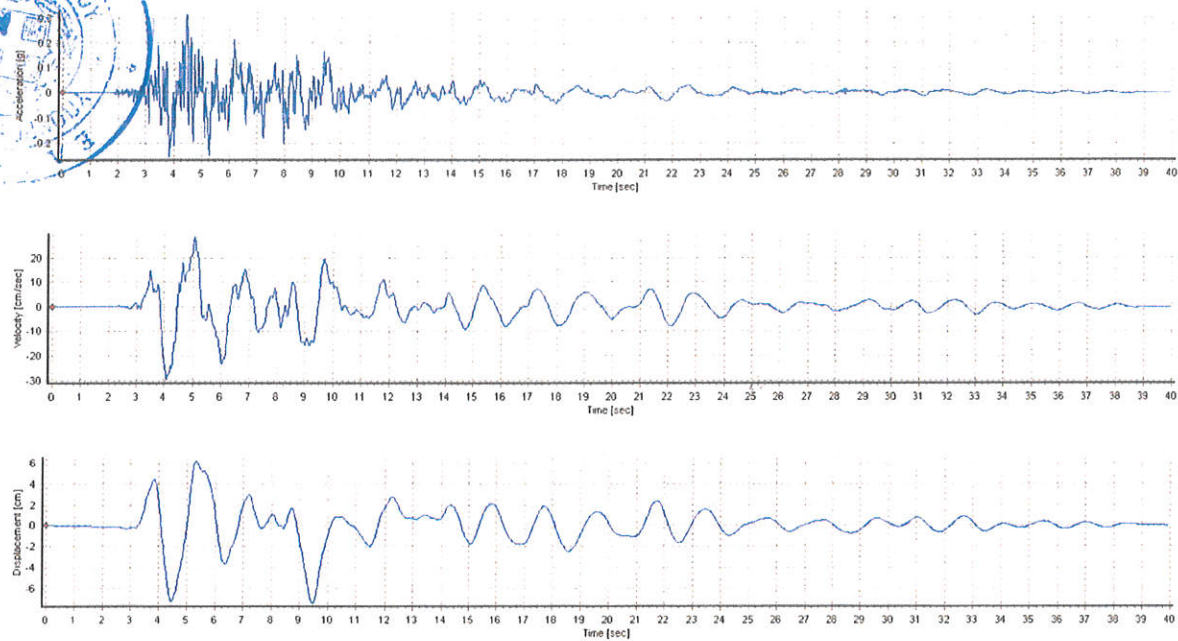
Σχήμα 21. RSN 4031, διαμήκης διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



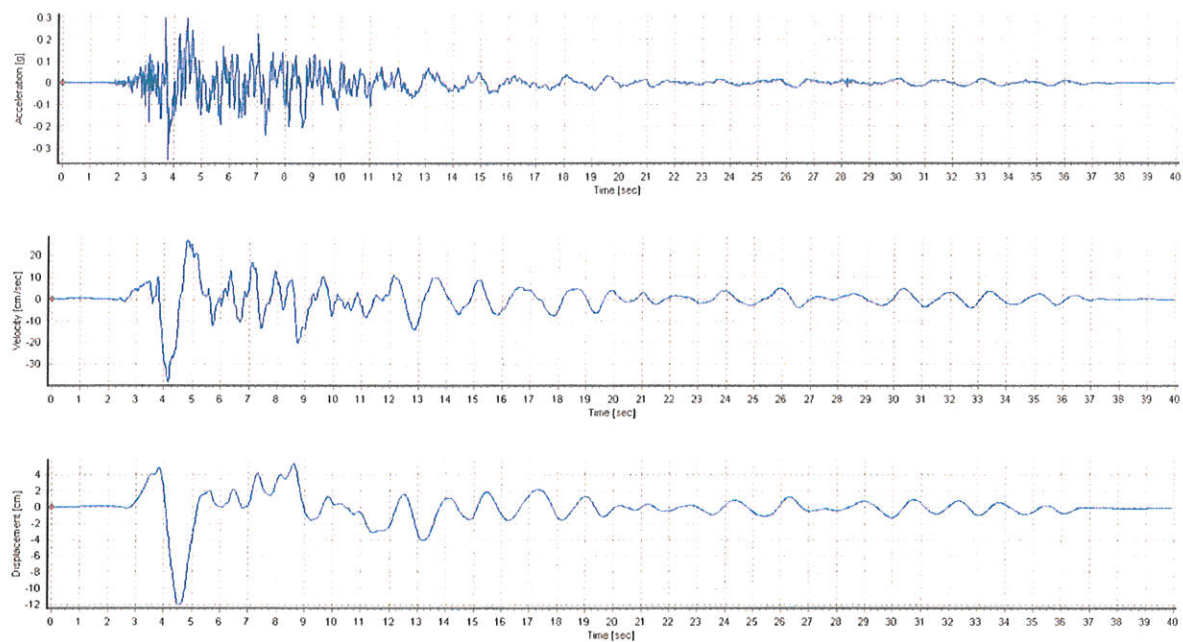
Σχήμα 22. RSN 4031, εγκάρσια διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



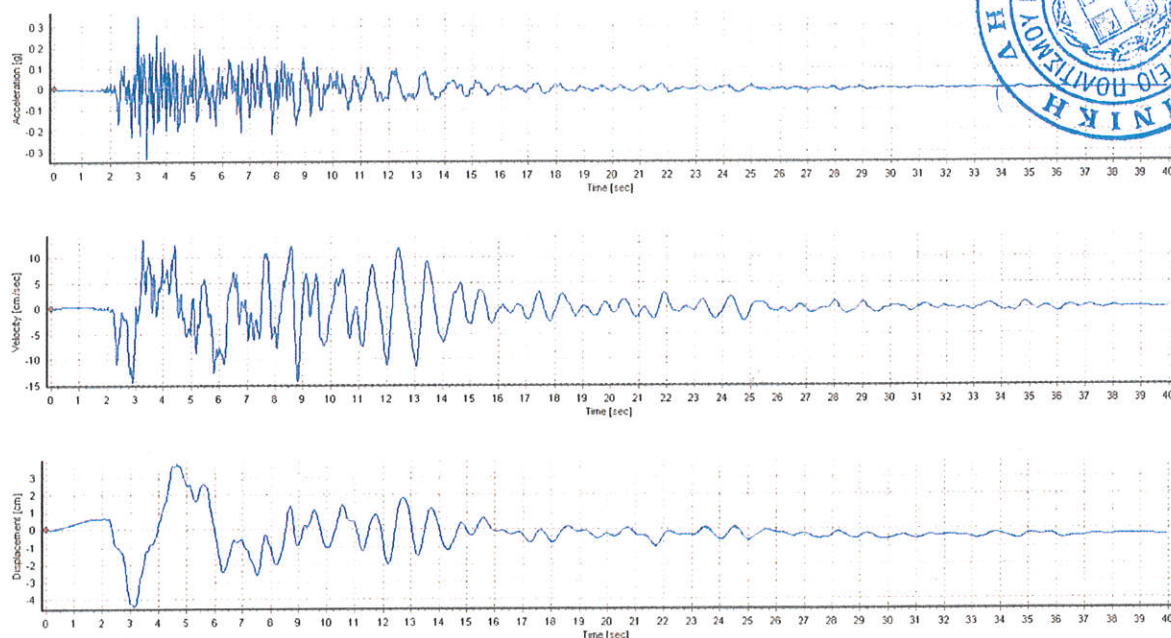
Σχήμα 23. RSN 4031, κατακόρυφη διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



Σχήμα 24. RSN 4483, διαμήκης διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.

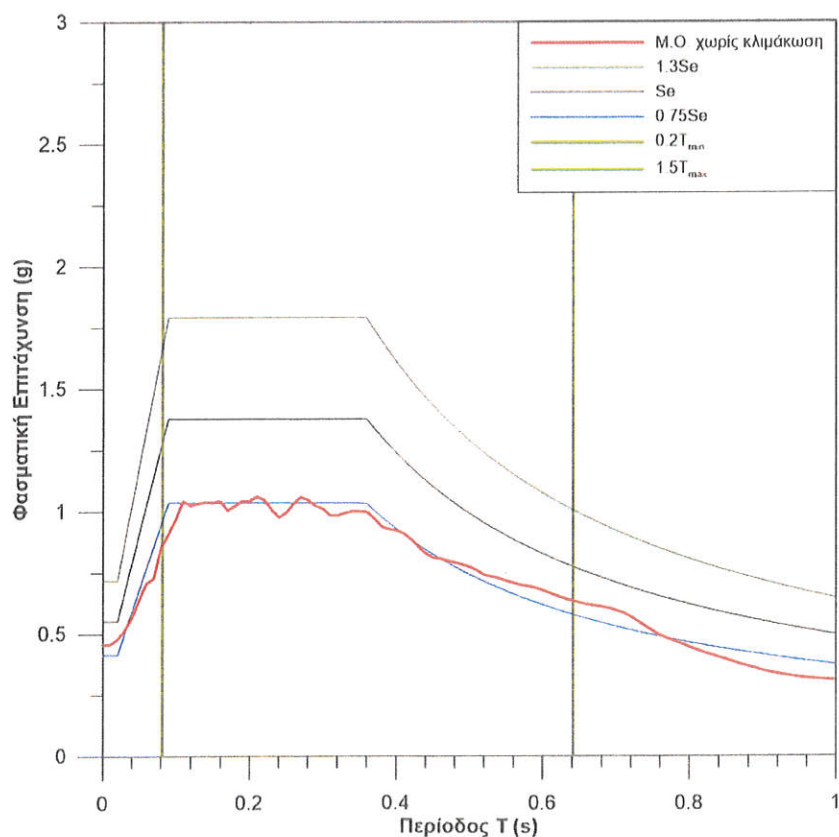


Σχήμα 25. RSN 4483, εγκάρσια διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.

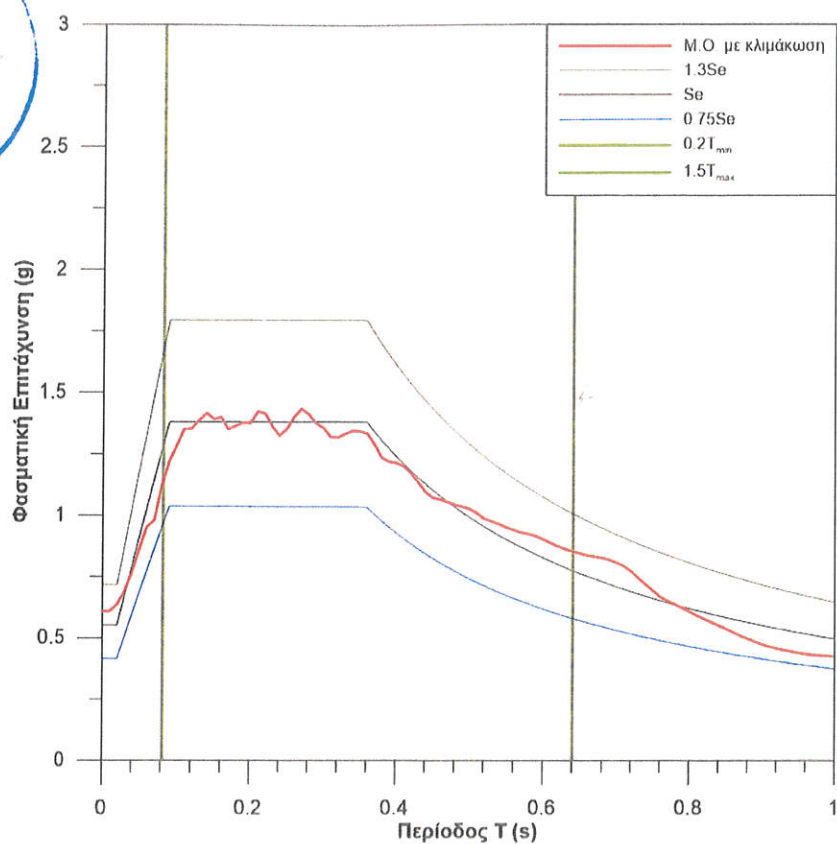


Σχήμα 26. RSN 4483, κατακόρυφη διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης

Στο Σχήμα 27 παρουσιάζεται το χωρίς κλιμάκωση μέσο φάσμα των γεωμετρικών μέσων των δύο οριζοντίων συνιστωσών ($\sqrt{PSA_x \cdot PSA_y}$) κάθε σεισμικού γεγονότος σε σχέση με το στοχευόμενο ελαστικό φάσμα του ΕΚ8, το $0.75 S_e$ και $1.30 S_e$. Στο Σχήμα 28 παρουσιάζεται το ίδιο φάσμα μετά από την απαιτούμενη κατά ΕΚ8 κλιμάκωση, με το συντελεστές που δίνονται στον Πίνακα 4.

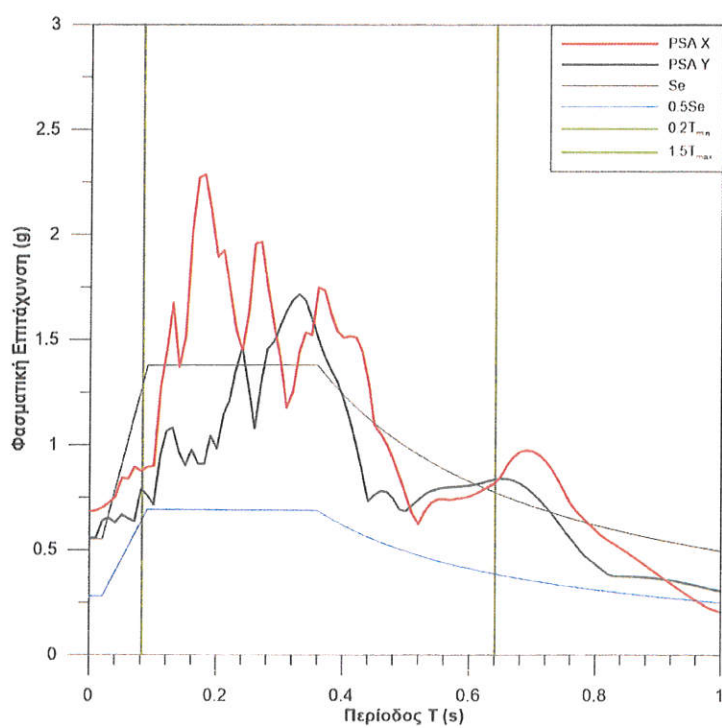


Σχήμα 27. Μέσο φάσμα γεωμετρικών μέσων οριζοντίων συνιστωσών χωρίς κλιμάκωση.

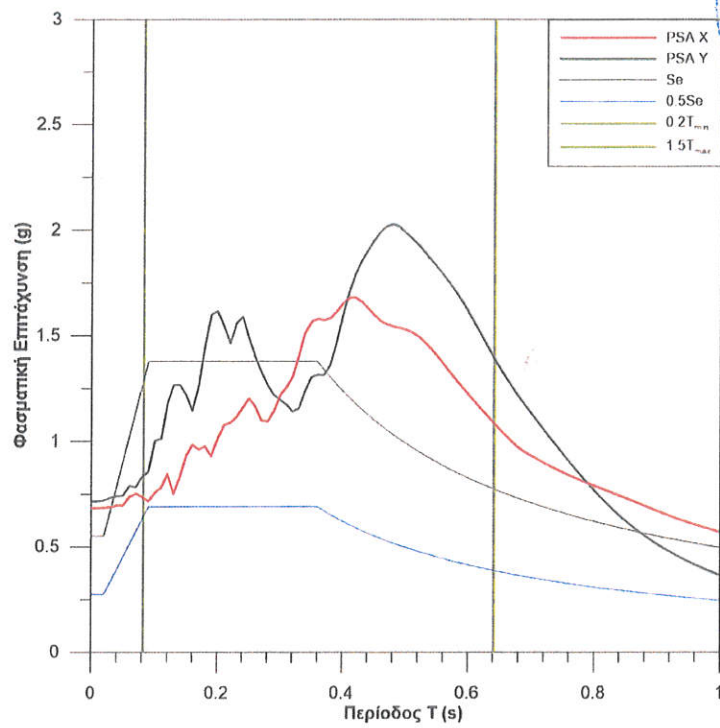


Σχήμα 28. Μέσο φάσμα γεωμετρικών μέσων οριζοντίων συνιστωσών με κλιμάκωση.

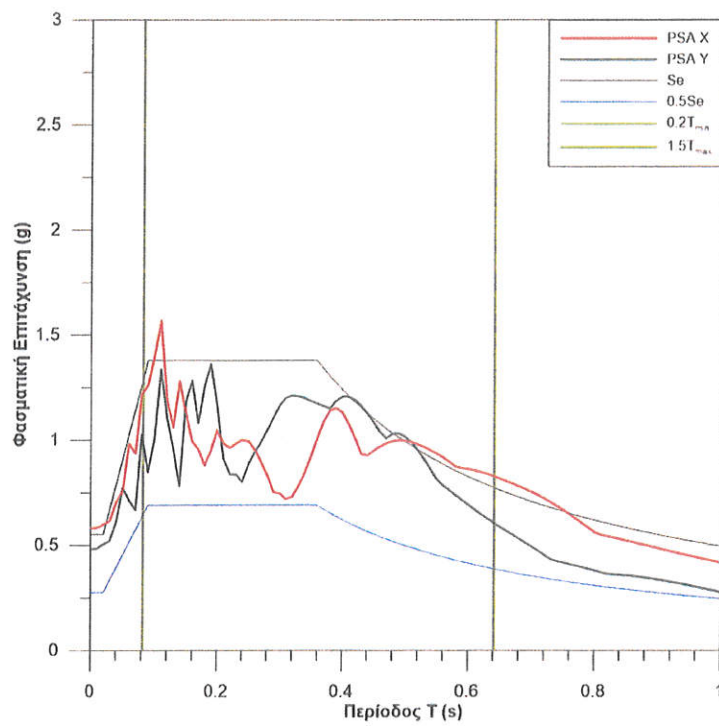
Στα Σχήματα 29-35 φαίνονται τα φάσματα των επιμέρους συνιστωσών κάθε σεισμικής δράσης με κλιμάκωση σε σύγκριση με το $0.50 S_e$ του ΕΚ8.



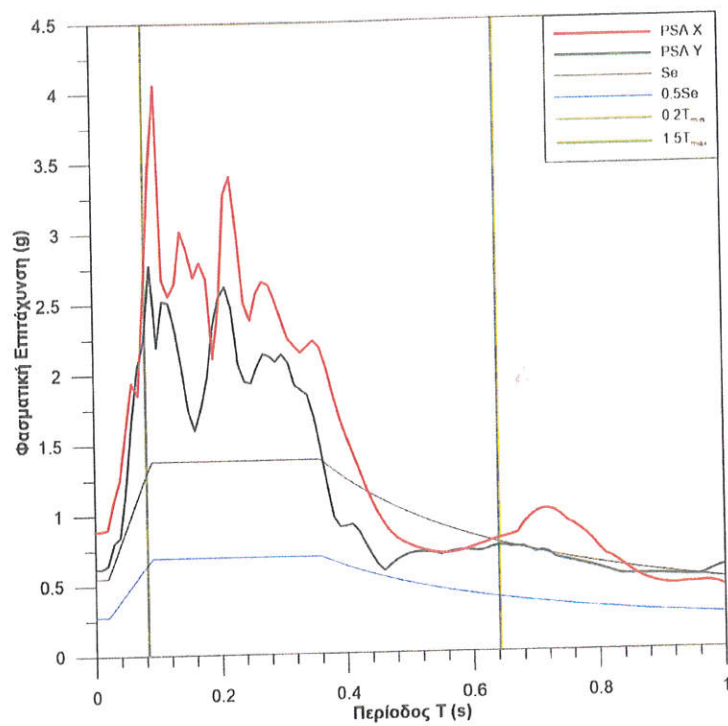
Σχήμα 29. 3A.MZ08.



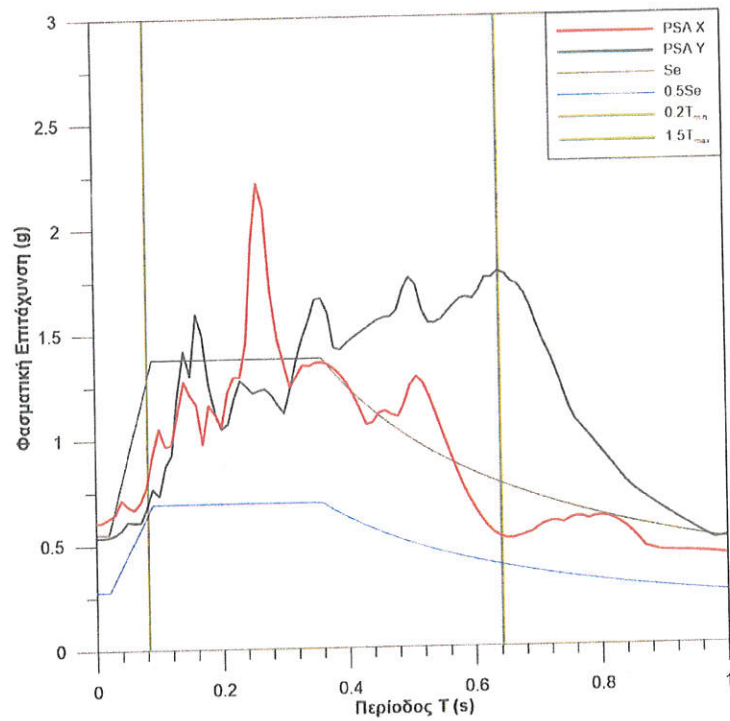
Σχήμα 30. HL.AIGA.



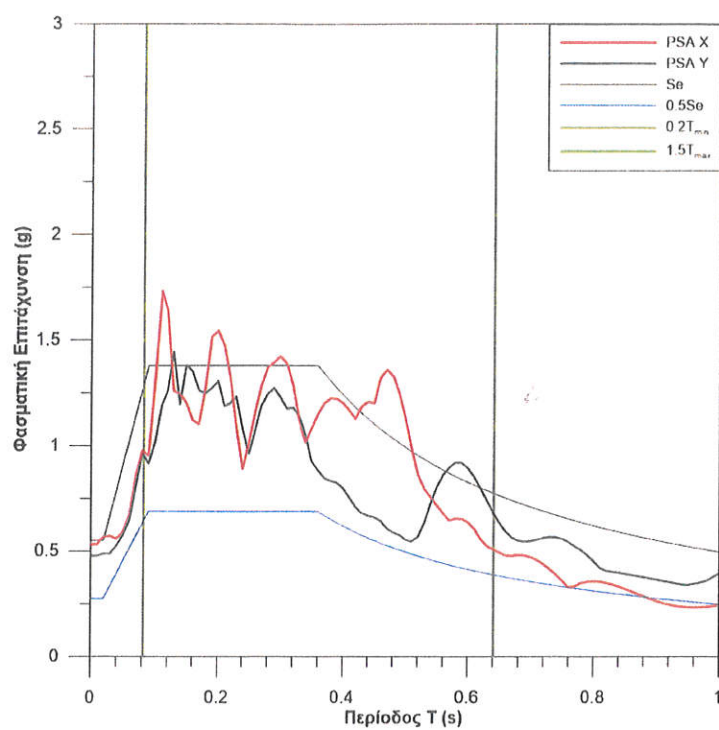
Σχήμα 31. IT.AQV.



Σχήμα 32. IV.T1214.

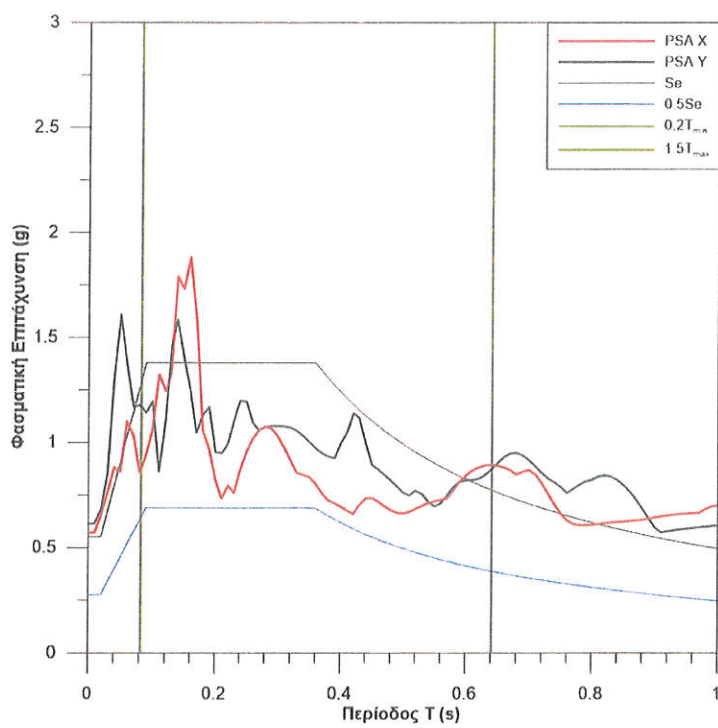


Σχήμα 33. RSN 125.



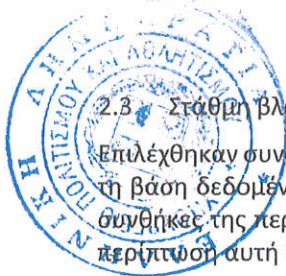
Σχήμα 34.

RSN 4031.



Σχήμα 35.

RSN 4483.



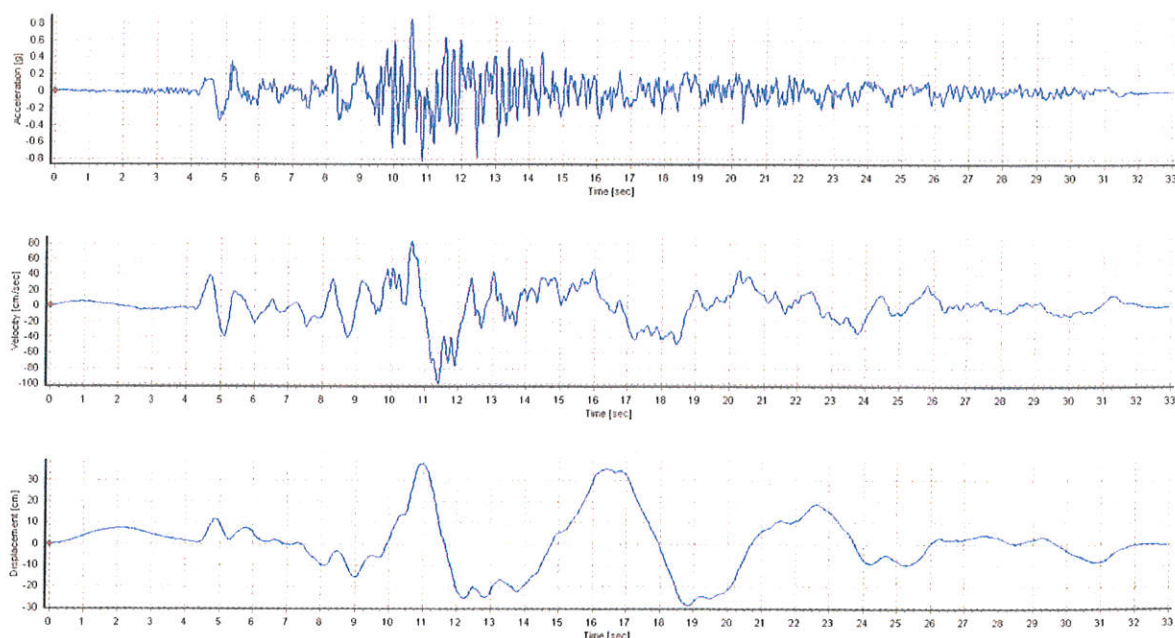
2.3 Στάθμη βλάβης NC

Επιλέχθηκαν συνολικά 7 τριάδες χρονοϊστοριών καταγεγραμμένων από πραγματικά σεισμικά γεγονότα από τη βάση δεδομένων NGA-West2 του PEER [7], με κριτήρια τέτοια ώστε να ανταποκρίνονται στις εδαφικές συνθήκες της περιοχής του έργου και στην αναμενόμενη μέγιστη εδαφική επιτάχυνση της περιοχής, στην περίπτωση αυτή 1.10 g. Οι επιλεγθείσες καταγραφές παρουσιάζονται συνοπτικά στον Πίνακα 5.

Πίνακας 5. Επιλεγθείσες σεισμικές καταγραφές για στάθμη βλάβης NC

α/α	Αριθμός καταγραφής στη βάση δεδομένων	Γεγονός	Χρονο-λογία	Σταθμός καταγραφής	Μέγεθος M_w	Συντελεστής Κλιμάκωσης
1	RSN 143 ³	Tabas Iran	1978	Tabas	7.35	1.10
2	RSN 265	Victoria Mexico	1980	Cerro Prieto	6.33	3.00
3	RSN 1004 ⁴	Northridge-01	1994	LA - Sepulveda VA Hospital	6.69	1.40
4	RSN 3966	Tottori Japan	2000	TTR009	6.61	2.20
5	RSN 4040 ⁵	Bam Iran	2003	Tolmezzo	6.6	1.70
6	RSN 4101 ⁶	Parkfield-02 CA	2004	Parkfield - Cholame 3E	6.0	2.40
7	RSN 4480 ⁷	L'Aquila	2009	L'Aquila - V. Aterno - Centro Valle	6.3	1.80

Στα Σχήματα 36 έως 56 δίνονται οι χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης για τις δύο οριζόντιες και την κατακόρυφη συνιστώσα κάθε καταγραφής.



Σχήμα 36. RSN 143, διαμήκης διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.

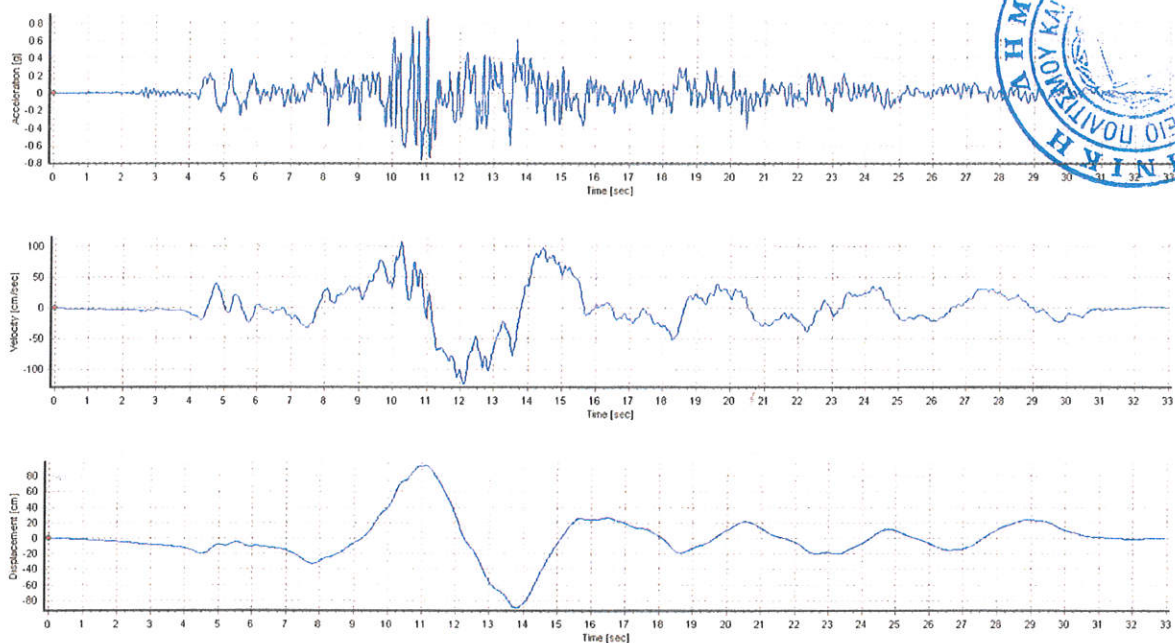
³ Παλμική καταγραφή, $T_p = 6.188$ sec [9]

⁴ Παλμική καταγραφή, $T_p = 0.931$ sec [9]

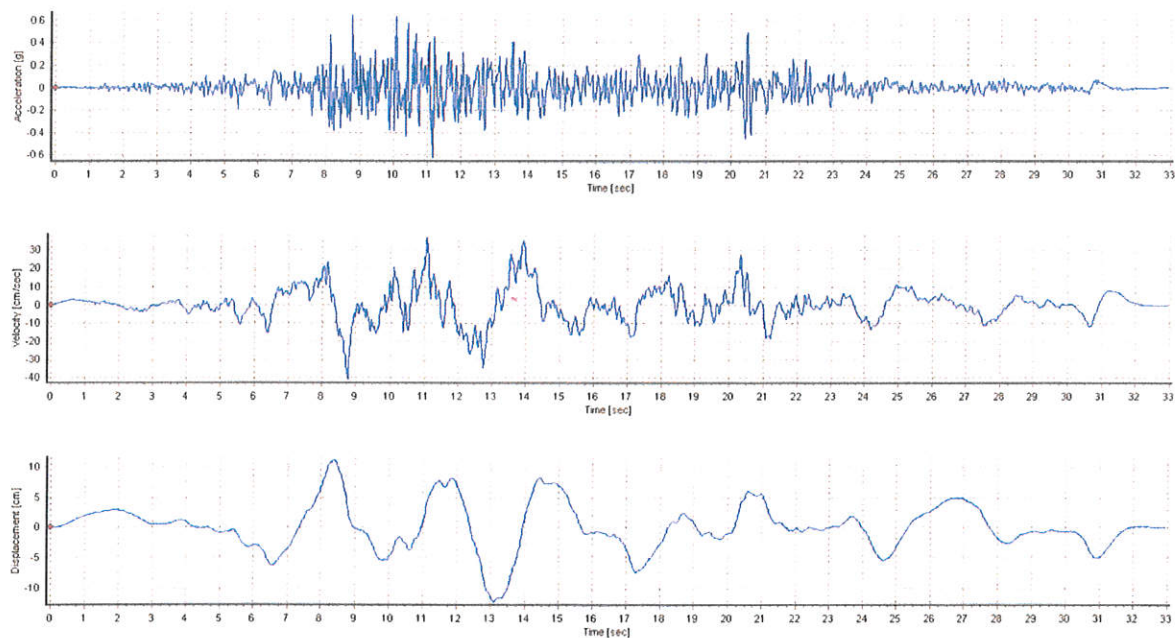
⁵ Παλμική καταγραφή, $T_p = 2.023$ sec [9]

⁶ Παλμική καταγραφή, $T_p = 0.518$ sec [9]

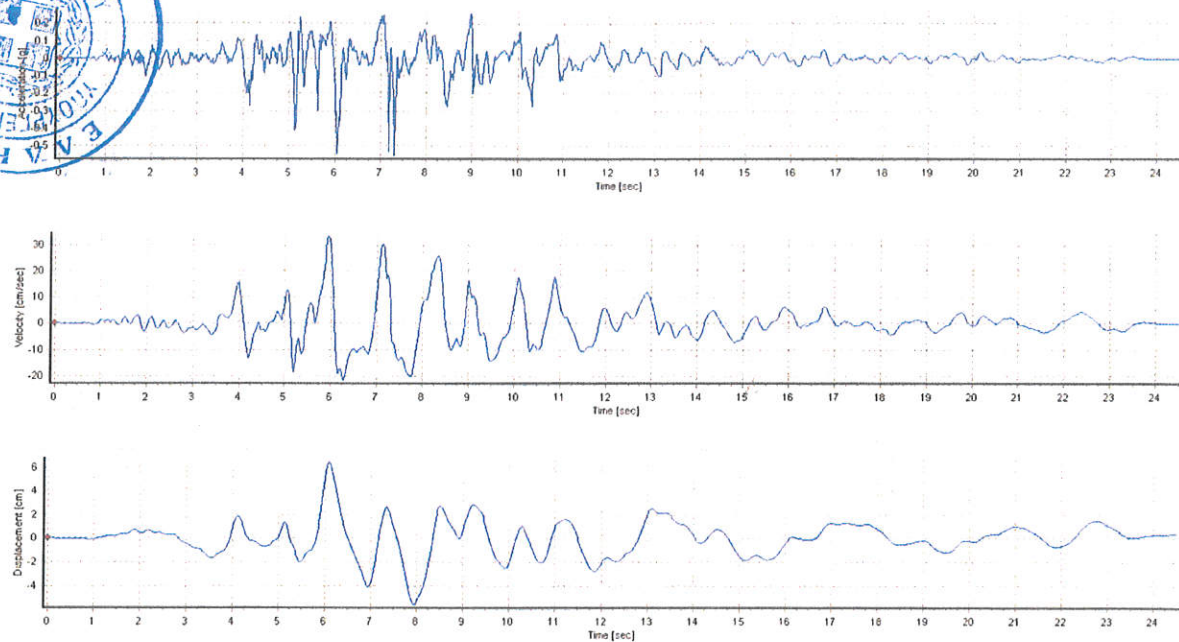
⁷ Παλμική καταγραφή, $T_p = 1.071$ sec [9]



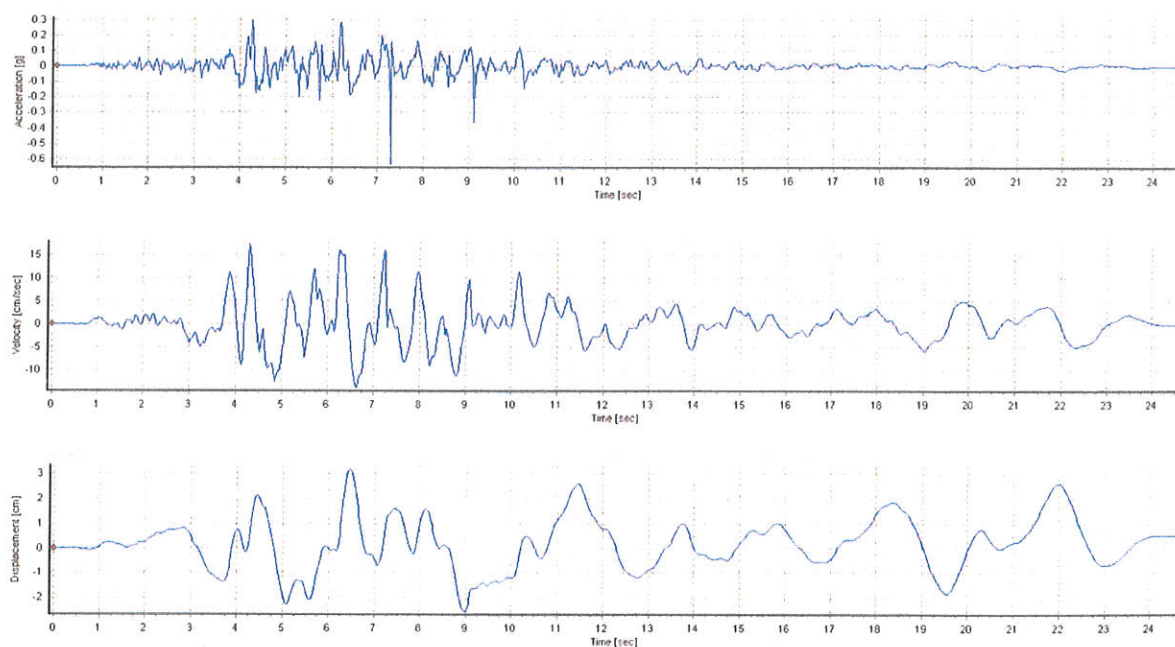
Σχήμα 37. RSN 143, εγκάρσια διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



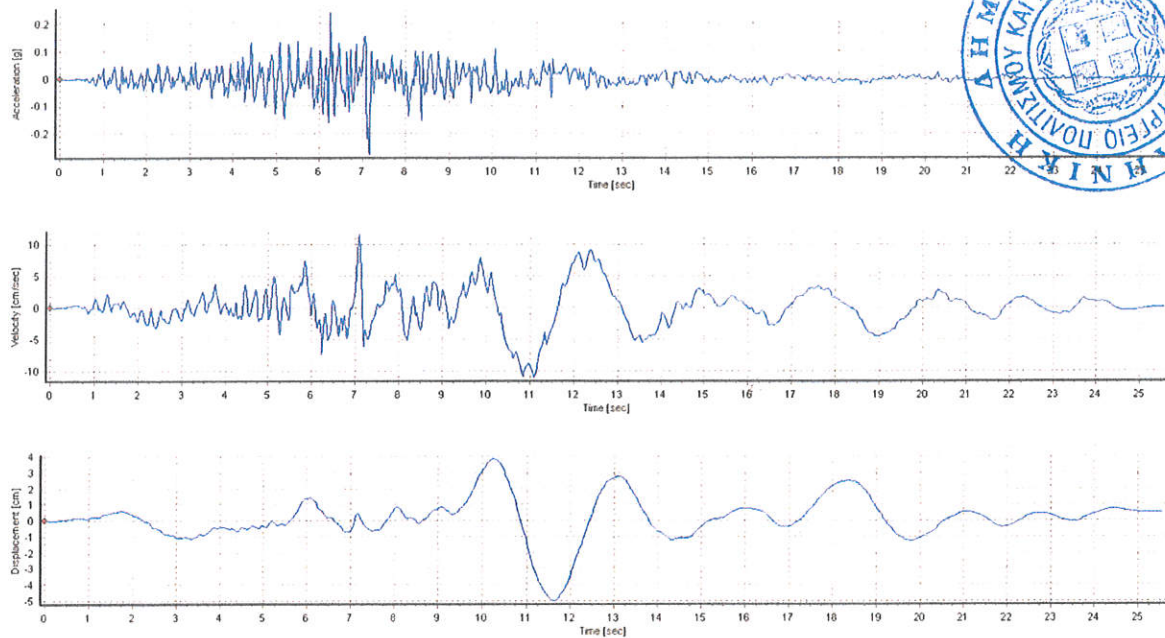
Σχήμα 38. RSN 143, κατακόρυφη διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



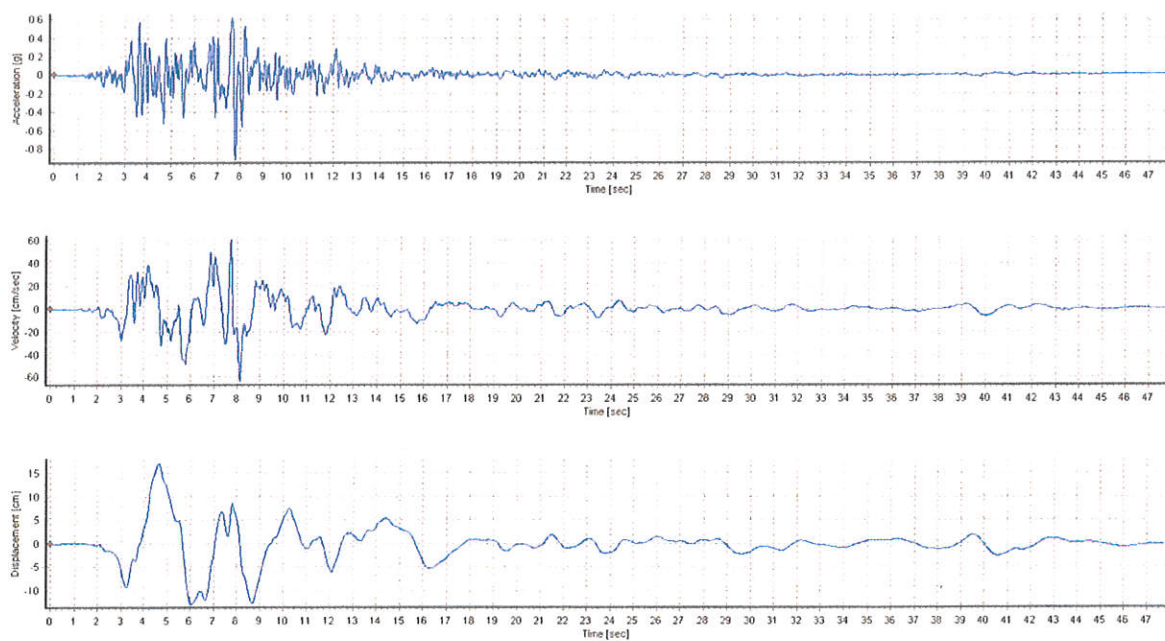
Σχήμα 39. RSN 265, διαμήκης διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



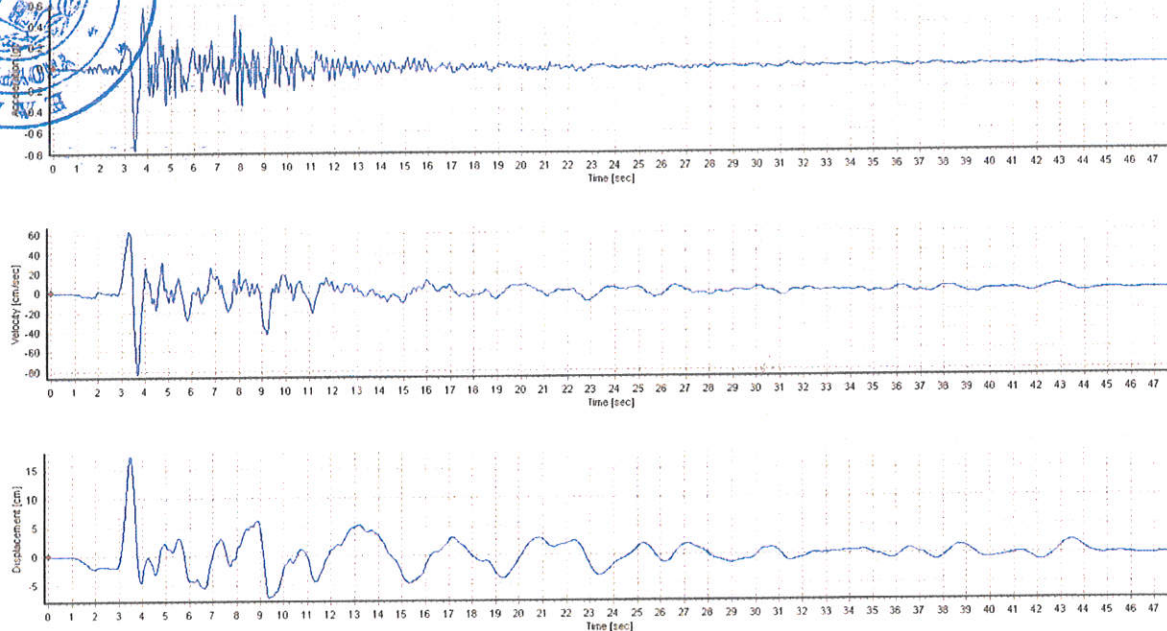
Σχήμα 40. RSN 265, εγκάρσια διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



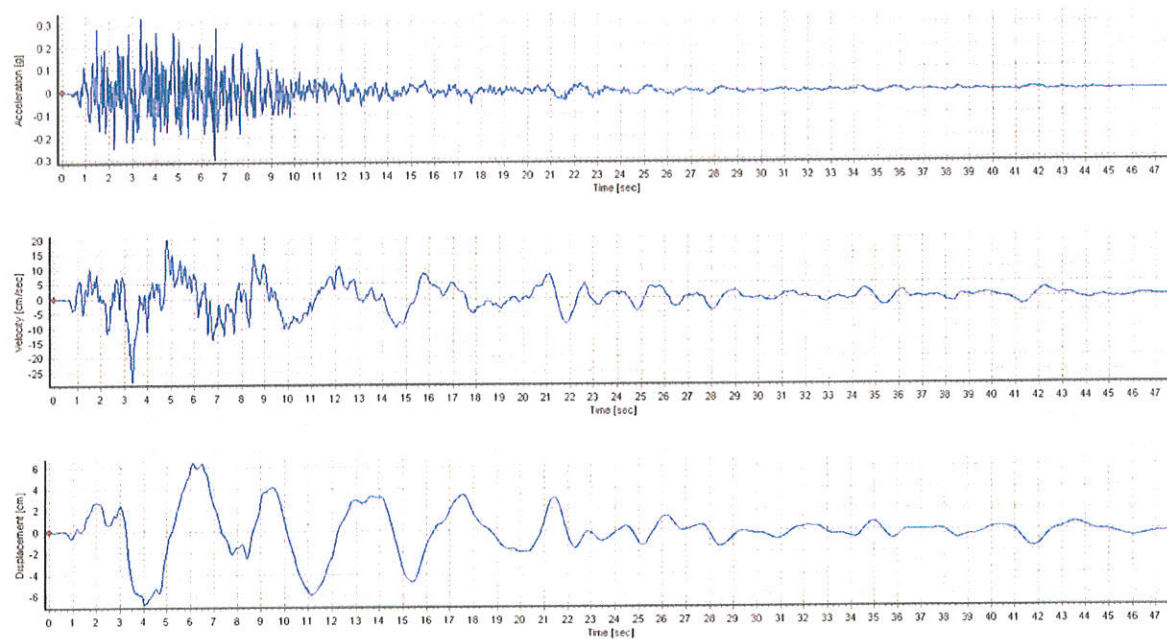
Σχήμα 41. RSN 265, κατακόρυφη διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



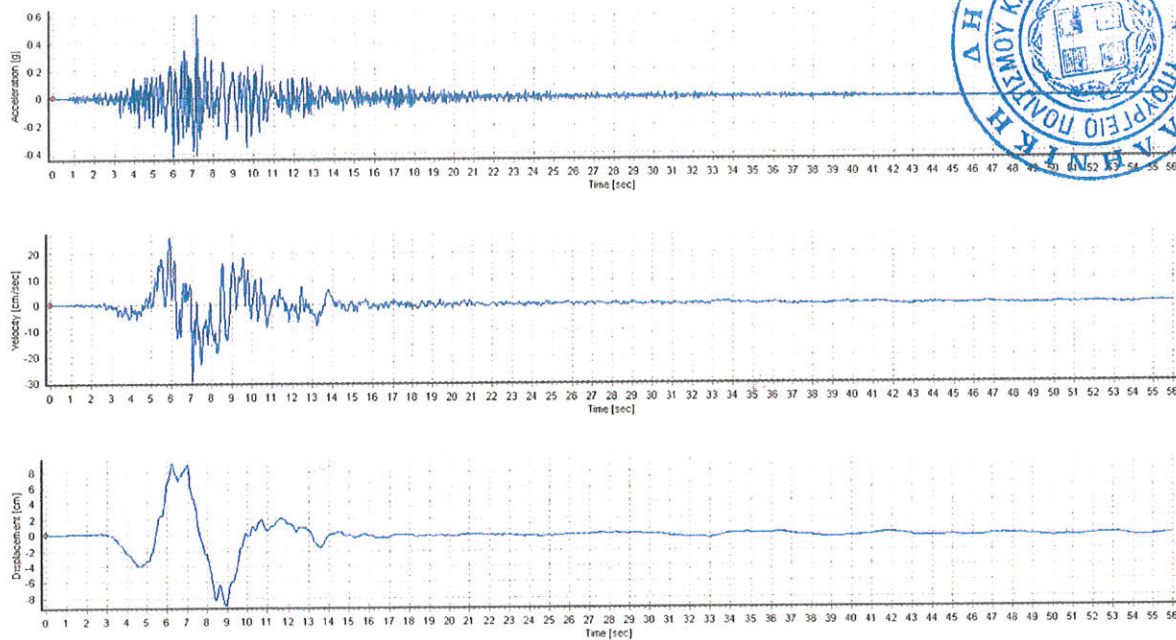
Σχήμα 42. RSN 1004, διαμήκης διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



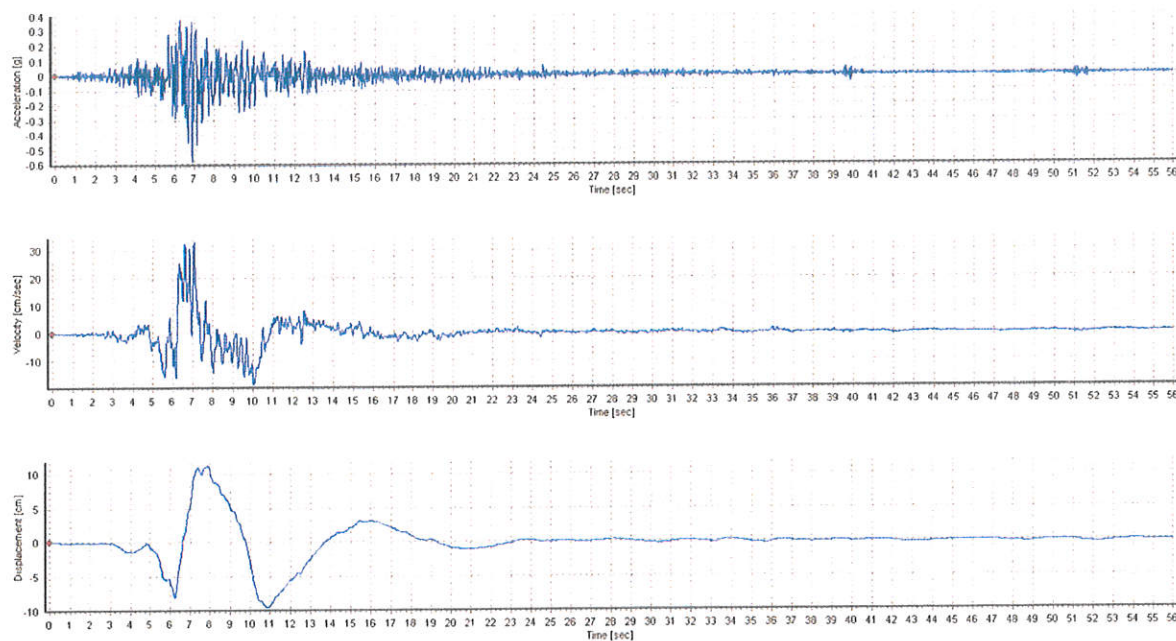
Σχήμα 43. RSN 1004, εγκάρσια διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



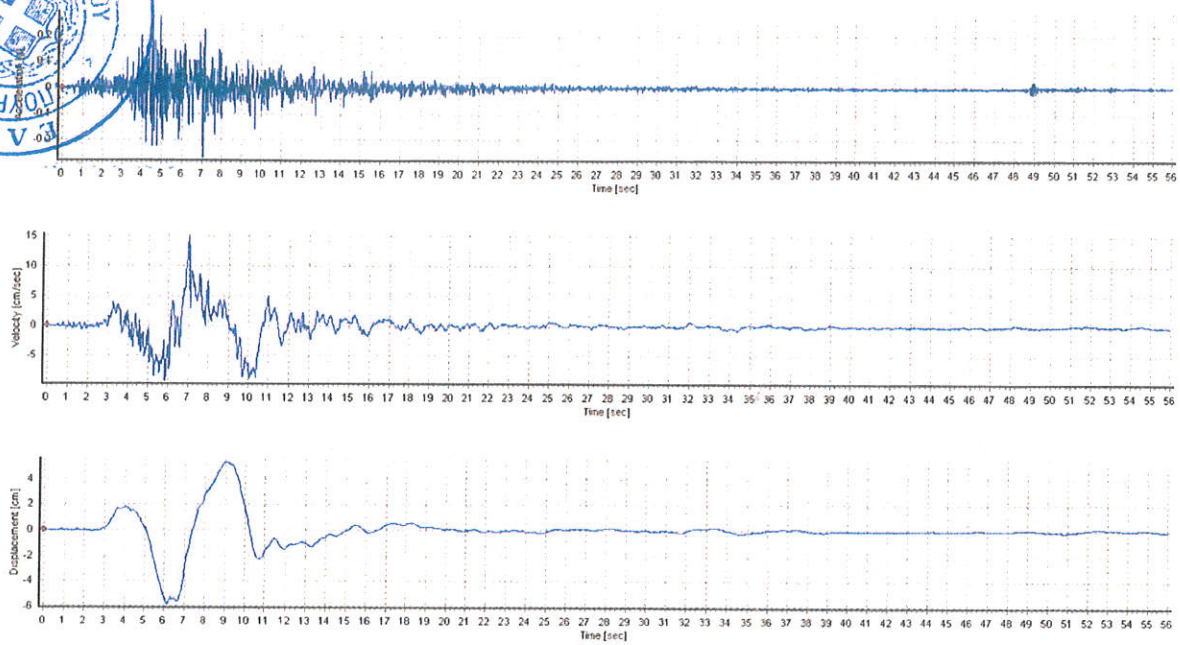
Σχήμα 44. RSN 1004, κατακόρυφη διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



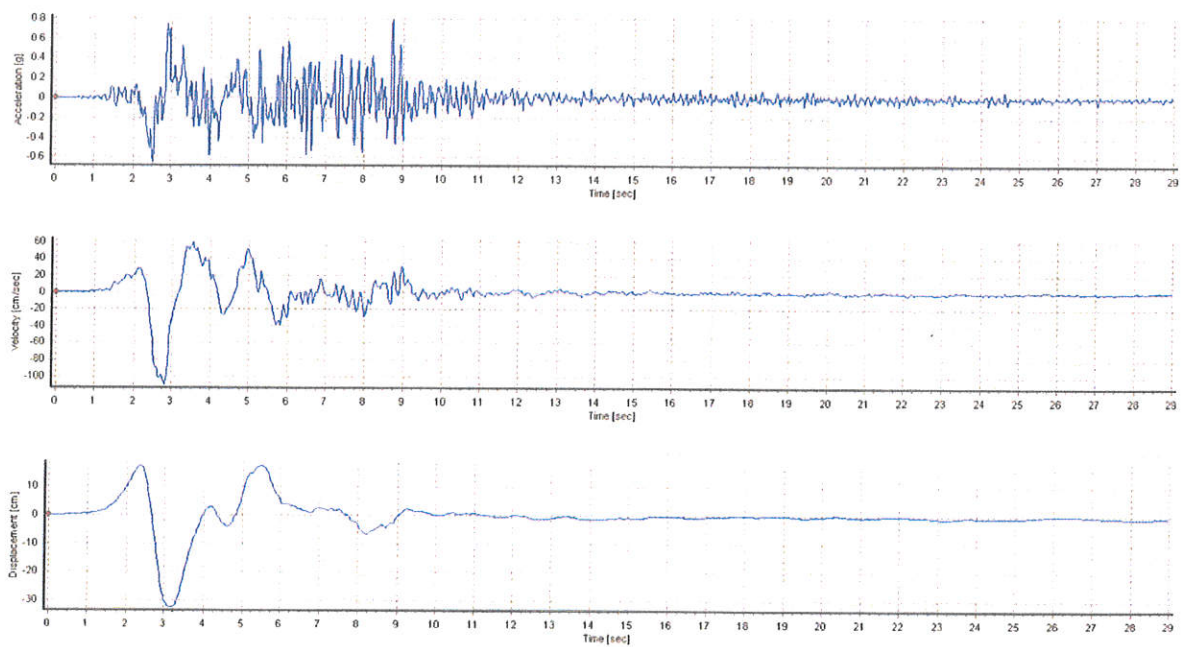
Σχήμα 45. RSN 3966, διαμήκης διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



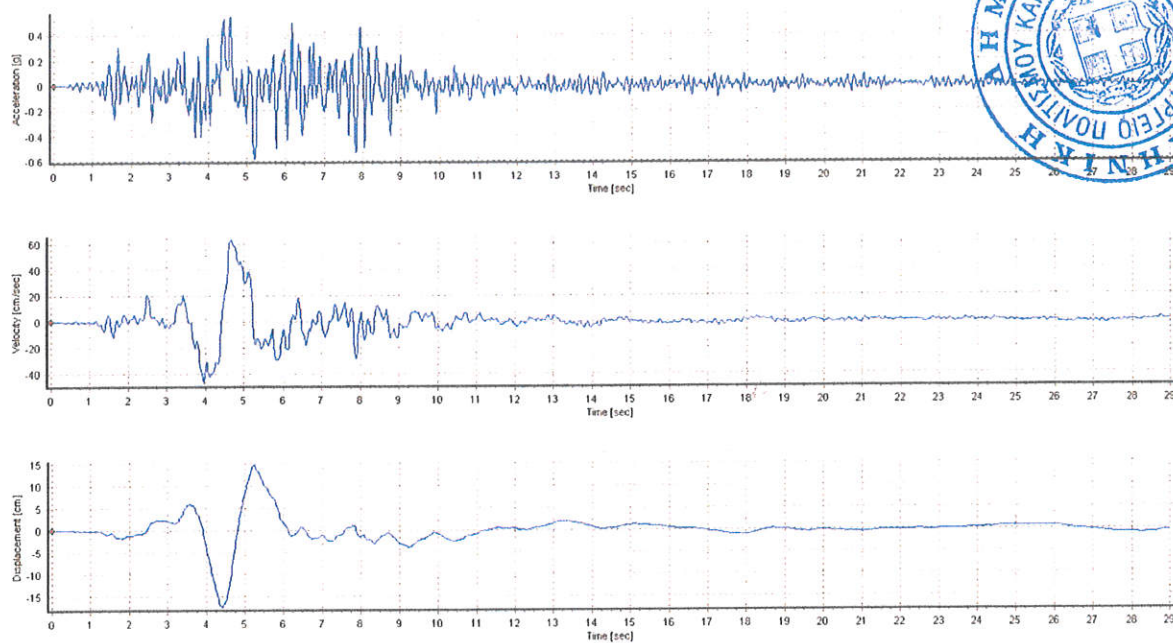
Σχήμα 46. RSN 3966, εγκάρσια διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



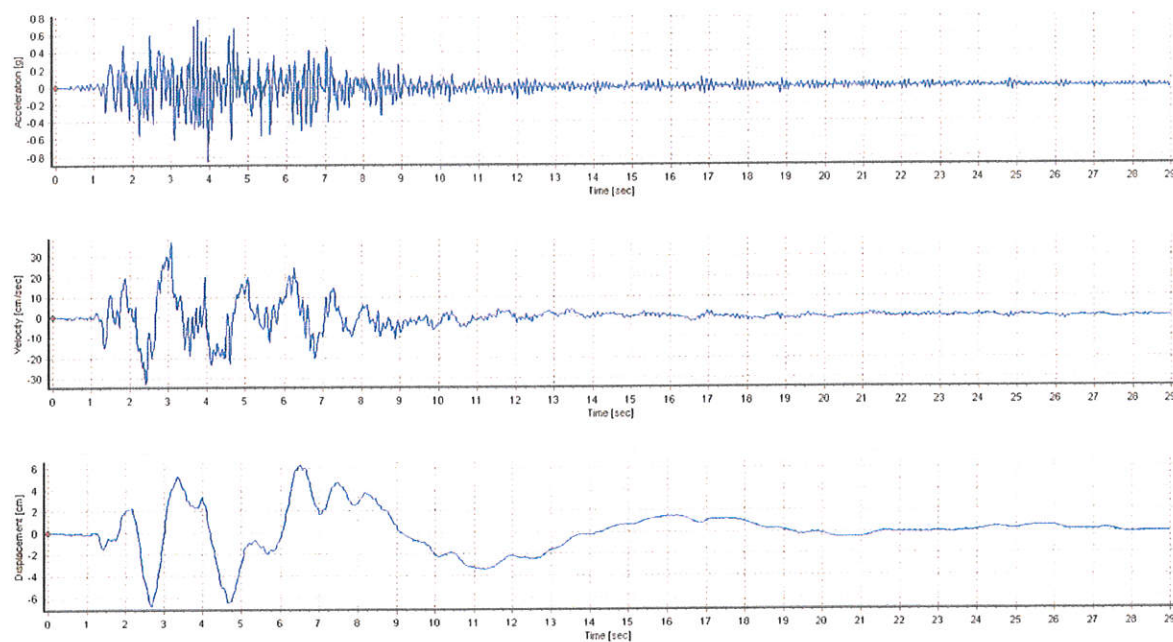
Σχήμα 47. RSN 3966, κατακόρυφη διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



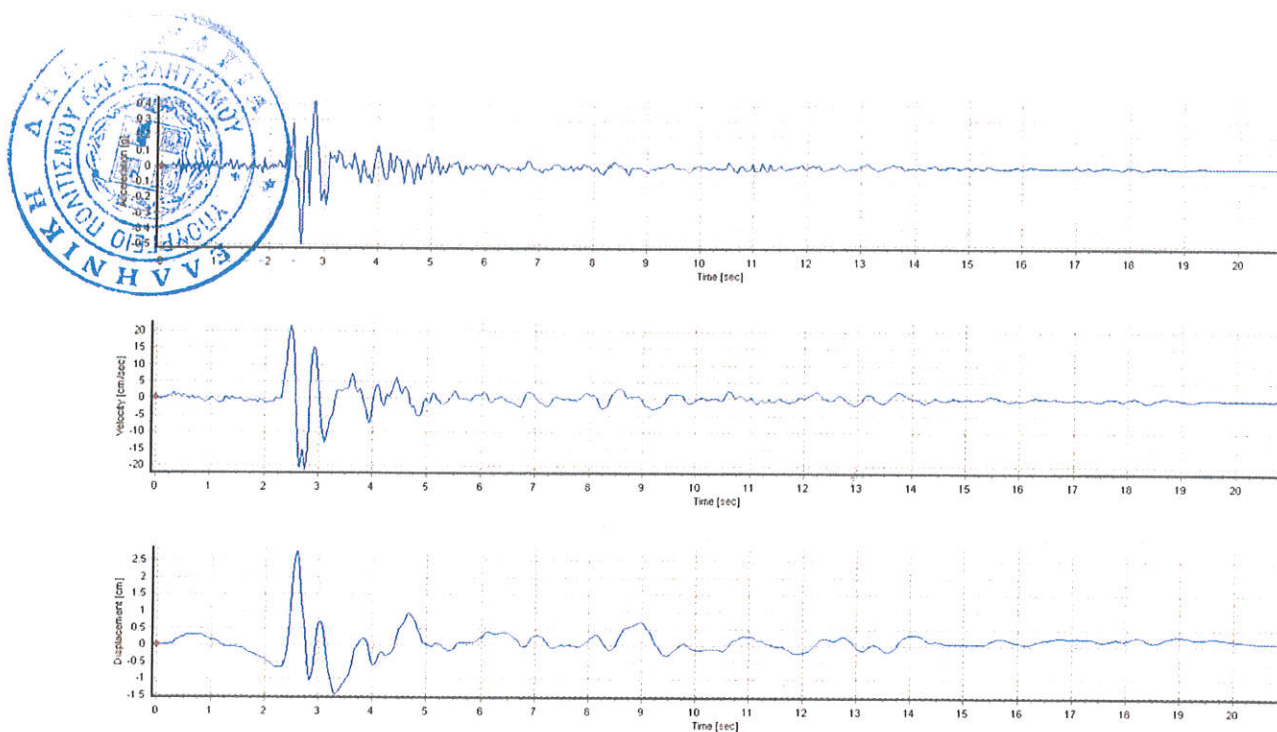
Σχήμα 48. RSN 4040, διαμήκης διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



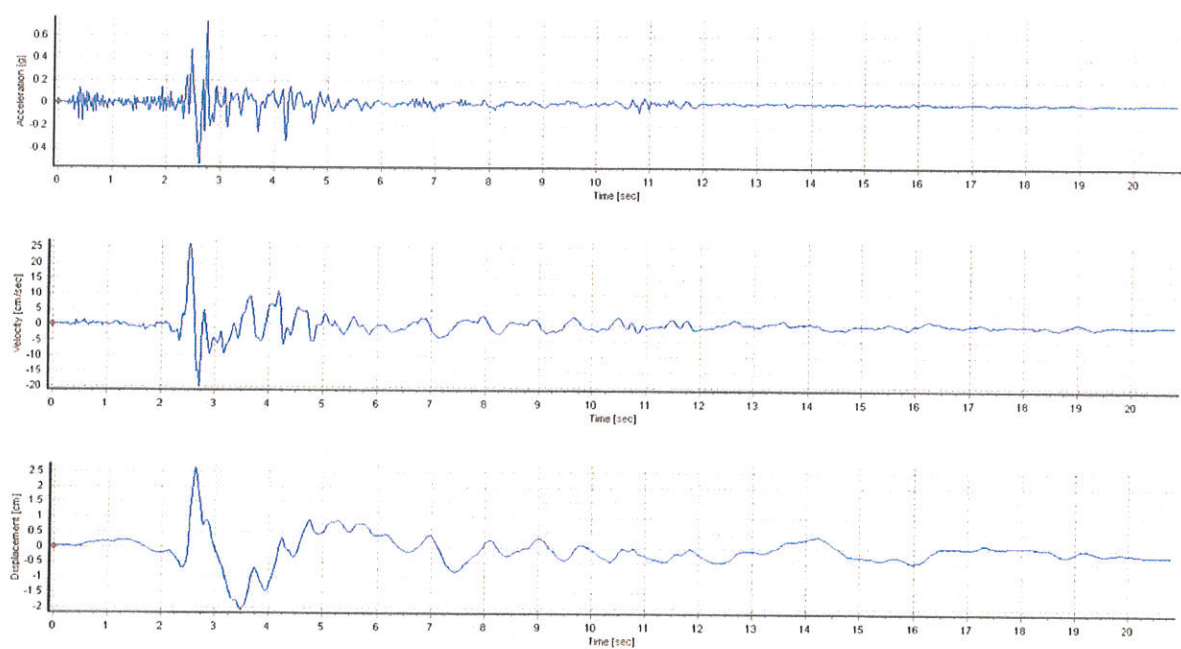
Σχήμα 49. RSN 4040, εγκάρσια διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



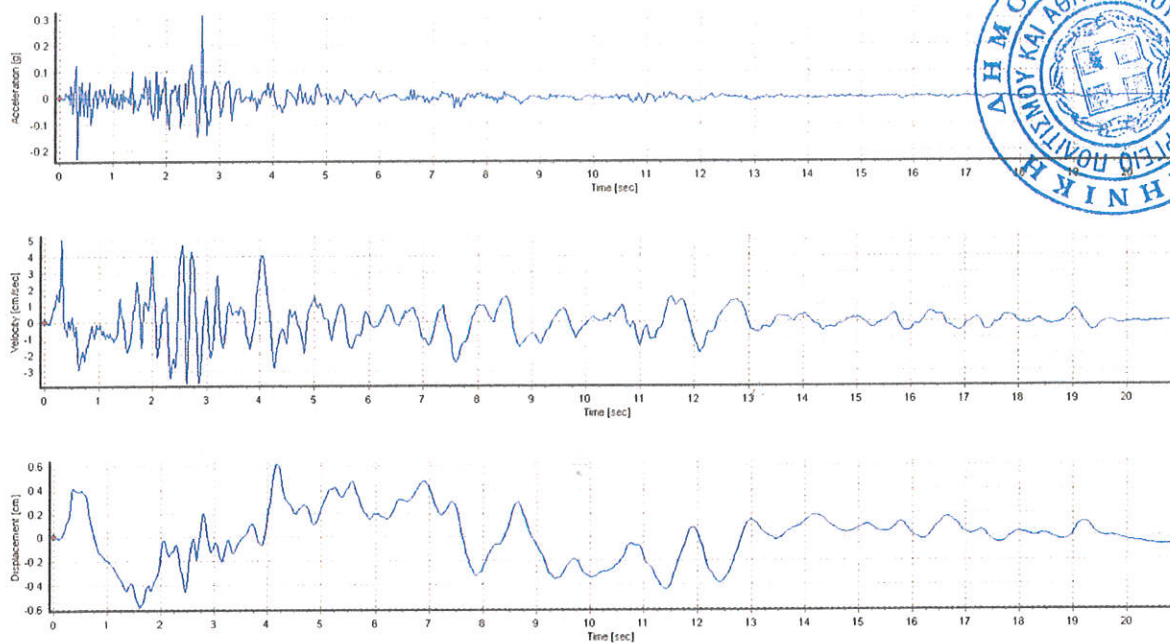
Σχήμα 50. RSN 4040, κατακόρυφη διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



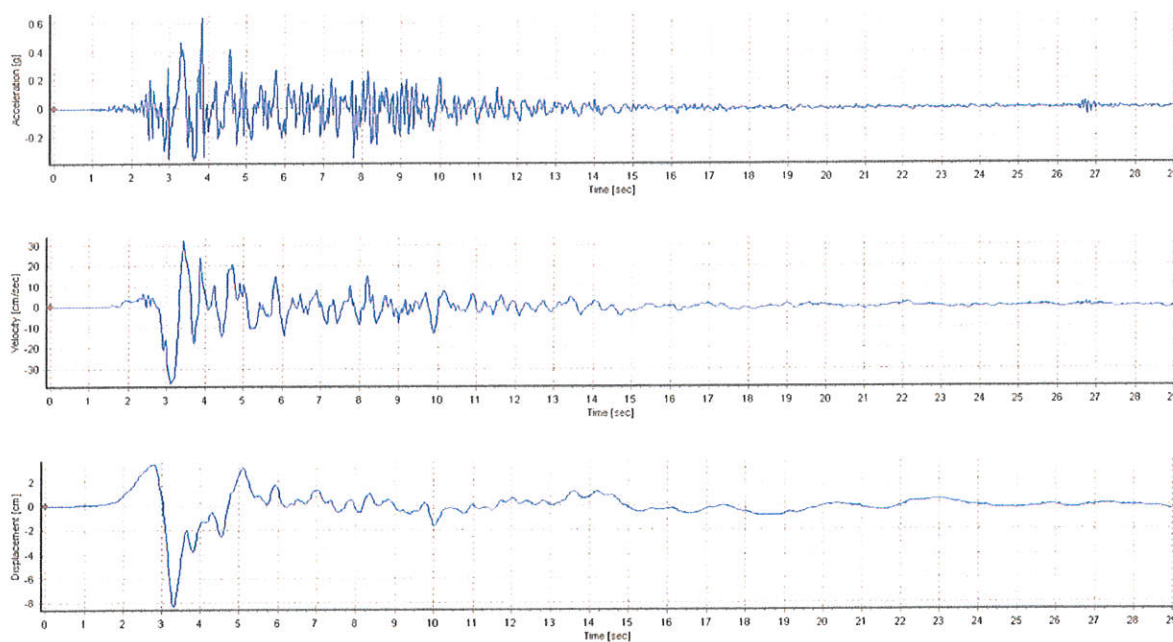
Σχήμα 51. RSN 4101, διαμήκης διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



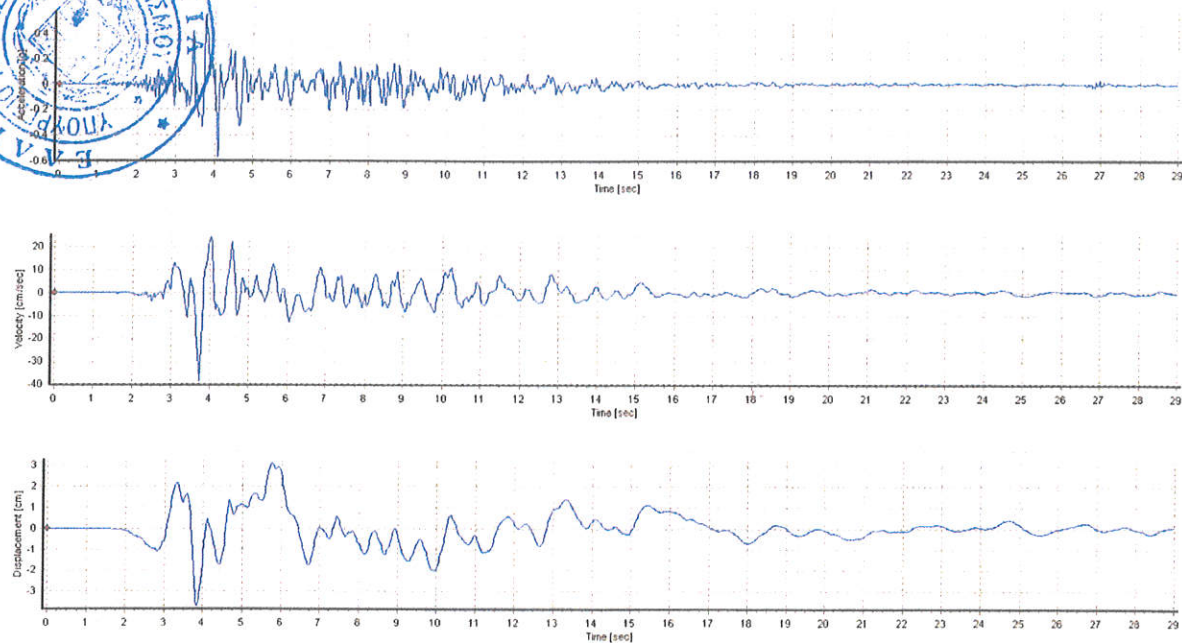
Σχήμα 52. RSN 4101, εγκάρσια διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



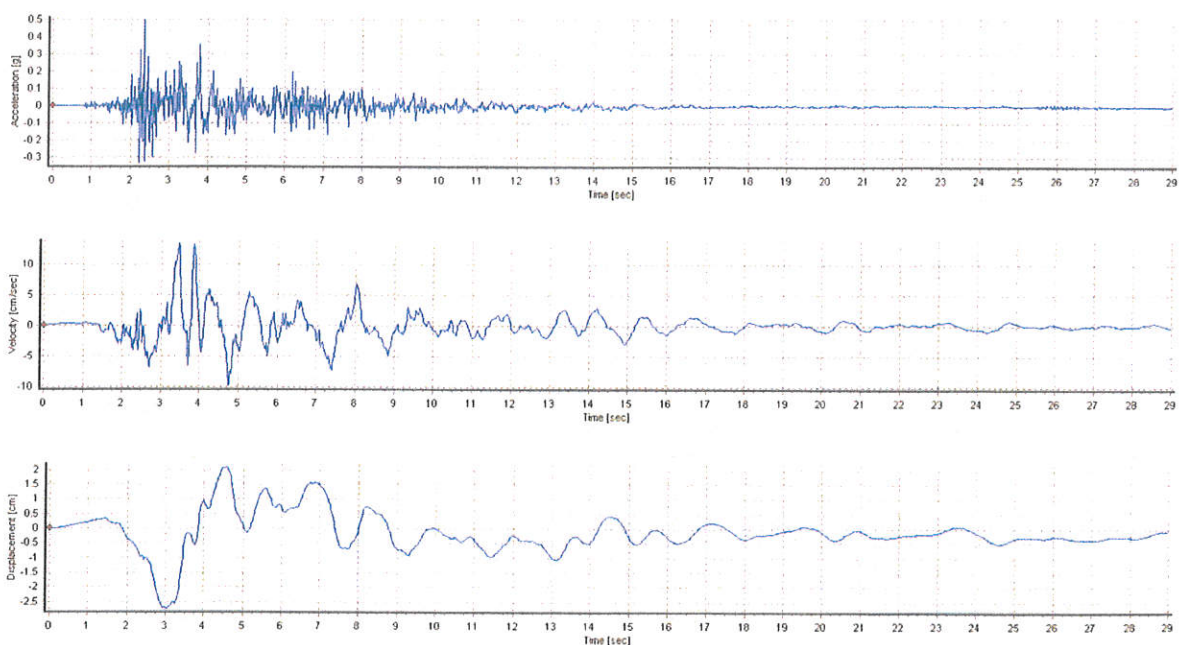
Σχήμα 53. RSN 4101, κατακόρυφη διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



Σχήμα 54. RSN 4480, διαμήκης διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.

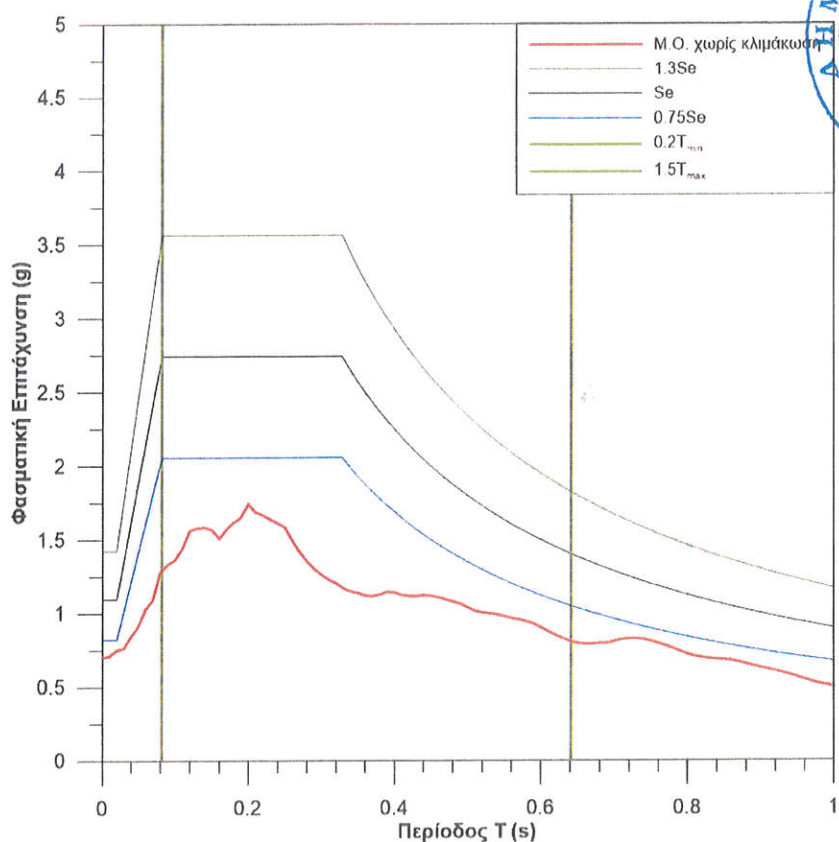


Σχήμα 55. RSN 4480, εγκάρσια διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.

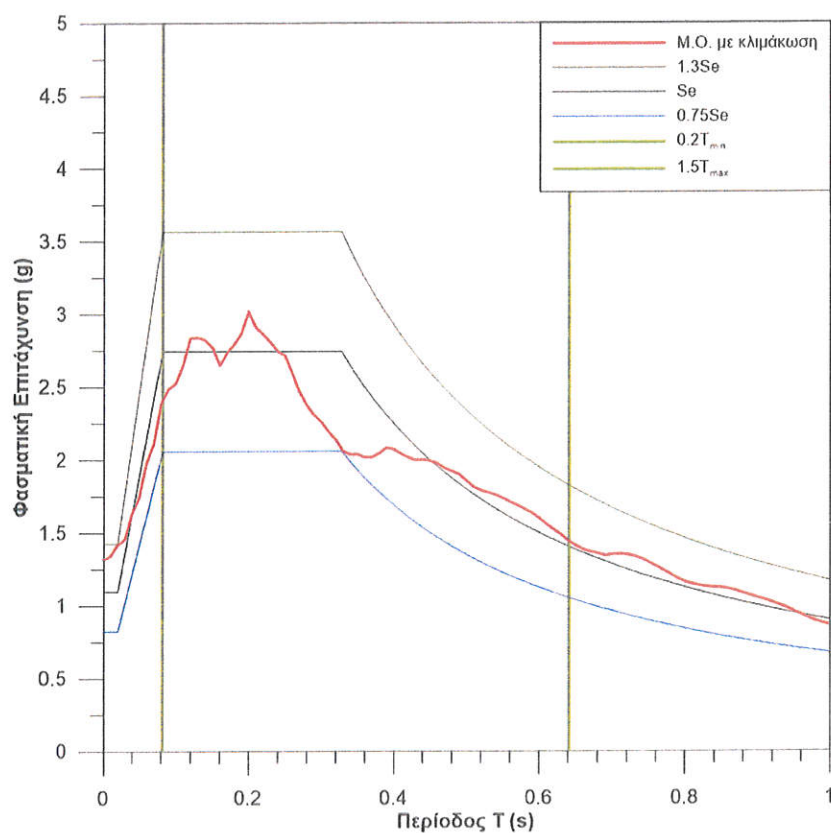


Σχήμα 56. RSN 4480, κατακόρυφη διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.

Στο Σχήμα 57 παρουσιάζεται το χωρίς κλιμάκωση μέσο φάσμα των γεωμετρικών μέσων των δύο οριζοντίων συνιστωσών ($\sqrt{PSA_x \cdot PSA_y}$) κάθε σεισμικού γεγονότος σε σχέση με το στοχευόμενο ελαστικό φάσμα του ΕΚ8, το 0.75 S_e και 1.30 S_e . Στο Σχήμα 58 παρουσιάζεται το ίδιο φάσμα μετά από την απαιτούμενη κατά ΕΚ8 κλιμάκωση, με το συντελεστές που δίνονται στον Πίνακα 5.



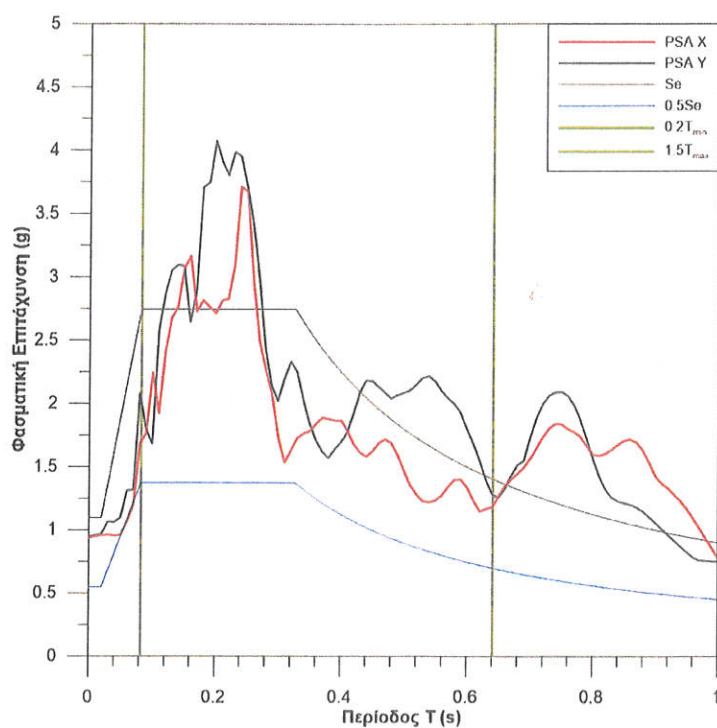
Σχήμα 57. Μέσο φάσμα γεωμετρικών μέσων οριζοντίων συνιστωσών χωρίς κλιμάκωση.



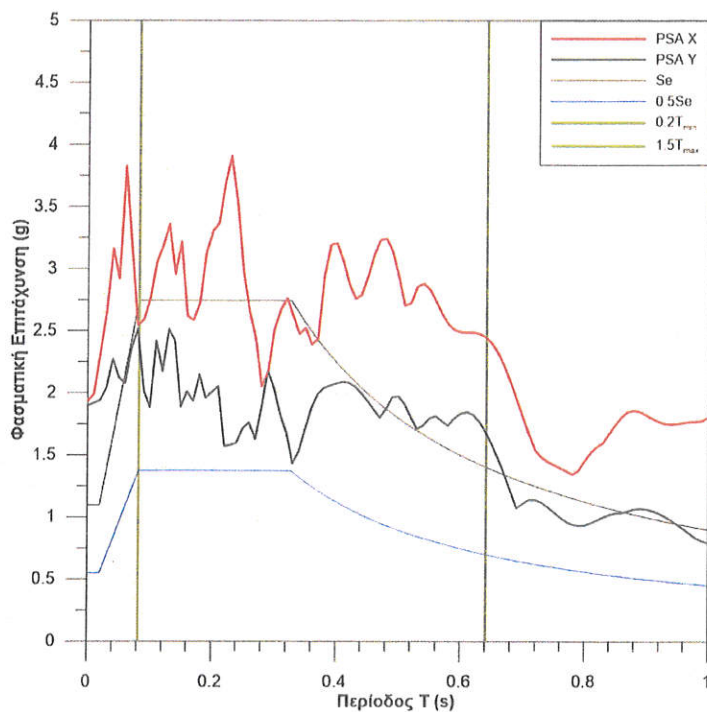
Σχήμα 58. Μέσο φάσμα γεωμετρικών μέσων οριζοντίων συνιστωσών με κλιμάκωση.



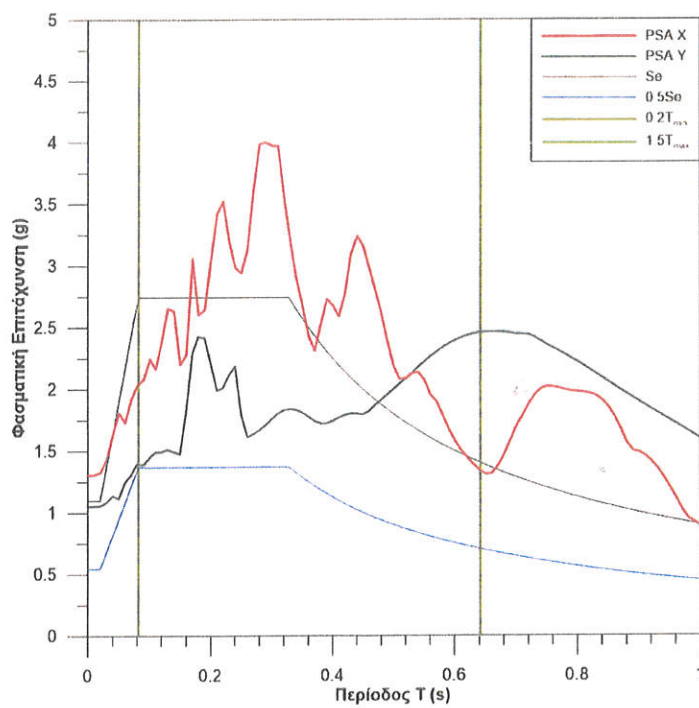
Στα ακόλουθα Σχήματα 59-65 φαίνονται τα φάσματα των επιμέρους συνιστωσών κάθε σεισμικής δράσης με κλιμακώση σε σύγκριση με το $0.50 S_e$ του ΕΚ8.



Σχήμα 59. RSN 143.

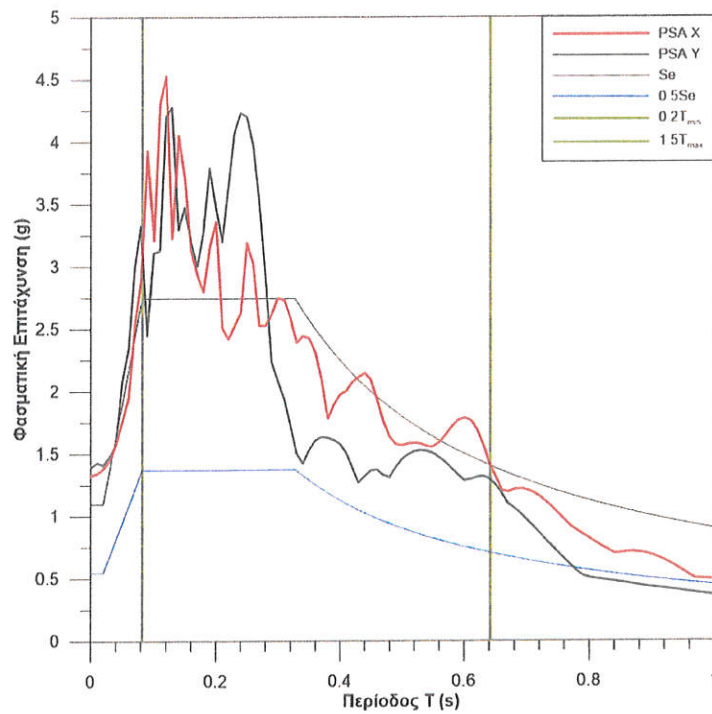


Σχήμα 60. RSN 265.



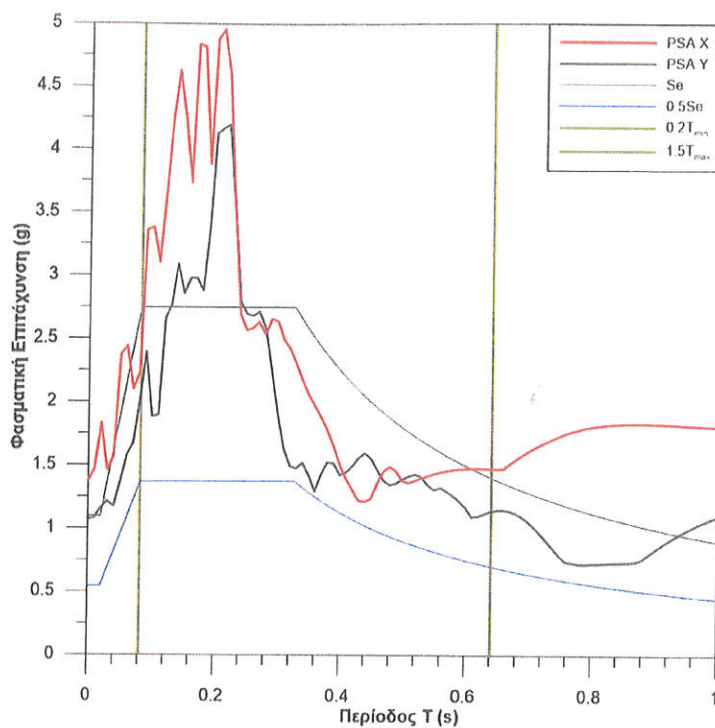
Σχήμα 61.

RSN 1004.

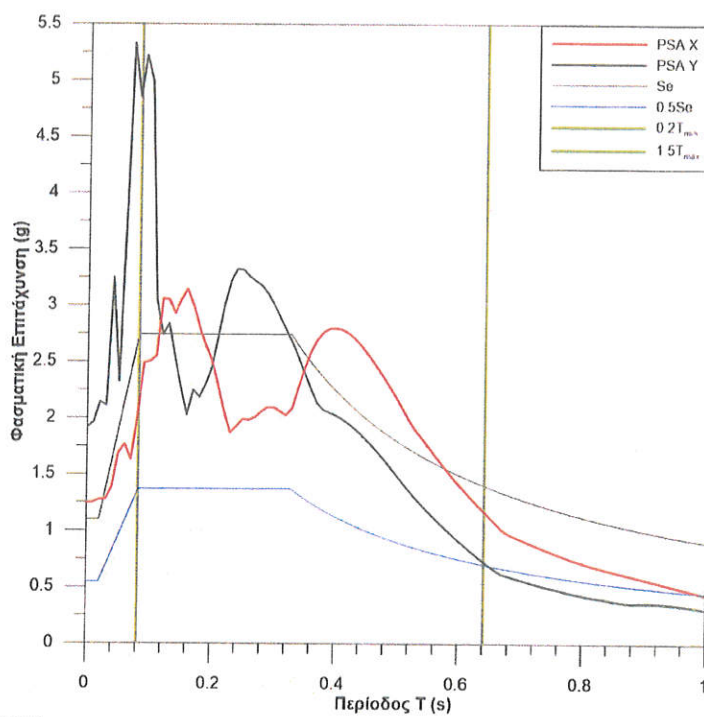


Σχήμα 62.

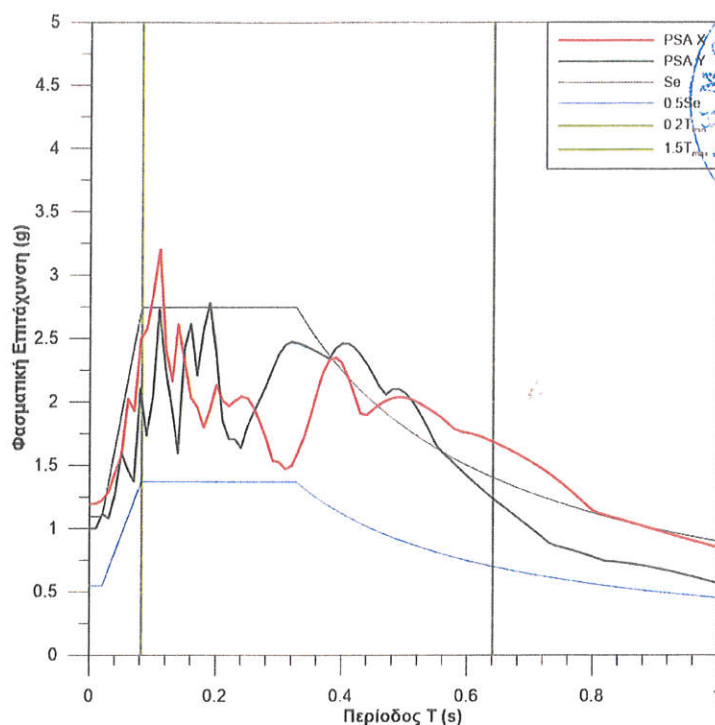
RSN 3966.



Σχήμα 63. RSN 4040.



Σχήμα 64. RSN 4101.



Σχήμα 65. RSN 4480.

3 Σουίτες χρονοϊστοριών για μέγιστη εδαφική επιτάχυνση βάσει Εθνικού Παραρτήματος

Καθώς τα φάσματα απόκρισης των Σχημάτων 4 και 5 οδηγούν σε καταπονήσεις τις οποίες πιθανόν ακόμη και μετά από ενίσχυση να μην μπορεί να φέρει ο εν λόγω φορέας του ναού, παρουσιάζονται επιπροσθέτως σουίτες χρονοϊστοριών με βάση τις μέγιστες εδαφικές επιταχύνσεις του Εθνικού Προσαρτήματος του ΕΚ8 και όχι του ΕΦΕΗΡ. Έτσι, η pga που αντιστοιχεί στη στάθμη SD διαμορφώνεται σε $S \cdot \gamma_I \cdot a_{BR} = 1.2 \cdot 1.2 \cdot 0.24 = 0.346 \text{ g}$ και για την στάθμη NC σε $1.4 \cdot 1.2 \cdot 0.24 = 0.403 \text{ g}$.

3.1 Στάθμη βλάβης SD

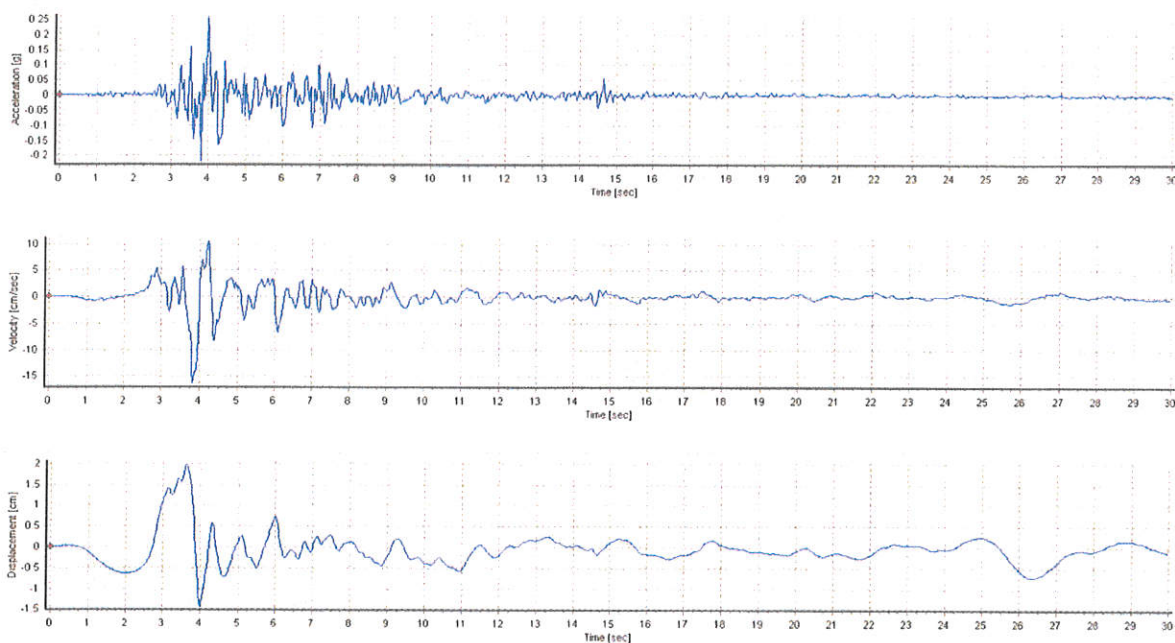
Επιλέχθηκαν συνολικά 7 τριάδες χρονοϊστοριών καταγεγραμμένων από πραγματικά σεισμικά γεγονότα από τη βάση δεδομένων NGA-West2 του PEER (η οποία περιλαμβάνει επιφανειακά γεγονότα από ενεργές τεκτονικές περιοχές) [7] και την αντίστοιχη ευρωπαϊκή βάση ESM του ORFEUS [8], με κριτήρια τέτοια ώστε να ανταποκρίνονται στις εδαφικές συνθήκες της περιοχής του έργου και στην αναμενόμενη μέγιστη εδαφική επιτάχυνση της περιοχής, στην περίπτωση αυτή 0.346 g . Οι επιλεγθείσες καταγραφές παρουσιάζονται συνοπτικά στον Πίνακα 6.

Ακολουθώς, στα Σχήματα 66-86 δίνονται οι χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης για τις δύο οριζόντιες και την κατακόρυφη συνιστώσα κάθε καταγραφής.



Πίνακας 6. Επιλεγθείσες σεισμικές καταγραφές για στάθμη βλάβης SD – 0.346 g

Αριθμός α/α καταγραφής στη βάση δεδομένων	Γεγονός	Χρονο- λογία	Σταθμός καταγραφής	Μέγεθος M _w	Συντελεστής Κλιμάκωσης	
1	HI.ATH3 ⁸	Athens Greece	1999	ATH3	5.9	2.40
2	IT.AQK ³	L'Aquila	2009	L'Aquila - V. Aterno - Parking	6.1	1.00
3	IT.TLM ³	Friuli Italy	1976	Tolmezzo Centrale – Diga Ambiesta 1	6.4	1.30
4	IV.T1244	Central_Italy 20161030_0000029	2016	Spelonga	6.5	1.30
5	RSN 763	Loma Prieta	1989	Gilroy - Galivan Coll.	6.93	1.20
6	RSN 1510 ⁹	Chi-Chi Taiwan	1999	TCU075	7.62	1.30
7	RSN 3473 ¹⁰	Chi-Chi Taiwan	1999	TCU078	7.62	1.20

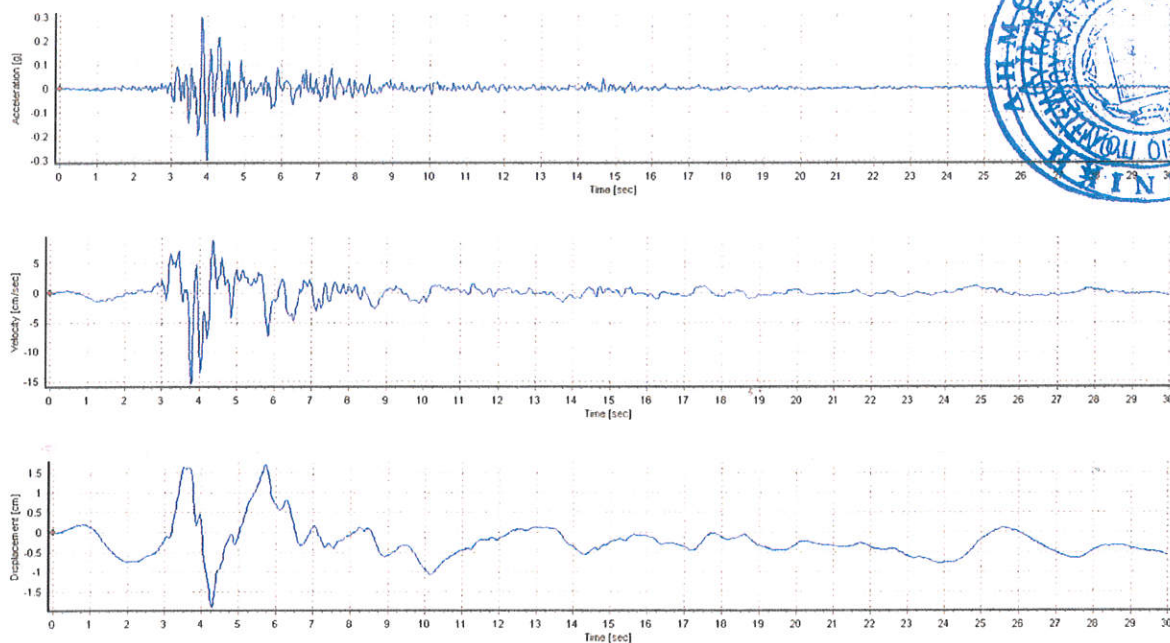


Σχήμα 66. HI.ATH3, διαμήκης διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.

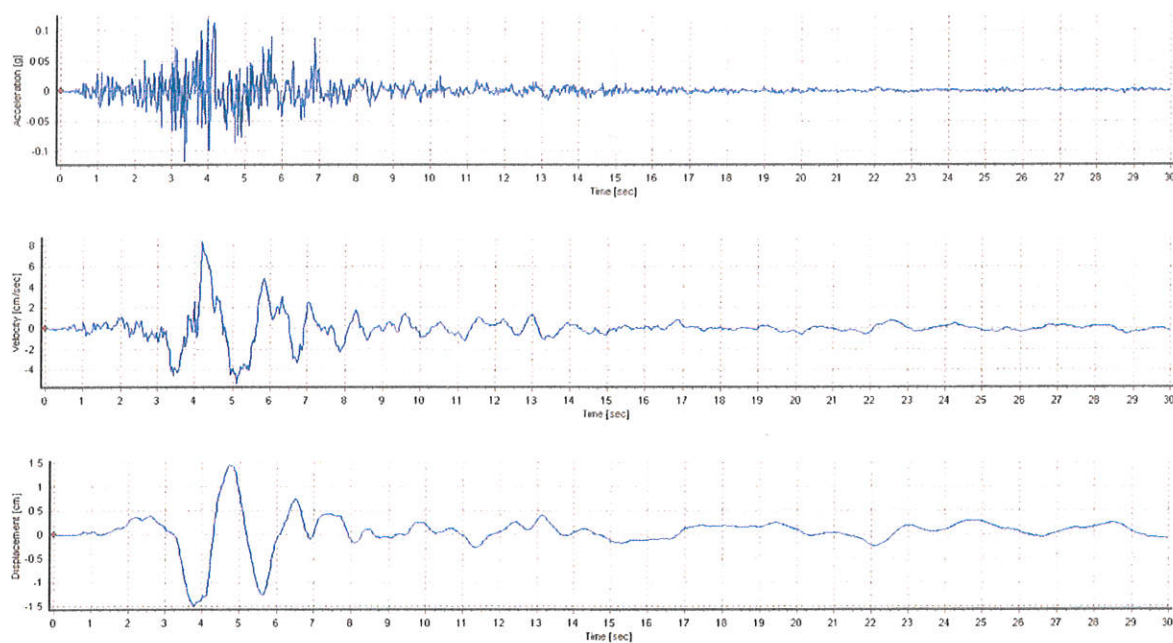
⁸ Παλμική καταγραφή [8]

⁹ Παλμική καταγραφή, T_P = 4.998 sec [9]

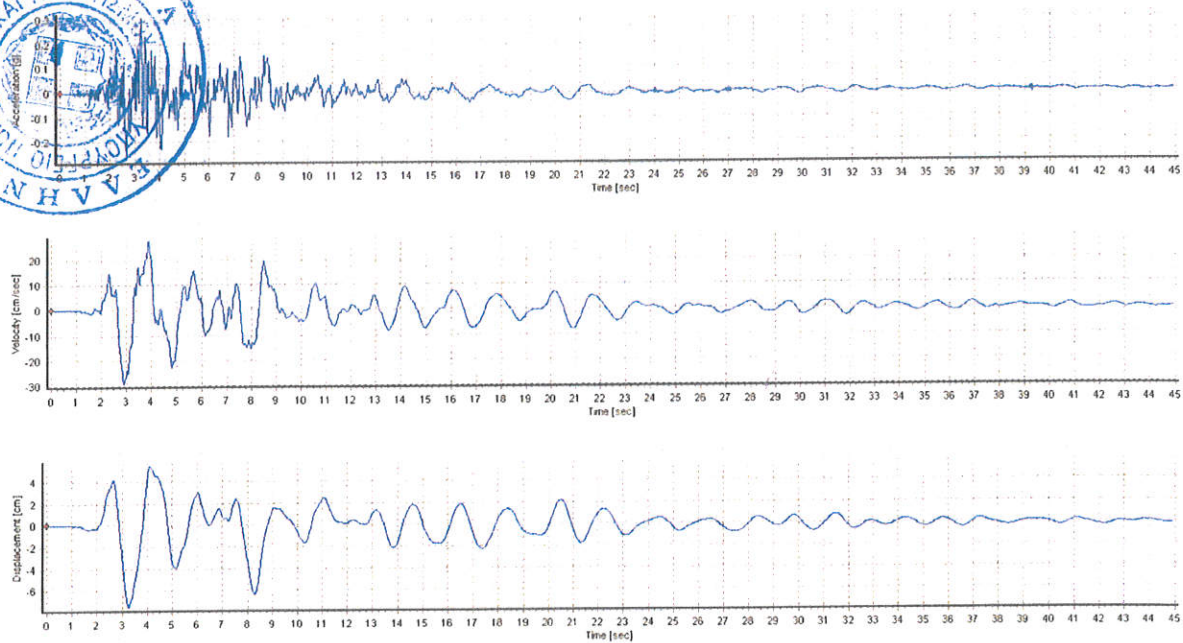
¹⁰ Παλμική καταγραφή, T_P = 4.151 sec [9]



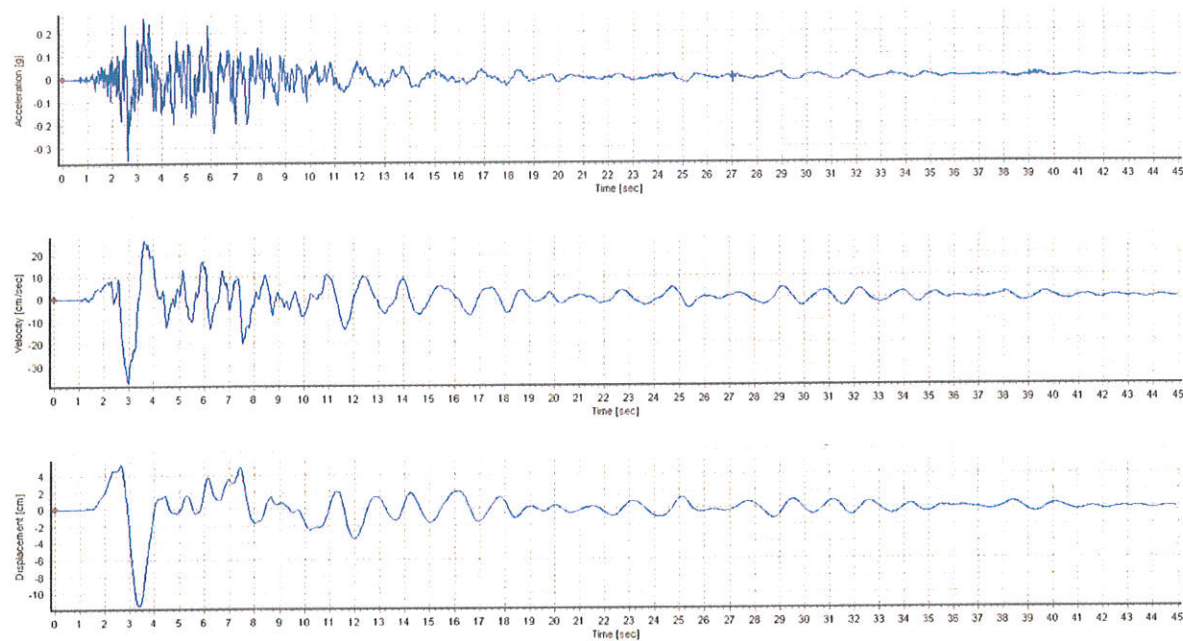
Σχήμα 67. ΗΙ.ΑΤΗ3, εγκάρσια διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



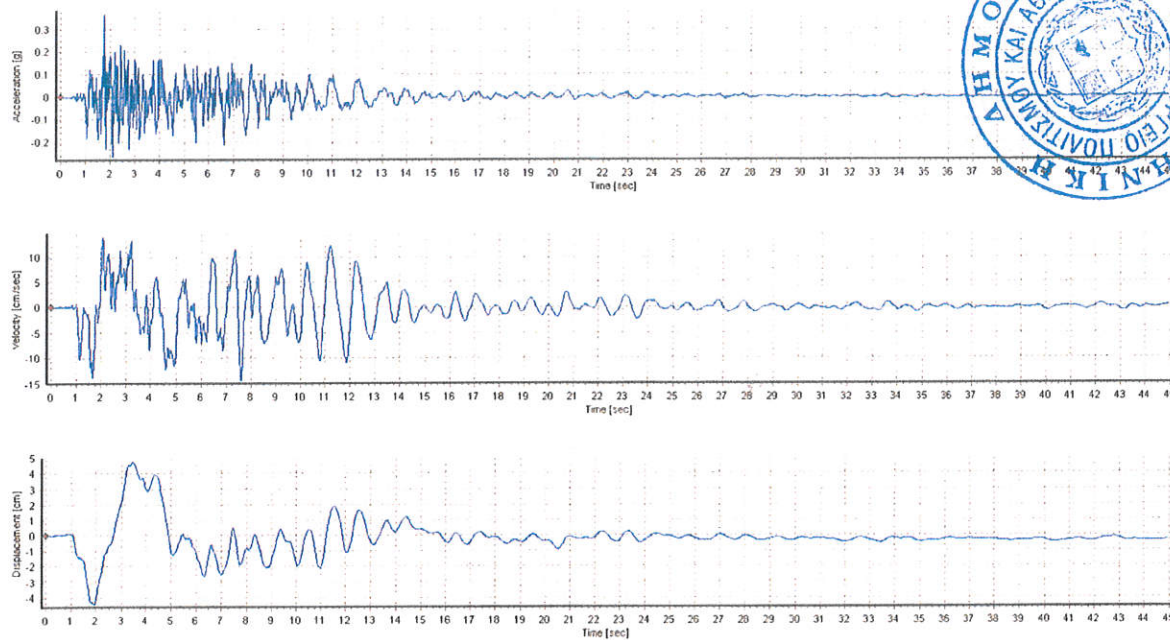
Σχήμα 68. ΗΙ.ΑΤΗ3, κατακόρυφη διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



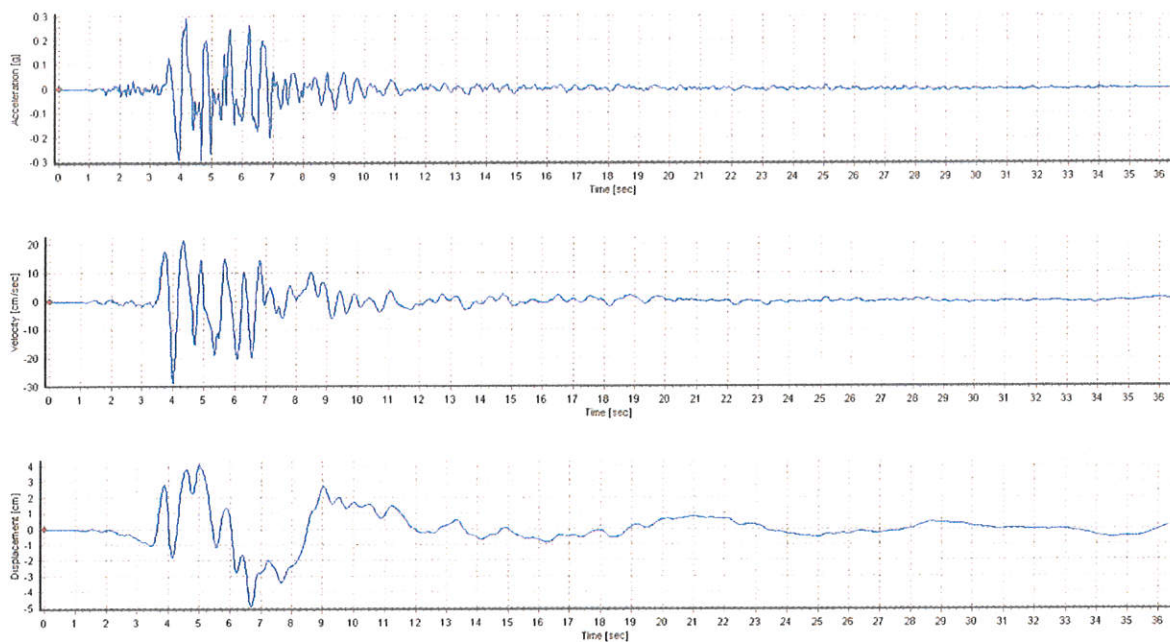
Σχήμα 69. IT.AQK, διαμήκης διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



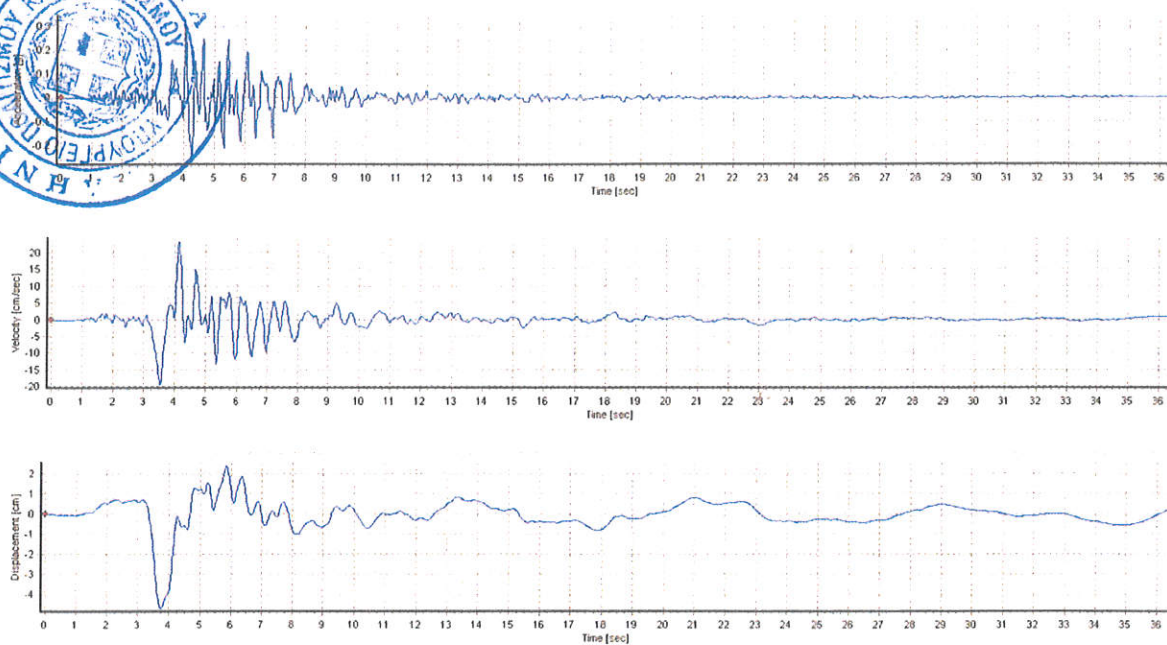
Σχήμα 70. IT.AQK, εγκάρσια διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



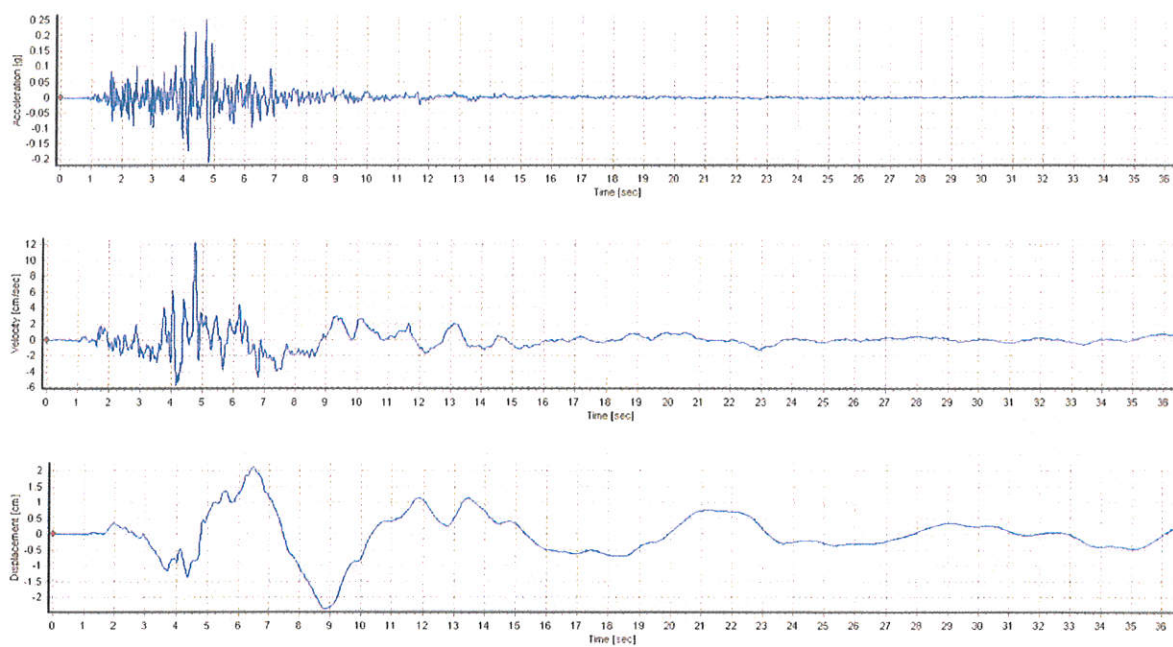
Σχήμα 71. IT.AQK, κατακόρυφη διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



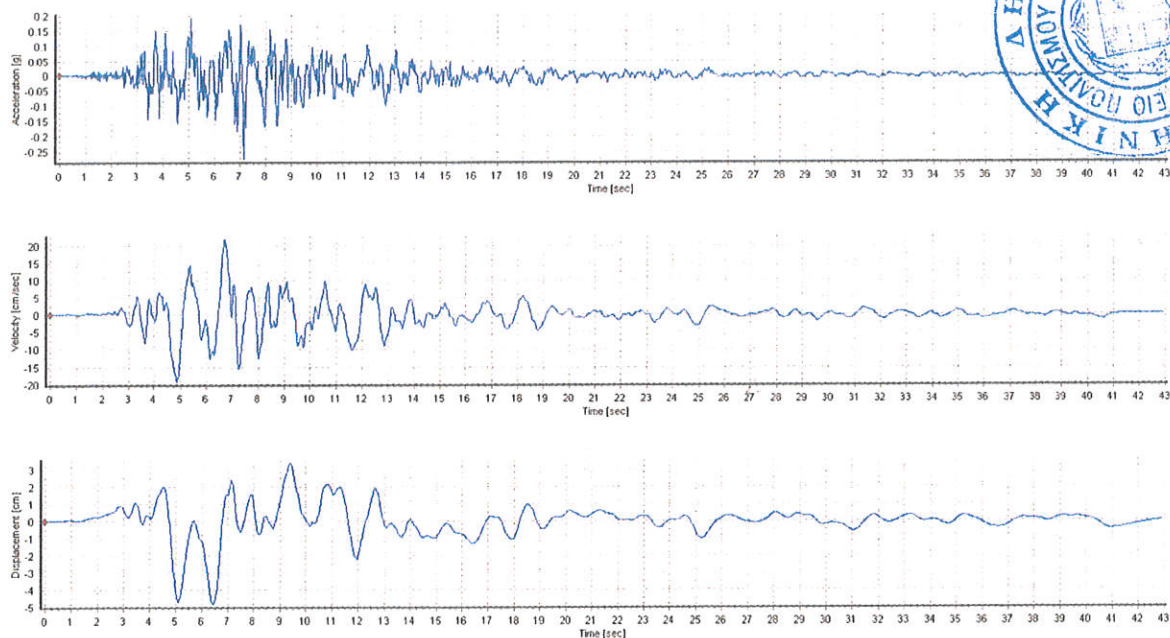
Σχήμα 72. IT.TLM, διαμήκης διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



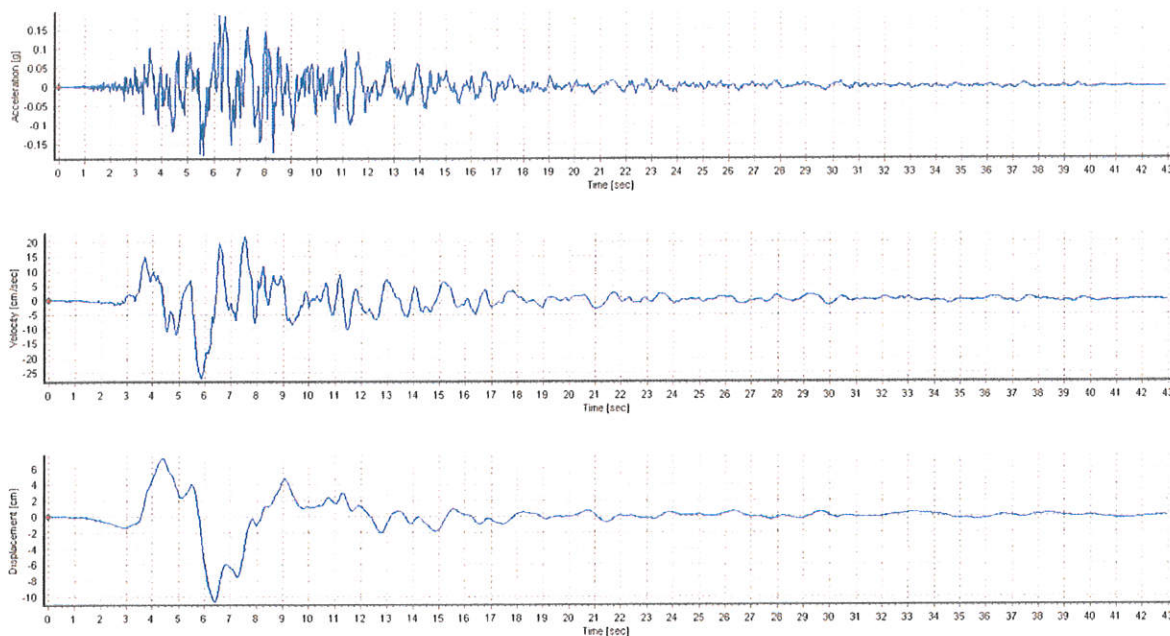
Σχήμα 73. IT.TLM, εγκάρσια διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



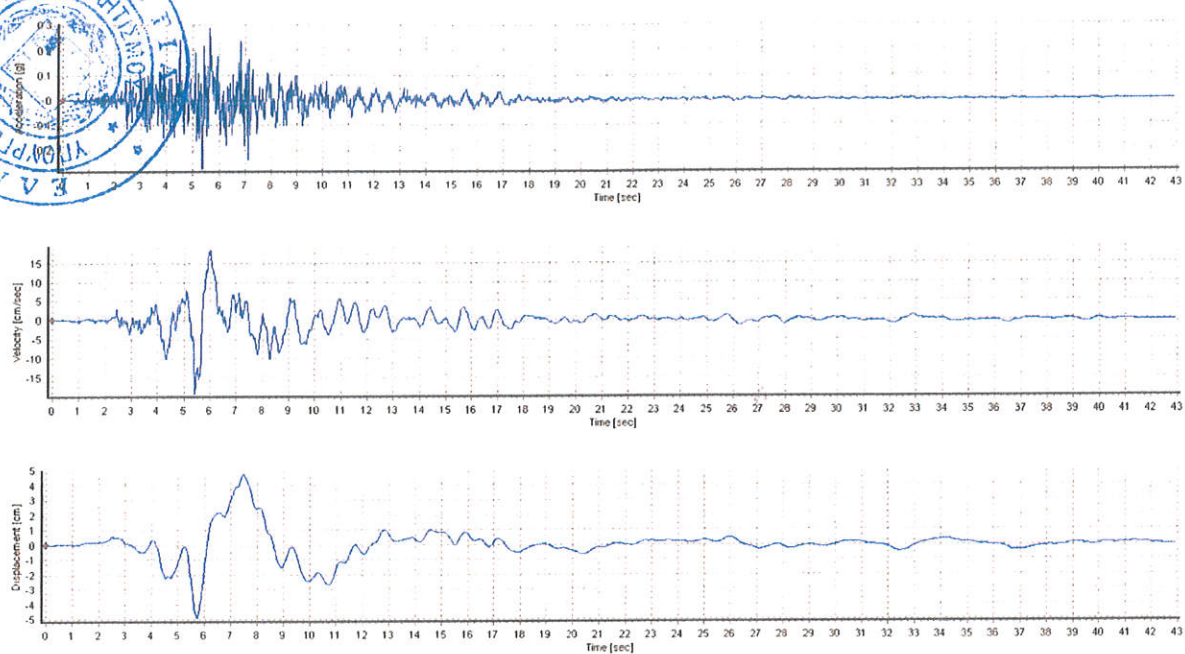
Σχήμα 74. IT.TLM, κατακόρυφη διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



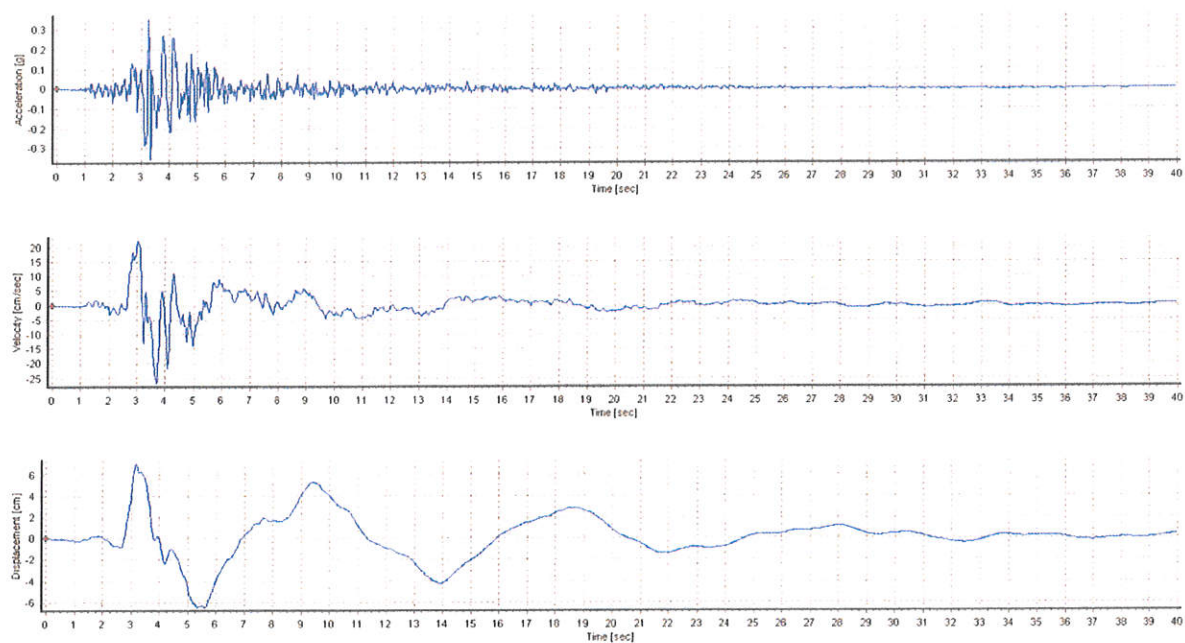
Σχήμα 75. IV.T1244, διαμήκης διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



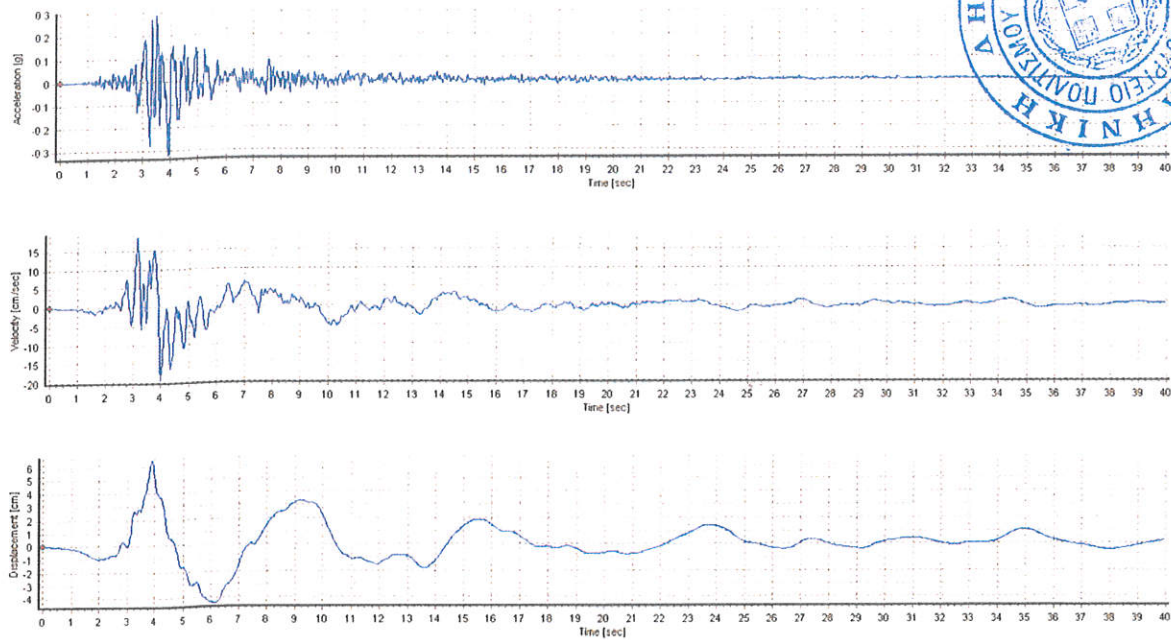
Σχήμα 76. IV.T1244, εγκάρσια διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



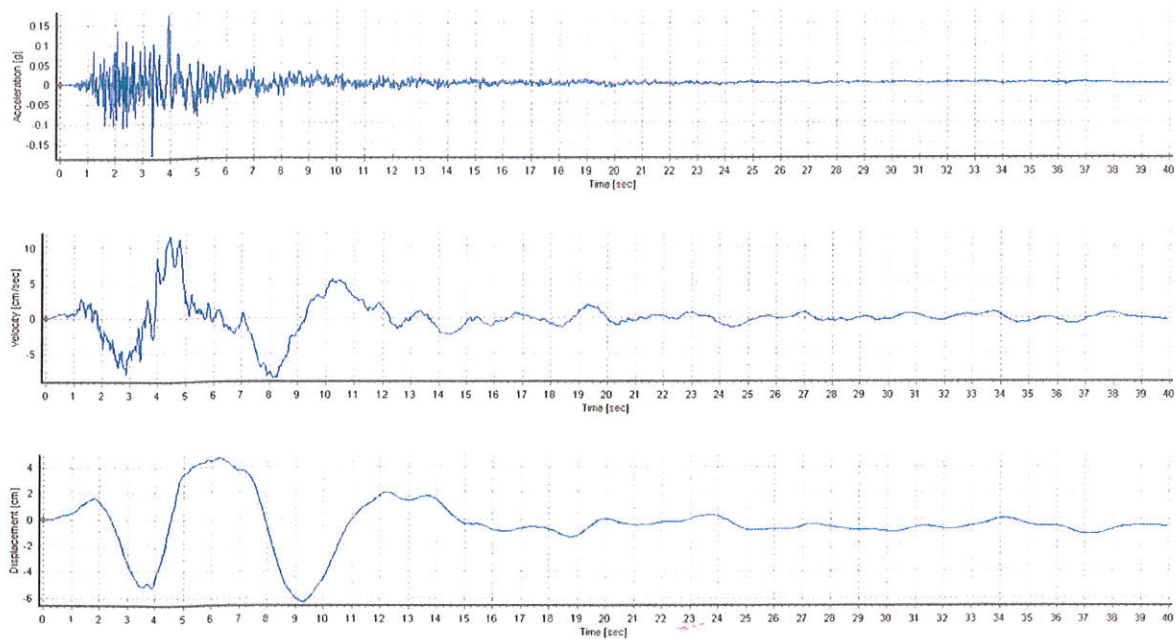
Σχήμα 77. IV.T1244, κατακόρυφη διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



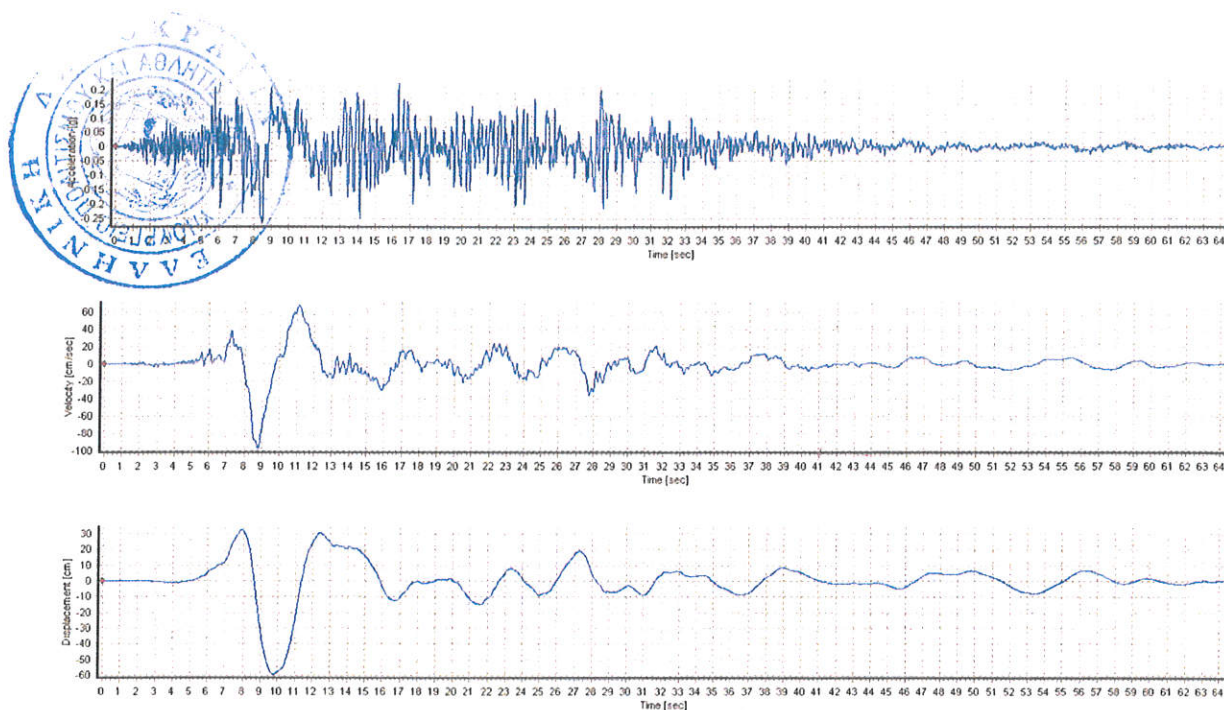
Σχήμα 78. RSN 763, διαμήκης διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



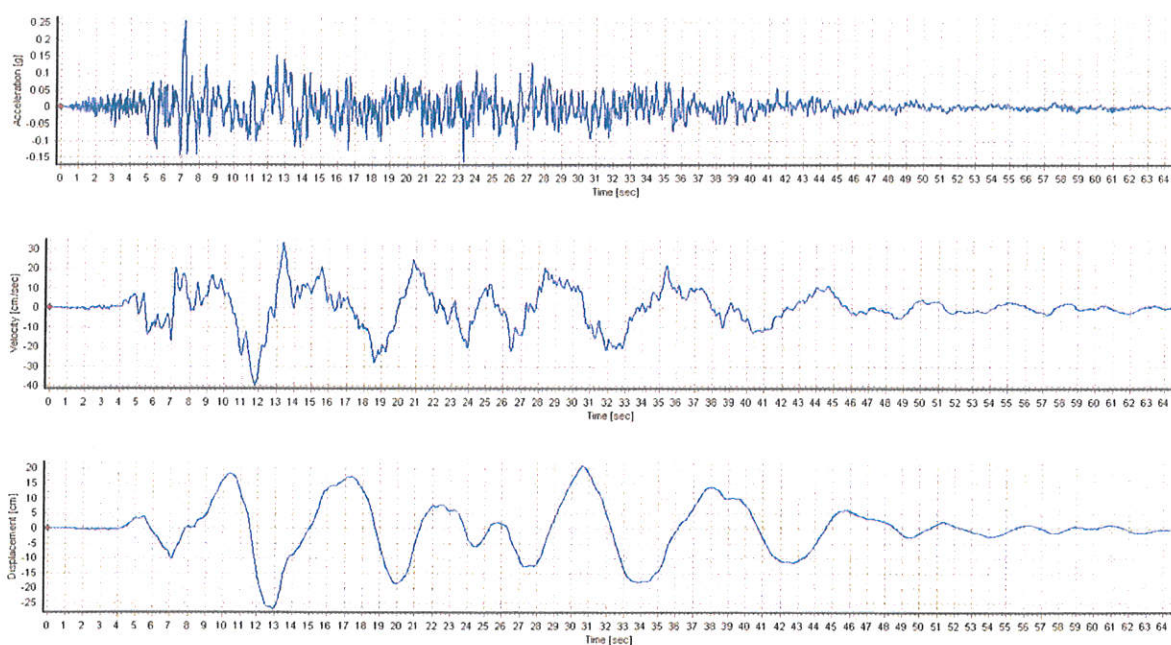
Σχήμα 79. RSN 763, εγκάρσια διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



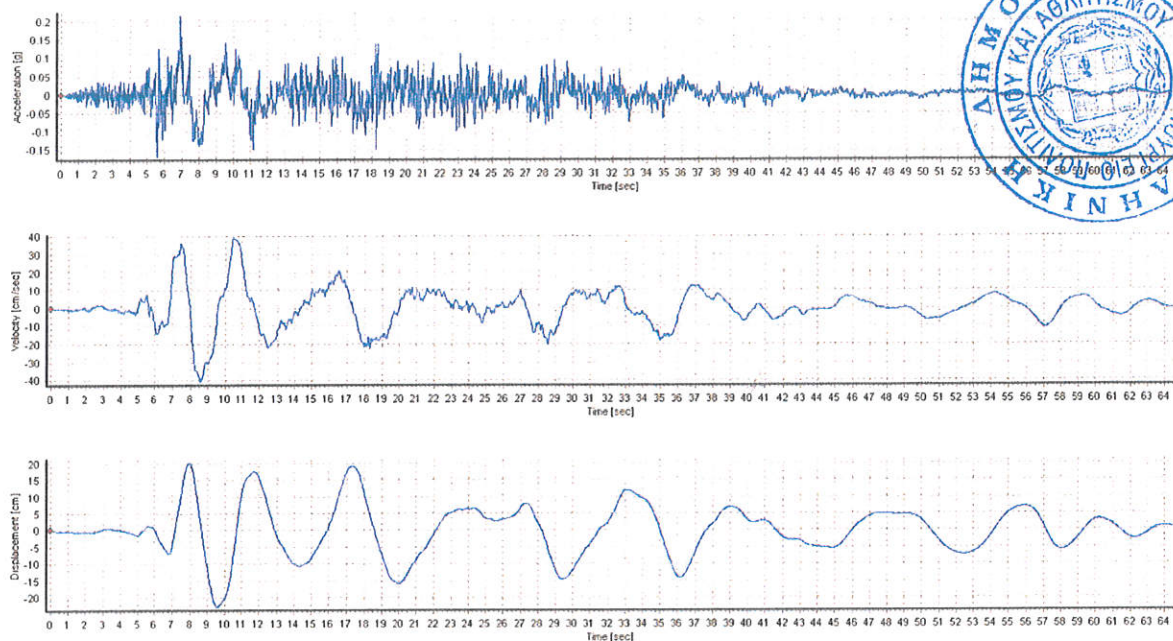
Σχήμα 80. RSN 763, κατακόρυφη διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



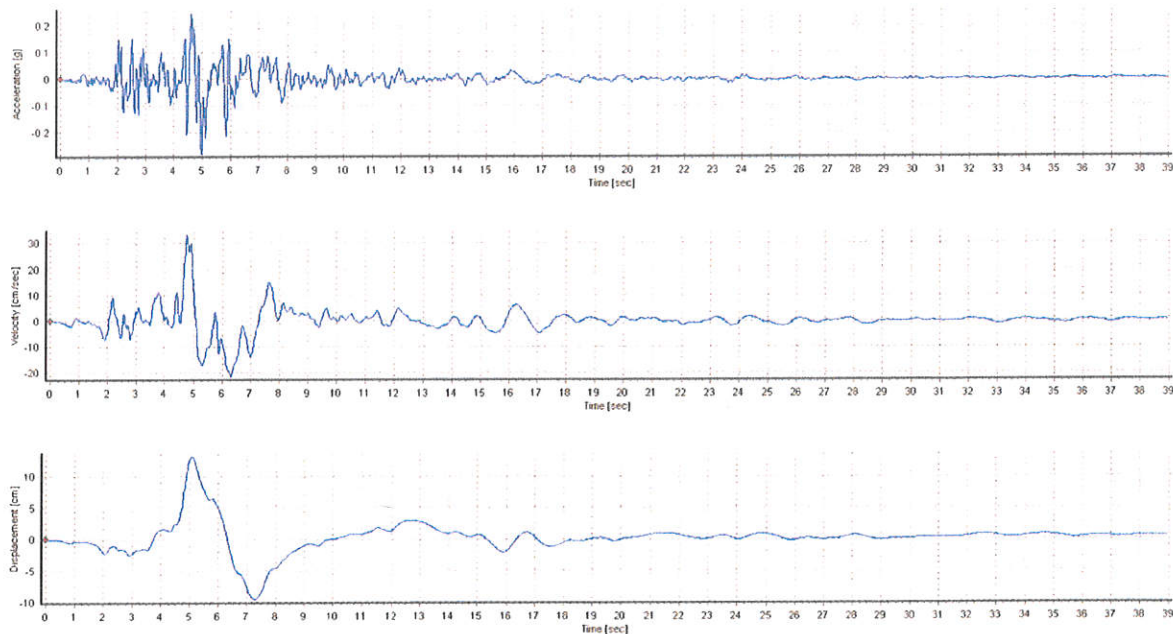
Σχήμα 81. RSN 1510, διαμήκης διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



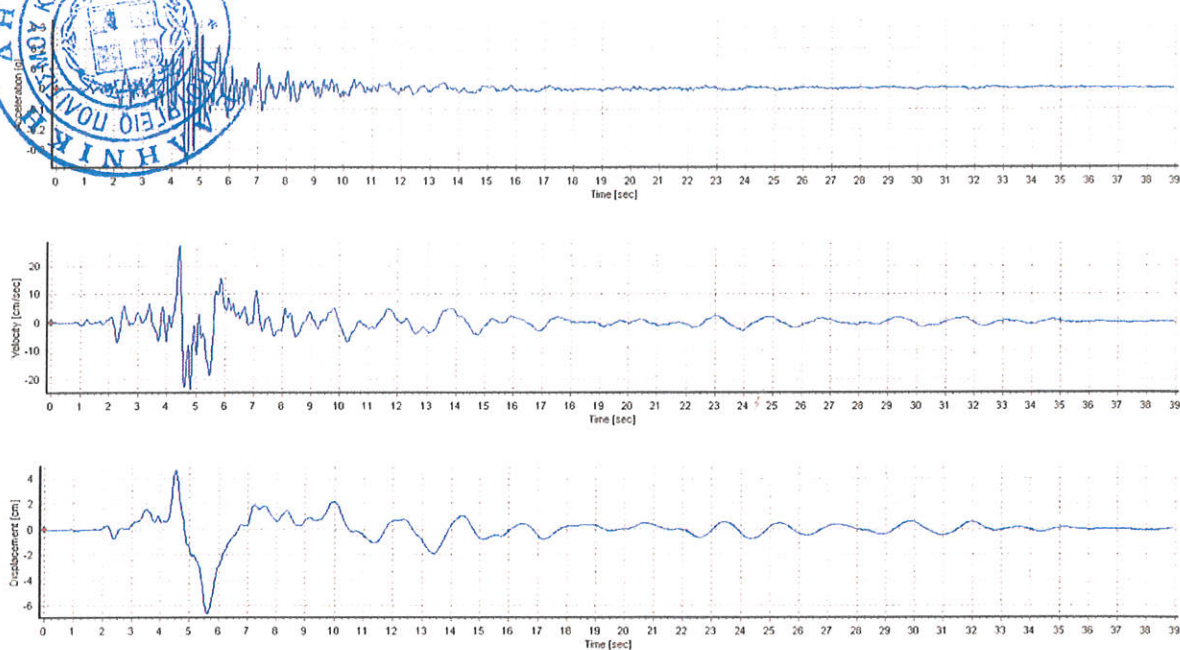
Σχήμα 82. RSN 1510, εγκάρσια διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



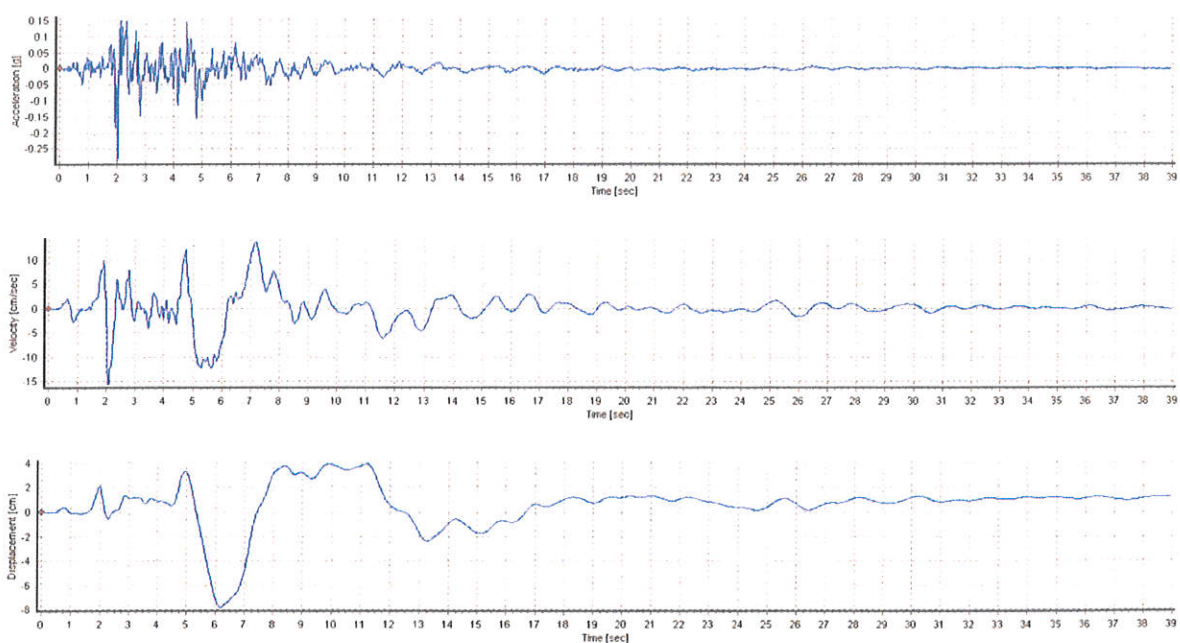
Σχήμα 83. RSN 1510, κατακόρυφη διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



Σχήμα 84. RSN 3473, διαμήκης διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.

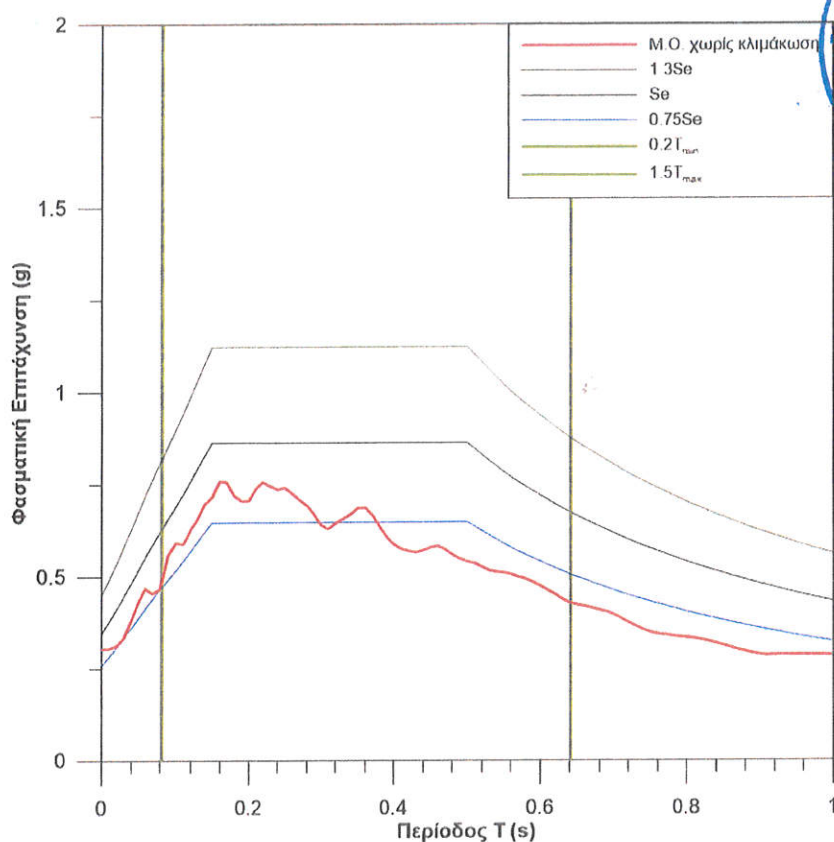


Σχήμα 85. RSN 3473, εγκάρσια διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.

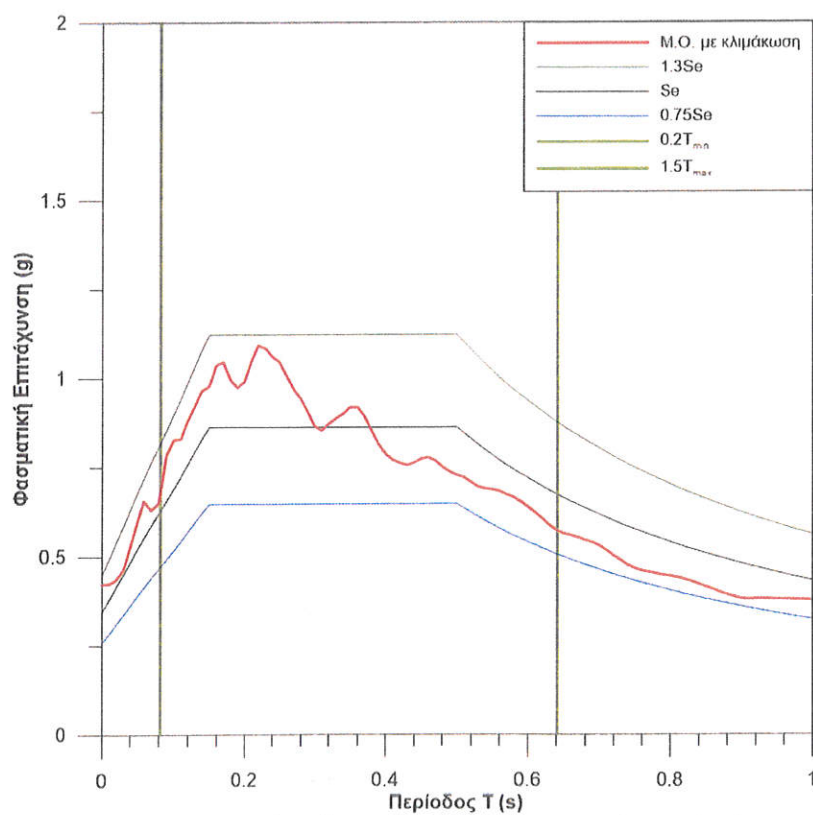


Σχήμα 86. RSN 3473, κατακόρυφη διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης

Στο Σχήμα 87 παρουσιάζεται το χωρίς κλιμάκωση μέσο φάσμα των γεωμετρικών μέσων των δύο οριζοντίων συνιστωσών ($\sqrt{PSA_x \cdot PSA_y}$) κάθε σεισμικού γεγονότος σε σχέση με το στοχευόμενο ελαστικό φάσμα του ΕΚ8, το $0.75 S_e$ και $1.30 S_e$. Στο Σχήμα 88 παρουσιάζεται το ίδιο φάσμα μετά από την απαιτούμενη κατά ΕΚ8 κλιμάκωση, με το συντελεστής που δίνονται στον Πίνακα 6.



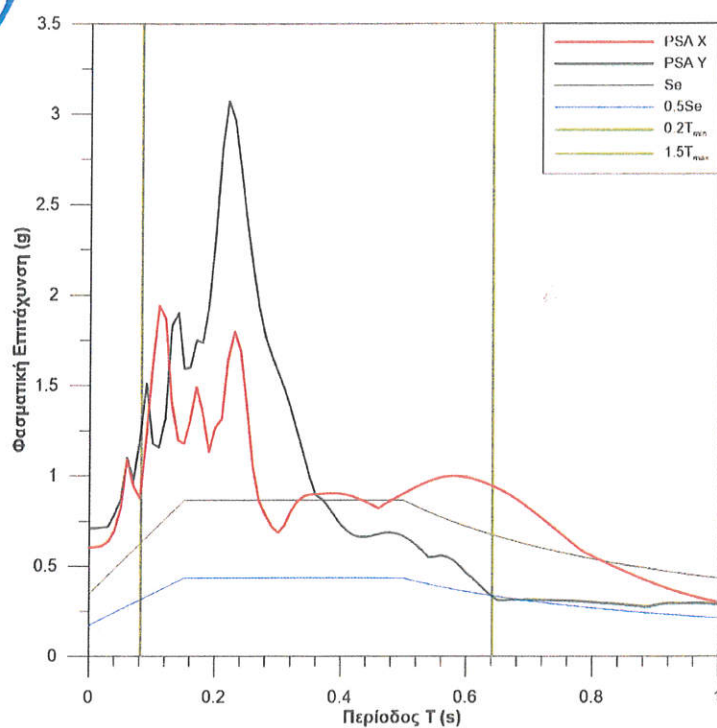
Σχήμα 87. Μέσο φάσμα γεωμετρικών μέσων οριζοντίων συνιστωσών χωρίς κλιμάκωση.



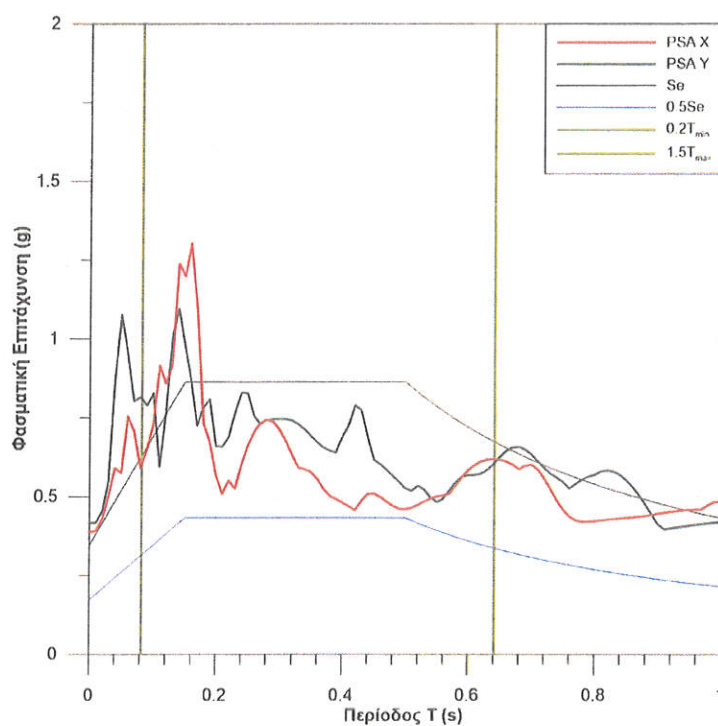
Σχήμα 88. Μέσο φάσμα γεωμετρικών μέσων οριζοντίων συνιστωσών με κλιμάκωση.



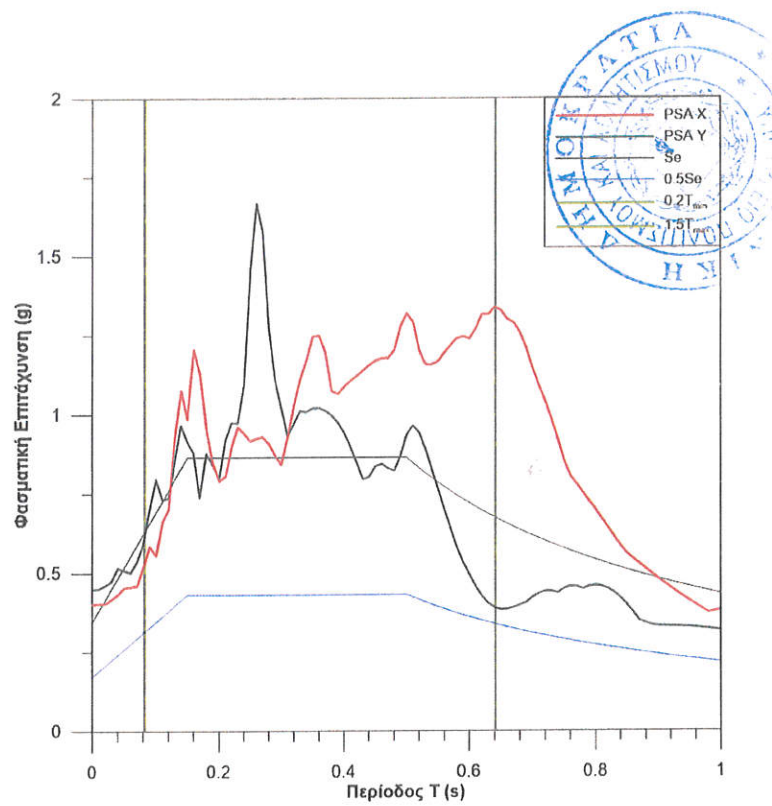
Στα Σχήματα 89-95 φαίνονται τα φάσματα των επιμέρους συνιστωσών κάθε σεισμικής δράσης με κλιμάκωση σε σύγκριση με το $0.50 S_e$ του ΕΚ8.



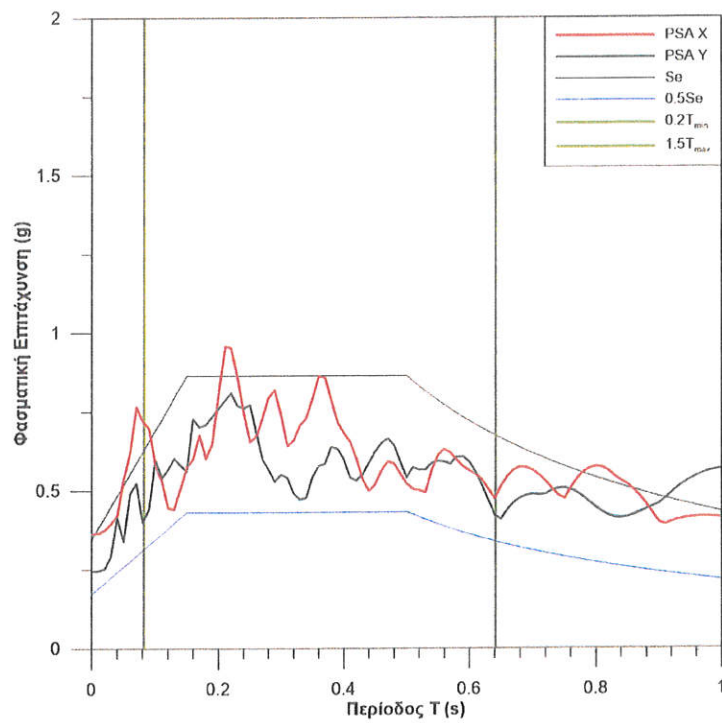
Σχήμα 89. ΗΙ.ΑΤΗ3.



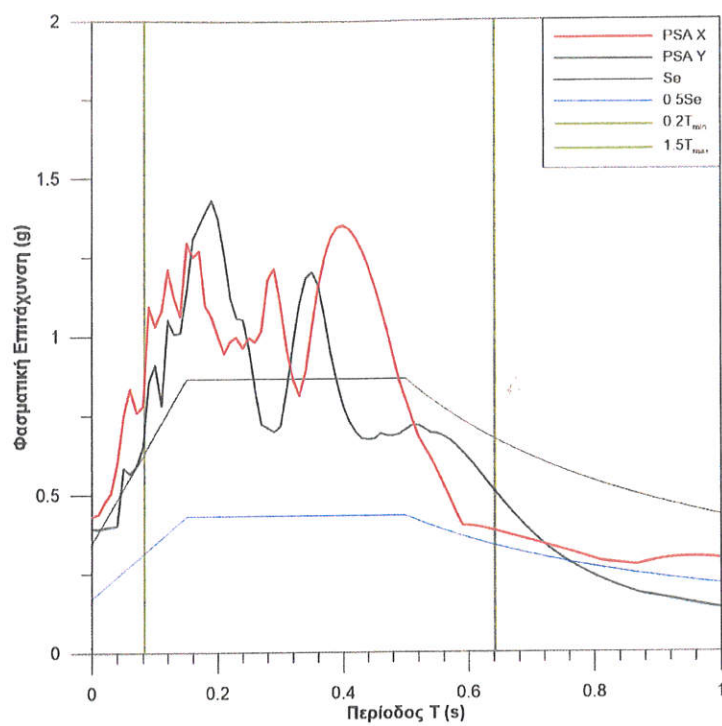
Σχήμα 90. ΙΤ.ΑQΚ.



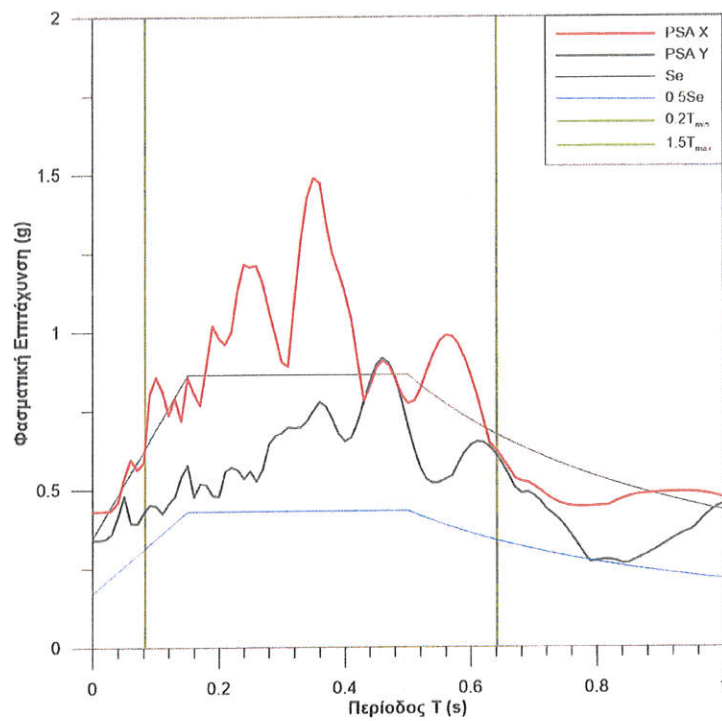
Σχήμα 91. IT.TLM.



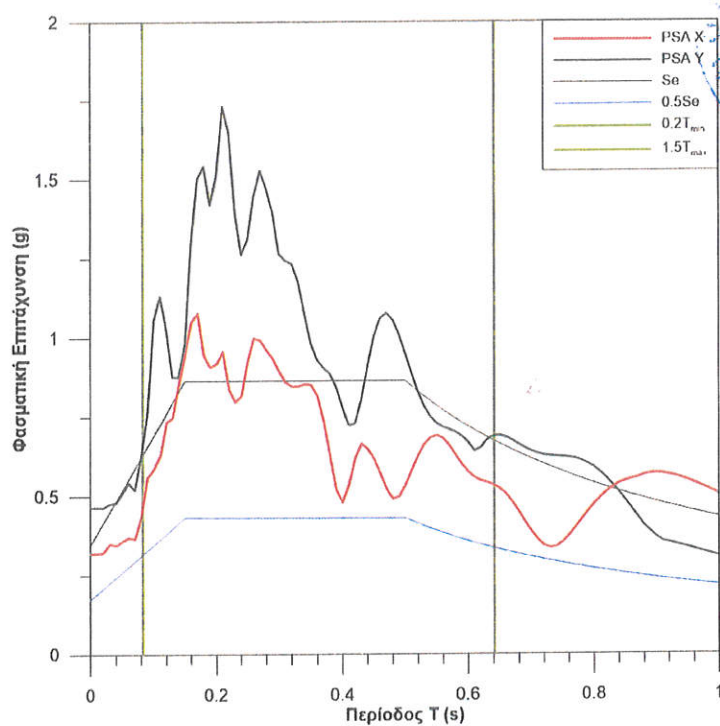
Σχήμα 92. IV.T1244.



Σχήμα 93. RSN 763.



Σχήμα 94. RSN 1510.



Σχήμα 95. RSN 3473.

3.2 Στάθμη βλάβης NC

Επιλέχθηκαν συνολικά 7 τριάδες χρονοϊστοριών καταγεγραμμένων από πραγματικά σεισμικά γεγονότα από τη βάση δεδομένων NGA-West2 του PEER [7] και την αντίστοιχη ευρωπαϊκή βάση ESM του ORFEUS [8], με κριτήρια τέτοια ώστε να ανταποκρίνονται στις εδαφικές συνθήκες της περιοχής του έργου και στην αναμενόμενη μέγιστη εδαφική επιτάχυνση της περιοχής, στην περίπτωση αυτή 0.403 g. Οι επιλεγθείσες καταγραφές παρουσιάζονται συνοπτικά στον Πίνακα 7.

Πίνακας 7. Επιλεγθείσες σεισμικές καταγραφές για στάθμη βλάβης NC – 0.403 g

α/α	Αριθμός καταγραφής στη βάση δεδομένων	Γεγονός	Χρονο-λογία	Σταθμός καταγραφής	Μέγεθος M_w	Συντελεστής Κλιμάκωσης
1	3A.MZ102	Central_Italy 20161030_0000029	2016	Accumoli Madonna delle Coste - ENEA	6.5	1.20
2	IT.AQG ¹¹	L'Aquila	2009	L'Aquila - V. Aterno - Colle Grilli	6.1	1.40
3	IV.T1299	Central_Italy 20161030_0000029	2016	Amatrice, Casale Bucci	6.5	1.50
4	TK.2402 ¹¹	Turkey-1992-0002	1992	AI_178_ERC_MET	6.6	1.00
5	RSN 139	Tabas Iran	1978	Dayhook	7.35	1.20
6	RSN 802 ¹²	Loma Prieta	1989	Saratoga - Aloha Ave	6.93	1.40
7	RSN 1013 ¹³	Northridge-01	1994	LA Dam	6.69	1.00

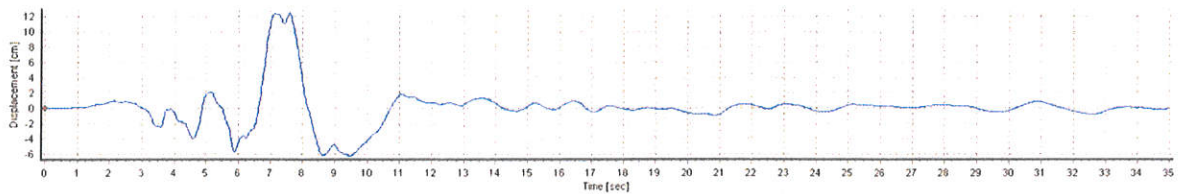
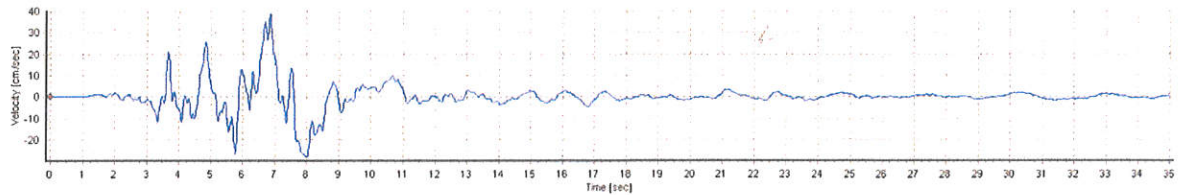
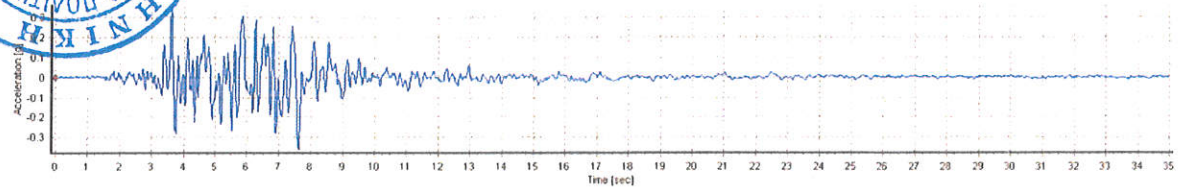
¹¹ Παλμική καταγραφή [8]

¹² Παλμική καταγραφή, $T_F = 4.571$ sec [9]

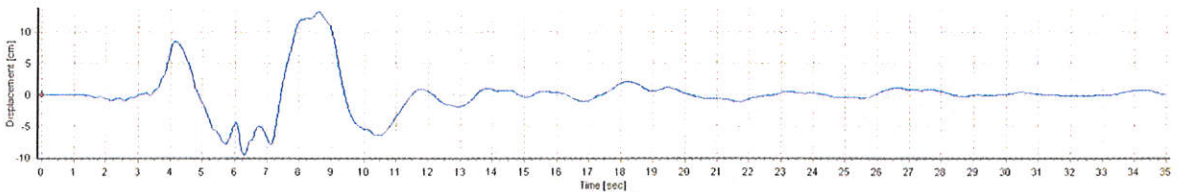
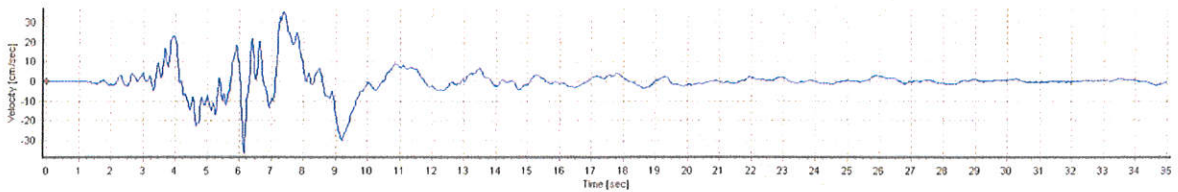
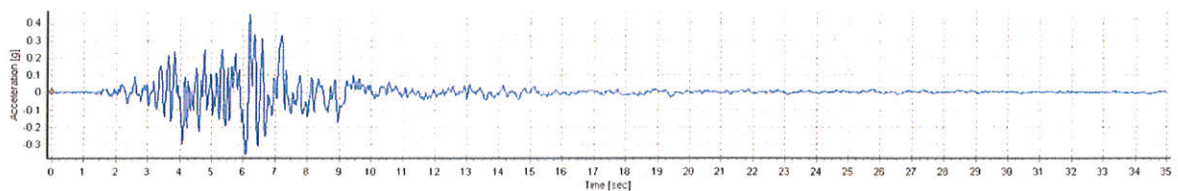
¹³ Παλμική καταγραφή, $T_F = 1.617$ sec [9]



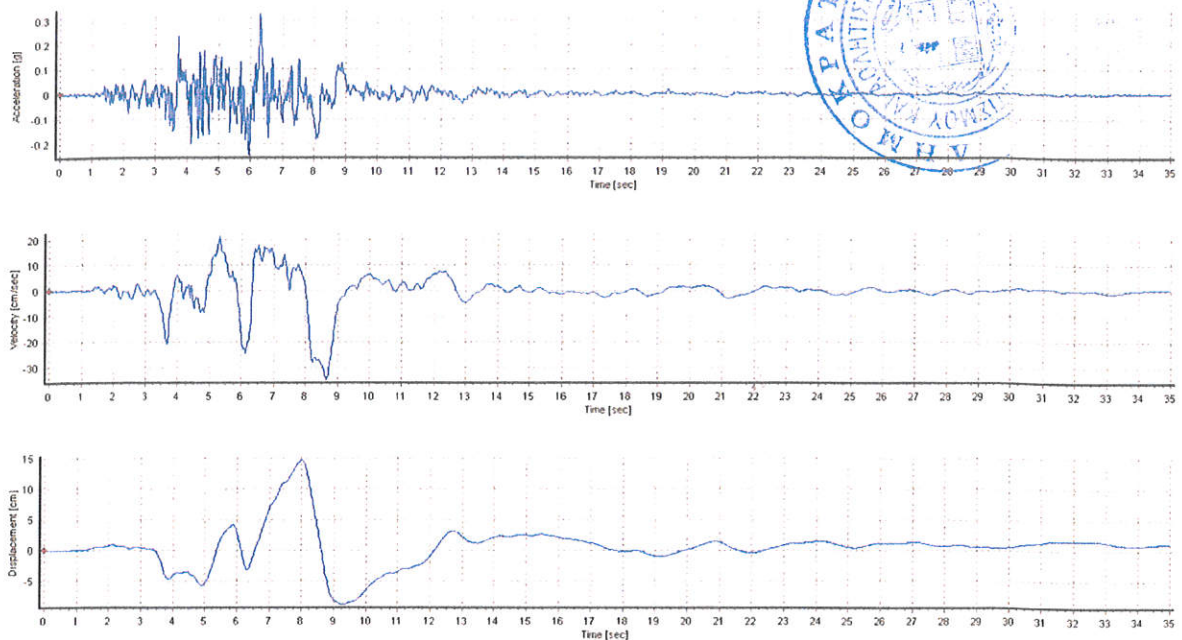
Στα Σχήματα 96 έως 116 δίνονται οι χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης για τις δύο οριζόντιες και την κατακόρυφη συνιστώσα κάθε καταγραφής.



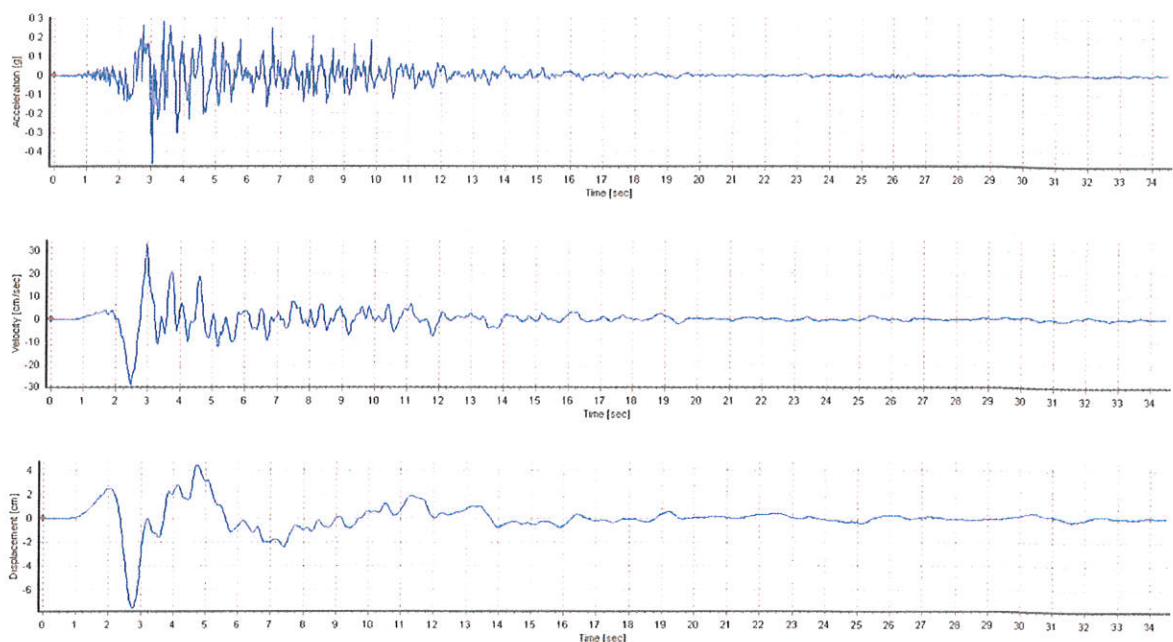
Σχήμα 96. 3A.MZ102, διαμήκης διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



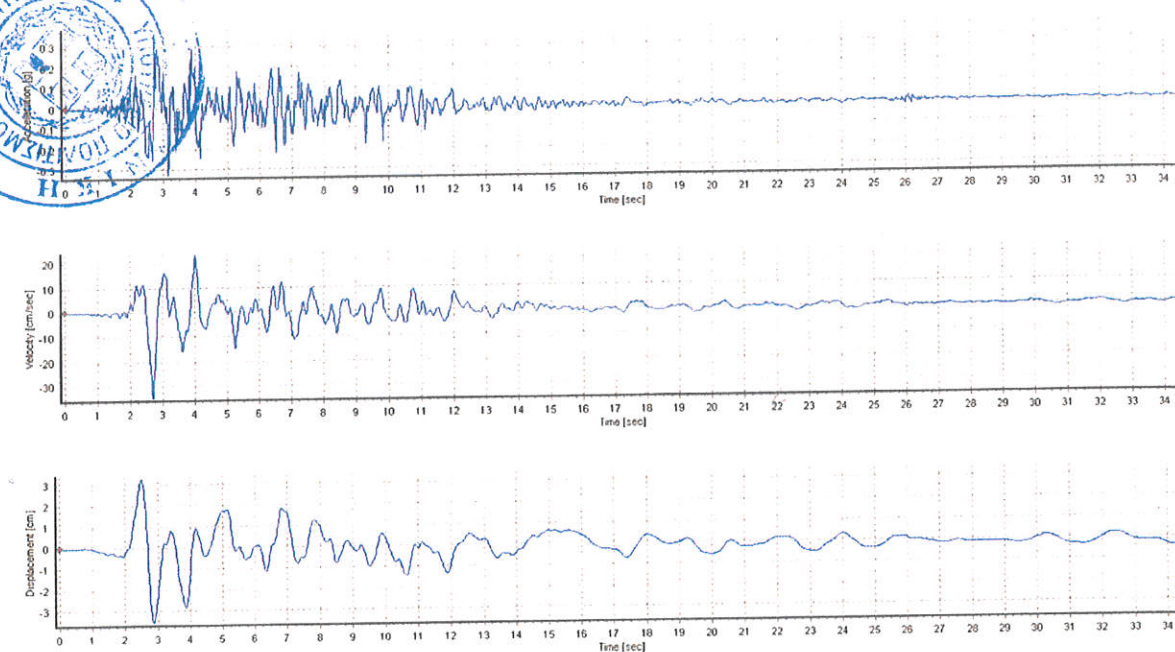
Σχήμα 97. 3A.MZ102, εγκάρσια διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



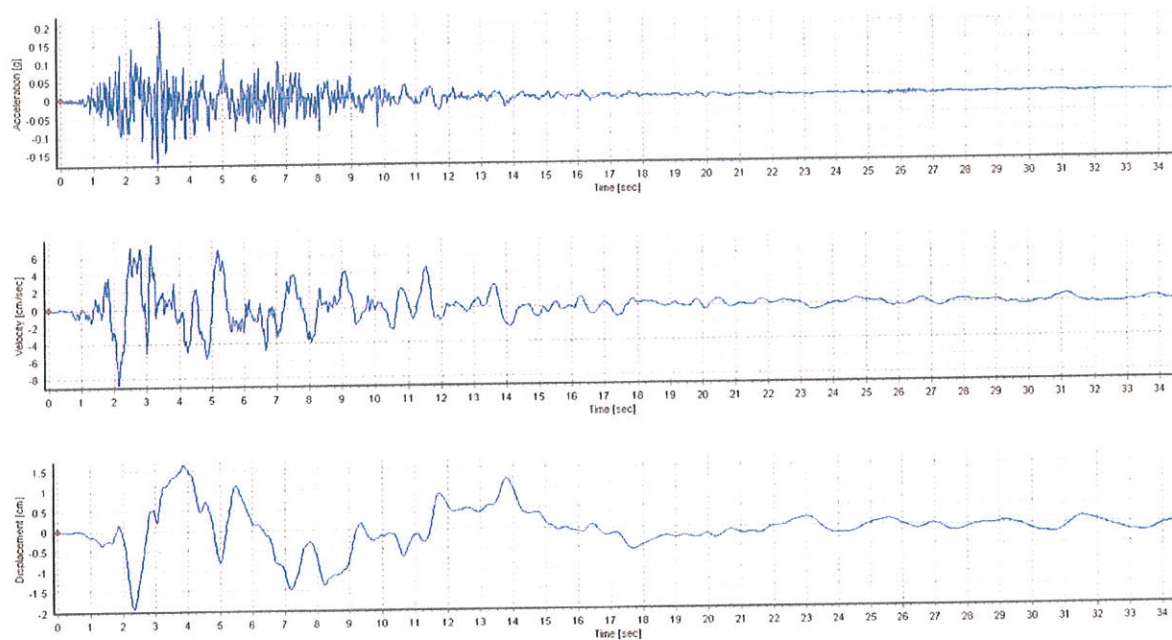
Σχήμα 98. 3A.MZ102, κατακόρυφη διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



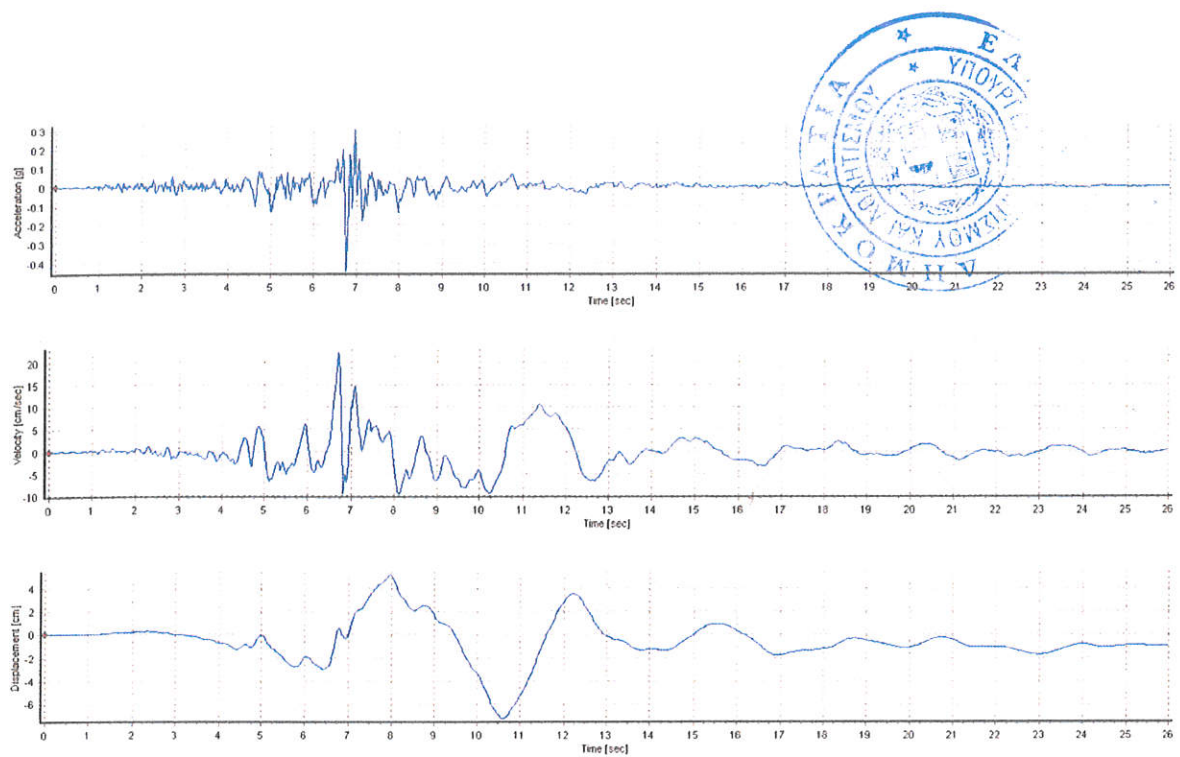
Σχήμα 99. IT.AQG, διαμήκης διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



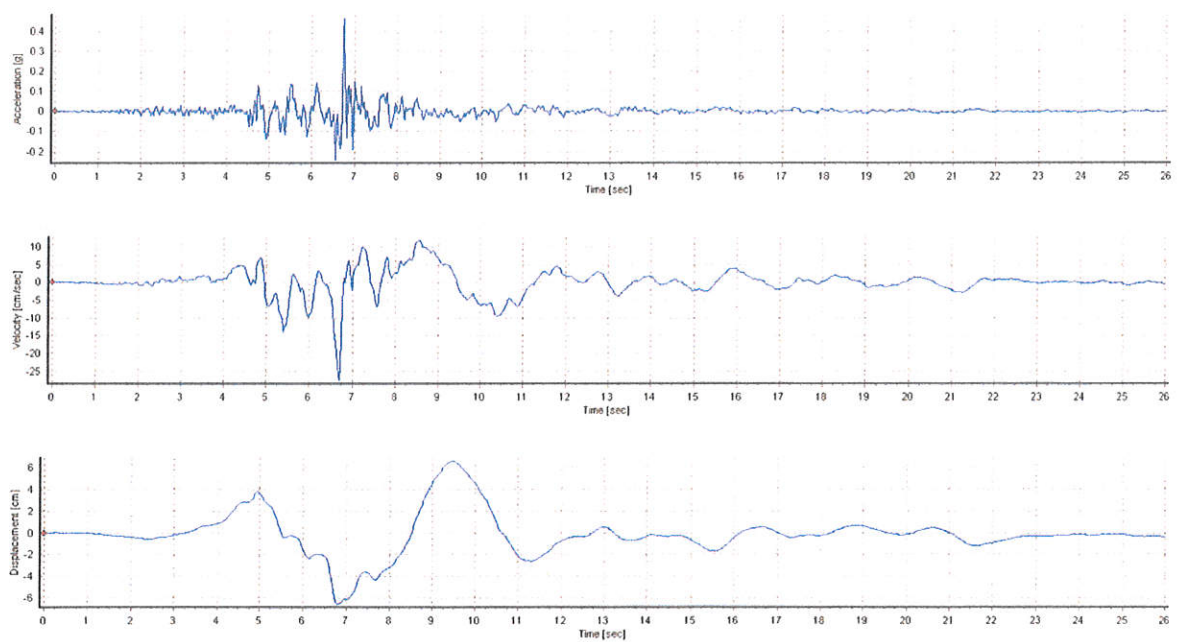
Σχήμα 100. IT.AQG, εγκάρσια διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



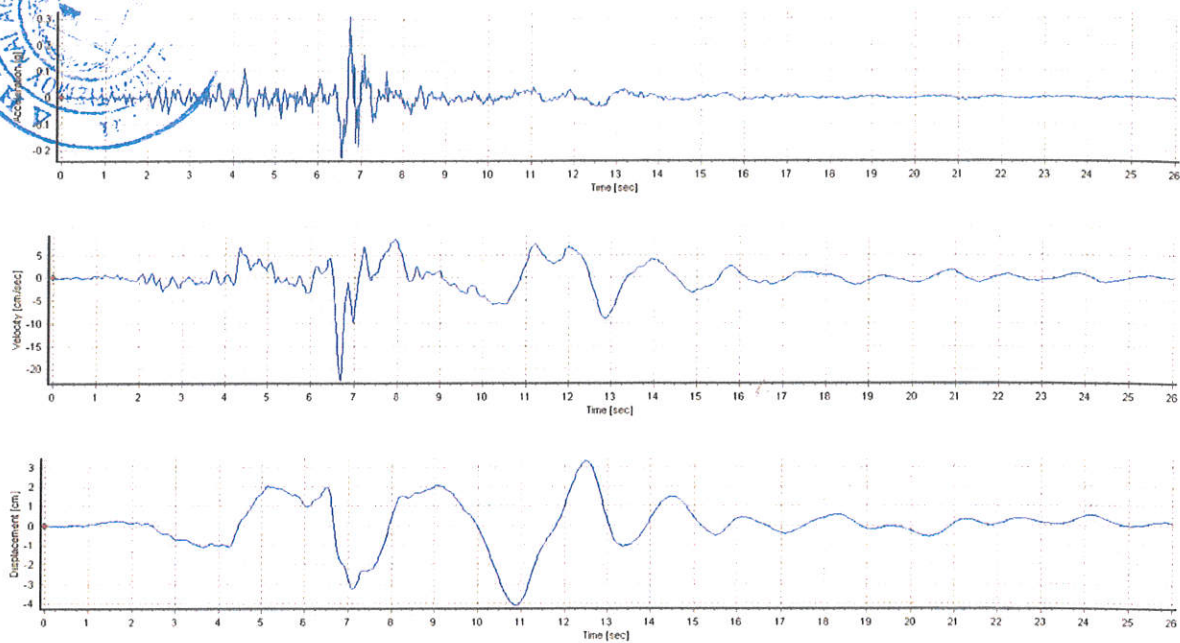
Σχήμα 101. IT.AQG, κατακόρυφη διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



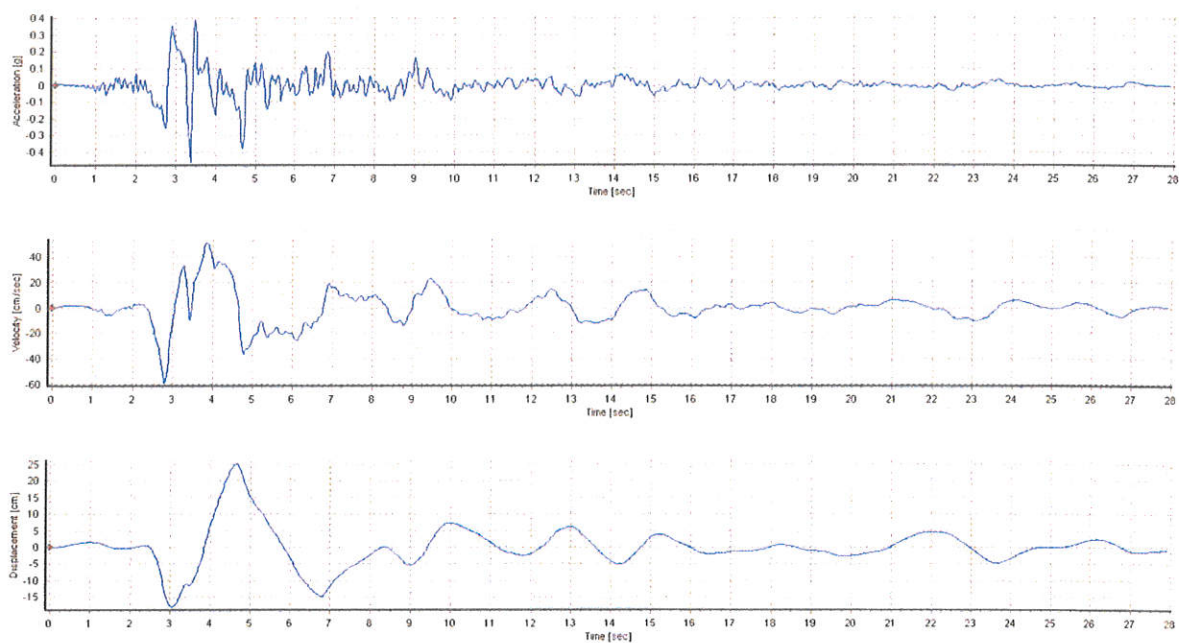
Σχήμα 102. IV.T1299, διαμήκης διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



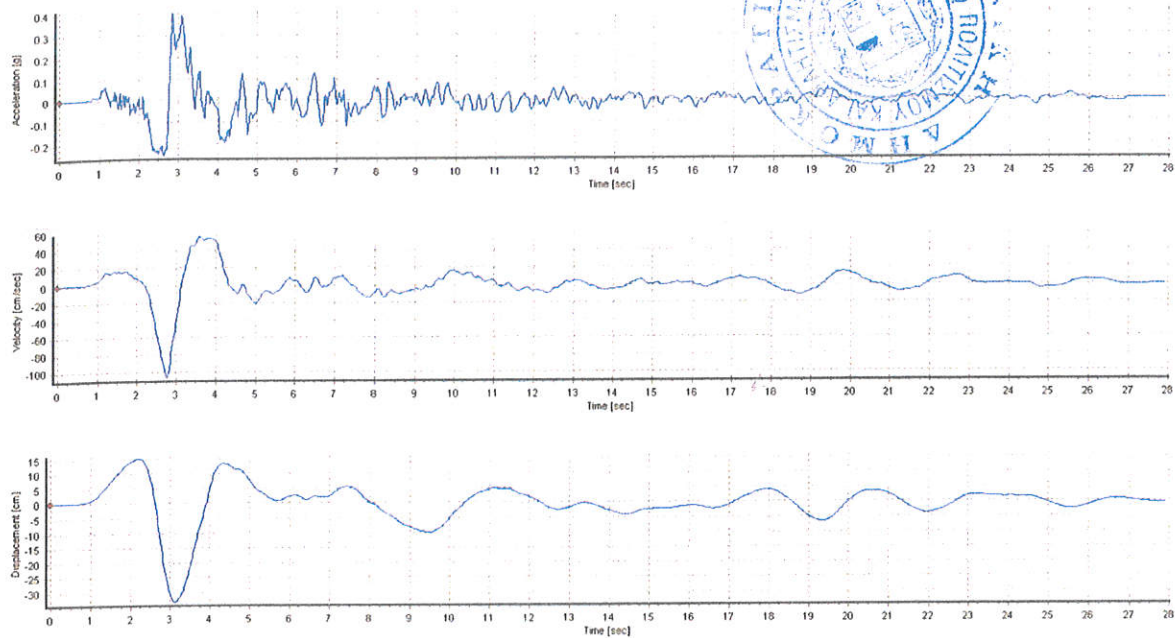
Σχήμα 103. IV.T1299, εγκάρσια διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



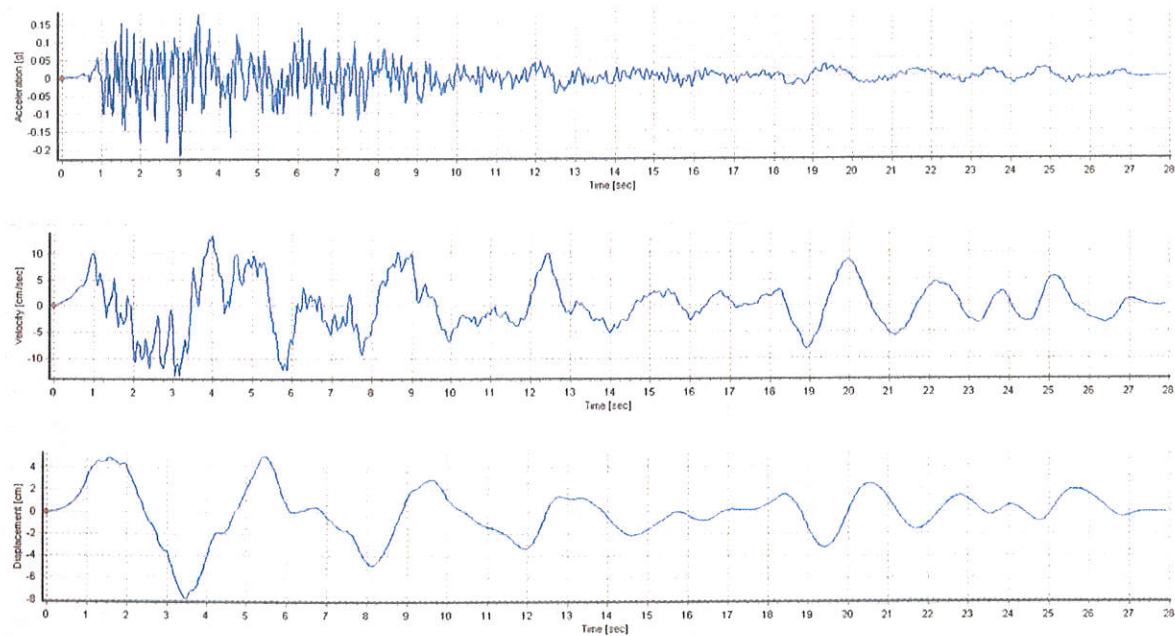
Σχήμα 104. IV.T1299, κατακόρυφη διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



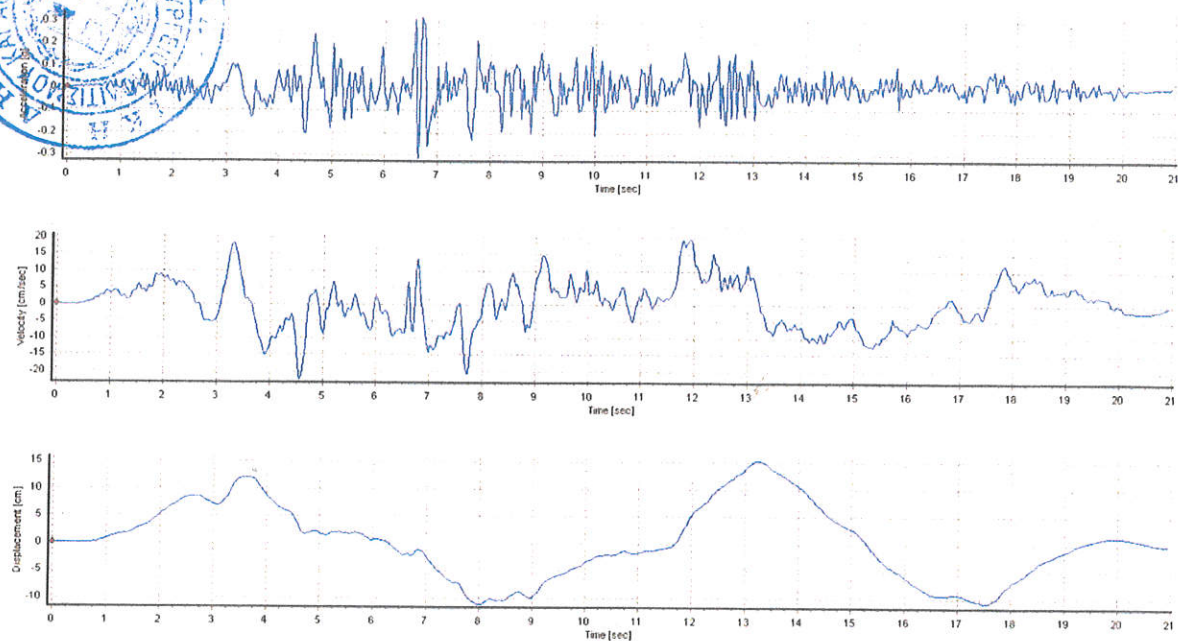
Σχήμα 105. TK.2402, διαμήκης διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



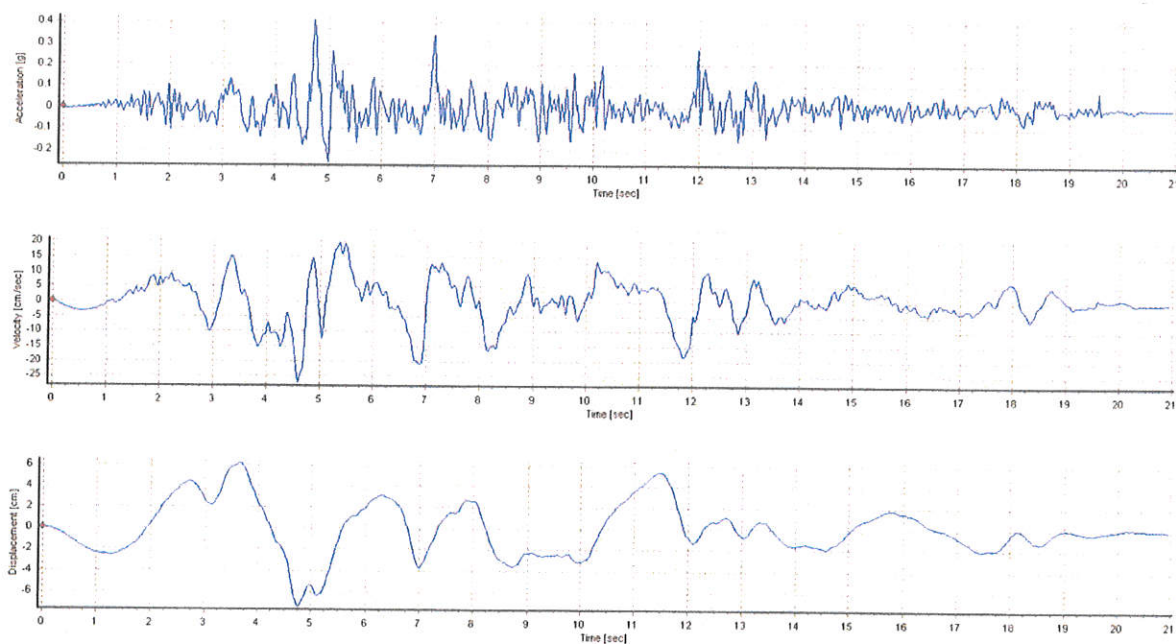
Σχήμα 106. ΤΚ.2402, εγκάρσια διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



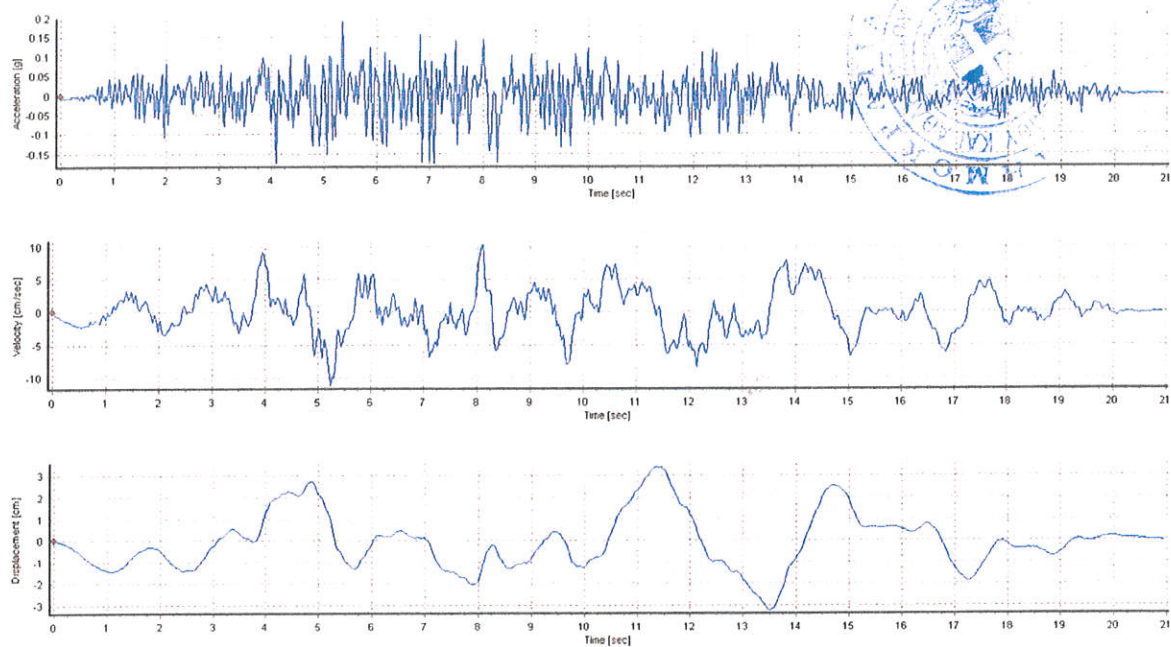
Σχήμα 107. ΤΚ.2402, κατακόρυφη διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



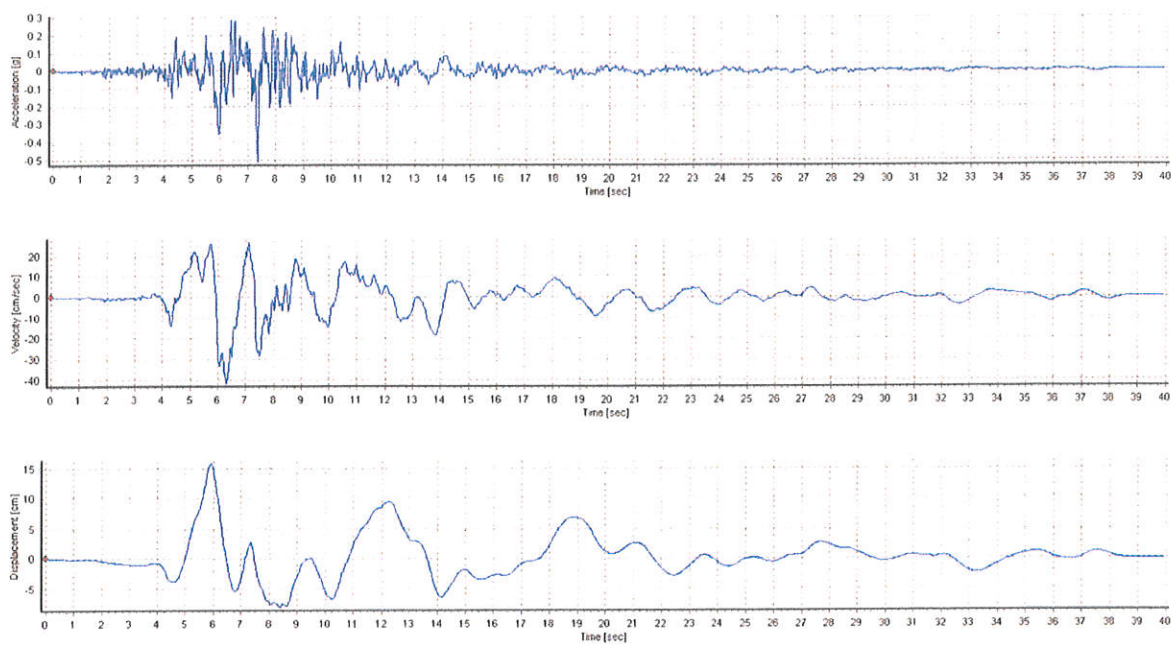
Σχήμα 108. RSN 139, διαμήκης διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



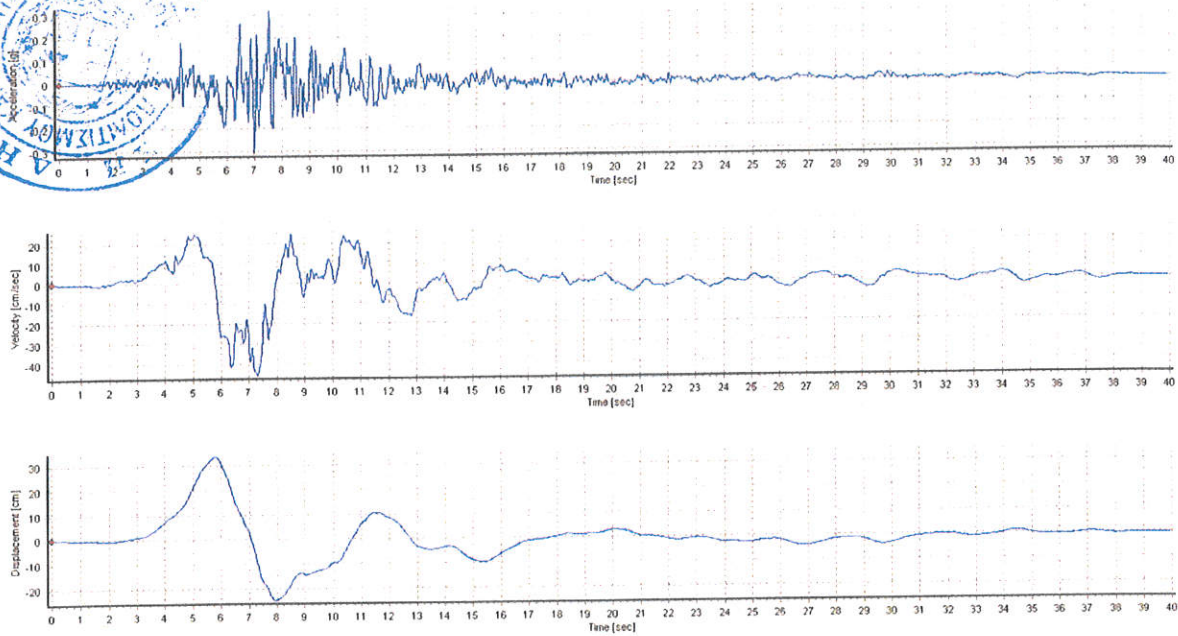
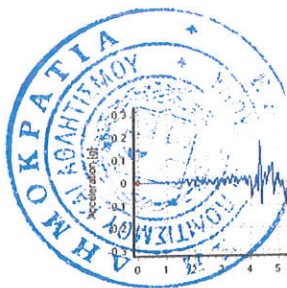
Σχήμα 109. RSN 139, εγκάρσια διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



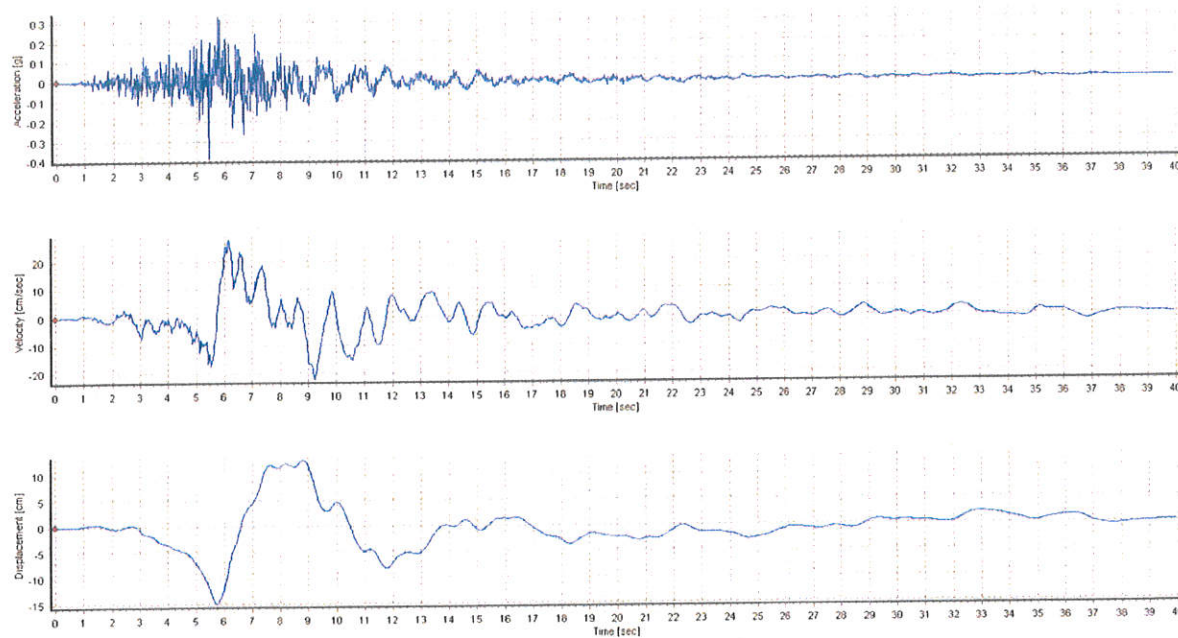
Σχήμα 110. RSN 139, κατακόρυφη διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



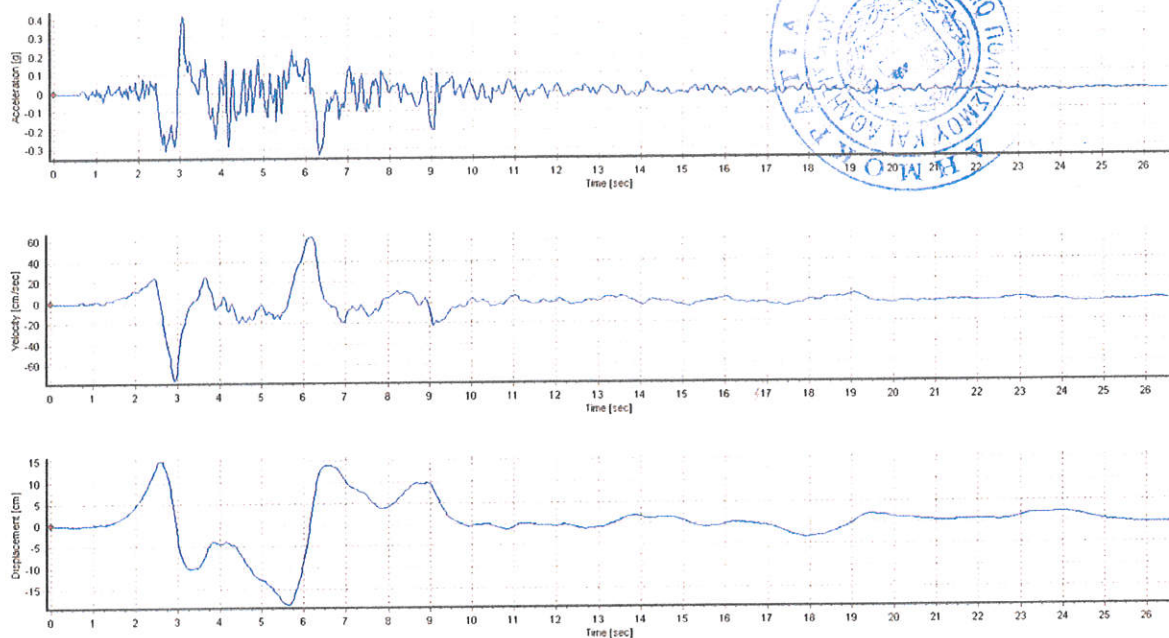
Σχήμα 111. RSN 802, διαμήκης διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



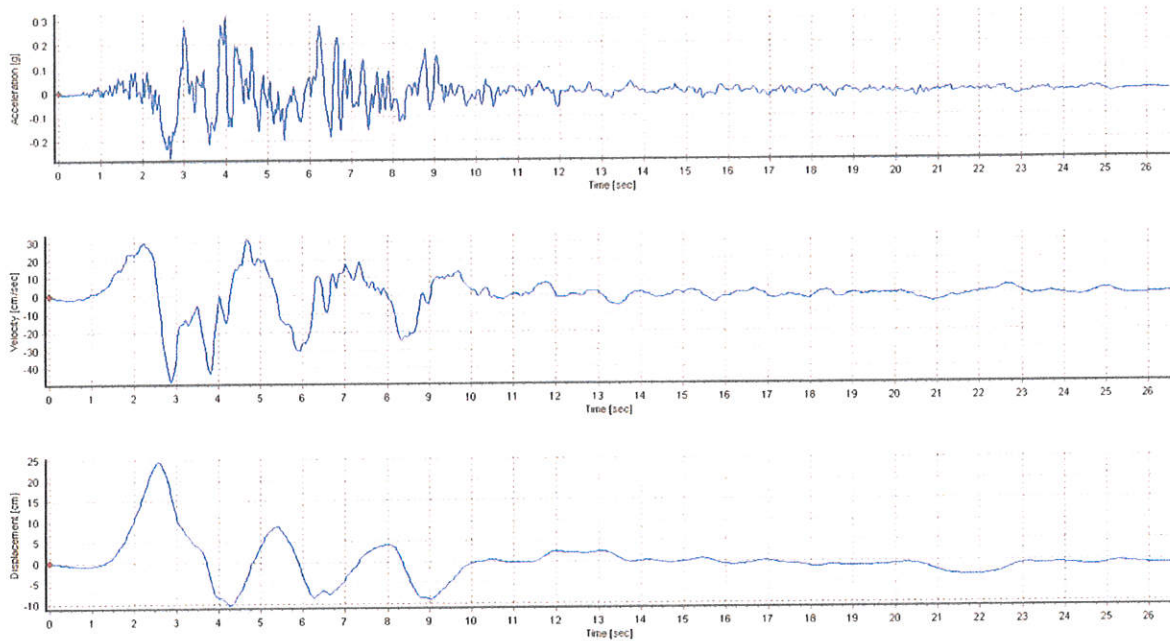
Σχήμα 112. RSN 802, εγκάρσια διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



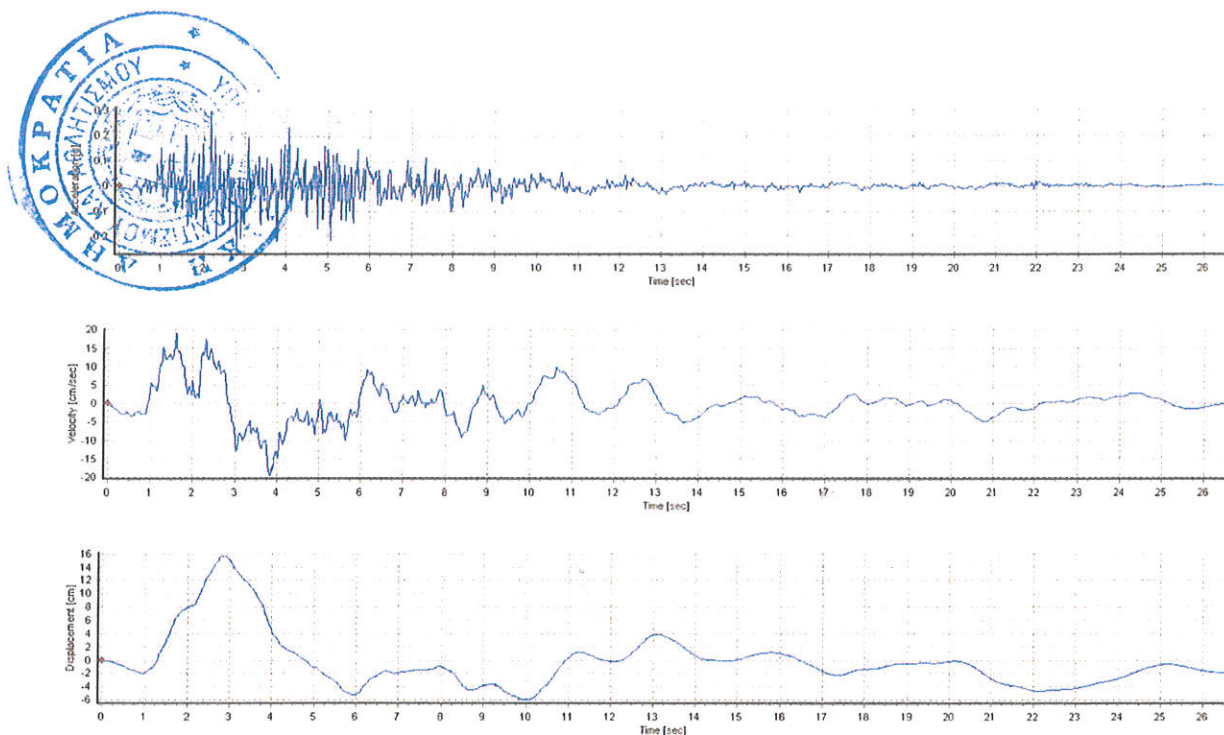
Σχήμα 113. RSN 802, κατακόρυφη διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.



Σχήμα 114. RSN 1013, διαμήκης διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.

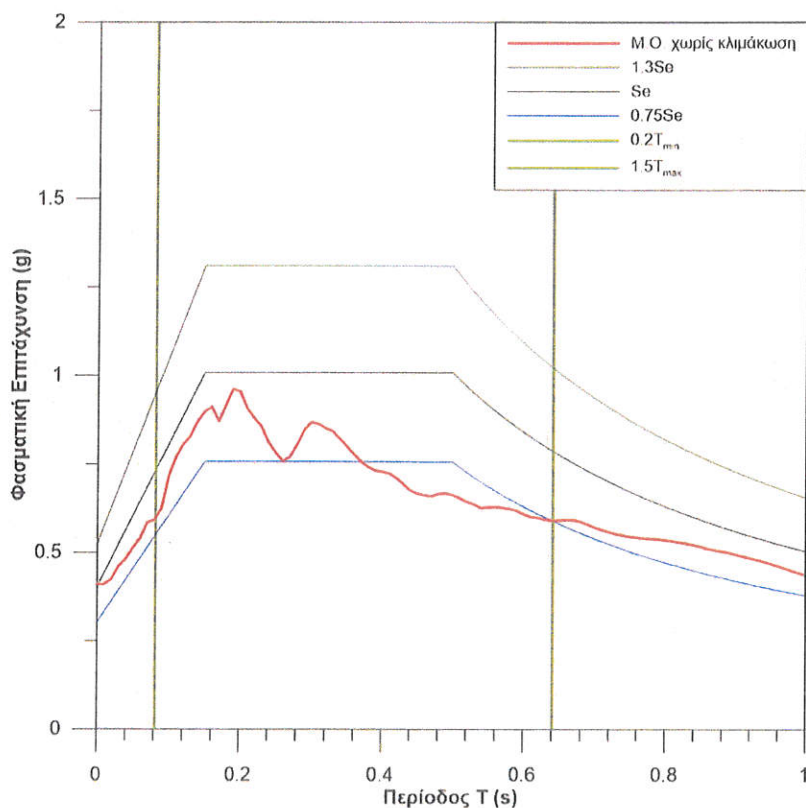


Σχήμα 115. RSN 1013, εγκάρσια διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.

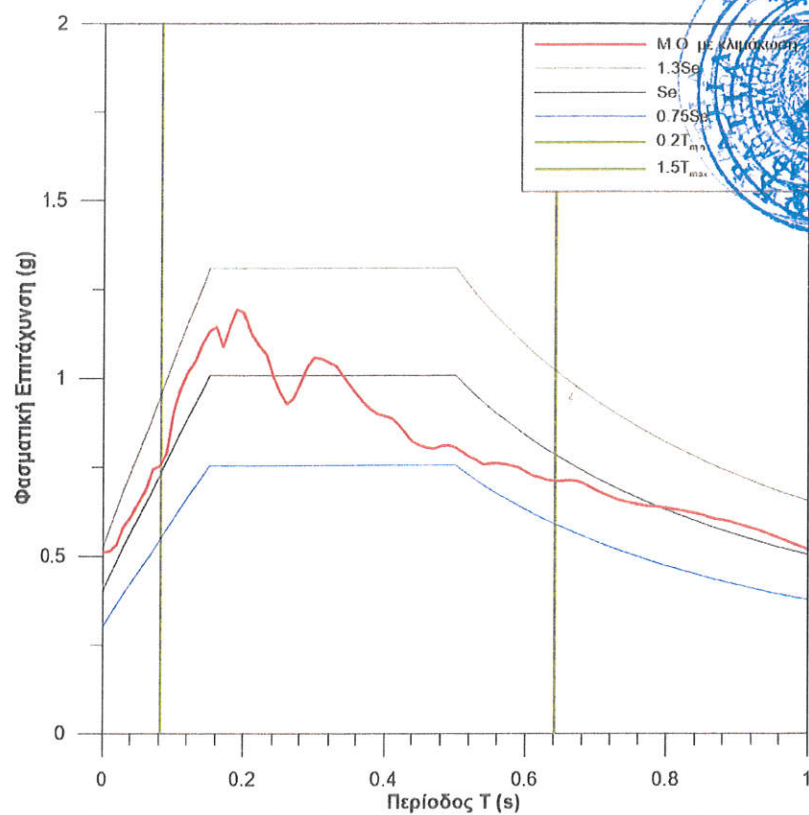


Σχήμα 116. RSN 1013, κατακόρυφη διεύθυνση – Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετατόπισης.

Στο Σχήμα 117 παρουσιάζεται το χωρίς κλιμάκωση μέσο φάσμα των γεωμετρικών μέσων των δύο οριζοντίων συνιστωσών ($\sqrt{PSA_x \cdot PSA_y}$) κάθε σεισμικού γεγονότος σε σχέση με το στοχευόμενο ελαστικό φάσμα του ΕΚ8, το $0.75 S_e$ και $1.30 S_e$. Στο Σχήμα 118 παρουσιάζεται το ίδιο φάσμα μετά από την απαιτούμενη κατά ΕΚ8 κλιμάκωση, με το συντελεστές που δίνονται στον Πίνακα 7.

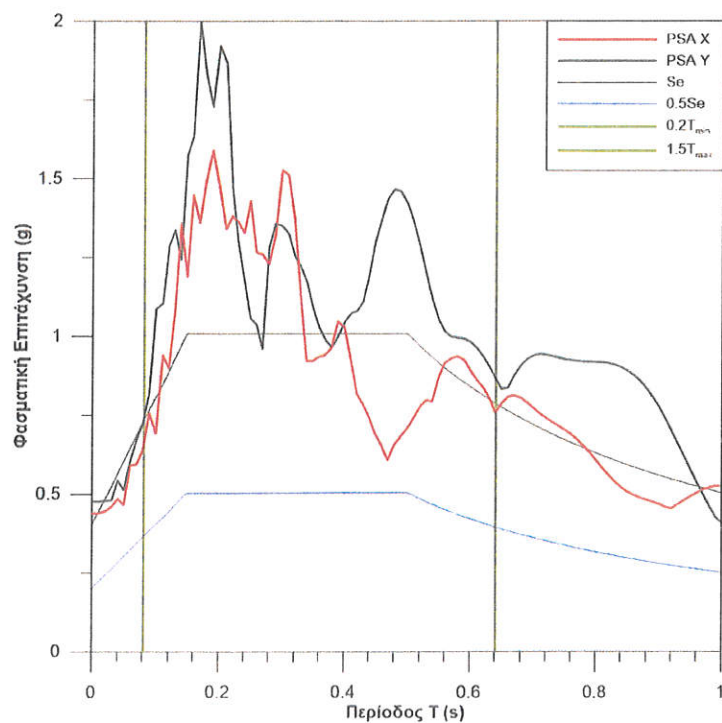


Σχήμα 117. Μέσο φάσμα γεωμετρικών μέσων οριζοντίων συνιστωσών χωρίς κλιμάκωση.

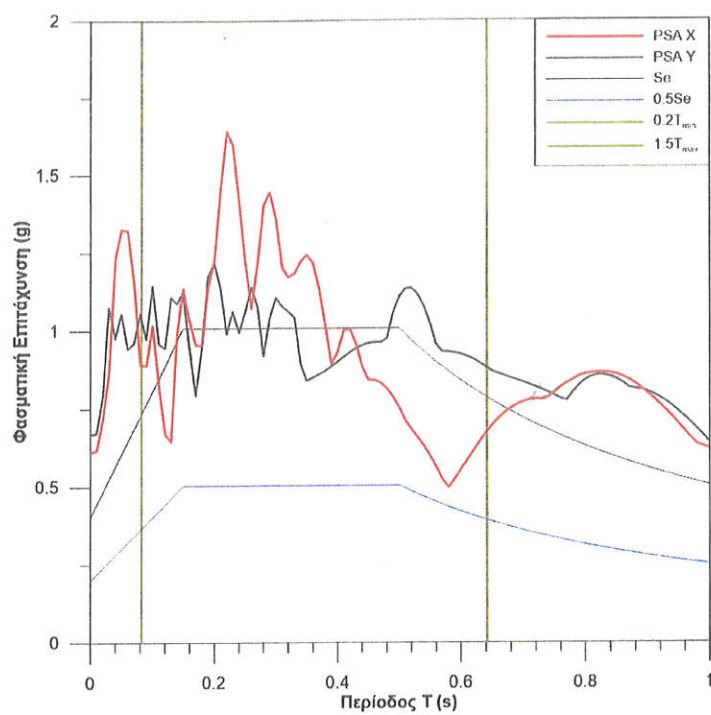


Σχήμα 118. Μέσο φάσμα γεωμετρικών μέσων οριζοντίων συνιστωσών με κλιμάκωση.

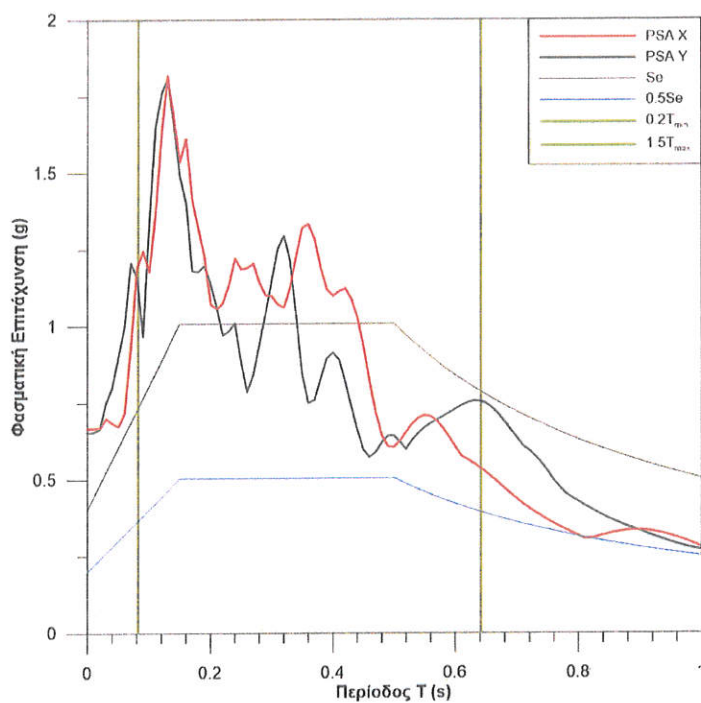
Στα ακόλουθα Σχήματα 119-125 φαίνονται τα φάσματα των επιμέρους συνιστωσών κάθε σεισμικής δράσης με κλιμάκωση σε σύγκριση με το $0.50 S_e$ του ΕΚ8.



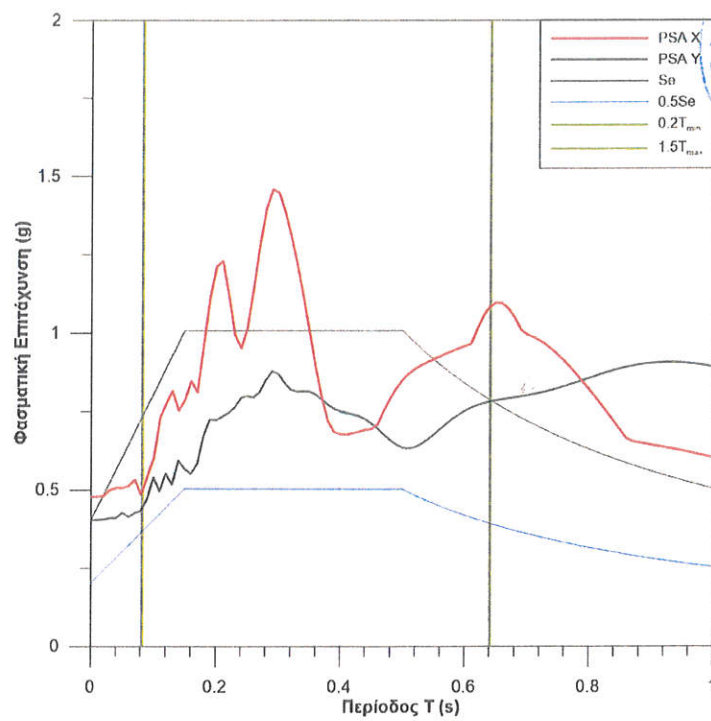
Σχήμα 119. 3A.MZ102.



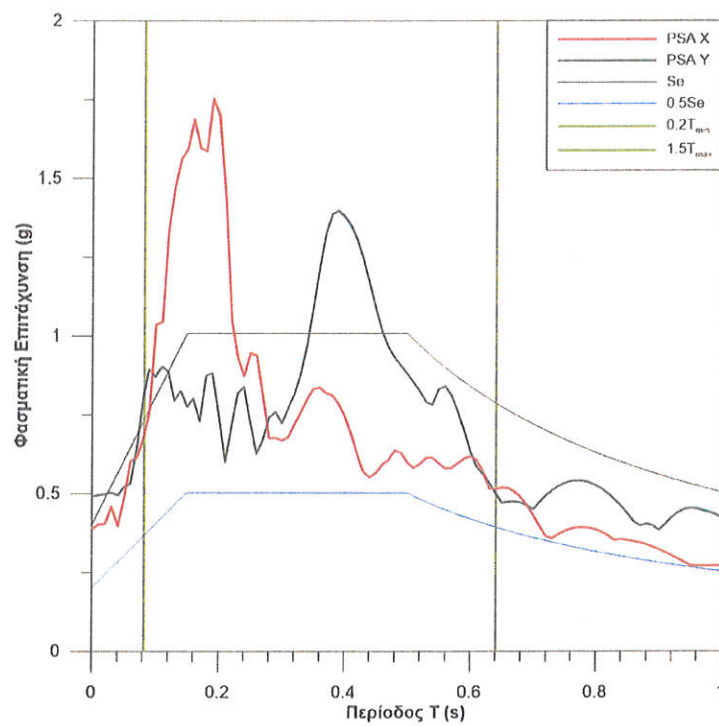
Σχήμα 120. IT.AQG.



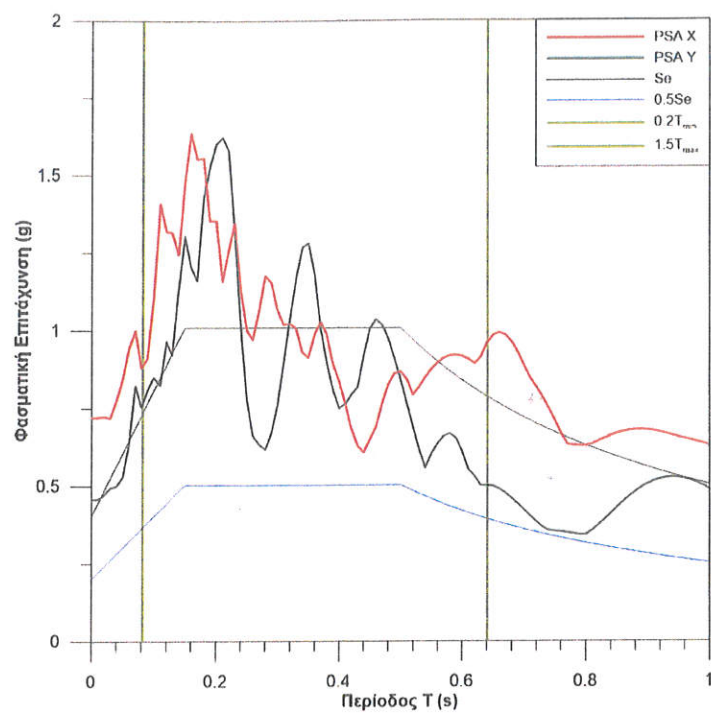
Σχήμα 121. IV.T1299.



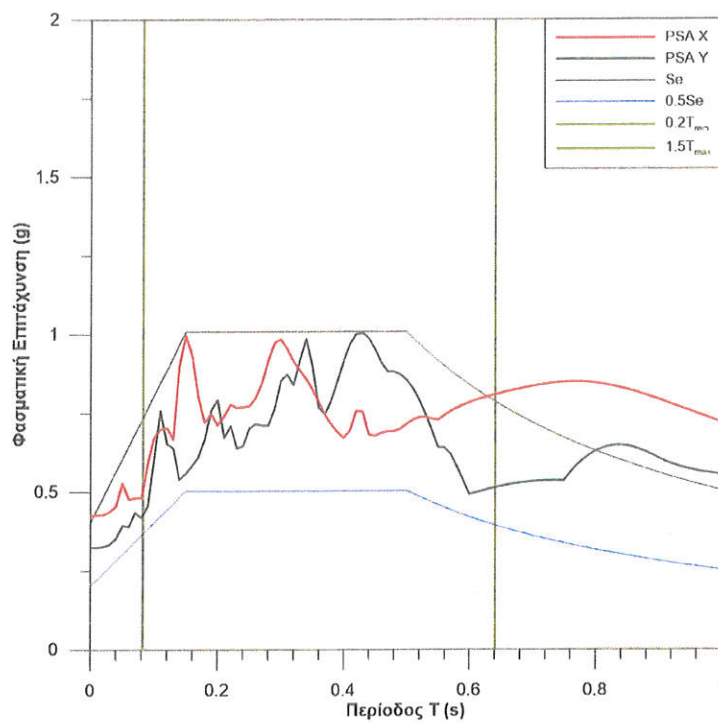
Σχήμα 122. TK.2402.



Σχήμα 123. RSN 139.



Σχήμα 124. RSN 802.



Σχήμα 125. RSN 1013.

4 Βιβλιογραφία

- [1]. Caputo R. and Pavlides S. (2013). The Greek Database of Seismogenic Sources (GreDaSS), version 2.0.0: A compilation of potential seismogenic sources ($M_w > 5.5$) in the Aegean Region. <http://gredass.unife.it/>, doi: 10.15160/unife/gredass/0200
- [2]. Papazachos, V., Papazachos, B., Papazachou, C., & Papazachou, K. (1997). *The earthquakes of Greece*. Editions Ziti.
- [3]. Skarlatoudis, A. A., Papazachos, C. B., Margaris, B. N., Theodulidis, N., Papaioannou, C., Kalogeras, I., Scordilis, E. M. & Karakostas, V. (2003). Empirical peak ground-motion predictive relations for shallow earthquakes in Greece. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 93(6), 2591-2603.
- [4]. Θεοδοουλίδης, Ν., Παπαζάχος, Β. (1992). Ισχυρή σεισμική κίνηση στον Ελληνικό χώρο - απόσβεση μεγίστων εδαφικών και φασματικών τιμών. *Πρακτ. 1ου Ελλην. Συν. Αν/κής Μηχανικής και Τεχνικής Σεισμολογίας*, 1, 30-42.
- [5]. CEN, European Committee for Standardisation TC250/SC8/. *Eurocode 8: Design Provisions for Earthquake Resistance of Structures, Part 1.1: General rules, seismic actions and rules for buildings, EN1998-1* (draft)
- [6]. European Facilities for Earthquake Hazard and Risk, <http://www.efehr.org/en/home/>
- [7]. <https://ngawest2.berkeley.edu/>
- [8]. Luzi L, Puglia R, Russo E & ORFEUS WG5 (2016). *Engineering Strong Motion Database, version 1.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Observatories & Research Facilities for European Seismology*. doi: 10.13127/ESM
- [9]. Shahi S, Baker J (2012). *Pulse Classifications from NGA West2 database*, https://web.stanford.edu/~bakerjw/pulse_classification_v2/Pulse-like-records.html

Αθήνα, Μάρτιος 2021
Ο συντάξας μηχανικός



Χ. Μουζάκης,
Πολιτικός Μηχανικός Ε.Μ.Π.
Αναπληρωτής Καθηγητής Ε.Μ.Π.
Διευθυντής Εργαστηρίου Αντισεισμικής Τεχνολογίας Ε.Μ.Π.

Το παρόν σχέδιο συνοδεύει
την με αριθ. πρωτ. 334848/12-7-22
ΥΠ.ΠΟ.Α./ΓΔΑΜΤΕ/ΔΑΒΜΜ.....



