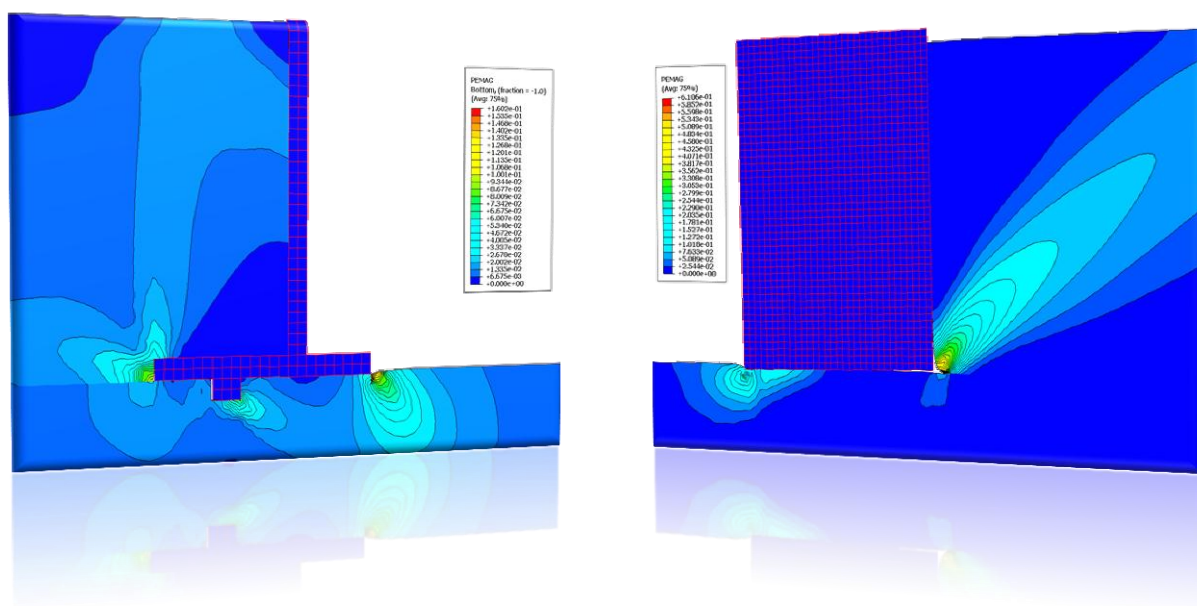


ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΙΧΩΝ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ: ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΠΕΙΡΑΜΑ

Διπλωματική Εργασία
Λουίζος Τσαντήλας

Επιβλέπων
Γιώργος Γκαζέτας, Καθηγητής ΕΜΠ



SEISMIC ANALYSIS OF RETAINING WALLS: ANALYSIS AND TEST

Diploma Thesis
Louizos Tsantilas

Supervised by
George Gazetas, Professor NTUA

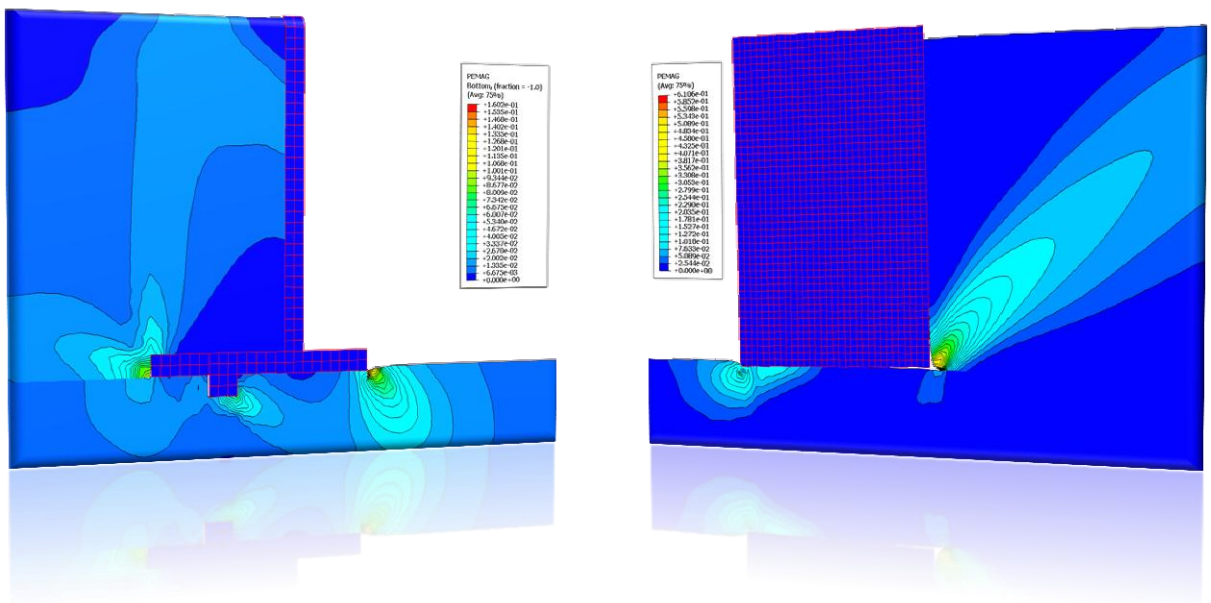
ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΙΧΩΝ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ: ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ

Διπλωματική Εργασία

Λουίζος Τσαντήλας

Επιβλέπων

Γιώργος Γκαζέτας, Καθηγητής ΕΜΠ



SEISMIC ANALYSIS OF RETAINING WALLS: ANALYZES AND TESTS

Diploma Thesis

Louizos Tsantilas

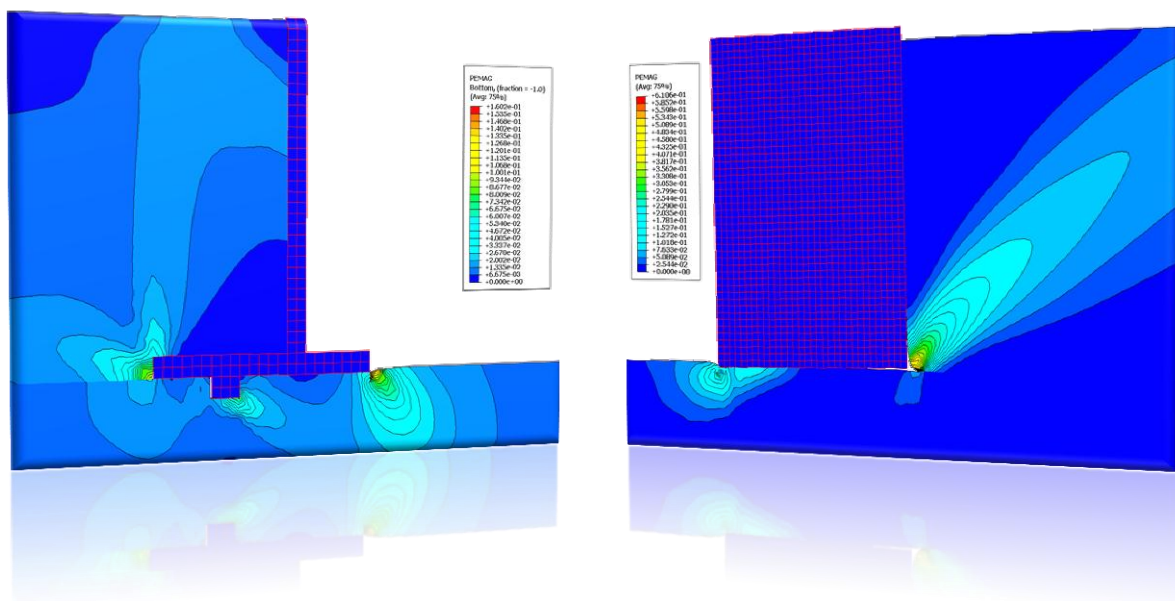
Supervised by

George Gazetas, Professor NTUA

ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΙΧΩΝ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ: ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΠΕΙΡΑΜΑ

Διπλωματική Εργασία
Λουίζος Τσαντήλας

Επιβλέπων
Γιώργος Γκαζέτας, Καθηγητής ΕΜΠ



SEISMIC ANALYSIS OF RETAINING WALLS: ANALYSIS AND TEST

Diploma Thesis
Louizos Tsantilas

Supervised by
George Gazetas, Professor NTUA

Copyright © Λουίζος Τσαντήλας, 2015

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση σε αρχείο πληροφοριών, διανομή, αναπαραγωγή, μετάφραση ή μετάδοση της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό, υπό οποιαδήποτε μορφή και με οποιοδήποτε μέσο επικοινωνίας, ηλεκτρονικό ή μηχανικό, χωρίς την προηγούμενη έγγραφη άδεια του συγγραφέα. Επιτρέπεται η αναπαραγωγή, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν στη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από τη Σχολή Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα (Ν. 5343/1932, Άρθρο 202).

Copyright © Louizos Tsantilas, 2015

All Rights Reserved

Neither the whole nor any part of this diploma thesis may be copied, stored in a retrieval system, distributed, reproduced, translated, or transmitted for commercial purposes, in any form or by any means now or hereafter known, electronic or mechanical, without the written permission from the author. Reproducing, storing and distributing this thesis for non-profitable, educational or research purposes is allowed, without prejudice to reference to its source and to inclusion of the present text. Any queries in relation to the use of the present thesis for commercial purposes must be addressed to its author.

Approval of this diploma thesis by the School of Civil Engineering of the National Technical University of Athens (NTUA) does not constitute in any way an acceptance of the views of the author contained herein by the said academic organisation (L. 5343/1932, art. 202).

Λουίζος Τσαντήλας (2015)
Σεισμική Ανάλυση Τοίχων Αντιστήριξης: Ανάλυση και Πείραμα
Διπλωματική Εργασία
Τομέας Γεωτεχνικής, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα

Louizos Tsantilas (2015)
Seismic Analysis of Retaining Walls: Analysis and Test
Diploma Thesis
Geotechnical Division, School of Civil Engineering, National Technical University of Athens, Greece

Ολοκληρώνοντας τη διπλωματική μου εργασία επιθυμώ να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλαν σε αυτή μου την προσπάθεια.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ στον καθηγητή μου κ. Γ. Γκαζέτα για τη μέχρι τώρα συνεργασία μας, για την εμπιστοσύνη, την οποία μου έδειξε, την λαμπρή καθοδήγηση και τα κίνητρα που μου παρείχε.

Ένα θερμό ευχαριστώ στην διδάκτορα Ε. Γαρίνη και σε όλα τα μέλη του εργαστηρίου για την πολύτιμη βοήθειά τους, την υπομονή, την οποία επέδειξαν και το ευχάριστο κλίμα συνεργασίας.



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Σεισμική Ανάλυση Τοίχων Αντιστήριξης: Ανάλυση και Πείραμα Λουίζος Τσαντήλας

Επιβλέπων: Γιώργος Γκαζέτας, Καθηγητής ΕΜΠ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Δύο διαφορετικά δι-διάστατα (2D) αναλυτικά προσομοιώματα πεπερασμένων στοιχείων αναπτύχθηκαν. Το πρώτο με σκοπό την επαλήθευση των αποτελεσμάτων του πειράματος φυγοκεντριστή σε ευκάμπτους τοίχους αντιστήριξης διατομής ανεστραμμένου T από τους Mikola και Sitar (2013), το οποίο έλαβε χώρα στον φυγοκεντριστή 9.00 μέτρων του Κέντρου για Γεωτεχνική Προσομοίωση (Centre for Geotechnical Modeling, CGM) του Πανεπιστημίου του Ντέιβις (UC Davis). Το δεύτερο για την παραμετρική διερεύνηση της σεισμικής απόκρισης τοίχων βαρύτητας. Τα δύο προσομοιώματα τοποθετούνται σε αμμώδη σχηματισμό δύο στρώσεων και υπόκεινται σε ισχυρές οριζόντιες εξαιτήσεις. Ένα επιτυχημένο πρόγραμμα ανάλυσης πεπερασμένων στοιχείων, επονομαζόμενο Abaqus, χρησιμοποιήθηκε για αυτό το σκοπό.

Λέξεις Κλειδιά: Αντιστήριξη, Τοίχος πρόβολος, Τοίχος βαρύτητας, Εδαφοδυναμική, Φυγοκεντριστής, Γεωτεχνική



NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS
SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING
GEOTECHNICAL DIVISION

DIPLOMA THESIS

**Seismic Analysis of Retaining Walls: Analysis and Test
Louizos Tsantilas**

Supervisor: George Gazetas, Professor NTUA

ABSTRACT

Two sets of two-dimensional (2D) finite element analytical models are developed. The first to verify the results of the centrifuge testing on inverse T retaining walls by Mikola and Sitar (2013), that took place on the 9-m centrifuge of the Centre for Geotechnical Modeling (CGM) at UC Davis. The second to analyze the seismic response of gravity walls parametrically. Both models are placed in a two-layered sand soil stratum and are subjected to strong horizontal excitations. A successful finite element analysis program named Abaqus is used for this purpose.

Keywords: Retaining, Cantilever wall, Gravity wall, Geodynamics, Centrifuge, Geotechnical

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή	1 - 13
1.1 Γενικά.....	1
1.2 Τοίχοι Αντιστήριξης.....	2
1.3 Δυναμική Πειραματική Διερεύνηση σε Τοίχους Αντιστήριξης σε Τοίχους Αντιστήριξης Τύπου Προβόλου Διατομής Ανεστραμμένου Π.....	5
1.4 Δυναμική Πειραματική Διερεύνηση σε Τοίχους Αντιστήριξης σε Τοίχους Αντιστήριξης Τύπου Προβόλου Διαφόρων Μορφών.....	6
1.5 Αντικειμενικός Σκοπός.....	8
Κεφάλαιο 2: Σεισμική Ανάλυση Τοίχων Βαρύτητας	15 - 245
2.1 Γενικά.....	15
2.2 Προσομοίωμα Πεπερασμένων Στοιχείων.....	16
2.3 Σεισμικές Διεγέρσεις.....	22
2.4 Αποτελέσματα - Συμπεράσματα	25
2.4.1 Επιταχυνσιογραφήματα	27
2.4.2 Μετατοπίσεις Τοίχων.....	29
2.4.3 Κατανομές Ορθών Τάσεων / Εδαφικών Ωθήσεων.....	32
2.4.4 Πλαστικές Παραμορφώσεις και Διανύσματα Μετατοπίσεων...36	
2.4.5 Μετατοπίσεις Εδαφικών Σημείων Ελευθέρου Πεδίου.....	38
Σχήματα.....	40 – 245
Κεφάλαιο 3: Επαλήθευση Πειράματος Τοίχου Αντιστήριξης σε	
 Φυγοκεντριστή	247 - 304
3.1 Γενικά.....	247
3.2 Προσομοίωμα Πεπερασμένων Στοιχείων.....	248
3.3 Σεισμική Εξαιήτηση.....	252

3.4	Καταστατικό Προσομοίωμα MC.....	252
3.5	Σοφιστευμένο Καταστατικό Προσομοίωμα.....	253
3.6	Αποτελέσματα Αναλύσεων.....	254
3.6.1	Αποτελέσματα Αναλύσεων.....	254
3.6.2	Επιταχυνσιογραφήματα - Φάσματα Ελαστικής Απόκρισης....	255
3.6.3	Καταγραφές Εδαφικών Ωθήσεων.....	255
3.6.4	Πλαστικές Παραμορφώσεις - Μετακινήσεις.....	256
3.7	Συμπεράσματα.....	256
	Σχήματα.....	258 - 304

<u>Βιβλιογραφία</u>	305 - 307
----------------------------------	-----------

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Τα έργα αντιστήριξης αποτελούν ένα σημαντικό κεφάλαιο στο εργασιακό περιβάλλον ενός Πολιτικού Μηχανικού. Ιδιαίτερη κατηγορία έργων αντιστήριξης αποτελούν οι τοίχοι αντιστήριξης, οι οποίοι χρησιμοποιούνται επί το πλείστον σε υπόγεια έργα, σε μεγάλα οδικά έργα για την προστασία κυρίων αρτηριών, σε σιδηροδρομικά έργα και σε γέφυρες.

Οι τοίχοι αντιστήριξης διακρίνονται σε δύσκαμπτους και σε εύκαμπτους. Ο πλέον διαδεδομένος τύπος δύσκαμπτου τοίχου αντιστήριξης είναι ο τοίχος βαρύτητας (gravity wall), ενώ από την πλευρά των εύκαμπτων τοίχων αντιστήριξης ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει ο τοίχος αντιστήριξης τύπου προβόλου (cantilever wall).

Η σημαντικότητα των έργων, τα οποία αναφέρθηκαν στην πρώτη παράγραφο, αναδεικνύει την προσοχή, η οποία οφείλεται να δοθεί στο σχεδιασμό των τοίχων αντιστήριξης. Ο Πολιτικός Μηχανικός οφείλει να μελετήσει το σχεδιασμό τους από την οπτική γωνία της οριακής κατάστασης λειτουργικότητας τους και ενός μεγάλου σεισμικού γεγονότος.

1.2 ΤΟΙΧΟΙ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ

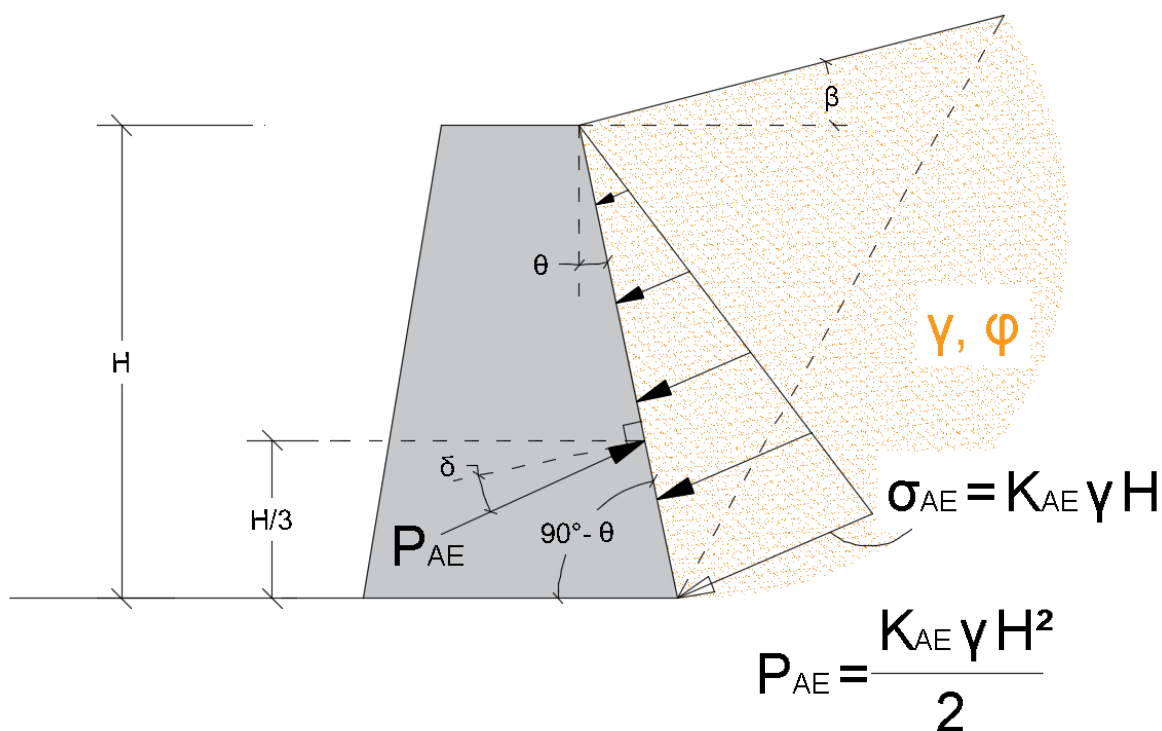
Οι τοίχοι βαρύτητας υπόκεινται σε στροφές και σε μετακινήσεις, οι οποίες έχουν ως τελικό αποτέλεσμα την ολίσθηση του τοίχου, είτε στην κατακόρυφη, είτε στην οριζόντια διεύθυνση και σε ορισμένες περιπτώσεις την ανατροπή του τοίχου. Οι τοίχοι αντιστήριξης τύπου προβόλου συνήθως αστοχούν εξαιτίας υπέρβασης της ροπής αντοχής τους.

Η στατική και δυναμική μελέτη ενός τοίχου αντιστήριξης αποτελεί πρόβλημα αλληλεπίδρασης εδάφους κατασκευής. Η θέση αυτή αιτιολογείται από το γεγονός ότι η συμπεριφορά κάθε τοίχου αντιστήριξης επηρεάζεται από το έδαφος που αντιστηρίζει, αλλά και από το έδαφος στο οποίο θεμελιώνεται, ενώ ο τοίχος με τη σειρά του επιδρά στα κινηματικά μεγέθη της πλησίον, του τοίχου, περιοχής.

Η λεπτομερής δυναμική μελέτη ενός τοίχου αντιστήριξης καθίσταται δυσχερής, εάν αναλογιστεί κανείς τη συμμετοχή μιας πληθώρας παραγόντων, εκτός των δυναμικών και μετακινήσιων μεγεθών, όπως μιας συνεχώς μεταβαλλόμενης κατανομής εδαφικών ωθήσεων, των αδρανειακών και καμπτικών μεγεθών του τοίχου και τη μορφή της σεισμικής εξαιτίας.

Η πολυπλοκότητα του φαινομένου έχει οδηγήσει τον επιστημονικό και τεχνικό κόσμο στην υιοθέτηση της μεθόδου των Mononobe – Okabe (Okabe 1924 & 1926, Mononobe and Matsuo 1929) και την μετέπειτα μετατροπή της από τους Seed and Whitman (1970).

Στο **Σχήμα 1.1** παρουσιάζονται οι θεωρούμενες δυνάμεις της μεθόδου Mononobe - Okabe (M - O) και κάτω από αυτό δίδεται η εξίσωση υπολογισμού του συνδυασμένου συντελεστή ενεργών και σεισμικών πιέσεων της μεθόδου, μέσω του οποίου απλοποιείται το δυναμικό κομμάτι της σεισμικής εξαιτίας οποιαδήποτε τοίχου αντιστήριξης.



Σχήμα 1.1 Θεωρούμενες δυνάμεις της μεθόδου Mononobe – Okabe

Η εξίσωση της μεθόδου Mononobe – Okabe για την περίπτωση σεισμού είναι η κάτωθι:

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(\varphi - \theta - \psi)}{\cos \psi \cos^2 \theta \cos(\delta + \theta + \psi) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \varphi) \sin(\varphi - \beta - \psi)}{\cos(\delta + \theta + \psi) \cos(\beta - \theta)}} \right]^2} \quad (1.1)$$

όπου K_{AE} : ο συνδυασμένος συντελεστής ενεργητικών και σεισμικών ωθήσεων της μεθόδου M - O,

φ : η γωνία τριβής του εδάφους βασισμένη σε ανάλυση ολικών τάσεων

ψ : ίσο με $\tan^{-1} \left(\frac{\alpha_{max}}{g} \right)$

β : γωνία κλίσης αντιστηριζόμενου πρανούς

δ : γωνία τριβής μεταξύ της πίσω πλευράς του τοίχου και του αντιστηριζόμενου εδάφους

Οι προαναφερόμενες μέθοδοι, της πέμπτης παραγράφου, χαρακτηρίζονται από μια γενικότερη απλούστευση της δυναμικής φύσεως του φαινομένου της αλληλεπίδρασης εδάφους - τοίχου υπό σεισμική εξαίτηση, η οποία οδηγεί σε ψευδο-στατική θεώρηση. Επιγέννημα των ανωτέρω αποτελεί η σχεδίαση απαγορευτικά ακριβών κατασκευών σε σειсмоγενείς περιοχές.

Παρά τη συντηρητική προσέγγιση της μεθόδου MO, δεν ιχνηλατούνται σημαντικές βλάβες συμβατικών καλο-σχεδιασμένων τοίχων αντιστήριξης τύπου προβόλου, με μη ρευστοποιήσιμο ισοπεδωμένο αντιστηριζόμενο έδαφος, οι οποίες να οφείλονται σε σεισμική φόρτιση (Gazetas et al. 2004). Από το σεισμό της Αθήνας του έτους 1999, παρατηρήθηκε ότι οι προαναφερόμενες κατασκευές αντιστήριξης παρουσιάζουν καλή απόδοση σε σεισμική φόρτιση, ακόμα και εάν δε σχεδιάστηκαν ειδικώς να λειτουργούν υπό δυναμική φόρτιση (Gazetas et al. 2005). Σε αυτή την κατεύθυνση έρχονται να προστεθούν ιστορικά περιστατικά, τα οποία αναδεικνύουν ότι κατασκευές αντιστήριξης μελετημένες μόνο για στατικά φορτία, παρουσιάζουν αρκετά καλή απόδοση σε σεισμικά φορτία με μέγιστη εδαφική επιτάχυνση (peak ground acceleration, PGA) μέχρι 0.5 g (Clough and Fragaszy 1977, Gazetas et al. 2004).

Αναλυτικές έρευνες και παρατηρήσεις πεδίου αναδεικνύουν τη συντηρητικότητα, – αν όχι υπερσυντηρητικότητα – της μεθόδου MO (Gazetas et al. 2004, Psarropoulos et al. 2005), ενώ αποτελέσματα αριθμητικών ερευνών σε τοίχους αντιστήριξης μορφής προβόλου προβάλλουν την αναντιστοιχία των τάσεων, οι οποίες προκύπτουν σε σχέση με τις τάσεις που προβλέπει η μέθοδος MO για τις δυναμικές εδαφικές ωθήσεις (Green et al. 2003).

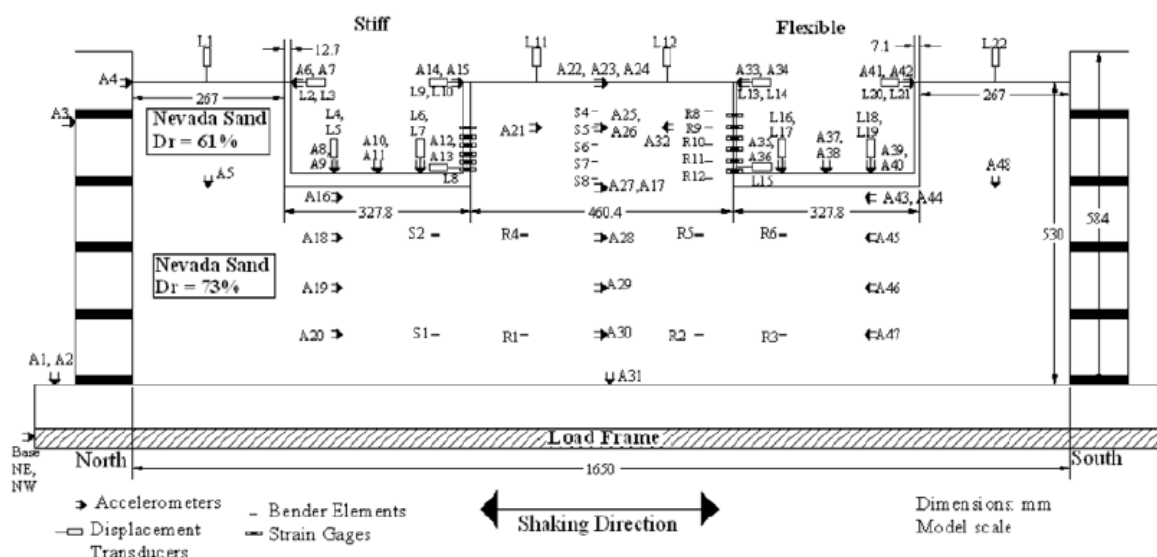
Ο Nakamura (2006) πραγματοποιώντας πειράματα φυγοκεντριστή σε τοίχους βαρύτητας, κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι υποθετικές συνθήκες της εξίσωσης των Mononobe-Okabe δεν εκφράζουν κατάλληλα την πραγματική συμπεριφορά του αντιστηριζόμενου εδάφους και των τοίχων βαρύτητας κατά τη διάρκεια σεισμών.

Η συμπεριφορά του συστήματος τοίχος αντιστήριξης - έδαφος σε δυναμικές καταπονήσεις οφείλει να μελετηθεί διεξοδικά για την πλήρη κατανόηση και αποσαφήνιση, ώστε να ευρεθεί μία κατάλληλη μέθοδος για το βέλτιστο σχεδιασμό των τοίχων αντιστήριξης. Αρκεί να αναλογιστούμε πως στις σεισογενείς περιοχές

έχει παρατηρηθεί ότι σε μερικές περιπτώσεις οι τοίχοι είτε υπερχεδιάζονται, είτε υποσχεδιάζονται (Gazetas 2004) για τη δυναμική καταπόνηση του σεισμού. Σε αυτήν κατεύθυνση κινούνται τα οκτὸ ολίγα δυναμικά πειράματα τοίχων αντιστήριξης, δύο από τα οποία παρουσιάζονται κατωτέρω.

1.3 ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΕ ΤΟΙΧΟΥΣ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ ΤΥΠΟΥ ΠΡΟΒΟΛΟΥ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΑΝΕΤΡΑΜΜΕΝΟΥ Π

Η πειραματική διερεύνηση πραγματοποιήθηκε στο δυναμικό φυγοκεντριστή του Πανεπιστημίου του Ντέιβις (UC Davis), σε μία πειραματική διάταξη υπό κλίμακα και η οποία διακρίνεται στο **Σχήμα 1.2**.



Σχήμα 1.2 Σχηματική απεικόνιση πειραματικής διάταξης L. Al Atik and N. Sitar (2010), με τις θέσεις των διαφόρων μετρητών

Από δύο ομάδες σεισμικών εξαιτήσεων στην ίδια πειραματική διάταξη, η οποία διακρίνεται ανωτέρω (**Σχήμα 1.2**), αναδεικνύεται ότι οι μέγιστες δυναμικές εδαφικές ωθήσεις αυξάνονται μονοτονικά με το βάθος και δύναται να προσεγγιστούν ικανοποιητικά από μία τριγωνική κατανομή, ανάλογη με αυτή που συνηθίζεται να αντιπροσωπεύει στατικές εδαφικές ωθήσεις. Συνεπώς, το σημείο εφαρμογής της δύναμης λόγω δυναμικών εδαφικών ωθήσεων οφείλει να είναι στο $1/3$ του ύψους του τοίχου ($1/3 H$), όπως αρχικά είχε προταθεί από τους Mononobe και Matsuo (1932).

Μία σημαντική όψη της δυναμικής αλληλεπίδρασης μεταξύ των τοίχων αντιστήριξης μορφής προβόλου και των αντιστηριζομένων εδαφών αποτελεί το γεγονός ότι οι μέγιστες δυναμικές εδαφικές ωθήσεις και οι μέγιστες αδρανειακές δυνάμεις του τοίχου δε τείνουν να δράσουν ταυτόχρονα. Ως αποτέλεσμα, οι ισχύουσες μέθοδοι σχεδίασης, οι οποίες βασίζονται στη θεωρία ΜΟ, βρέθηκαν να υπερεκτιμούν σημαντικά τις καταγραφείσες δυναμικές εδαφικές ωθήσεις και ροπές.

Συμπερασματικά, η σχέση μεταξύ του σεισμικού συντελεστή επαύξησης εδαφικών πιέσεων (ΔK_{AE}) τη χρονική στιγμή της μέγιστης συνολικής ροπής του τοίχου και της μέγιστης εδαφικής επιτάχυνσης, η οποία σχέση ελήφθη από τα πειράματα προτείνει ότι οι σεισμικές εδαφικές ωθήσεις σε τοίχους αντιστήριξης τύπου ανεστραμμένου T, δύναται να αμεληθεί για επιταχύνσεις μικρότερες των 0.4 g (L. Al Atik and N. Sitar, 2010).

1.4 ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΕ ΤΟΙΧΟΥΣ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ ΤΥΠΟΥ ΠΡΟΒΟΛΟΥ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΜΟΡΦΩΝ

Δύο διαφορετικές πειραματικές διατάξεις με τοίχους αντιστήριξης τύπου προβόλου υπό κλίμακα (**Σχήματα 1.3 - 1.7, Φωτογραφίες 1.1 - 1.4**), συνολικά τεσσάρων διαφορετικών μορφών τοποθετήθηκαν στο δυναμικό φυγοκεντριστή του Πανεπιστημίου του Ντέιβις (UC Davis).

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον συγκεντρώνει η δεύτερη πειραματική διάταξη και πιο συγκεκριμένα το πειραματικό προσομοίωμα του ευμετακίνητου τοίχου αντιστήριξης τύπου προβόλου και διατομής ανεστραμμένου T, επειδή αποτελεί ένα από τους τύπους ευμετακίνητων τοίχων αντιστήριξης, που απαντώνται συχνότερα στην πράξη. Στο **Σχήμα 1.5** παρουσιάζεται το προαναφερόμενο πειραματικό προσομοίωμα, το οποίο κατασκευάστηκε με δίστρωτο αμμώδες εδαφικό σχηματισμό.

Το εδαφικό προσομοίωμα κατέλαβε τις διαστάσεις του παραλληλεπίπεδου εύκαμπτου διατμητικού κουτιού (Flexible Shear Box, FSB), με εσωτερικές διαστάσεις 1.65 m μήκος x 0.79 m πλάτος x 0.58 m βάθος και οι οποίες διακρίνονται στα **Σχήματα 1.5 και 1.6**. Η κατώτερη στρώση του δίστρωτου εδαφικού σχηματισμού αποτελούνταν από 12.5 m ξηρής μεσαίας πυκνότητας άμμο τύπου Νεβάδας (Nevada sand), με σχετική πυκνότητα $D_r = 80\%$. Πάνω της κατώτερης στρώσης εδράστηκαν

τα προσομοιώματα των τοίχων αντιστήριξης του δεύτερου πειράματος. Η ανώτερη στρώση, η οποία ενείχε και τη θέση του εδάφους θεμελίωσης αποτελούνταν από 12.5 m (διαστάσεις πρωτοτύπου) ξηρής μεσαίας πυκνότητας άμμο τύπου Νεβάδας, με σχετική πυκνότητα $D_r = 75\%$. Η αρχική γωνία τριβής του αντιστηριζομένου εδάφους άμμου Νεβάδας εκτιμήθηκε να είναι 36° .

Το προσομοίωμα του τοίχου αντιστήριξης κατασκευάστηκε από T601 πλάκα αλουμινίου, με μέτρο ελαστικότητας 68,947.00 MPa και λόγο του Poisson 0.32.

Τα αποτελέσματα του πειράματος του δυναμικού φυγοκεντριστή παρουσίασαν ότι για τις κατασκευές, παραδείγματος χάριν ύψους 20 - 30 ft, η συμπεριφορά των οποίων διερευνήθηκε, οι μέγιστες δυναμικές εδαφικές ωθήσεις αυξάνονται με το βάθος και δύναται λογικώς να προσεγγιστούν από μία τριγωνική κατανομή, ανάλογη αυτής που παριστάνει τις στατικές εδαφικές ωθήσεις. Το εν λόγω αποτέλεσμα έρχεται σε αντίθεση με την υπόθεση των Seed and Whitman (1970), η οποία βασίστηκε στην πειραματική εργασία του Matsuo (1941) και σε άλλους όμοιους τύπους πειραμάτων. Η αντίθεση δύναται να αιτιολογηθεί ενδεχομένως από την επιρροή της γεωμετρίας του κουτιού της σεισμικής τράπεζας και από τα χαρακτηριστικά της χρησιμοποιούμενης άμμου.

Όσον αφορά στους εύκαμπους τοίχους αντιστήριξης τύπου προβόλου, οι εν λόγω κατασκευές δέχονται δυναμικές εδαφικές ωθήσεις, οι οποίες αντιστοιχούν στο $0.35 \times PGA$. Επιπρόσθετα, προτείνεται ότι σεισμικά φορτία ίσα ακόμα και ελάχιστα φορτία μεγαλύτερα από 0.4 g δύναται να ανθίστανται από εύκαμπους τοίχους αντιστήριξης κατασκευασμένους με τουλάχιστον 1.5 συντελεστή ασφαλείας. Οι παρατηρήσεις της προηγούμενης πρότασης είναι συνεπείς με τις παρατηρήσεις και τις αναλύσεις οι οποίες εκτελέστηκαν από τους Clough and Fragaszy (1977) και τους Al Atik και Sitar (2010), οι οποίες συμπεραίνουν ότι συμβατικά σχεδιασμένοι τοίχοι αντιστήριξης τύπου προβόλου, που αντιστηρίζουν κοκκώδες έδαφος, δύνανται ευλόγως να αντισταθούν σε σεισμικά φορτία επιταχύνσεων έως 0.4 g.

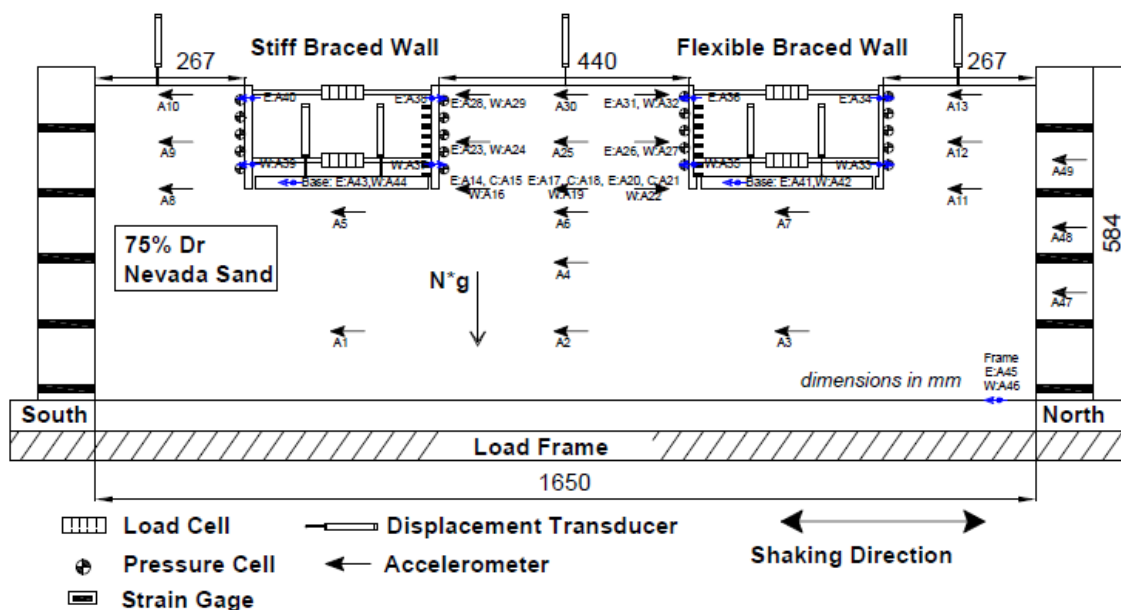
Τοιουτοτρόπως, οι παραδοσιακές μέθοδοι M - O και Seed και Whitman (1970), οι οποίες χρησιμοποιούνται συχνά στην πράξη, παρέχουν ένα άνω όριο, αν όχι συντηρητικό, εκτιμήσεων των επαγομένων μεγίστων σεισμικών εδαφικών ωθήσεων σε PGA μικρότερο από 0.4 g. Στο σημείο αυτό οφείλεται να επισημανθεί ότι

χρησιμοποιώντας τις μέγιστες τιμές ΔK_{AE} για κατασκευαστικούς σκοπούς θα ήταν υπερσυντηρητικό, εάν προστεθεί η μέγιστη αντίδραση αδράνειας του τοίχου. Για επιταχύνσεις μεγαλύτερες των 0.4 g, η μέθοδος M - O καθίσταται υπερσυντηρητική, ενώ η προσέγγιση της μεθόδου των Seed και Whitman (1970) παραμένει πρακτικά ένα άνω όριο.

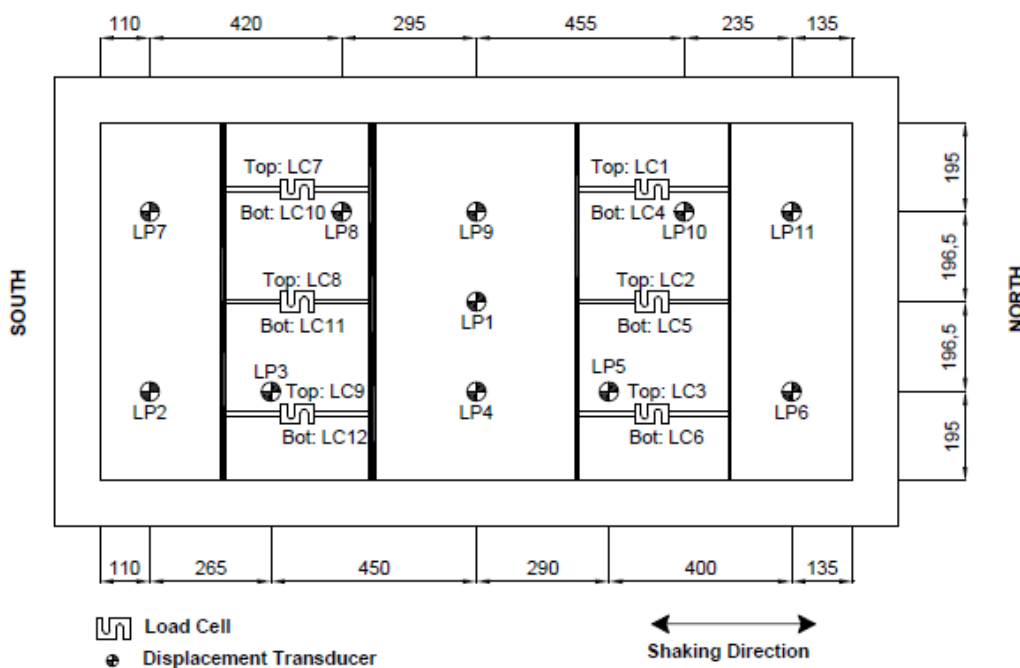
Για τις δυναμικές ροπές, τα αποτελέσματα του πειράματος αναδεικνύουν ότι η συνεισφορά της ροπής αδράνειας του τοίχου, στις ολικές δυναμικές ροπές του τοίχου, οφείλεται να λαμβάνεται υπόψη χωριστά. Από την αναφορά προηγούμενης παραγράφου στην τριγωνική κατανομή των δυναμικών εδαφικών ωθήσεων, προκύπτει ότι το σημείο εφαρμογής της προκύπτουσας δύναμης της προσαύξησης της δυναμικής εδαφικής ώθησης εντοπίζεται περίπου σε ύψος 0.3 H, πάνω από τη βάση του τοίχου. Κύρια επίδραση της προηγούμενης θέσης αποτελεί η μείωση των υπολογιζομένων σχεδιαστικών ροπών της κατασκευής (R. G. Mikola and N. Sitar, 2013).

1.5 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΟΣ ΣΚΟΠΟΣ

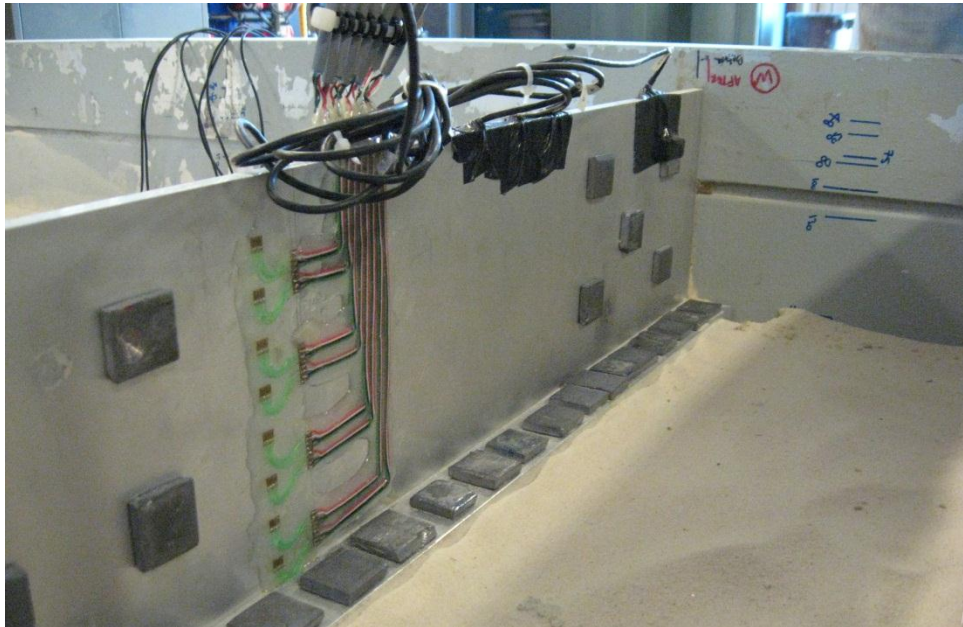
Ο αντικειμενικός σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι διπτός. Η παρούσα εργασία έρχεται να προσθέσει νέα δεδομένα, όσον αφορά στην κατανόηση της δυναμικής συμπεριφοράς των τοίχων βαρύτητας και να επιβεβαιώσει αριθμητικά τα αποτελέσματα πειράματος δυναμικής εξαίτησης τοίχου αντιστήριξης τύπου ανεστραμμένου T, το οποίο περιγράφηκε στην ανωτέρω **παράγραφο 1.4**.



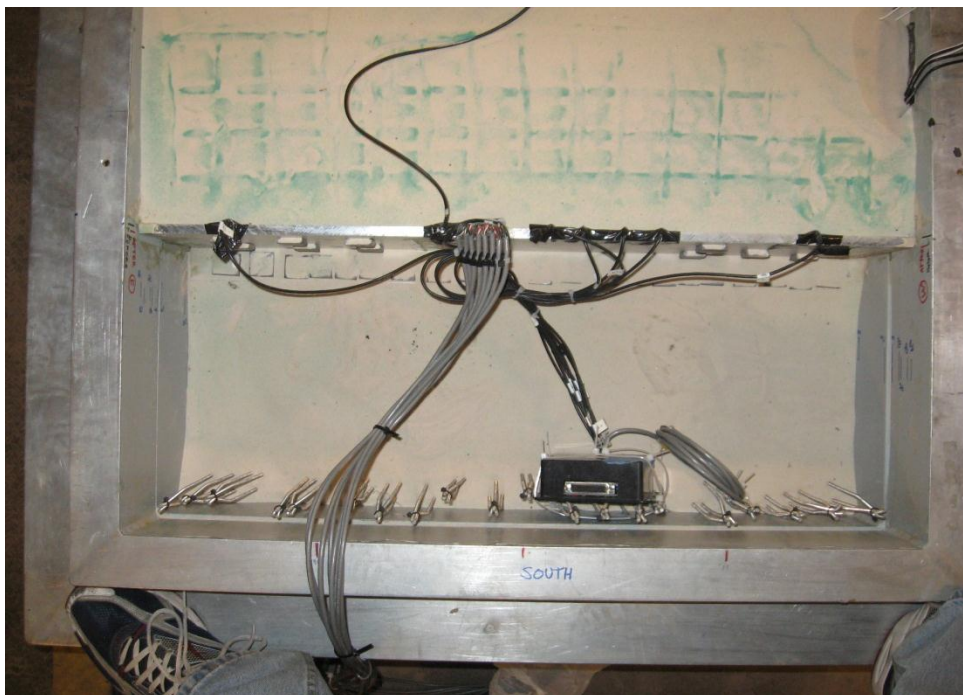
Σχήμα 1.3 Τομή σχηματικής απεικόνισης πειραματικής διάταξης ROOZ01 R. G. Mikola and N. Sitar (2013), με τις θέσεις των διαφόρων μετρητών (Διαστάσεις σε mm)



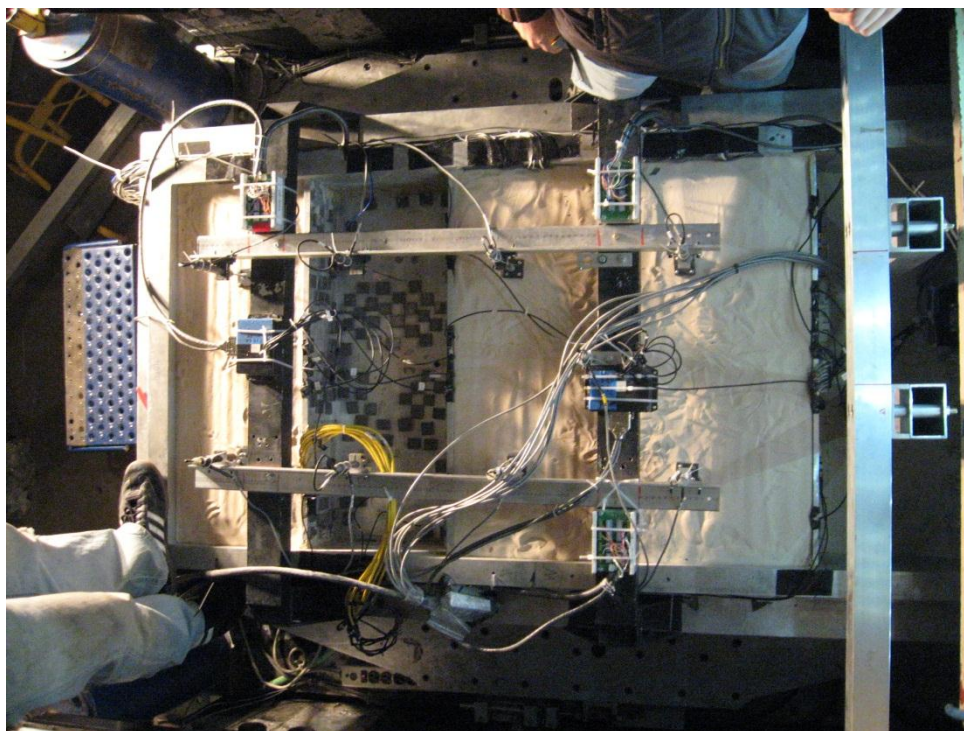
Σχήμα 1.4 Κάτοψη σχηματικής απεικόνισης πειραματικής διάταξης ROOZ01 R. G. Mikola and N. Sitar (2013), με τις θέσεις των μετρητών (Διαστάσεις σε mm)



Φωτογραφία 1.2 Διάταξη παραμορφωσίμετρων (strain gages) στο μέτωπο της πειραματικής διάταξης του ευκάμπτου τοίχου αντιστήριξης



Φωτογραφία 1.3 Διάταξη ευκάμπτου τοίχου αντιστήριξης κατά το τελικό στάδιο της προετοιμασίας



Φωτογραφία 1.4 Διαμητικό κουτί τύπου **FSB2** τοποθετημένο στο φυγοκεντριστή

2 ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΙΧΩΝ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το θέμα της σεισμικής απόκρισης τοίχων βαρύτητας απασχολεί τους επιστήμονες για δεκαετίες, με τις τελευταίες ερευνητικές προσπάθειες να επικεντρώνονται στη σεισμική τους απόκριση. Με την εφαρμογή φυσικών εξαιτήσεων και τεχνητών διεγέρσεων σε κάποιο προσομοίωμα αριθμητικής ανάλυσης παρέχεται μιά διπλή δυνατότητα. Αφενός οπτικοποιούνται τα αποτελέσματα ενός πραγματικού παρελθοντικού σεισμικού γεγονότος στον υπό μελέτη τοίχο βαρύτητας και αφετέρου διευκολύνεται η κατανόηση της δυναμικής συμπεριφοράς και αλληλεπίδρασης του συστήματος έδαφος – τοίχος βαρύτητας.

Η δυναμική διερεύνηση της συμπεριφοράς κάνοντας χρήση τεχνητών διεγέρσεων, των επονομαζόμενων εξιδανικευμένων παλμών, των οποίων τα χαρακτηριστικά (συχνότητα διέγερσης, μέγιστο πλάτος ταλάντωσης, αριθμός κύκλων φόρτισης, μορφή ταλάντωσης) επιλέγονται από τον εκάστοτε ερευνητή, καθίσταται επιβεβλημένη. Η προαναφερθείσα θέση αιτιολογείται από το γεγονός ότι έχοντας γνωστά τα χαρακτηριστικά της εξαιτήσης, ο ερευνητής δύναται να επικεντρωθεί στην ερμηνεία της συμπεριφοράς του συστήματος έδαφος – τοίχος βαρύτητας εξαγοντας

γενικά συμπεράσματα. Μεταβαίνει κατά κάποιον τρόπο από το ειδικό στο γενικό επιταχύνοντας την αιτιολόγηση της δυναμικής συμπεριφοράς ανάλογων συστημάτων.

2.2 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑ ΠΕΠΕΡΑΣΜΕΝΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Για τη σεισμική ανάλυση τοίχων βαρύτητας κατασκευάστηκε ένα συμμετρικό προσομοίωμα δύο διαστάσεων, με δίστρωτο εδαφικό σχηματισμό, το οποίο περιέχει δύο τοίχους βαρύτητας, έναν σε κάθε πλευρά, εκατέρωθεν του κέντρου του προσομοιώματος, όπως διακρίνεται στο **Σχήμα 2.1**. Η επιλογή της τοποθέτησης δύο τοίχων βαρύτητας στο ίδιο προσομοίωμα είναι εύλογη, καθώς με αυτόν τον τρόπο είναι δυνατή η εύρεση της επιρροής της πολικότητας της σεισμικής εξαίτησης και της εκκεντρότητας της κατασκευής (Garini et al. 2011). Στο σημείο αυτό οφείλεται να αναφερθεί ότι οι δύο τοίχοι βαρύτητας τοποθετούνται σε απόσταση η οποία διασφαλίζει την “ανεξαρτησία” τους κατά τη διάρκεια των σεισμικών εξαιτήσεων. Όσον αφορά τις διαστάσεις, η βάση καθενός εκ των δύο τοίχων βαρύτητας είναι 8m και το ύψος τους 12m. Όλες οι υπόλοιπες διαστάσεις του προσομοιώματος και η διακριτοποίηση του καννάβου δίδονται στα **Σχήματα 2.2 και 2.3**.

Η εκκεντρότητα των τοίχων βαρύτητας αποτελεί φυσική ιδιότητα των εν λόγω δομημάτων. Ο τοίχος βαρύτητας παρουσιάζει εξ’ αρχής γεωμετρική εκκεντρότητα, διότι όπισθεν του τοίχου εντοπίζεται το αντιστηριζόμενο έδαφος και εμπροσθεν αυτού, ελεύθερος χώρος. Απόρροια αυτής της διάταξης είναι το γεγονός ότι ο τοίχος βαρύτητας συναντά μεγαλύτερη δυσκολία για να κινηθεί προς τα πίσω, δηλαδή προς το αντιστηριζόμενο έδαφος σε αντίθεση με την προς τα εμπρός κίνηση στον ελεύθερο χώρο. Επομένως, ο τοίχος βαρύτητας έχει ως μηχανικό ανάλογο την κίνηση σώματος επί κεκλιμένου επιπέδου, την πλέον έκκεντρη διάταξη (Γαρίνη Ε., 2005).

Για την ανάλυση της σεισμικής διέγερσης χρησιμοποιήθηκε ο κώδικας πεπερασμένων στοιχείων Abaqus. Η επιλογή του δι-διάστατου (2D) προσομοιώματος αιτιολογείται από το γεγονός ότι στην πραγματικότητα ο τοίχος βαρύτητας έχει πολύ μεγάλη την τρίτη του διάσταση, το μήκος του εν προκειμένω. Για το λόγο αυτό θεωρείται ότι το μήκος του τοίχου βαρύτητας είναι απείρως μεγαλύτερο σε σχέση με τις άλλες δύο διαστάσεις, όπως παρουσιάζεται σχεδιαστικά στο **Σχήμα 2.4**. Οπότε το

γενικότερο τρι-διάστατο (3D) πρόβλημα, ανάγεται σε δι-διάστατο (2D) πρόβλημα επίπεδης παραμόρφωσης.

Οι τοίχοι βαρύτητας και το έδαφος διακριτοποιήθηκαν μέσω δι-διάστατων, τετραπλευρικών, τετρακομβικών στοιχείων, επίπεδης παραμόρφωσης, συνεχούς μέσου, τύπου **CPE4**, η μορφή των οποίων δίνεται στο **Σχήμα 2.5**.

Όσον αφορά το καταστατικό προσομοίωμα, χρησιμοποιήθηκε κριτήριο διαρροής Mohr-Coulomb, με κινηματική κράτυνση, ώστε να είναι δυνατή η καλύτερη εκτίμηση της απόσβεσης του συστήματος, μέσω της μη γραμμικής συμπεριφοράς του εδάφους. Τα χαρακτηριστικά του αντηριζομένου εδάφους (άνωτερος εδαφικός σχηματισμός) και του εδάφους θεμελίωσης (κατώτερος εδαφικός σχηματισμός) παρουσιάζονται στους **Πίνακες 2.1** και **2.3** αντίστοιχα, ενώ τα χαρακτηριστικά του τοίχου αντιστήριξης από σκυρόδεμα δίδονται στον **Πίνακα 2.2**.

Πίνακας 2.1 Χαρακτηριστικά αντιστηριζομένου εδάφους

Όνομασία	Συμβολισμός	Τιμή	Μονάδα Μέτρησης
Μέτρο Ελαστικότητας	E_1	100	MPa
Λόγος Poisson	ν_1	0.25	-
Συνοχή	c_1	5	kPa
Γωνία Τριβής	ϕ_1	37.5	$^\circ$
Γωνία Διαστολικότητας	ψ_1	7.5	$^\circ$
Πυκνότητα	ρ_1	1.9	Mg / m ³

Πίνακας 2.2 Χαρακτηριστικά σκυροδέματος τοίχου βαρύτητας

Όνομασία	Συμβολισμός	Τιμή	Μονάδα Μέτρησης
Μέτρο Ελαστικότητας	E_B	25	GPa
Λόγος Poisson	ν_B	0.20	-
Πυκνότητα	ρ_B	2.5	Mg / m ³

Πίνακας 2.3 Χαρακτηριστικά εδάφους θεμελίωσης

Όνομασία	Συμβολισμός	Τιμή	Μονάδα Μέτρησης
Μέτρο Ελαστικότητας	E_2	300	MPa
Λόγος Poisson	ν_2	0.25	-
Συνοχή	c_2	15	kPa
Γωνία Τριβής	ϕ_2	45	$^\circ$
Γωνία Διαστολικότητας	ψ_2	7.5	$^\circ$
Πυκνότητα	ρ_2	1.9	Mg / m ³

Οι πλευρικοί κόμβοι του εδάφους και των εδαφικών στηλών “καρφισώθηκαν”, με την εντολή **PIN**, από τον κατάλογο των MPC Constraints, ώστε να έχουν την ίδια μετακίνηση. Η ενέργεια αυτή αιτιολογείται από το γεγονός ότι στην πραγματικότητα τα σημεία του ελευθέρου πεδίου οφείλουν να έχουν όμοιες μετακινήσεις.

Η έκταση των πλευρικών εδαφικών στηλών ελήφθη ως η έκταση του εδάφους του προσομοιώματος πολλαπλασιασμένη επί χίλια (1,000.00), ώστε να προσομοιώσουμε το “άπειρο” έδαφος και να έχουμε απόσβεση ακτινοβολίας. Πρακτικά, για την επίτευξη της αύξησης της επέκτασης, δόθηκε τιμή 1.00 στην εδαφική τομή του εδάφους και τιμή 1,000.00 στην εδαφική τομή των πλευρικών εδαφικών στηλών.

Λόγω των αναγκαία περιορισμένων τεχνητών ορίων του προσομοιώματος πεπερασμένων στοιχείων, για την εξασφάλιση διαχειρίσιμου υπολογιστικού κόστους και για την προσομοίωση της απόσβεσης ακτινοβολίας, χρησιμοποιήθηκαν ιξώδεις απορροφητήρες στα όρια του εδαφικού προσομοιώματος, με την εντολή **DASHPOT**. Όσον αφορά στα πλευρικά όρια, το σταθερό μέρος των εν λόγω απορροφητήρων (κόμβος 2) τοποθετήθηκε στα προσομοιώματα των εδαφικών στηλών (άπειρο έδαφος), ενώ το κινητό μέρος (κόμβος 1) των αποσβεστήρων τοποθετήθηκε στο εδαφικό προσομοίωμα. Όσον αφορά στα όρια της βάσης, κατά αντιστοιχία με τα πλευρικά όρια, το σταθερό μέρος των απορροφητήρων (κόμβος 2) τοποθετήθηκε σε αμετακίνητους κόμβους κάτω από τη βάση του εδαφικού προσομοιώματος (άπειρο

έδαφος) και το κινητό μέρος (κόμβος 1) των αποσβεστήρων τοποθετήθηκε στο εδαφικό προσομοίωμα. Με τη συγκεκριμένη μέθοδο επετεύχθη η παρεμπόδιση οιασδήποτε κυματικής ανάκλασης, διότι επιτυγχάνεται πλήρης απορρόφηση της ενέργειας των προσπιπτόντων κυμάτων, μέσω της επιβολής ίδιας ακριβώς δύναμης από τον αποσβεστήρα στο έδαφος, βάσει της σχέσης:

$$\mathbf{F} = \mathbf{C} \times \dot{\mathbf{u}} = \rho \times \mathbf{V} \times \mathbf{A} \times \dot{\mathbf{u}} \quad (2.1)$$

όπου \mathbf{V} : η ταχύτητα διαδόσεως κύματος,

$\dot{\mathbf{u}}$: η ταχύτητα υλικού σημείου κατά τη διέλευση του κύματος ταχύτητας V ,

ρ : η πυκνότητα του υλικού, μέσω του οποίου διέρχεται το κύμα και

\mathbf{A} : το εμβαδό της εδαφικής ράβδου, η οποία αντιστοιχεί στον ιξώδη απορροφητήρα / αποσβεστήρα.

Ο συντελεστής C των αποσβεστήρων της βάσης, στο τμήμα του πυκνού καννάβου, πλευράς 0.25 m, βάσει της σχέσης (2.1) και θεωρώντας ταχύτητα διατμητικού κύματος $V_S = 250 \text{ m} / \text{s}^2$, υπολογίστηκε ίσος με 118.75 Mg / s.

Ο υπολογισμός των συντελεστών C των αποσβεστήρων της βάσης για το πυκνό τμήμα του καννάβου, για το μεσαίας διακριτοποίησης και για τον αραιό κάνναβο παρατίθενται ακολούθως:

$$C_{0.25} = \rho \times V_S \times A_{0.25} = 1.9 \text{ Mg} / \text{m}^3 \times 250 \text{ m} / \text{s}^2 \times 0.25 \text{ m}^2 = 118.75 \text{ Mg} / \text{s}$$

$$C_{0.50} = \rho \times V_S \times A_{0.50} = 1.9 \text{ Mg} / \text{m}^3 \times 250 \text{ m} / \text{s}^2 \times 0.50 \text{ m}^2 = 237.5 \text{ Mg} / \text{s} \text{ και}$$

$$C_{1.00} = \rho \times V_S \times A_{1.00} = 1.9 \text{ Mg} / \text{m}^3 \times 250 \text{ m} / \text{s}^2 \times 1.00 \text{ m}^2 = 475.0 \text{ Mg} / \text{s}$$

Οι συντελεστής C των πλευρικών αποσβεστήρων υπολογίστηκαν ως εξής:

$$C_{1.00} = \rho \times V_P \times A_{1.00} = 1.9 \text{ Mg} / \text{m}^3 \times 355 \text{ m} / \text{s}^2 \times 0.25 \text{ m}^2 = 674.5 \text{ Mg} / \text{s} \text{ και}$$

$$C_{1.00} = \rho \times V_S \times A_{1.00} = 1.9 \text{ Mg} / \text{m}^3 \times 250 \text{ m} / \text{s}^2 \times 0.25 \text{ m}^2 = 389.5 \text{ Mg} / \text{s}.$$

Ο συντελεστής C των αποσβεστήρων της βάσης των εδαφικών στηλών υπολογίστηκε ίσος με:

$$C = \rho \times V_S \times A_{1,000.0} = 1.9 \text{ Mg / m}^3 \times 250 \text{ m / s}^2 \times 1,000.00 \text{ m}^2 = 475,000.0 \text{ Mg / s.}$$

Οι κόμβοι του σταθερού μέρους των απορροφητήρων βάσεως δεσμεύθηκαν και κατά την x και κατά την y διεύθυνση, ώστε να είναι αμετακίνητοι, αντιστοιχίζοντας, με τον τρόπο αυτό, τα εν λόγω σημεία στο άπειρο έδαφος. Οι κόμβοι της βάσης του εδάφους και των εδαφικών στηλών δεσμεύθηκαν κατά την y διεύθυνση, ώστε να παρεμποδιστεί οποιαδήποτε κατακόρυφη μετακίνηση του εδάφους και των εδαφικών στηλών από τις θέσεις τους.

Η διεπιφάνεια μεταξύ του τοίχου και του εδάφους προσομοιάστηκε με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτρέπεται η ολίσθηση του τοίχου βαρύτητας, ανάλογα με το συντελεστή τριβής κάθε διεπιφάνειας. Για τη διεπιφάνεια της βάσης, μεταξύ του τοίχου βαρύτητας και του εδάφους θεμελίωσης χρησιμοποιήθηκαν δύο συντελεστές τριβής μ_2 :

$$\mu_{2,A} = \tan\phi_2 = \tan(45^\circ) = 1 \quad \text{και}$$

$$\mu_{2,B} = \frac{1}{2} \tan\phi_2 = \frac{1}{2} \tan(45^\circ) = 0.5$$

ενώ για την πλευρική διεπιφάνεια, μεταξύ του τοίχου βαρύτητας και του αντιστηριζόμενου εδάφους έγινε χρήση των κάτωθι συντελεστών τριβής μ_1 :

$$\mu_{1,A} = \frac{1}{3} \tan\phi_1 = \frac{1}{3} \tan(37.5^\circ) = 0.256 \quad \text{και}$$

$$\mu_{1,B} = 0.43.$$

Ο δίστρωτος εδαφικός σχηματισμός καθορίζεται από τα χαρακτηριστικά, τα οποία και προαναφέρθηκαν στους ανωτέρω **Πίνακες 2.1** και **2.3**. Όμως, για τη διερεύνηση της επιρροής του μέτρου ελαστικότητας του εδάφους θεμελίωσης στη δυναμική συμπεριφορά του συστήματος τοίχου – εδάφους, έγινε χρήση και άλλων δύο τιμών του μέτρου ελαστικότητας του εδάφους θεμελίωσης. Σε πρώτη φάση, το έδαφος στο οποίο θεμελιώνεται ο τοίχος βαρύτητας έχει υποπενταπλάσιο μέτρο ελαστικότητας ($E_{2,\gamma} = 0.2 \times E_2$) από το μέτρο ελαστικότητας του εδάφους θεμελίωσης του αρχικού προσομοιώματος (E_2). Σε δεύτερη φάση, το έδαφος

θεμελίωσης έχει πενταπλάσιο μέτρο ελαστικότητας ($E_{2,n} = 5 \times E_2$) σε σχέση με το μέτρο ελαστικότητας του εδάφους θεμελίωσης του αρχικού προσομοιώματος (E_2).

Για την κατανόηση της επίδρασης της συχνότητας και του μεγίστου πλάτους μιας σεισμικής εξαιτήσης στο σύστημα τοίχου βαρύτητας – εδάφους, αλλά και της επίδρασης των χαρακτηριστικών των εδαφικών σχηματισμών, όπως παραδείγματος χάριν του μέτρου ελαστικότητας και του συντελεστή τριβής των διεπιφανειών τοίχου – εδάφους ελήφθησαν διάφορα σενάρια. Τα προαναφερθέντα σενάρια αποτυπώνονται στον **Πίνακα 2.4**, ώστε να διευκολύνεται η καθολική εποπτεία των αναλύσεων που έλαβαν χώρα.

Πίνακας 2.4 Σενάρια χαρακτηριστικών εδαφικού προσομοιώματος

Α/Α Σεναρίου	Μέτρο Ελαστικότητας Εδάφους Θεμελίωσης (MPa)	Συντελεστής Τριβής Διεπιφάνειας μ	
		μ ₁	μ ₂
A	300	0.256	0.5
B	300	0.256	1.0
Γ	300	0.43	0.4
Δ	300	0.43	0.6
E	300	0.43	1.0
ΣΤ	60	0.256	0.5
Z	1500	0.256	0.5

Οι σεισμικές εξαιτήσεις και οι εξιδανικευμένοι παλμοί εισήχθησαν στους κόμβους της βάσης του εδάφους και των εδαφικών στηλών, δηλαδή στους κόμβους του κινητού μέρους των απορροφητήρων βάσεως, ώστε σε περιπτώσεις ταλαντώσεων, που οδηγούν σε υπερβολικά μεγάλες μετακινήσεις, να διατηρηθεί η ακεραιότητα των αποσβεστήρων. Σε διαφορετική περίπτωση, μεγάλη μετακίνηση ενός από τους κόμβους του αποσβεστήρα, δύναται να οδηγήσει σε καταστροφή του ίδιου του αποσβεστήρα και εν τέλει σε αδυναμία απορρόφησης των ανακλωμένων κυμάτων.

2.3 ΣΕΙΣΜΙΚΕΣ ΔΙΕΓΕΡΣΕΙΣ

Οι πραγματικές καταγραφές, ο οποίες εφαρμόστηκαν, ήταν οι Fukiai, Takatori 000 [Kobe (1995)], IV#4-230, IV#5-230, IV#7-140 [Imperial Valley (1979)], CBGS-S01W, CHHC-N01W [Christchurch (2011)] και LXR-EW [Ληξούρι, Κεφαλονιά (2014)]. Όλες οι προαναφερθείσες διεγέρσεις εισήχθησαν ως έχουν, ενώ μόνο η διέγερση LXR-EW (Ληξούρι) εισήχθη με υποκλιμάκια αναγωγή κατά 0.67, καθώς αποτελεί μία από τις ισχυρότερες σεισμικές εξαιτήσεις στον ελλαδικό χώρο. Τα επιταχυνσιογραφήματα και τα φάσματα ελαστικής απόκρισης των ανωτέρω πραγματικών διεγέρσεων δίδονται στο **Σχήμα 2.10** και στο **Διάγραμμα 2.1** αντίστοιχα.

Οι εξιδανικευμένοι παλμοί, που εισήχθησαν στη βάση του προσομοιώματος, ήταν ημιτονοειδούς μορφής (Gabor), διαφορετικών περιόδων και πλατών. Τα ανωτέρω παλμικά χαρακτηριστικά επιλέχθηκαν με τέτοιο τρόπο, με κύρια απότοκο την κατανόηση του τρόπου λειτουργίας του εδαφικού σχηματισμού του προσομοιώματος και της συμπεριφοράς του τοίχου βαρύτητας. Επομένως, χρησιμοποιήθηκαν τρεις ημιτονοειδείς εξαιτήσεις τύπου Gabor (διαφορετικής περιόδου η κάθε μία), με τρία διαφορετικά μέγιστα πλάτη, στα 0.05 g, 0.5 g, 1.0 g, καθώς και μία εξαιτηση Gabor περιόδου 0.5 s και PGA = 1.0 g.

Οι περίοδοι σχετίζονταν με την ιδιοπερίοδο T_1 του εδαφικού σχηματισμού, τον οποίο αντιστηρίζει ο τοίχος βαρύτητας. Η πρώτη περίοδος επιλέχθηκε να ήταν ίση με το 1/3 της T_1 , η δεύτερη ίση με την T_1 και η τρίτη περίοδος επιλέχθηκε να ήταν τριπλάσια της T_1 . Η δεσπόζουσα περίοδος του εδαφικού σχηματισμού ήταν ίση με:

$$T_1 = \frac{4H}{V_s} = \frac{4 \times 20}{250} = 0.33 \text{ s,}$$

επομένως οι τρεις προαναφερόμενες περίοδοι των ημιτονοειδών εξαιτήσεων ήταν 0.1 s, 0.33 s και 1.0 s. Τα επιταχυνσιογραφήματα και τα φάσματα ελαστικής απόκρισης των εξιδανικευμένων παλμών παρουσιάζονται στα **Διαγράμματα 2.2** και **2.3** αντίστοιχα.

Οι πραγματικές εξαιτήσεις και οι τεχνητές διεγέρσεις εφαρμόστηκαν σε ορισμένα από τα σενάρια χαρακτηριστικών εδαφικού προσομοιώματος του **Πίνακα 2.4**,

δημιουργώντας τα τελικά σενάρια παραμετρικής διερεύνησης της σεισμικής ανάλυσης του τοίχου βαρύτητας. Τα τελικά σενάρια παρατίθενται στον **Πίνακα 2.5** και **2.6**.

Πίνακας 2.5 Σενάρια παραμετρικής διερεύνησης σεισμικής ανάλυσης τοίχου βαρύτητας

Α/Α	Εξαιτήσεις	PGA (g)	Μέτρο Ελαστικότητας Εδάφους Θεμελίωσης (MPa)	Συντελεστής Τριβής Διεπιφάνειας μ	
				μ ₁	μ ₂
1-Π	Fukiai	0.80	300	0.256	0.5
2-Π	Fukiai	0.80	300	0.256	1.0
3-Π	Takatori 000	0.61	300	0.256	0.5
4-Π	Takatori 000	0.61	300	0.256	1.0
5-Π	Takatori 000	0.61	300	0.43	0.4
6-Π	Takatori 000	0.61	300	0.43	0.6
7-Π	Takatori 000	0.61	300	0.43	1.0
8-Π	IV#4-230	0.36	300	0.256	0.5
9-Π	IV#4-230	0.36	300	0.256	1.0
10-Π	IV#5-230	0.38	300	0.256	0.5
11-Π	IV#5-230	0.38	300	0.256	1.0
12-Π	IV#7-140	0.34	300	0.256	0.5
13-Π	IV#7-140	0.34	300	0.256	1.0
14-Π	CBGS-S01W	0.43	300	0.256	0.5
15-Π	CBGS-S01W	0.43	300	0.256	1.0
16-Π	CHHC-N01W	0.34	300	0.256	0.5
17-Π	CHHC-N01W	0.34	300	0.256	1.0
18-Π	LXR-EW	0.42	300	0.256	0.5
19-Π	LXR-EW	0.42	300	0.256	1.0

Πίνακας 2.6 Σενάρια παραμετρικής διερεύνησης σεισμικής ανάλυσης τοίχου βαρύτητας

Α/Α	Εξαιτήσεις	Περίοδος Διέγερσης (sec)	PGA (g)	Μέτρο Ελαστικότητας Εδάφους Θεμελίωσης (MPa)	Συντελεστής Τριβής Διεπιφάνειας μ	
					μ_1	μ_2
1-T	Gabor	0.50	1.0	300	0.256	0.5
2-T	Gabor	0.50	1.0	300	0.256	1.0
3-T	Gabor	0.10	0.05	300	0.256	0.5
4-T	Gabor	0.33	0.05	300	0.256	0.5
5-T	Gabor	1.00	0.05	300	0.256	0.5
6-T	Gabor	0.10	0.5	300	0.256	0.5
7-T	Gabor	0.33	0.5	300	0.256	0.5
8-T	Gabor	1.00	0.5	300	0.256	0.5
9-T	Gabor	0.10	1.0	300	0.256	0.5
10-T	Gabor	0.33	1.0	300	0.256	0.5
11-T	Gabor	1.00	1.0	300	0.256	0.5
12-T	Gabor	0.10	1.0	60	0.256	0.5
13-T	Gabor	0.33	1.0	60	0.256	0.5
14-T	Gabor	1.00	1.0	60	0.256	0.5
15-T	Gabor	0.10	1.0	1500	0.256	0.5
16-T	Gabor	0.33	1.0	1500	0.256	0.5
17-T	Gabor	1.00	1.0	1500	0.256	0.5

Από τα ανωτέρω θα παρουσιασθούν αποτελέσματα για τα σενάρια 18-Π, 19-Π και από 3-T έως 17-T, ενώ τα επιταχυνσιογραφήματα και τα φάσματα ελαστικής απόκρισης των εν λόγω σεναρίων δίδονται σε ξεχωριστά διαγράμματα για μεγαλύτερη ευκρίνεια, όπως παρουσιάζεται στον **Πίνακα 2.7**.

Πίνακας 2.7 Αντιστοιχία σεναρίων με Διαγράμματα επιταχυνσιογραφημάτων και φασμάτων ελαστικής απόκρισης

A/A	Εξαιτήσεις	Περίοδος Διέγερσης (sec)	PGA (g)	Μέτρο Ελαστικότητας Εδάφους Θεμελίωσης (MPa)	Διαγράμματα
3-T	Gabor	0.10	0.05	300	2.4 – 2.5
4-T	Gabor	0.33	0.05	300	2.10 – 2.11
5-T	Gabor	1.00	0.05	300	2.14 – 2.15
6-T	Gabor	0.10	0.5	300	2.25 – 2.26
7-T	Gabor	0.33	0.5	300	2.29 – 2.30
8-T	Gabor	1.00	0.5	300	2.35 – 2.36
9-T	Gabor	0.10	1.0	300	2.50 – 2.51
10-T	Gabor	0.33	1.0	300	2.60 – 2.61
11-T	Gabor	1.00	1.0	300	2.66 – 2.67
12-T	Gabor	0.10	1.0	60	2.50 – 2.51
13-T	Gabor	0.33	1.0	60	2.60 – 2.61
14-T	Gabor	1.00	1.0	60	2.66 – 2.67
15-T	Gabor	0.10	1.0	1500	2.50 – 2.51
16-T	Gabor	0.33	1.0	1500	2.60 – 2.61
17-T	Gabor	1.00	1.0	1500	2.66 – 2.67
18-Π	LXR-EW	-	0.42	300	2.243 – 2.244
19-Π	LXR-EW	-	0.42	300	2.243 – 2.244

2.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ακολουθώς παρατίθενται τα αποτελέσματα της σεισμικής ανάλυσης των τοίχων βαρύτητας για τα σενάρια 18-Π, 19-Π και από 3-T έως 17-T. Ειδικότερα, παρατίθενται τα επιταχυνσιογραφήματα, οι μετατοπίσεις των τοίχων, οι κατανομές των ορθών τάσεων των εδαφικών ωθήσεων καθώς και συγκεντρωτικά αποτελέσματα.

Κατά την εγγραφή των αρχείων αναφορών (reports), μορφής .rpt, στο πρόγραμμα Abaqus, οι εδαφικές ωθήσεις ευρέθησαν κάνοντας χρήση των αποτελεσμάτων από τα κεντροειδή των στοιχείων (centroid of elements), ενώ οι επιταχύνσεις και οι μετακινήσεις προέκυψαν από τα αποτελέσματα κάθε μοναδικού κόμβου (unique nodal).

Παρατηρώντας το τμήμα του Κεφαλαίου 2, το οποίο περιέχει τα σχήματα του κεφαλαίου, διακρίνεται ότι τα αποτελέσματα έχουν διαμοιρασθεί ανάλογα με τα προαναφερθέντα σενάρια, αντιστοιχία η οποία καταγράφεται στον **Πίνακα 2.8**.

Πίνακας 2.8 Αποτελέσματα παραμετρικής ανάλυσης ανάλογα με κάθε σενάριο

Α/Α	PGA (g)	Μέτρο Ελαστικότητας Εδάφους Θεμελίωσης (MPa)	Αποτελέσματα	
			Διαγράμματα	Σχήματα
3-T	0.05	300	2.6 -2.9	-
4-T	0.05	300	2.12 , 2.13	-
5-T	0.05	300	2.16 – 2.24	2.11 , 2.12
6-T	0.5	300	2.27 , 2.28	-
7-T	0.5	300	2.31 – 2.34	2.13 , 2.14
8-T	0.5	300	2.37 – 2.49	2.15 - 2.17
9-T	1.0	300	2.52 – 2.59	2.18 , 2.19
10-T	1.0	300	2.62 – 2.65	2.20 , 2.21
11-T	1.0	300	2.68 – 2.82	2.22 , 2.23
12-T	1.0	60	2.102 – 2.105	2.24 , 2.25
13-T	1.0	60	2.106 – 2.109	2.26 , 2.27
14-T	1.0	60	2.110 – 2.124	2.28 , 2.29
15-T	1.0	1500	2.141 – 2.148	2.30 , 2.31
16-T	1.0	1500	2.149 , 2.150	2.32 , 2.33
17-T	1.0	1500	2.151 – 2.163	2.34 , 2.35
18-Π	0.42	300	2.245 – 2.248	2.37 , 2.36
19-Π	0.42	300	2.249 – 2.275	2.38 , 2.39

Όσον αφορά στους παλμούς Gabor $PGA = 0.05\text{ g}$ και στις διεγέρσεις Gabor $PGA = 0.50\text{ g}$, για τις τρεις περιόδους 0.10 s , 0.33 s και 1.00 s παρατίθενται τα συγκριτικά **Διαγράμματα 2.22 – 2.24** και **2.45 – 2.49** αντίστοιχα.

Όσον αφορά στις διεγέρσεις Gabor $PGA = 1.00\text{ g}$, για τις τρεις περιόδους 0.10 s , 0.33 s και 1.00 s και για τα τρία διαφορετικά μέτρα ελαστικότητας εδάφους θεμελίωσης δίνονται και συγκριτικά αποτελέσματα για κάθε διαφορετικό μέτρο ελαστικότητας. Ειδικότερα, τα συγκριτικά αποτελέσματα για τις διεγέρσεις Gabor $PGA = 1.00\text{ g}$, για περιόδους 0.10 s , 0.33 s και 1.00 s , για μέτρο ελαστικότητας εδάφους θεμελίωσης ίσο με $E = 300\text{ MPa}$, διαφαίνονται στα **Διαγράμματα 2.83 – 2.101**. Τα αντίστοιχα συγκριτικά αποτελέσματα μέτρο ελαστικότητας εδάφους θεμελίωσης ίσο με $E = 60\text{ MPa}$ αντιστοιχούν στα **Διαγράμματα 2.125 – 2.140**, ενώ τα συγκριτικά για μέτρο ελαστικότητας εδάφους θεμελίωσης ίσο με $E = 1500\text{ MPa}$ διακρίνονται στα **Διαγράμματα 2.164 – 2.180**. Τέλος, από τη σύγκριση των διαφόρων σεναρίων προέκυψαν συγκεντρωτικά αποτελέσματα, που καταγράφονται στα **Διαγράμματα 2.181 – 2.242**.

2.4.1 ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΙΟΓΡΑΦΗΜΑΤΑ

Οι θέσεις της ελεύθερης επιφάνειας του εδάφους στις οποίες καταγράφηκαν οι εδαφικές επιταχύνσεις σημειώνονται στο **Σχήμα 2.6**. Τα σημεία G, T, D και Z αντιπροσωπεύουν το ελεύθερο πεδίο, ενώ τα σημεία M, N, U και V εντοπίζονται στην εδαφική περιοχή, η οποία βρίσκεται σε επαφή με τον τοίχο βαρύτητας (M και V στο ανώτερο σημείο της “πλάτης” των τοίχων, N και U στον πόδα των τοίχων). Τα υπόλοιπα σημεία ιχνηλατούνται ενδιάμεσα των ανωτέρω σημείων. Στο **Σχήμα 2.9** δίδεται μεγέθυνση του Σχήματος 2.6, ενώ πραγματοποιείται και ένας οπτικός διαχωρισμός του αριθμητικού προσομοιώματος σε αριστερό και δεξιό, ανάλογα με την περιοχή επιρροής κάθε τοίχου.

Από τη σύγκριση των επιταχύνσεων των σημείων M και N, των διεγέρσεων Gabor $PGA = 0.05\text{ g}$, για τις τρεις περιόδους (**Διάγραμμα 2.22**) προκύπτει ότι η οριζόντια επιτάχυνση της άνω αριστερής γωνίας της κορυφής του αριστερού τοίχου βρίσκεται σε διαφορετική φάση σε σχέση με την οριζόντια επιτάχυνση της κάτω δεξιάς γωνίας του πόδα του αριστερά τοίχου, ανάλογα με την περίοδο της διέγερσης.

Για περίοδο διέγερσης 0.10 s η διαφορά φάσης είναι 90°, για περίοδο διέγερσης 0.33 s είναι 45°, ενώ για περίοδο ίση με 1.00 s είναι 0°.

Ανάλογη σύγκριση για τις διεγέρσεις Gabor με $PGA = 0.50$ g (**Διάγραμμα 2.46**) αναδεικνύει ότι για περίοδο διέγερσης 0.10 s η διαφορά φάσης είναι 45°, για περίοδο διέγερσης 0.33 s είναι 90°, ενώ για περίοδο ίση με 1.00 s είναι περίπου 0°. Ίδιο με το προαναφερθέν συμπέρασμα προκύπτει και για τις επιταχύνσεις των σημείων V και U του δεξιού τοίχου για τις διεγέρσεις Gabor με $PGA = 1.00$ g και E εδάφους θεμελίωσης ίσο με 300 MPa (**Διάγραμμα 2.101**).

Τα επιταχυνσιογραφήματα των σημείων M - N και V - U είναι πλούσια σε υψίσυχνες συνιστώσες (spikes), οι οποίες μπορούν να αιτιολογηθούν από τις κρούσεις του τοίχου στο έδαφος και από πιθανές αποκολλήσεις (**Διαγράμματα 2.22, 2.38, 2.39, 2.46, 2.69, 2.70, 2.101, 2.111, 2.112, 2.152, 2.153, 2.250 και 2.251**). Αυτή η συμπεριφορά παρατηρείται κυρίως στις υψηλότερες PGA (1.00 g) και στις υψηλότερες περιόδους ($T = 1.00$ s) για τους εξιδανικευμένους παλμούς. Για τη διέγερση LXR-EW η συμπεριφορά των επιταχύνσεων στα σημεία M και N ομοιάζει με τη συμπεριφορά του παλμού Gabor $PGA = 0.50$ g $T = 1.00$ s, λόγω των παρόμοιων χαρακτηριστικών των δύο αυτών διεγέρσεων, όπως φανερώνει η σύγκριση των **Διαγραμμάτων 2.38, 2.39, 2.46, 2.250 και 2.251**.

Επιπρόσθετα, από τη σύγκριση των επιταχύνσεων των δύο γωνιών (άνω και κάτω) είτε του δεξιού είτε του αριστερού τοίχου διακρίνεται μία εκκεντρότητα για τους παλμούς Gabor των 0.50 g και 1.00 g, για περίοδο 0.10 s (**Διαγράμματα 2.46 και 2.101**).

Παρατηρώντας τις επιταχύνσεις των **Διαγραμμάτων 2.37 - 2.40, 2.68 - 2.71 και 2.249 - 2.252** προκύπτει ότι όσο μεγαλώνει η απόσταση από τους τοίχους, τόσο "εξομαλύνονται" οι επιταχύνσεις και από τη σκοπιά της μέγιστης επιτάχυνσης και από τη σκοπιά του υψίσυχνου συχνοτικού περιεχομένου. Η μόνη εξαίρεση απαντάται στο **Διάγραμμα 2.40**, όπου αναδεικνύεται ενίσχυση ορισμένων συχνοτήτων της επιτάχυνσης των σημείων του ελευθέρου πεδίου S και T.

Από τη σύγκριση των επιταχύνσεων των σημείων G και T, των διεγέρσεων Gabor $PGA = 0.50$ g, για τις τρεις περιόδους (**Διάγραμμα 2.45**) προκύπτει ότι η οριζόντια επιτάχυνση του σημείου G βρίσκεται σε διαφορετική φάση σε σχέση με την

οριζόντια επιτάχυνση του σημείου T, ανάλογα με την περίοδο της διέγερσης. Για περίοδο διέγερσης 0.10 s η διαφορά φάσης είναι 22.5°, για περίοδο διέγερσης 0.33 s είναι 90°, ενώ για περίοδο ίση με 1.00 s είναι περίπου 0°. Όμοια συμπεριφορά απαντάται και στο **Διάγραμμα 2.88** για τον παλμό Gabor PGA = 1.00 g. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι όταν η συχνότητα της διέγερσης είναι μεγάλη ($T = 0.10$ s, $T = 0.33$ s) τότε η επιτάχυνση του σημείου T είναι μεγαλύτερη της αντίστοιχης του σημείου G (**Διαγράμματα 2.45, 2.88 και 2.131**).

Τέλος, από το **Διάγραμμα 2.218** εξάγεται το συμπέρασμα ότι ο εδαφικός σχηματισμός με το μεγαλύτερο μέτρο ελαστικότητας E οδηγεί στη δημιουργία μεγαλύτερων επιταχύνσεων στο μοντέλο του δίστρωτου εδαφικού σχηματισμού. Το γεγονός αυτό είναι ανεξάρτητο από το εάν ο εν λόγω σχηματισμός αποτελεί το αντιστηριζόμενο έδαφος ή το έδαφος θεμελίωσης.

2.4.2 ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΕΙΣ ΤΟΙΧΩΝ

Στο **Σχήμα 2.7** παρουσιάζονται τα σημεία αναφοράς του τοίχου βαρύτητας, για τον υπολογισμό των μετακινήσιων μεγεθών του τοίχου και στο **Σχήμα 2.8** αναδεικνύεται η αθροιστική μετακίνηση του τοίχου βαρύτητας ως στερεό σώμα. Τα μετακινήσιμα μεγέθη, τα αποτελέσματα των οποίων πρόκειται να παρουσιαστούν είναι η ολίσθηση βάσης (base sliding), η πλευρική ολίσθηση (side sliding), η οριζόντια μετατόπιση (horizontal displacement), η κατακόρυφη μετατόπιση (vertical displacement) και η γωνία περιστροφής (rotation angle).

Ο τρόπος υπολογισμού των μετατοπίσεων και της στροφής κάθε τοίχου παρουσιάζεται στο **Σχήμα 2.8**. Ειδικότερα, η οριζόντια και κατακόρυφη μετακίνηση ταυτίζονται με την οριζόντια και κατακόρυφη μετακίνηση οποιουδήποτε κόμβου του τοίχου βαρύτητας, διότι ο τοίχος, επομένως και όλοι οι κόμβοι του, κινούνται ως στερεό σώμα. Στο σύνολο της παρούσας εργασίας, η οριζόντια και η κατακόρυφη μετακίνηση του τοίχου προκύπτει από την οριζόντια και την κατακόρυφη μετακίνηση του σημείου B ($u_{1,B}$ και $u_{2,B}$ αντίστοιχα), όπως παρουσιάζεται στο **Σχήμα 2.7**. Για το λόγο ότι θα δοθούν αποτελέσματα και για το δεξιό τοίχο, για τη σύγκρισή τους, με τα αντίστοιχα του αριστερού τοίχου, το σημείο B λαμβάνεται ως ο κόμβος του σημείου τομής της βάσης και της πλευράς του τοίχου.

Η στροφή του τοίχου προκύπτει από την παρακάτω σχέση:

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{u_{1,A} - u_{1,B}}{H_{\text{wall}}} \right)$$

ενώ η οριζόντια και η κατακόρυφη ολίσθηση του τοίχου προκύπτουν, αντίστοιχα, από τις παρακάτω σχέσεις:

$$\text{base sliding} = u_{1,B} - u_{1,2}$$

$$\text{side sliding} = u_{2,A} - u_{2,1}$$

, όπου $u_{1,X}$: η οριζόντια μετακίνηση του σημείου X,

$u_{2,X}$: η κατακόρυφη μετακίνηση του σημείου X και

H_{wall} : το ύψος του τοίχου.

Στο **Σχήμα 2.17** παρουσιάζεται συγκριτικά, για κάθε περίοδο T, η αρχική (με πορτοκαλί διακεκομμένη γραμμή) και η τελική θέση του αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω του παλμού Gabor PGA = 0.50 g, με επικλιμάκια αναγωγή ($\times 25$).

Στα **Διαγράμματα 2.76 – 2.80** δίδονται συγκριτικά οι ολισθήσεις βάσεις και πλευράς, οι οριζόντιες και κατακόρυφες μετακινήσεις και οι στροφές του αριστερού και του δεξιού τοίχου, σε σχέση με το χρόνο, για τη διέγερση Gabor PGA = 1.00 g, περιόδου T = 1.00 s και για E εδάφους θεμελίωσης ίσο με 300 MPa. Στα προαναφερθέντα διαγράμματα αναδεικνύεται ότι οι δύο τοίχοι έχουν διαφορά φάσης 90°.

Στα **Διαγράμματα 2.83 – 2.85** παρουσιάζονται συγκριτικά οι ολισθήσεις βάσεις, οι οριζόντιες μετακινήσεις και οι στροφές του αριστερού και του δεξιού τοίχου, σε σχέση με το χρόνο, για τις διεγέρσεις Gabor PGA = 1.00 g, περιόδων 0.10 s, 0.33 s και 1.00 s και για E εδάφους θεμελίωσης ίσο με 300 MPa. Παρατηρείται ότι όσο μειώνεται η συχνότητα της διέγερσης, τόσο αυξάνεται η ολίσθηση βάσης, η οριζόντια μετακίνηση και η στροφή του τοίχου και ότι οι δύο τοίχοι έχουν διαφορά φάσης 90°. Γενικά σημειώνεται ότι τα προαναφερόμενα μεγέθη, που καταγράφηκαν, παρουσιάζουν μία συμμετρία ως προς τον άξονα των x, που διέρχεται από την αρχή των αξόνων και η οποία αιτιολογείται από τη συμμετρία των δύο τοίχων. Βέβαια η

προηγούμενη σημείωση είναι αντίθετη με τη συμπεριφορά της στροφής των δύο τοίχων κατά τη διάρκεια της διέγερσης με περίοδο 0.33 s, διότι διακρίνεται ταυτόσημη περιστροφή των δύο τοίχων, μηδενική διαφορά φάσης και επιστροφή στην αρχική τους θέση.

Στα **Διαγράμματα 2.94 – 2.98** δίνονται συγκριτικά οι ολισθήσεις βάσεις και πλευράς, οι οριζόντιες και κατακόρυφες μετακινήσεις και οι στροφές του αριστερού και τοίχου, σε σχέση με το χρόνο, για τις διεγέρσεις Gabor $PGA = 1.00$ g, όλων των περιόδων και για E εδάφους θεμελίωσης ίσο με 300 MPa. Από αυτά προκύπτει ότι όσο μειώνεται η συχνότητα της διέγερσης, τόσο αυξάνεται το οποιοδήποτε μέγεθος της μετατόπισης του τοίχου.

Στα **Διαγράμματα 2.125, 2.126 και 2.132 - 2.136** για τα μετατοπισιακά μεγέθη της διέγερσης Gabor $PGA = 1.00$ g, $T = 1.00$ s και E εδάφους θεμελίωσης ίσου με 60 MPa, παρατηρείται όμοια συμπεριφορά με ανωτέρω. Η μόνη διαφορά εντοπίζεται στο συγκριτικό διάγραμμα στροφών αριστερού – δεξιού τοίχου (**Διάγραμμα 2.126**), όπου μετά το τέλος της διέγερσης οι δύο τοίχοι “θεραπεύονται” και αποκτούν μηδενική στροφή για περίοδο διέγερσης 0.10 s.

Στα **Διαγράμματα 2.159 – 2.161 και 2.170 – 2.174**, όπου παρατίθεται τα μετατοπισιακά μεγέθη της διέγερσης Gabor $PGA = 1.00$ g, $T = 1.00$ s και E εδάφους θεμελίωσης ίσου με 1500 MPa, παρουσιάζεται όμοια συμπεριφορά με ανωτέρω.

Από τα **Διαγράμματα 2.181 – 2.184, 2.216, 2.193, 2.202, 2.209, 2.216, 2.219 και 2.226** συμπεραίνεται ότι όσο αυξάνεται το E του εδάφους θεμελίωσης τόσο αυξάνονται οι ολισθήσεις στη βάση και οι οριζόντιες μετακινήσεις του τοίχου.

Από τα **Διαγράμματα 2.183, 2.187, 2.188, 2.196, 2.197, 2.205, 2.206, 2.212, 2.217, 2.220, 2.221, 2.227 και 2.228** παρουσιάζεται ότι με την αύξηση του μέτρου ελαστικότητας του εδάφους θεμελίωσης, μειώνονται οι κατακόρυφες μετακινήσεις, οι ολισθήσεις στην πλευρά και οι στροφές των τοίχων, ενώ μόνο στην περίπτωση των 60 MPa παρατηρείται “θεραπεία” των στροφών (**Διάγραμμα 2.183**). Εξαιρέση αποτελούν τα **Διαγράμματα 2.206 και 2.213**.

Από τα **Διάγραμμα 2.231 και 2.232** προκύπτει ότι αύξηση της περιόδου οδηγεί σε αύξηση της ολίσθησης της βάσης και της στροφής του αριστερού τοίχου, όμως στην περίπτωση της στροφής όσο μικρότερο το E τόσο μεγαλύτερη η αύξηση.

Τα **Διαγράμματα 2.229, 2.230, 2.239** και **2.240** φανερώνουν ότι όσο η PGA αυξάνεται, τόσο αυξάνονται οι ολισθήσεις στη βάση και οι στροφές του αριστερού τοίχου, ενώ όσο μεγαλύτερη η περίοδος της διέγερσης, τόσο μεγαλύτερη η αύξηση. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να δοθεί προσοχή, καθώς για περίοδο 0.33 s και έδαφος θεμελίωσης ίσο με $E = 300 \text{ MPa}$ παρατηρείται "θεραπεία" της στροφής του τοίχου.

Στα ανωτέρω αποτελέσματα προστίθενται και τα αποτελέσματα από τα **Διαγράμματα 2.185, 2.186, 2.194, 2.195, 2.203, 2.204, 2.210, 2.211** και **2.213**.

Στα **Διαγράμματα 2.253 – 2.257** παρέχονται τα μετατοπισιακά μεγέθη του αριστερού τοίχου για τη διέγερση LXR-EW με $\mu_2 = 1.00$, με τη σύγκριση αριστερού – δεξιού τοίχου, για τα ανωτέρω μεγέθη, να δίδεται στα **Διαγράμματα 2.262 – 2.266**. Από τα τελευταία διαγράμματα φανερώνεται ότι ο αριστερός τοίχος μετατοπίζεται περισσότερο από το δεξιό. Αξίζει να σημειωθεί ότι από το Διάγραμμα 2.255 προκύπτει ότι για τη συγκεκριμένη διέγερση και για $\mu_2 = 1.00$, ο αριστερός τοίχος μετακινείται οριζόντια περισσότερο προς το έδαφος, το οποίο αντιστηρίζει, παρά προς τον ελεύθερο χώρο εμπροσθεν του τοίχου.

Στο **Διάγραμμα 2.269** τίθεται η σύγκριση στροφών αριστερού – δεξιού τοίχου για $\mu_2 = 0.50$ και $\mu_2 = 1.00$, όπου αναδεικνύεται όμοια στροφή για το δεξιό τοίχο, ανεξάρτητα από το συντελεστή τριβής της βάσης του τοίχου.

Τέλος, στα **Διαγράμματα 2.271 - 2.273** συγκρίνονται οι ολισθήσεις και η στροφή του αριστερού τοίχου για τα δύο διαφορετικά μ_2 . Από αυτά εξάγεται το φυσικό συμπέρασμα ότι μεγαλύτερη τριβή στη διεπιφάνεια βάσης τοίχου – εδάφους θεμελίωσης ($\mu_2 = 1.00$) οδηγεί σε μεγαλύτερη στροφή σε σχέση με το προσομοίωμα με την μικρότερη τριβή στη βάση, αλλά και μικρότερες ολισθήσεις βάσης και πλευράς.

2.4.3 ΚΑΤΑΝΟΜΕΣ ΟΡΘΩΝ ΤΑΣΕΩΝ / ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΩΘΗΣΕΩΝ

Οι εδαφικές ωθήσεις, οι οποίες παρουσιάζονται στα κάτωθι διαγράμματα αφορούν την περιοχή ακριβώς δίπλα από την πλευρά και ακριβώς από κάτω από τη βάση του τοίχου. Οι κατανομές των τάσεων αφορούν ορθές τάσεις, δηλαδή τάσεις, οι οποίες είναι κάθετες στην επιφάνεια της πλευράς και στην επιφάνεια της βάσης του

τοιχίου αντίστοιχα. Όσον αφορά τα επιλεγέντα χρώματα, οι τάσεις τη στιγμή της μέγιστης γωνίας περιστροφής του τοίχου δίδονται με **πράσινη συνεχή γραμμή**, οι γεωστατικές τάσεις με **διακεκομμένη μαύρη γραμμή**, οι ενεργητικές ωθήσεις με **κίτρινη συνεχή γραμμή**, οι ουδέτερες ωθήσεις με **μοβ συνεχή γραμμή**, οι σεισμικές ωθήσεις K_{AE} με **μπορντό διακεκομμένη στικτή γραμμή**, οι τάσεις τη στιγμή της μέγιστης οριζόντιας μετατόπισης με **ερυθρή συνεχή γραμμή** και οι τάσεις τη στιγμή της μέγιστης δύναμης επί της πλευράς του τοίχου με **κυανή συνεχή γραμμή**. Προσοχή οφείλει να δοθεί στο ότι υπάρχουν ωθήσεις, οι οποίες αφορούν στη στιγμή της μέγιστης περιστροφής του τοίχου και είτε αναφέρονται στη μέγιστη γωνία περιστροφής ($\max \Phi$), είτε στην περιστροφή του τοίχου προς τον ελεύθερο χώρο έμπροσθεν του τοίχου ($\min \Phi$). Αυτός ο διαχωρισμός αιτιολογείται από το γεγονός ότι δύναται σε ορισμένες διεγέρσεις ο τοίχος να παρουσιάζει τη μέγιστη γωνία περιστροφής, κατά τη διάρκεια της κίνησής του προς το αντιστηριζόμενο έδαφος.

Τα **Διαγράμματα 2.6 - 2.9, 2.12 - 2.13 και 2.16 - 2.21** αφορούν στις κατανομές των εδαφικών ωθήσεων του αριστερού τοίχου, για τις διεγέρσεις Gabor με $PGA = 0.05 \text{ g}$ για τις τρεις περιόδους αντίστοιχα, ενώ τα **Διαγράμματα 2.23 και 2.24** αποτελούν συγκεντρωτικά διαγράμματα των ανωτέρω περιπτώσεων για τη χρονική στιγμή της μέγιστης περιστροφής του τοίχου.

Τα **Διαγράμματα 2.27 - 2.28, 2.31 - 2.34 και 2.41 - 2.44** αντιστοιχούν στις κατανομές των εδαφικών ωθήσεων του αριστερού τοίχου, για τις διεγέρσεις Gabor με $PGA = 0.50 \text{ g}$ για τις τρεις περιόδους αντίστοιχα, ενώ τα **Διαγράμματα 2.48 και 2.49** είναι συγκεντρωτικά διαγράμματα των ανωτέρω περιπτώσεων για τη χρονική στιγμή της μέγιστης περιστροφής του τοίχου. Από τα τελευταία δύναται να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι με την αύξηση της περιόδου αυξάνεται το ύψος του μοχλοβραχίονα της δύναμης των εδαφικών ωθήσεων, με αποτέλεσμα με την αύξηση της περιόδου ο τοίχος να οδηγείται σε μεγαλύτερη στροφή, όπως παρατηρήθηκε και στην **Υποπαράγραφο 2.4.2**.

Τα **Διαγράμματα 2.52 - 2.55, 2.62 - 2.63 και 2.72 - 2.75** αφορούν τις κατανομές των εδαφικών ωθήσεων του αριστερού τοίχου για τις διεγέρσεις Gabor με $PGA = 1.00 \text{ g}$ ($E = 300 \text{ MPa}$) για τις τρεις περιόδους αντίστοιχα. Τα **Διαγράμματα**

2.99 και **2.100** αποτελούν συγκεντρωτικά διαγράμματα των ωθήσεων του αριστερού τοίχου των ανωτέρω περιπτώσεων, για τη χρονική στιγμή της μέγιστης περιστροφής του τοίχου. Ακόμα, τα **Διαγράμματα 2.56 - 2.59, 2.64 - 2.65** αφορούν τις κατανομές των εδαφικών ωθήσεων του δεξιού τοίχου, για τις διεγέρσεις Gabor με $PGA = 1.00 \text{ g}$ ($E = 300 \text{ MPa}$) για τις περιόδους 0.10 s και 0.33 s αντίστοιχα. Τα **Διαγράμματα 2.81** και **2.82** αποτελούν συγκριτικά διαγράμματα των ωθήσεων του αριστερού και του δεξιού τοίχου, τη χρονική στιγμή της μέγιστης περιστροφής του τοίχου για τη διέγερση Gabor με $PGA = 1.00 \text{ g}$ ($E = 300 \text{ MPa}$) και περίοδο 1.00 s . Σύγκριση των ωθήσεων αριστερού – δεξιού τοίχου δίδεται στα **Διαγράμματα 2.86** και **2.87**, για τις τρεις περιόδους της διέγερσης Gabor με $PGA = 1.00 \text{ g}$ ($E = 300 \text{ MPa}$). Από τα τελευταία προκύπτει ότι με την αύξηση της περιόδου η δύναμη των ωθήσεων αυξάνεται σε μέγεθος.

Παρατηρώντας τα προαναφερθέντα διαγράμματα αξίζει να σημειωθεί ότι για μικρή περίοδο διέγερσης οι τάσεις είναι όμοιες με τις γεωστατικές. Βέβαια με την αύξηση της περιόδου αυτές αποκλίνουν όλο και περισσότερο από τη γεωστατική κατάσταση. Επιπρόσθετα, όταν διαφαίνεται μηδενισμός των τάσεων, τότε υπάρχει αποκόλληση του τοίχου από το έδαφος με το οποίο ο τοίχος βρισκόταν σε επαφή. Παραδείγματος χάριν στις εδαφικές ωθήσεις της βάσης όταν η τιμή της τάσης μηδενίζεται, το γεγονός αυτό συνεπάγεται ανασήκωμα της βάσης του τοίχου και ταυτόχρονα απώλεια επαφής με το έδαφος θεμελίωσης.

Η χρονική στιγμή της μέγιστης δύναμης P αντιστοιχεί στην παθητική κατάσταση, γεγονός το οποίο οδηγεί σε μεγάλες τάσεις στην πλευρά και στη βάση του τοίχου. Οι μεγάλες τάσεις στο κατώτερο τμήμα της πλευράς του τοίχου αιτιολογούνται από την πίεση της εσωτερικής γωνίας του τοίχου στο έδαφος, εξαιτίας της στροφής του τοίχου. Με παρόμοιο μηχανισμό φαίνεται να δημιουργούνται και οι διάφορες κορυφές των πλευρικών τάσεων, οι οποίες παρατηρούνται καθ' ύψος του τοίχου. Σε αυτό το αποτέλεσμα οδηγεί ο συνδυασμός της άμμου του αντιστηριζομένου εδάφους και των ιδιοτήτων της επιλεγείσας διεπιφάνειας στο αριθμητικό προσομοίωμα των πεπερασμένων στοιχείων, δημιουργώντας περιοχές μεγαλύτερης και μικρότερης τοπικά πίεσης. Όπως αναμένεται, η κατανομή των πλευρικών ωθήσεων αριστερού – δεξιού τοίχου είναι παρόμοια, ενώ η κατανομή ωθήσεων της βάσης είναι συμμετρική.

Ακολουθως, τα **Διαγράμματα 2.102 - 2.105, 2.106 - 2.109** και **2.114 - 2.117** αφορούν τις κατανομές των εδαφικών ωθήσεων του αριστερού τοίχου για τις διεγέρσεις Gabor με $PGA = 1.00 g$ ($E = 60 MPa$) για τις τρεις περιόδους αντίστοιχα. Τα **Διαγράμματα 2.137** και **2.138** αποτελούν συγκεντρωτικά διαγράμματα των ωθήσεων του αριστερού τοίχου των ανωτέρω περιπτώσεων, για τη χρονική στιγμή της μέγιστης περιστροφής του τοίχου. Τα **Διαγράμματα 2.139** και **2.140** είναι συγκεντρωτικά διαγράμματα των ωθήσεων του δεξιού τοίχου για τις τρεις περιόδους της εν λόγω διέγερσης. Ακόμα, τα **Διαγράμματα 2.127 - 2.128** και **2.129 - 2.130** αφορούν στις συγκρίσεις των κατανομών των εδαφικών ωθήσεων αριστερού - δεξιού τοίχου, για τις διεγέρσεις Gabor με $PGA = 1.00 g$ ($E = 60 MPa$) και για τις τρεις περιόδους, για τη στιγμή της περιστροφής προς τον ελεύθερο χώρο και για τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής των τοίχων αντίστοιχα.

Τα **Διαγράμματα 2.141 - 2.146, 2.149 - 2.150** και **2.155 - 2.158** αφορούν στις κατανομές των εδαφικών ωθήσεων του αριστερού τοίχου για τις διεγέρσεις Gabor με $PGA = 1.00 g$ ($E = 1500 MPa$) για τις τρεις περιόδους αντίστοιχα. Επιπλέον, τα **Διαγράμματα 2.147 - 2.148** και **2.162 - 2.163** αποτελούν τις κατανομές των εδαφικών ωθήσεων του δεξιού τοίχου και τη σύγκριση των κατανομών αριστερού - δεξιού τοίχου αντίστοιχα, για τη διέγερση Gabor $PGA = 1.00 g$ $T = 0.10 s$ ($E = 1500 MPa$). Τα **Διαγράμματα 2.166 - 2.167** και **2.168 - 2.169** αφορούν στις συγκρίσεις των κατανομών των εδαφικών ωθήσεων αριστερού - δεξιού τοίχου, για τις διεγέρσεις Gabor με $PGA = 1.00 g$ ($E = 1500 MPa$) και για τις τρεις περιόδους, για τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής των τοίχων και για τη στιγμή της περιστροφής προς τον ελεύθερο χώρο αντίστοιχα. Συγκεντρωτικά διαγράμματα αποτελούν τα **Διαγράμματα 2.175 - 2.180**.

Τα **Διαγράμματα 2.189 - 2.190** και **2.191 - 2.192** αποτελούν συγκεντρωτικά διαγράμματα των ωθήσεων του αριστερού τοίχου, για τις διεγέρσεις Gabor με $PGA = 1.00 g$ για τα τρία E (στιγμή μέγιστης περιστροφής) και για τις τρεις τιμές της PGA για $E = 300 MPa$ αντίστοιχα, για περίοδο διέγερσης $T = 0.10 s$. Τα **Διαγράμματα 2.198 - 2.199** και **2.200 - 2.201** αποτελούν συγκεντρωτικά διαγράμματα των ωθήσεων του δεξιού τοίχου, τη στιγμή της περιστροφής του προς τον ελεύθερο χώρο και τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής του αντίστοιχα, για τις διεγέρσεις Gabor με $PGA =$

1.00 g T = 0.10 s και για τα τρία E. Διαφαίνεται ότι όσο αυξάνεται η PGA της διέγερσης, τόσο εκλείπει η τριγωνική κατανομή των ωθήσεων και μετατοπίζεται ο μοχλοβραχίονας της δύναμης των ωθήσεων σε μεγαλύτερο ύψος (**Διάγραμμα 2.191**). Ανάλογα συμπεράσματα δύνανται να επεκταθούν και για την αύξηση του μέτρου ελαστικότητας του εδάφους θεμελίωσης (**Διάγραμμα 2.198**). Παρόμοια αποτελέσματα παρατηρούνται και στα **Διαγράμματα 2.207, 2.208, 2.214, 2.215, 2.222 - 2.225, 2.233 - 2.238, 2.241** και **2.242** Αξίζει να σημειωθεί ότι στο **Διάγραμμα 2.233** για 0.33 s παρατηρείται η δημιουργία τραπεζοειδούς κατανομής των ωθήσεων, με την αύξηση της PGA.

Τα **Διαγράμματα 2.245 - 2.248, 2.258 - 2.261, 2.267, 2.268, 2.270** και **2.275** αφορούν στη διέγερση LXR-EW. Από αυτά παρατηρείται ότι η κατανομή των ωθήσεων του δεξιού τοίχου δεν επηρεάζεται από την αλλαγή του συντελεστή τριβής μ_2 . Επίσης, ο αριστερός τοίχος για $\mu_2 = 0.50$ δεν παρουσιάζει τριγωνική κατανομή και ο μοχλοβραχίονας της δύναμης των ωθήσεων του δεξιού τοίχου, τη στιγμή της περιστροφής του τοίχου προς τον ελεύθερο χώρο, εντοπίζεται κοντά στο μέσο του ύψους του τοίχου. Τέλος, μορφή τριγωνικής κατανομής διακρίνεται για συντελεστή $\mu_2 = 1.00$ τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής και των δύο τοίχων.

2.4.4 ΠΛΑΣΤΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΑ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΕΩΝ

Στα **Σχήματα 2.11 - 2.16** και **2.18 - 2.39** διακρίνονται οι πλαστικές παραμορφώσεις (σε φυσική κλίμακα), οι οποίες έχουν προκύψει έπειτα από τη σεισμική εξαίτηση του εδαφικού προσομοιώματος (σκουρόχρωμες ισοδυναμικές γραμμές πλαστικών παραμορφώσεων), σε συνδυασμό με τα διανύσματα της προκύπτουσας μετατόπισης (ερυθρά βέλη), για το σύνολο των διεγέρσεων.

Η προκύπτουσα μετατόπιση διέπεται από την παρακάτω σχέση:

$$u_{\text{Resultant}} = \sqrt{u_1^2 + u_2^2}$$

Στη διέγερση Gabor PGA = 0.05 g, T = 1.00 s (**Σχήματα 2.11, 2.12**) παρουσιάζεται έντονη πλαστικοποίηση στον πόδα των τοίχων, δίχως να έχει δημιουργηθεί πρίσμα αστοχίας στο αντιστηριζόμενο έδαφος, της περιοχής όπισθεν των τοίχων. Το φαινόμενο αυτό αιτιολογείται από την μικρή PGA, η οποία ουσιαστικά δεν οδηγεί σε μετακίνηση των τοίχων, αλλά σε μία εξελισσόμενη προς τα κάτω

αύξηση των αρχικών πλαστικών παραμορφώσεων της περιοχής του πόδα του τοίχου. Οι αρχικές αυτές παραμορφώσεις είχαν δημιουργηθεί στατικά, πριν από την έναρξη της διέγερσης, από το ίδιο βάρος του τοίχου.

Με ανάλογο τρόπο λειτουργεί και το προσομοίωμα το οποίο δέχθηκε τη διέγερση Gabor $PGA = 1.00 \text{ g}$ με $T = 0.10 \text{ s}$ και έδαφος θεμελίωσης με $E = 300 \text{ MPa}$ (**Σχήματα 2.18, 2.19**), με τη διαφορά ότι εμφανίστηκαν “προ-πρισματικές” πλαστικές παραμορφώσεις στην περιοχή όπισθεν του τοίχου. Με τον όρο “προ-πρισματικές” λογίζονται οι πλαστικές παραμορφώσεις, οι οποίες αναδεικνύουν την όδευση των παραμορφώσεων, οι οποίες επρόκειτο να οδηγήσουν στη δημιουργία εδαφικού πρίσματος. Η ανάλογη συμπεριφορά με τη διέγερση $PGA = 0.05 \text{ g}$ προέκυψε λόγω της μεγάλης συχνότητας της διέγερσης $PGA = 1.00 \text{ g}$ και $T = 0.10 \text{ s}$, η οποία ουσιαστικά λειτούργησε ως φίλτρο της ισχυρότερης διέγερσης.

Στη διέγερση Gabor $PGA = 0.50 \text{ g}$, $T = 0.33 \text{ s}$ (**Σχήματα 2.13, 2.14**) παρουσιάζονται δύο πρίσματα αστοχίας σε κάθε τοίχο. Το πρώτο εμφανίστηκε στο αντιστηριζόμενο έδαφος και το δεύτερο στην περιοχή ακριβώς κάτω από κάθε τοίχο, πιθανότατα λόγω της ταλάντωσης του εδάφους από παλμό περιόδου ίσης με την ιδιοπερίοδο του εδαφικού σχηματισμού θεμελίωσης. Εντύπωση προκαλεί η αντισυμμετρία των προαναφερθέντων πρισμάτων ως προς την κάτω εσωτερική (προς το έδαφος) γωνία των τοίχων, καθώς και η επιστροφή των τοίχων στο πέρας της διέγερσης (“θεραπεία” της στροφής) στην αρχική τους θέση.

Ανάλογη συμπεριφορά με ανωτέρω λειτουργεί και το προσομοίωμα της διέγερσης Gabor $PGA = 1.00 \text{ g}$ με $T = 0.33 \text{ s}$ και έδαφος θεμελίωσης με $E = 300 \text{ MPa}$ (**Σχήματα 2.20, 2.21**).

Στη διέγερση Gabor $PGA = 0.50 \text{ g}$, $T = 1.00 \text{ s}$ (**Σχήματα 2.15, 2.16**) παρατίθεται γνώριμη εικόνα με τη δημιουργία πρίσματος αστοχίας όπισθεν κάθε τοίχου, λόγω της μετακίνησης των τοίχων. Επίσης, παρατηρείται αποκόλληση του τοίχου από το αντιστηριζόμενο έδαφος και έντονη κρούση του τοίχου στη μπροστινή γωνία (στον πόδα) του τοίχου.

Το προσομοίωμα της διέγερσης Gabor $PGA = 1.00 \text{ g}$ με $T = 1.00 \text{ s}$ και έδαφος θεμελίωσης με $E = 300 \text{ MPa}$ (**Σχήματα 2.22, 2.23**) έχει παρόμοια συμπεριφορά με αυτό της προηγούμενης παραγράφου, με τη διαφορά ότι το φαινόμενο είναι

εντονότερο, λόγω της ισχυρότερης διέγερσης. Παρατηρείται φανερή αποκόλληση του εδάφους από τον τοίχο βαρύτητας και έντονη περιστροφή του τοίχου.

Παρόμοια συμπεριφορά με τα προαναφερθέντα προσομοιώματα παρουσιάζουν και τα προσομοιώματα με εδάφη θεμελίωσης $E = 60 \text{ MPa}$ (**Σχήματα 2.24 - 2.29**) και $E = 1500 \text{ MPa}$ (**Σχήματα 2.30 - 2.35**). Για το προσομοίωμα με $E = 60 \text{ MPa}$, οι διαφορές, οι οποίες εντοπίζονται, αφορούν στην εντονότερη συμπεριφορά παραμορφώσεων, εξαιτίας της στροφής του τοίχου στο μαλακότερο σχηματισμό. Αντίθετα, για το προσομοίωμα με $E = 1500 \text{ MPa}$, η διαφορά έγκειται στη δημιουργία εδαφικού πρίσματος, ακόμα και από τη μικρή περίοδο ($T = 0.10 \text{ s}$), επειδή ο τοίχος ολισθαίνει στο σκληρότερο σχηματισμό και μετακινείται οριζοντίως εντονότερα.

Όσον αφορά στη διέγερση LXR-EW από τα **Σχήματα 2.36 - 2.39**, παρατηρούνται, και για τις δύο περιπτώσεις του μ_2 , δημιουργία εδαφικού πρίσματος και στους δύο τοίχους και μεγαλύτερη αποκόλληση του αριστερού τοίχου σε σχέση με το δεξιό. Όμως, όταν ο συντελεστής τριβής είναι $\mu_2 = 1.00$ αναδεικνύεται ότι οι πλαστικές παραμορφώσεις στις γωνίες της βάσης και των δύο τοίχων εξαπλώνονται σε βάθος, για τις δεξιές γωνίες και σε πλάτος για τις αριστερές γωνίες. Το γεγονός αυτό εξηγείται λόγω της μεγαλύτερης τριβής της βάσεως, καθώς οι τοίχοι στρέφονται περισσότερο σε σχέση με τους τοίχους, οι οποίοι διαθέτουν το μισό συντελεστή τριβής βάσεως.

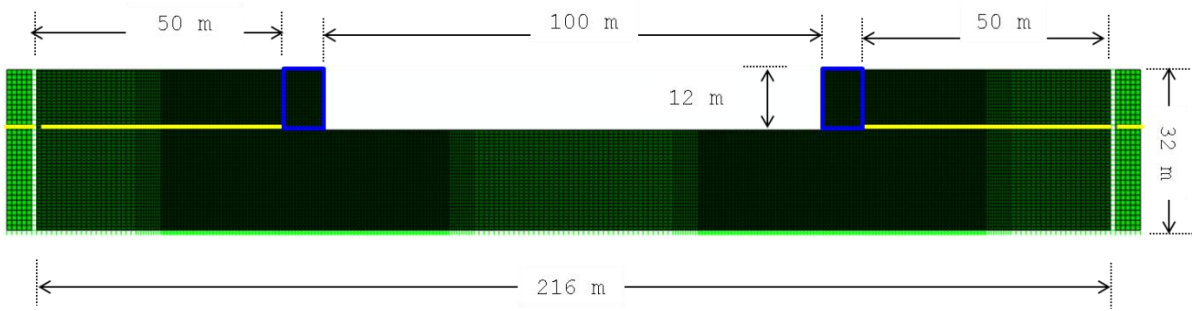
2.4.5 ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΕΙΣ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΣΗΜΕΙΩΝ ΕΛΕΥΘΕΡΟΥ ΠΕΔΙΟΥ

Από τη σύγκριση των οριζοντίων μετακινήσεων των σημείων ελεύθερου πεδίου G και T, των διεγέρσεων Gabor $PGA = 0.50 \text{ g}$, για τις τρεις περιόδους (**Διάγραμμα 2.47**) προκύπτει ότι η οριζόντια μετακίνηση του σημείου T είναι μεγαλύτερη σε σχέση με αυτή του σημείου G, για τις περιόδους 0.10 s και 0.33 s , ενώ μόνο για τη διέγερση με περίοδο 1.00 s , η οριζόντια μετακίνηση του G είναι μεγαλύτερη της T. Επιπρόσθετα, παρατηρείται ότι οι μετακινήσεις των δύο σημείων βρίσκονται σε διαφορετική φάση, ανάλογα με την περίοδο της διέγερσης. Για περίοδο διέγερσης 0.10 s η διαφορά φάσης είναι 22.5° , για περίοδο διέγερσης 0.33 s είναι 90° , ενώ για περίοδο ίση με 1.00 s είναι 0° .

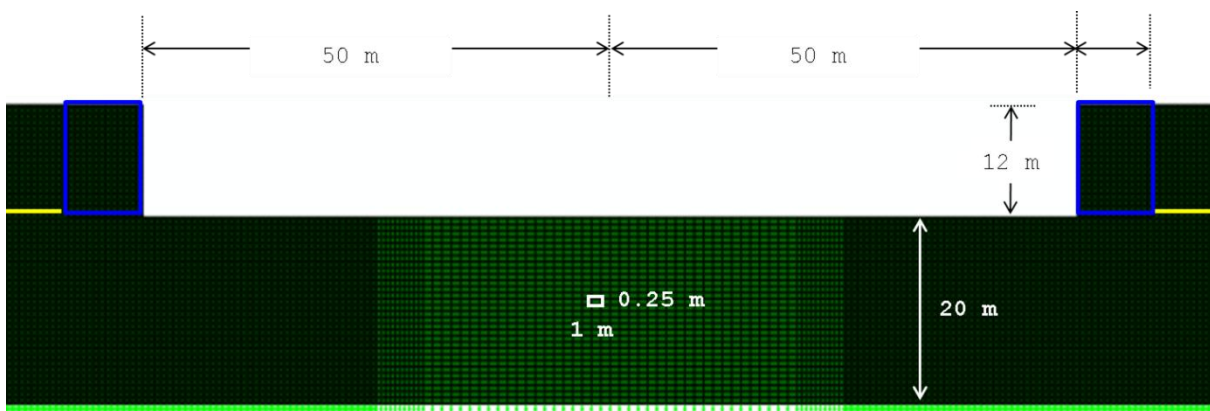
Ανάλογα είναι και τα αποτελέσματα του **Διαγράμματος 2.89** για τις διεγέρσεις με $PGA = 1.00 \text{ g}$ και $E = 300 \text{ MPa}$. Για τη μελέτη αυτής της συμπεριφοράς του εδάφους δημιουργήθηκαν τα **Διαγράμματα 2.90 - 2.93**. Τα **Διαγράμματα 2.90** και **2.92** αφορούν στην καταγραφή της διάδοσης των κυματομορφών της οριζόντιας μετακίνησης στις εδαφικές στήλες των σημείων G και T, τη στιγμή κατά την οποία παρατηρείται μέγιστη οριζόντια μετακίνηση στο σημείο T και G αντίστοιχα. Τα **Διαγράμματα 2.91** και **2.93** δίδουν τις κατανομές των εδαφικών ωθήσεων των καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά του τοίχου στις αντίστοιχες χρονικές στιγμές. Η προαναφερθείσες διαφορές φάσεις αντικατοπτρίζονται και στα **Διαγράμματα 2.90** και **2.92**, ενώ η μορφή της κυματομορφής του σημείου G αποδεικνύει και την μορφή της κατανομής των εδαφικών ωθήσεων των **Διαγραμμάτων 2.91** και **2.93**. Όταν η κυματομορφή του G, στον εδαφικό σχηματισμό του αντιστηριζομένου εδάφους, παρουσιάζει μικρότερο μήκος κύματος από το ύψος του τοίχου βαρύτητας (πορτοκαλί γραμμή **Διαγράμματος 2.90**), τότε η κατανομή των εδαφικών ωθήσεων είναι μεταβαλλόμενη (ερυθρή γραμμή **Διαγράμματος 2.91**). Όταν η κυματομορφή του G, στον εδαφικό σχηματισμό του αντιστηριζομένου εδάφους, παρουσιάζει μεγαλύτερο μήκος κύματος από το ύψος του τοίχου βαρύτητας (πορτοκαλί γραμμή **Διαγράμματος 2.92**), τότε η κατανομή των εδαφικών ωθήσεων είναι σχεδόν σταθερή (ερυθρή γραμμή **Διαγράμματος 2.93**).

Για έδαφος θεμελίωσης $E = 60 \text{ MPa}$ ο μαλακότερος σχηματισμός έχει μεγαλύτερες οριζόντιες μετακινήσεις (**Διάγραμμα 2.131**). Η διαφορά φάσης για περίοδο διέγερσης 0.10 s είναι 22.5° , για περίοδο διέγερσης 0.33 s είναι 45° και για περίοδο ίση με 1.00 s είναι 22.5° .

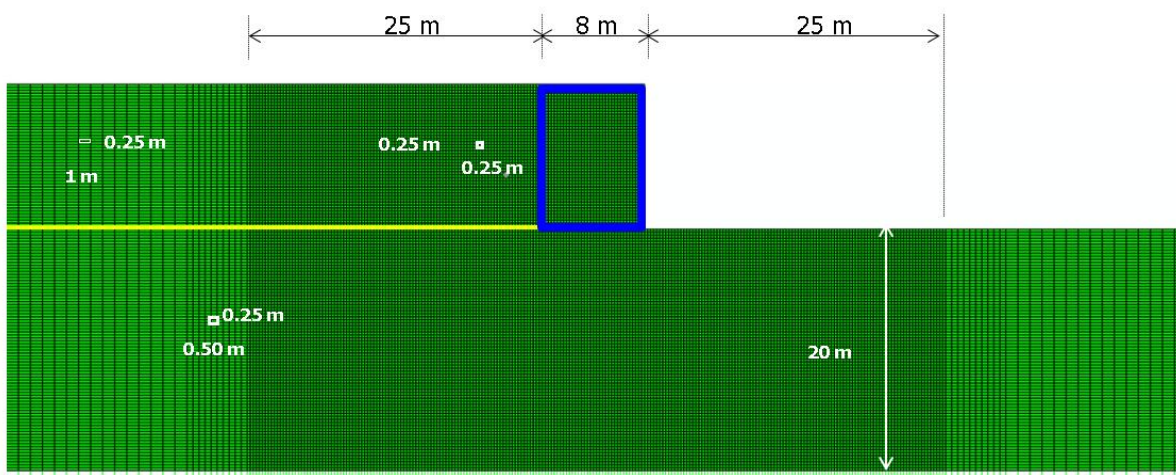
Τελικά στο **Διάγραμμα 2.218** παρουσιάζονται συγκριτικά οι οριζόντιες μετακινήσεις των σημείων G και T για περίοδο διέγερσης 1.00 s και για τα τρία E του εδάφους θεμελίωσης. Παρατηρείται ότι ο μαλακότερος κάθε φορά σχηματισμός από το δίστρωτο εδαφικό προφίλ του προσομοιώματος δίνει μεγαλύτερες οριζόντιες μετακινήσεις σε σχέση με το σκληρότερο, ανεξαρτήτως της θέσης του. Η διαφορά φάσης και για τα τρία προσομοιώματα με τα διαφορετικά μέτρα ελαστικότητας κυμαίνεται από 0° έως 22.5° .



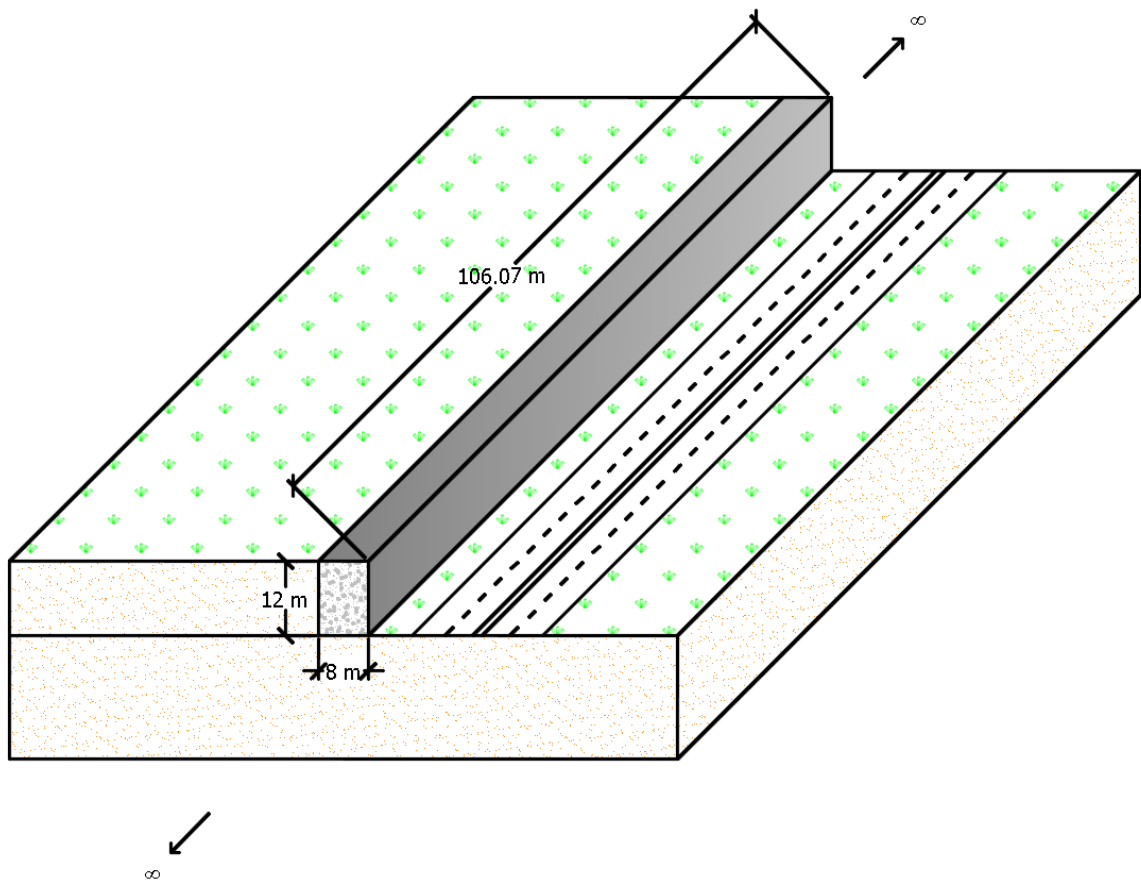
Σχήμα 2.1 Αριθμητικό προσομοίωμα πεπερασμένων στοιχείων σεισμικής ανάλυσης τοίχων βαρύτητας



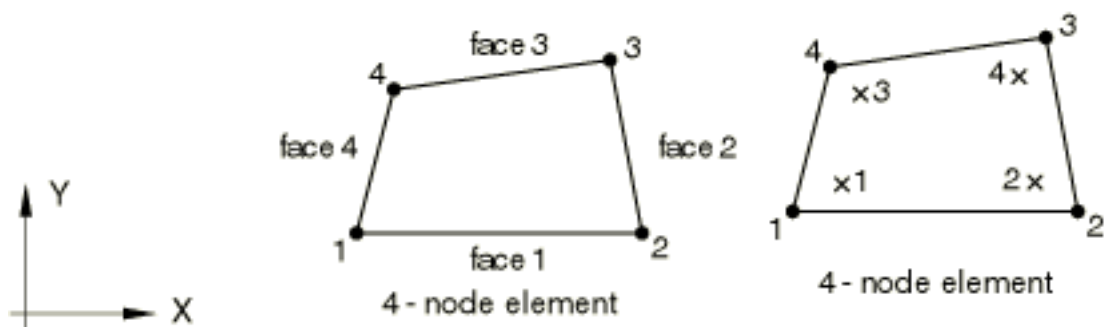
Σχήμα 2.2 Μεγέθυνση Σχήματος 2.1



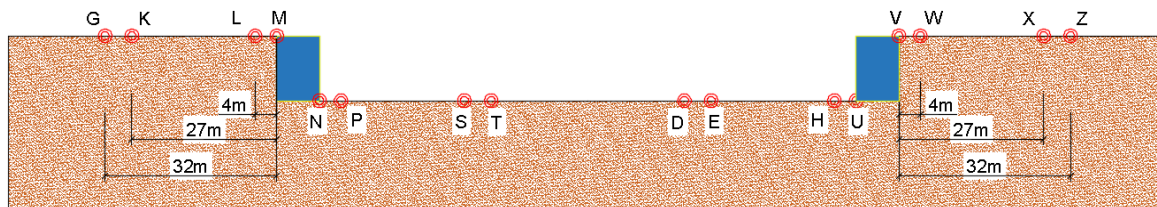
Σχήμα 2.3 Τμήμα σχήματος 2.1 με αναγραφόμενες τις διαστάσεις του καννάβου των πεπερασμένων στοιχείων



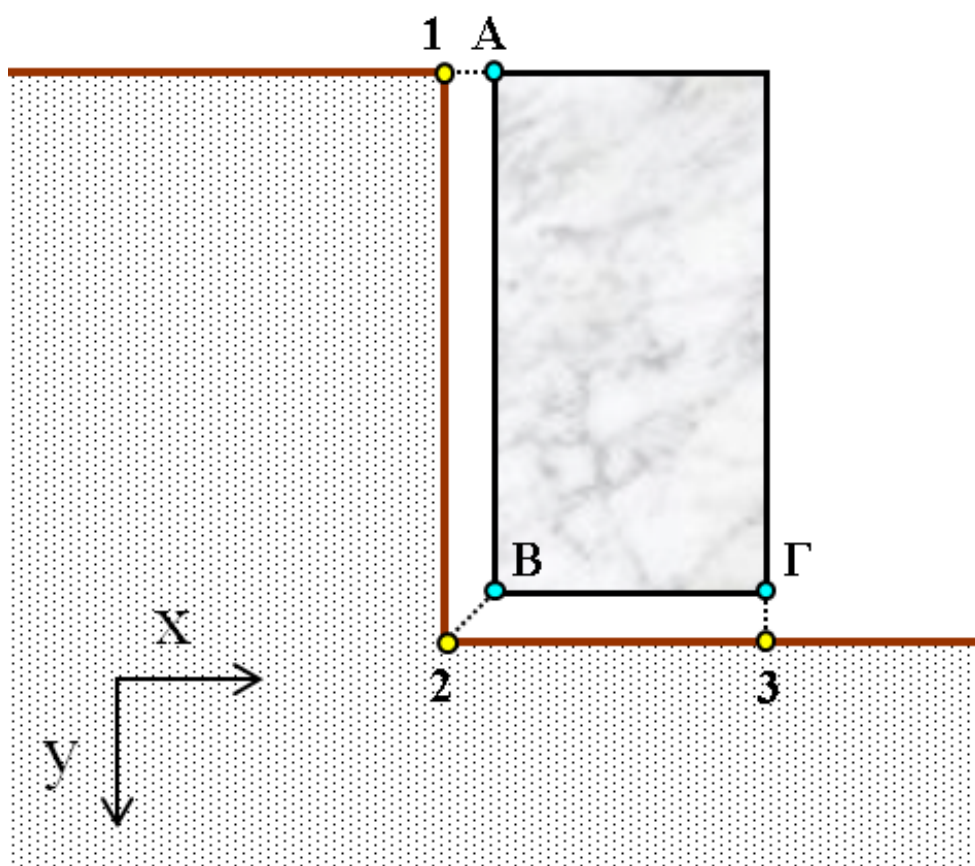
Σχήμα 2.4 Προοπτικό σχέδιο απεικόνισης τοίχου βαρύτητας αριθμητικής ανάλυσης για την ανάδειξη της αναγκαίας θεώρησης συνθηκών επίπεδης παραμόρφωσης



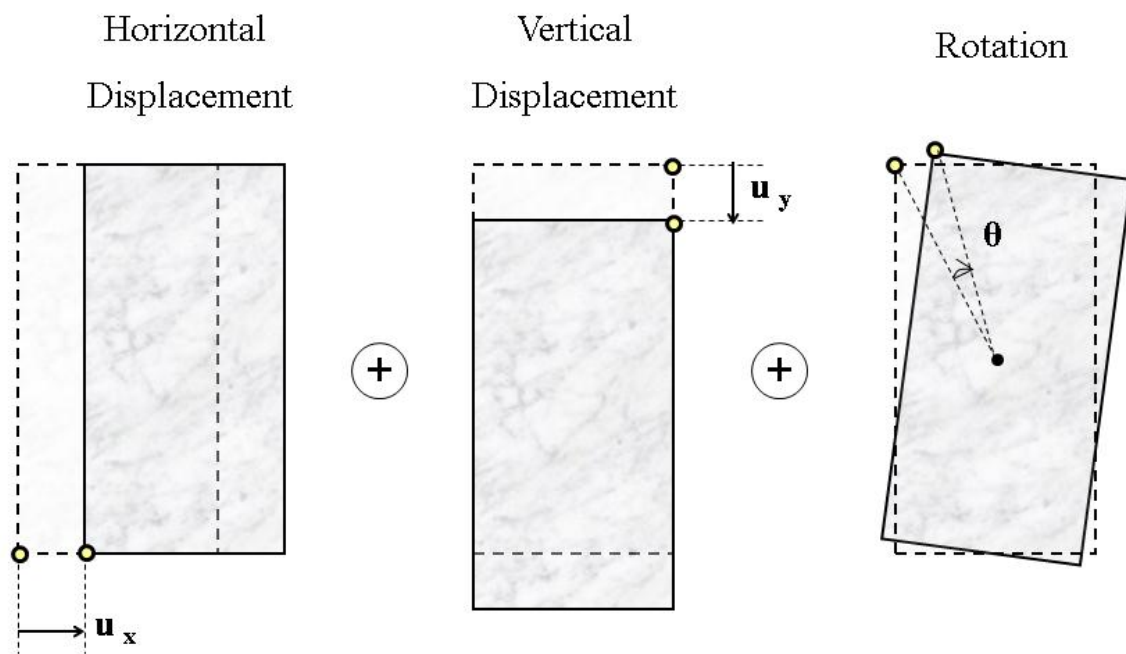
Σχήμα 2.5 Δι-διάστατα, τετραπλευρικά, τετρακομβικά στοιχεία επίπεδης παραμόρφωσης συνεχούς μέσου τύπου **CPE4**, με την ονομασία των κόμβων, των πλευρών και των σημείων ολοκλήρωσης [Πηγή: <http://129.97.46.200:2080/v6.13/books/usb/default.htm>, Abaqus Documentation]



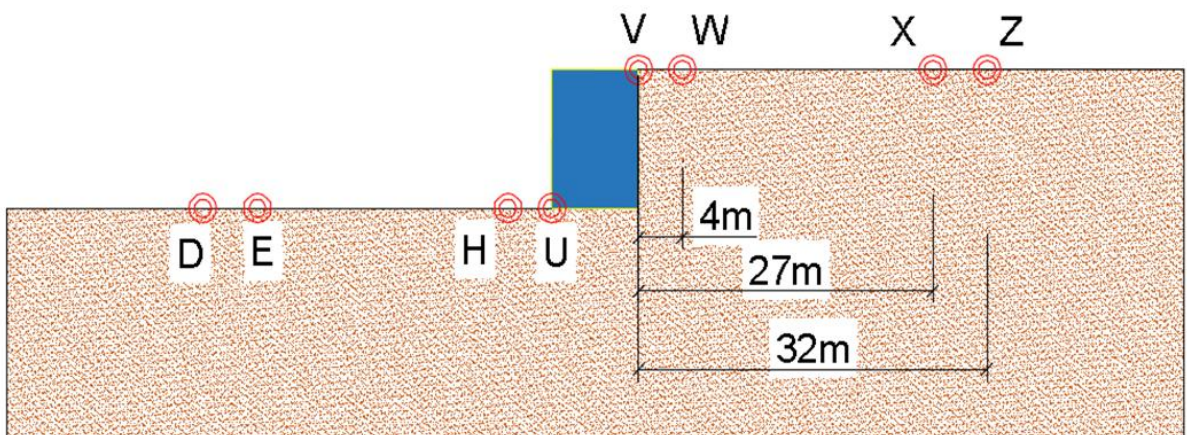
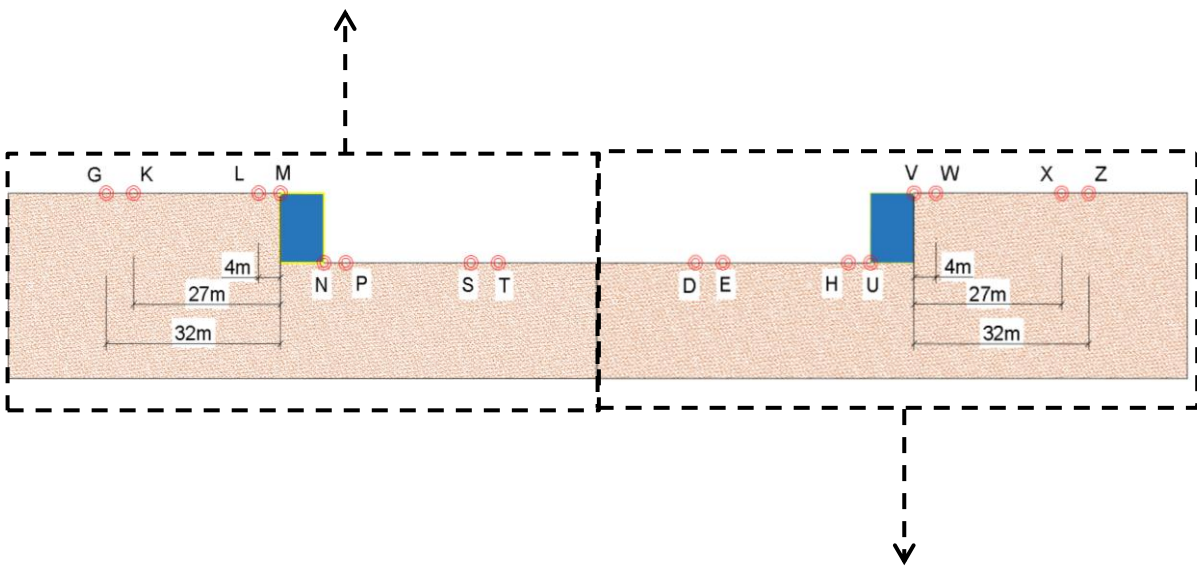
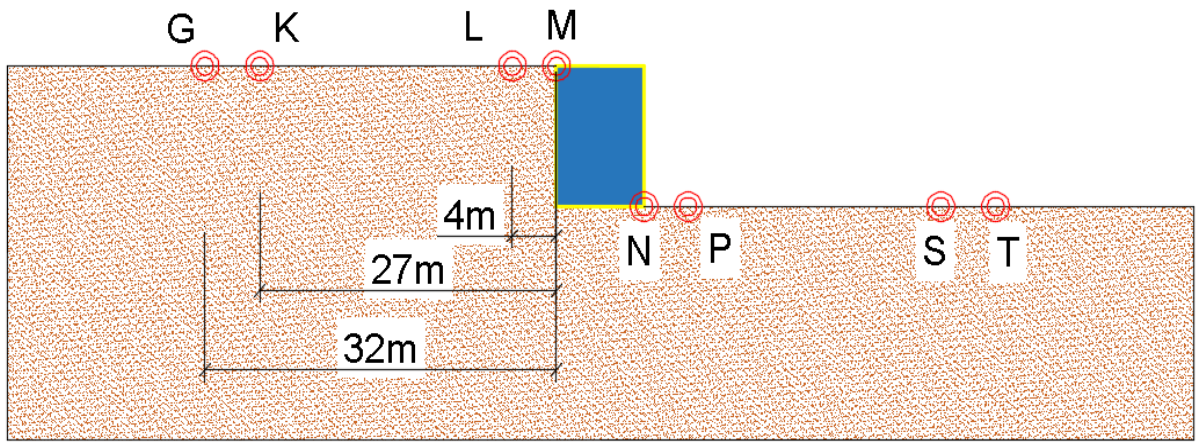
Σχήμα 2.6 Θέσεις ελεύθερης επιφάνειας εδάφους στις οποίες καταγράφηκαν οι εδαφικές επιταχύνσεις



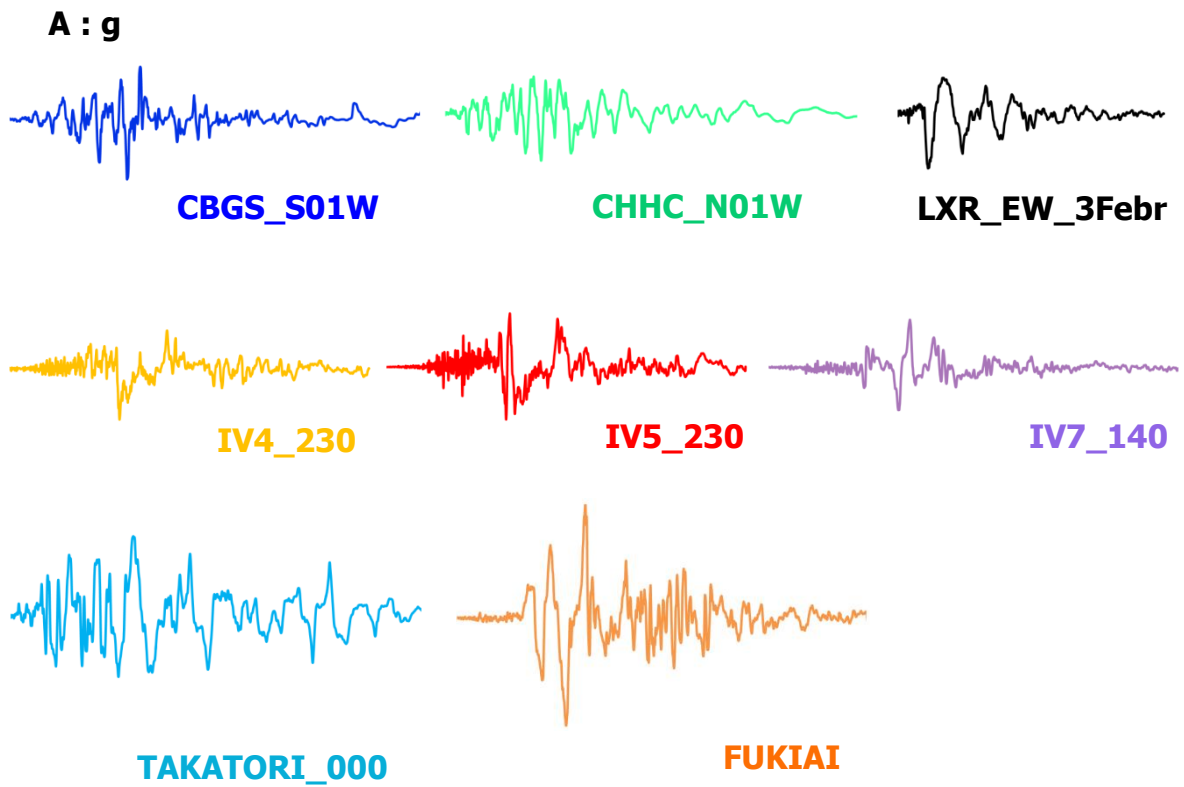
Σχήμα 2.7 Αποκολλημένη απεικόνιση τοίχου βαρύτητας για την ανάδειξη των σημείων αναφοράς του υπολογισμού των μετακινήσεων του εν λόγω τοίχου



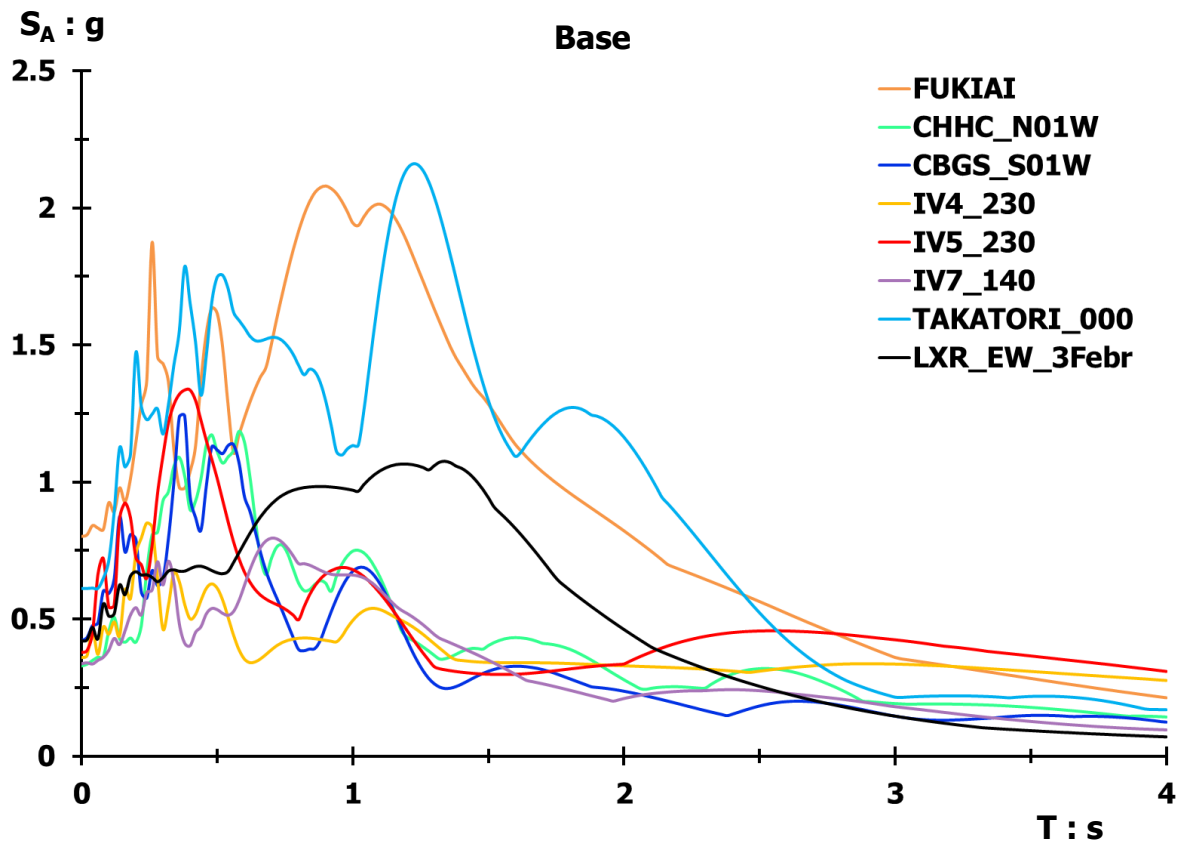
Σχήμα 2.8 Μετακινήσεις τοίχου βαρύτητας ως στερεό σώμα



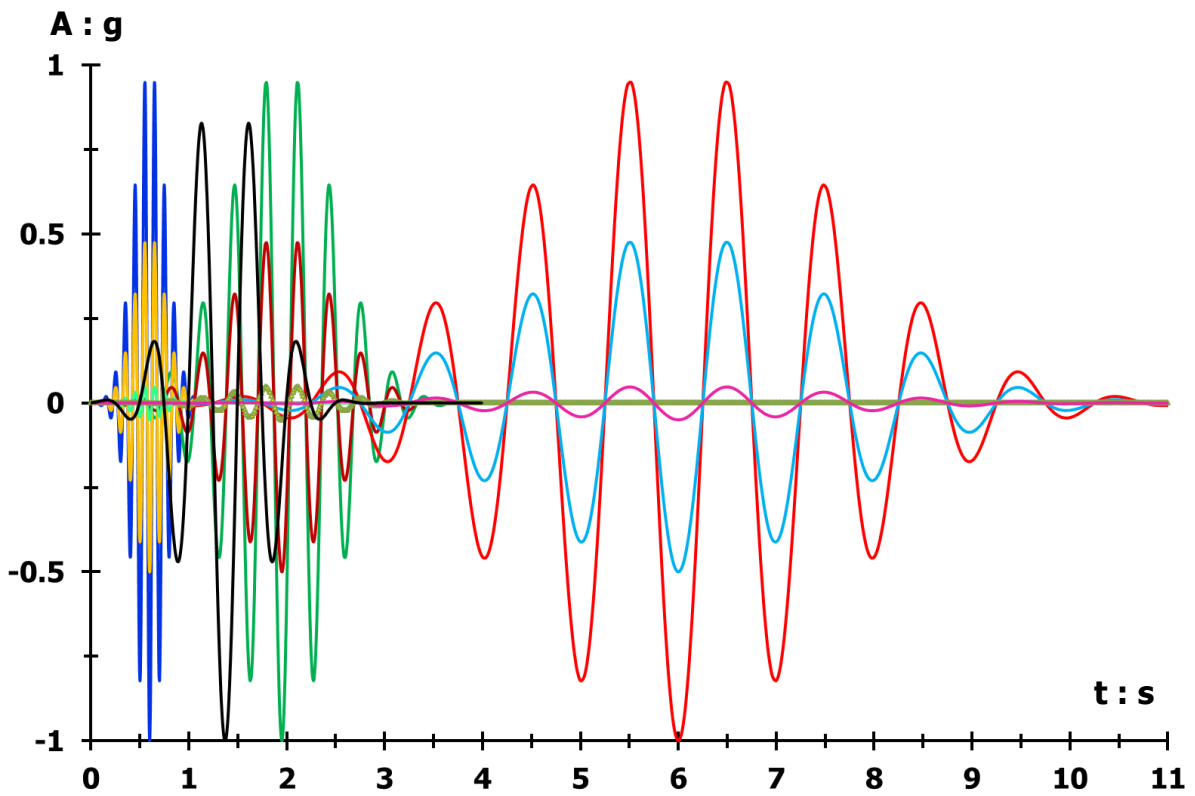
Σχήμα 2.9. Διαχωρισμός Σχήματος 2.6 σε προσομοίωμα αριστερού (πάνω) και δεξιού (κάτω) τοίχου βαρύτητας



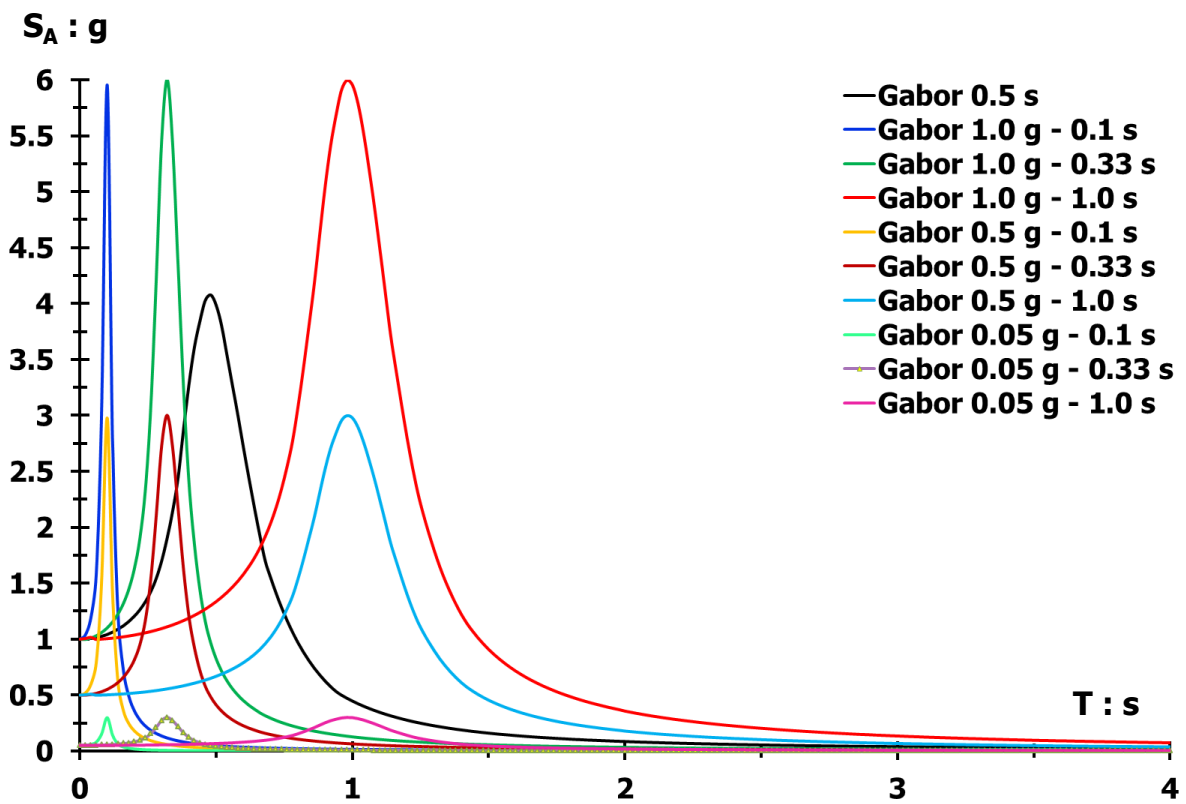
Σχήμα 2.10. Επιταχυνσιογραφήματα πραγματικών διεγέρσεων



Διάγραμμα 2.1. Σύγκριση ελαστικών φασμάτων απόκρισης επιταχυνσιογραφημάτων Σχήματος 2.10, σε όρους φασματικής επιτάχυνσης – περιόδου, με συντελεστή απόσβεσης **5 %**



Διάγραμμα 2.2. Σύγκριση επιταχυνσιογραφημάτων εξιδανικευμένων παλμών τύπου Gabor



Διάγραμμα 2.3. Σύγκριση ελαστικών φασμάτων απόκρισης επιταχυνσιογραφημάτων Διαγράμματος 2.2, σε όρους φασματικής επιτάχυνσης – περιόδου, με συντελεστή απόσβεσης 5 %

Διεγέρσεις

Gabor

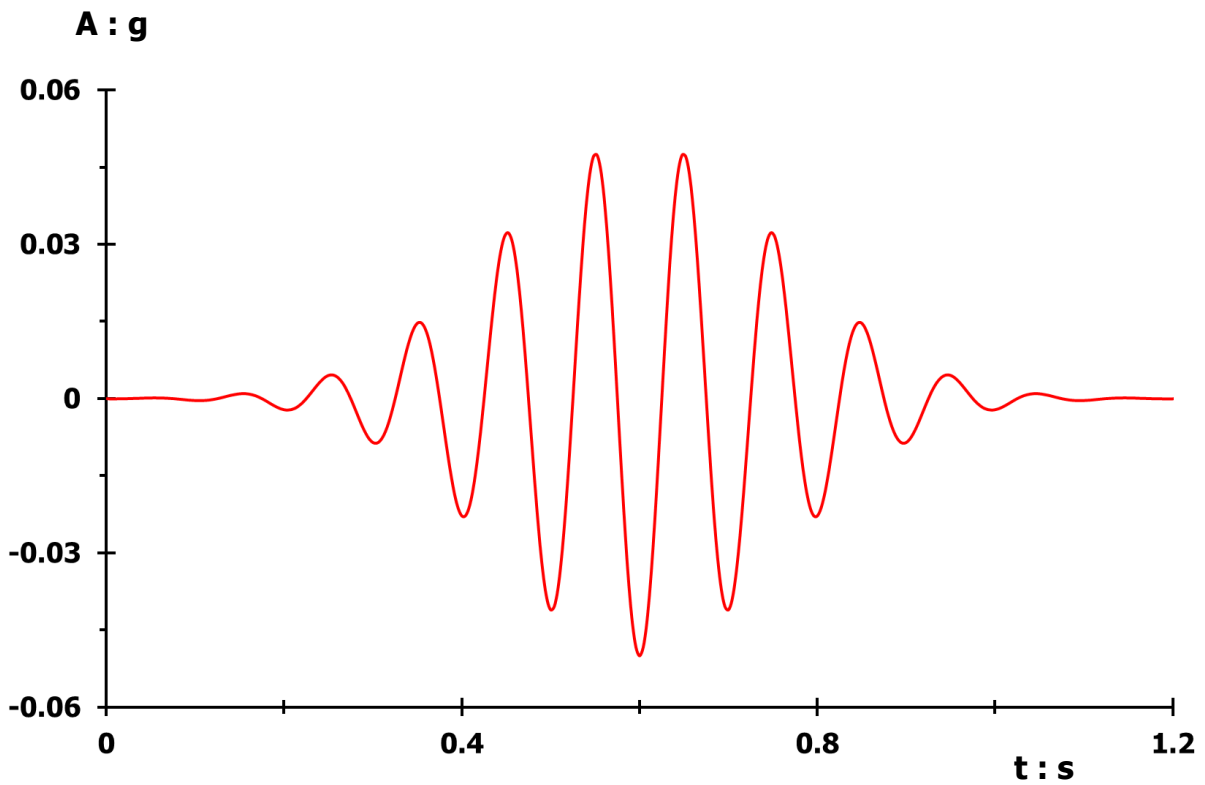
$$PGA = 0.05 \text{ g}$$

$$T = 0.10 \text{ s}$$

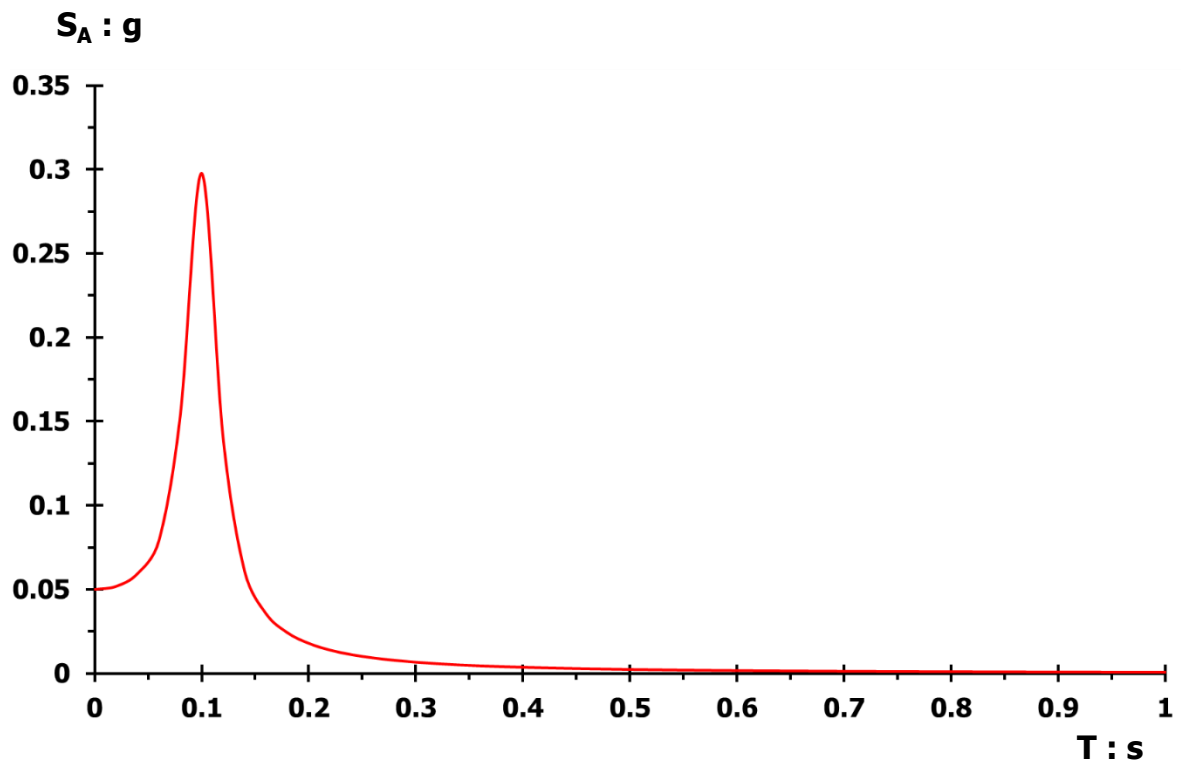
$$T = 0.33 \text{ s}$$

$$T = 1.00 \text{ s}$$

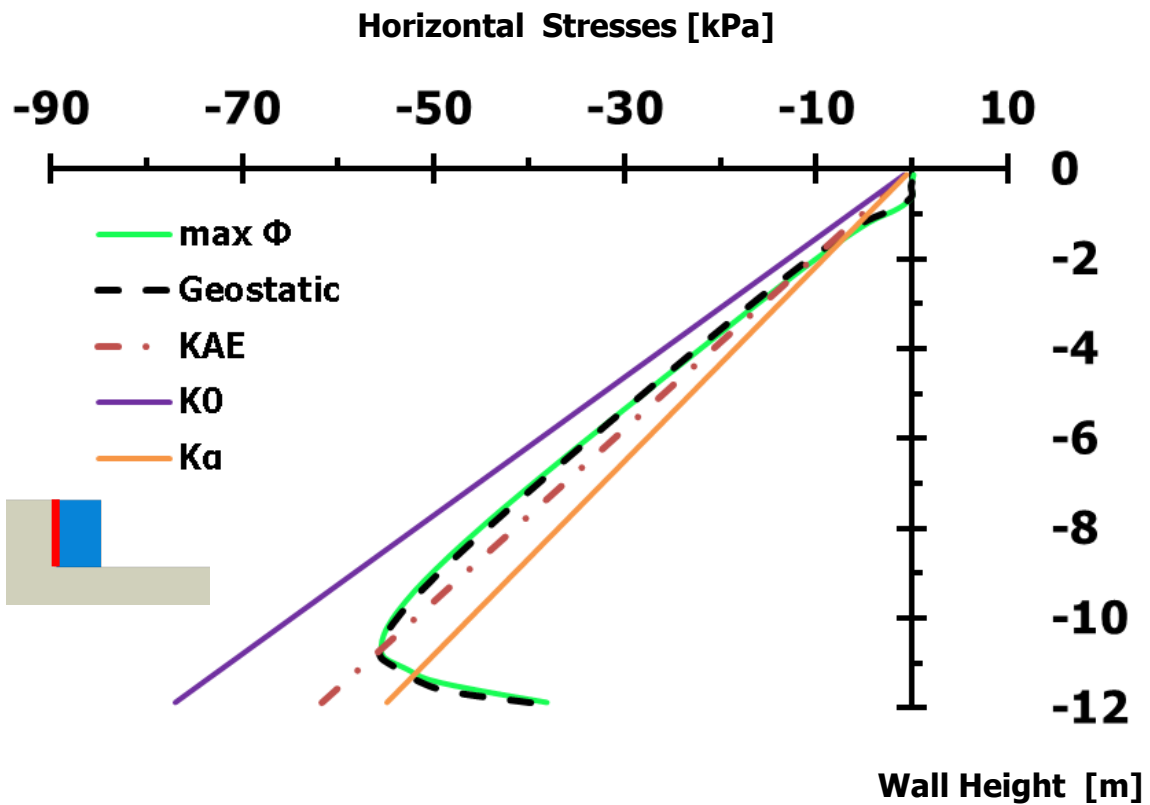
$$E_2 = 300 \text{ MPa}$$



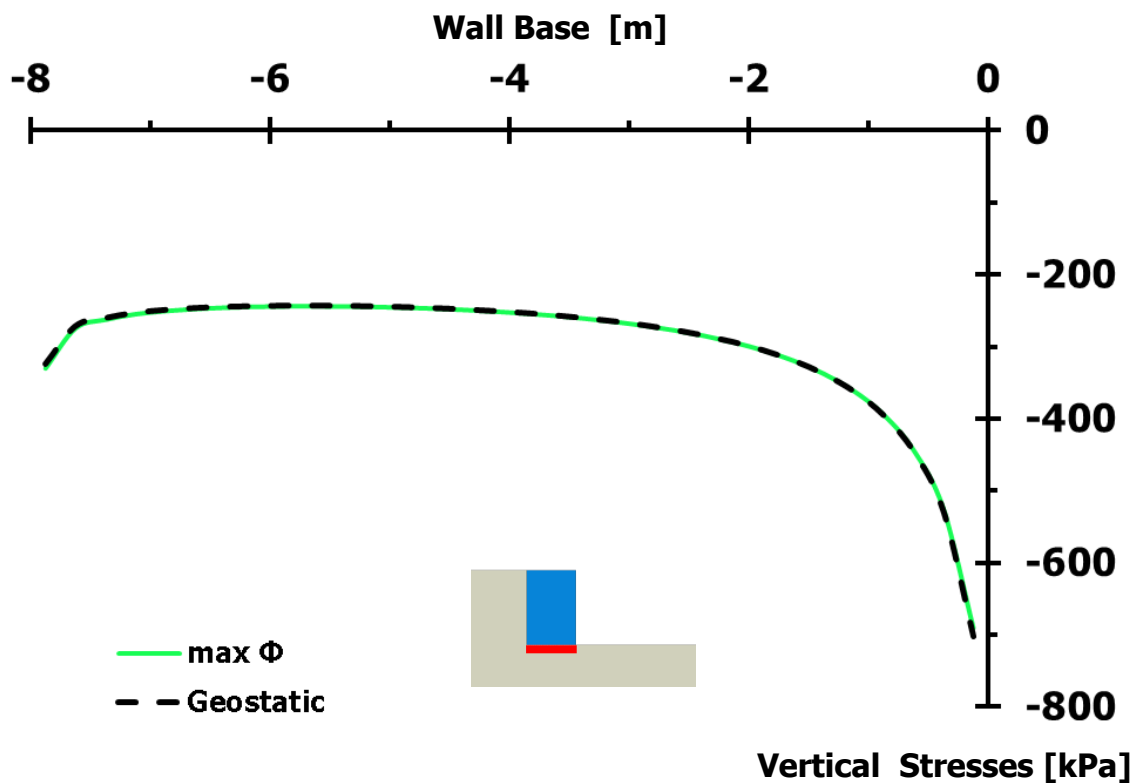
Διάγραμμα 2.4. Επιταχυνσιογράφημα διέγερσης **Gabor** $PGA = 0.05 \text{ g}$, $T = 0.10 \text{ s}$, περιορισμένης χρονικής διάρκειας t



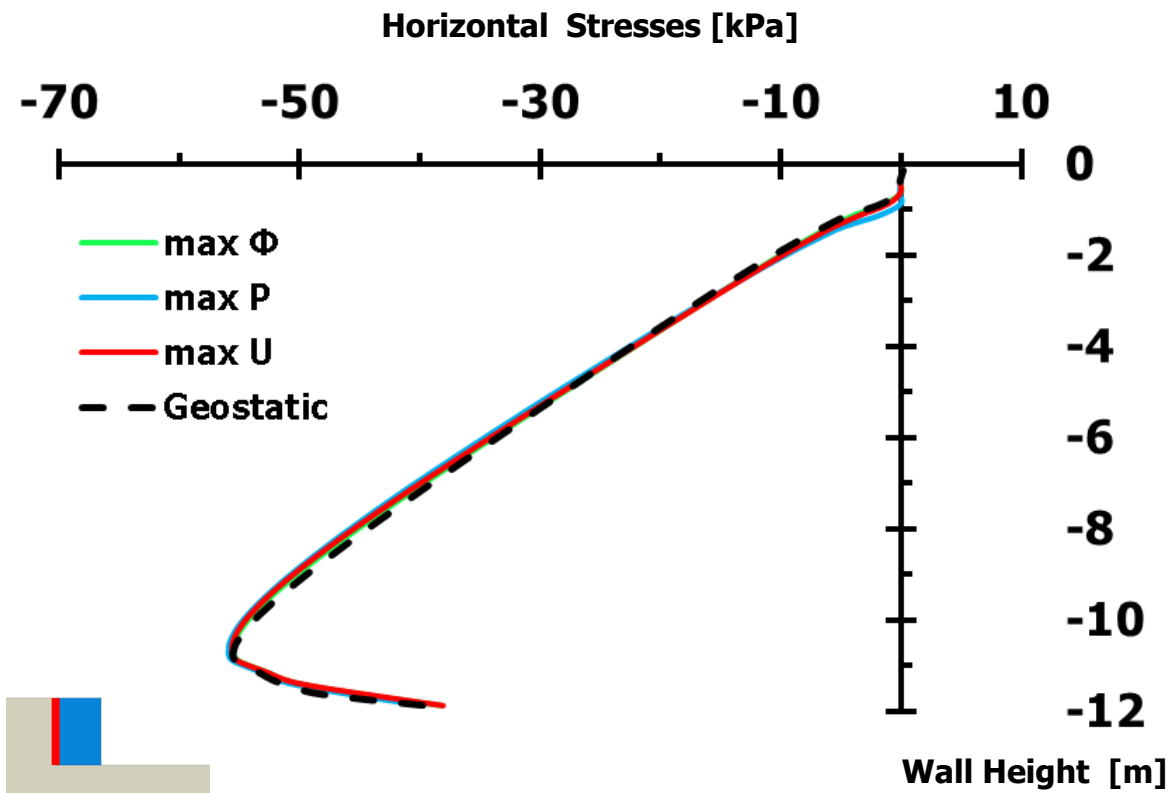
Διάγραμμα 2.5. Ελαστικό φάσμα απόκρισης επιταχυνσιογραφήματος Διαγράμματος 2.4, σε όρους φασματικής επιτάχυνσης – περιόδου, με συντελεστή απόσβεσης **5 %**



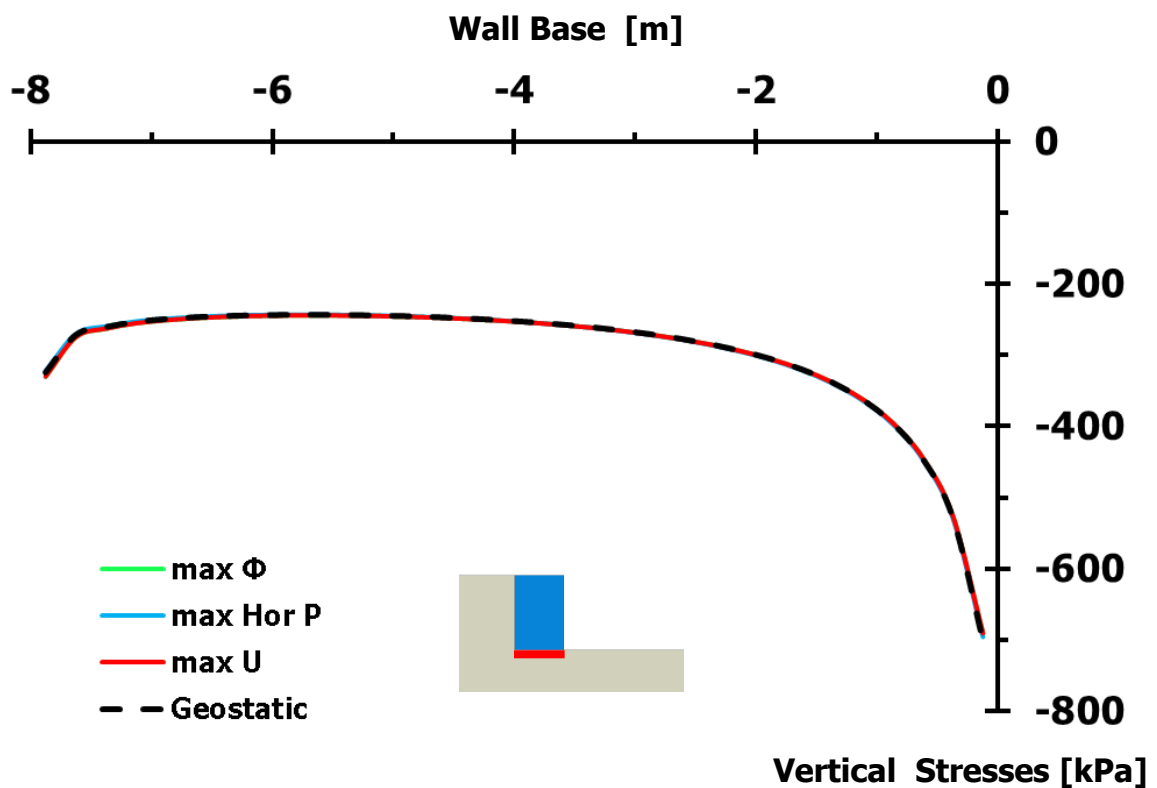
Διάγραμμα 2.6. Εδαφικές ωθήσεις κάθετες στην αντιστηριζόμενη πλευρά του αριστερού τοίχου βαρύτητας, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής του, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 0.05 g**, **T = 0.10 s** [Έδαφος θεμελίωσης με **E = 300 MPa**]



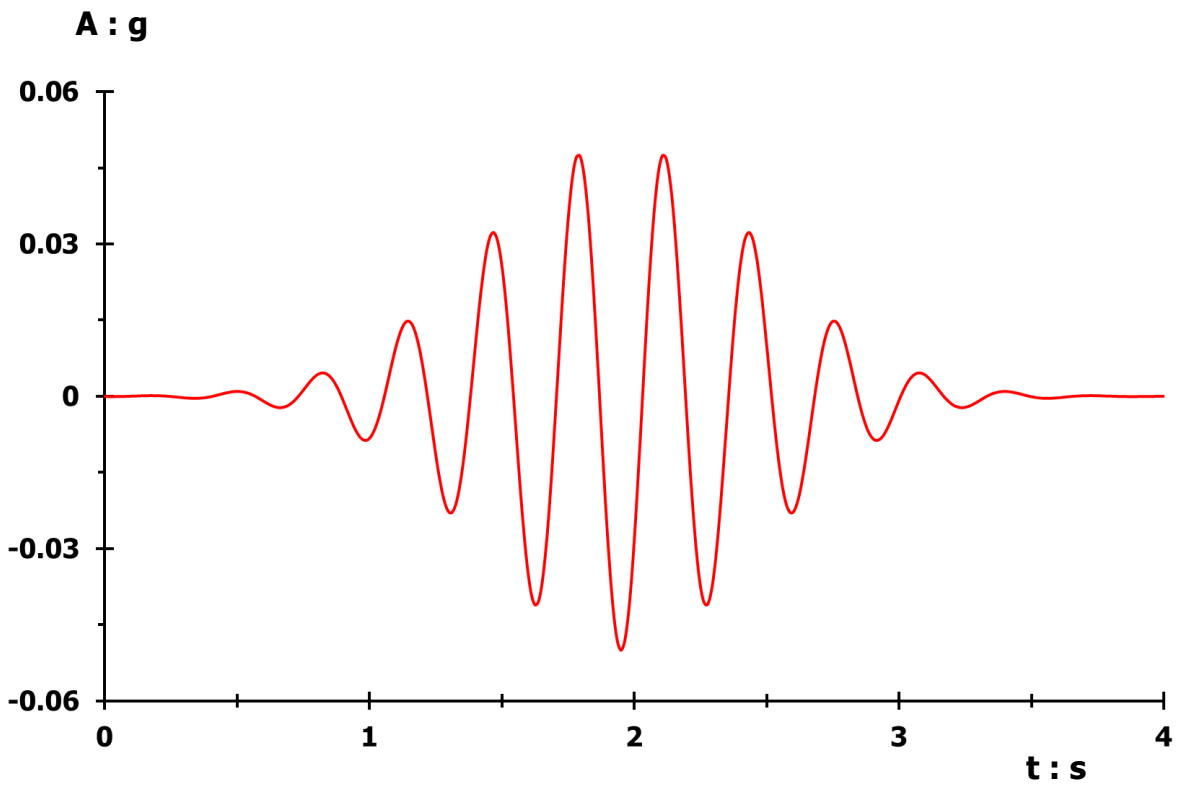
Διάγραμμα 2.7. Εδαφικές ωθήσεις κάθετες στη βάση του αριστερού τοίχου βαρύτητας, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής του, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 0.05 g**, **T = 0.10 s** [Έδαφος θεμελίωσης με **E = 300 MPa**]



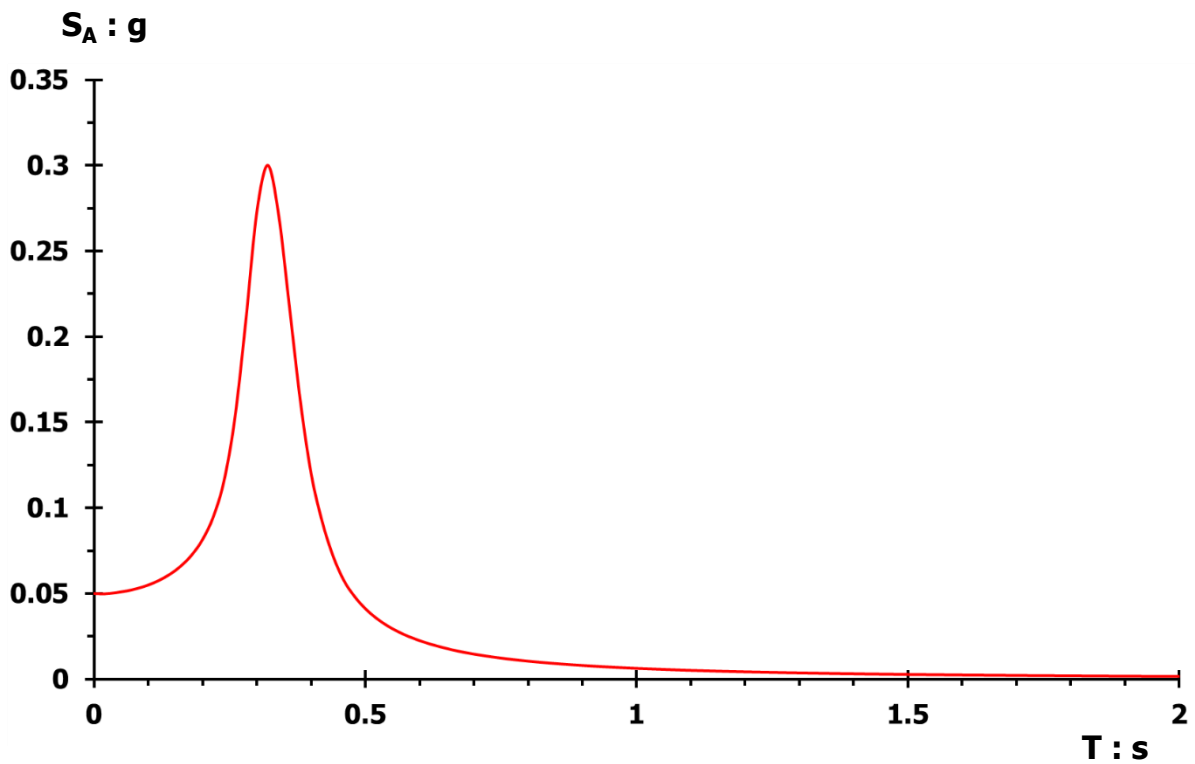
Διάγραμμα 2.8. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων, διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά του αριστερού τοίχου, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 0.05 g$, $T = 0.10 s$ [Έδαφος θεμελίωσης με $E = 300 MPa$]



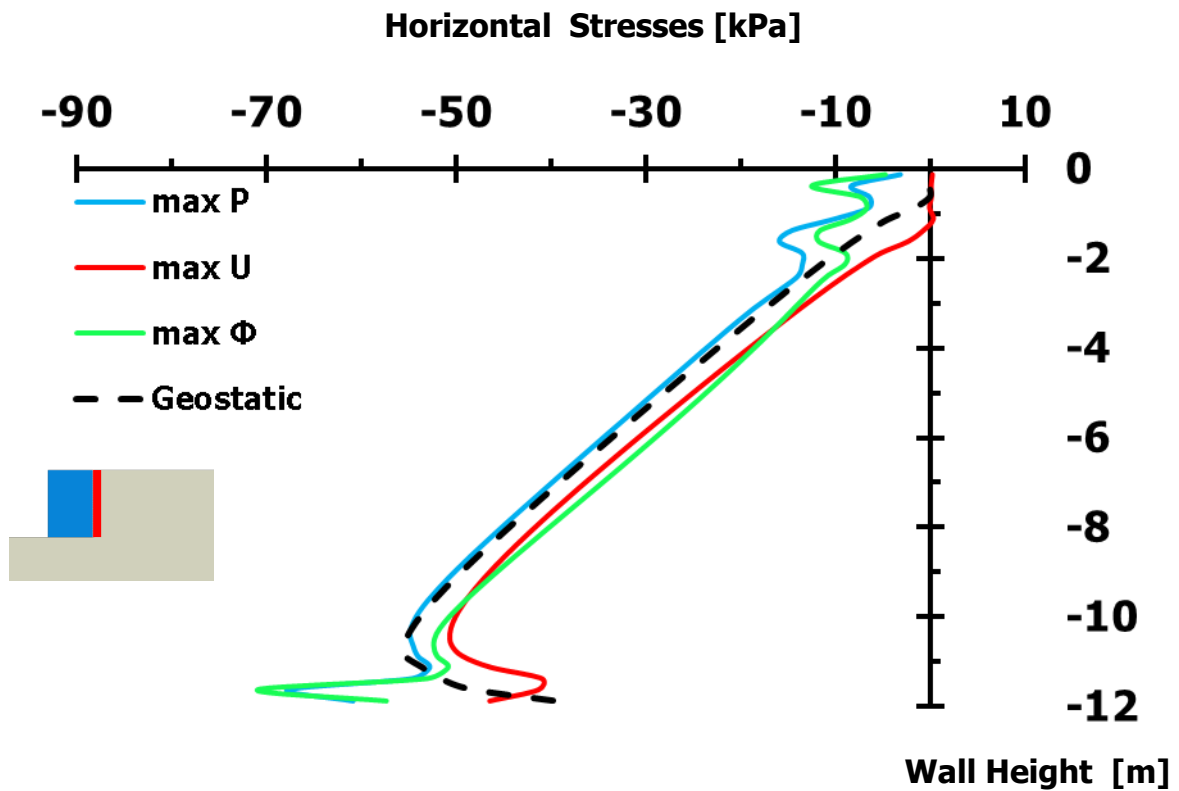
Διάγραμμα 2.9. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων, διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στη βάση του αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 0.05 g$, $T = 0.10 s$ [Έδαφος θεμελίωσης με $E = 300 MPa$]



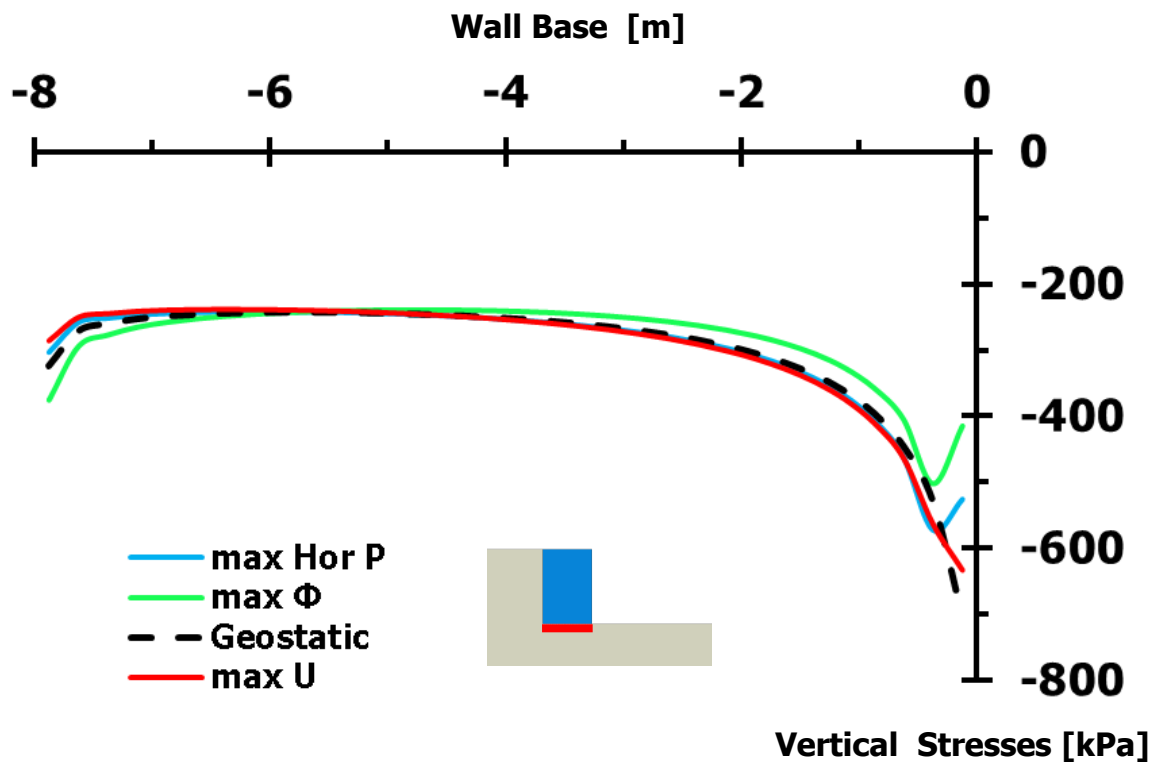
Διάγραμμα 2.10. Επιταχυνσιογράφημα διέγερσης **Gabor** $PGA = 0.05 \text{ g}$, $T = 0.33 \text{ s}$, περιορισμένης χρονικής διάρκειας t



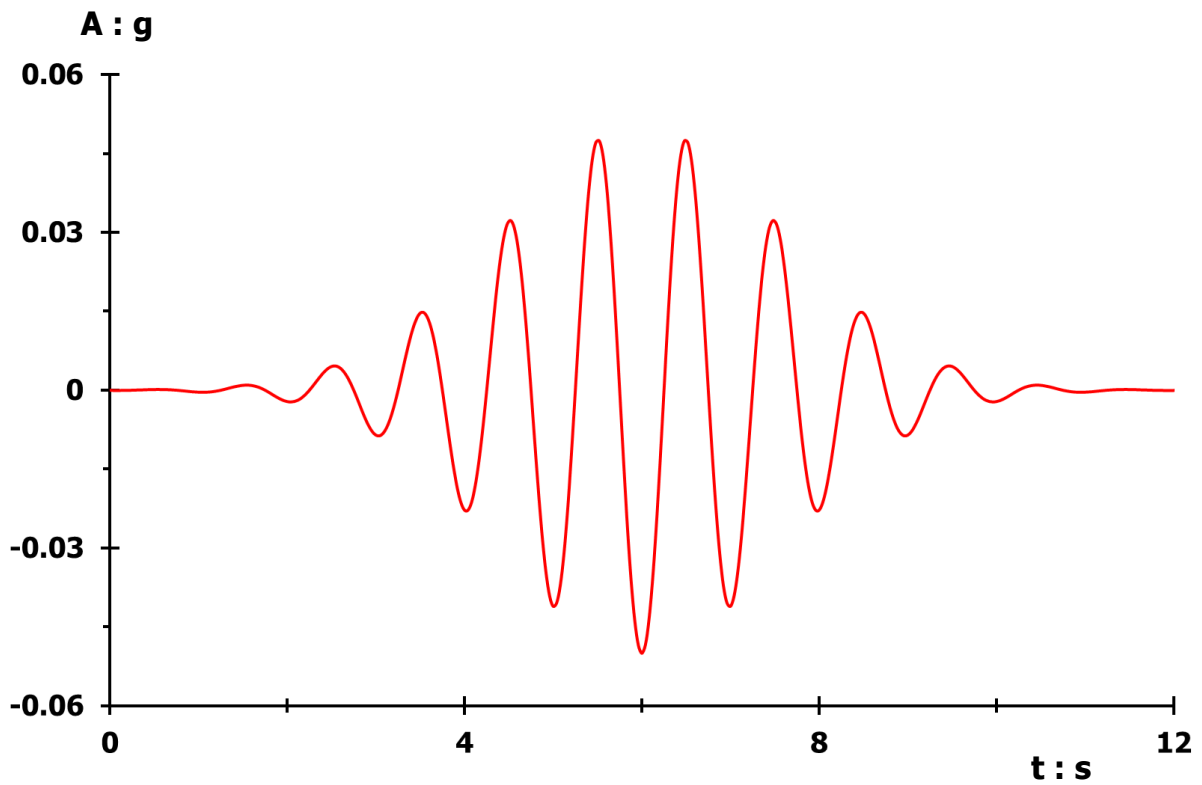
Διάγραμμα 2.11. Ελαστικό φάσμα απόκρισης επιταχυνσιογραφήματος Διαγράμματος 2.10, σε όρους φασματικής επιτάχυνσης – περιόδου, με συντελεστή απόσβεσης **5 %**



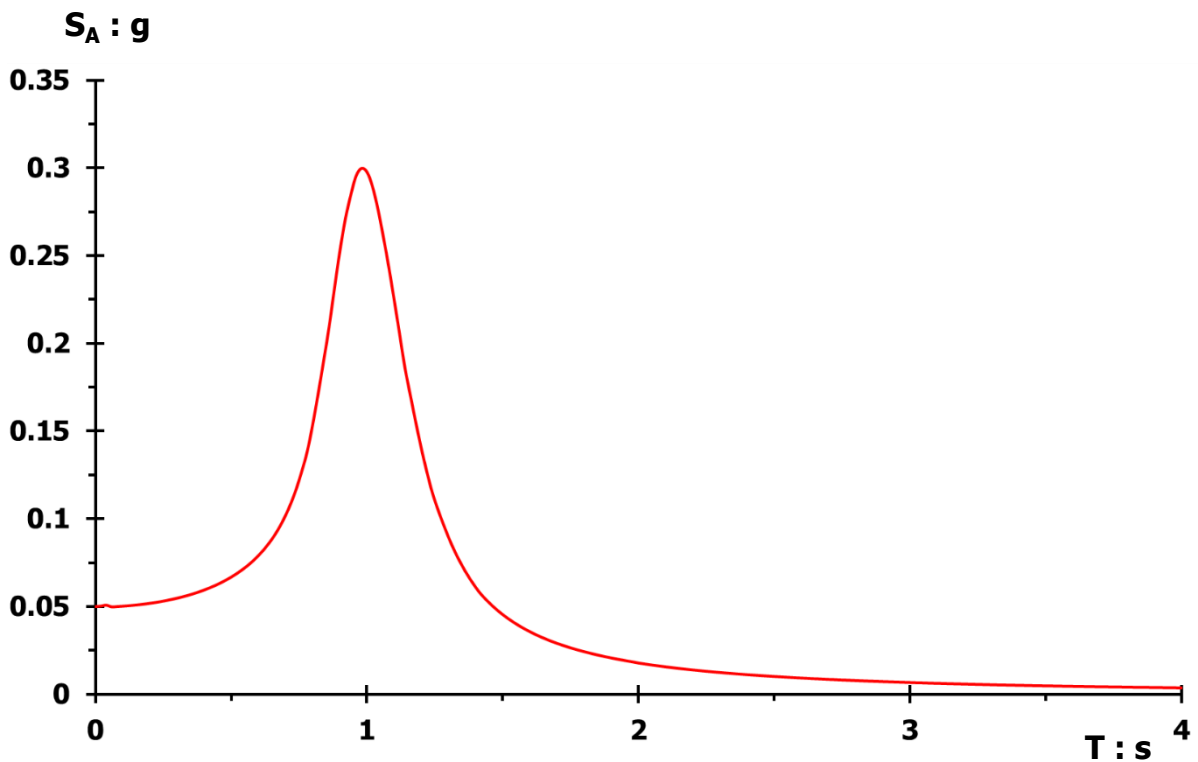
Διάγραμμα 2.12. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων, διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά του αριστερού τοίχου, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 0.05\text{ g}$, $T = 0.33\text{ s}$ [Έδαφος θεμελίωσης με $E = 300\text{ MPa}$]



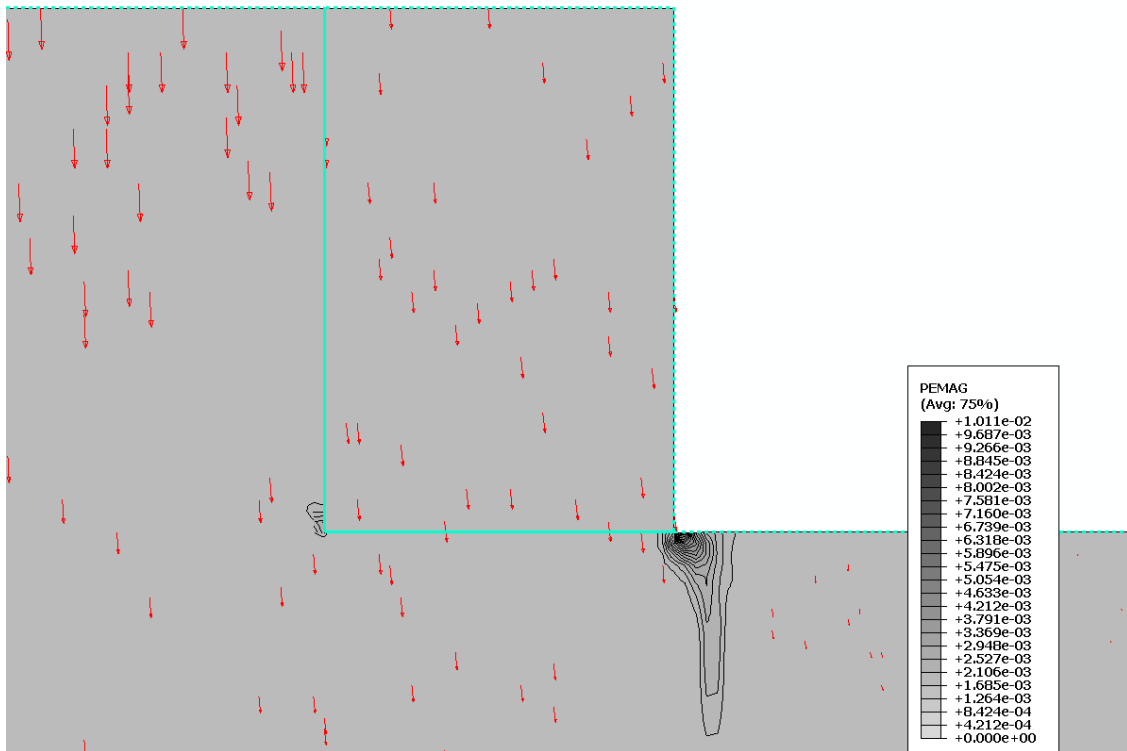
Διάγραμμα 2.13. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων, διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στη βάση του αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 0.05\text{ g}$, $T = 0.33\text{ s}$ [Έδαφος θεμελίωσης με $E = 300\text{ MPa}$]



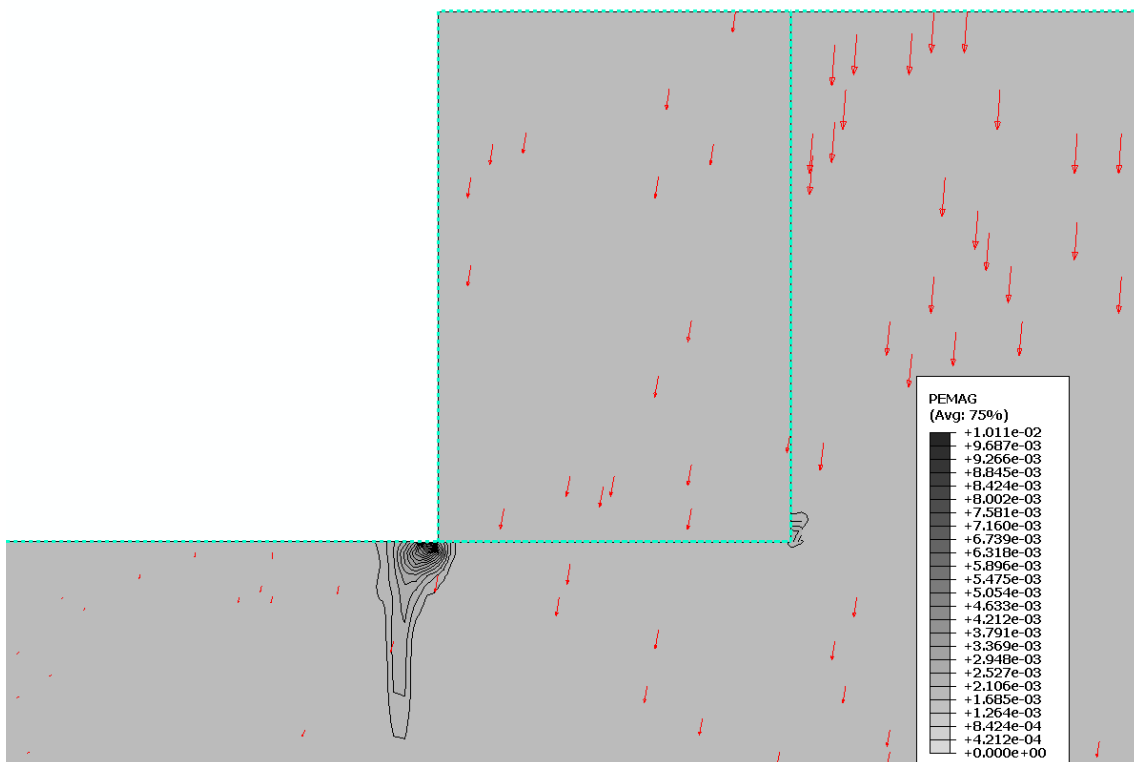
Διάγραμμα 2.14. Επιταχυνσιογράφημα διέγερσης **Gabor** $PGA = 0.05 \text{ g}$, $T = 1.00 \text{ s}$, περιορισμένης χρονικής διάρκειας t



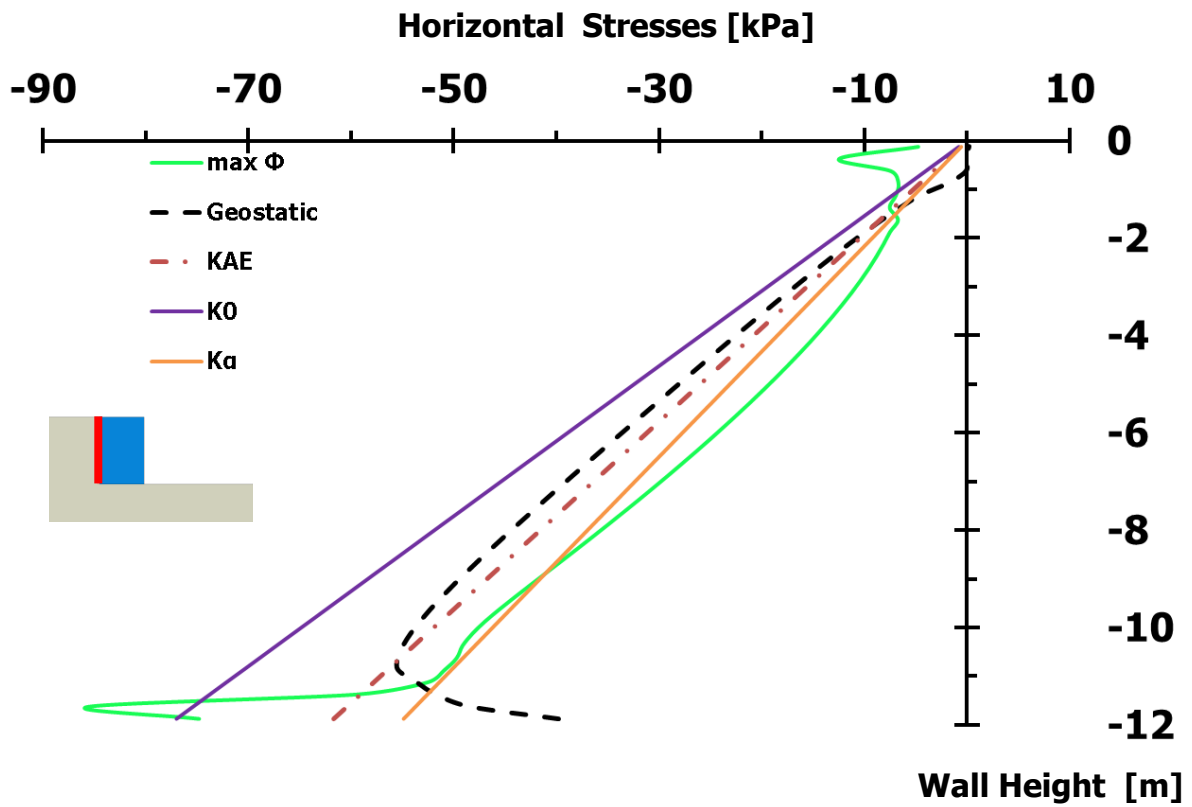
Διάγραμμα 2.15. Ελαστικό φάσμα απόκρισης επιταχυνσιογραφήματος Διαγράμματος 2.4, σε όρους φασματικής επιτάχυνσης – περιόδου, με συντελεστή απόσβεσης **5 %**



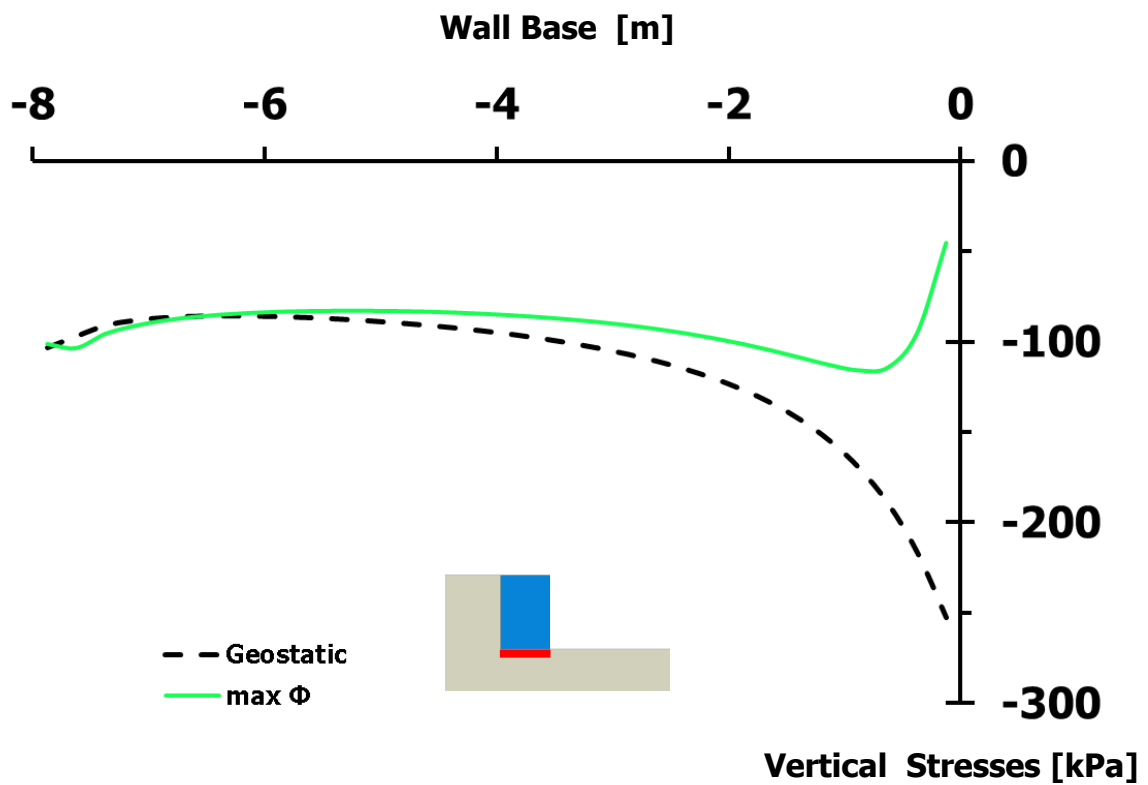
Σχήμα 2.11. Πλαστικές παραμορφώσεις με διανύσματα συνδυασμένης μετακίνησης αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Gabor PGA = 0.05 g, περιόδου T = 1.00 s** [Έδαφος θεμελίωσης με E = 300 MPa – Φυσική κλίμακα]



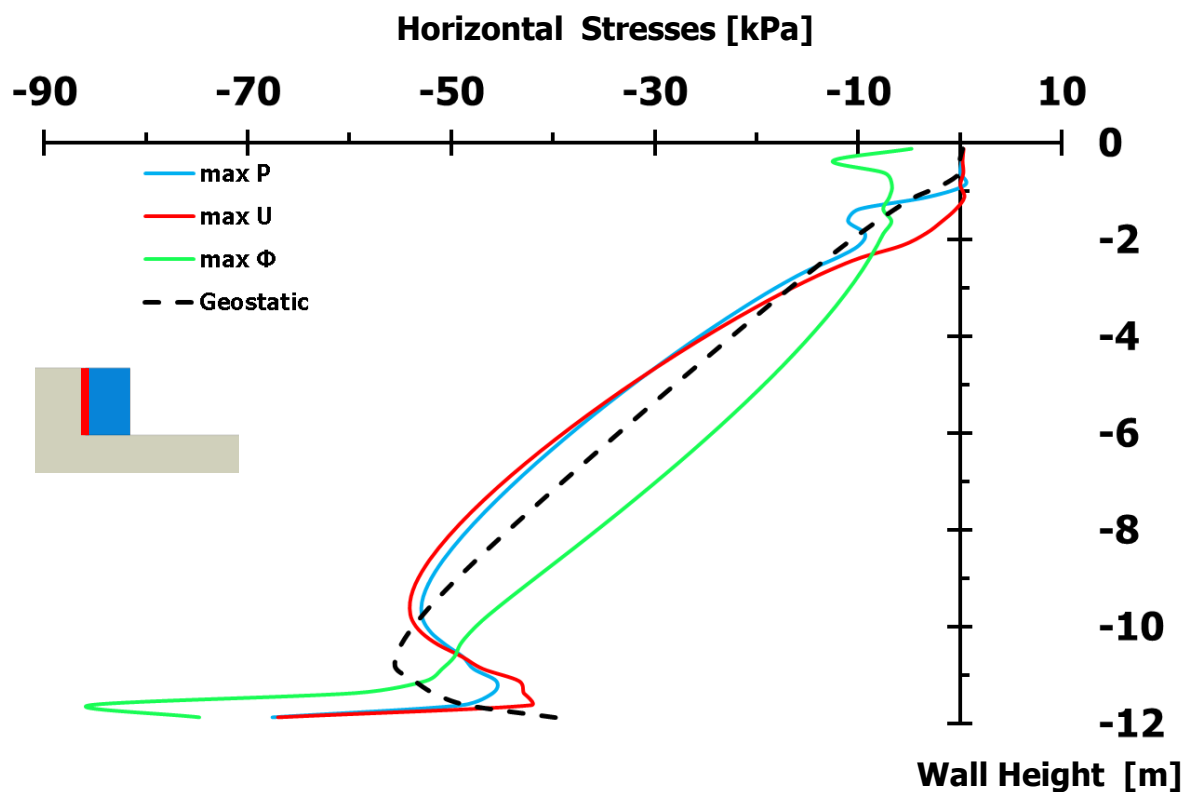
Σχήμα 2.12. Πλαστικές παραμορφώσεις με διανύσματα συνδυασμένης μετακίνησης δεξιού τοίχου βαρύτητας, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Gabor PGA = 0.05 g, T = 1.00 s** [Έδαφος θεμελίωσης με E = 300 MPa – Φυσική κλίμακα]



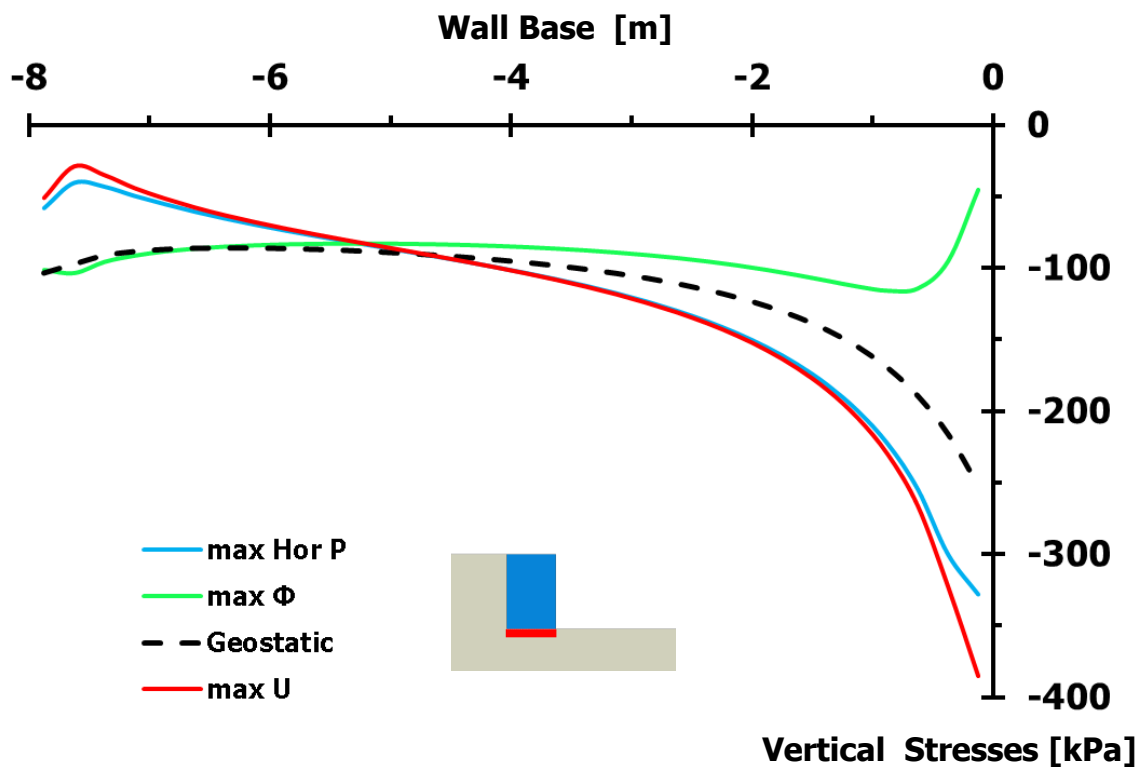
Διάγραμμα 2.16. Εδαφικές ωθήσεις κάθετες στην αντιστηριζόμενη πλευρά του αριστερού τοίχου βαρύτητας, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής του, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 0.05 g**, **T = 1.00 s** [Έδαφος θεμελίωσης με **E = 300 MPa**]



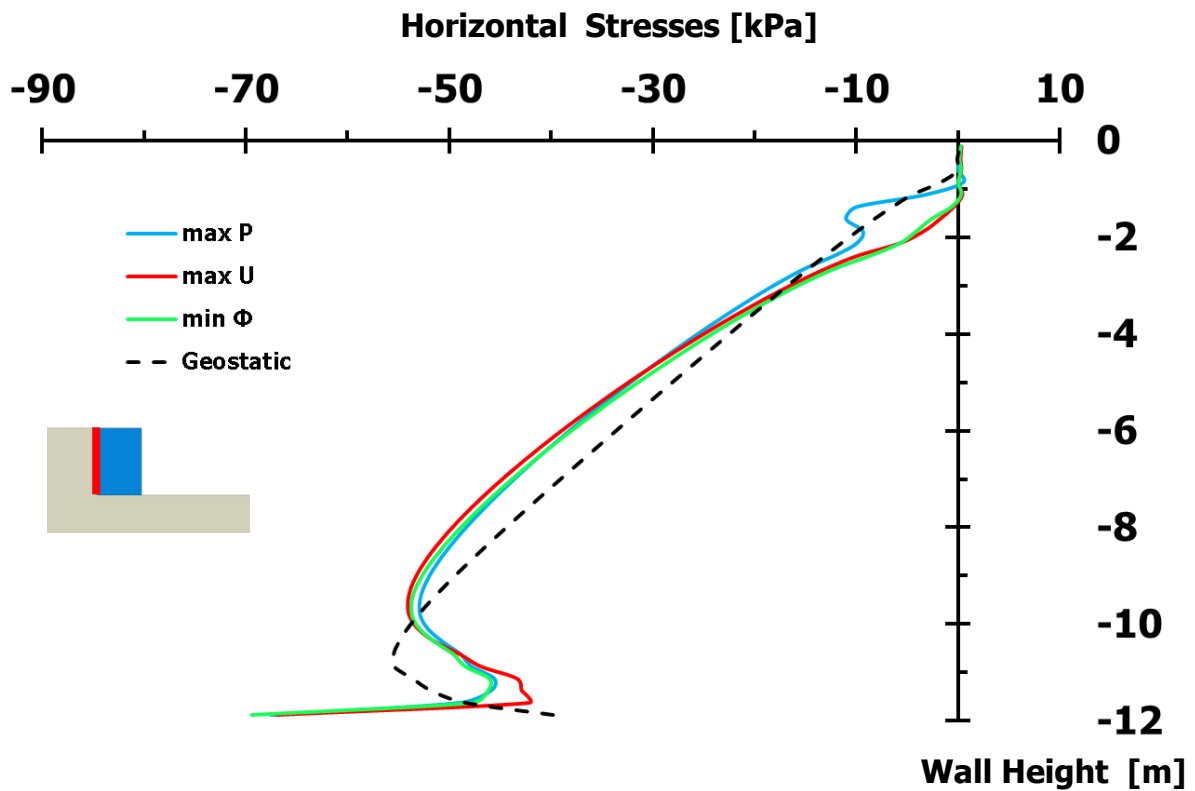
Διάγραμμα 2.17. Εδαφικές ωθήσεις κάθετες στη βάση του αριστερού τοίχου βαρύτητας, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής του, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 0.05 g**, **T = 1.00 s** [Έδαφος θεμελίωσης με **E = 300 MPa**]



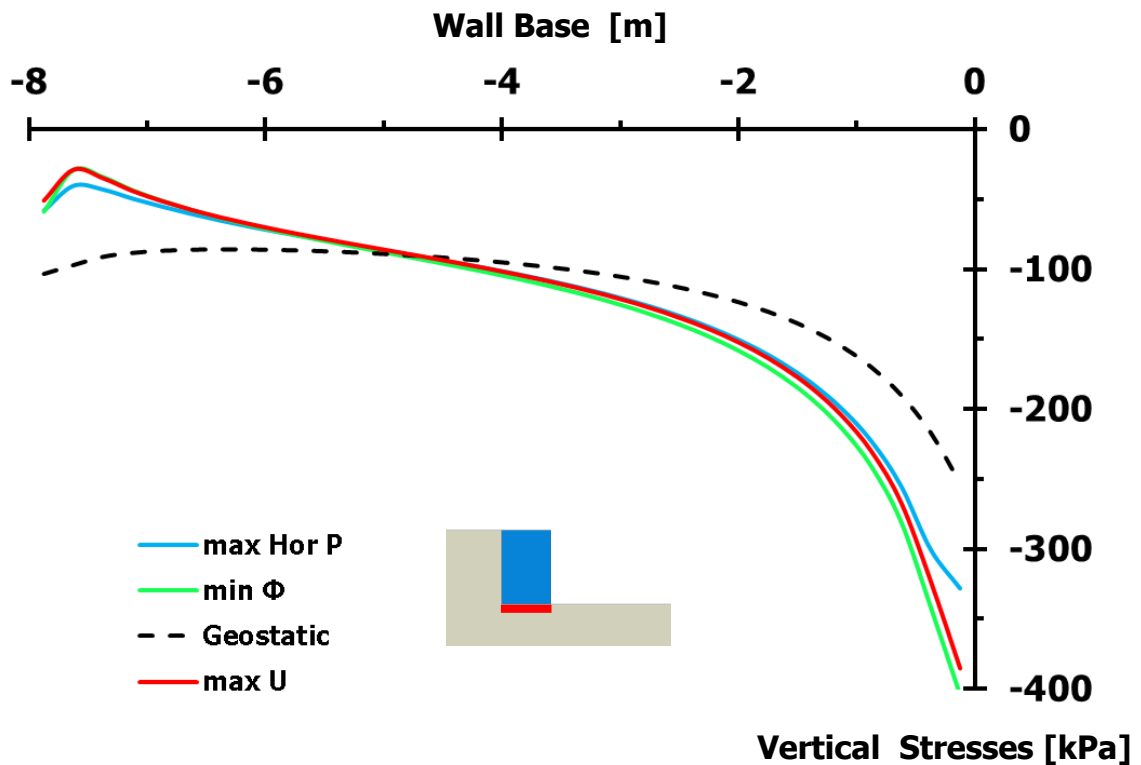
Διάγραμμα 2.18. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων, διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά του αριστερού τοίχου, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 0.05\text{ g}$, $T = 1.00\text{ s}$ [Μέγιστη περιστροφή - Έδαφος θεμελίωσης με $E = 300\text{ MPa}$]



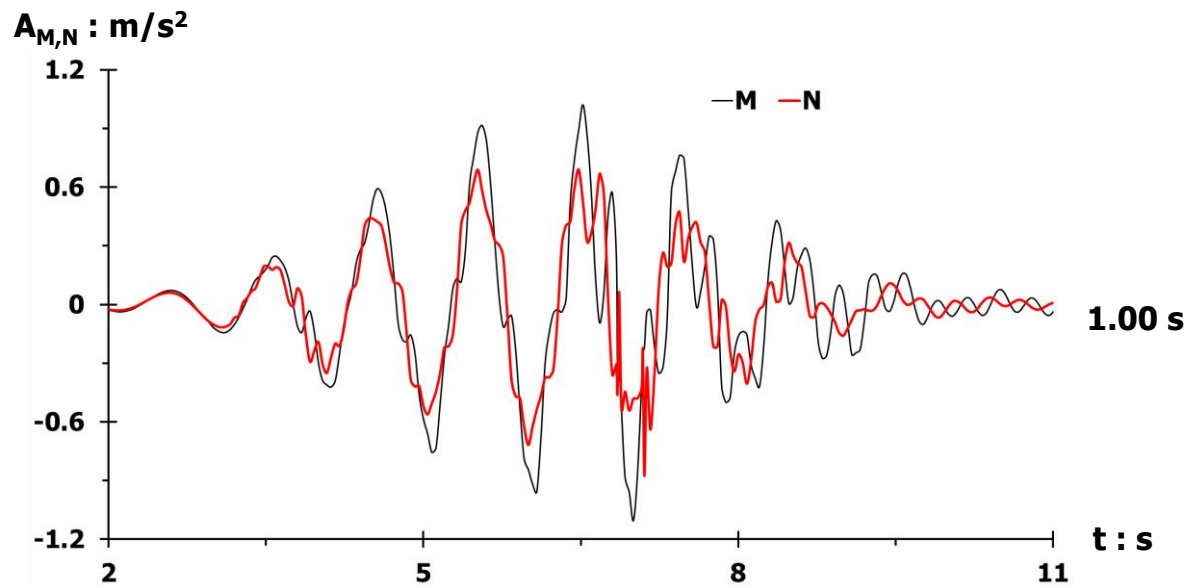
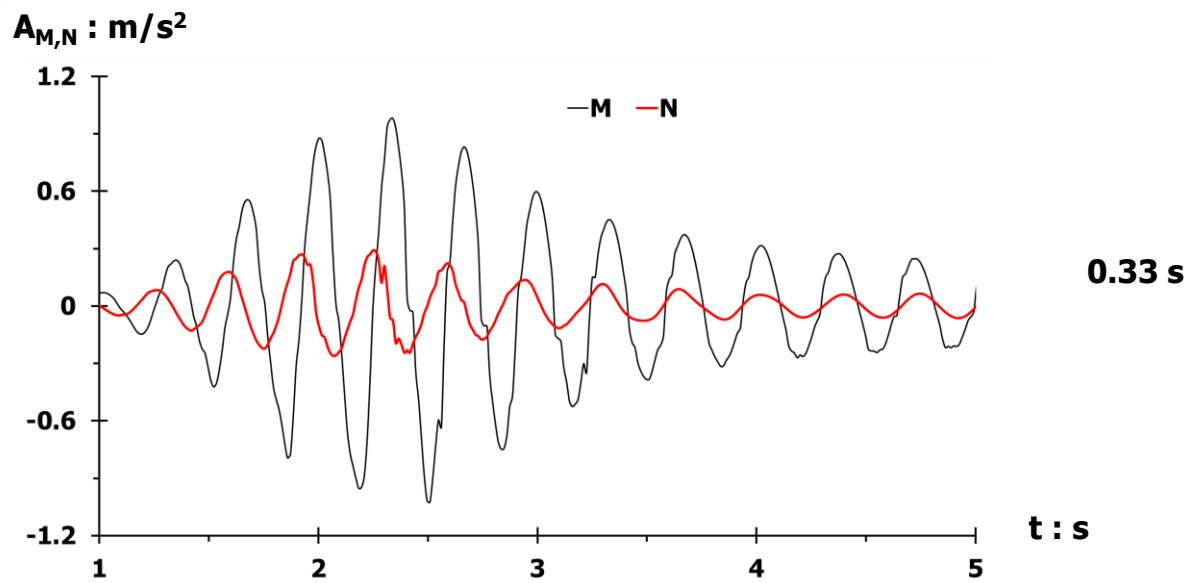
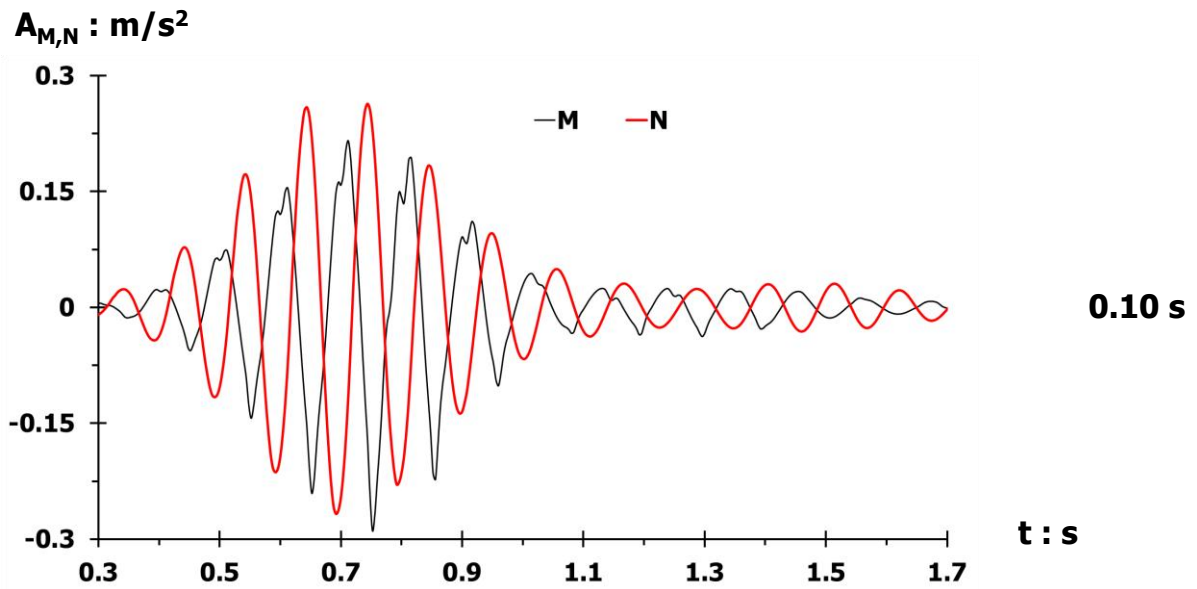
Διάγραμμα 2.19. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων, διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στη βάση του αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 0.05\text{ g}$, $T = 1.00\text{ s}$ [Μέγιστη περιστροφή - Έδαφος θεμελίωσης με $E = 300\text{ MPa}$]



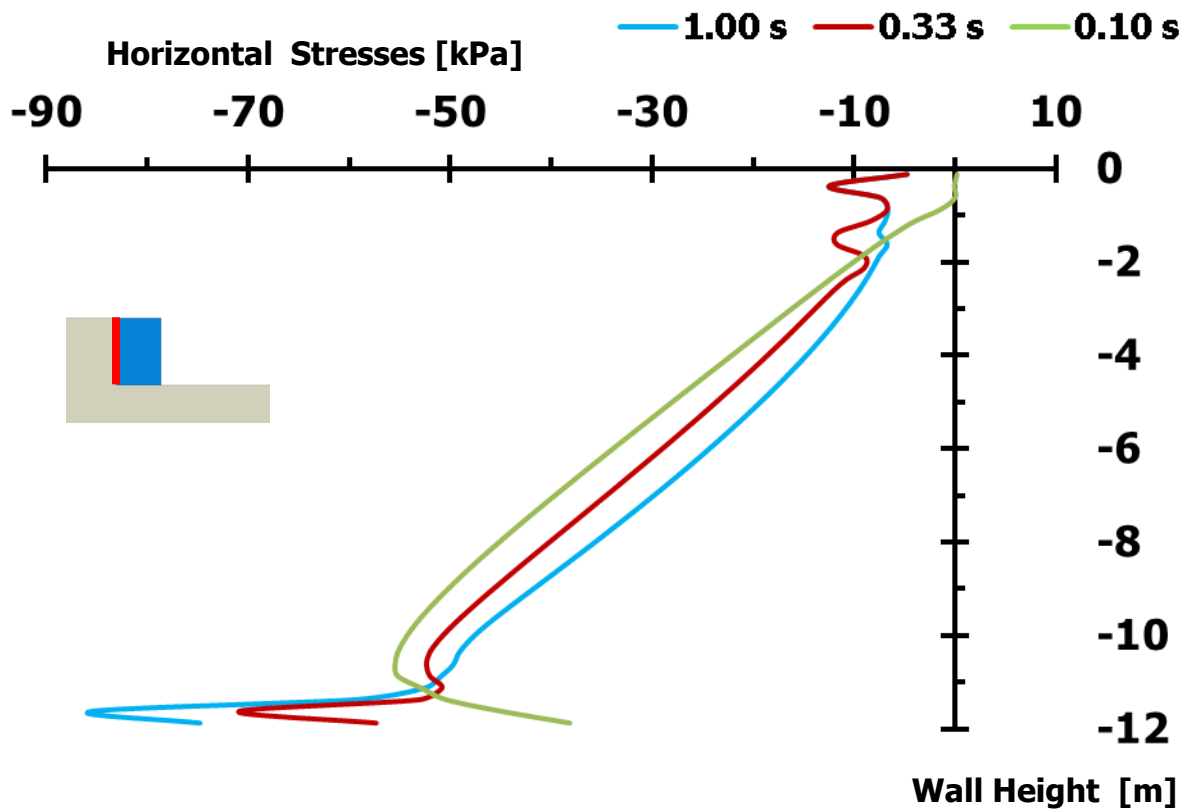
Διάγραμμα 2.20. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων, διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά του αριστερού τοίχου, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 0.05\text{ g}$, $T = 1.00\text{ s}$ [Περιστροφή προς τον ελεύθερο χώρο - Έδαφος θεμελίωσης με $E = 300\text{ MPa}$]



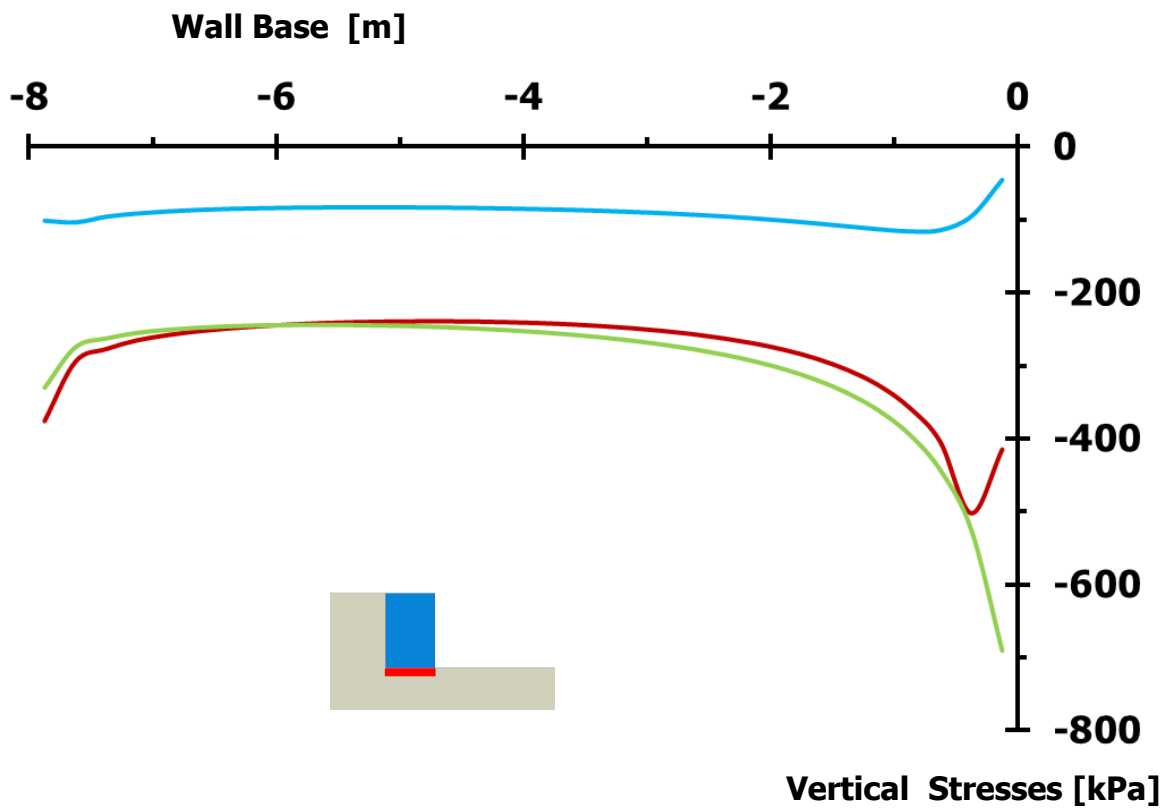
Διάγραμμα 2.21. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων, διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στη βάση του αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 0.05\text{ g}$, $T = 1.00\text{ s}$ [Περιστροφή προς τον ελεύθερο χώρο - Έδαφος θεμελίωσης με $E = 300\text{ MPa}$]



Διάγραμμα 2.22. Σύγκριση επιταχύνσεων σημείων **M** και **N**, προσομοιώματος με έδαφος θεμελίωσης **E = 300 Mpa**, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 0.05 g**, για περιόδους **T = 0.10 s (άνω)**, **T = 0.33 s (μεσαίο)** και **T = 1.00 s (κάτω)**



Διάγραμμα 2.23. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά του αριστερού τοίχου, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής του τοίχου, λόγω διεγέρσεων **Gabor** **PGA = 0.05 g, περιόδων 0.10 s, 0.33 s και 1.00 s**



Διάγραμμα 2.24. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στη βάση του αριστερού τοίχου, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής του τοίχου, λόγω διεγέρσεων **Gabor** **PGA = 0.05 g, περιόδων 0.10 s, 0.33 s και 1.00 s**

Διεγέρσεις

Gabor

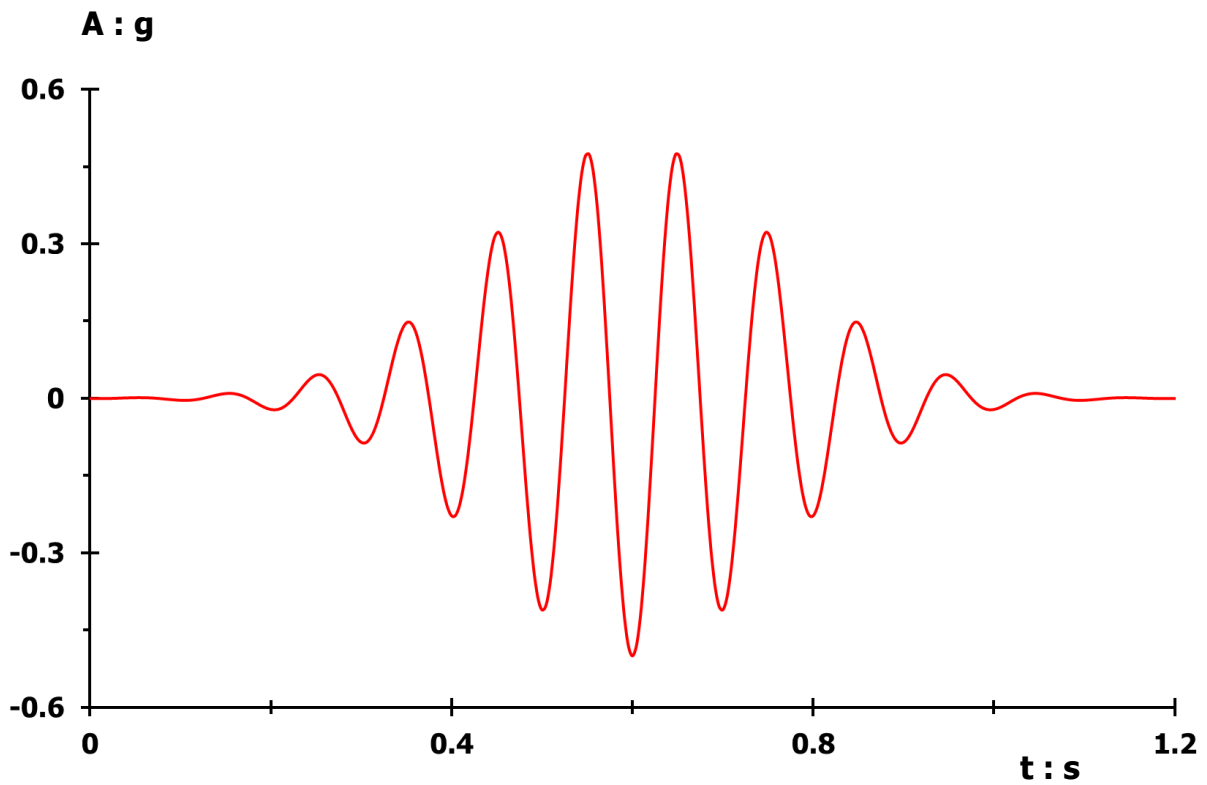
$$PGA = 0.50 \text{ g}$$

$$T = 0.10 \text{ s}$$

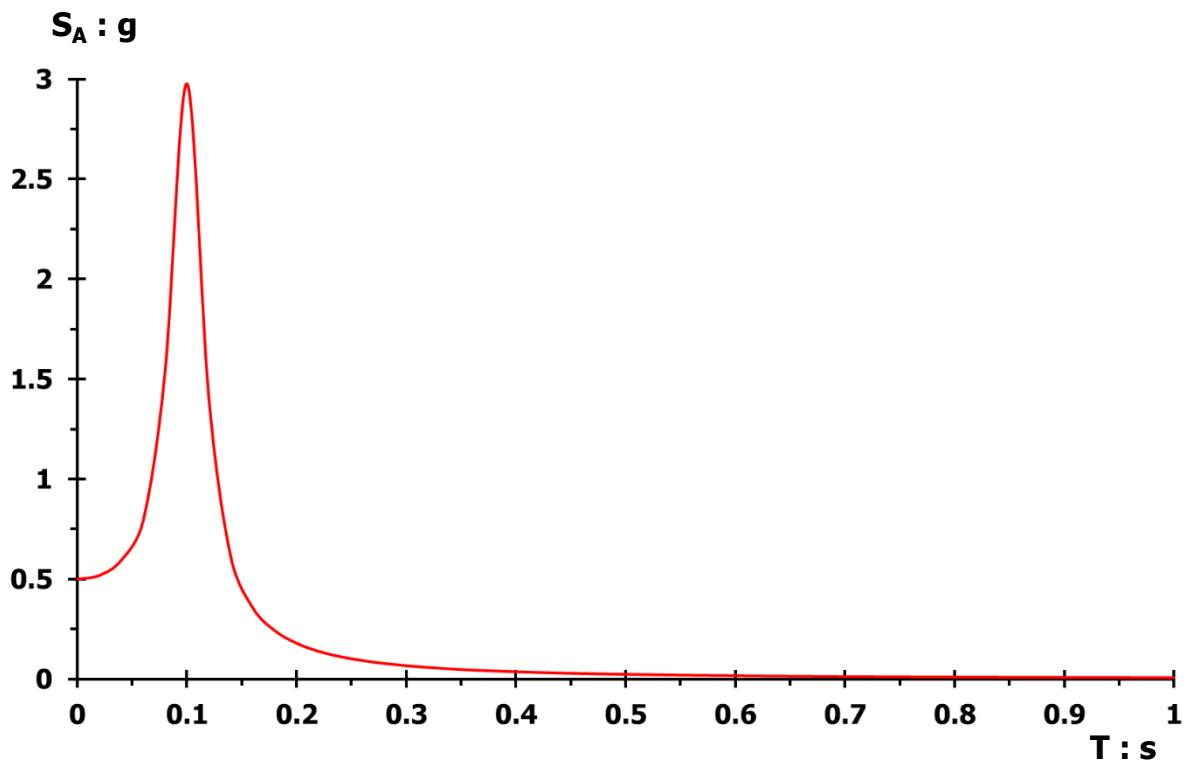
$$T = 0.33 \text{ s}$$

$$T = 1.00 \text{ s}$$

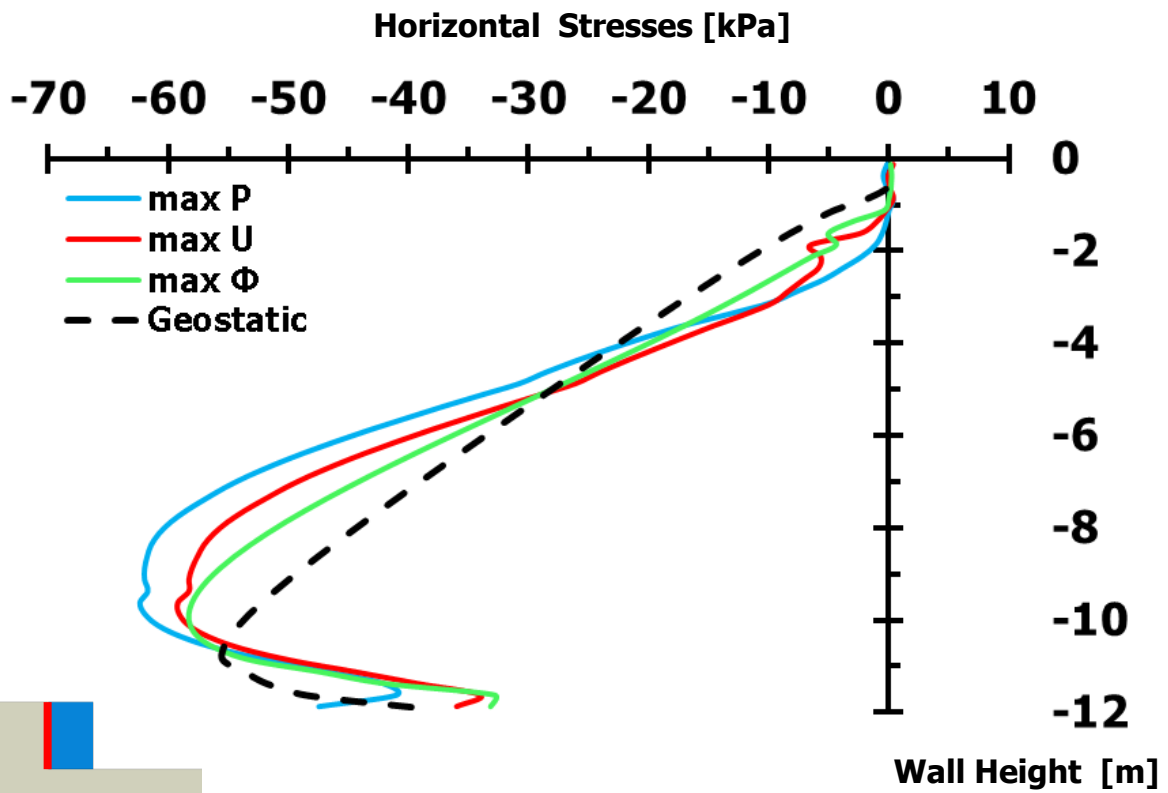
$$E2 = 300 \text{ MPa}$$



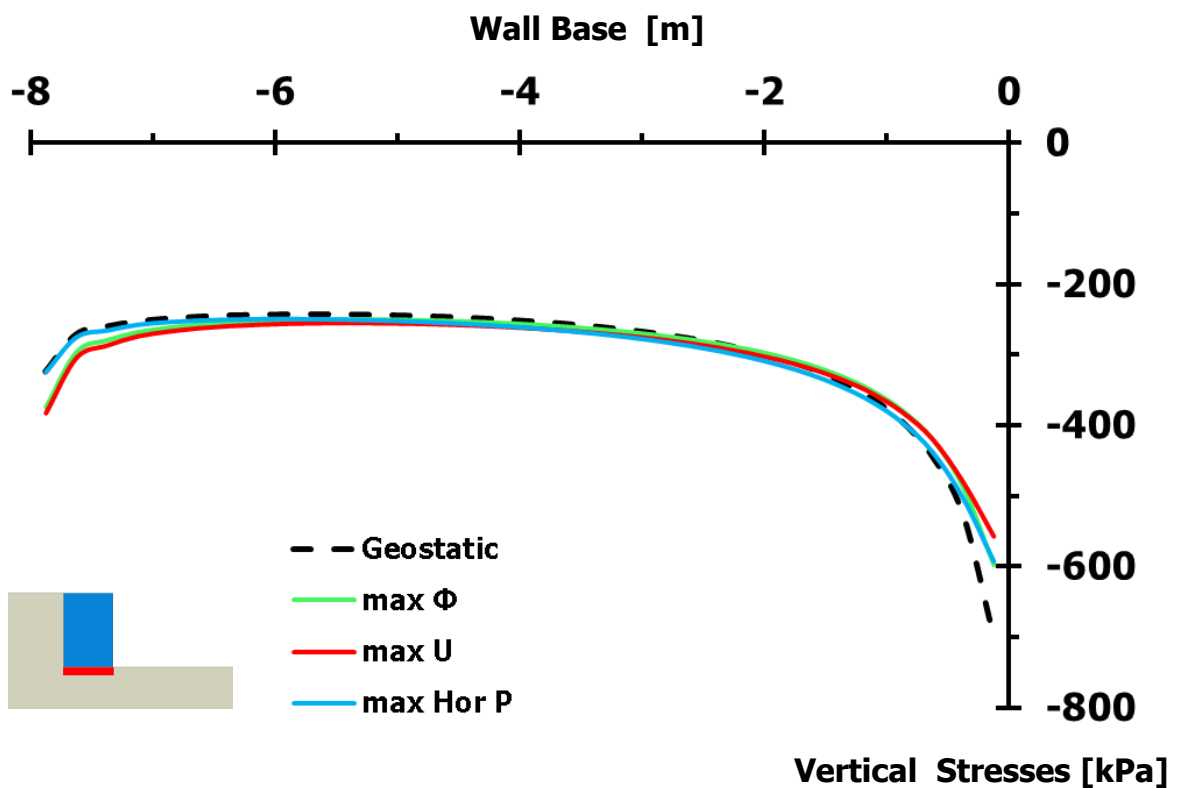
Διάγραμμα 2.25. Επιταχυνσιογράφημα διέγερσης **Gabor** $PGA = 0.50 \text{ g}$, $T = 0.10 \text{ s}$, περιορισμένης χρονικής διάρκειας t



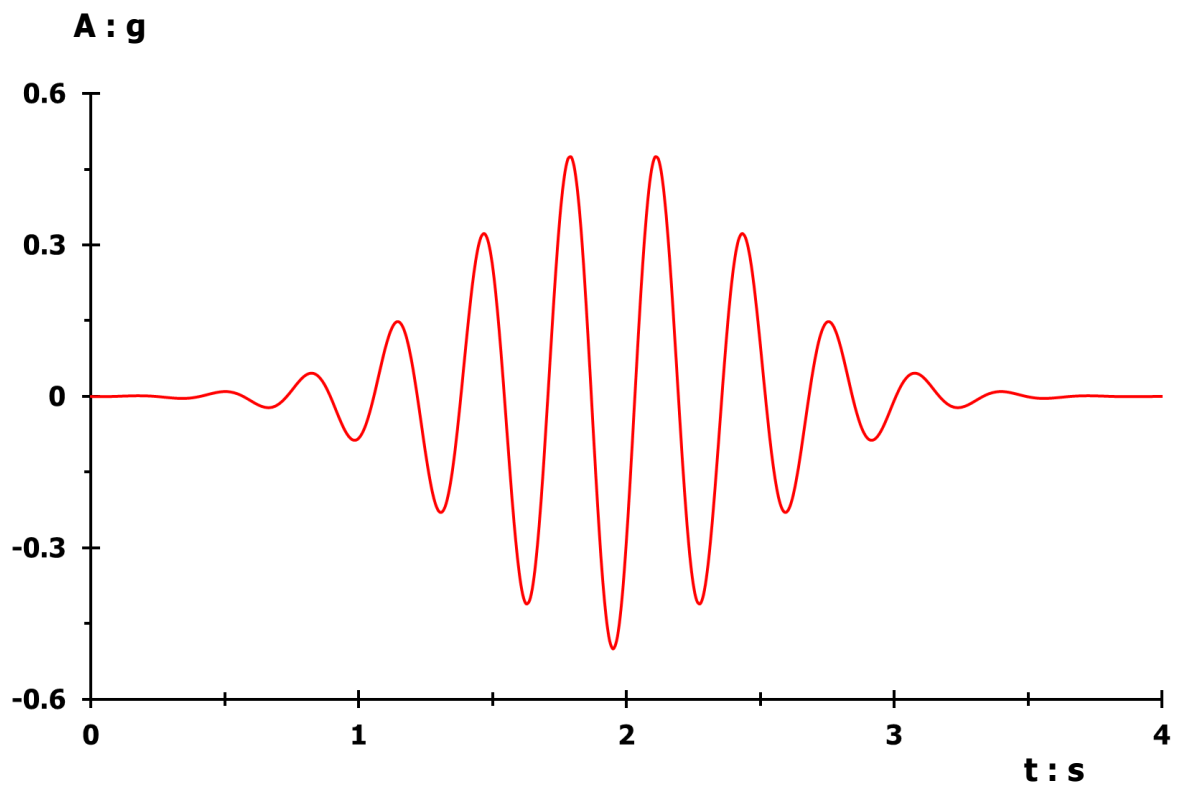
Διάγραμμα 2.26. Ελαστικό φάσμα απόκρισης επιταχυνσιογραφήματος Διαγράμματος 2.4, σε όρους φασματικής επιτάχυνσης – περιόδου, με συντελεστή απόσβεσης **5 %**



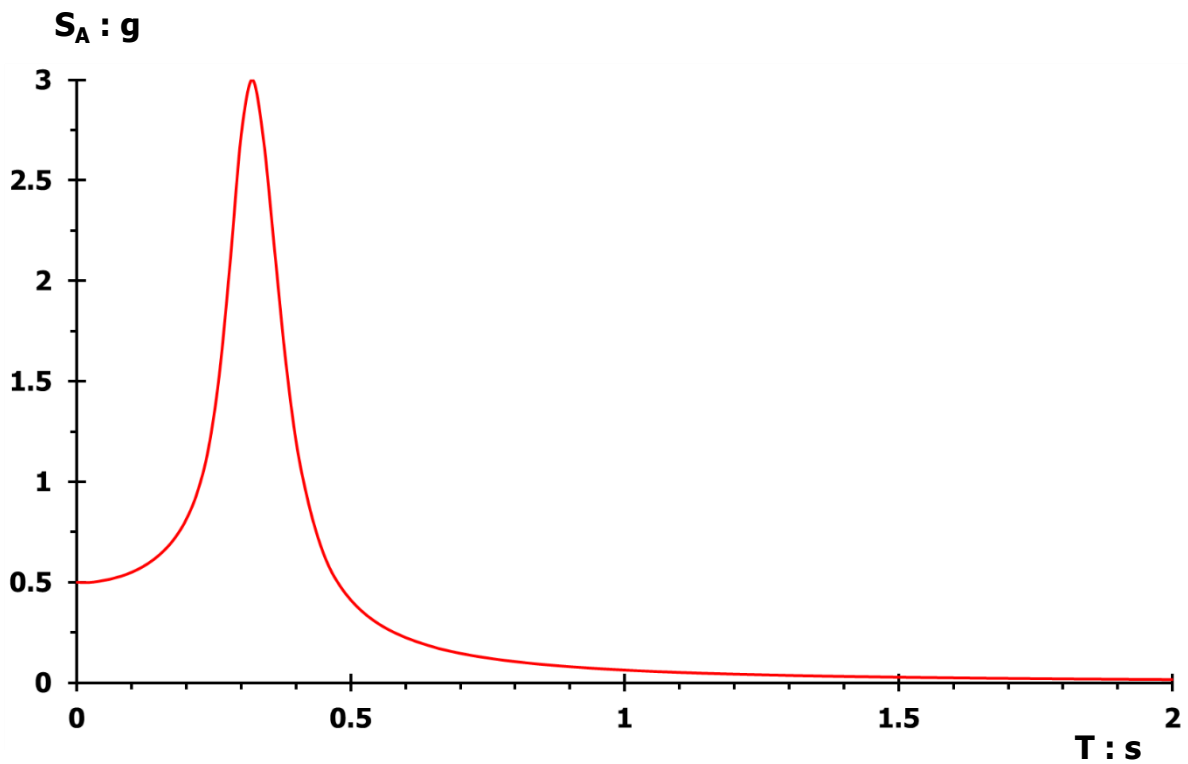
Διάγραμμα 2.27. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων, διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά του αριστερού τοίχου, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 0.50 g$, $T = 0.10 s$ [Έδαφος θεμελίωσης με $E = 300 \text{ MPa}$]



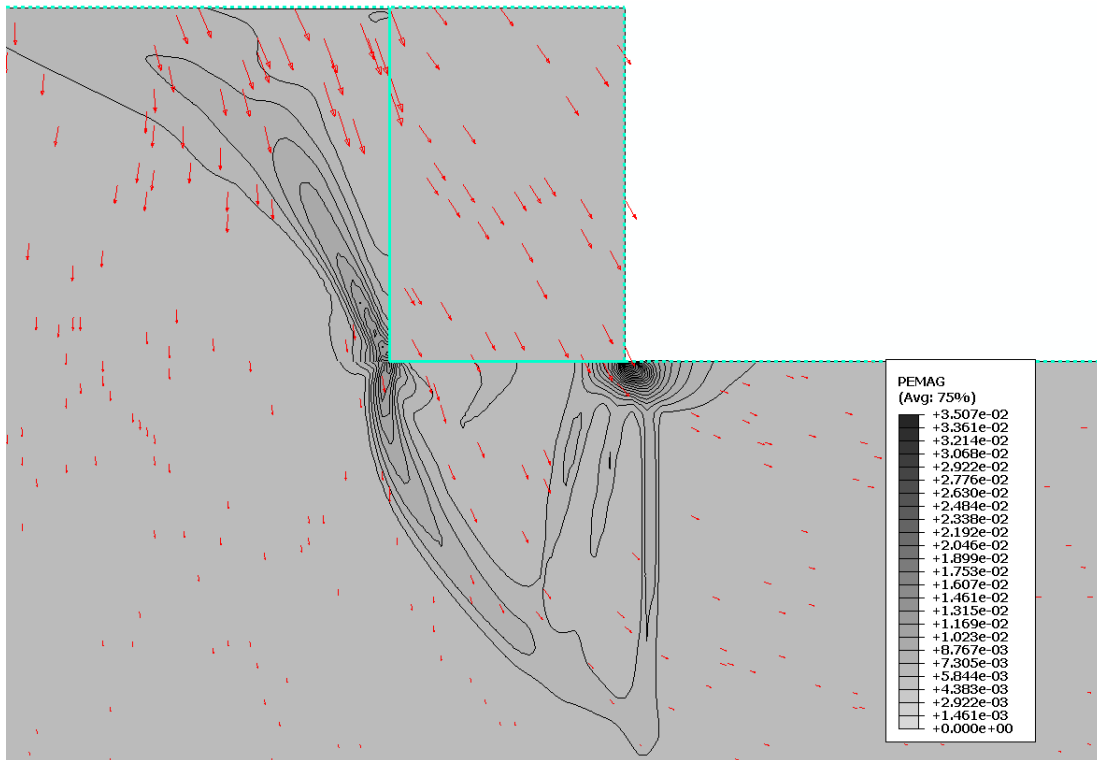
Διάγραμμα 2.28. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων, διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στη βάση του αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 0.50 g$, $T = 0.10 s$ [Έδαφος θεμελίωσης με $E = 300 \text{ MPa}$]



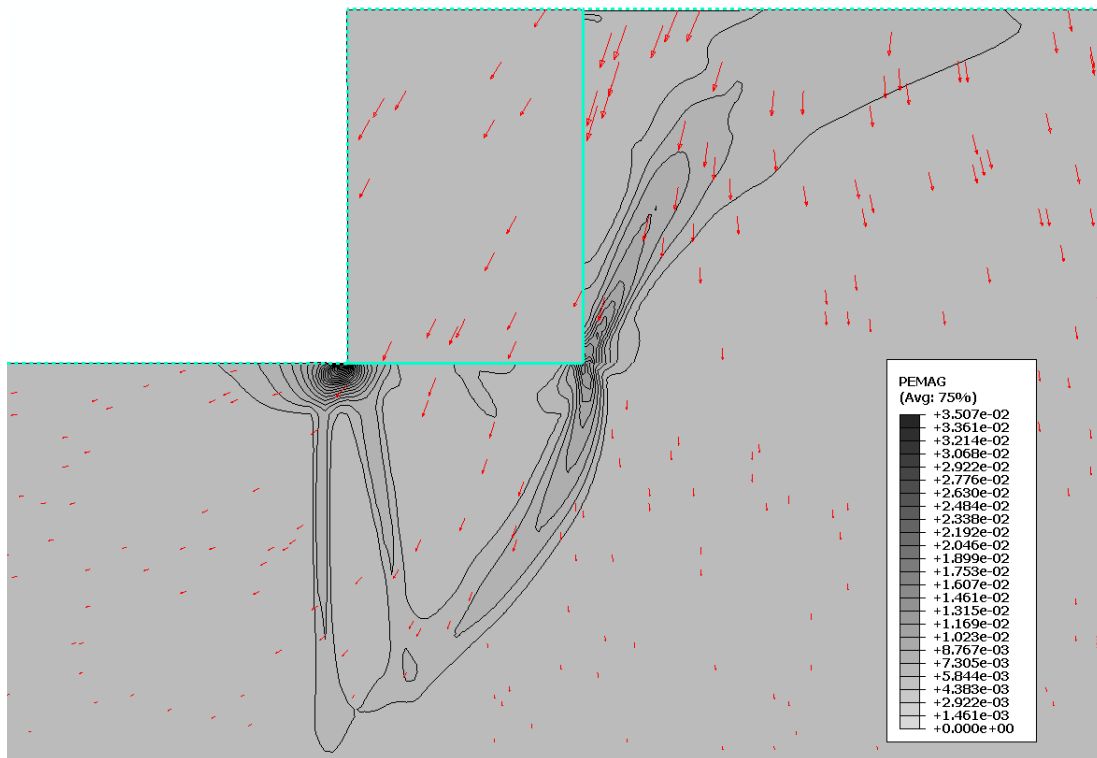
Διάγραμμα 2.29. Επιταχυνσιογράφημα διέγερσης **Gabor** $PGA = 0.50 \text{ g}$, $T = 0.33 \text{ s}$, περιορισμένης χρονικής διάρκειας t



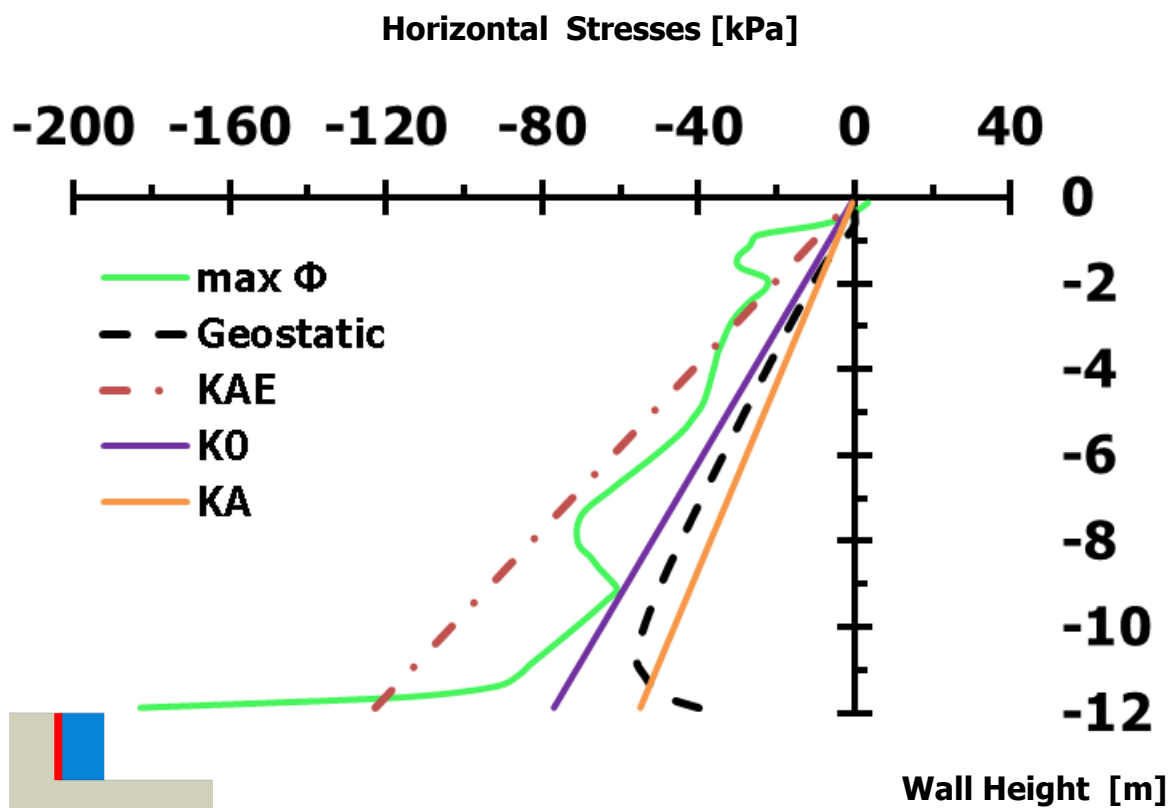
Διάγραμμα 2.30. Ελαστικό φάσμα απόκρισης επιταχυνσιογραφήματος Διαγράμματος 2.4, σε όρους φασματικής επιτάχυνσης – περιόδου, με συντελεστή απόσβεσης **5 %**



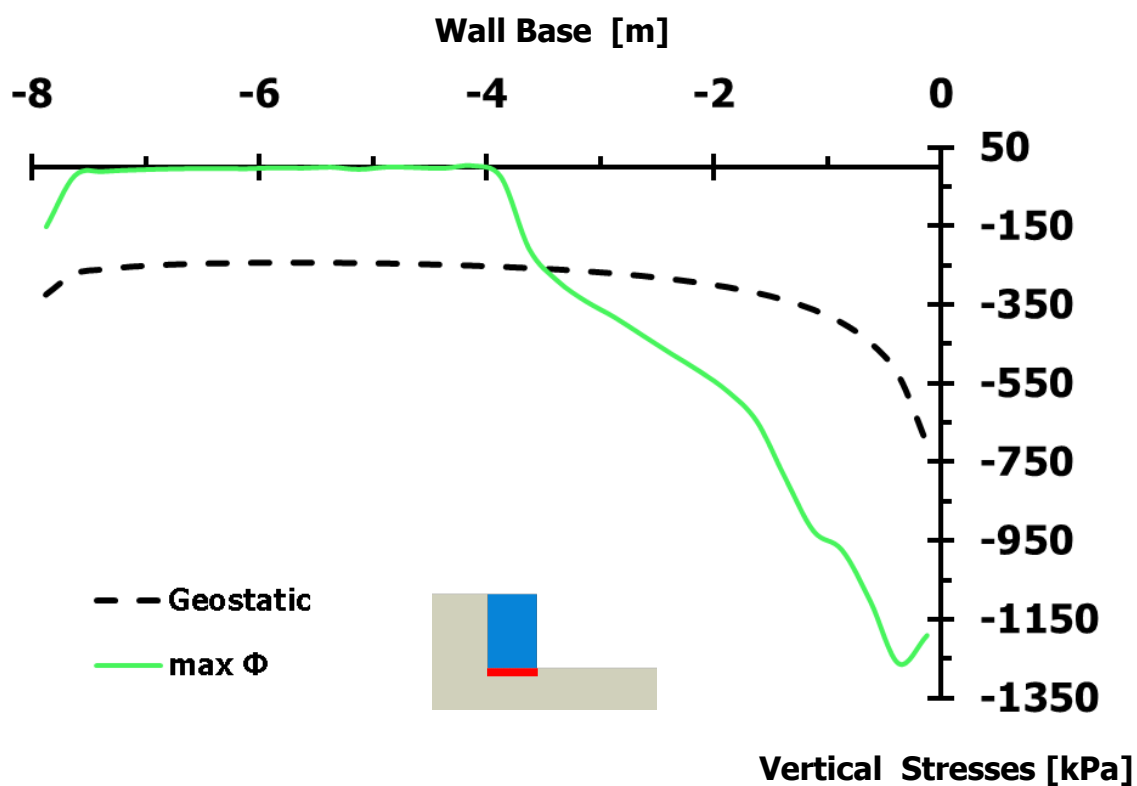
Σχήμα 2.13. Πλαστικές παραμορφώσεις με διανύσματα συνδυασμένης μετακίνησης αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Gabor PGA = 0.50 g, περιόδου T = 0.33 s** [Έδαφος θεμελίωσης με E = 300 MPa – Φυσική κλίμακα]



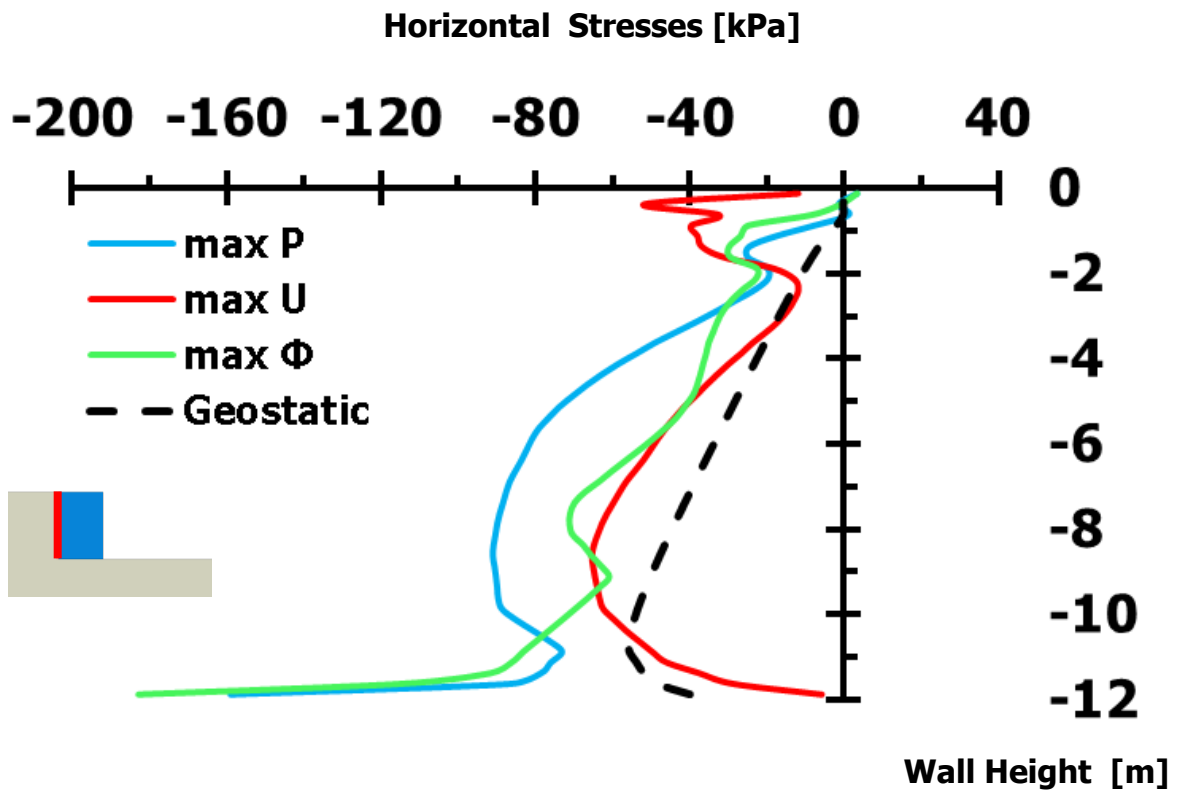
Σχήμα 2.14. Πλαστικές παραμορφώσεις με διανύσματα συνδυασμένης μετακίνησης δεξιού τοίχου βαρύτητας, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Gabor PGA = 0.50 g, T = 0.33 s** [Έδαφος θεμελίωσης με E = 300 MPa – Φυσική κλίμακα]



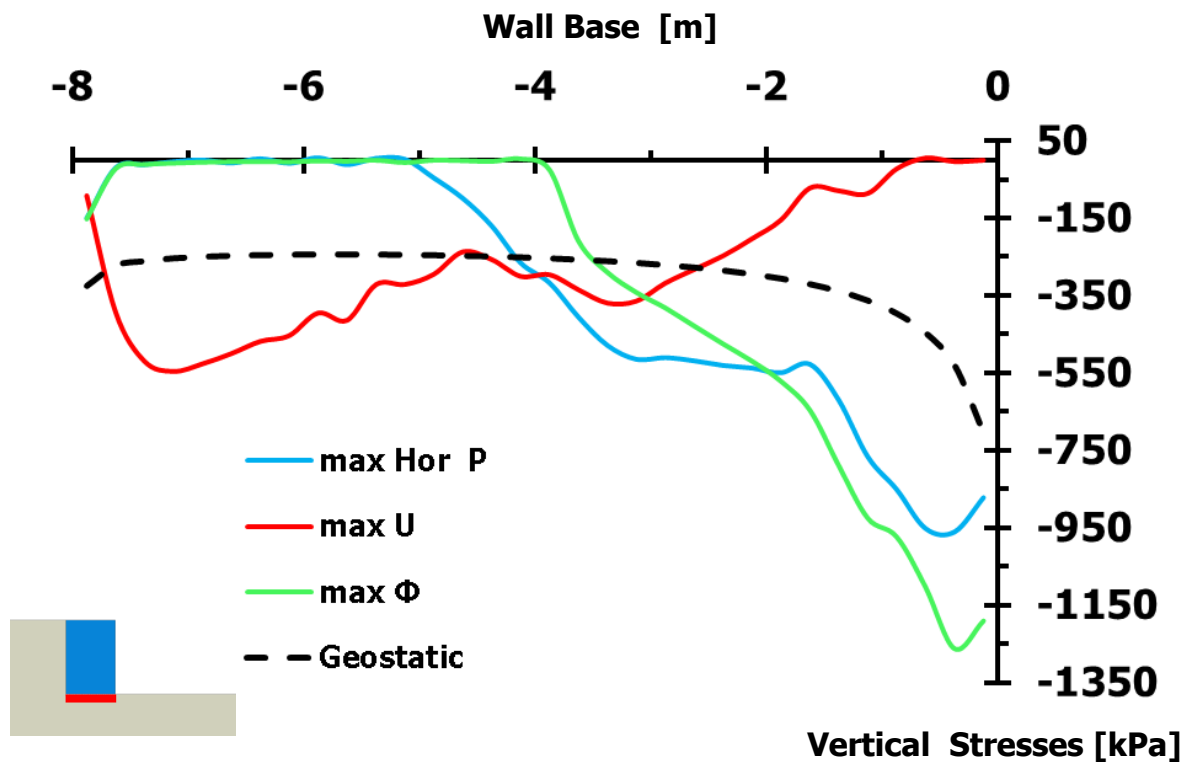
Διάγραμμα 2.31. Εδαφικές ωθήσεις κάθετες στην αντιστηριζόμενη πλευρά του αριστερού τοίχου βαρύτητας, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής του, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 0.50 g**, **T = 0.33 s** [Έδαφος θεμελίωσης με **E = 300 MPa**]



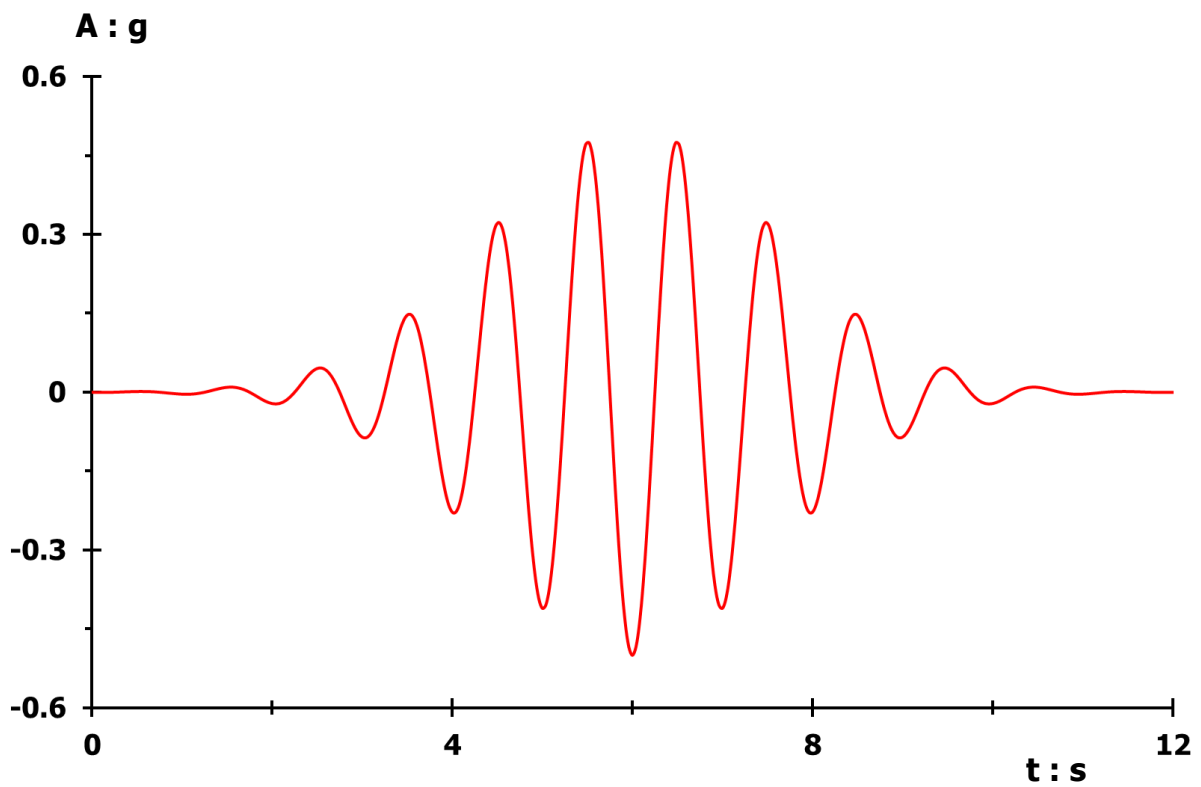
Διάγραμμα 2.32. Εδαφικές ωθήσεις κάθετες στη βάση του αριστερού τοίχου βαρύτητας, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής του, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 0.50 g**, **T = 0.33 s** [Έδαφος θεμελίωσης με **E = 300 MPa**]



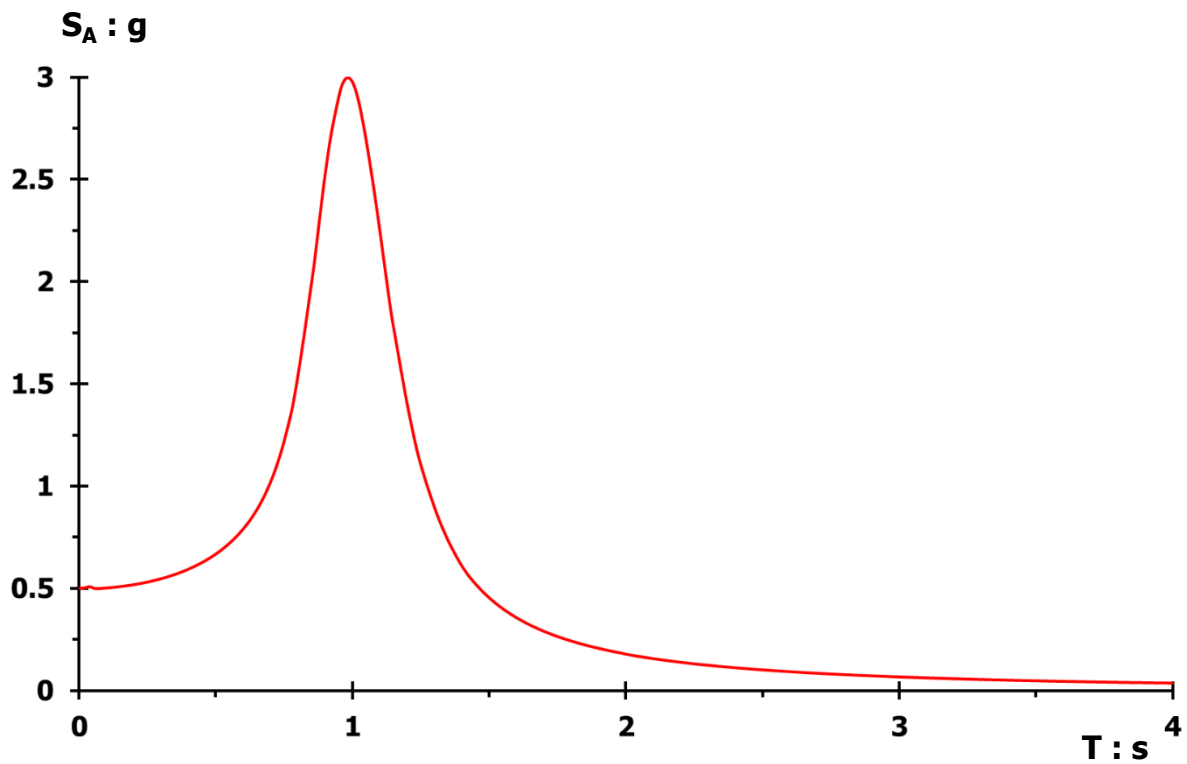
Διάγραμμα 2.33. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων, διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά του αριστερού τοίχου, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 0.50 \text{ g}$, $T = 0.33 \text{ s}$ [Έδαφος θεμελίωσης με $E = 300 \text{ MPa}$]



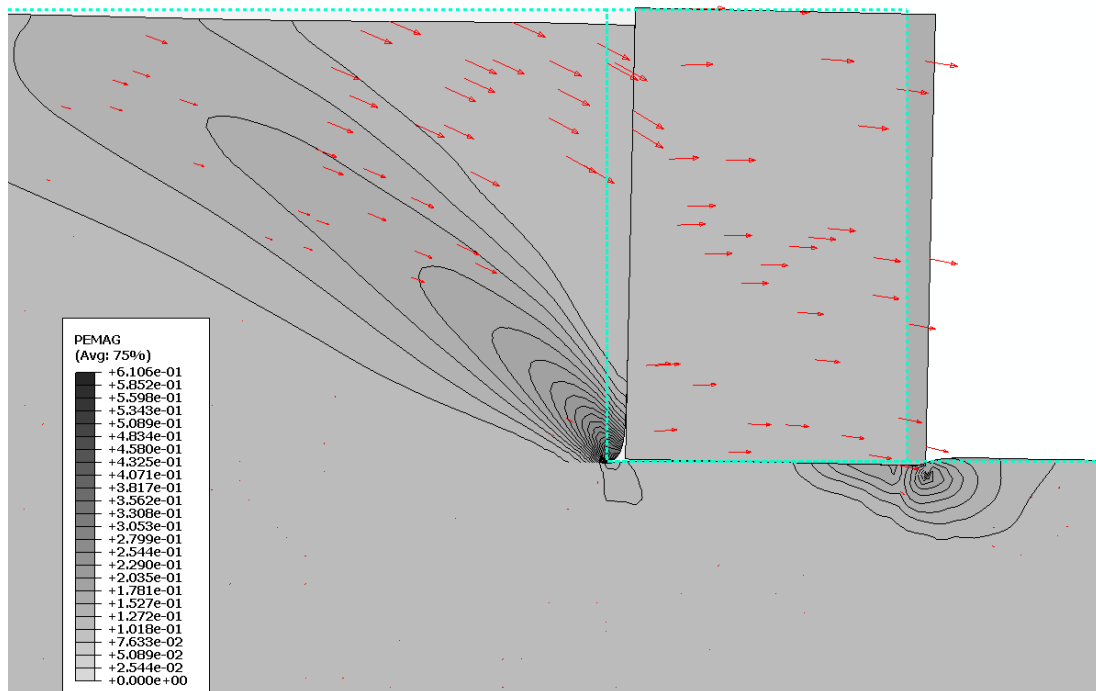
Διάγραμμα 2.34. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων, διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στη βάση του αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 0.50 \text{ g}$, $T = 0.33 \text{ s}$ [Έδαφος θεμελίωσης με $E = 300 \text{ MPa}$]



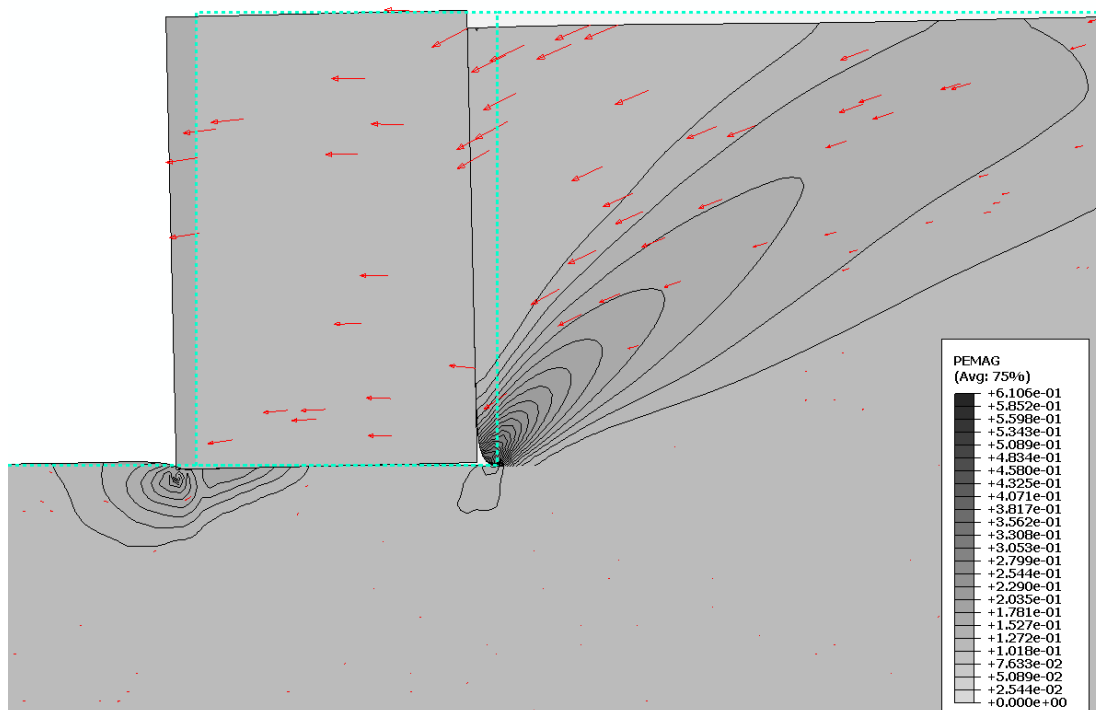
Διάγραμμα 2.35. Επιταχυνσιογράφημα διέγερσης **Gabor** $PGA = 0.50 \text{ g}$, $T = 1.00 \text{ s}$, περιορισμένης χρονικής διάρκειας t



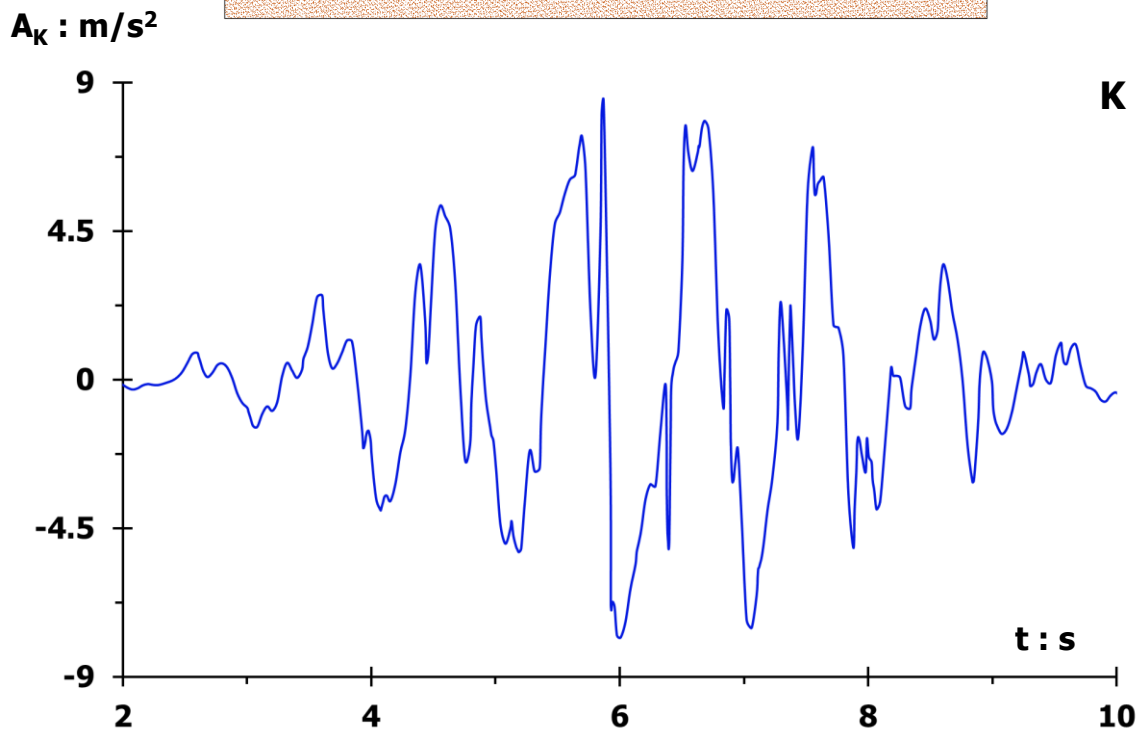
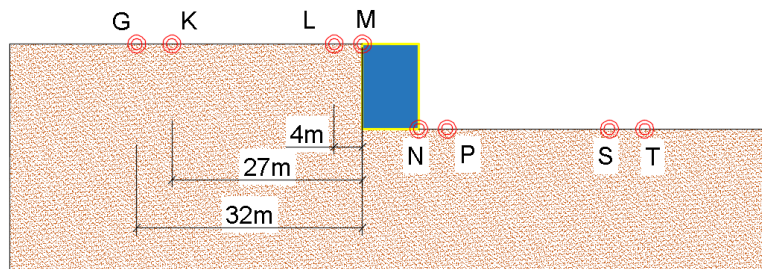
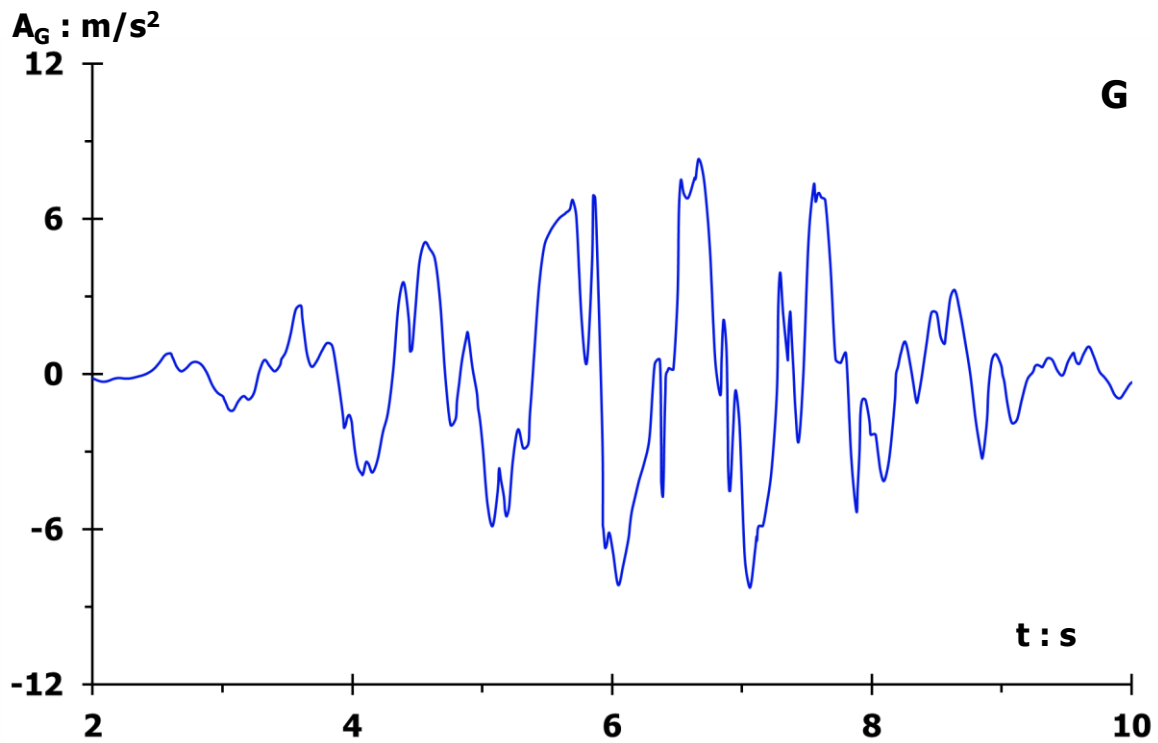
Διάγραμμα 2.36. Ελαστικό φάσμα απόκρισης επιταχυνσιογραφήματος Διαγράμματος 2.4, σε όρους φασματικής επιτάχυνσης – περιόδου, με συντελεστή απόσβεσης **5 %**



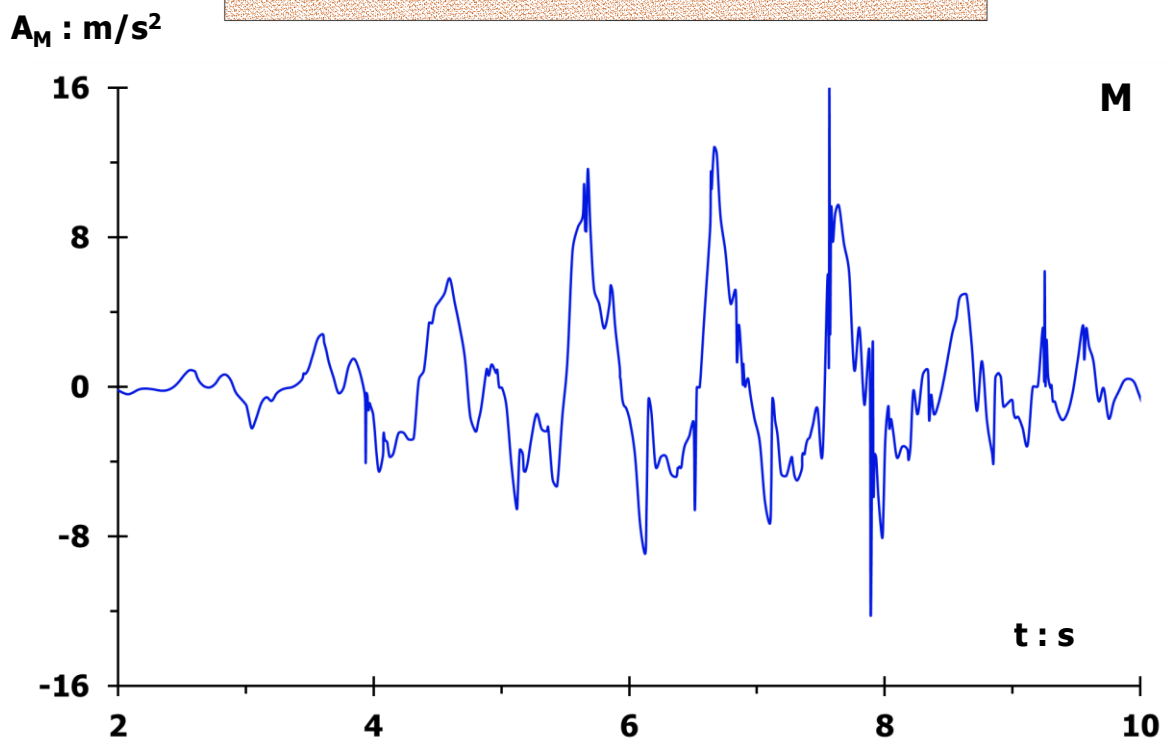
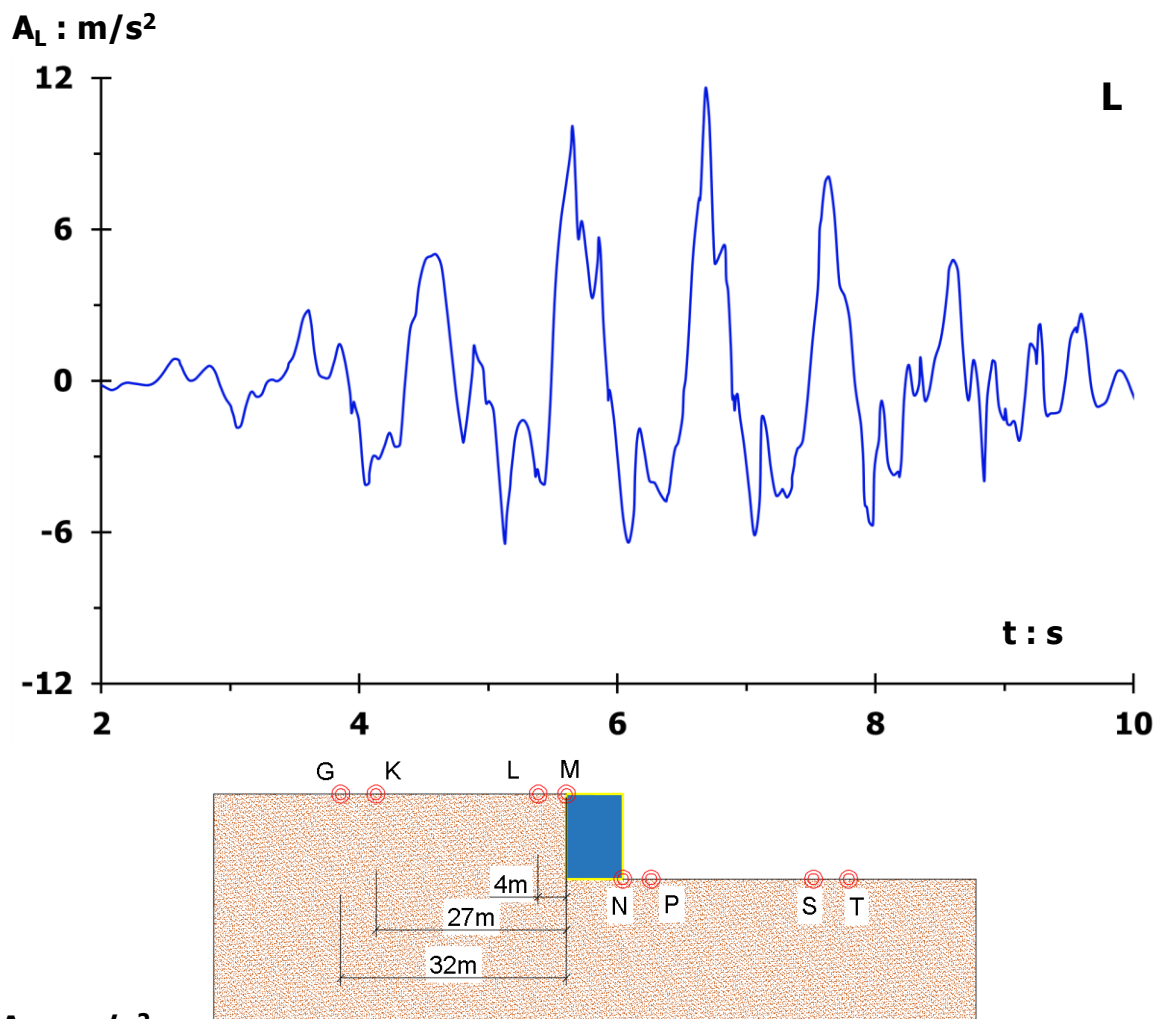
Σχήμα 2.15. Πλαστικές παραμορφώσεις με διανύσματα συνδυασμένης μετακίνησης αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Gabor PGA = 0.50 g, περιόδου T = 1.00 s** [Έδαφος θεμελίωσης με E = 300 MPa – Φυσική κλίμακα]



Σχήμα 2.16. Πλαστικές παραμορφώσεις με διανύσματα συνδυασμένης μετακίνησης δεξιού τοίχου βαρύτητας, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Gabor PGA = 0.50 g, T = 1.00 s** [Έδαφος θεμελίωσης με E = 300 MPa – Φυσική κλίμακα]

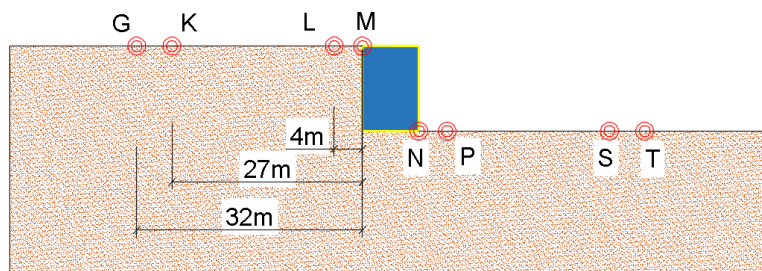
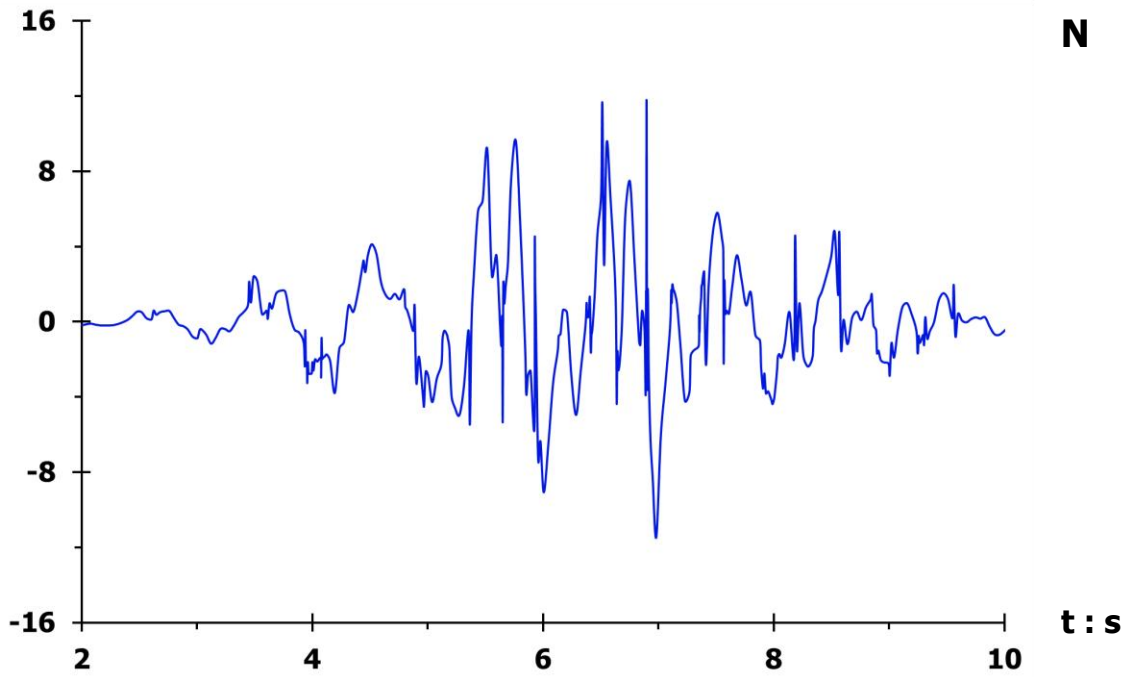


Διάγραμμα 2.37. Επιταχύνσεις στην ελεύθερη εδαφική επιφάνεια στο σημείο **G (άνω)** και **K (κάτω)**, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Gabor** $PGA = 0.50 g$, περιόδου $T = 1.00 s$ [Έδαφος θεμελίωσης τοίχου με $E = 300 MPa$]

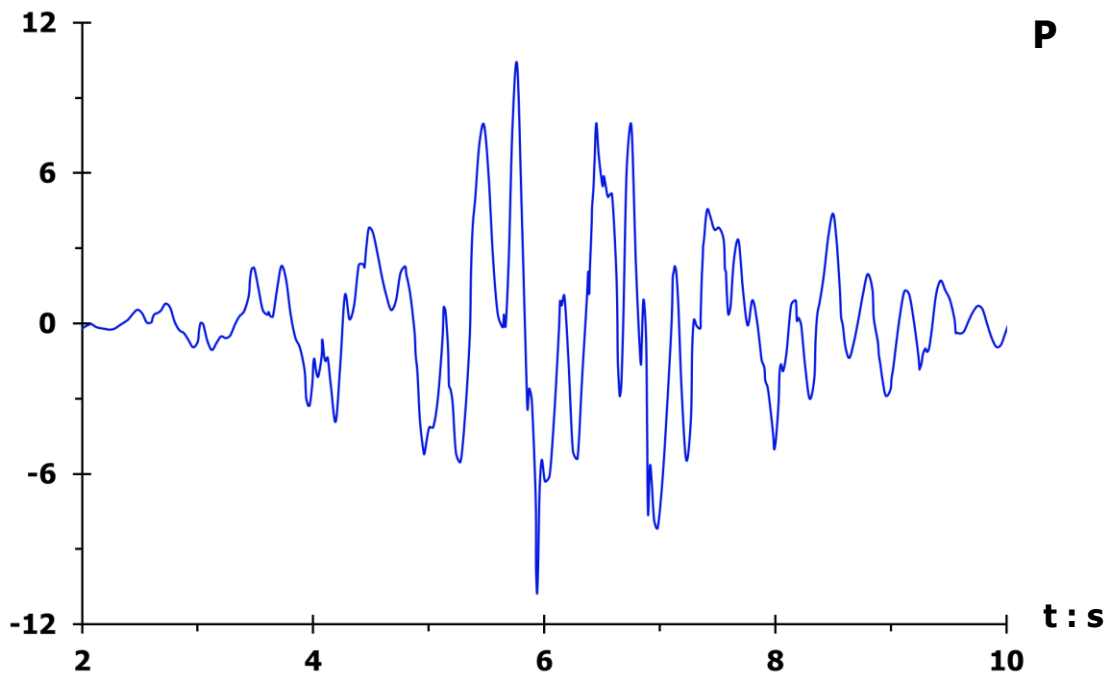


Διάγραμμα 2.38. Επιταχύνσεις στην ελεύθερη εδαφική επιφάνεια στο σημείο **L (άνω)** και **M (κάτω)**, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Gabor** $PGA = 0.50 g$, $T = 1.00 s$ [Έδαφος θεμελίωσης τοίχου με $E = 300 MPa$]

$A_N : m/s^2$

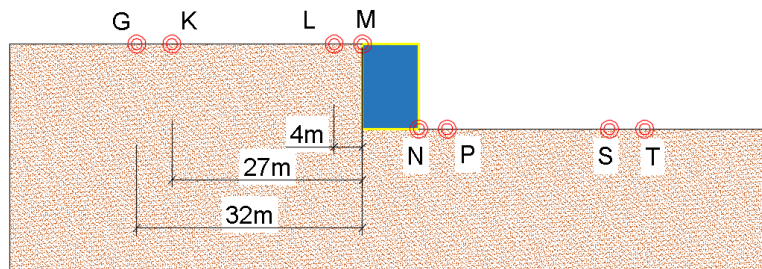
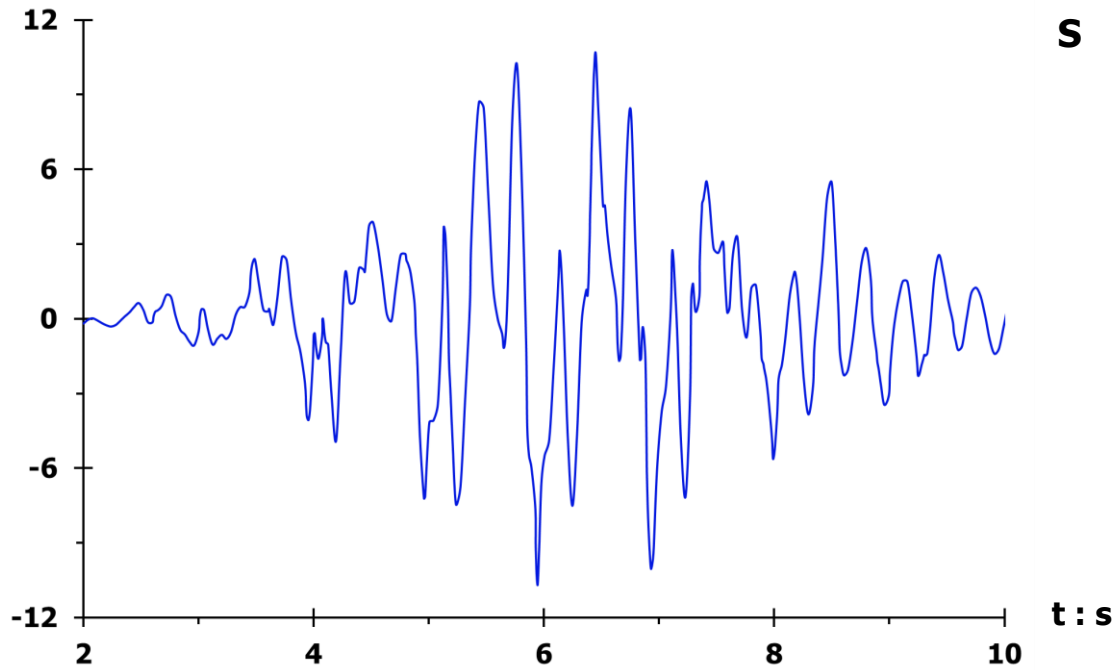


$A_p : m/s^2$

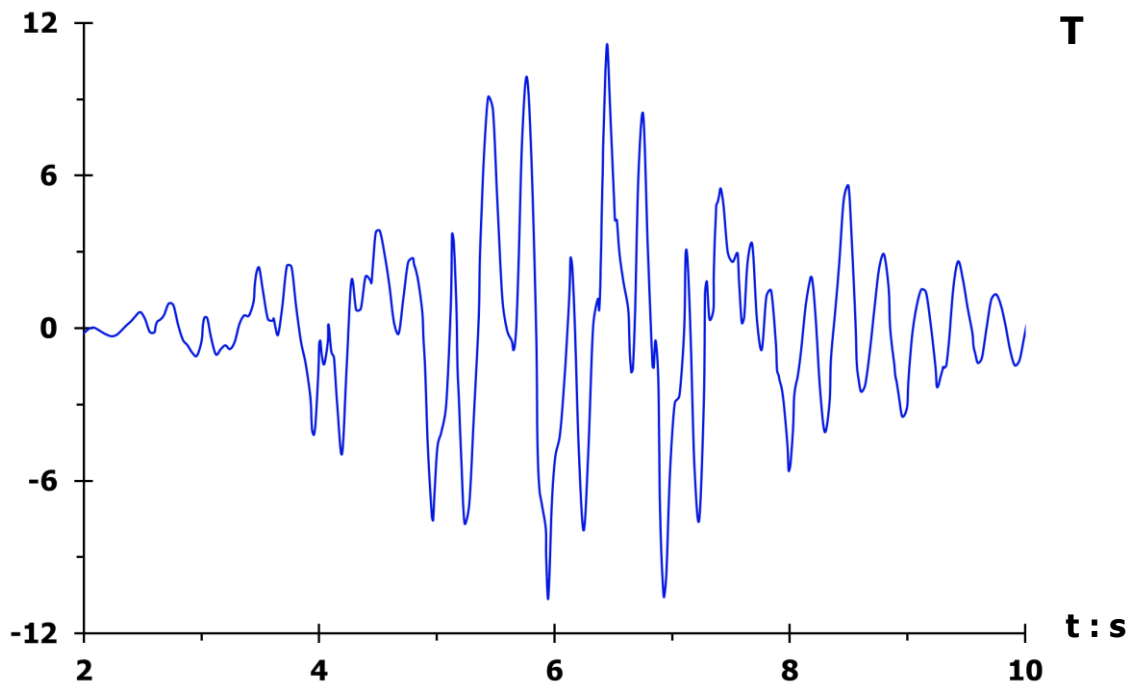


Διάγραμμα 2.39. Επιταχύνσεις στην ελεύθερη εδαφική επιφάνεια στο σημείο **N (άνω)** και **P (κάτω)**, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Gabor PGA = 0.50 g, T = 1.00 s** [Έδαφος θεμελίωσης τοίχου με $E = 300 \text{ MPa}$]

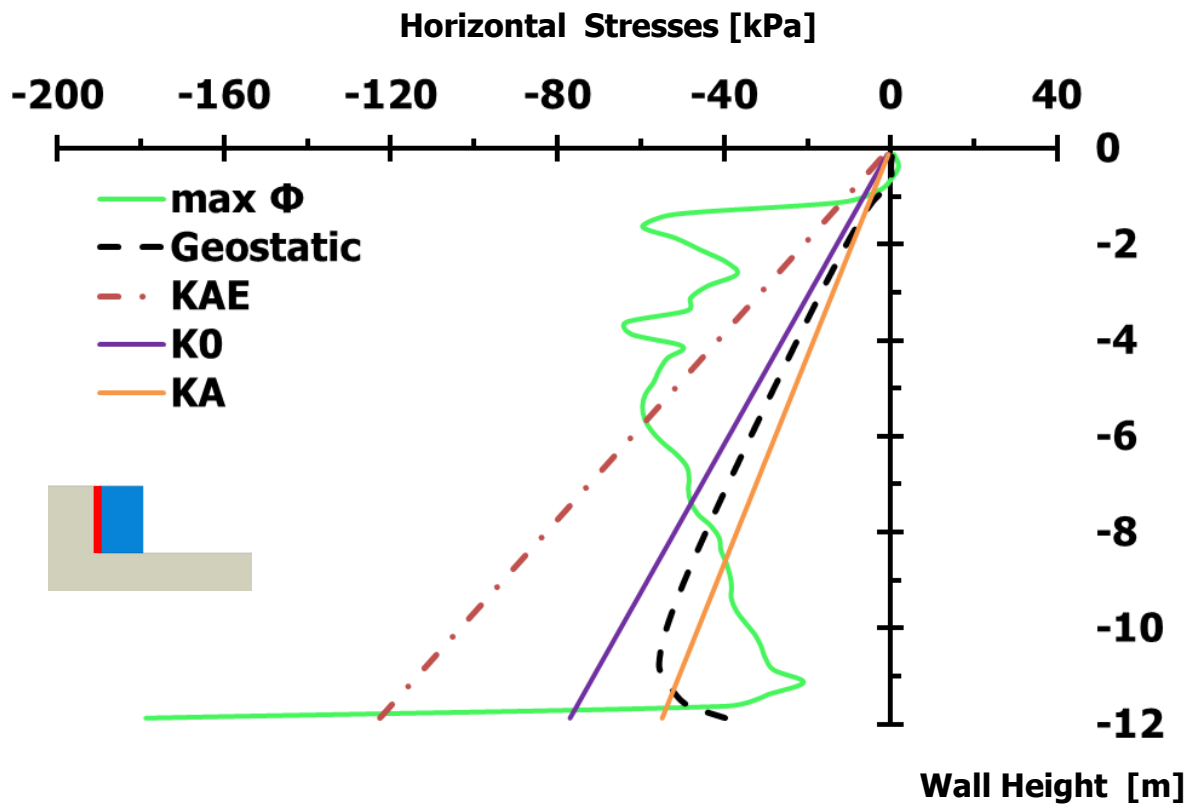
$A_S : m/s^2$



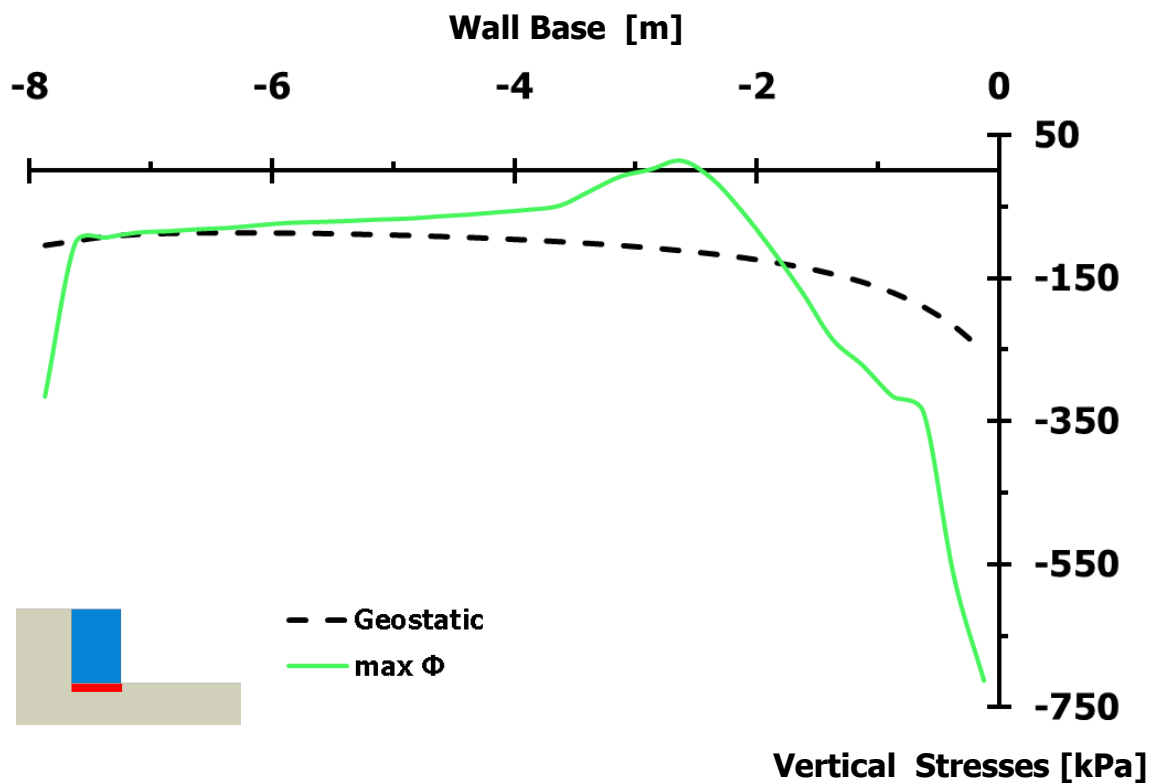
$A_T : m/s^2$



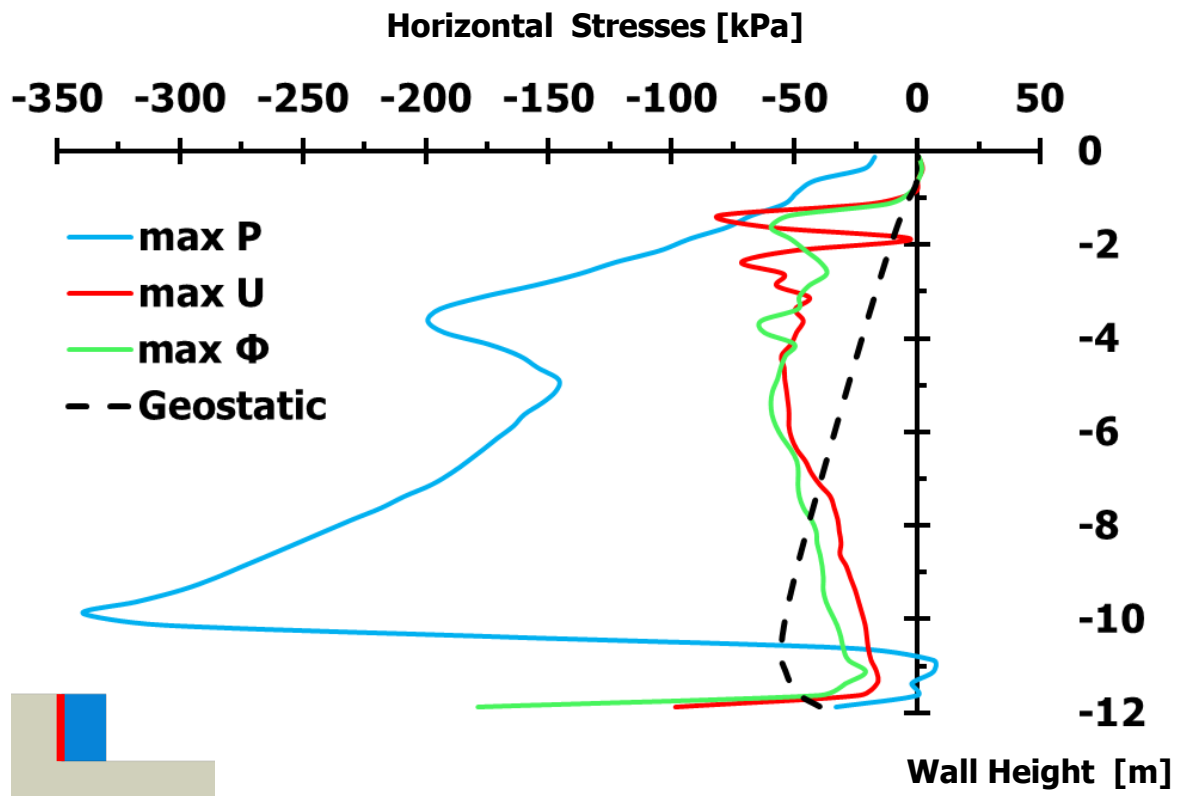
Διάγραμμα 2.40. Επιταχύνσεις στην ελεύθερη εδαφική επιφάνεια στο σημείο **S (άνω)** και **T (κάτω)**, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Gabor PGA = 0.50 g, T = 1.00 s** [Έδαφος θεμελίωσης τοίχου με $E = 300 \text{ MPa}$]



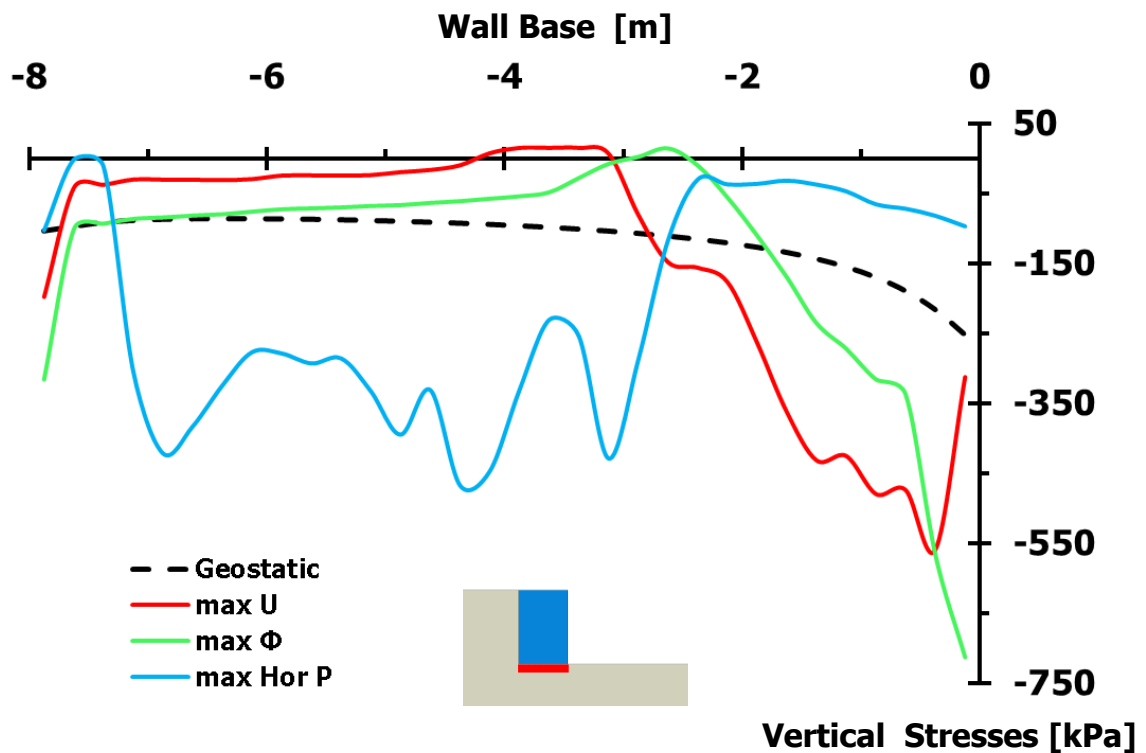
Διάγραμμα 2.41. Εδαφικές ωθήσεις κάθετες στην αντιστηριζόμενη πλευρά του αριστερού τοίχου βαρύτητας, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής του, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 0.50 g**, **T = 1.00 s** [Έδαφος θεμελίωσης με **E = 300 MPa**]



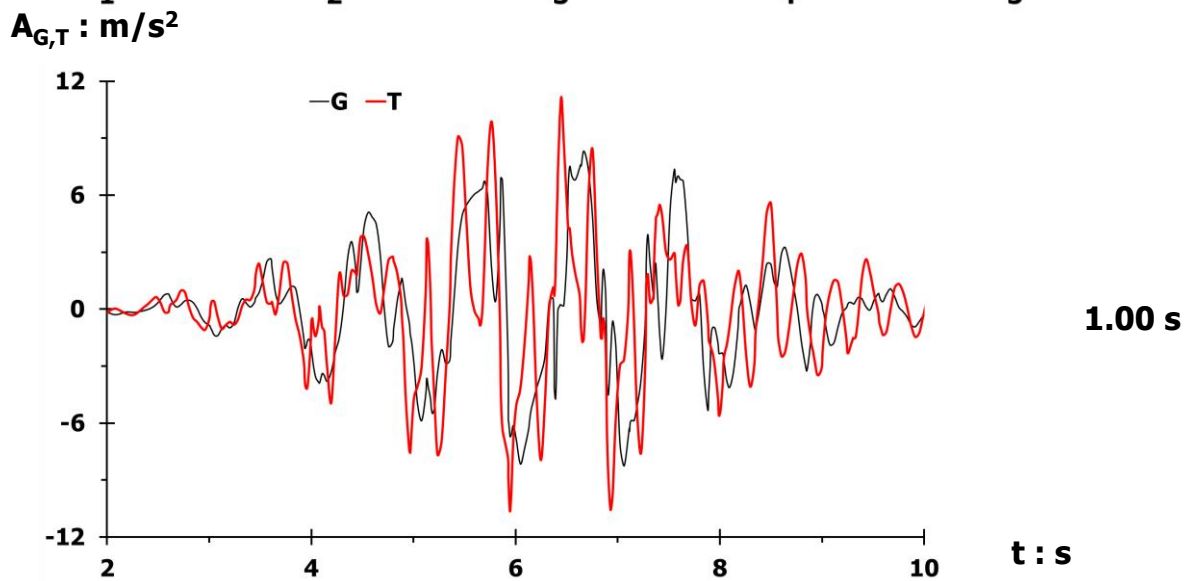
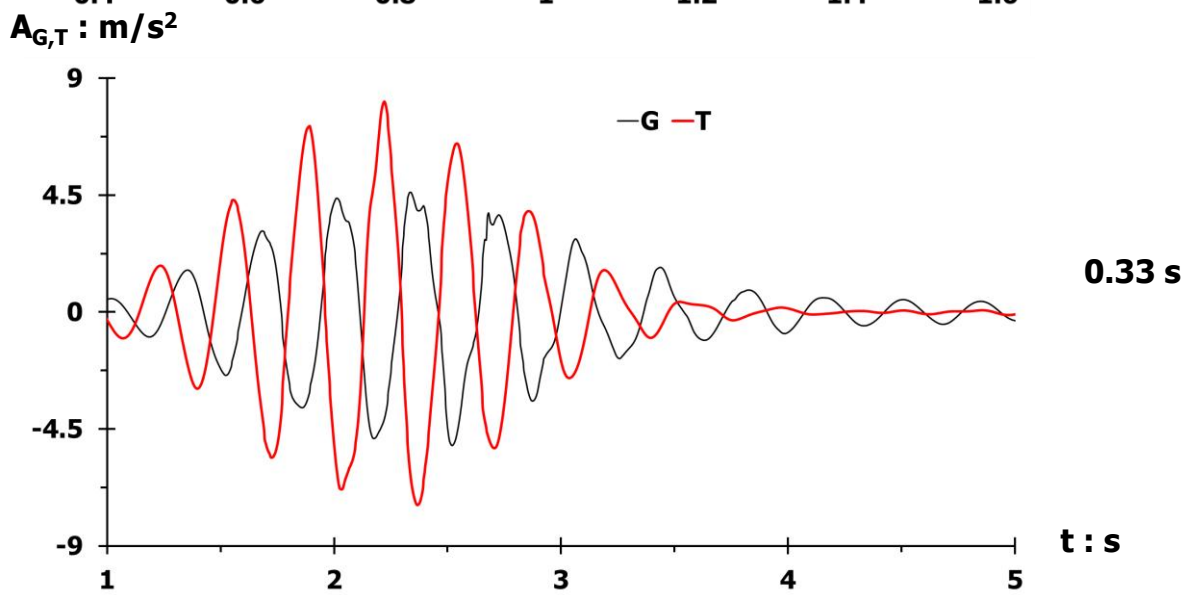
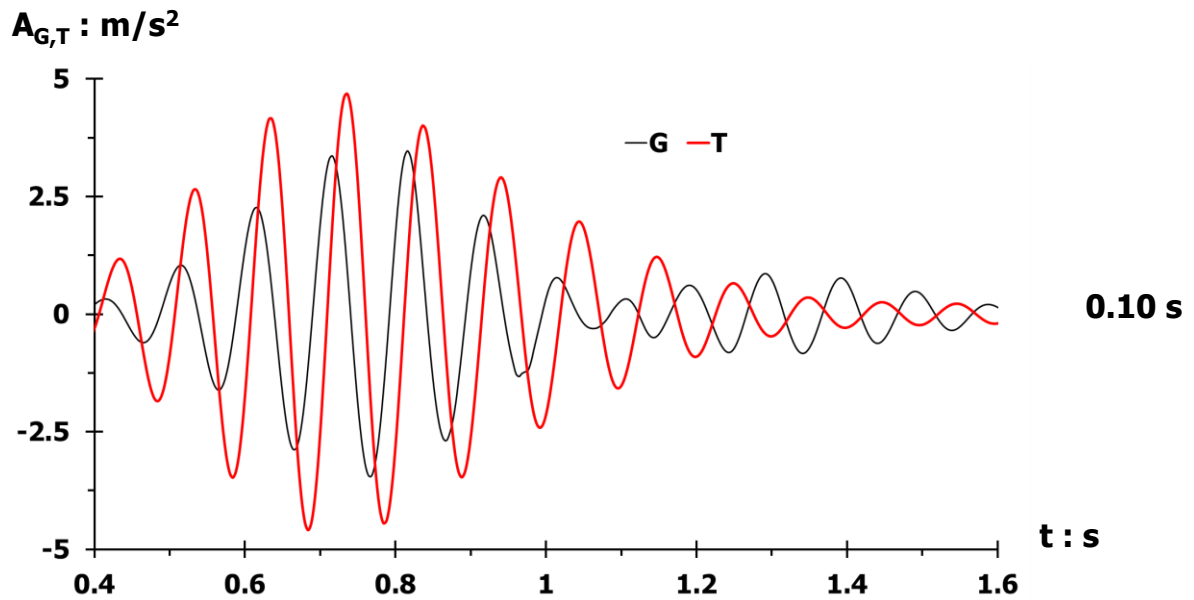
Διάγραμμα 2.42. Εδαφικές ωθήσεις κάθετες στη βάση του αριστερού τοίχου βαρύτητας, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής του, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 0.50 g**, **T = 1.00 s** [Έδαφος θεμελίωσης με **E = 300 MPa**]



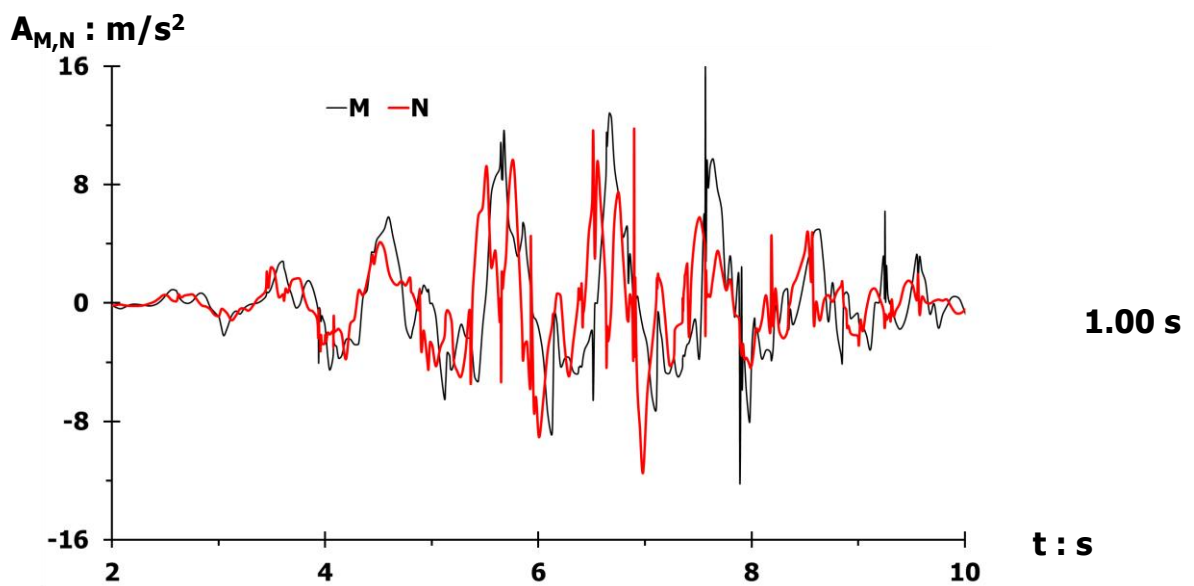
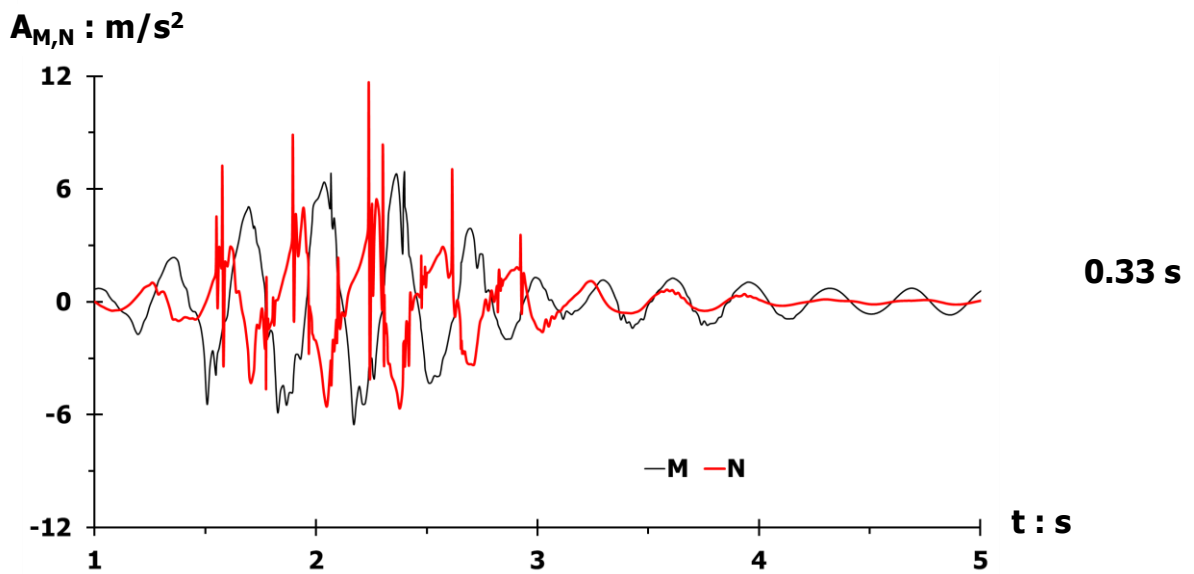
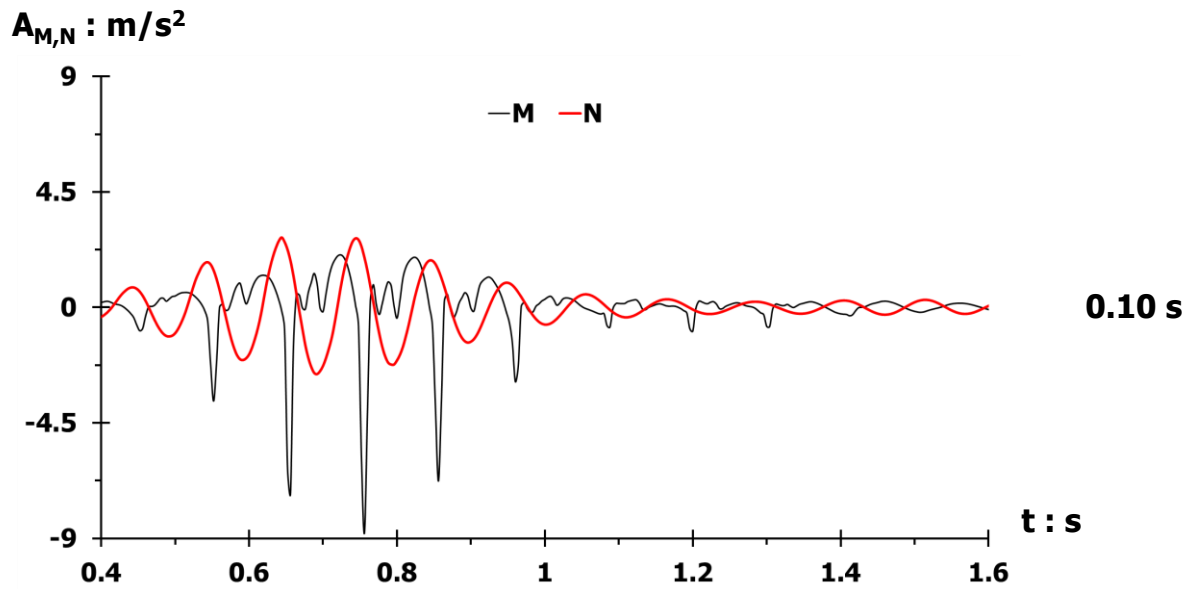
Διάγραμμα 2.43. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων, διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά του αριστερού τοίχου, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 0.50 g, T = 1.00 s** [Έδαφος θεμελίωσης με $E = 300 \text{ MPa}$]



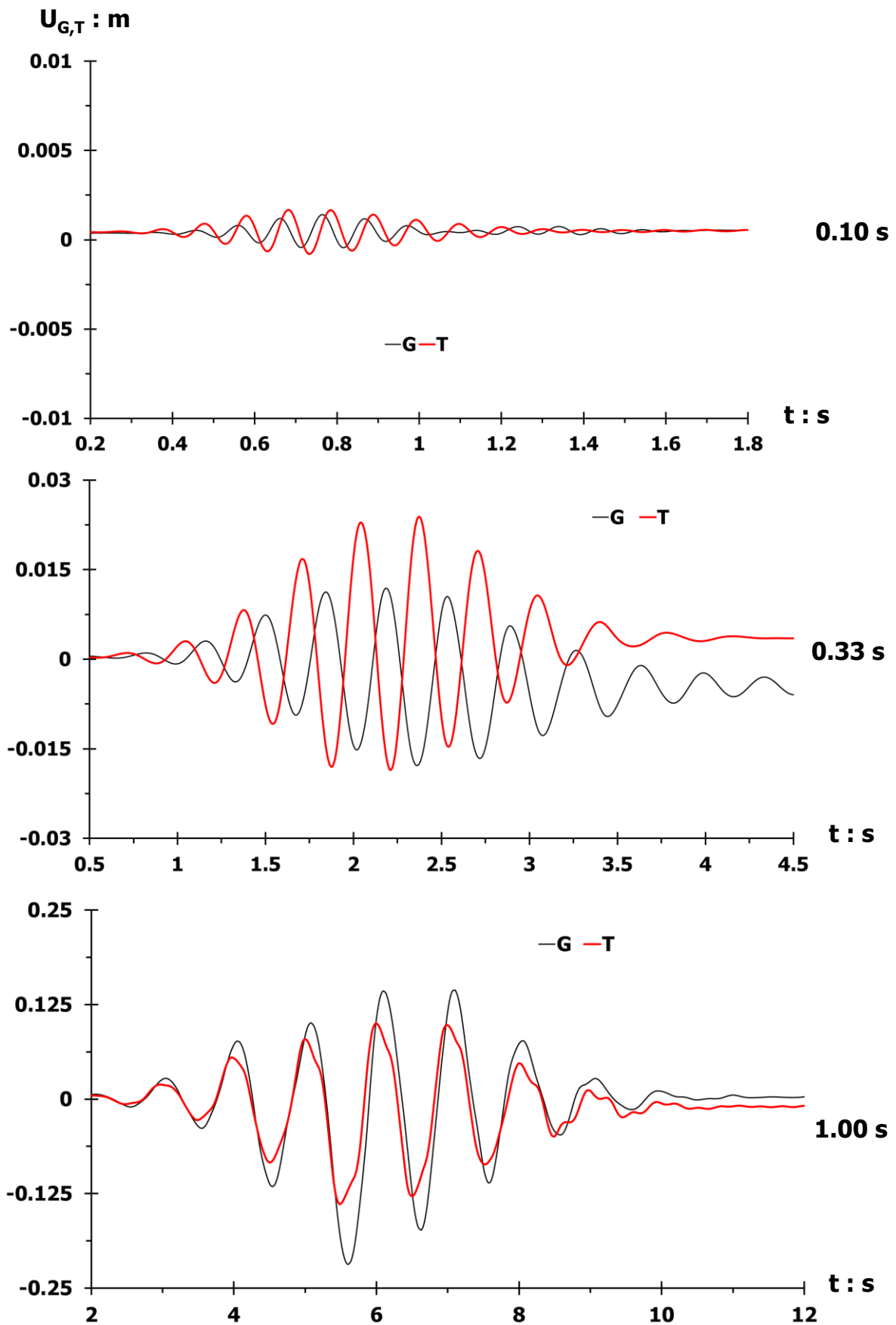
Διάγραμμα 2.44. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων, διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στη βάση του αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 0.50 g, T = 1.00 s** [Έδαφος θεμελίωσης με $E = 300 \text{ MPa}$]



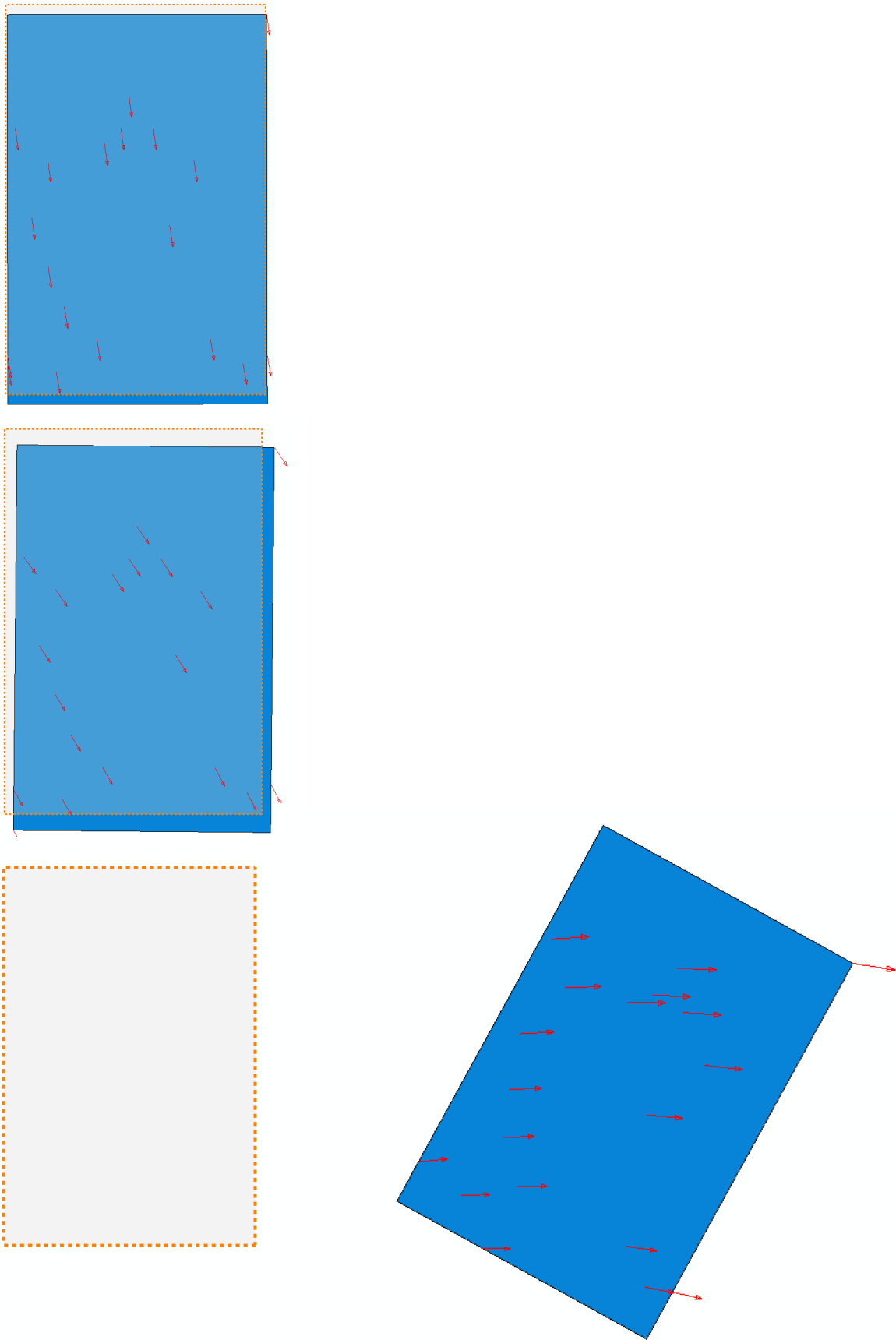
Διάγραμμα 2.45. Σύγκριση επιταχύνσεων σημείων **G** και **T**, προσομοιώματος με έδαφος θεμελίωσης **E = 300 Mpa**, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 0.50 g**, για περιόδους **T = 0.10 s (άνω)**, **T = 0.33 s (μεσαίο)** και **T = 1.00 s (κάτω)**



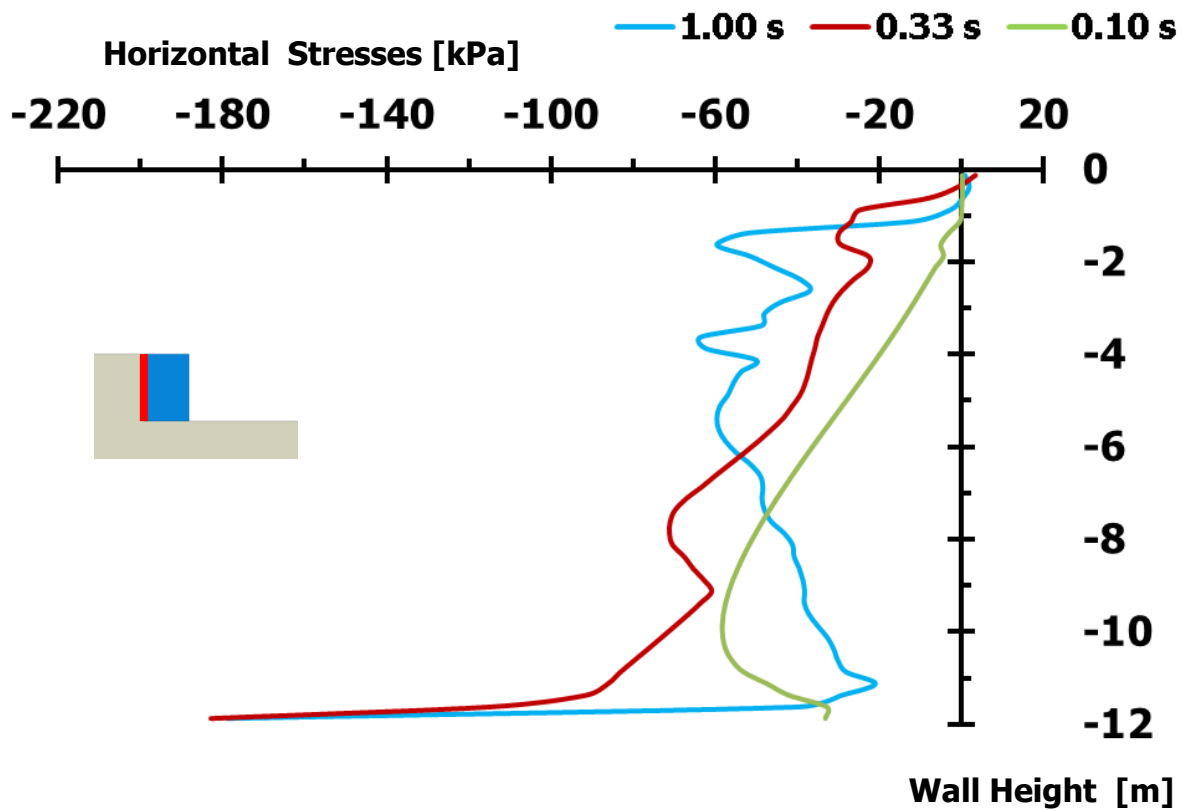
Διάγραμμα 2.46. Σύγκριση επιταχύνσεων σημείων **M** και **N**, προσομοιώματος με έδαφος θεμελίωσης $E = 300 \text{ MPa}$, λόγω διέγερσης **Gabor** $\text{PGA} = 0.50 \text{ g}$, για περιόδους $T = 0.10 \text{ s}$ (άνω), $T = 0.33 \text{ s}$ (μεσαίο) και $T = 1.00 \text{ s}$ (κάτω)



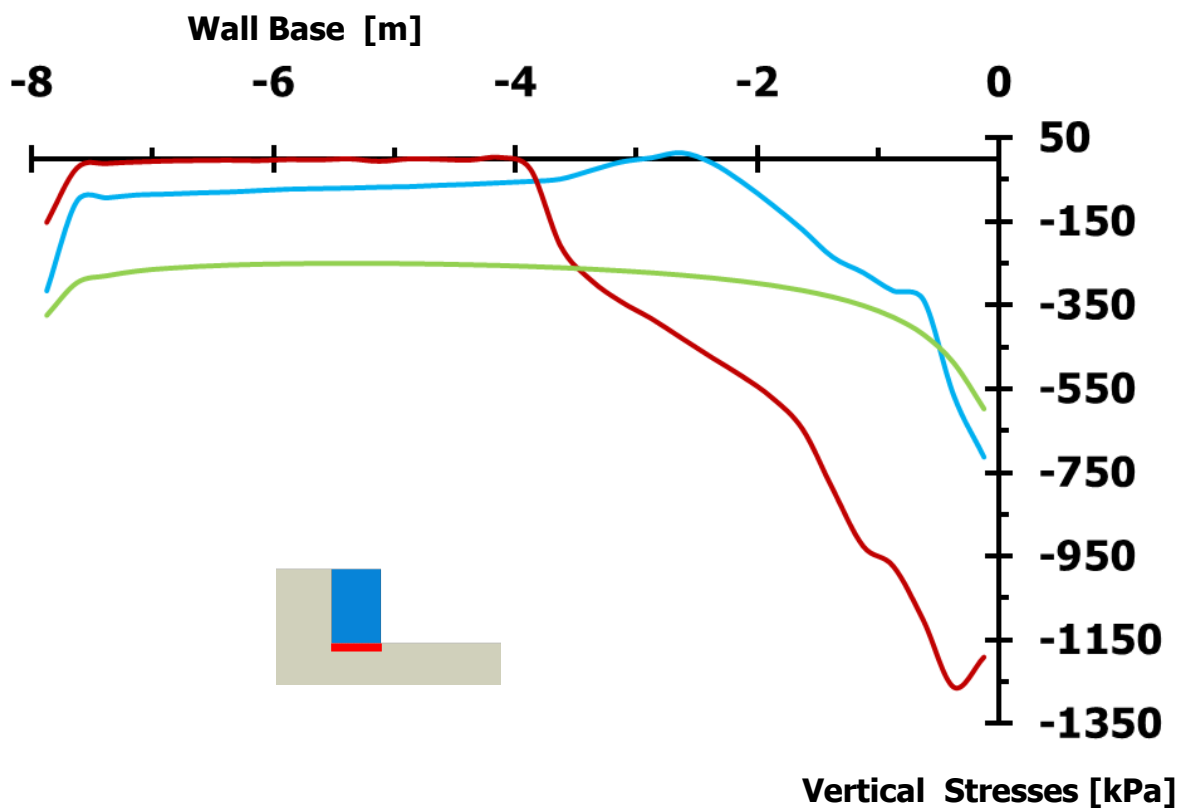
Διάγραμμα 2.47. Σύγκριση οριζοντίων μετακινήσεων των σημείων G - T, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 0.50 g$, για $T = 0.10 s$ (άνω), $T = 0.33 s$ (μεσαίο) και $T = 1.00 s$ (κάτω) [Έδαφος θεμελίωσης με $E = 300 MPa$]



Σχήμα 2.17. Σύγκριση αρχικής και τελικής θέσης αριστερού τοίχου βάρυτητας, με διανύσματα συνδυασμένης μετακίνησης, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Gabor PGA = 0.50 g, περιόδων $T = 0.10$ s (άνω), $T = 0.33$ s (μέση) και $T = 1.00$ s (κάτω)**
[Έδαφος θεμελίωσης με $E = 300$ MPa – Επικλιμάκια αναγωγή: $\times 25$]



Διάγραμμα 2.48. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά του αριστερού τοίχου, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής του τοίχου, λόγω διεγέρσεων **Gabor** **PGA = 0.50 g**, περιόδων **0.10 s**, **0.33 s** και **1.00 s**



Διάγραμμα 2.49. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στη βάση του αριστερού τοίχου, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής του τοίχου, λόγω διεγέρσεων **Gabor** **PGA = 0.50 g**, περιόδων **0.10 s**, **0.33 s** και **1.00 s**

Διεγέρσεις

Gabor

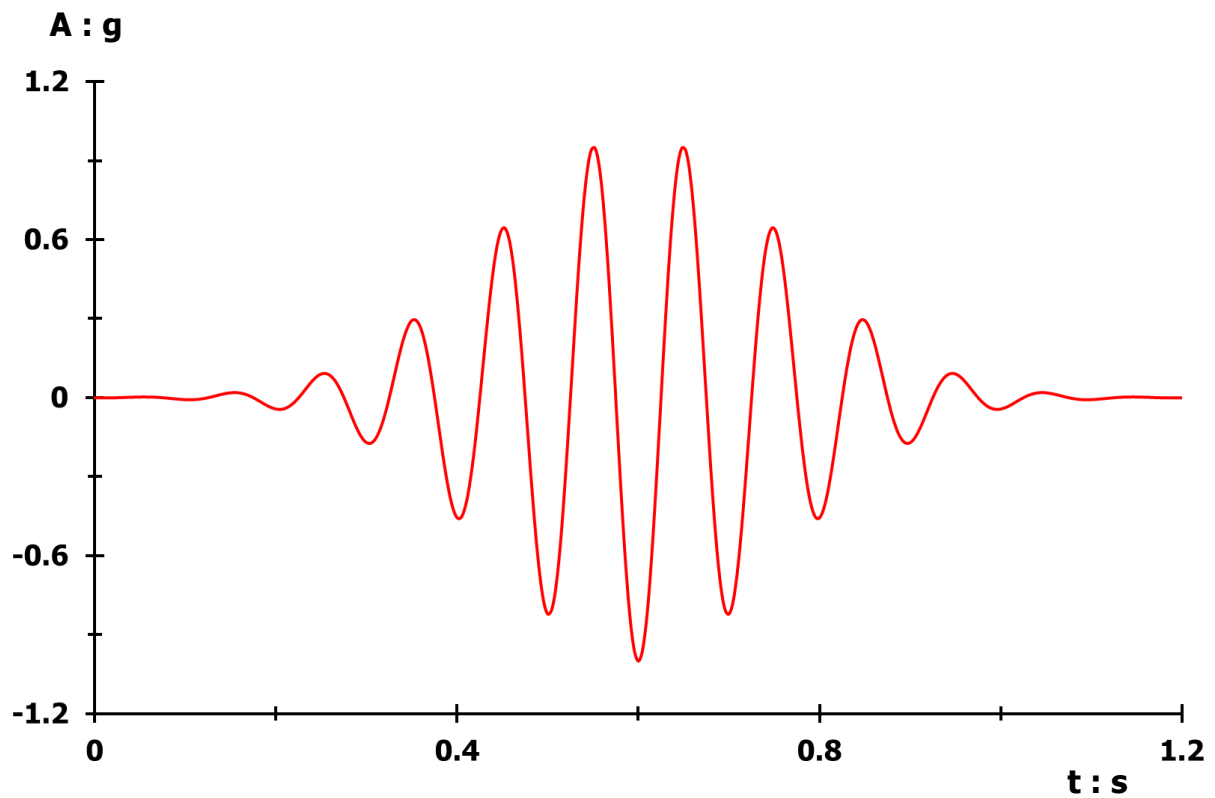
$$PGA = 1.00 \text{ g}$$

$$T = 0.10 \text{ s}$$

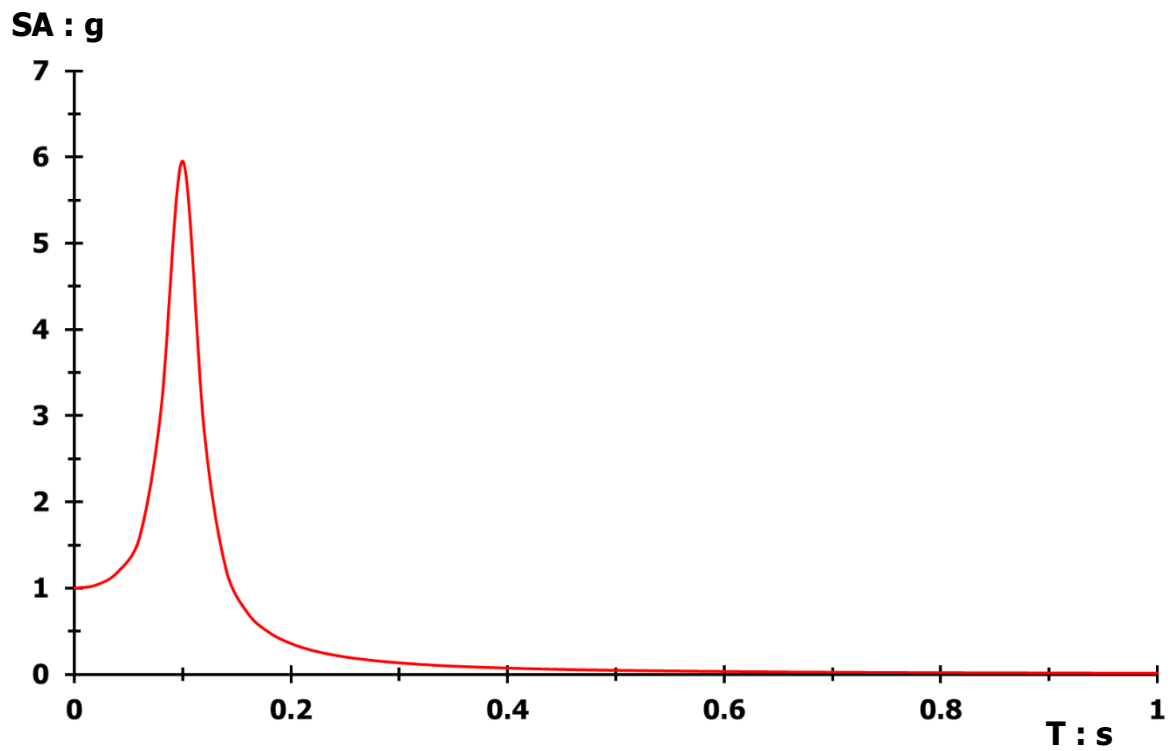
$$T = 0.33 \text{ s}$$

$$T = 1.00 \text{ s}$$

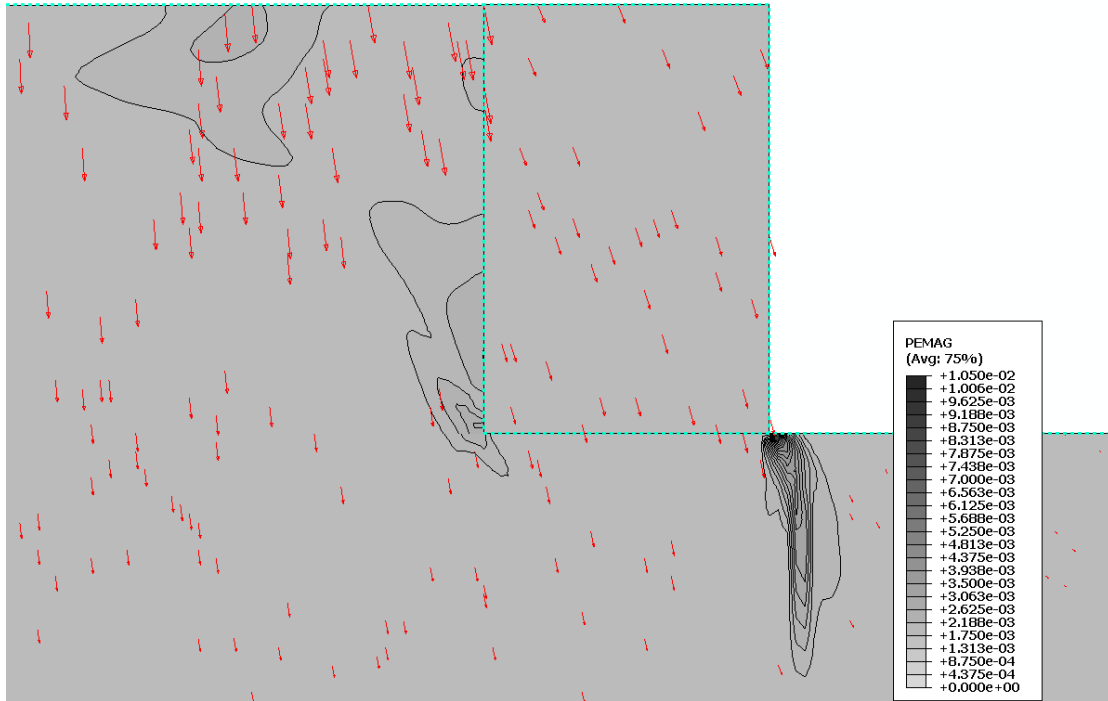
$$E2 = 300 \text{ MPa}$$



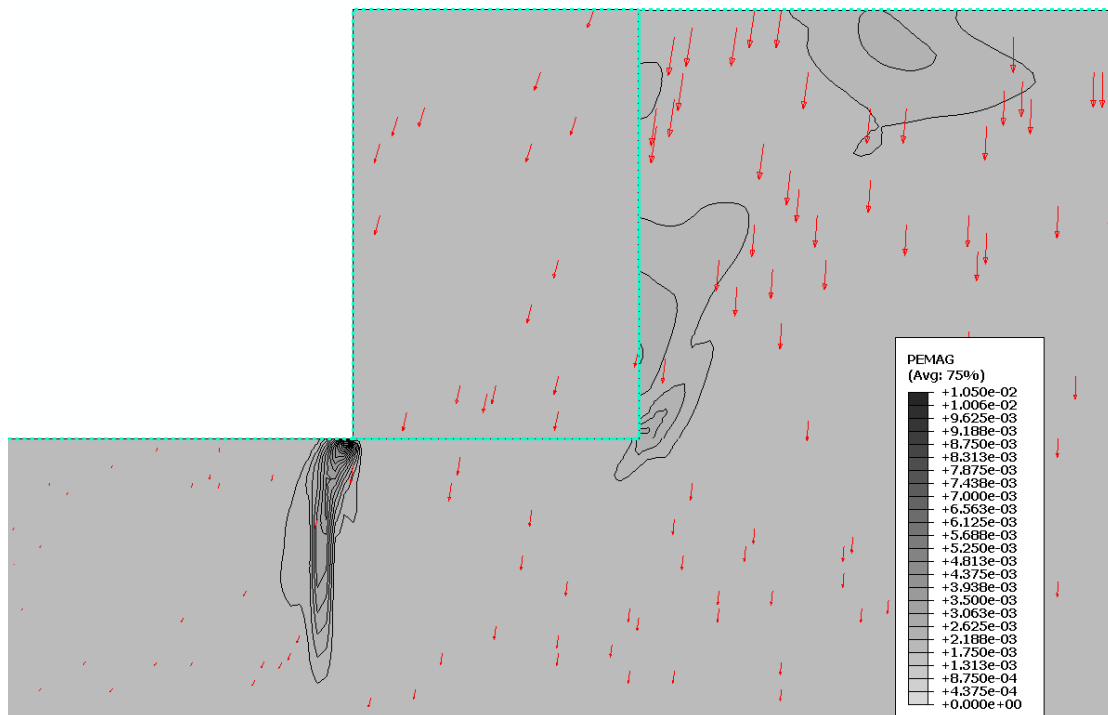
Διάγραμμα 2.50. Επιταχυνσιογράφημα διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00 \text{ g}$, $T = 0.10 \text{ s}$, περιορισμένης χρονικής διάρκειας t



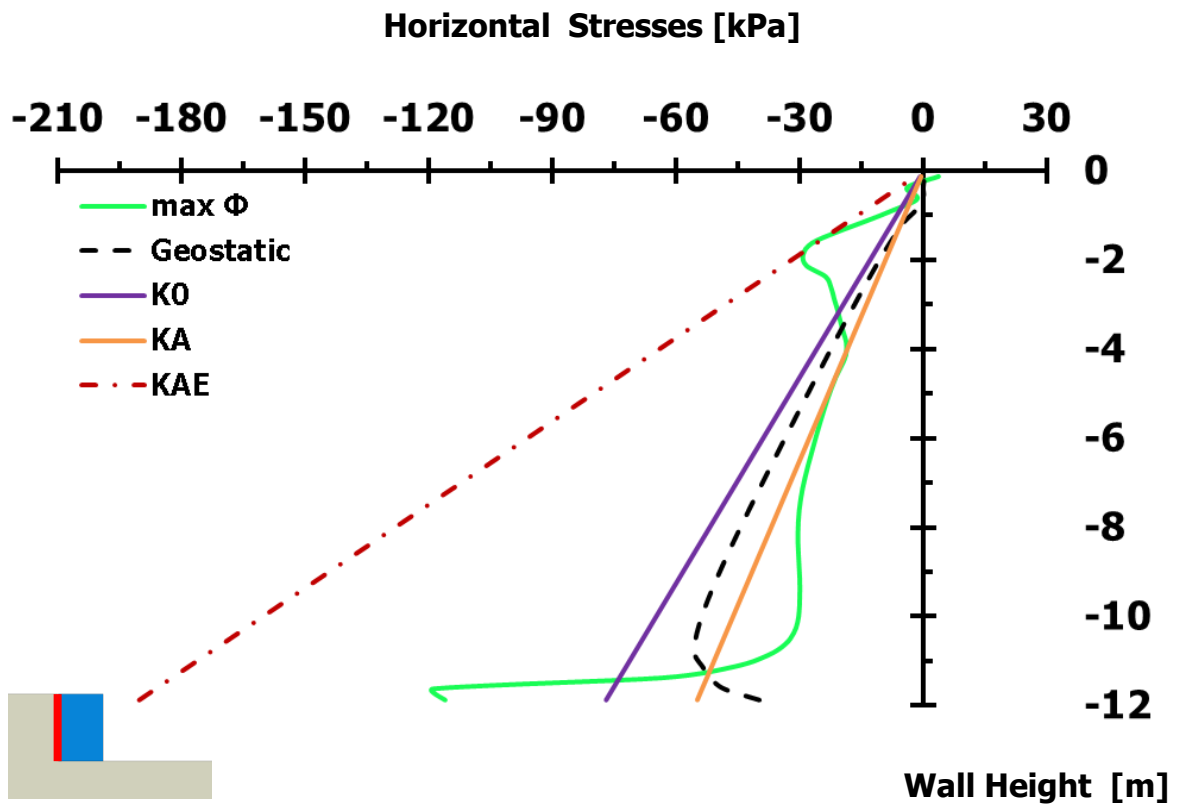
Διάγραμμα 2.51. Ελαστικό φάσμα απόκρισης επιταχυνσιογραφήματος Διαγράμματος 2.4, σε όρους φασματικής επιτάχυνσης – περιόδου, με συντελεστή απόσβεσης **5 %**



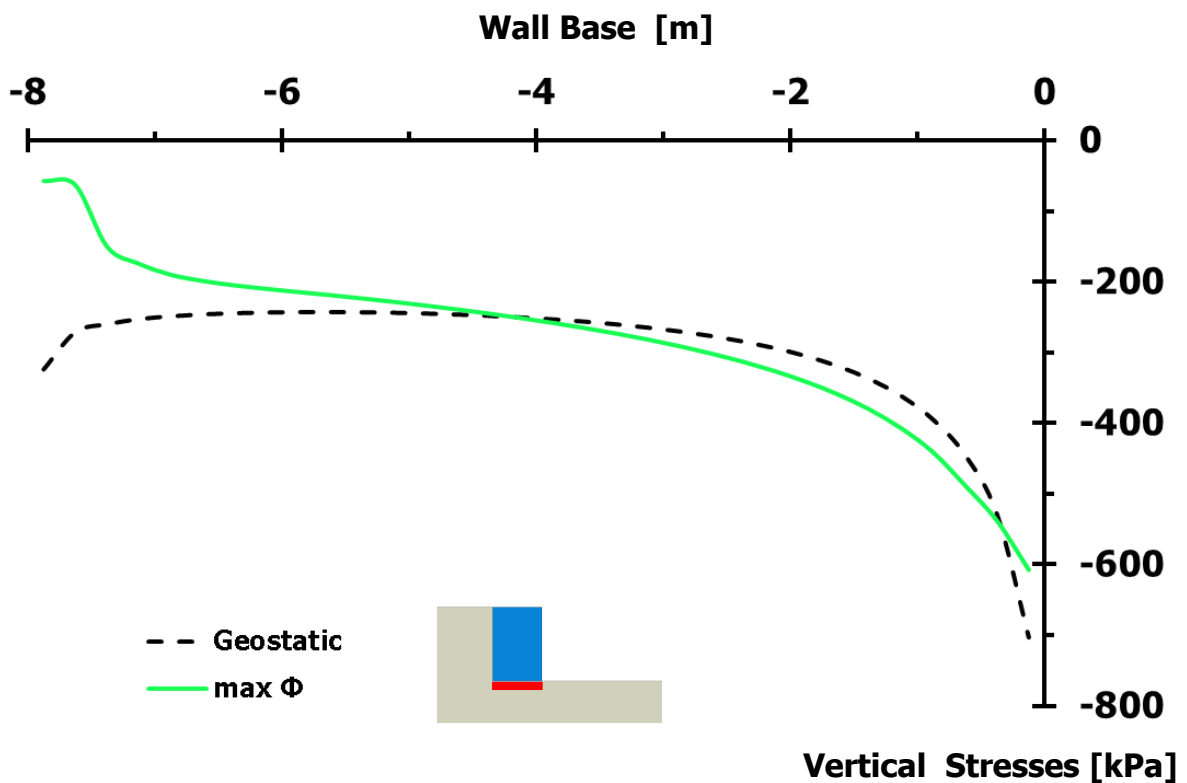
Σχήμα 2.18. Πλαστικές παραμορφώσεις με διανύσματα συνδυασμένης μετακίνησης αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g, περιόδου T = 0.10 s** [Έδαφος θεμελίωσης με E = 300 MPa – Φυσική κλίμακα]



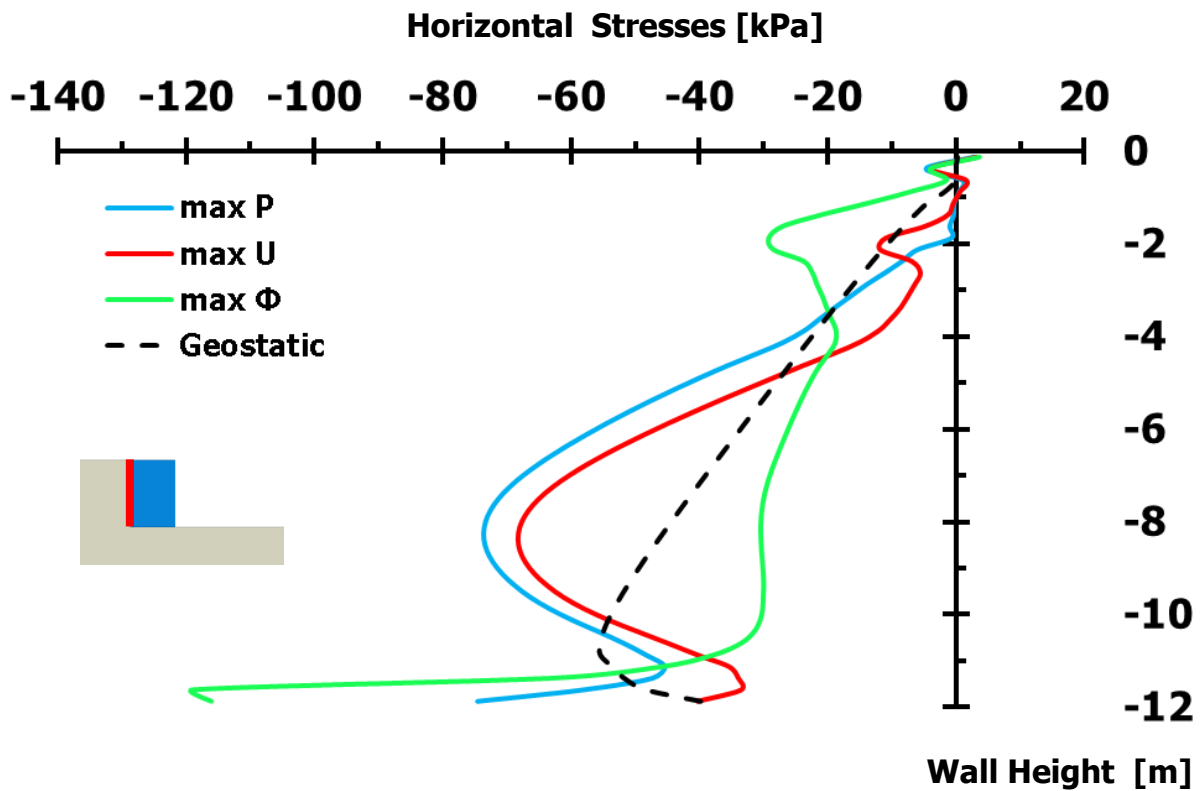
Σχήμα 2.19. Πλαστικές παραμορφώσεις με διανύσματα συνδυασμένης μετακίνησης δεξιού τοίχου βαρύτητας, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g, T = 0.10 s** [Έδαφος θεμελίωσης με E = 300 MPa – Φυσική κλίμακα]



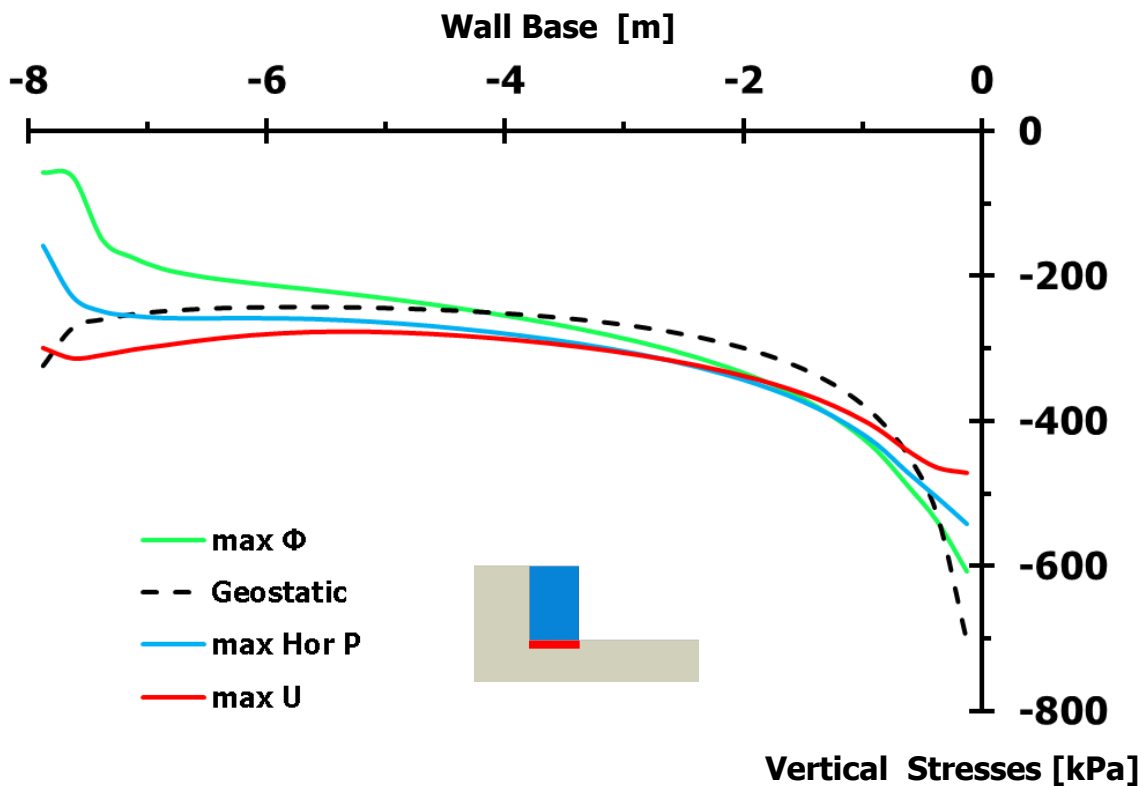
Διάγραμμα 2.52. Εδαφικές ωθήσεις κάθετες στην αντιστηριζόμενη πλευρά του αριστερού τοίχου βαρύτητας, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής του, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g**, **T = 0.10 s** [Έδαφος θεμελίωσης με **E = 300 MPa**]



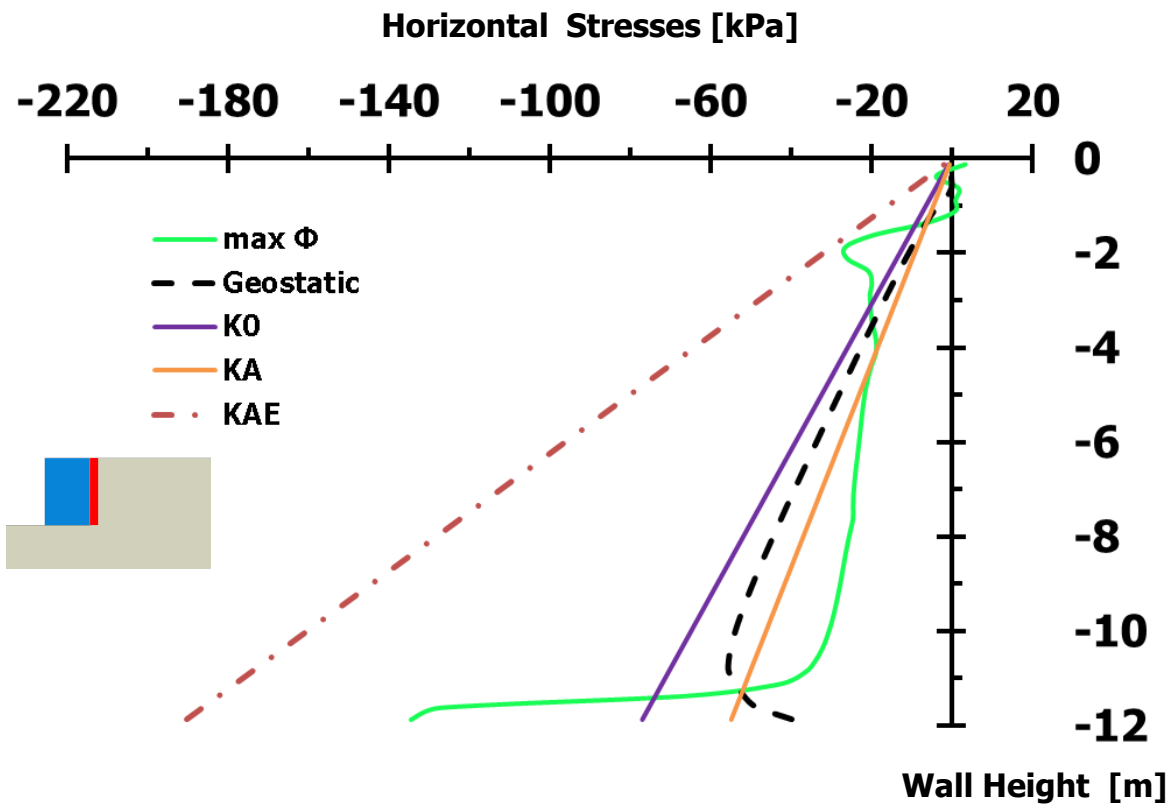
Διάγραμμα 2.53. Εδαφικές ωθήσεις κάθετες στη βάση του αριστερού τοίχου βαρύτητας, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής του, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g**, **T = 0.10 s** [Έδαφος θεμελίωσης με **E = 300 MPa**]



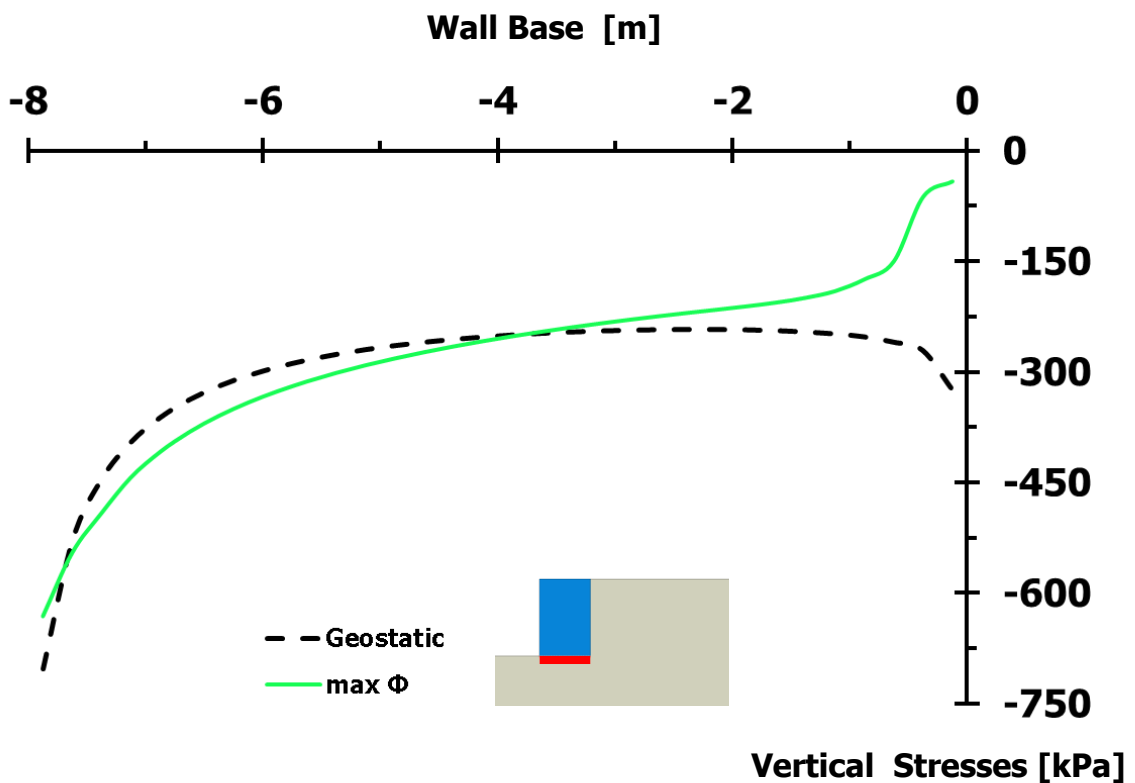
Διάγραμμα 2.54. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων, διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά του αριστερού τοίχου, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00\text{ g}$, $T = 0.10\text{ s}$ [Έδαφος θεμελίωσης με $E = 300\text{ MPa}$]



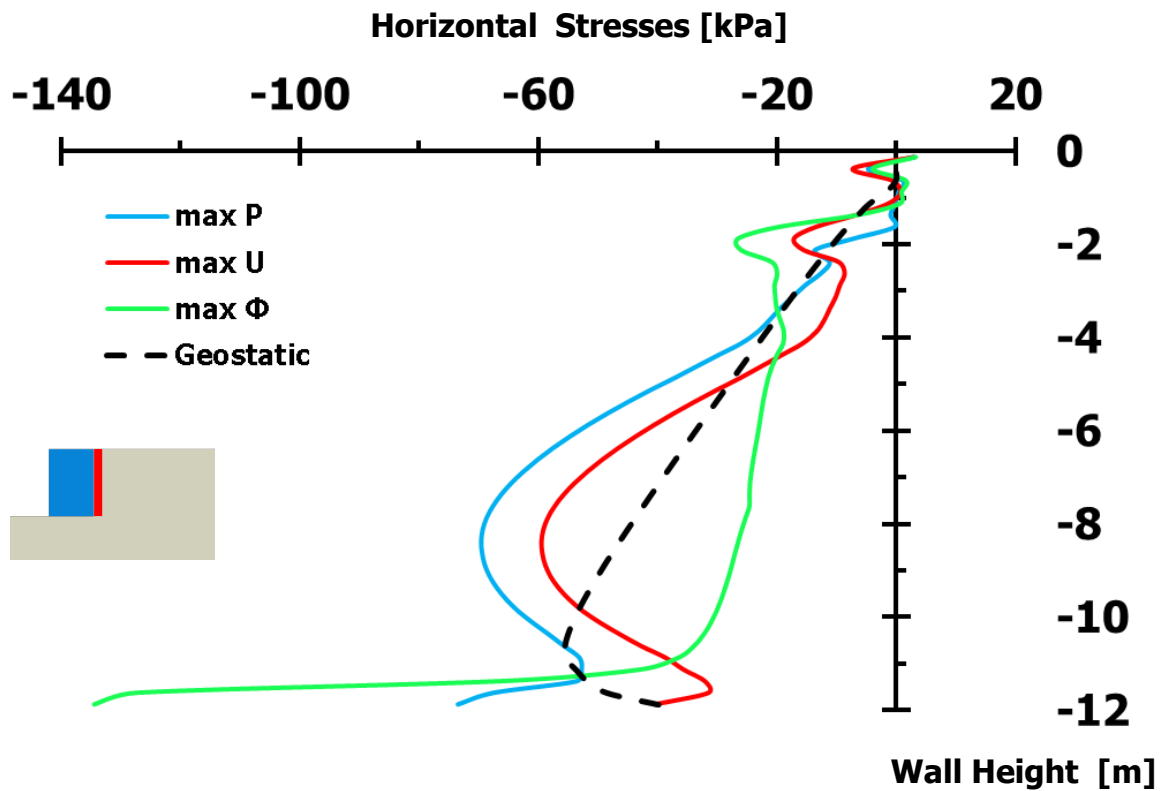
Διάγραμμα 2.55. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων, διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στη βάση του αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00\text{ g}$, $T = 0.10\text{ s}$ [Έδαφος θεμελίωσης με $E = 300\text{ MPa}$]



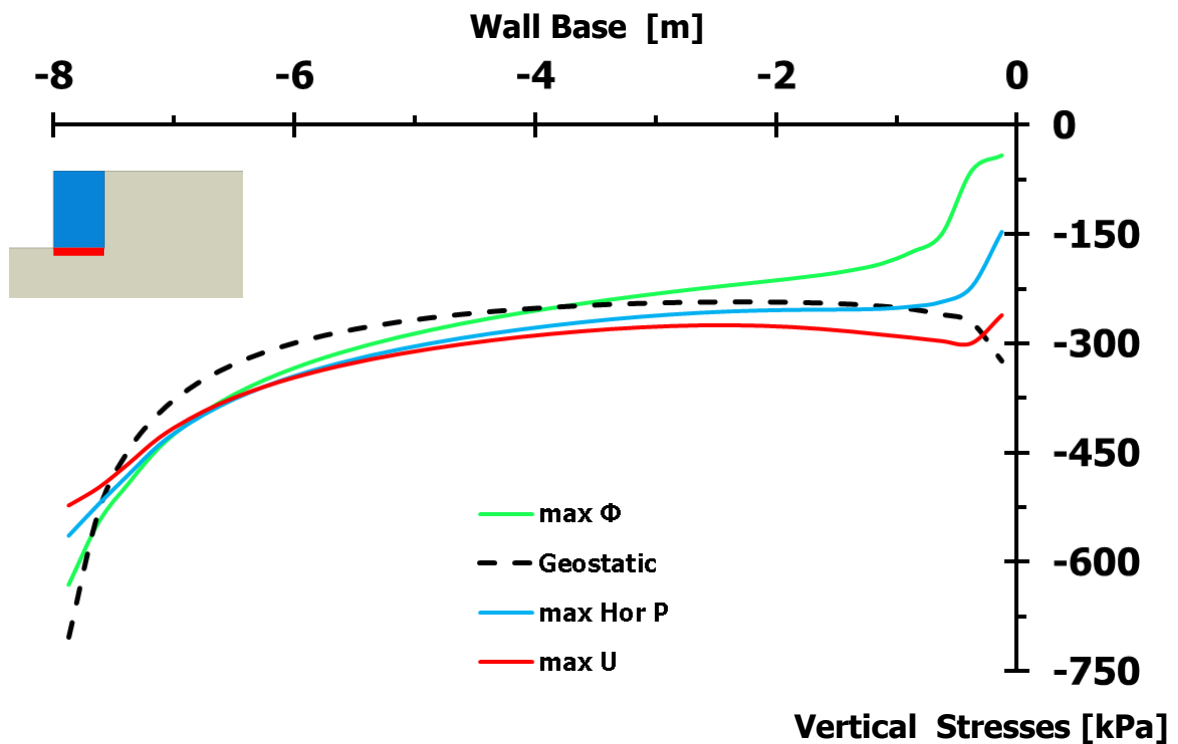
Διάγραμμα 2.56. Εδαφικές ωθήσεις κάθετες στην αντιστηριζόμενη πλευρά του δεξιού τοίχου βαρύτητας, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής του, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00\text{ g}$, $T = 0.10\text{ s}$ [Έδαφος θεμελίωσης με $E = 300\text{ MPa}$]



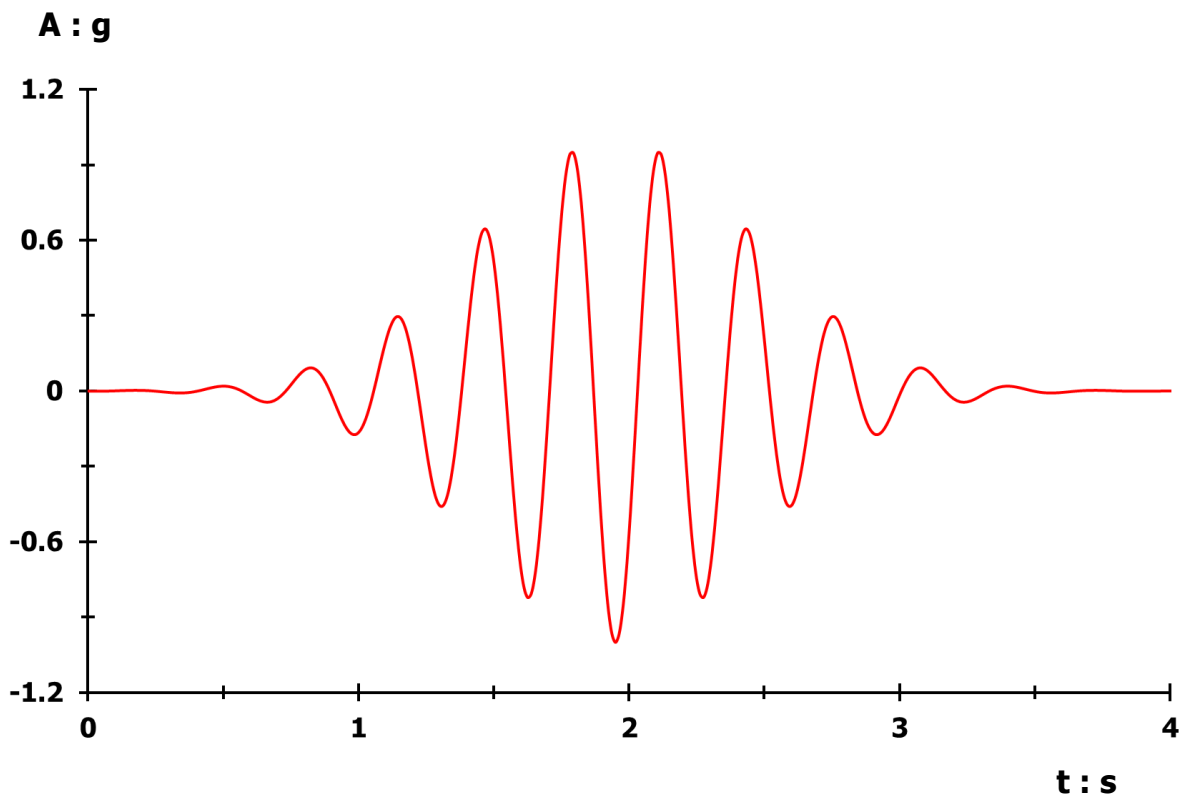
Διάγραμμα 2.57. Εδαφικές ωθήσεις κάθετες στη βάση του δεξιού τοίχου βαρύτητας, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής του, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00\text{ g}$, $T = 0.10\text{ s}$ [Έδαφος θεμελίωσης με $E = 300\text{ MPa}$]



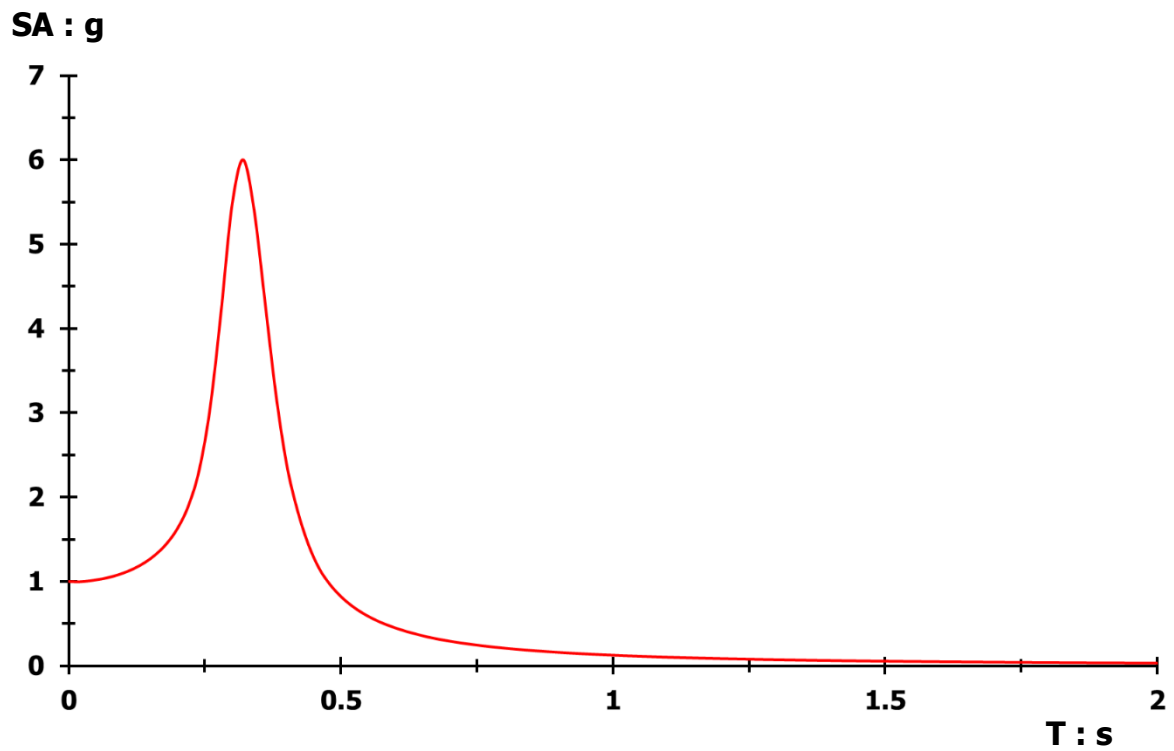
Διάγραμμα 2.58. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων, διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά του δεξιού τοίχου, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00\text{ g}$, $T = 0.10\text{ s}$ [Έδαφος θεμελίωσης με $E = 300\text{ MPa}$]



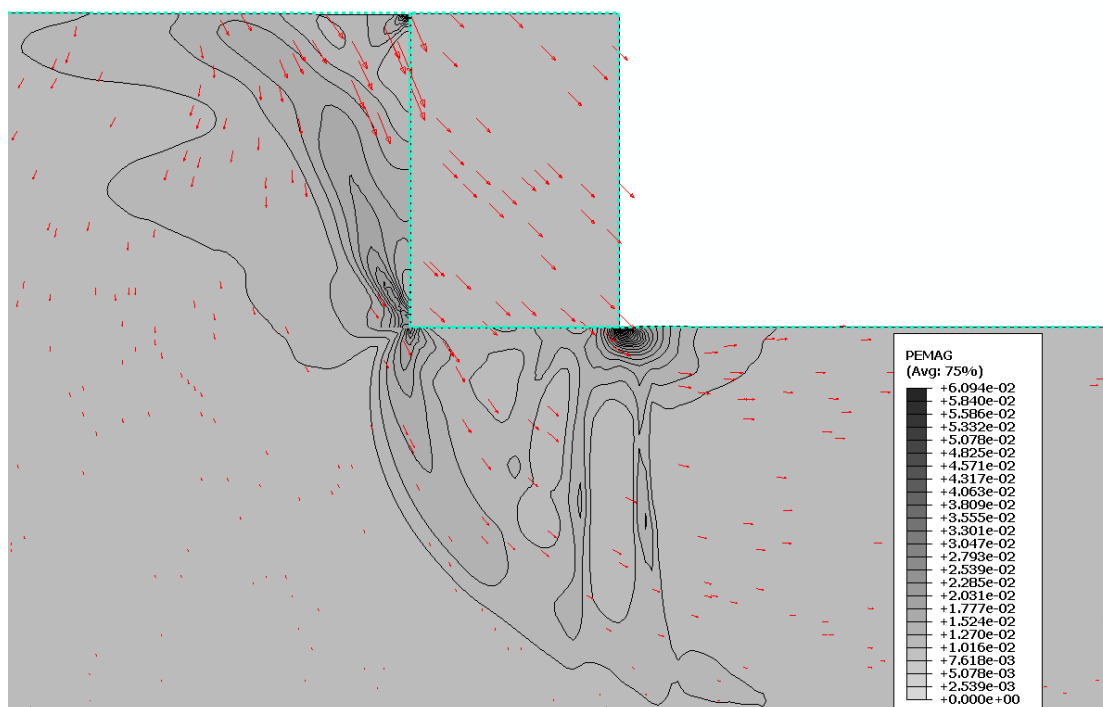
Διάγραμμα 2.59. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων, διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στη βάση του δεξιού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00\text{ g}$, $T = 0.10\text{ s}$ [Έδαφος θεμελίωσης με $E = 300\text{ MPa}$]



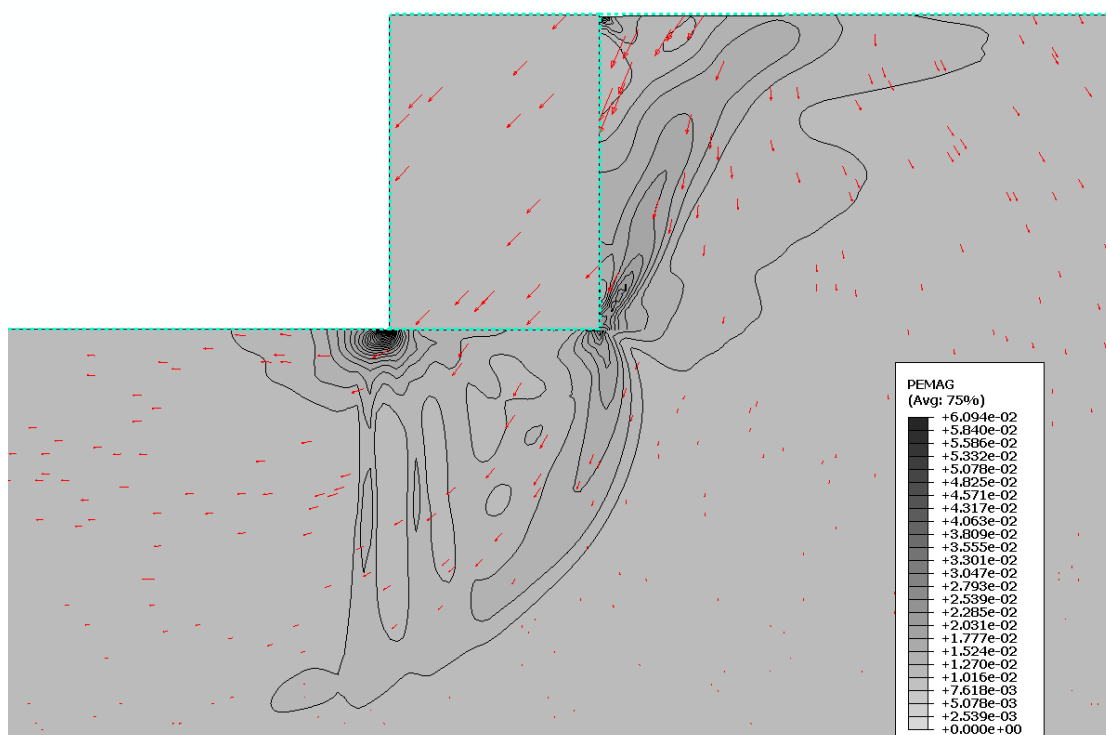
Διάγραμμα 2.60. Επιταχυνσιογράφημα διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00\text{ g}$, $T = 0.33\text{ s}$, περιορισμένης χρονικής διάρκειας t



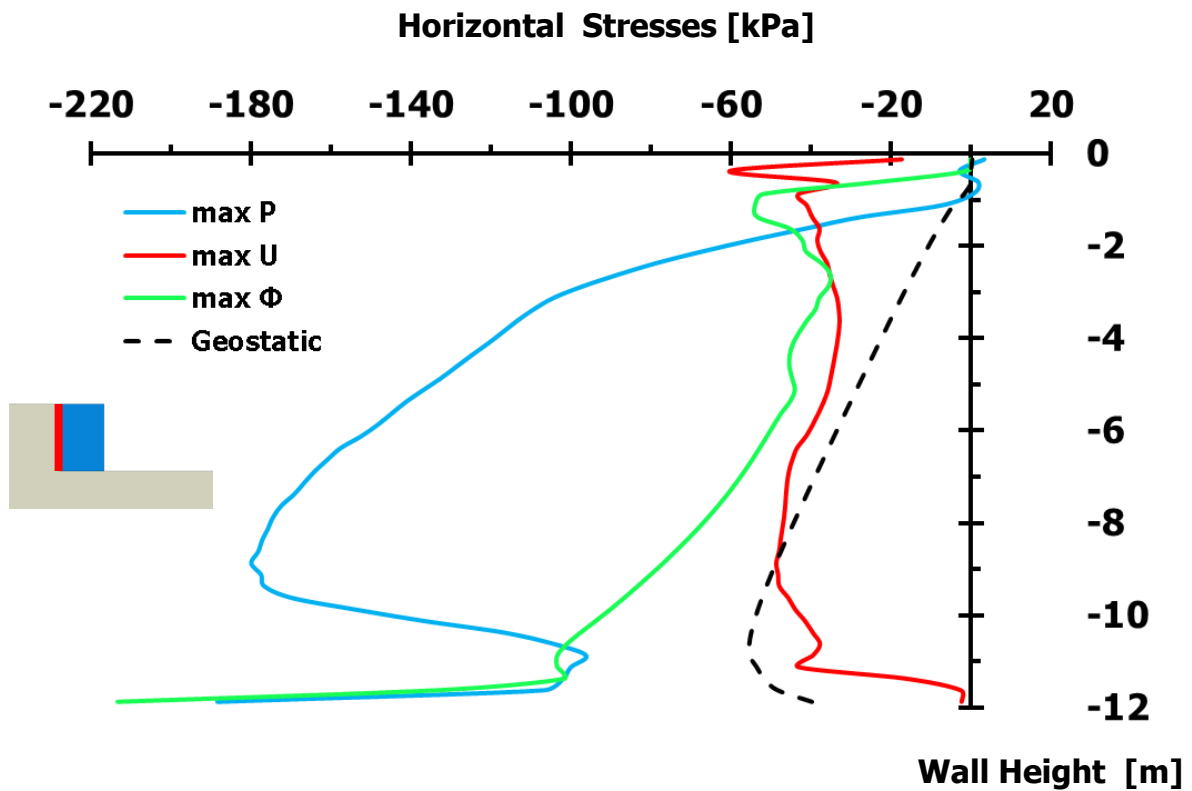
Διάγραμμα 2.61. Ελαστικό φάσμα απόκρισης επιταχυνσιογραφήματος Διαγράμματος 2.4, σε όρους φασματικής επιτάχυνσης – περιόδου, με συντελεστή απόσβεσης **5 %**



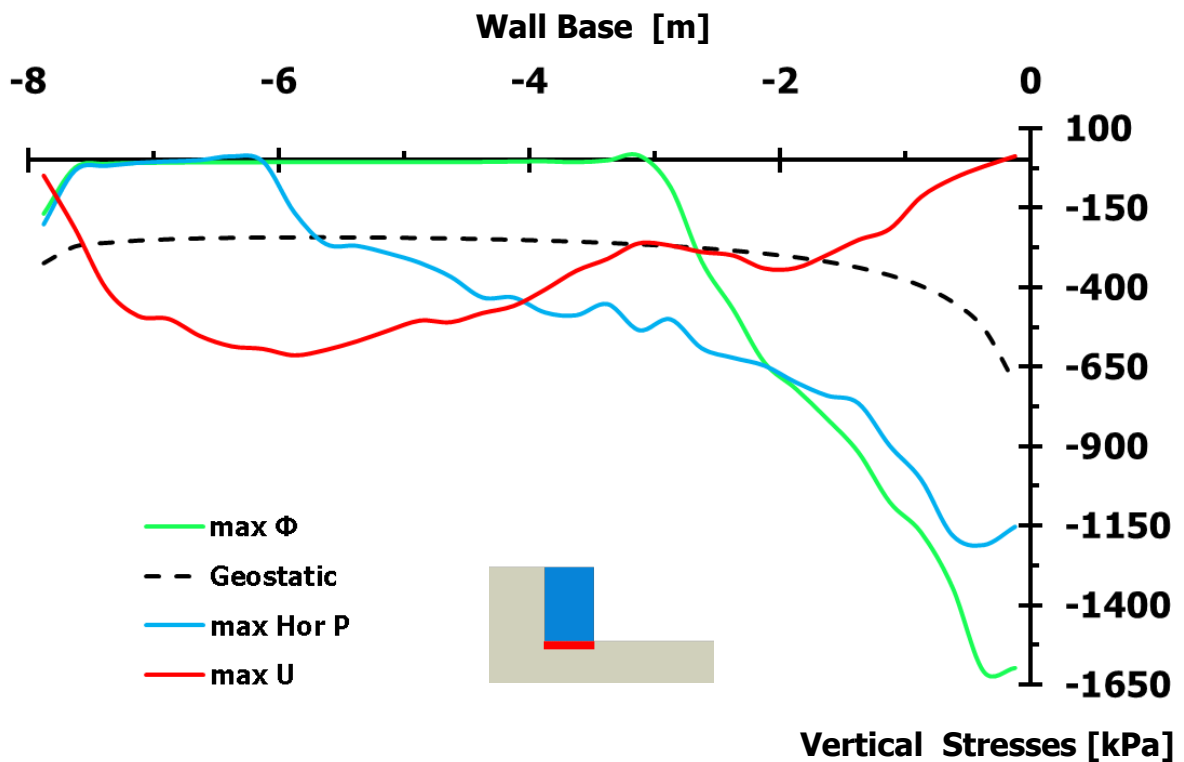
Σχήμα 2.20. Πλαστικές παραμορφώσεις με διανύσματα συνδυασμένης μετακίνησης αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g, περιόδου T = 0.33 s** [Έδαφος θεμελίωσης με E = 300 MPa – Φυσική κλίμακα]



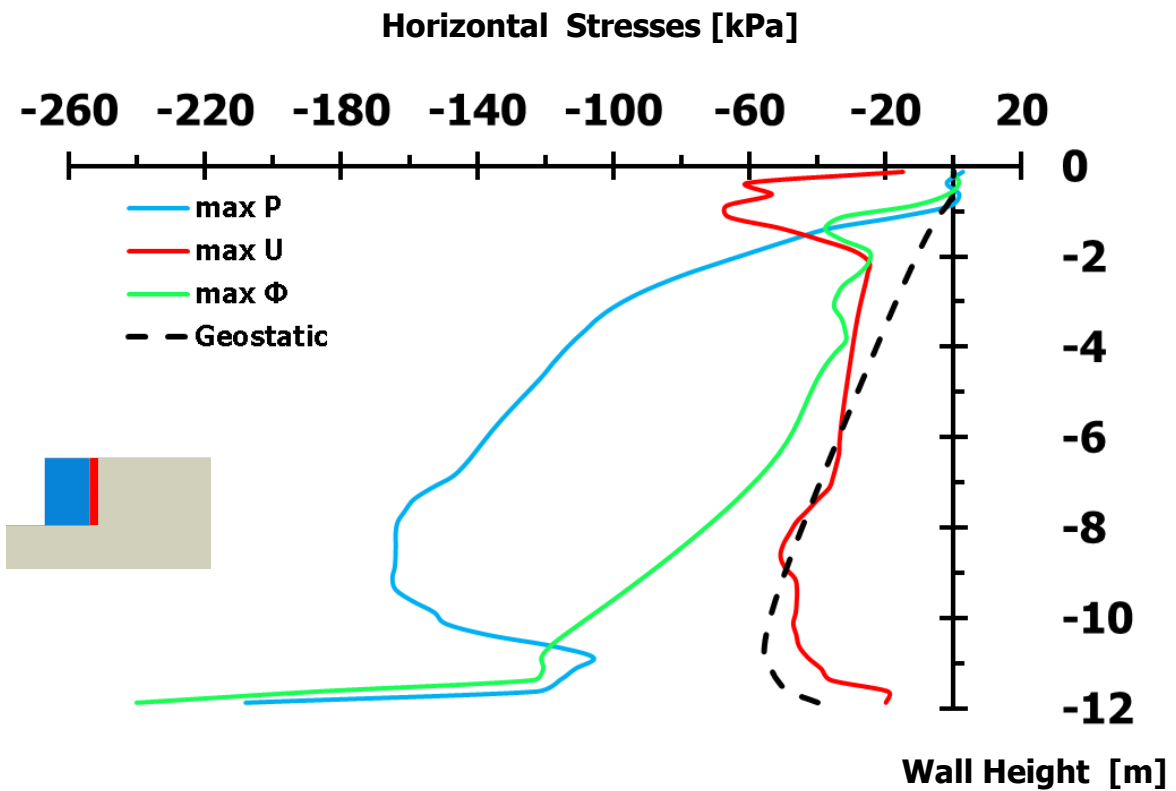
Σχήμα 2.21. Πλαστικές παραμορφώσεις με διανύσματα συνδυασμένης μετακίνησης δεξιού τοίχου βαρύτητας, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g, T = 0.33 s** [Έδαφος θεμελίωσης με E = 300 MPa – Φυσική κλίμακα]



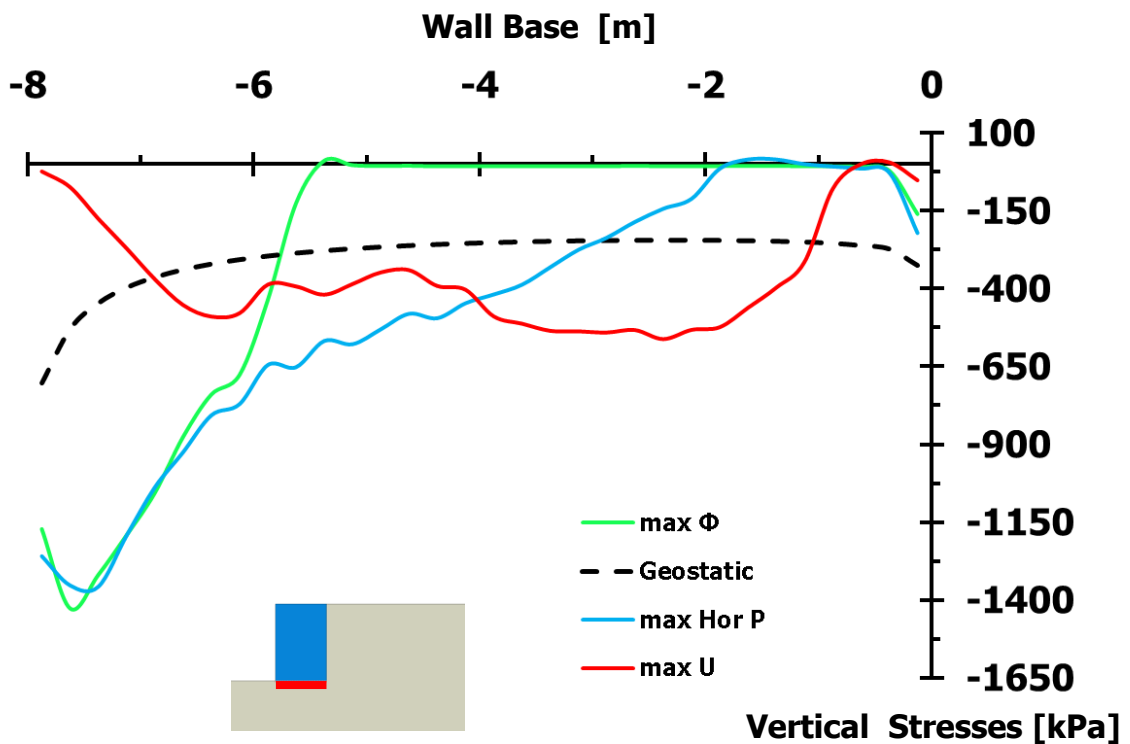
Διάγραμμα 2.62. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων, διάφορων χρονικών στιγμών, καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά του αριστερού τοίχου, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g, T = 0.33 s** [Έδαφος θεμελίωσης με $E = 300 \text{ MPa}$]



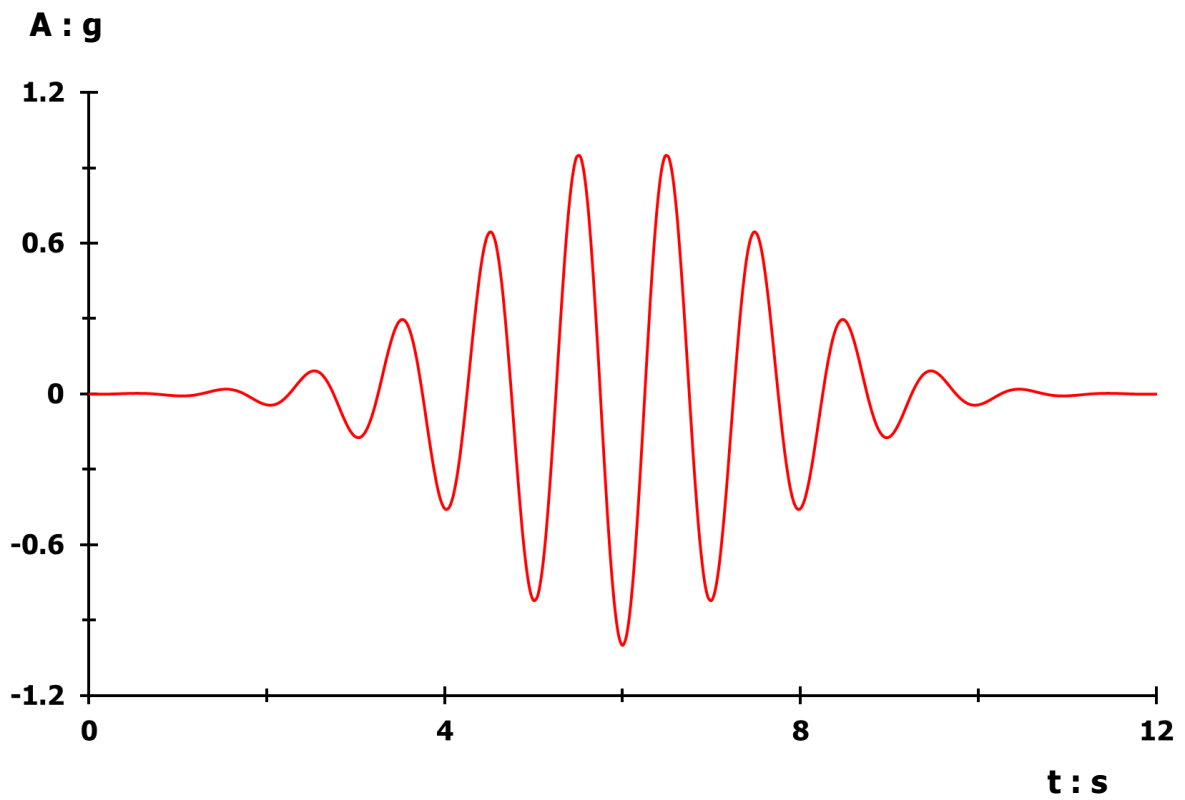
Διάγραμμα 2.63. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων, διάφορων χρονικών στιγμών, καθέτων στη βάση του αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g, T = 0.33 s** [Έδαφος θεμελίωσης με $E = 300 \text{ MPa}$]



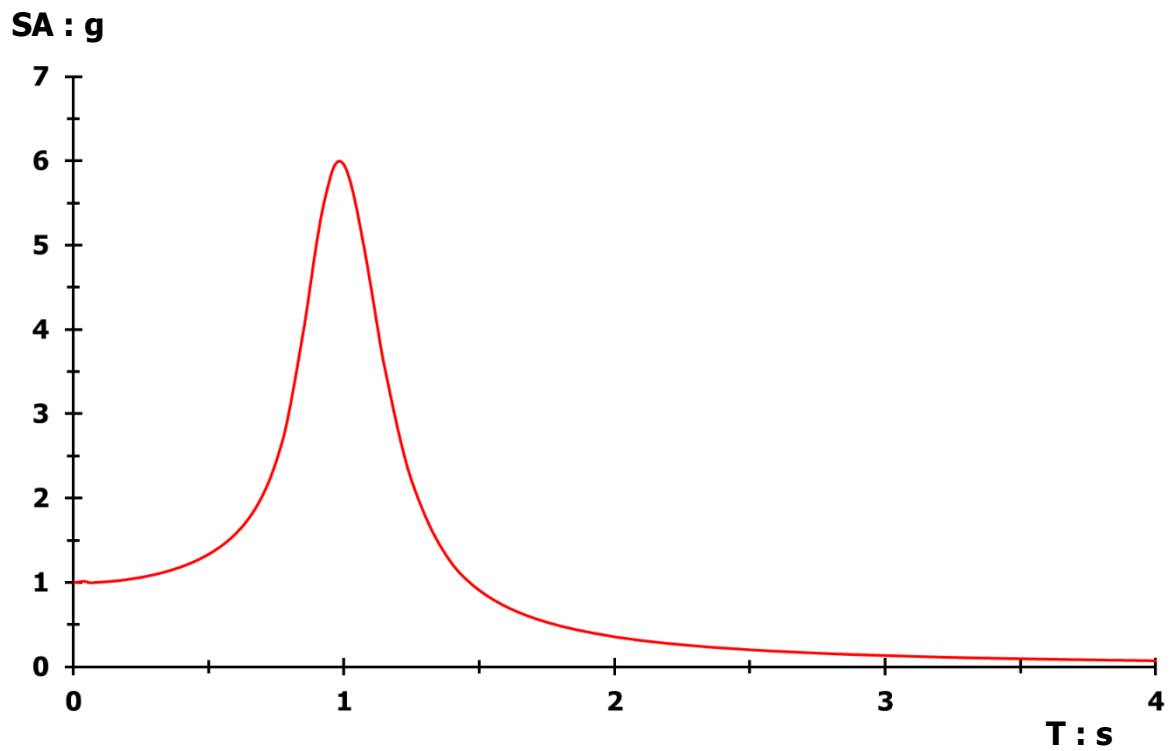
Διάγραμμα 2.64. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων, διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά του δεξιού τοίχου, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g, T = 0.33 s** [Έδαφος θεμελίωσης με $E = 300 \text{ MPa}$]



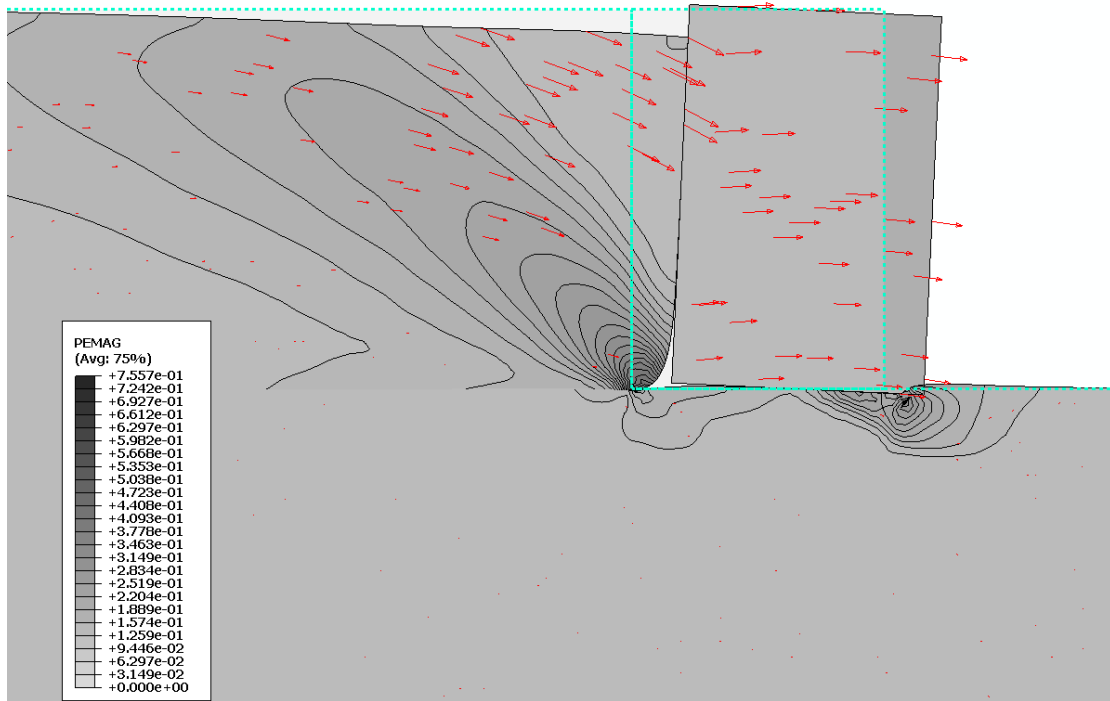
Διάγραμμα 2.65. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων, διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στη βάση του δεξιού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g, T = 0.33 s** [Έδαφος θεμελίωσης με $E = 300 \text{ MPa}$]



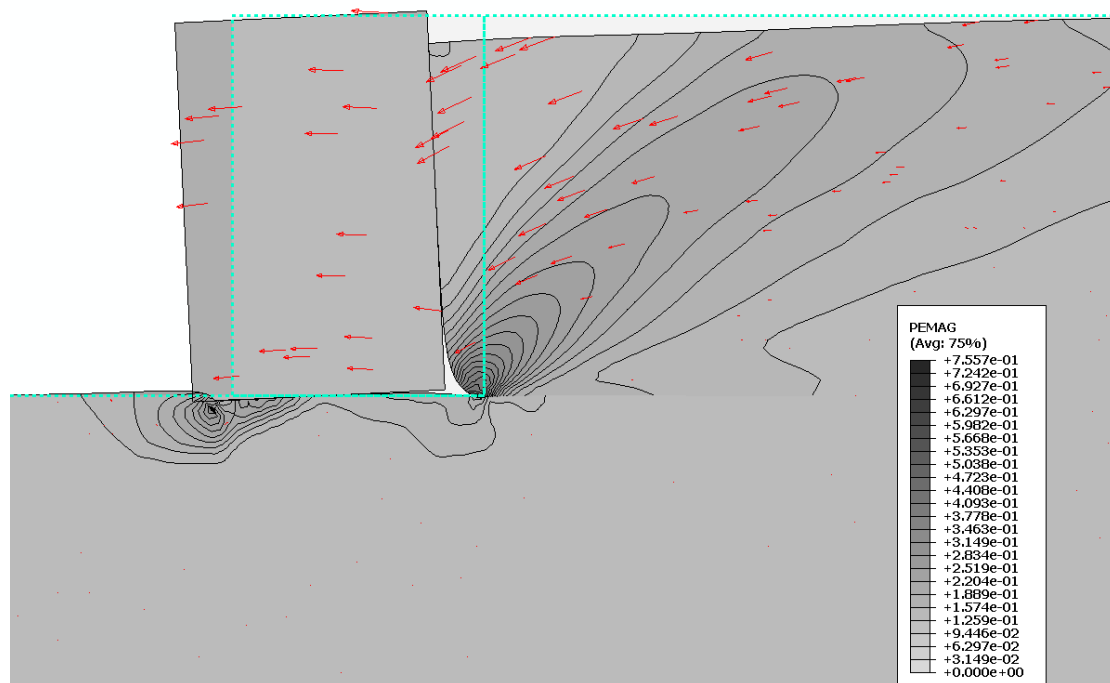
Διάγραμμα 2.66. Επιταχυνσιογράφημα διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00 \text{ g}$, $T = 1.00 \text{ s}$, περιορισμένης χρονικής διάρκειας t



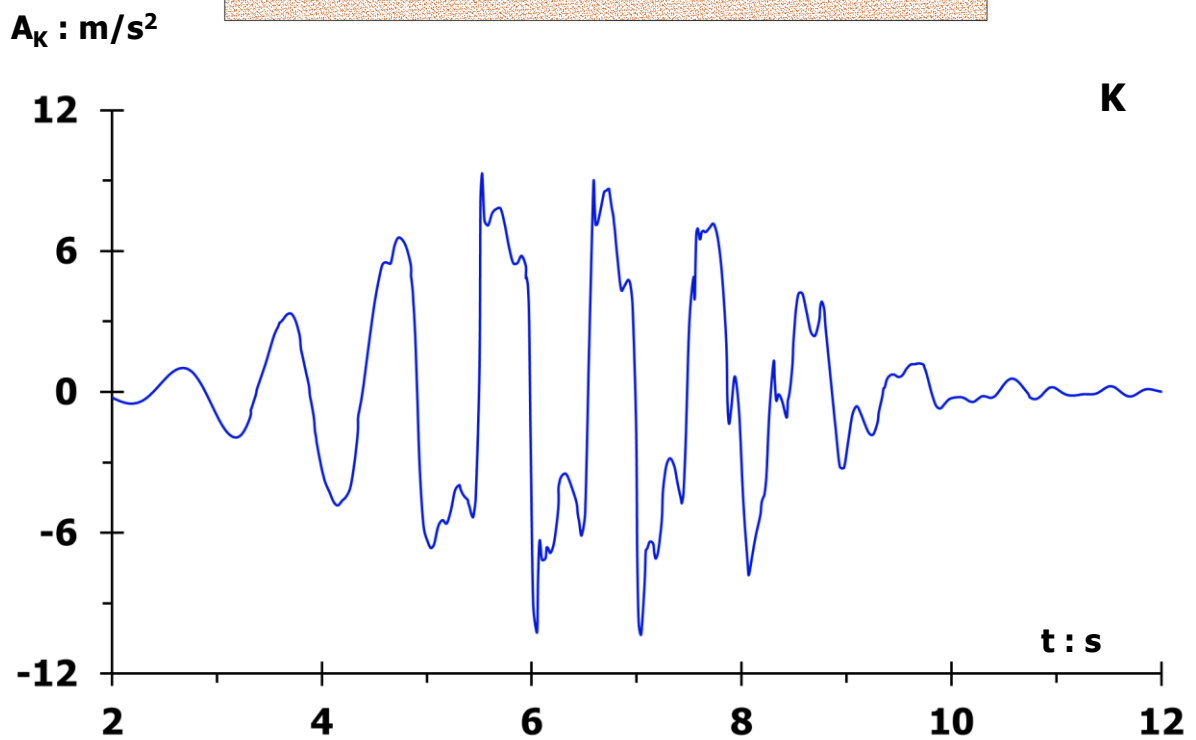
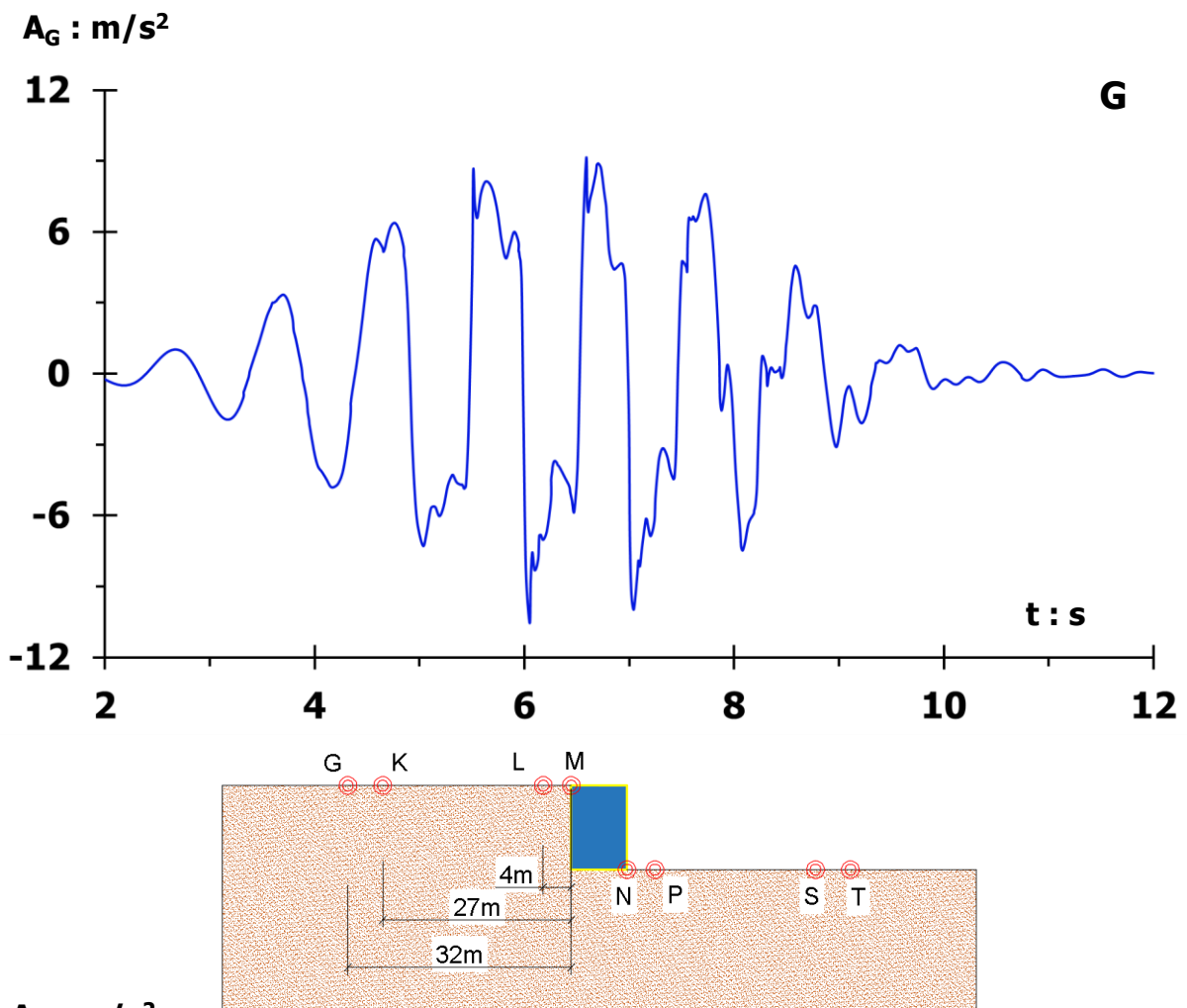
Διάγραμμα 2.67. Ελαστικό φάσμα απόκρισης επιταχυνσιογραφήματος Διαγράμματος 2.4, σε όρους φασματικής επιτάχυνσης – περιόδου, με συντελεστή απόσβεσης **5 %**



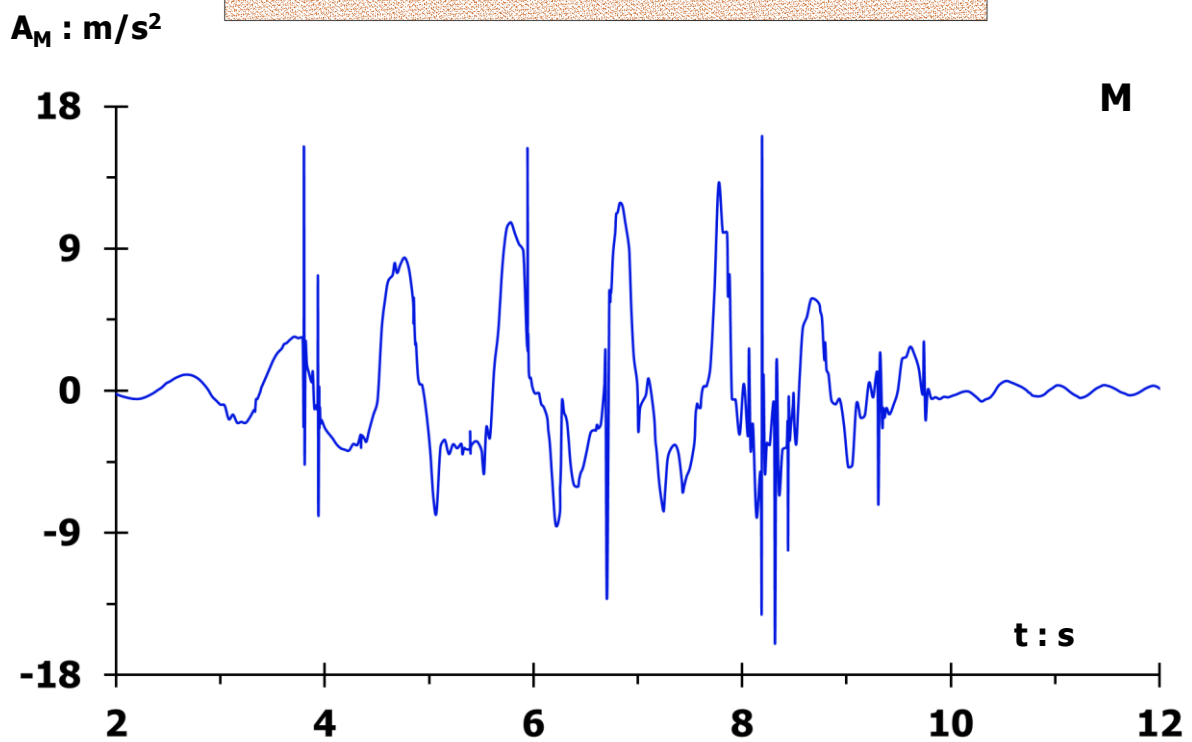
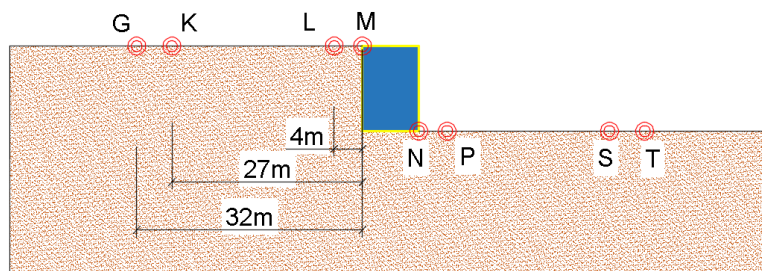
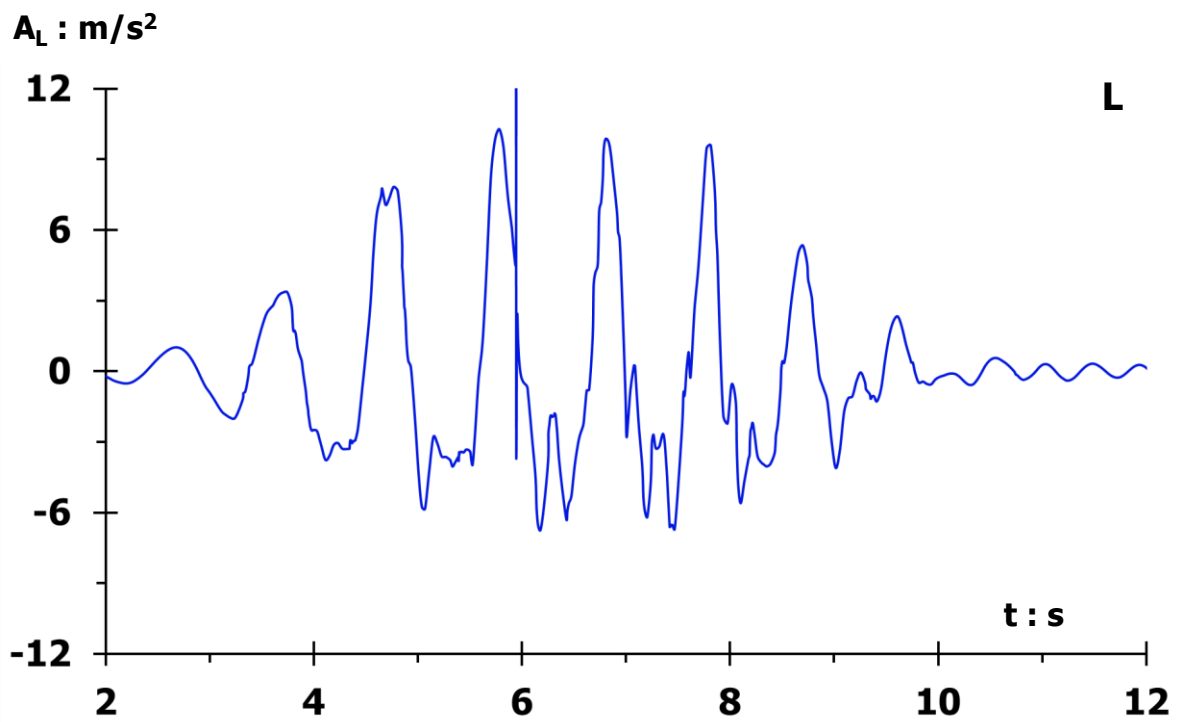
Σχήμα 2.22. Πλαστικές παραμορφώσεις με διανύσματα συνδυασμένης μετακίνησης αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g, περιόδου T = 1.00 s** [Έδαφος θεμελίωσης με E = 300 MPa – Φυσική κλίμακα]



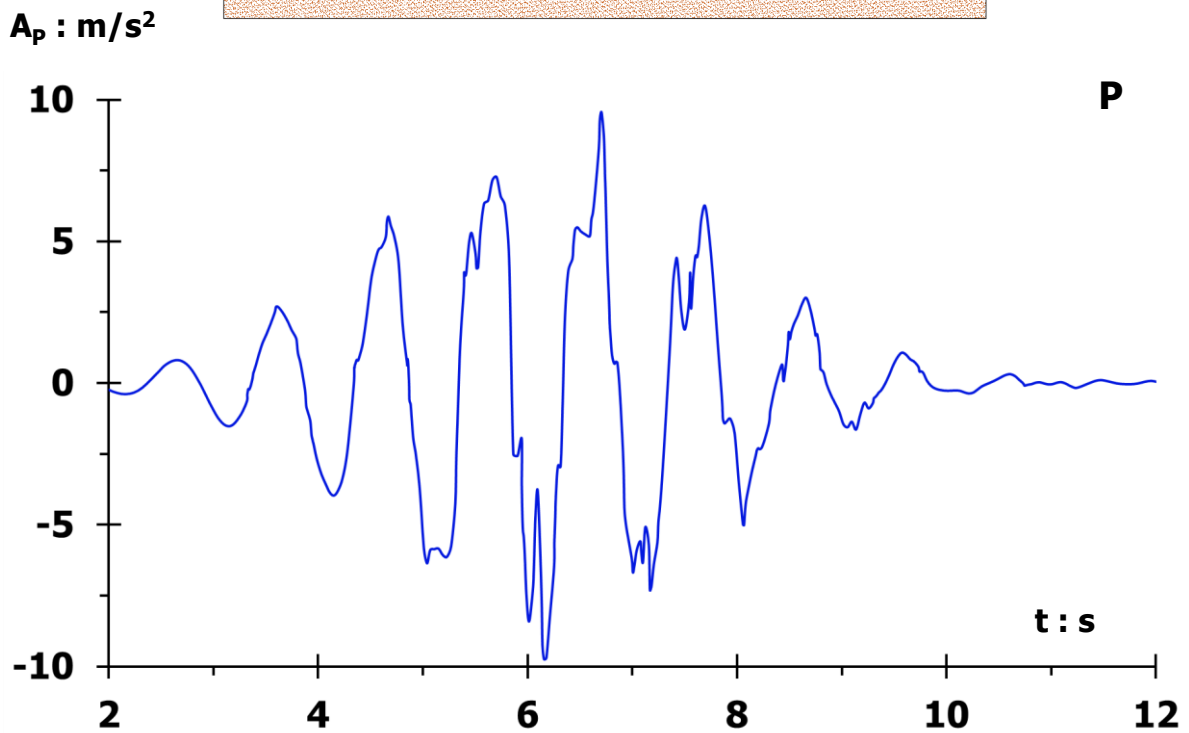
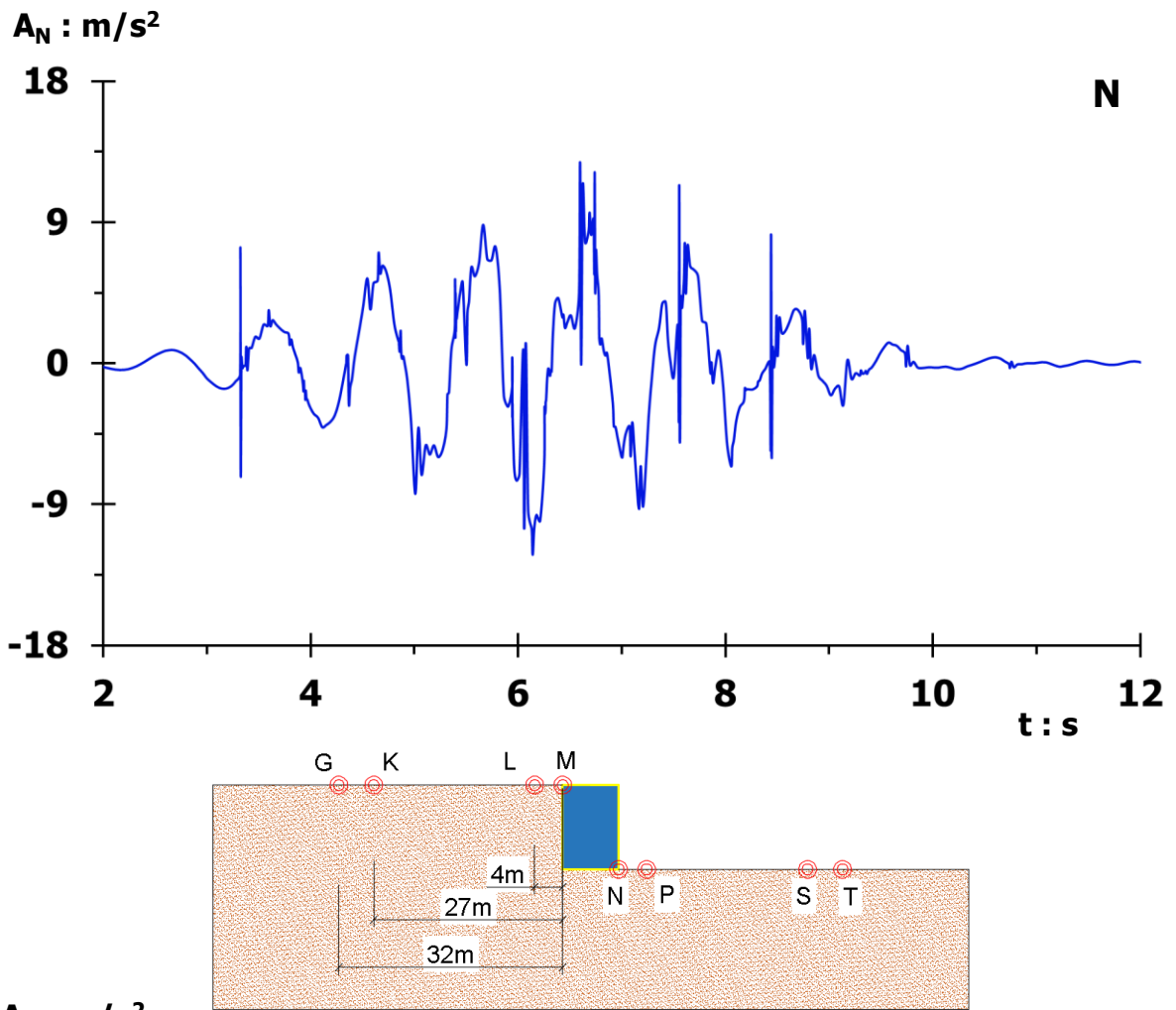
Σχήμα 2.23. Πλαστικές παραμορφώσεις με διανύσματα συνδυασμένης μετακίνησης δεξιού τοίχου βαρύτητας, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g, T = 1.00 s** [Έδαφος θεμελίωσης με E = 300 MPa – Φυσική κλίμακα]



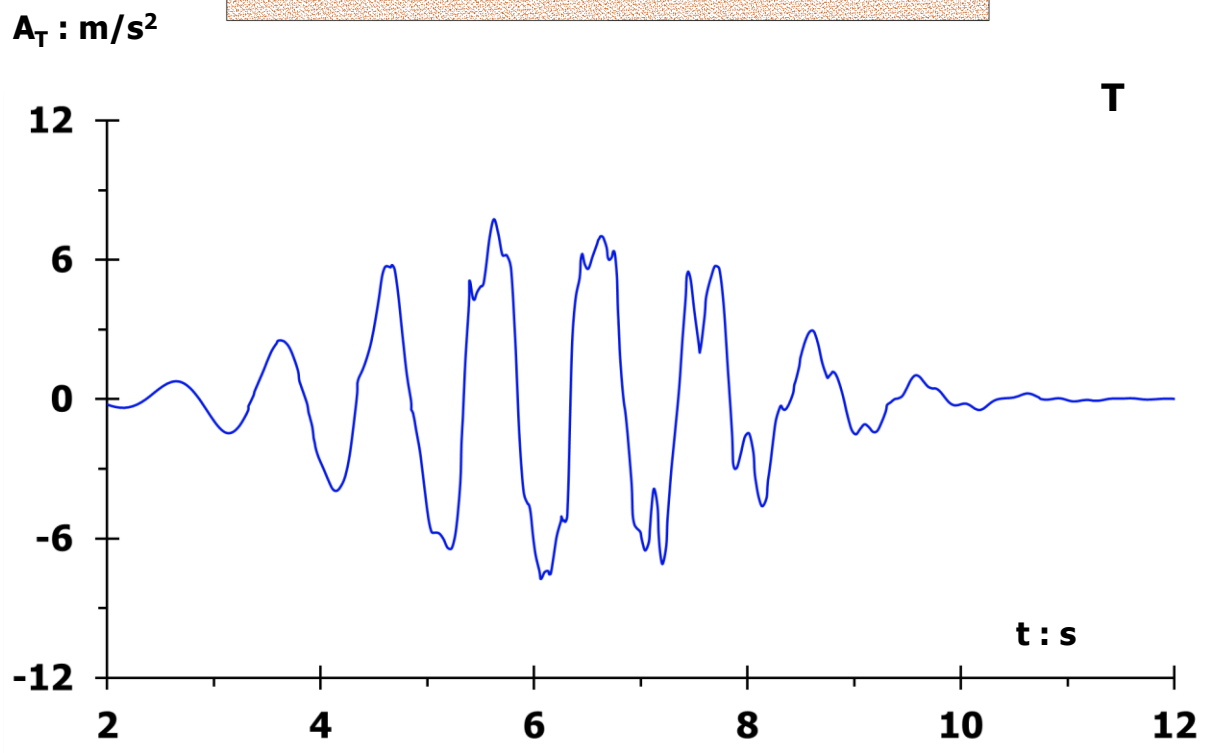
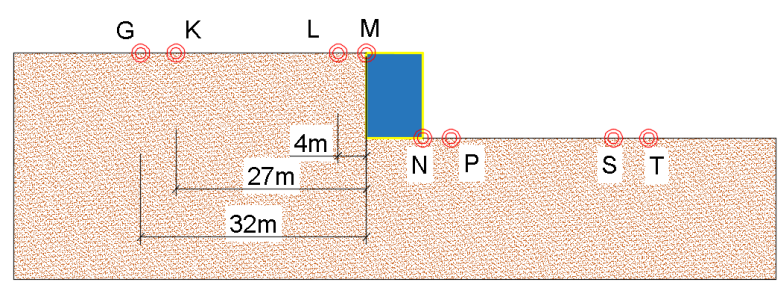
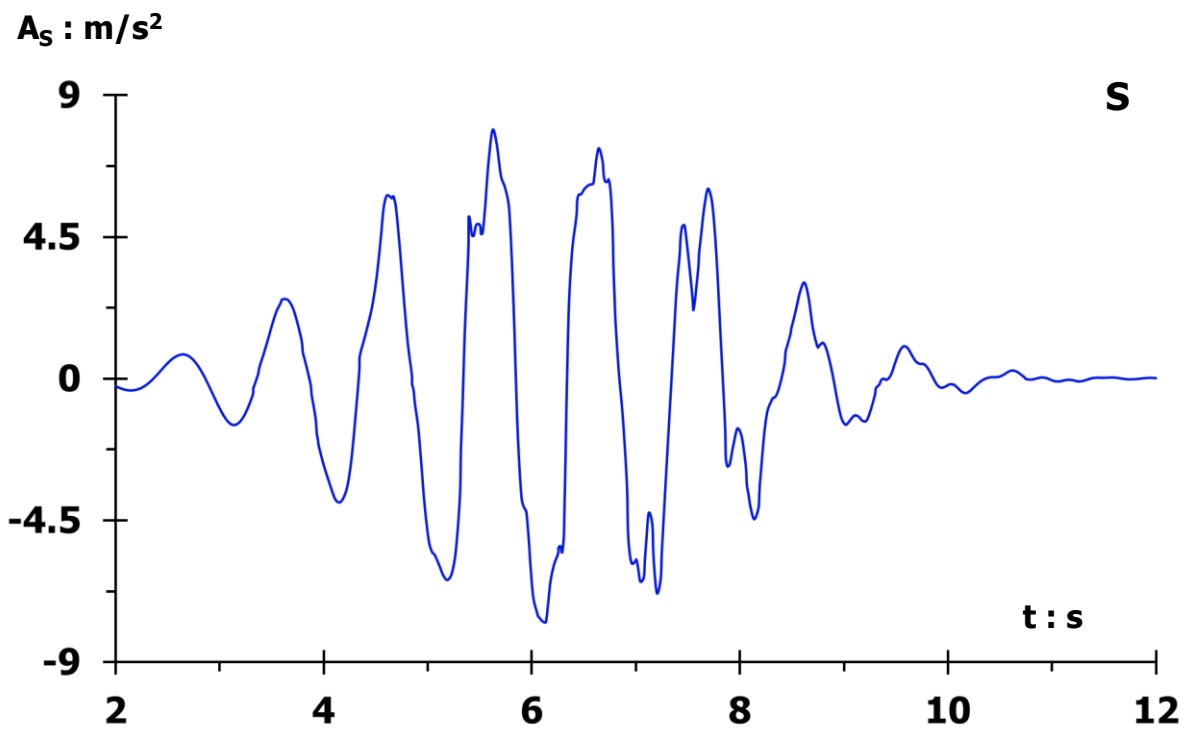
Διάγραμμα 2.68. Επιταχύνσεις στην ελεύθερη εδαφική επιφάνεια στο σημείο **G (άνω)** και **K (κάτω)**, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00 g$, περιόδου $T = 1.00 s$ [Έδαφος θεμελίωσης τοίχου με $E = 300 MPa$]



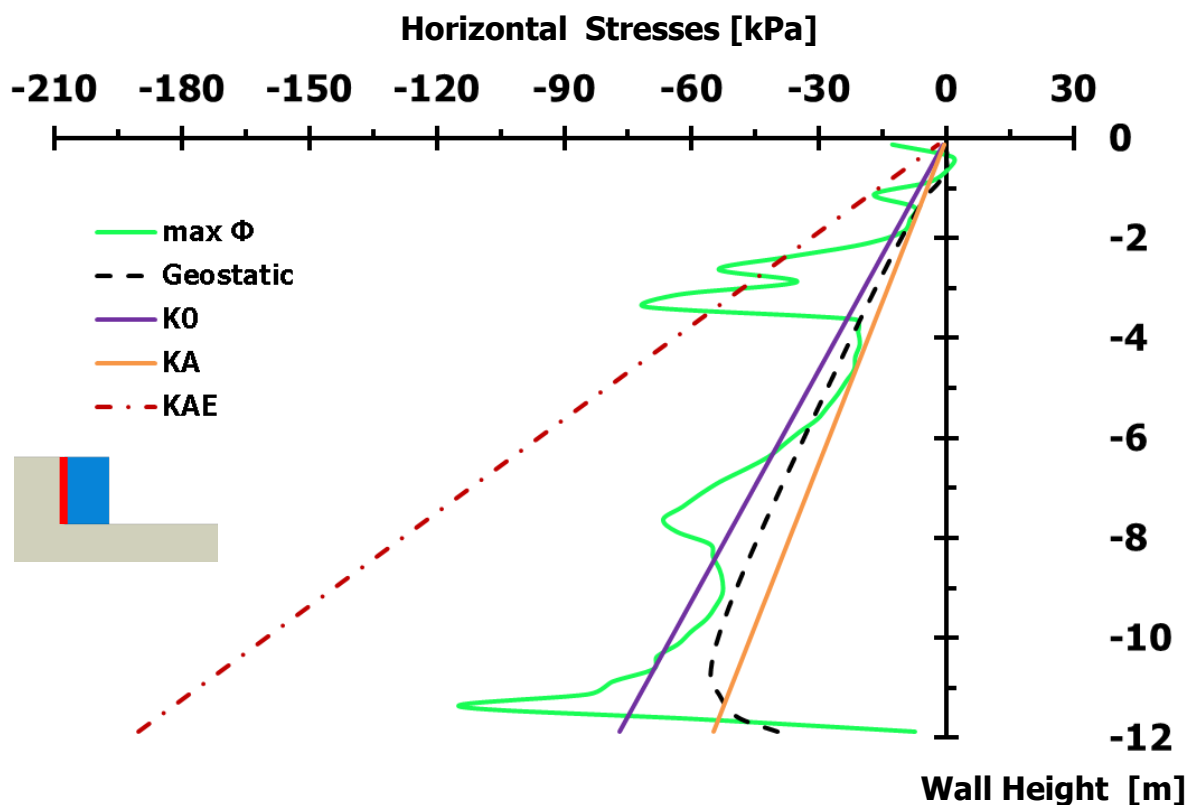
Διάγραμμα 2.69. Επιταχύνσεις στην ελεύθερη εδαφική επιφάνεια στο σημείο **L (άνω)** και **M (κάτω)**, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00 g$, $T = 1.00 s$ [Έδαφος θεμελίωσης τοίχου με $E = 300 MPa$]



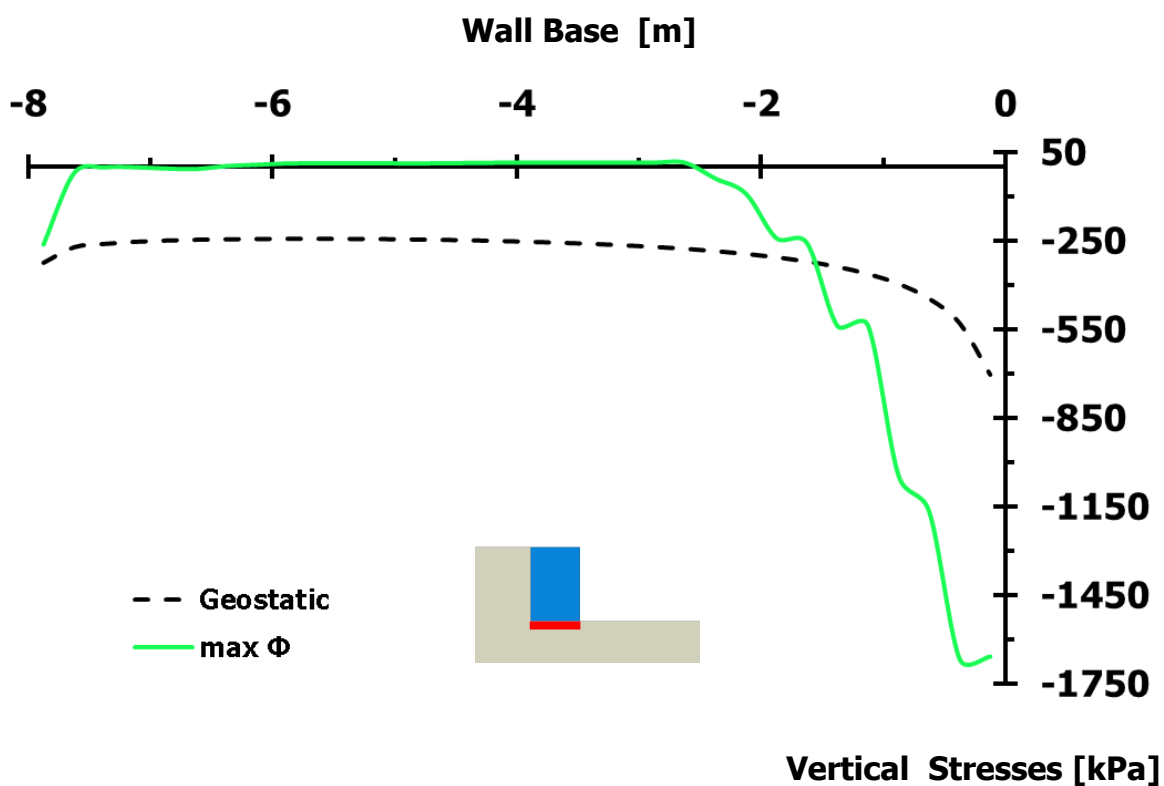
Διάγραμμα 2.70. Επιταχύνσεις στην ελεύθερη εδαφική επιφάνεια στο σημείο **N (άνω)** και **P (κάτω)**, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g, T = 1.00 s** [Έδαφος θεμελίωσης τοίχου με $E = 300 \text{ MPa}$]



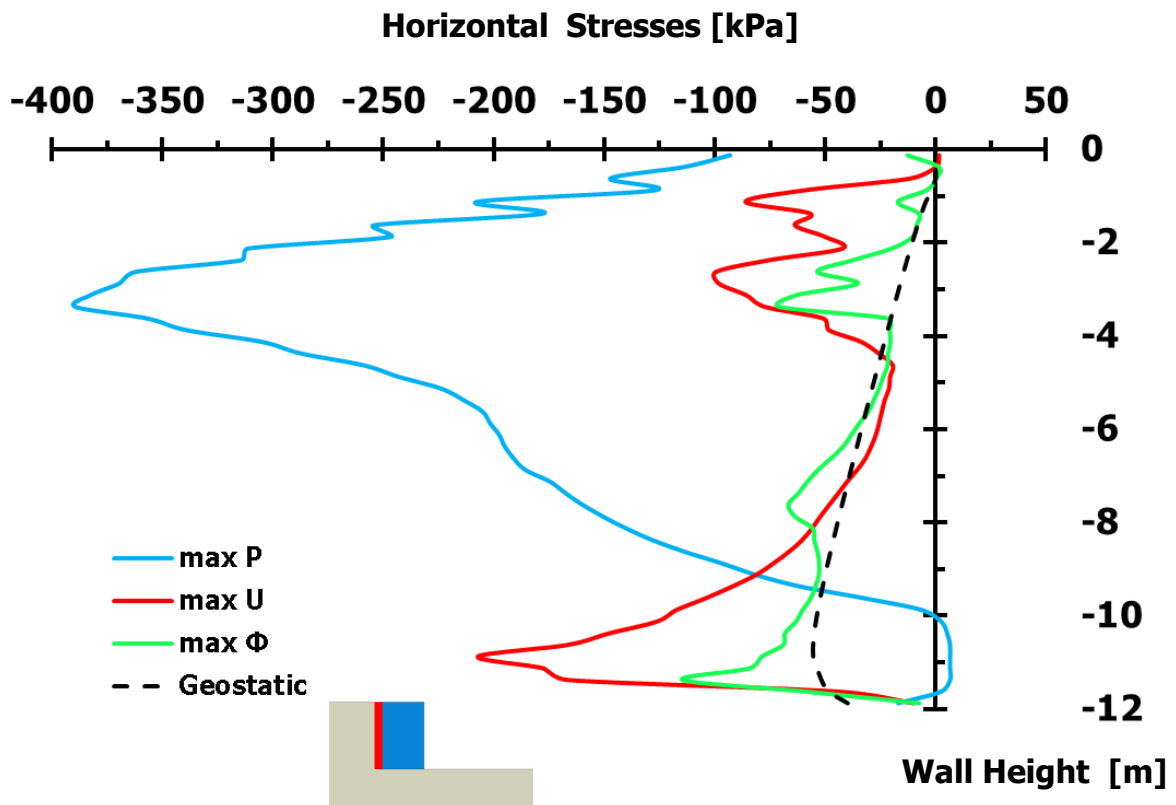
Διάγραμμα 2.71. Επιταχύνσεις στην ελεύθερη εδαφική επιφάνεια στο σημείο **S (άνω)** και **T (κάτω)**, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g, T = 1.00 s** [Έδαφος θεμελίωσης τοίχου με $E = 300 \text{ MPa}$]



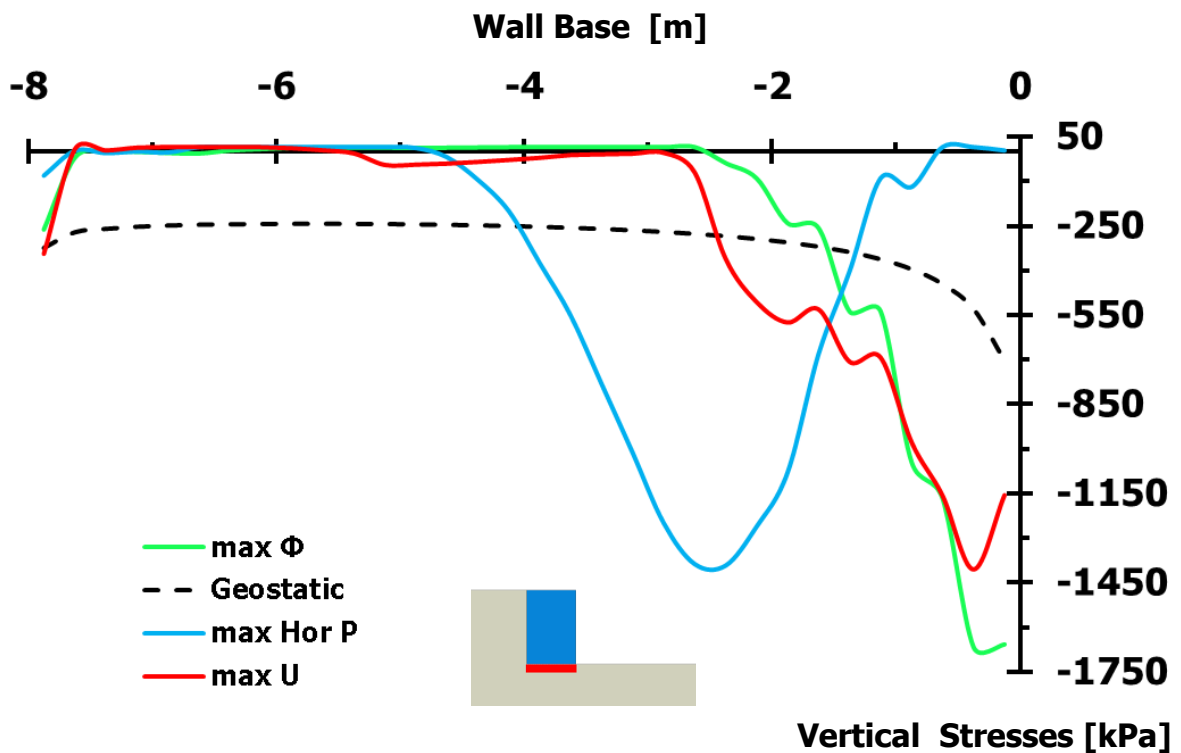
Διάγραμμα 2.72. Εδαφικές ωθήσεις κάθετες στην αντιστηριζόμενη πλευρά του αριστερού τοίχου βαρύτητας, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής του, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g**, **T = 1.00 s** [Έδαφος θεμελίωσης με **E = 300 MPa**]



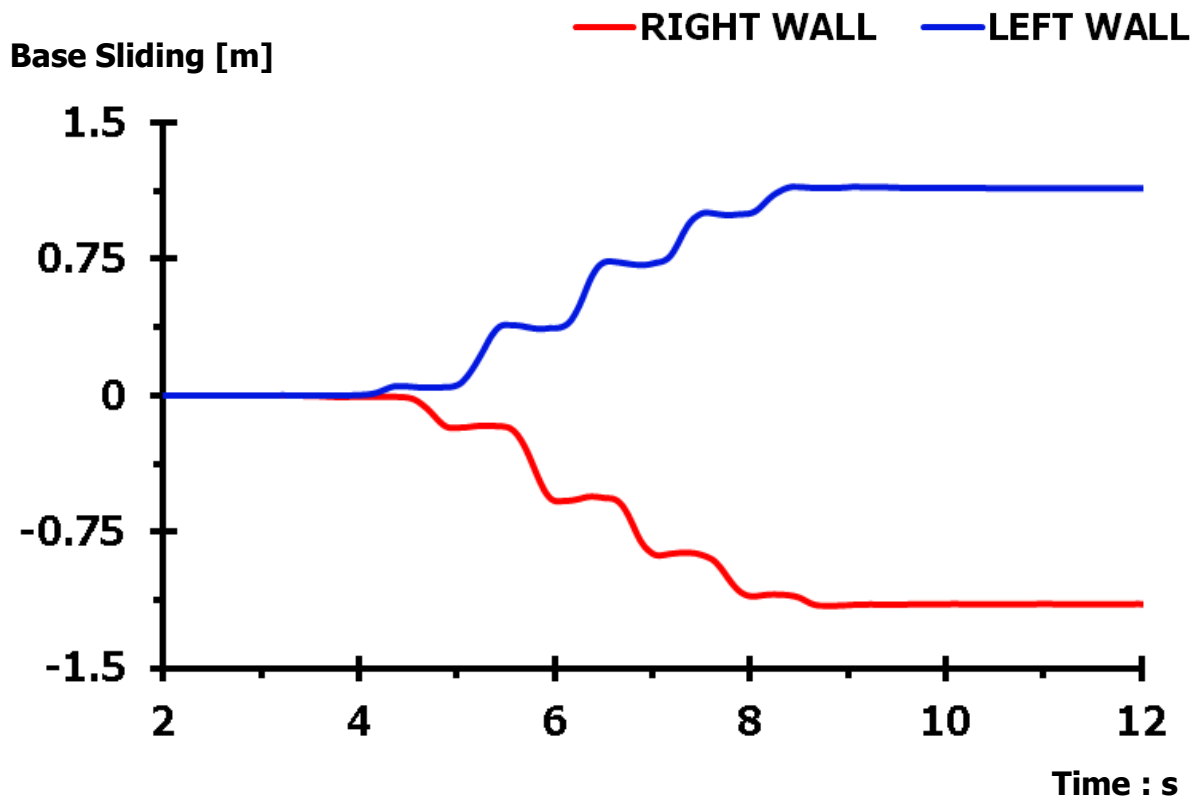
Διάγραμμα 2.73. Εδαφικές ωθήσεις κάθετες στη βάση του αριστερού τοίχου βαρύτητας, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής του, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g**, **T = 1.00 s** [Έδαφος θεμελίωσης με **E = 300 MPa**]



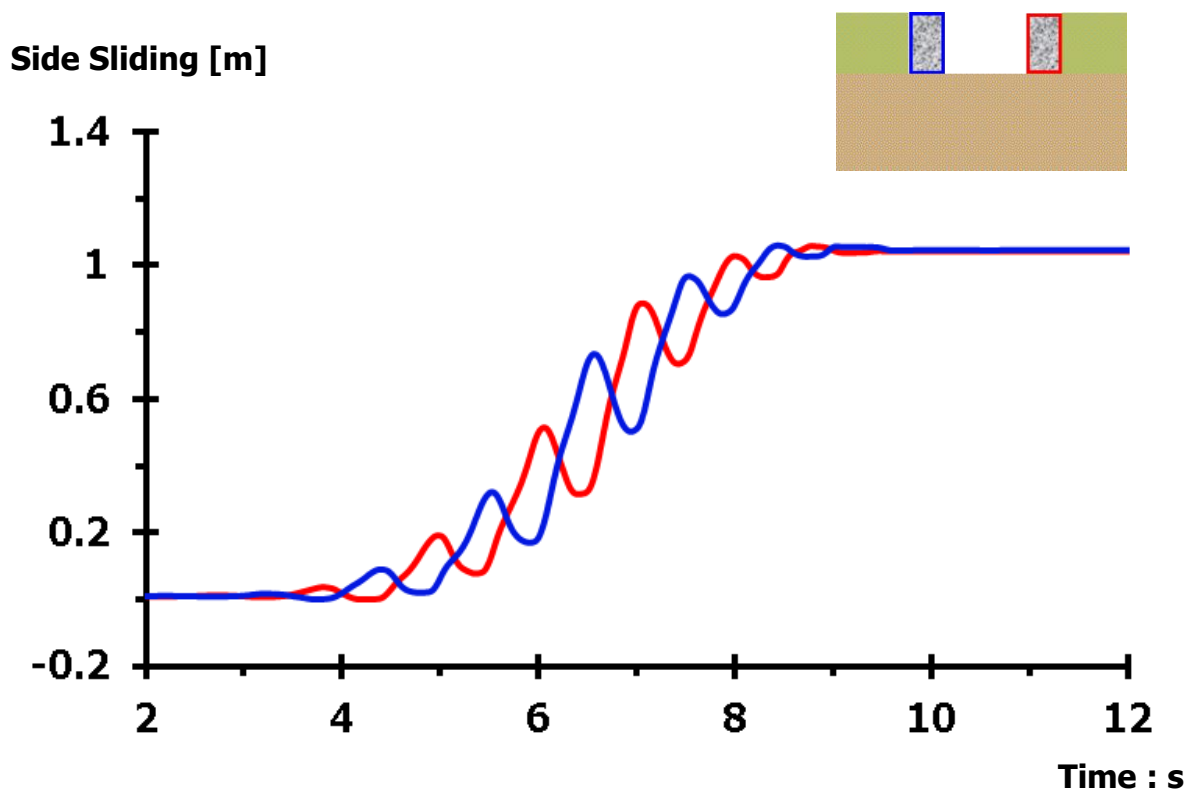
Διάγραμμα 2.74. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων, διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά του αριστερού τοίχου, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00\text{ g}$, $T = 1.00\text{ s}$ [Έδαφος θεμελίωσης με $E = 300\text{ MPa}$]



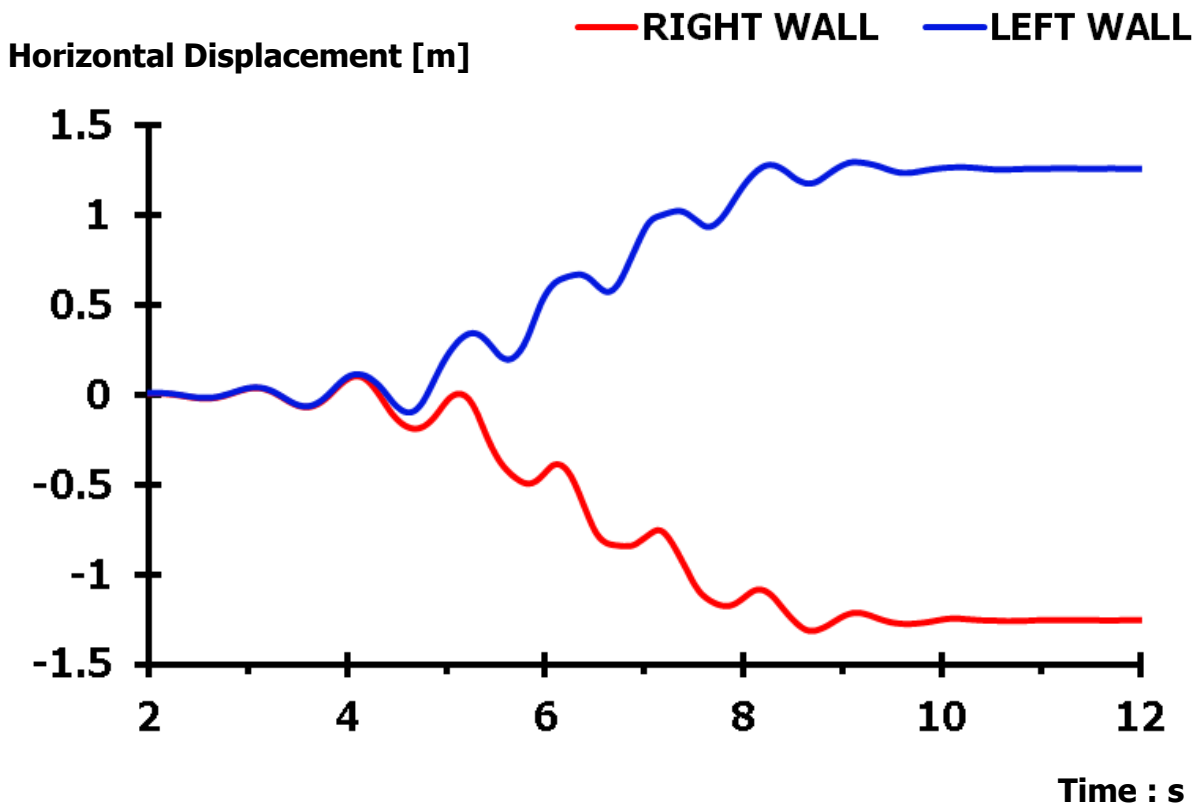
Διάγραμμα 2.75. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων, διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στη βάση του αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00\text{ g}$, $T = 1.00\text{ s}$ [Έδαφος θεμελίωσης με $E = 300\text{ MPa}$]



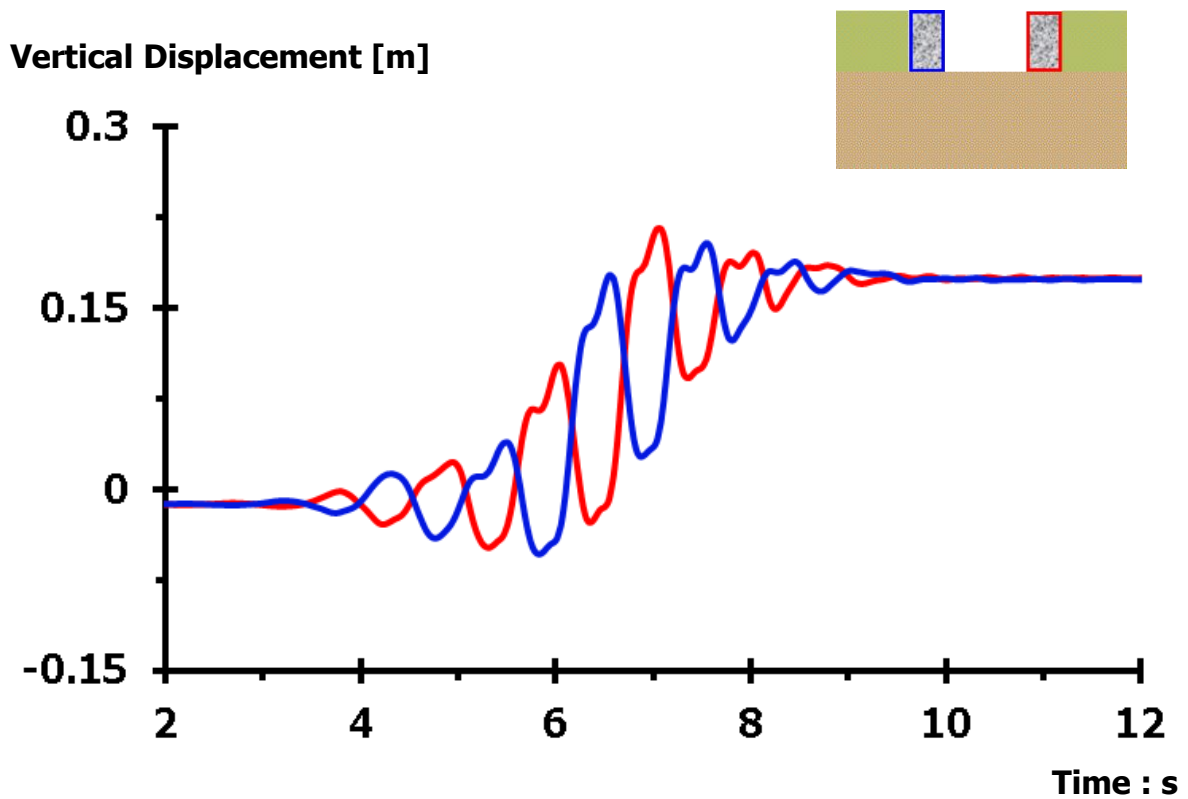
Διάγραμμα 2.76. Σύγκριση ολισθήσεων στη βάση του αριστερού και του δεξιού τοίχου βαρύτητας, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g, T = 1.00 s** [Έδαφος θεμελίωσης με $E = 300 \text{ MPa}$]



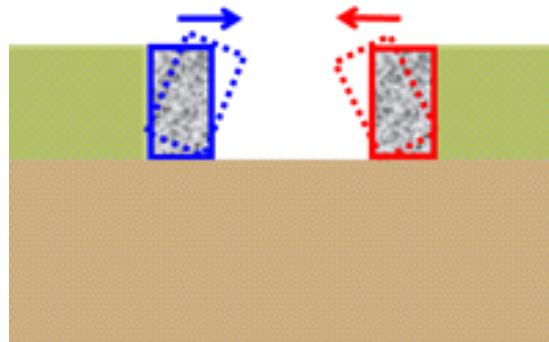
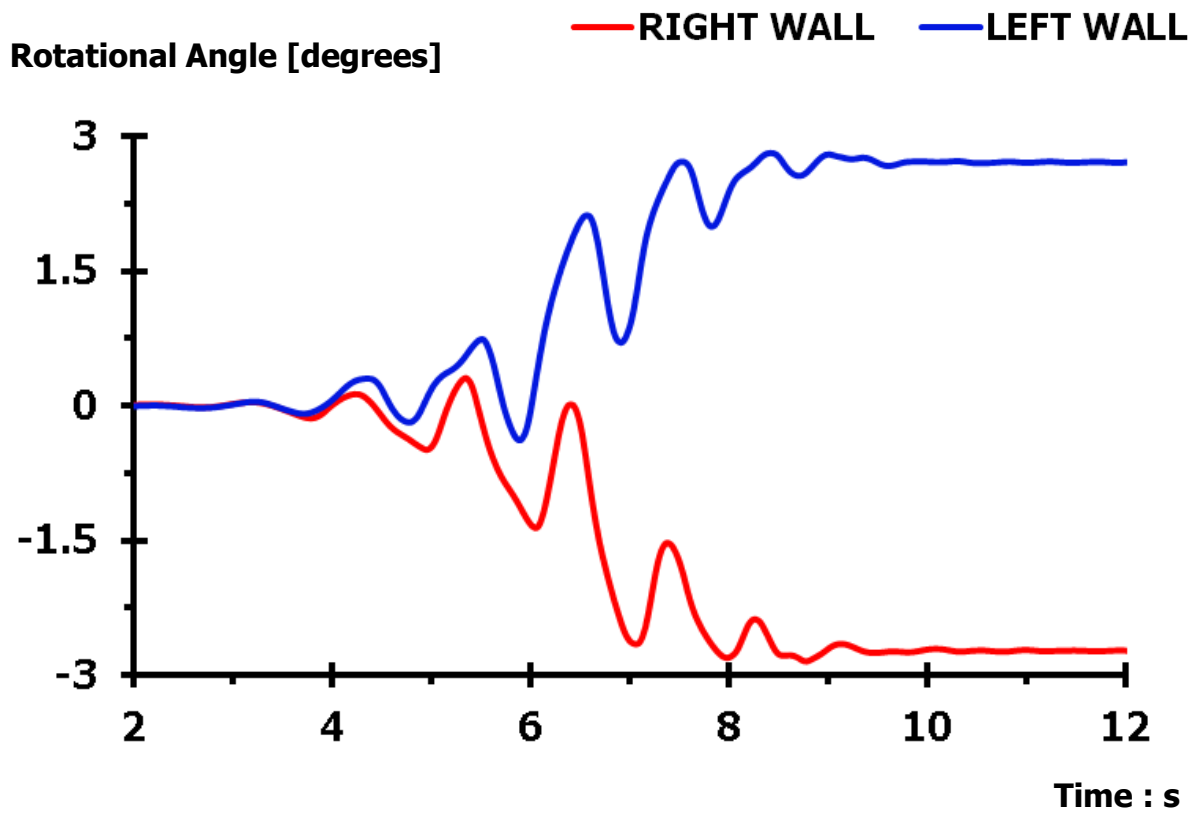
Διάγραμμα 2.77. Σύγκριση ολισθήσεων στην πλευρά επαφής του αριστερού και του δεξιού τοίχου με το αντιστηριζόμενο έδαφος, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g, T = 1.00 s** [Έδαφος θεμελίωσης με $E = 300 \text{ MPa}$]



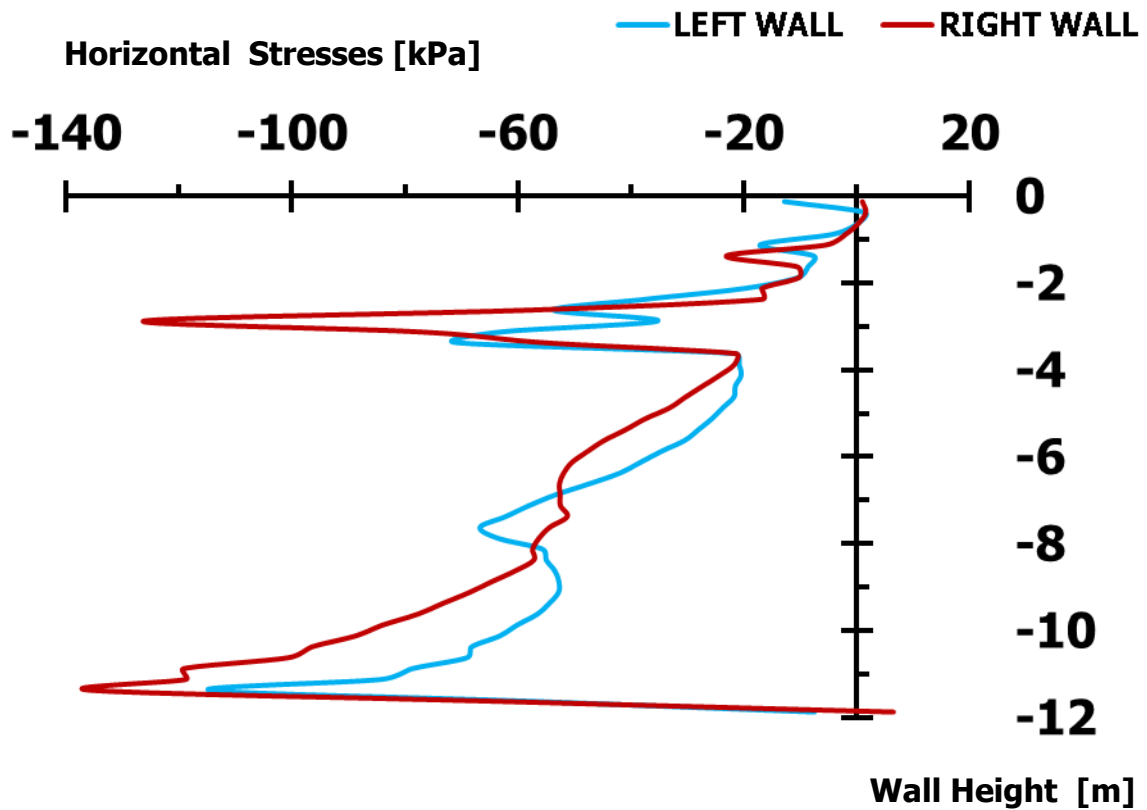
Διάγραμμα 2.78. Σύγκριση οριζοντίων μετακινήσεων αριστερού και δεξιού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00 \text{ g}$, $T = 1.00 \text{ s}$ [Έδαφος θεμελίωσης με $E = 300 \text{ MPa}$]



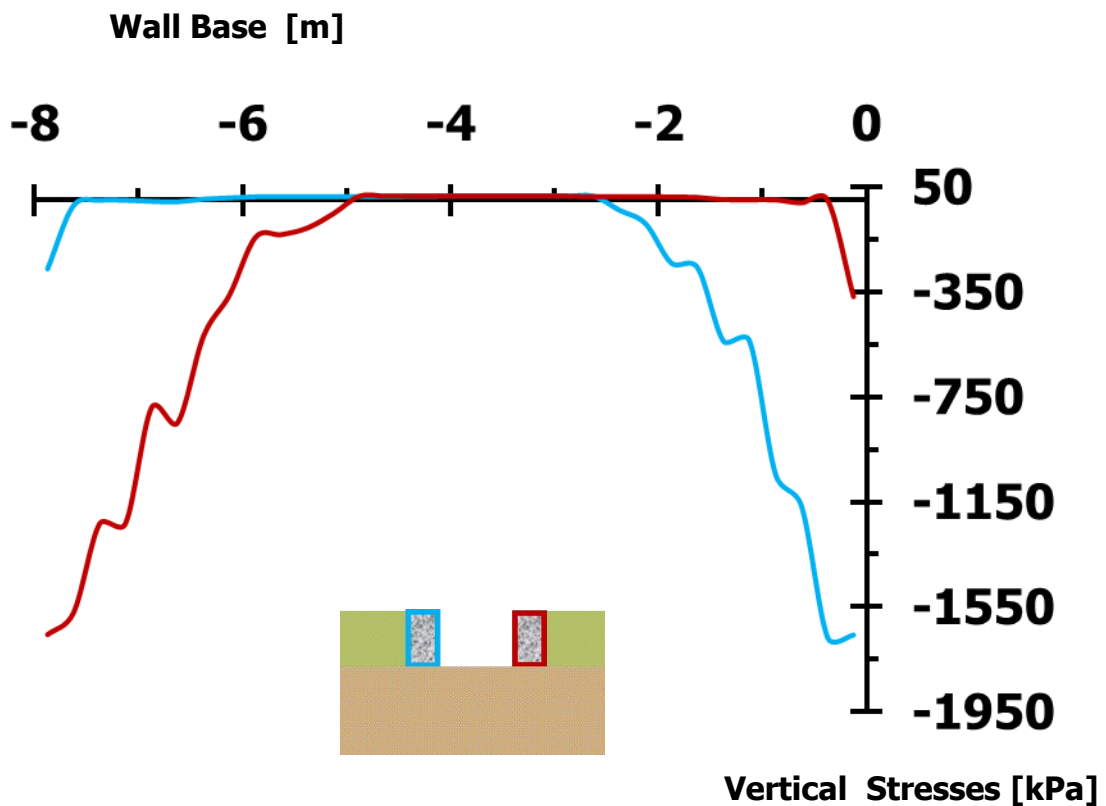
Διάγραμμα 2.79. Σύγκριση κατακόρυφων μετακινήσεων αριστερού και δεξιού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00 \text{ g}$, $T = 1.00 \text{ s}$ [Έδαφος θεμελίωσης με $E = 300 \text{ MPa}$]



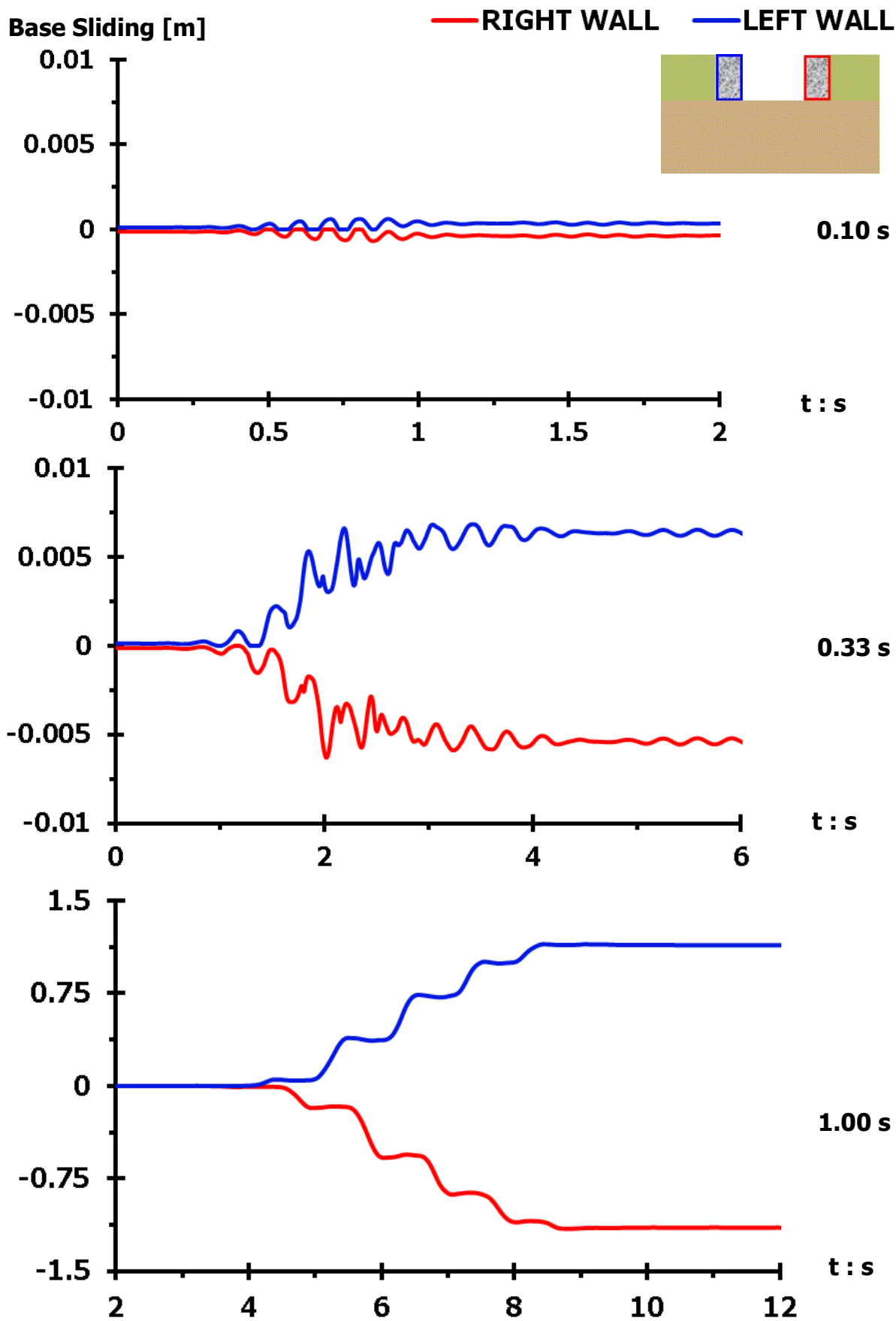
Διάγραμμα 2.80. Σύγκριση στροφών αριστερού και δεξιού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης Gabor PGA = 1.00 g, T = 1.00 s [Έδαφος θεμελίωσης με E = 300 MPa]



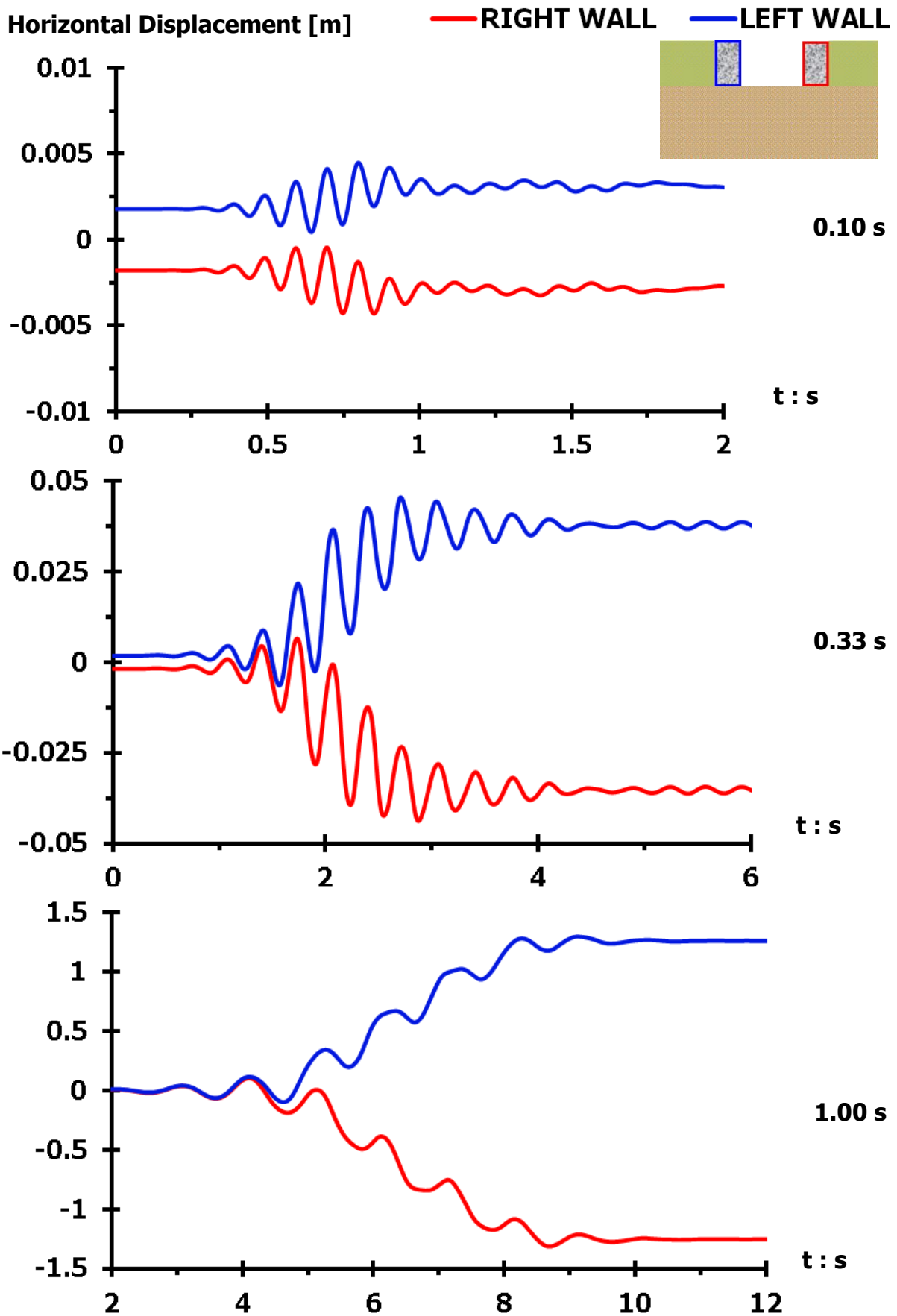
Διάγραμμα 2.81. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά του αριστερού και του δεξιού τοίχου βαρύτητας, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής των τοίχων, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00\text{ g}$, $T = 1.00\text{ s}$ [Έδαφος θεμελίωσης με $E = 300\text{ MPa}$]



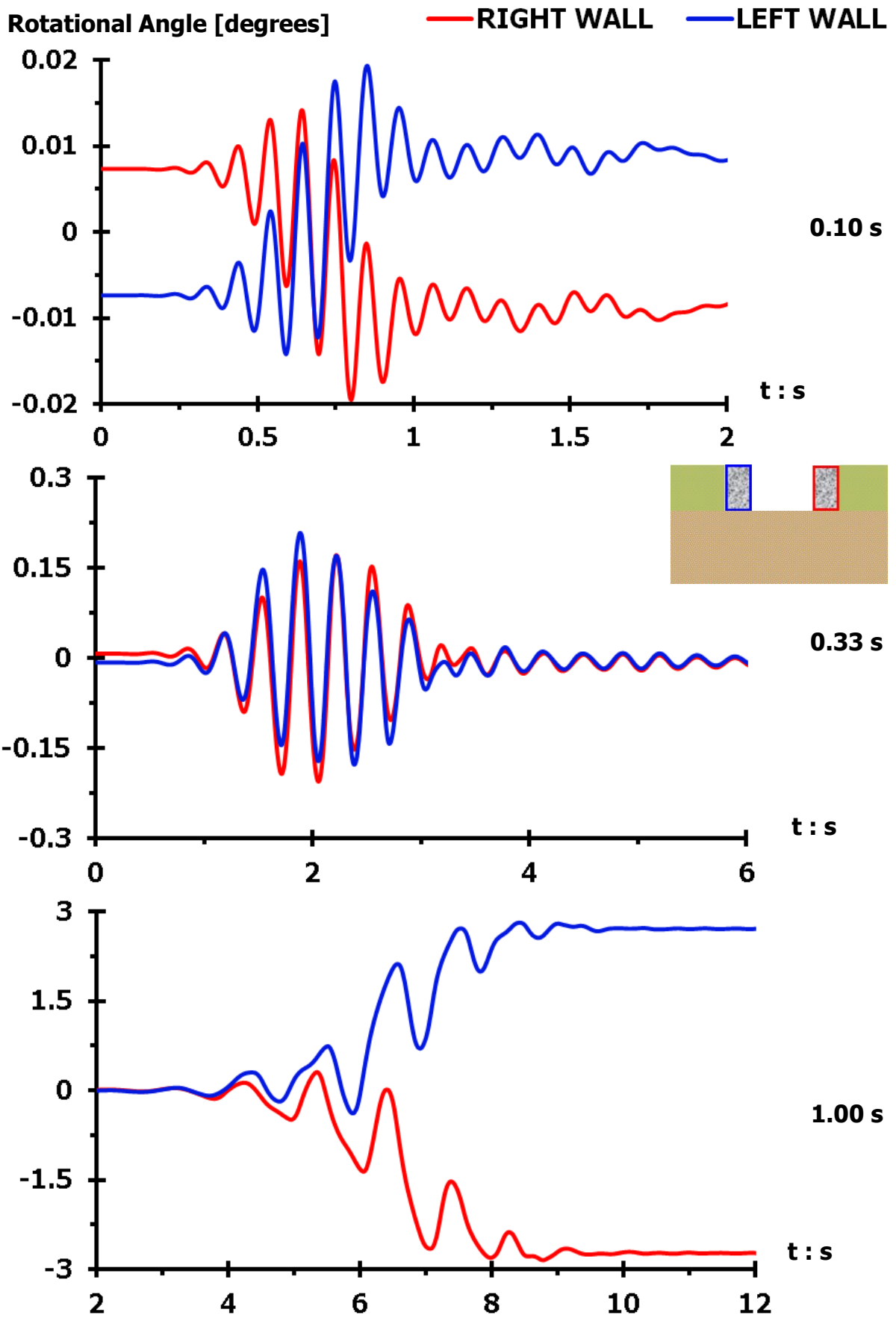
Διάγραμμα 2.82. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στη βάση του αριστερού και του δεξιού τοίχου, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής των τοίχων, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00\text{ g}$, $T = 1.00\text{ s}$ [Έδαφος θεμελίωσης με $E = 300\text{ MPa}$]



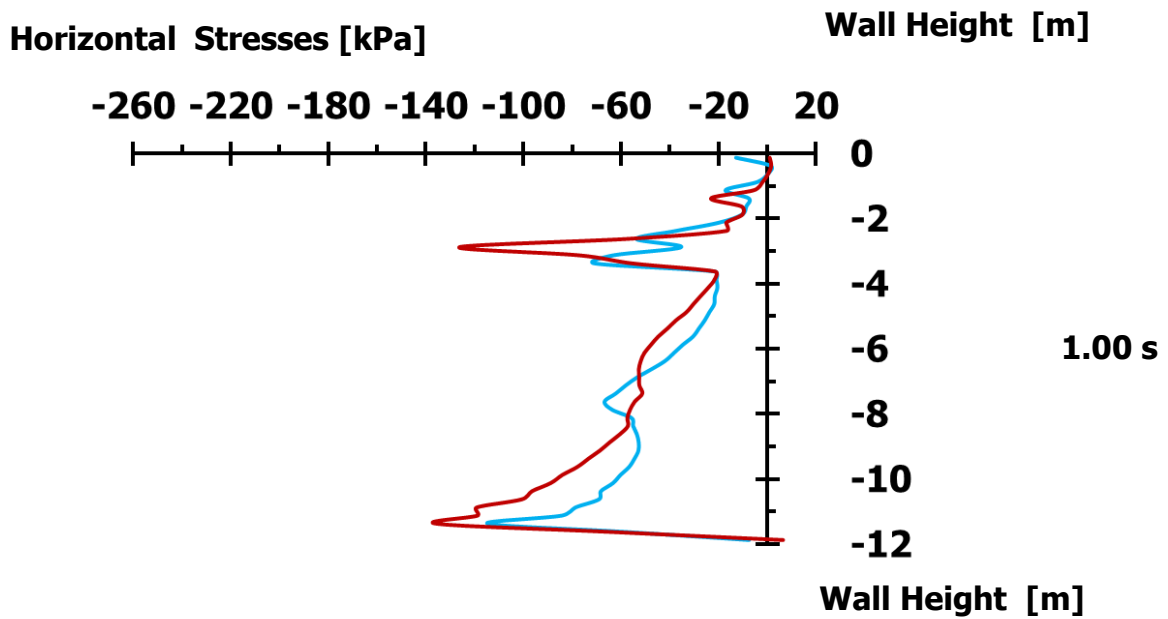
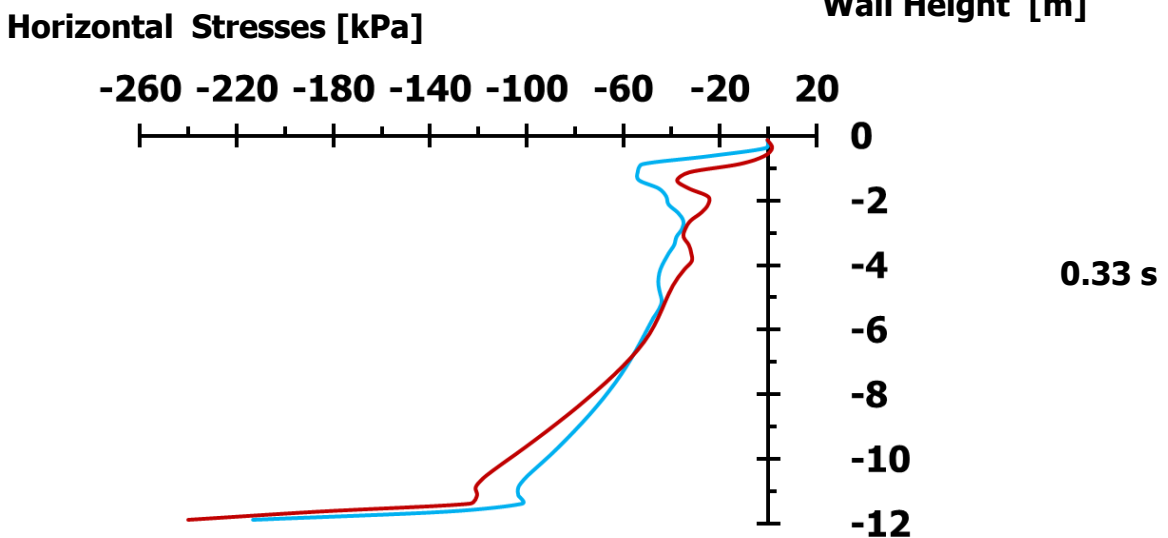
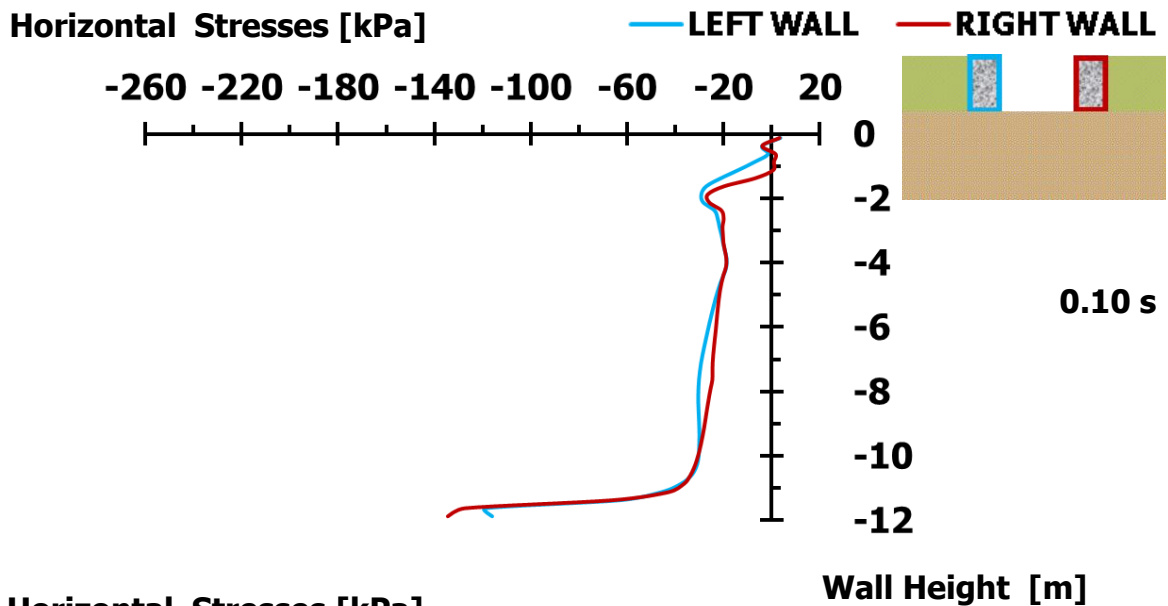
Διάγραμμα 2.83. Σύγκριση ολισθήσεων στη βάση του αριστερού και του δεξιού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **Gabor** $\text{PGA} = 1.00 \text{ g}$, για $T = 0.10 \text{ s}$ (άνω), $T = 0.33 \text{ s}$ (μεσαίο) και $T = 1.00 \text{ s}$ (κάτω) [Έδαφος θεμελίωσης με $E = 300 \text{ MPa}$]



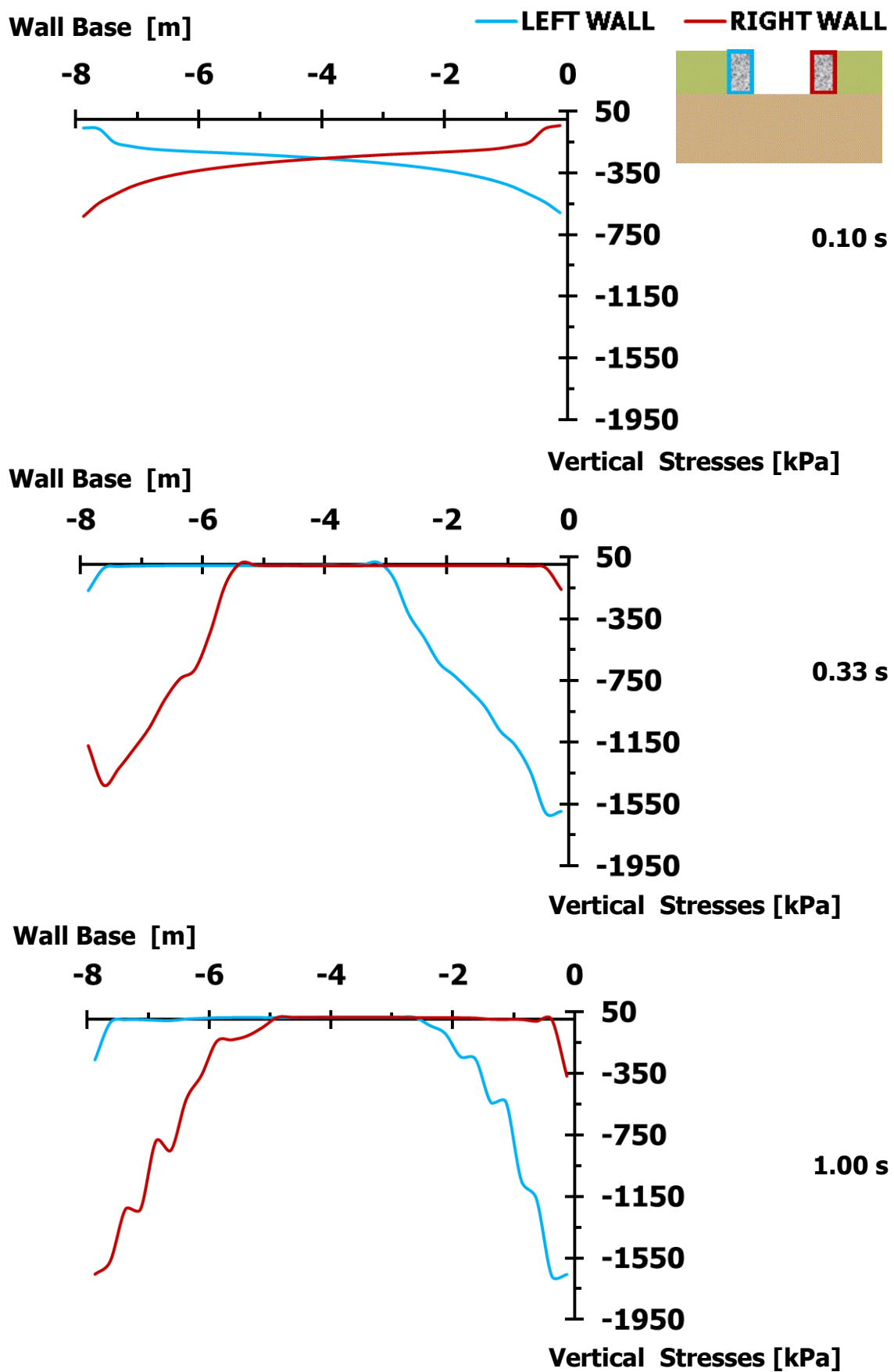
Διάγραμμα 2.84. Σύγκριση οριζοντίων μετακινήσεων αριστερού και δεξιού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00$ g, για $T = 0.10$ s (άνω), $T = 0.33$ s (μεσαίο) και $T = 1.00$ s (κάτω) [Έδαφος θεμελίωσης με $E = 300$ MPa]



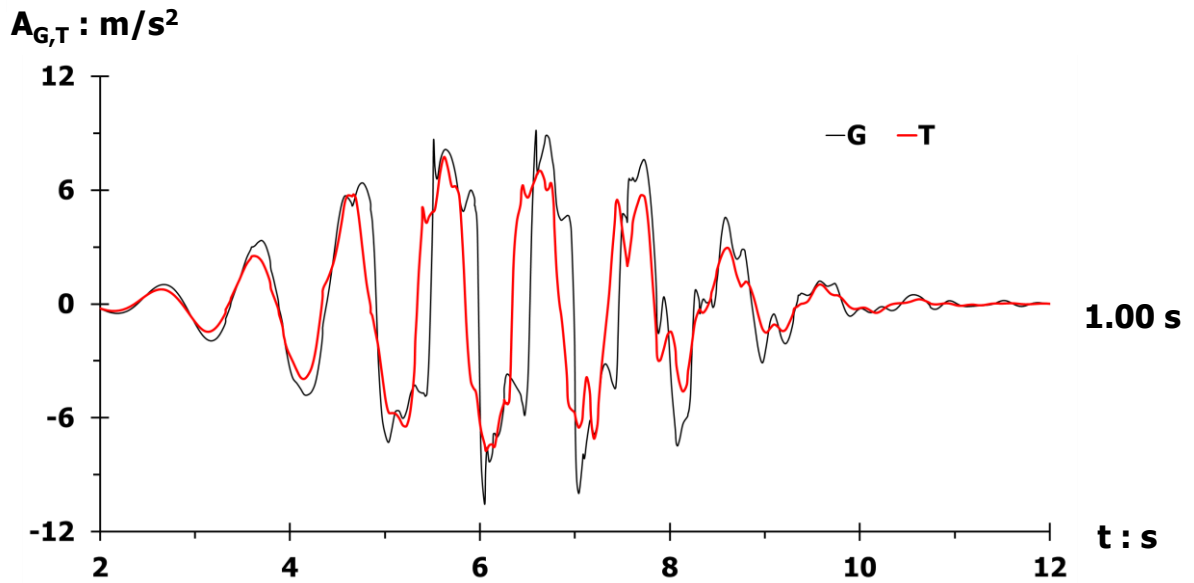
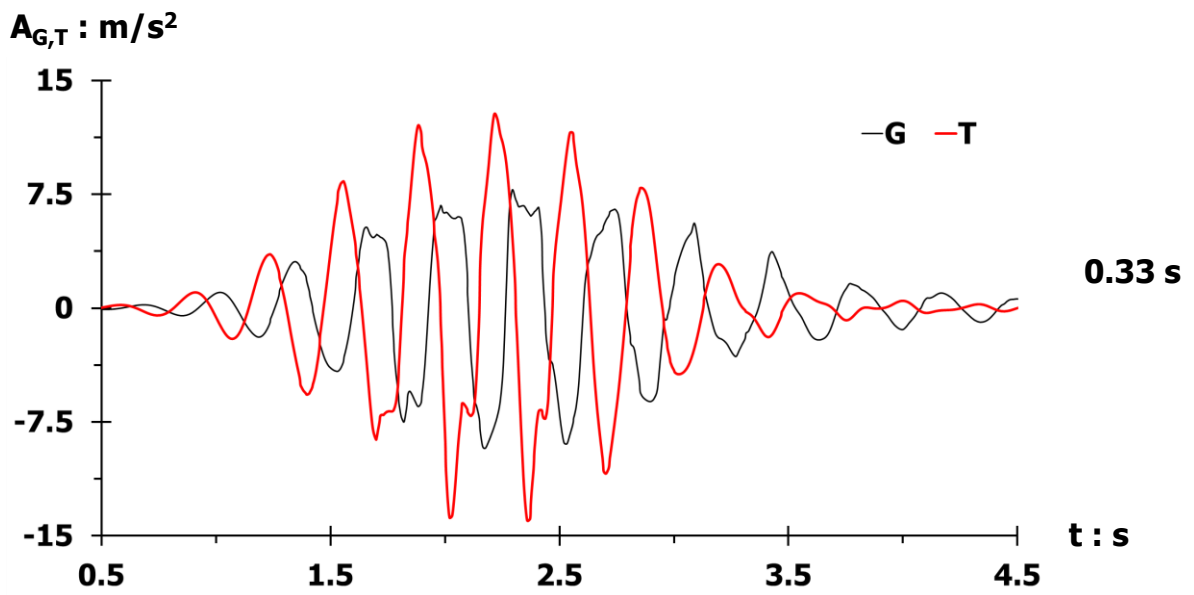
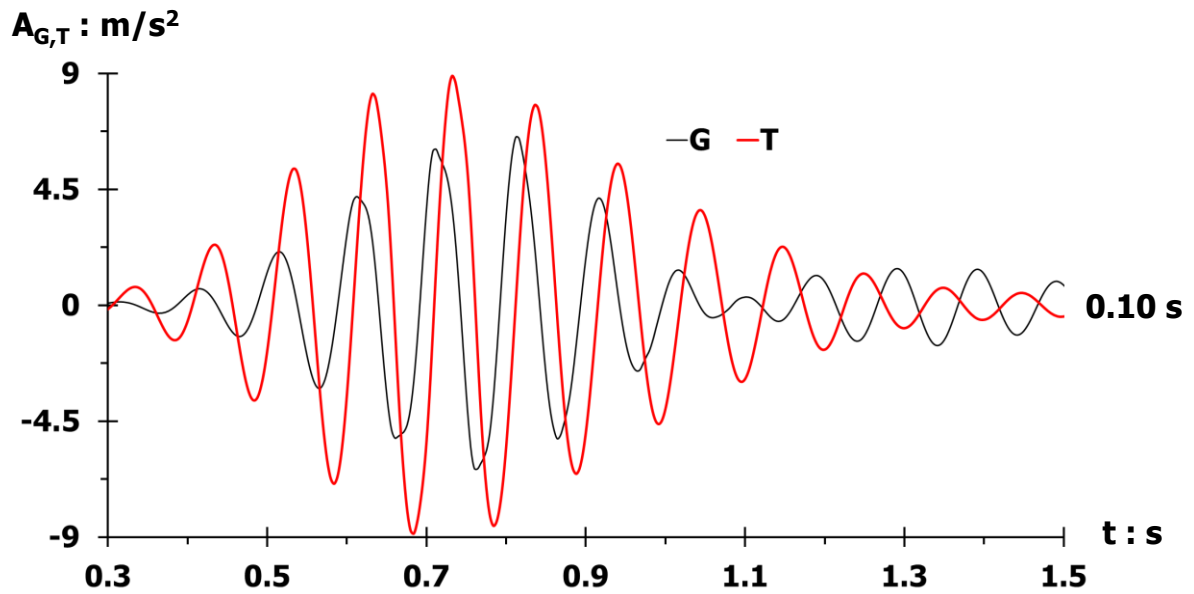
Διάγραμμα 2.85. Σύγκριση στροφών αριστερού και δεξιού τοίχου, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g**, για $T = 0.10$ s (άνω), $T = 0.33$ s (μεσαίο) και $T = 1.00$ s (κάτω) [Έδαφος θεμελίωσης με $E = 300$ MPa]



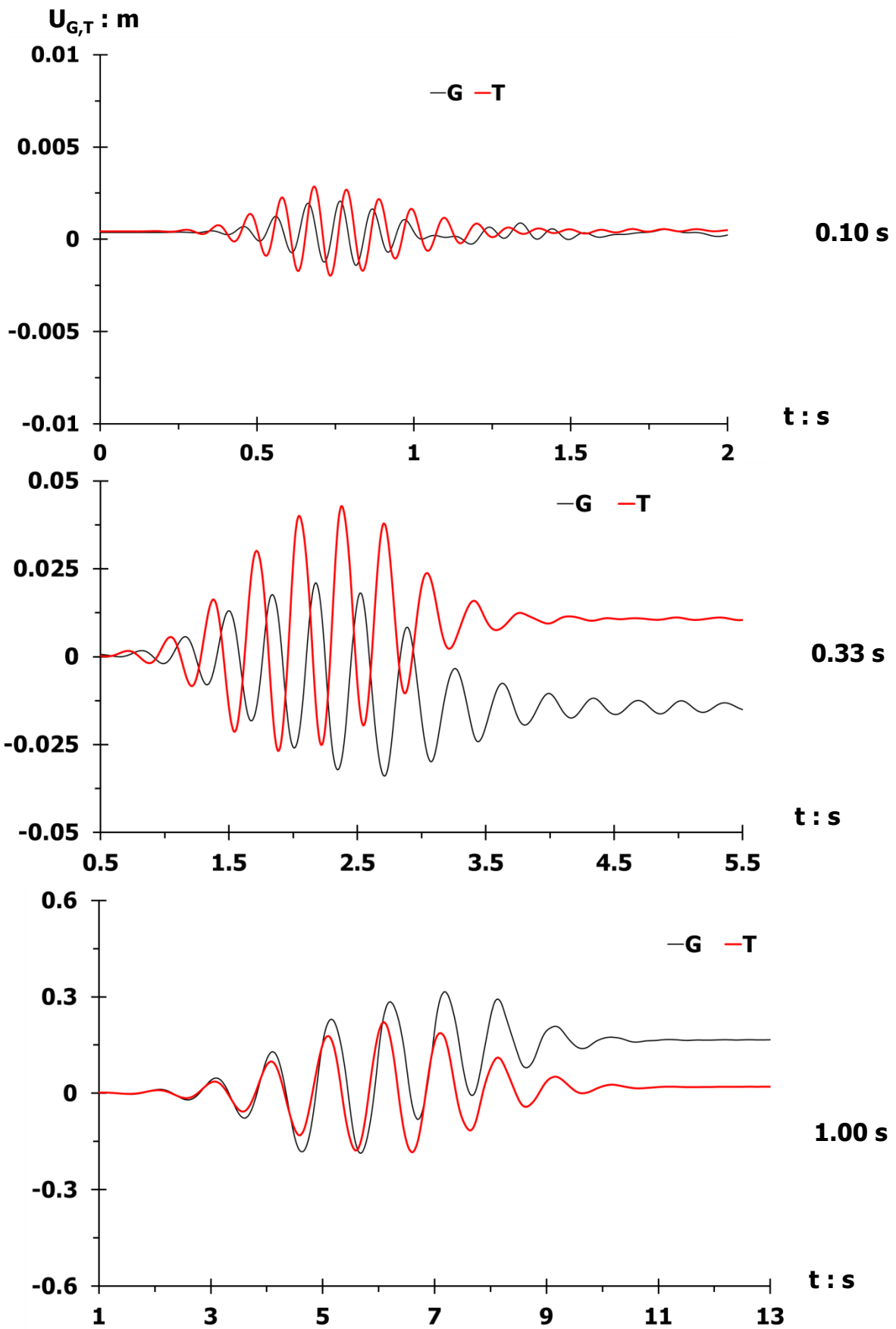
Διάγραμμα 2.86. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά αριστερού – δεξιού τοίχου, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00 g$, για $T = 0.10 s$ (άνω), $T = 0.33 s$ (μεσαίο) και $T = 1.00 s$ (κάτω) [Μέγιστη περιστροφή – $E_2 = 300 MPa$]



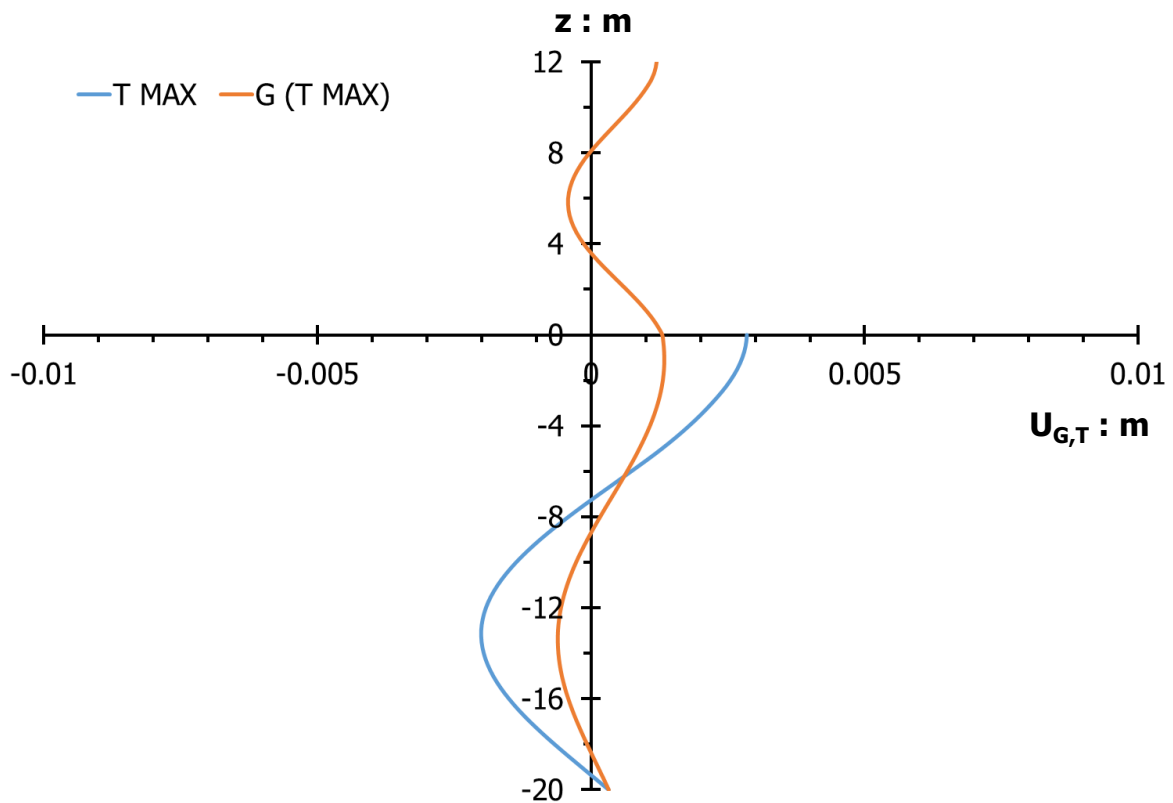
Διάγραμμα 2.87. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στη βάση αριστερού – δεξιού τοίχου, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g**, για **T = 0.10 s** (άνω), **T = 0.33 s** (μεσαίο) και **T = 1.00 s** (κάτω) [Μέγιστη περιστροφή – $E_2 = 300 \text{ MPa}$]



Διάγραμμα 2.88. Σύγκριση επιταχύνσεων σημείων **G** και **T**, προσομοιώματος με έδαφος θεμελίωσης $E_2 = 300 \text{ MPa}$, λόγω διέγερσης **Gabor** $\text{PGA} = 1.00 \text{ g}$, για περιόδους $T = 0.10 \text{ s}$ (άνω), $T = 0.33 \text{ s}$ (μεσαίο) και $T = 1.00 \text{ s}$ (κάτω)

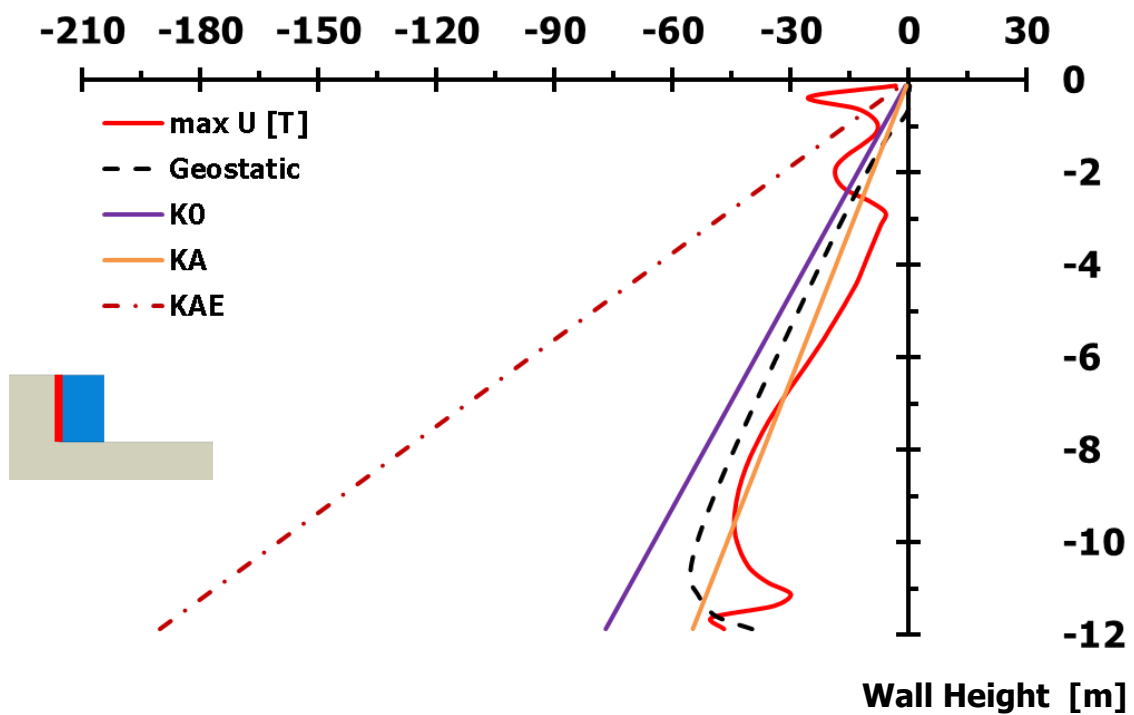


Διάγραμμα 2.89. Σύγκριση οριζοντίων μετακινήσεων των σημείων G - T, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00$ g, για $T = 0.10$ s (άνω), $T = 0.33$ s (μεσαίο) και $T = 1.00$ s (κάτω) [Έδαφος θεμελίωσης με $E = 300$ MPa]

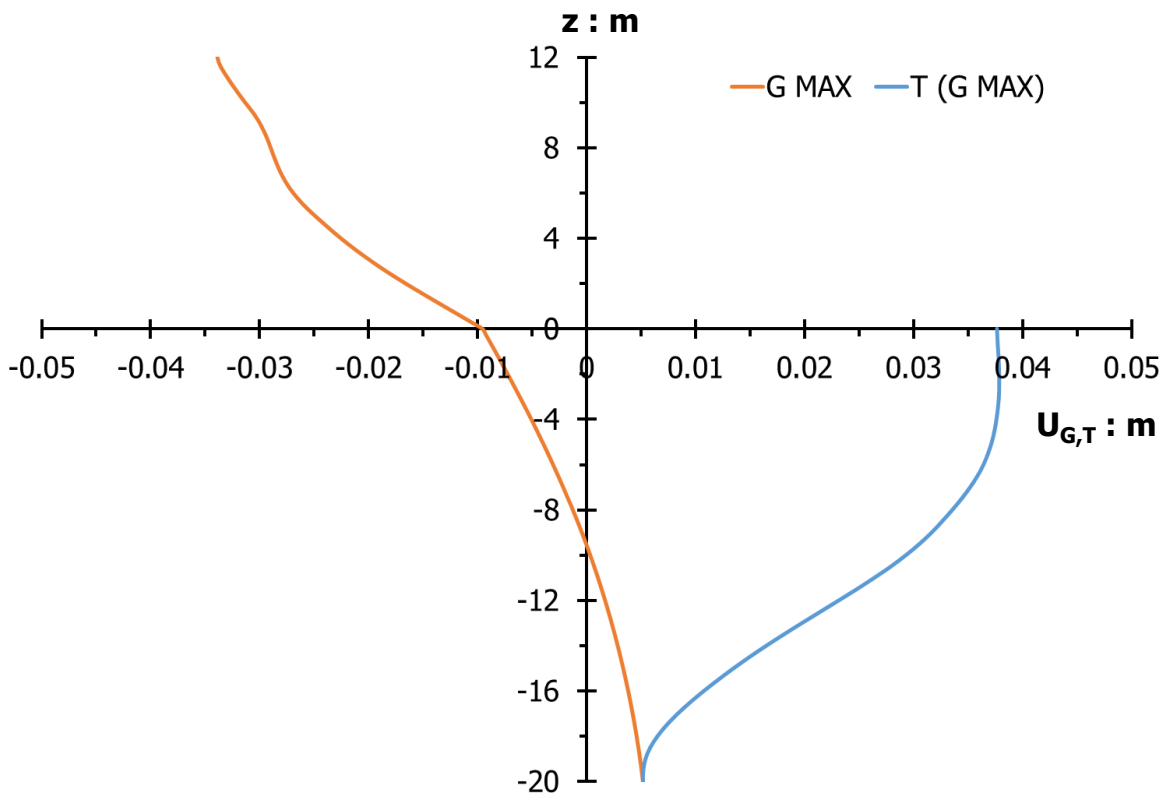


Διάγραμμα 2.90. Κυματομορφή οριζοντίων μετακινήσεων ελευθέρου πεδίου εδαφικών στηλών με σημεία εδαφικής επιφανείας G και T, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g**, **περιόδου T = 0.10 s** [Μέγιστη μετακίνηση σημείου T -Έδαφος θεμελίωσης με E = 300 MPa]

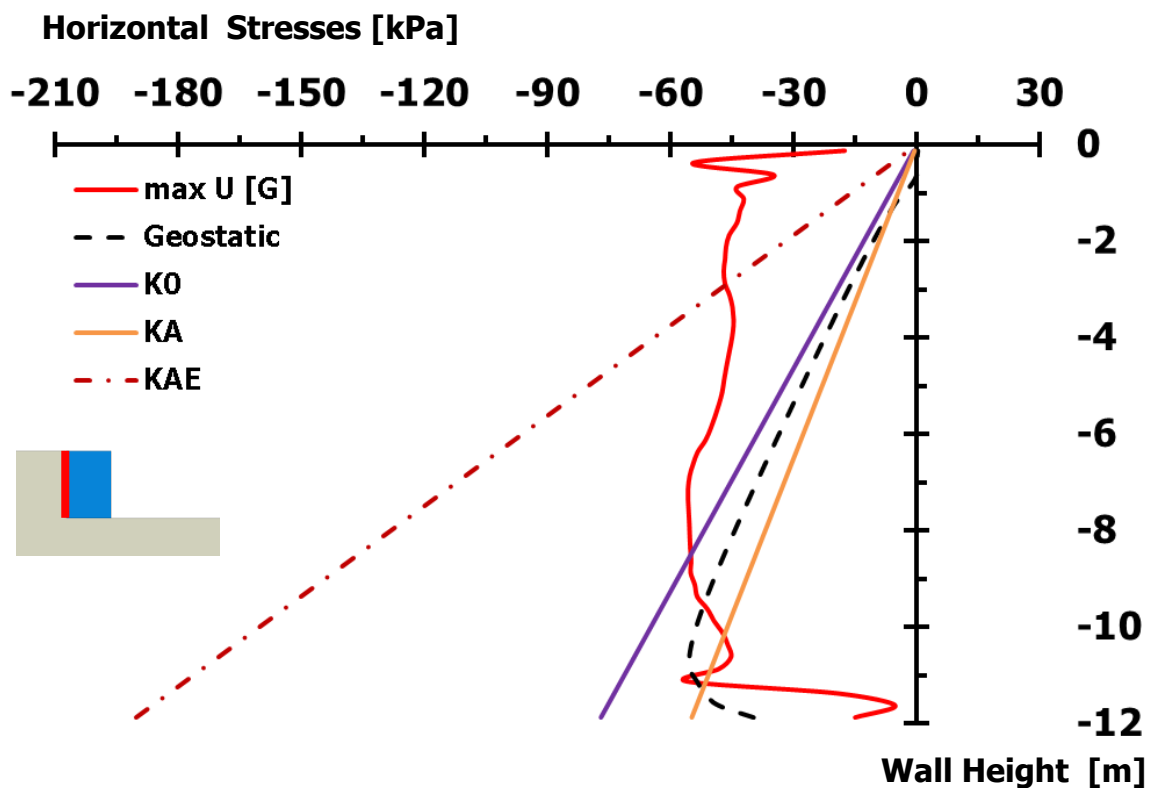
Horizontal Stresses [kPa]



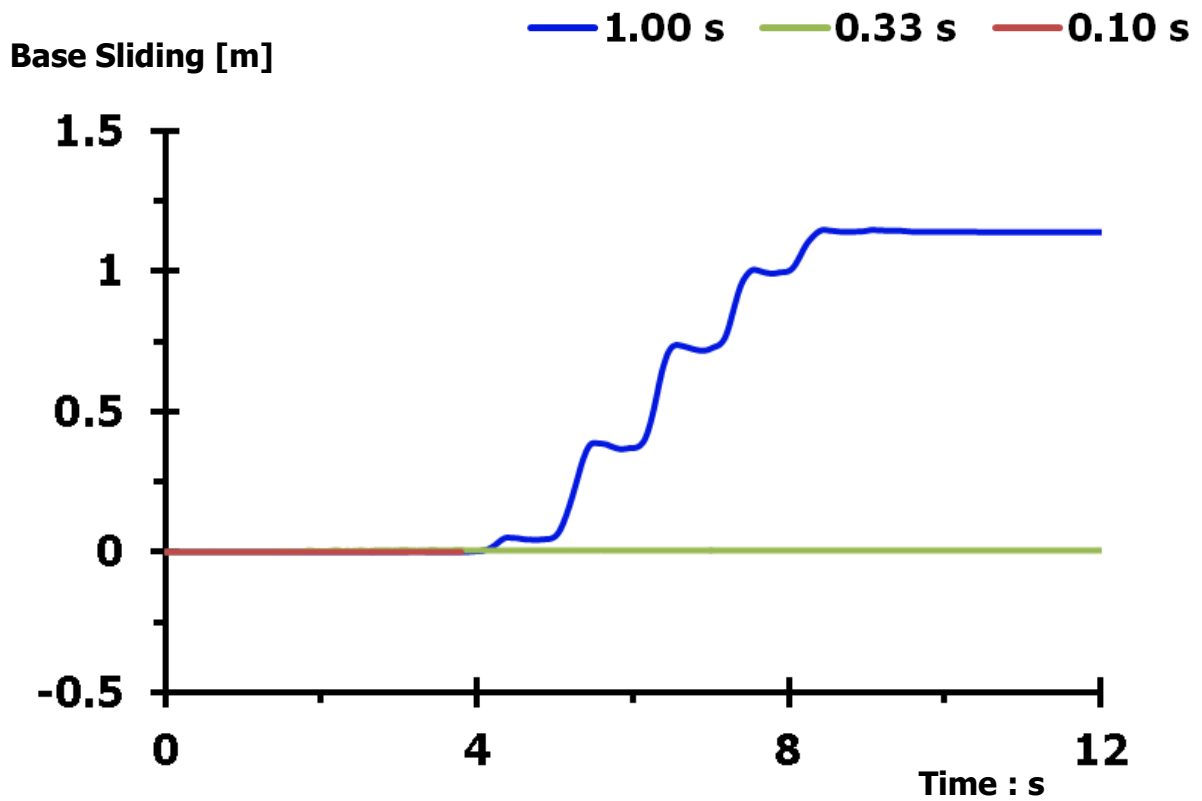
Διάγραμμα 2.91. Εδαφικές ωθήσεις κάθετες στην αντιστηριζόμενη πλευρά του αριστερού τοίχου, τη στιγμή της μέγιστης μετακίνησης του σημείου T, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g**, **T = 0.10 s** [Έδαφος θεμελίωσης με E = 300 MPa]



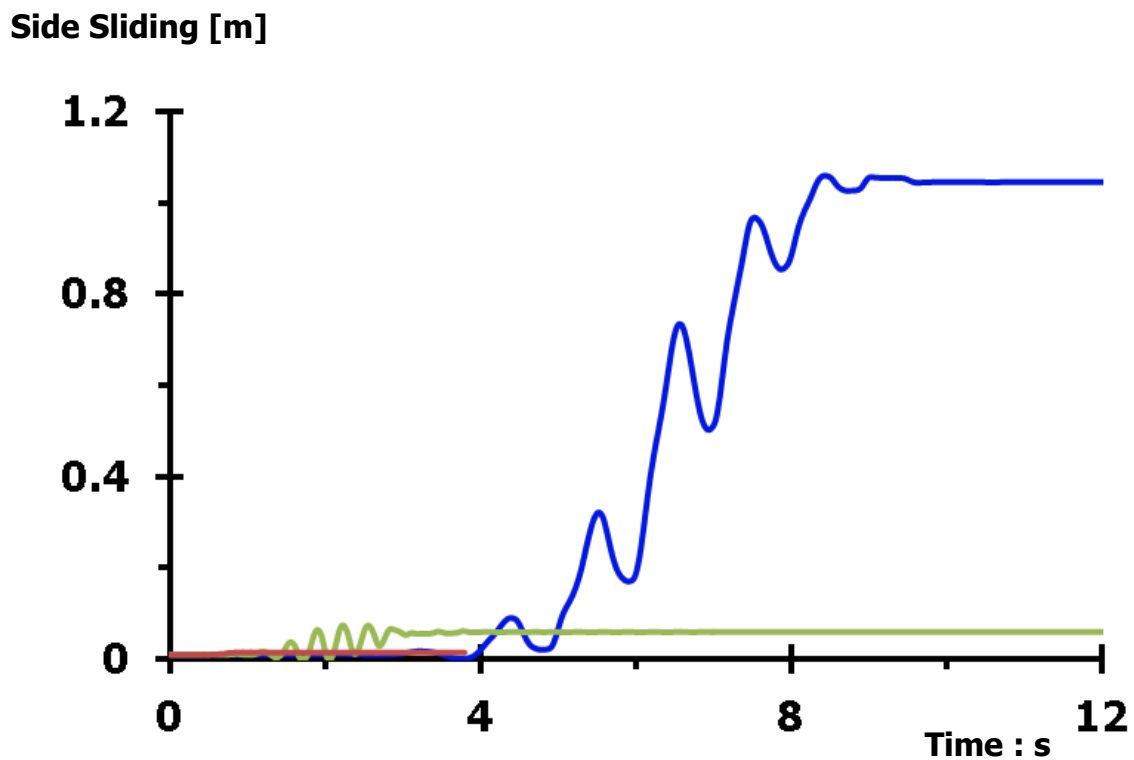
Διάγραμμα 2.92. Κυματομορφή οριζοντίων μετακινήσεων ελευθέρου πεδίου εδαφικών στηλών με σημεία εδαφικής επιφανείας G και T, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g**, περιόδου **T = 0.33 s** [Μέγιστη μετακίνηση σημείου G -Εδαφος θεμελίωσης με $E = 300 \text{ MPa}$]



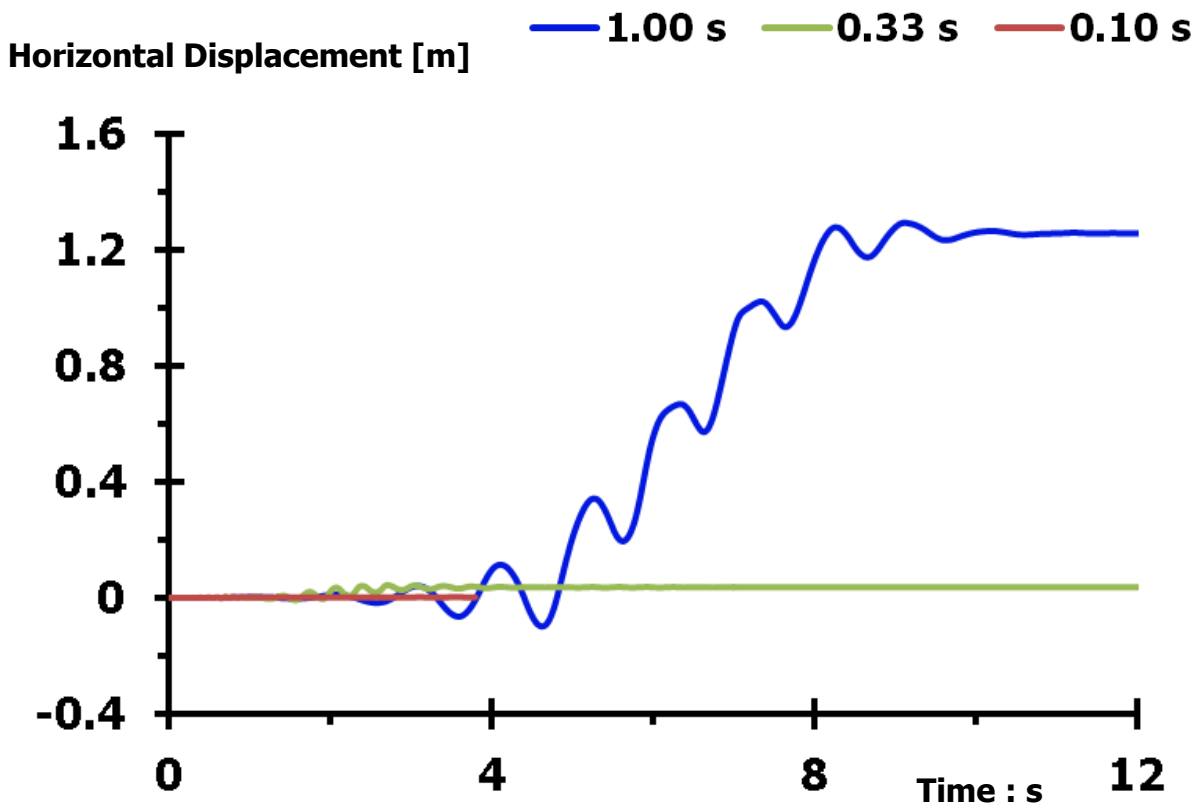
Διάγραμμα 2.93. Εδαφικές ωθήσεις κάθετες στην αντιστηριζόμενη πλευρά του αριστερού τοίχου, τη στιγμή της μέγιστης μετακίνησης του σημείου G, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g**, **T = 0.33 s** [Εδαφος θεμελίωσης με $E = 300 \text{ MPa}$]



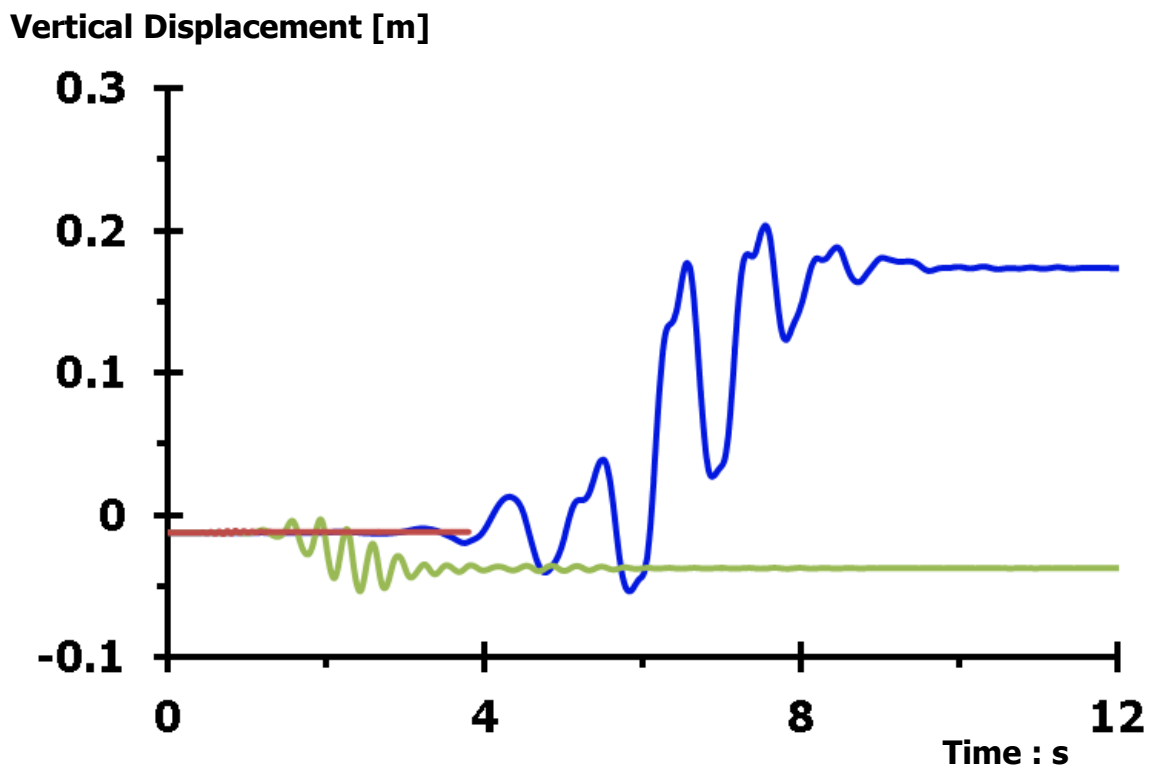
Διάγραμμα 2.94. Σύγκριση ολισθήσεων στη βάση του αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00\text{ g}$, περιόδων **0.10 s**, **0.33 s** και **1.00 s** [Έδαφος θεμελίωσης με $E = 300\text{ MPa}$]



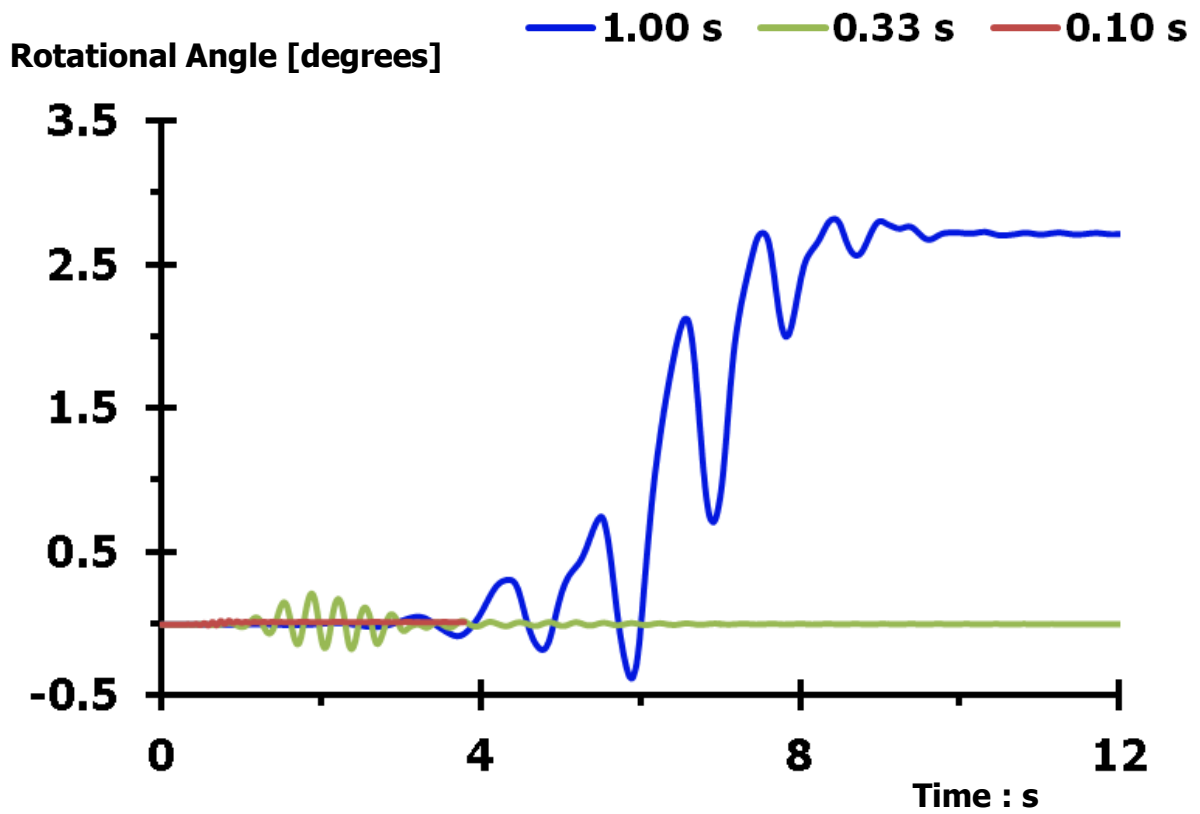
Διάγραμμα 2.95. Σύγκριση ολισθήσεων στην πλευρά επαφής του αριστερού τοίχου με το αντιστηριζόμενο έδαφος, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00\text{ g}$, περιόδων **0.10 s**, **0.33 s** και **1.00 s** [Έδαφος θεμελίωσης με $E = 300\text{ MPa}$]



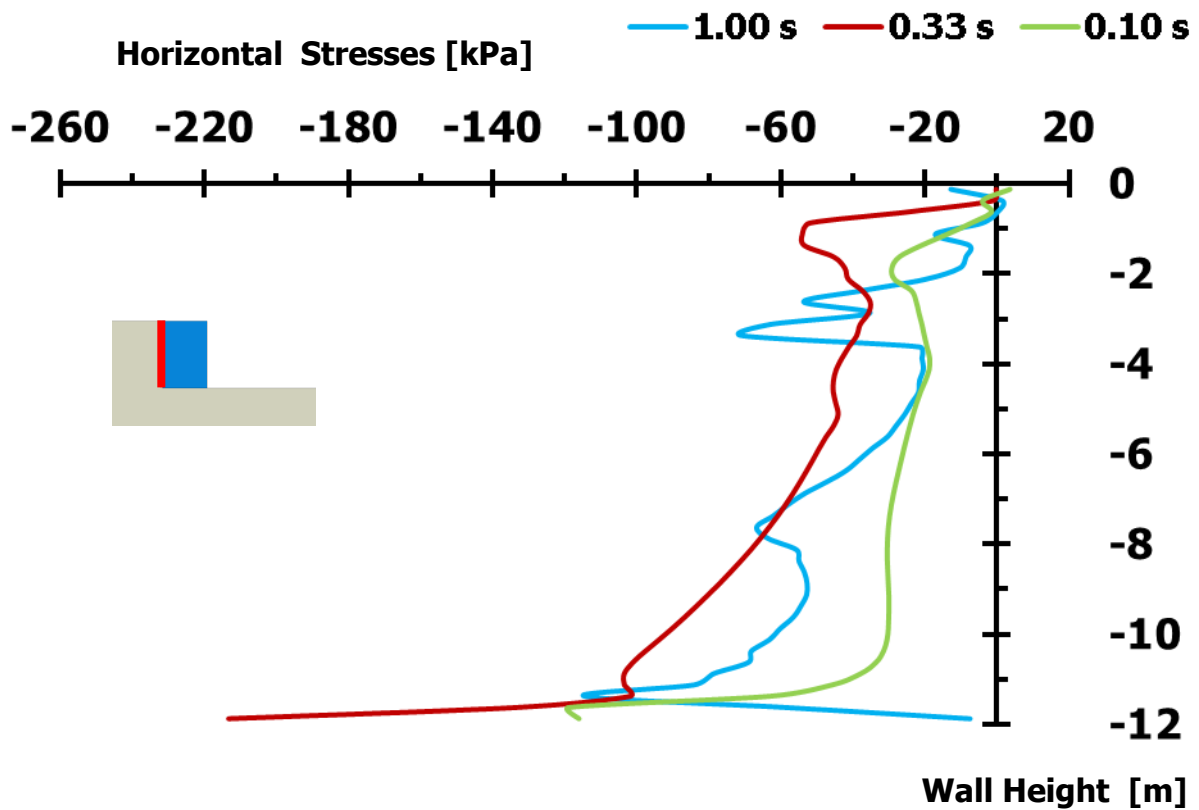
Διάγραμμα 2.96. Σύγκριση οριζοντίων μετακινήσεων αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης Gabor PGA = 1.00 g, περιόδων 0.10 s, 0.33 s και 1.00 s [Έδαφος θεμελίωσης με E = 300 MPa]



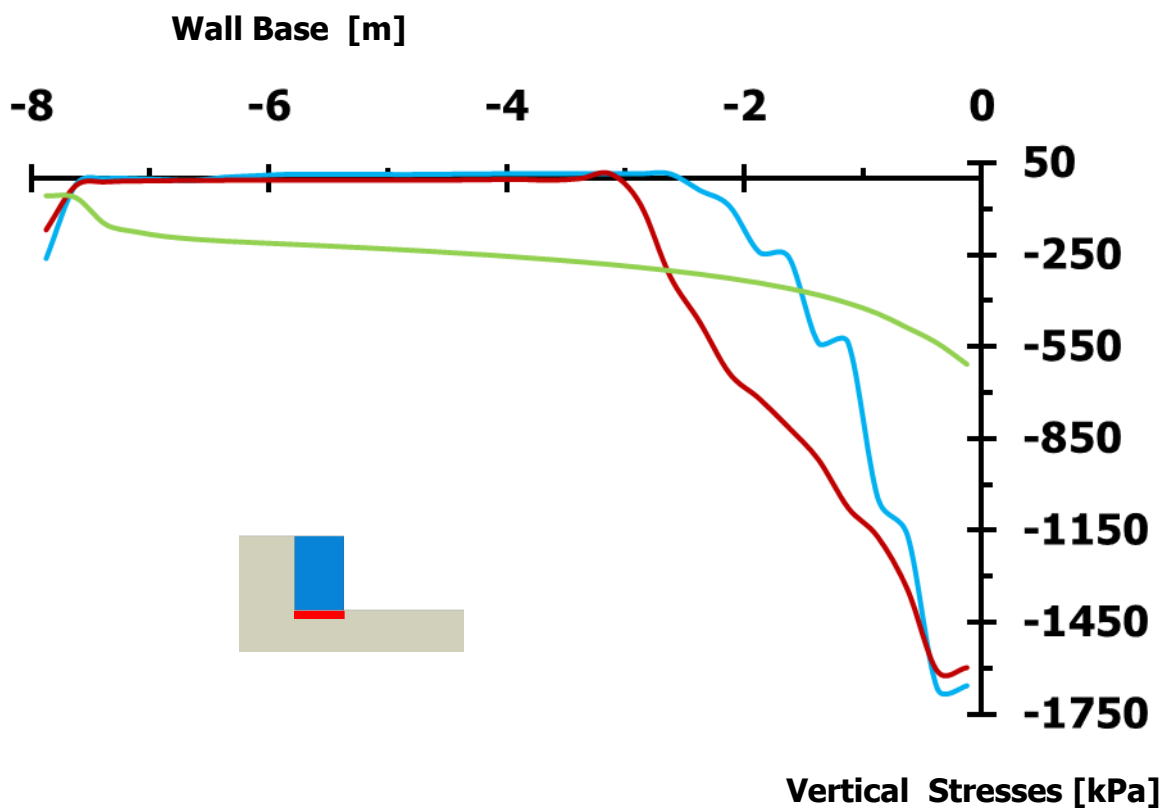
Διάγραμμα 2.97. Σύγκριση κατακορύφων μετακινήσεων αριστερού τοίχου, λόγω διέγερσης Gabor PGA = 1.00 g, περιόδων 0.10 s, 0.33 s και 1.00 s [Έδαφος θεμελίωσης με E = 300 MPa]



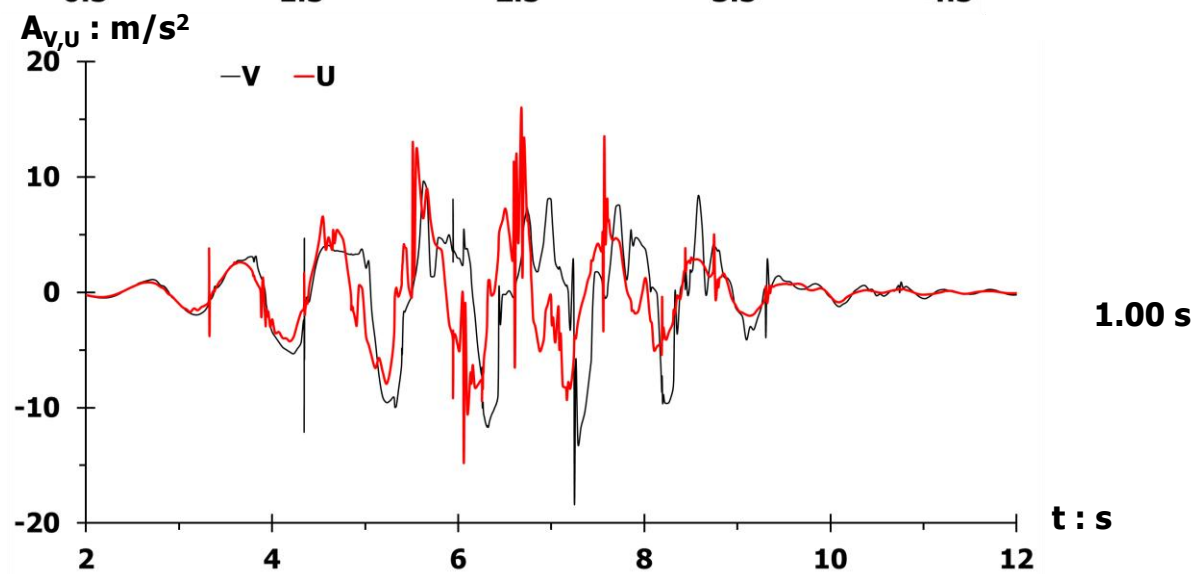
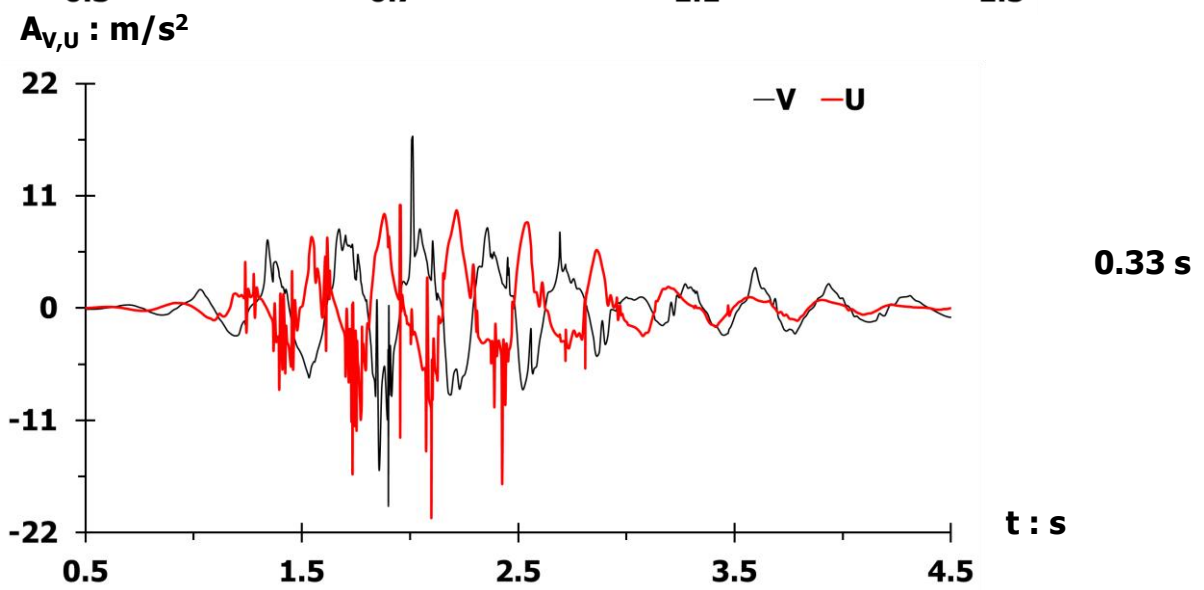
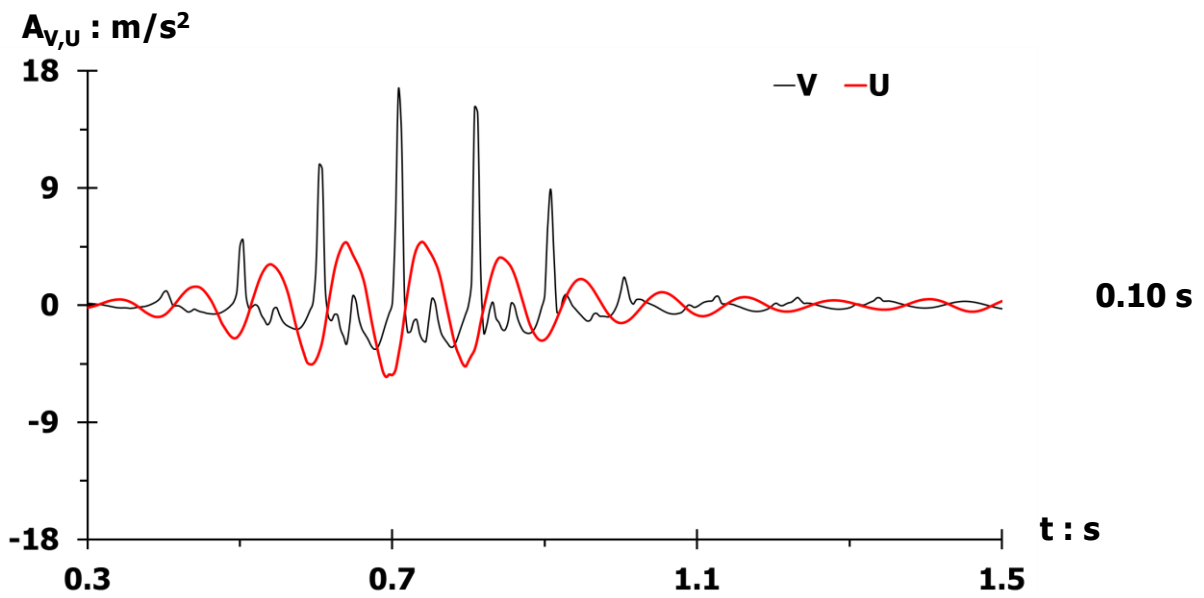
Διάγραμμα 2.98. Σύγκριση στροφών αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00\text{ g}$, περιόδων 0.10 s , 0.33 s και 1.00 s [Έδαφος θεμελίωσης με $E = 300\text{ MPa}$]



Διάγραμμα 2.99. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά του αριστερού τοίχου, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής του τοίχου, λόγω διεγέρσεων **Gabor** $PGA = 1\text{ g}$, περιόδων 0.10 s , 0.33 s και 1.00 s [Έδαφος θεμελίωσης με $E = 300\text{ MPa}$]



Διάγραμμα 2.100. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στη βάση του αριστερού τοίχου, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής του τοίχου, λόγω διεγέρσεων **Gabor** $PGA = 1\text{ g}$, περιόδων 0.10 s , 0.33 s και 1.00 s [Έδαφος θεμελίωσης με $E = 300\text{ MPa}$]



Διάγραμμα 2.101. Σύγκριση επιταχύνσεων σημείων **V** και **U**, προσομοιώματος με έδαφος θεμελίωσης $E_2 = 300 \text{ Mpa}$, λόγω διέγερσης **Gabor** $\text{PGA} = 1.00 \text{ g}$, για περιόδους $T = 0.10 \text{ s}$ (άνω), $T = 0.33 \text{ s}$ (μεσαίο) και $T = 1.00 \text{ s}$ (κάτω)

Διεγέρσεις

Gabor

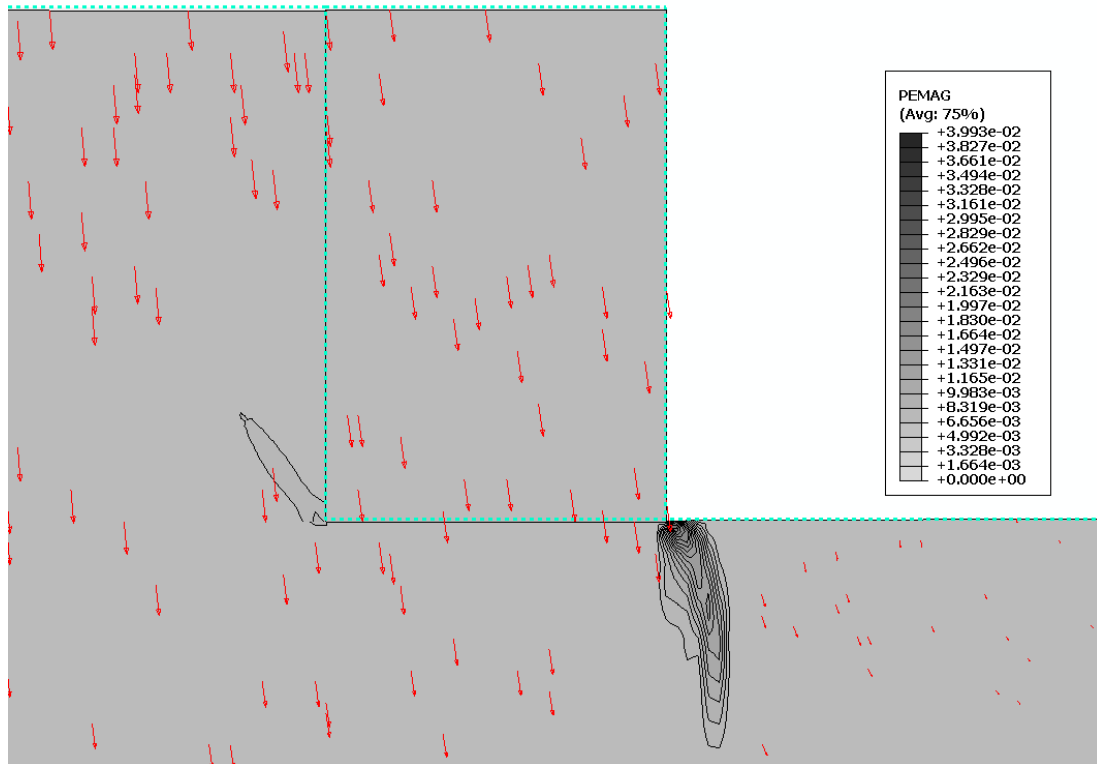
$$PGA = 1.00 \text{ g}$$

$$T = 0.10 \text{ s}$$

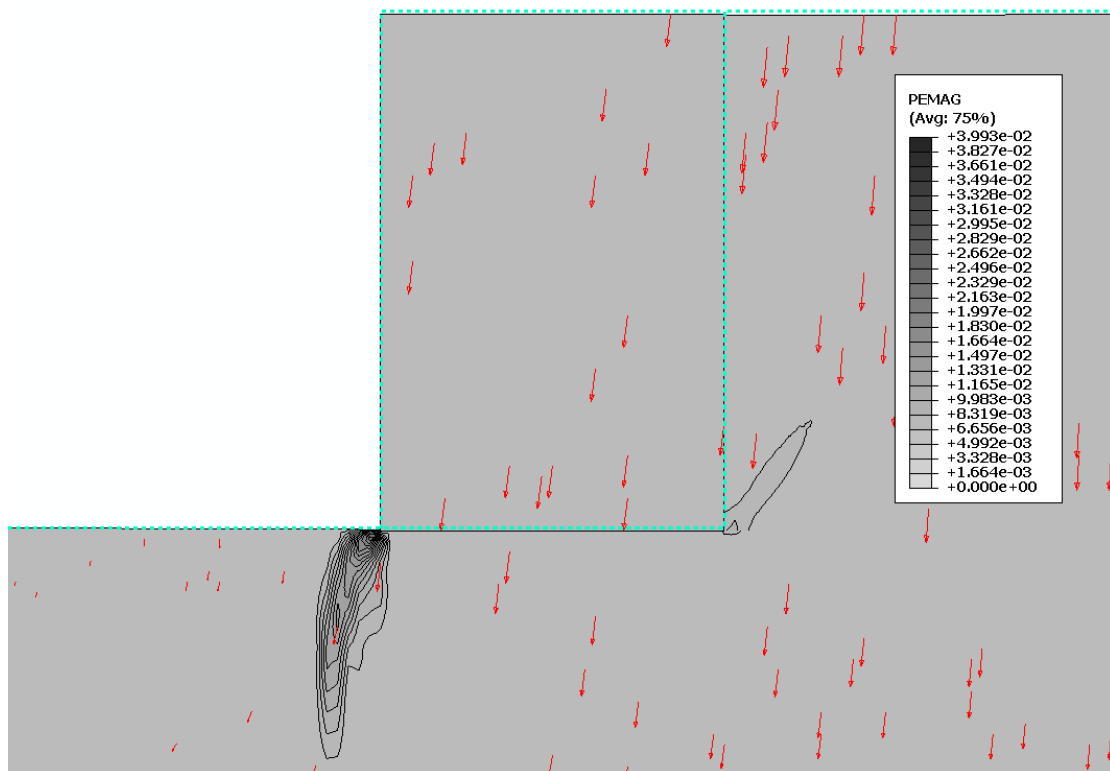
$$T = 0.33 \text{ s}$$

$$T = 1.00 \text{ s}$$

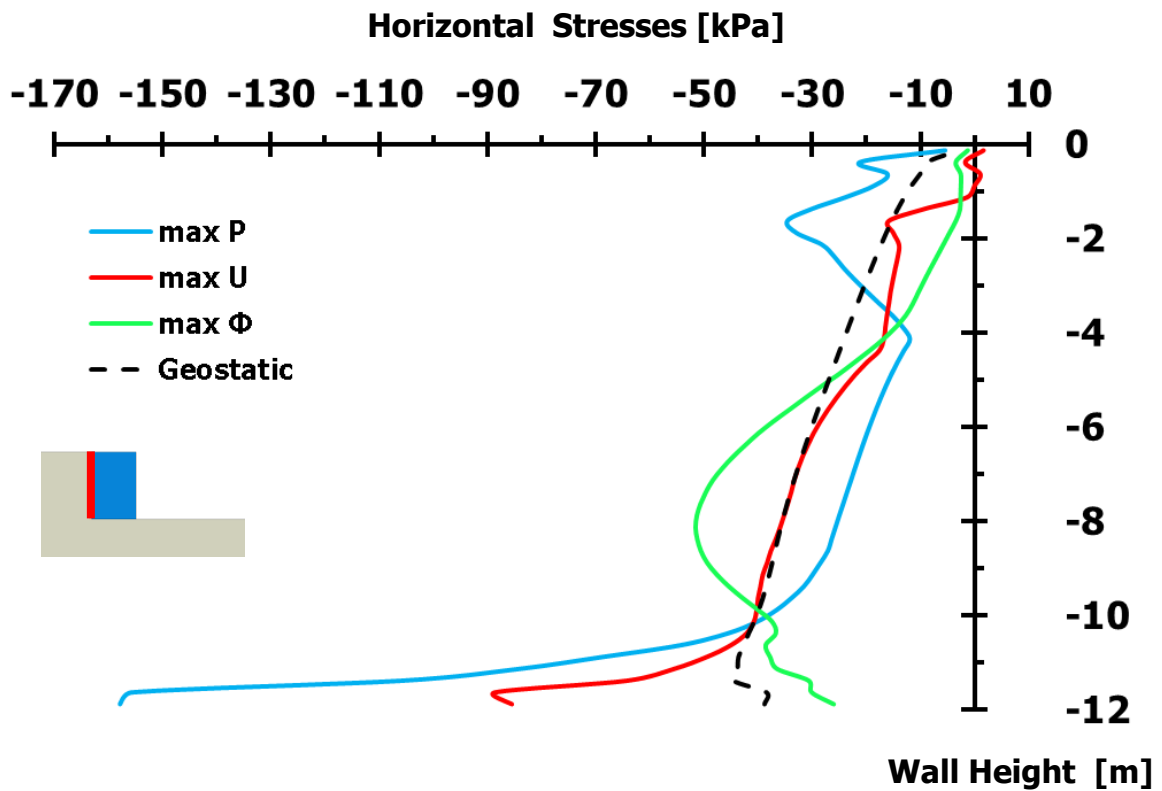
$$E2 = 60 \text{ MPa}$$



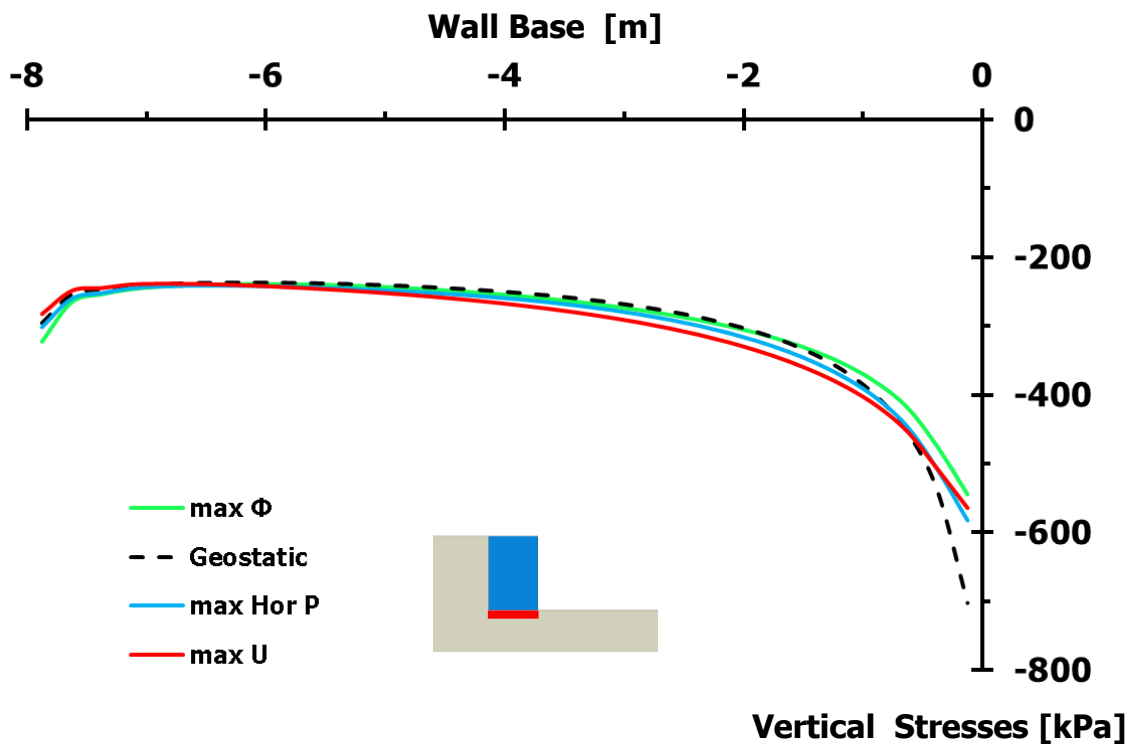
Σχήμα 2.24. Πλαστικές παραμορφώσεις με διανύσματα συνδυασμένης μετακίνησης αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g, περιόδου T = 0.10 s** [Έδαφος θεμελίωσης με E = 60 MPa – Φυσική κλίμακα]



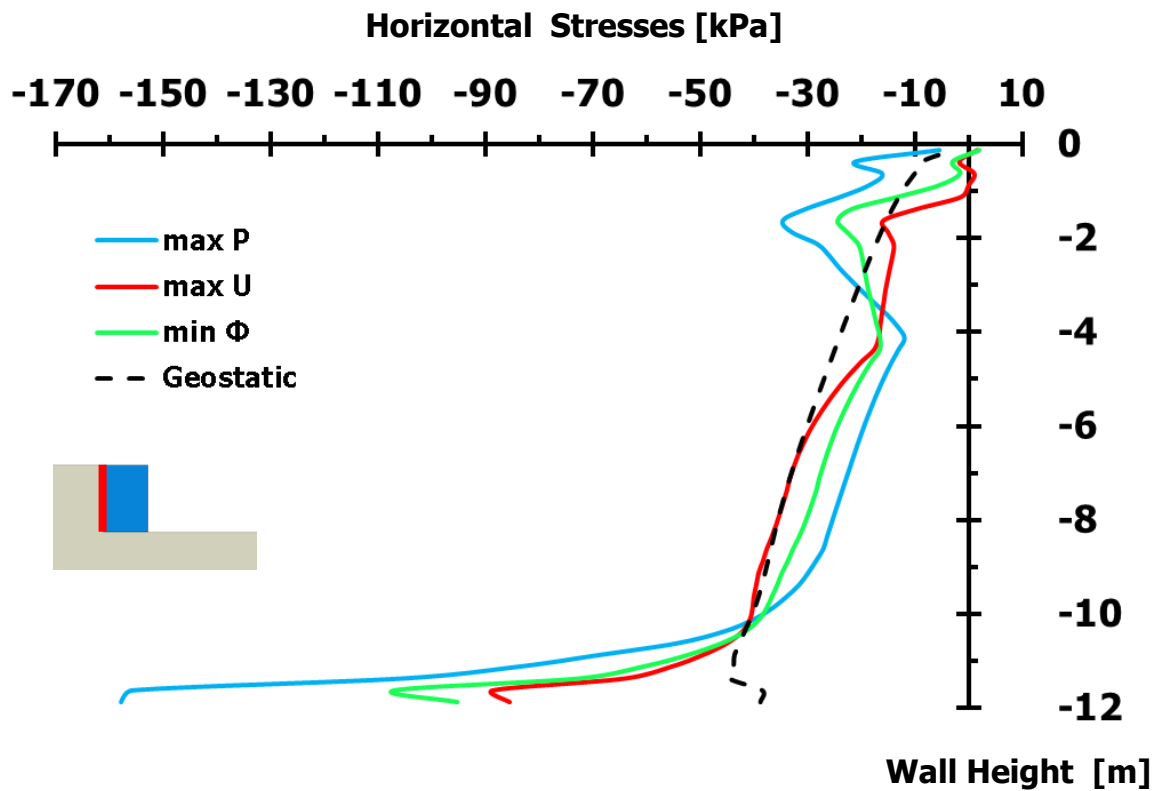
Σχήμα 2.25. Πλαστικές παραμορφώσεις με διανύσματα συνδυασμένης μετακίνησης δεξιού τοίχου βαρύτητας, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g, T = 0.10 s** [Έδαφος θεμελίωσης με E = 60 MPa – Φυσική κλίμακα]



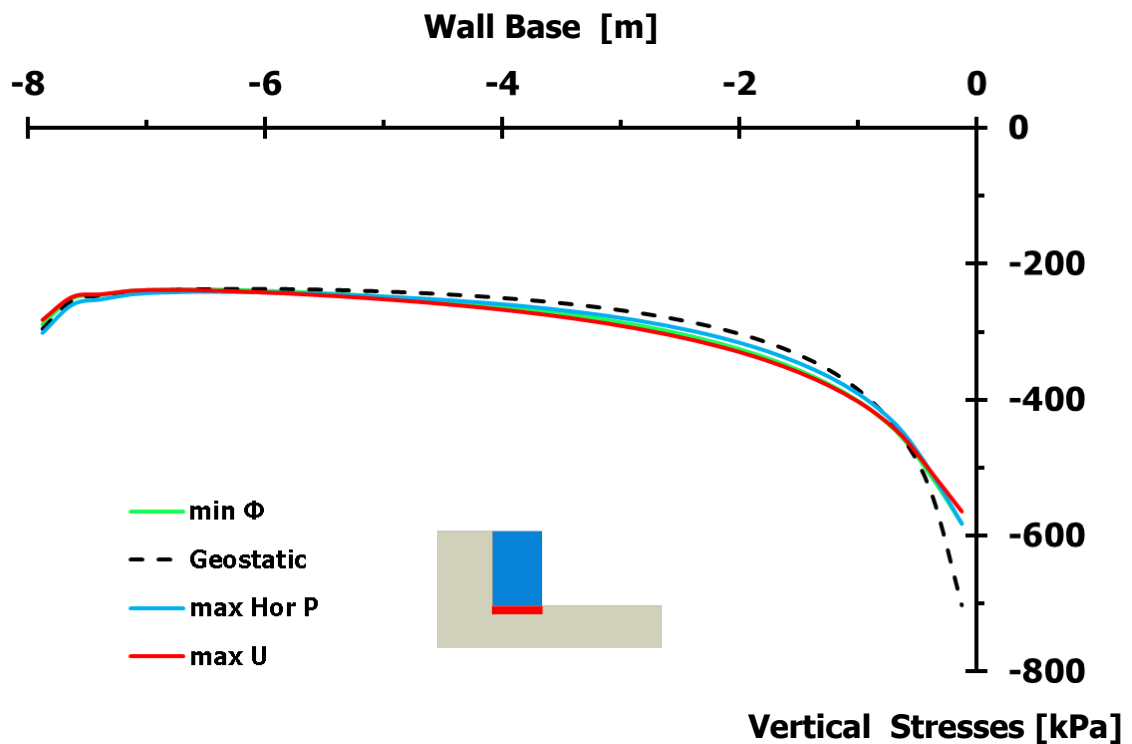
Διάγραμμα 2.102. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων, διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά του αριστερού τοίχου, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g, T = 0.10 s** [Μέγιστη περιστροφή του τοίχου - Έδαφος θεμελίωσης με $E = 60 \text{ MPa}$]



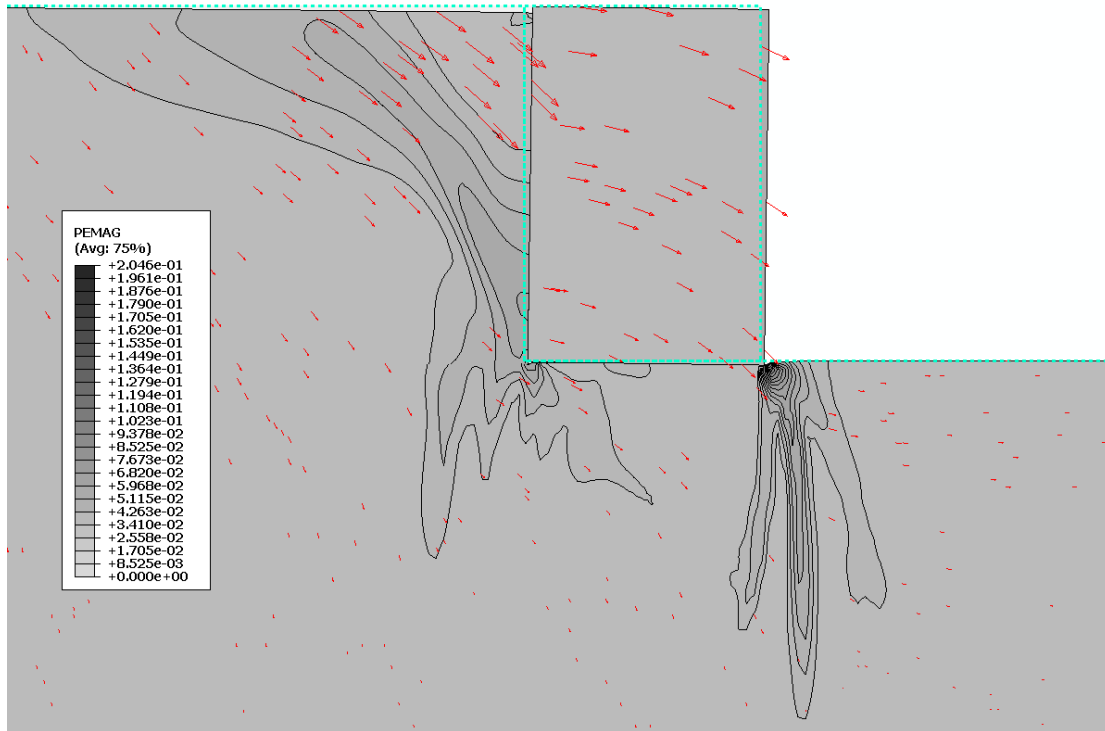
Διάγραμμα 2.103. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων, διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στη βάση του αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g, T = 0.10 s** [Μέγιστη περιστροφή του τοίχου - Έδαφος θεμελίωσης με $E = 60 \text{ MPa}$]



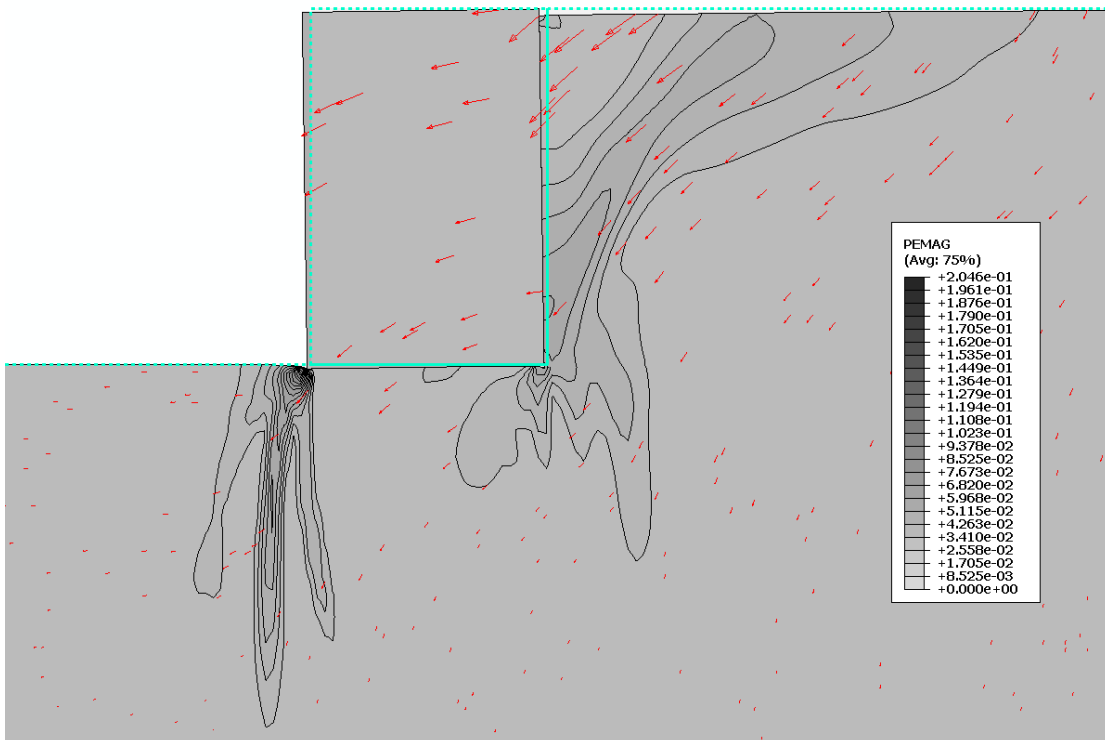
Διάγραμμα 2.104. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων, διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά του αριστερού τοίχου, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g, T = 0.10 s** [Περιστροφή στον ελεύθερο χώρο - Έδαφος θεμελίωσης με $E = 60 \text{ MPa}$]



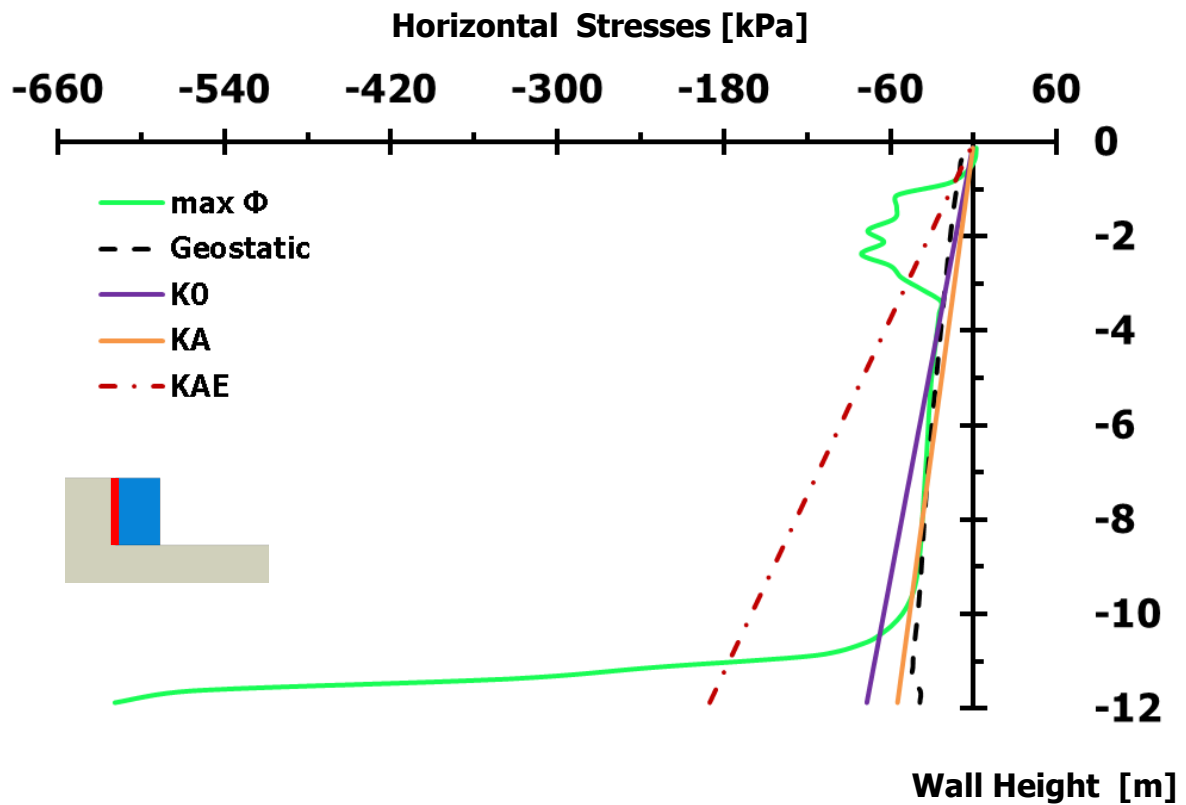
Διάγραμμα 2.105. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων, διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στη βάση του αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g, T = 0.10 s** [Περιστροφή στον ελεύθερο χώρο - Έδαφος θεμελίωσης με $E = 60 \text{ MPa}$]



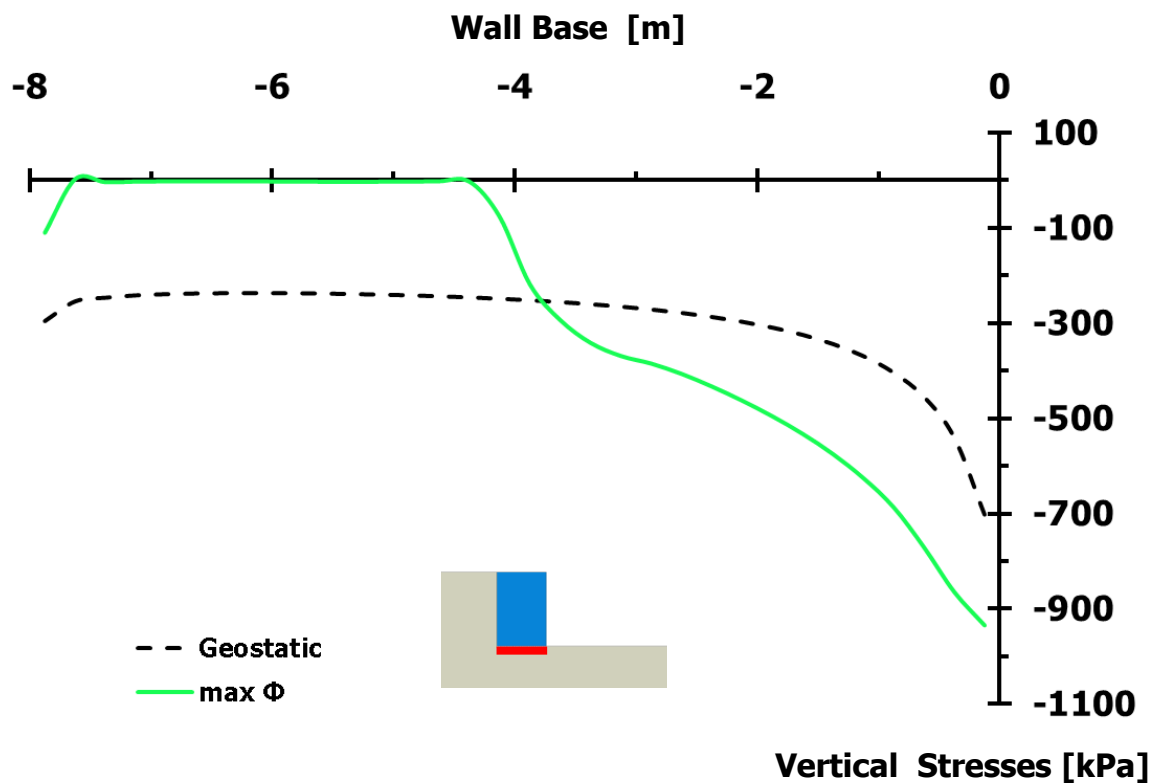
Σχήμα 2.26. Πλαστικές παραμορφώσεις με διανύσματα συνδυασμένης μετακίνησης αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g, περιόδου T = 0.33 s** [Έδαφος θεμελίωσης με E = 60 MPa – Φυσική κλίμακα]



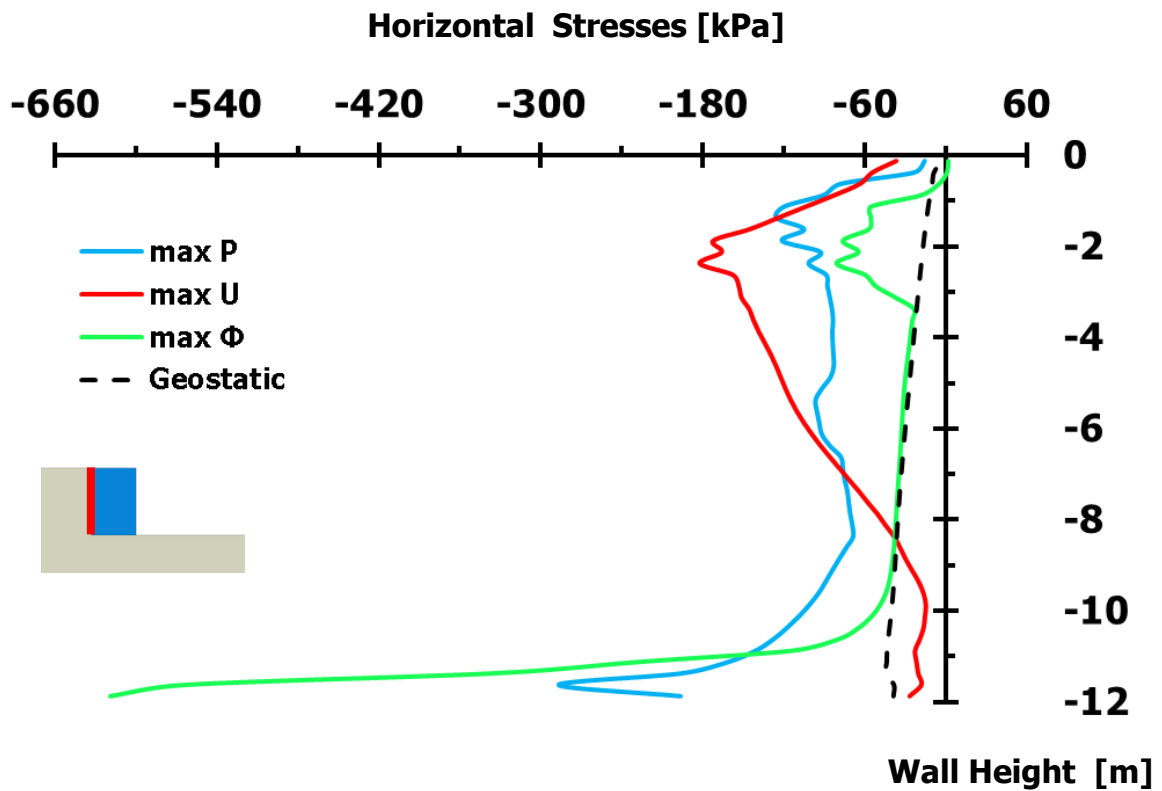
Σχήμα 2.27. Πλαστικές παραμορφώσεις με διανύσματα συνδυασμένης μετακίνησης δεξιού τοίχου βαρύτητας, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g, T = 0.33 s** [Έδαφος θεμελίωσης με E = 60 MPa – Φυσική κλίμακα]



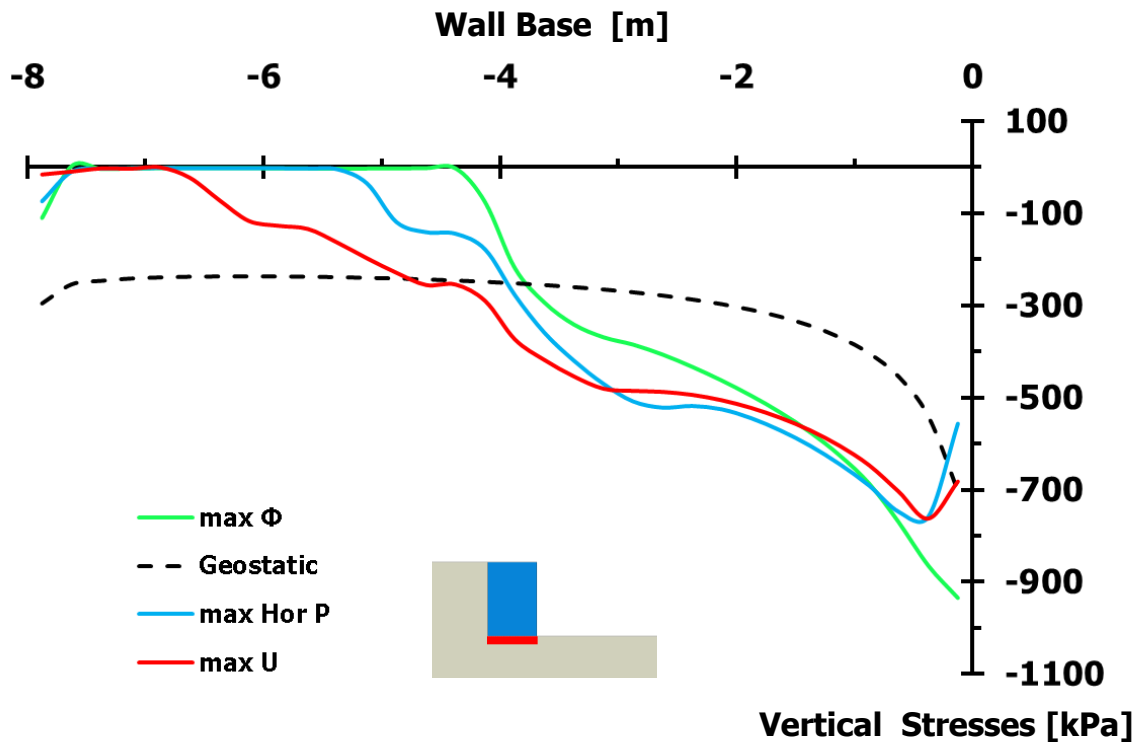
Διάγραμμα 2.106. Εδαφικές ωθήσεις κάθετες στην αντιστηριζόμενη πλευρά του αριστερού τοίχου βαρύτητας, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής του, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g**, **T = 0.33 s** [Έδαφος θεμελίωσης με **E = 60 MPa**]



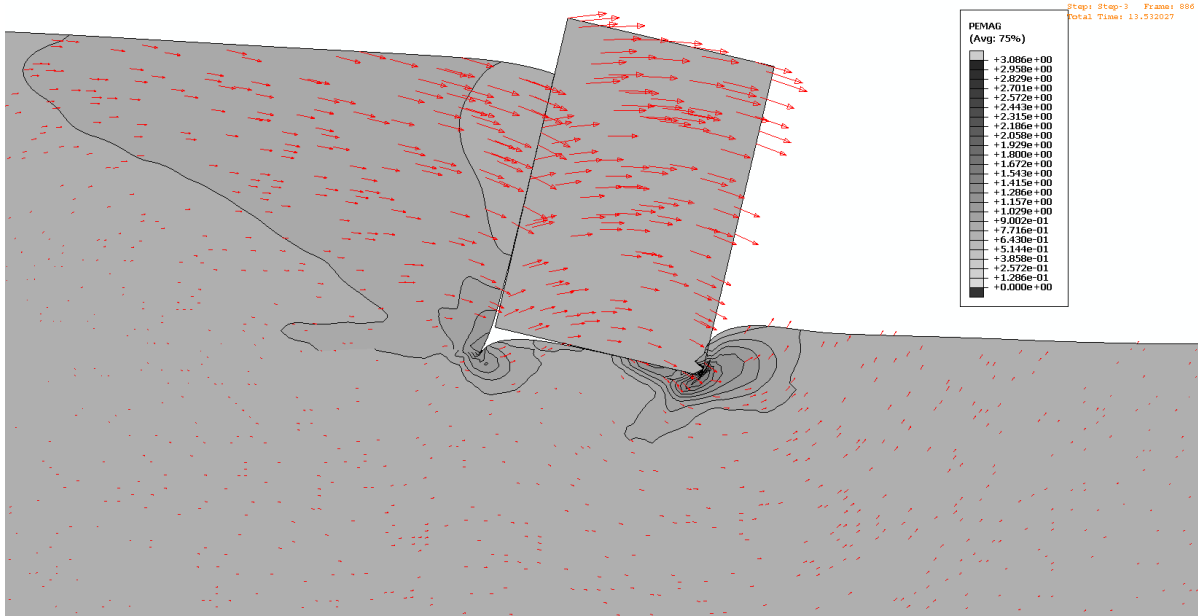
Διάγραμμα 2.107. Εδαφικές ωθήσεις κάθετες στη βάση του αριστερού τοίχου βαρύτητας, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής του, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g**, **T = 0.33 s** [Έδαφος θεμελίωσης με **E = 60 MPa**]



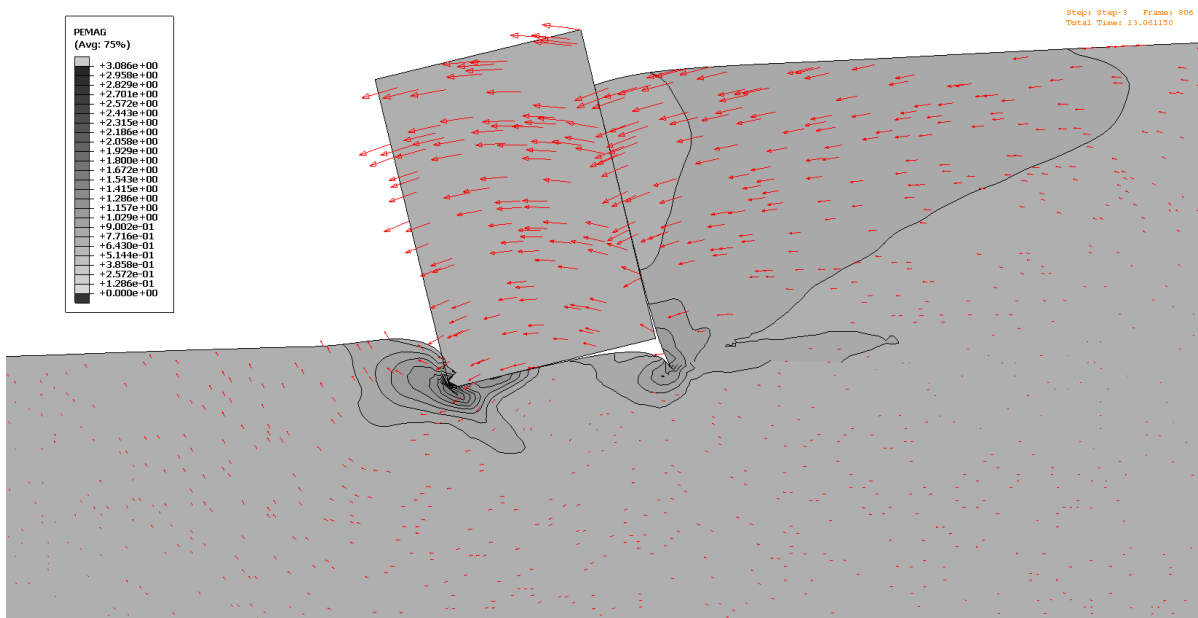
Διάγραμμα 2.108. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων, διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά του αριστερού τοίχου, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g, T = 0.33 s** [Θετική μέγιστη περιστροφή του τοίχου - Έδαφος θεμελίωσης με $E = 60 \text{ MPa}$]



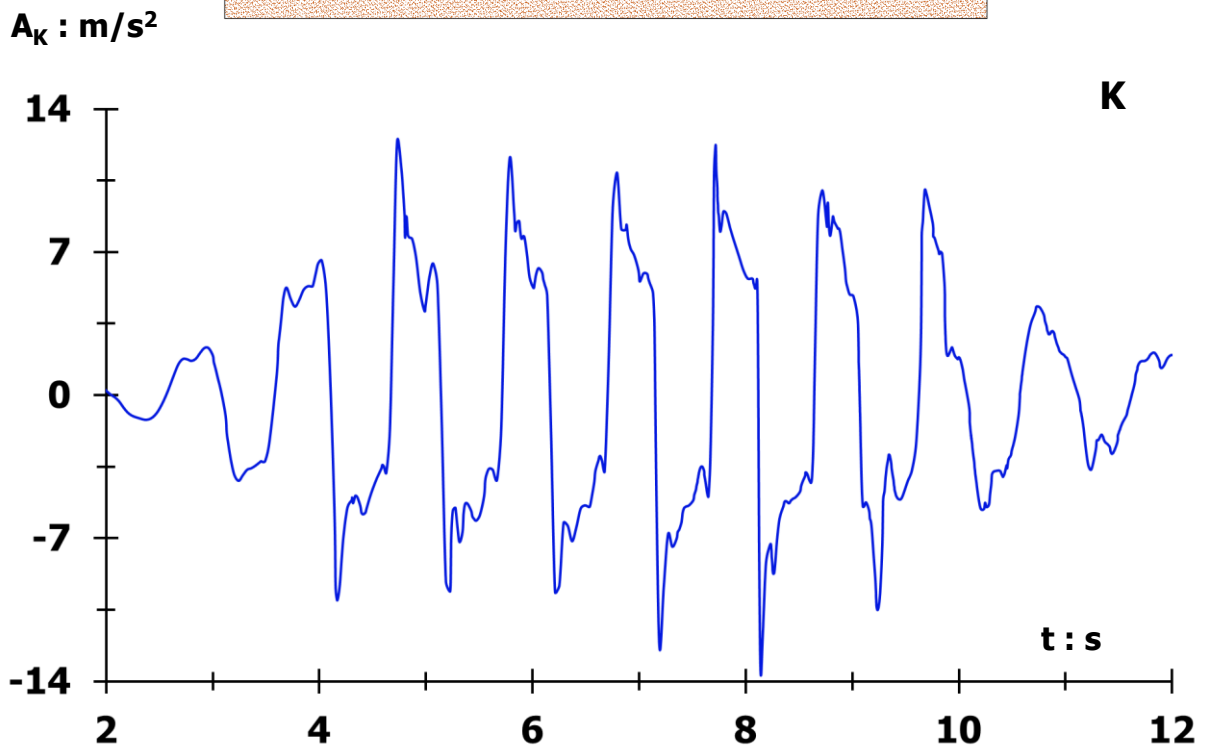
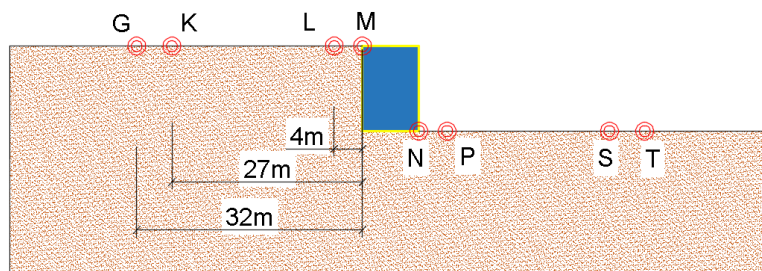
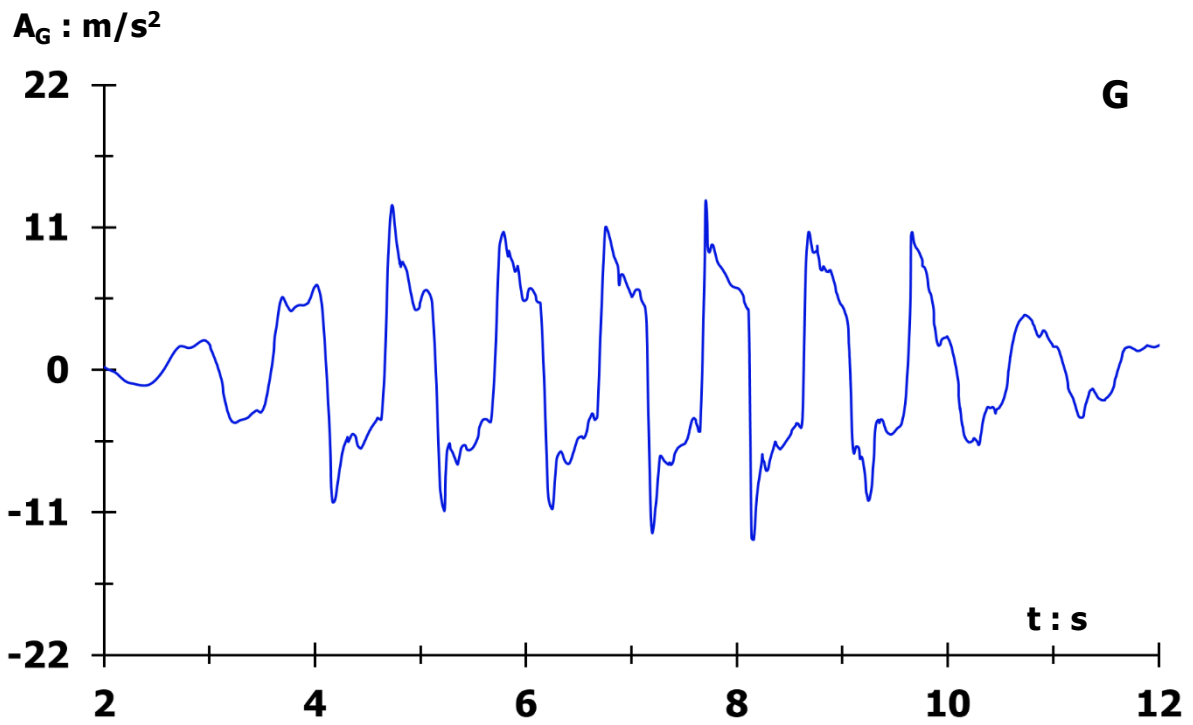
Διάγραμμα 2.109. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων, διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στη βάση του αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g, T = 0.33 s** [Θετική μέγιστη περιστροφή του τοίχου - Έδαφος θεμελίωσης με $E = 60 \text{ MPa}$]



Σχήμα 2.28. Πλαστικές παραμορφώσεις με διανύσματα συνδυασμένης μετακίνησης αριστερού τοίχου, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής του τοίχου, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g**, περιόδου **T = 1.00 s** [Έδαφος θεμελίωσης με $E = 60 \text{ MPa}$]

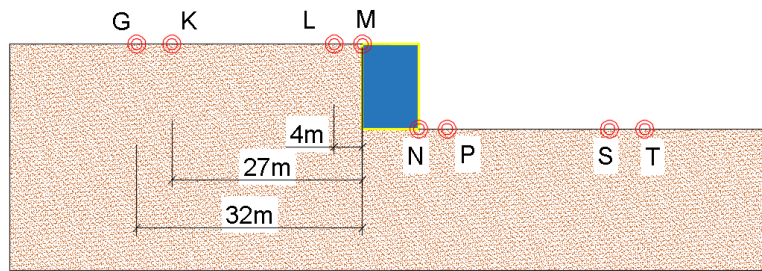
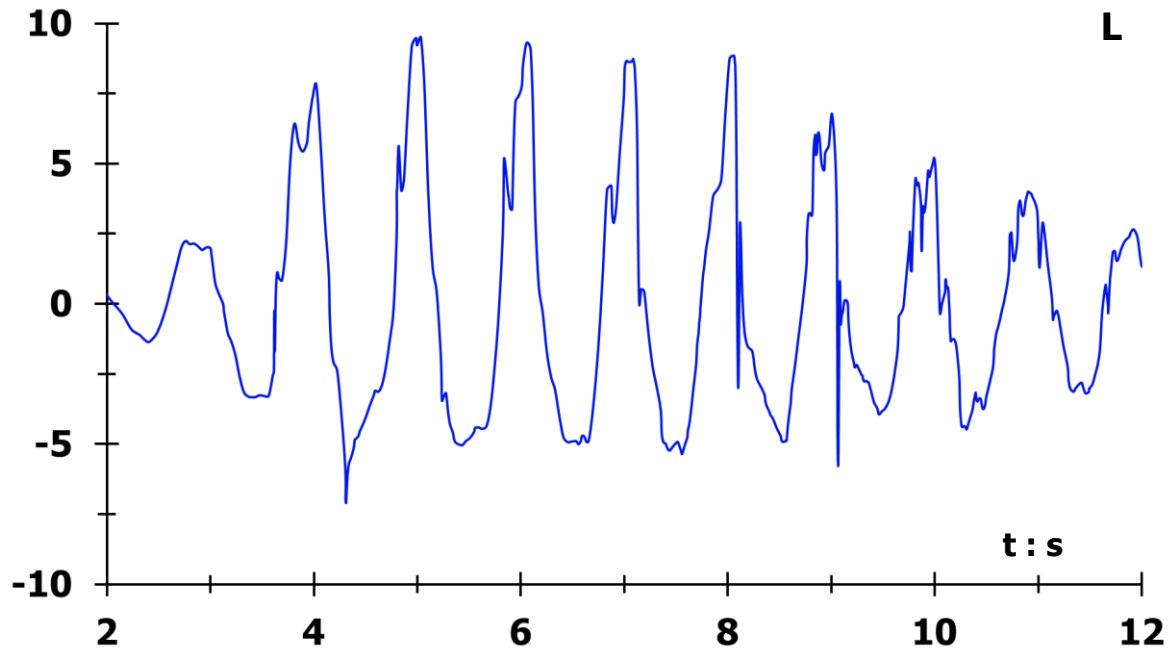


Σχήμα 2.29. Πλαστικές παραμορφώσεις με διανύσματα συνδυασμένης μετακίνησης δεξιού τοίχου βαρύτητας, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής του τοίχου, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g**, **T = 1.00 s** [Έδαφος θεμελίωσης με $E = 60 \text{ MPa}$]

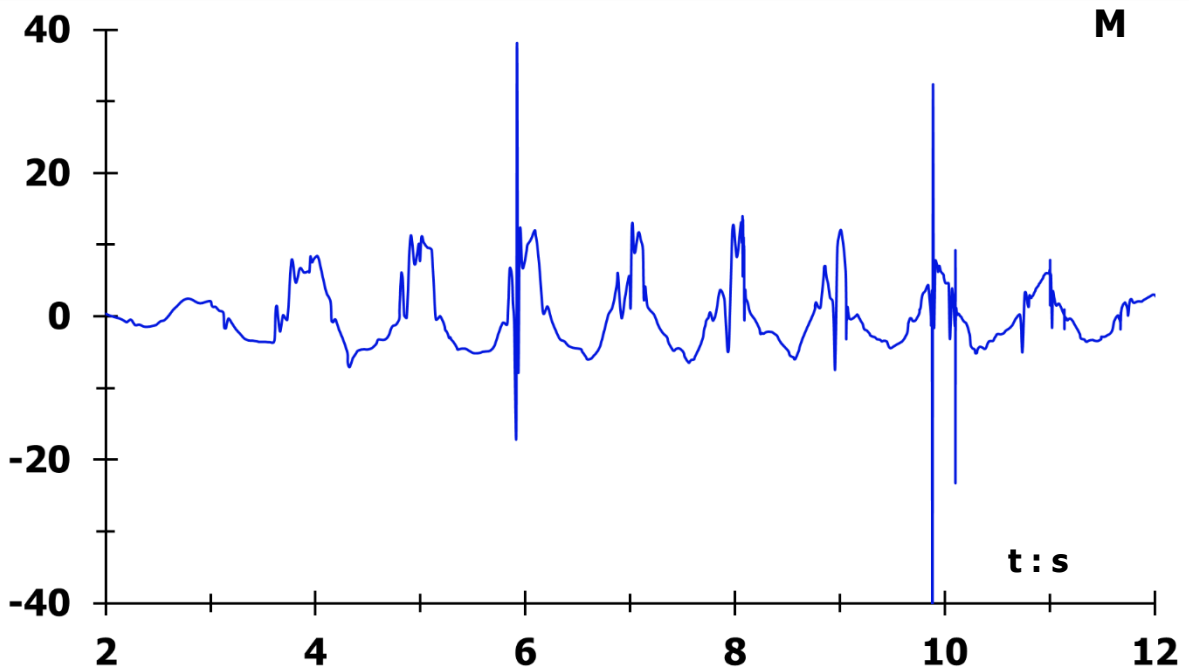


Διάγραμμα 2.110. Επιταχύνσεις στην ελεύθερη εδαφική επιφάνεια στο σημείο **G** (άνω) και **K** (κάτω), λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00 g$, περιόδου $T = 1.00 s$ [Έδαφος θεμελίωσης τοίχου με $E = 60 MPa$]

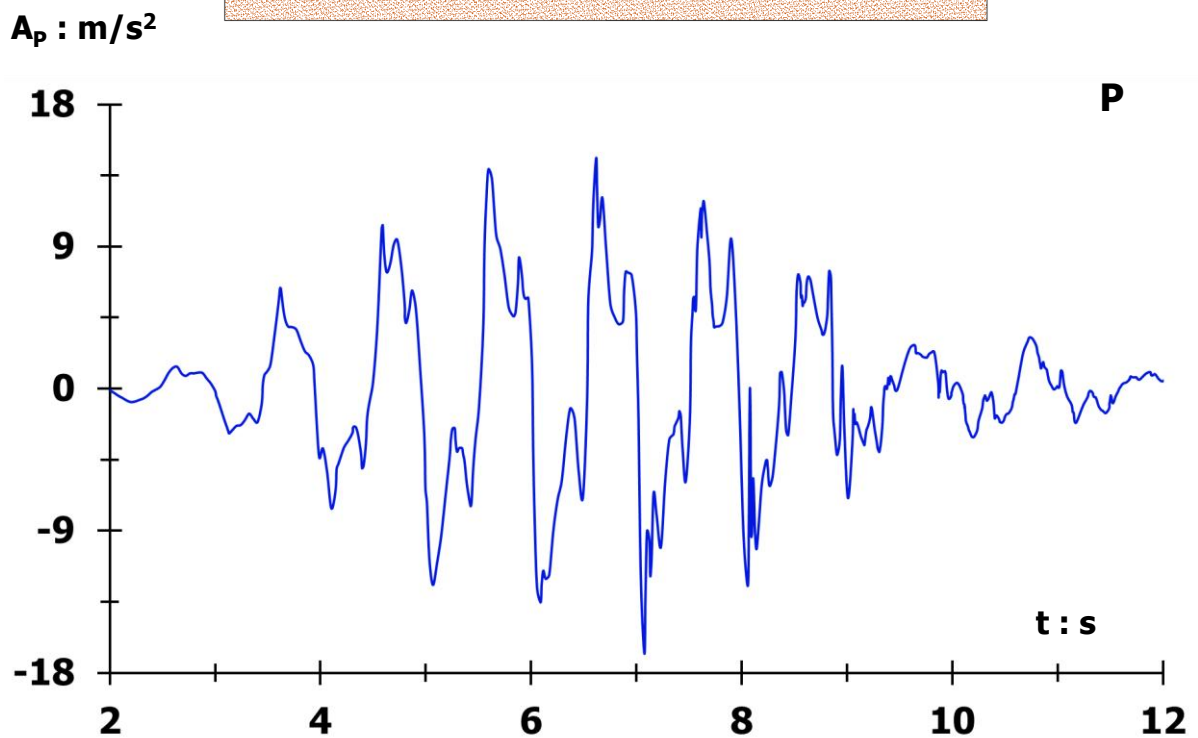
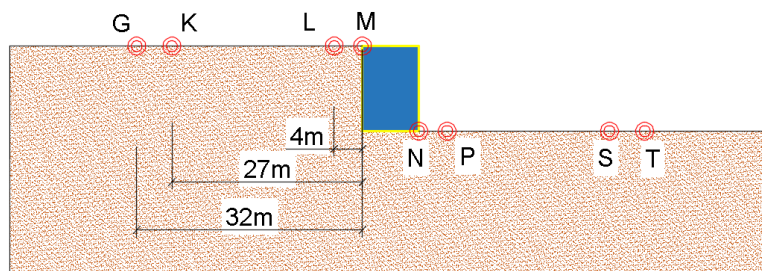
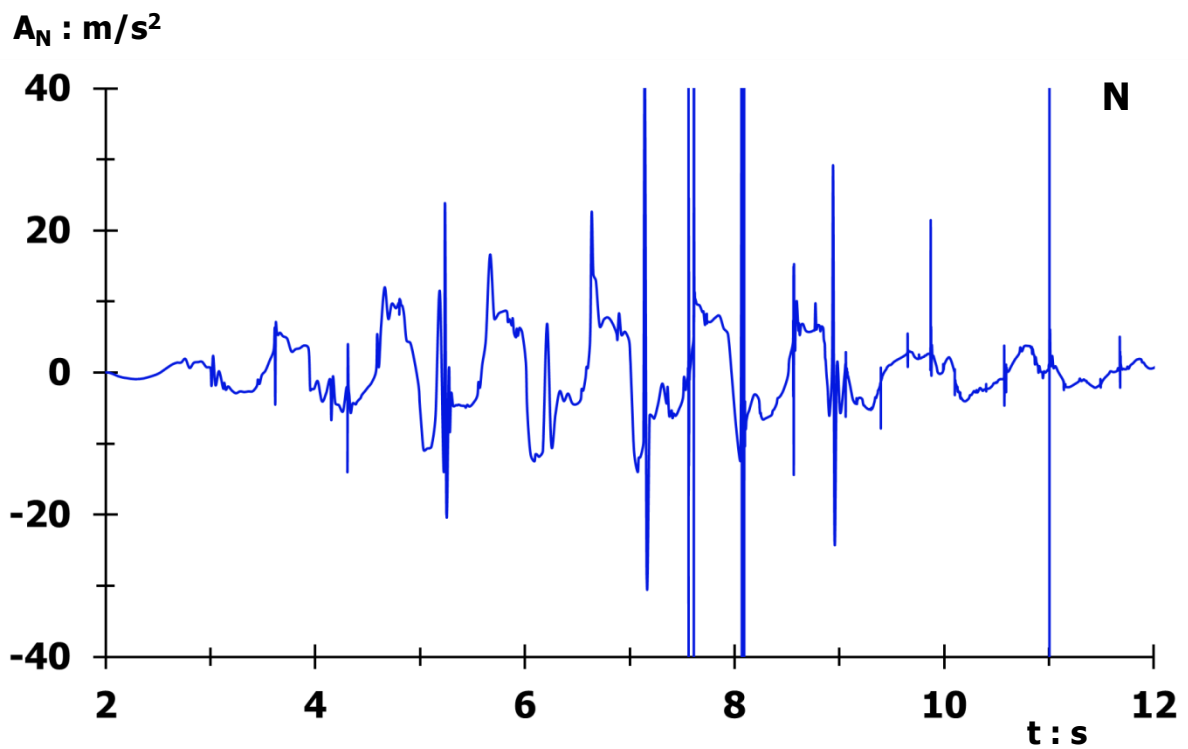
$A_L : m/s^2$



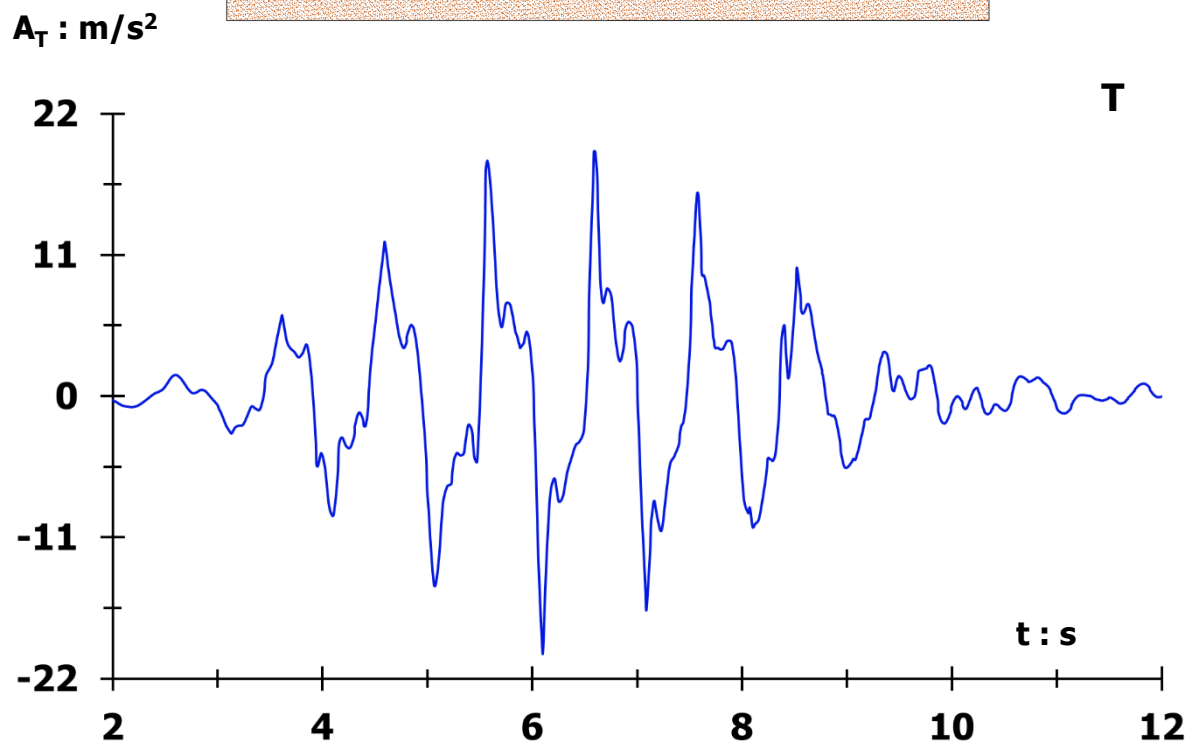
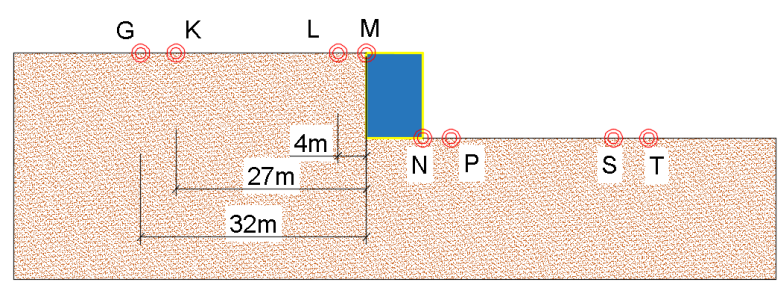
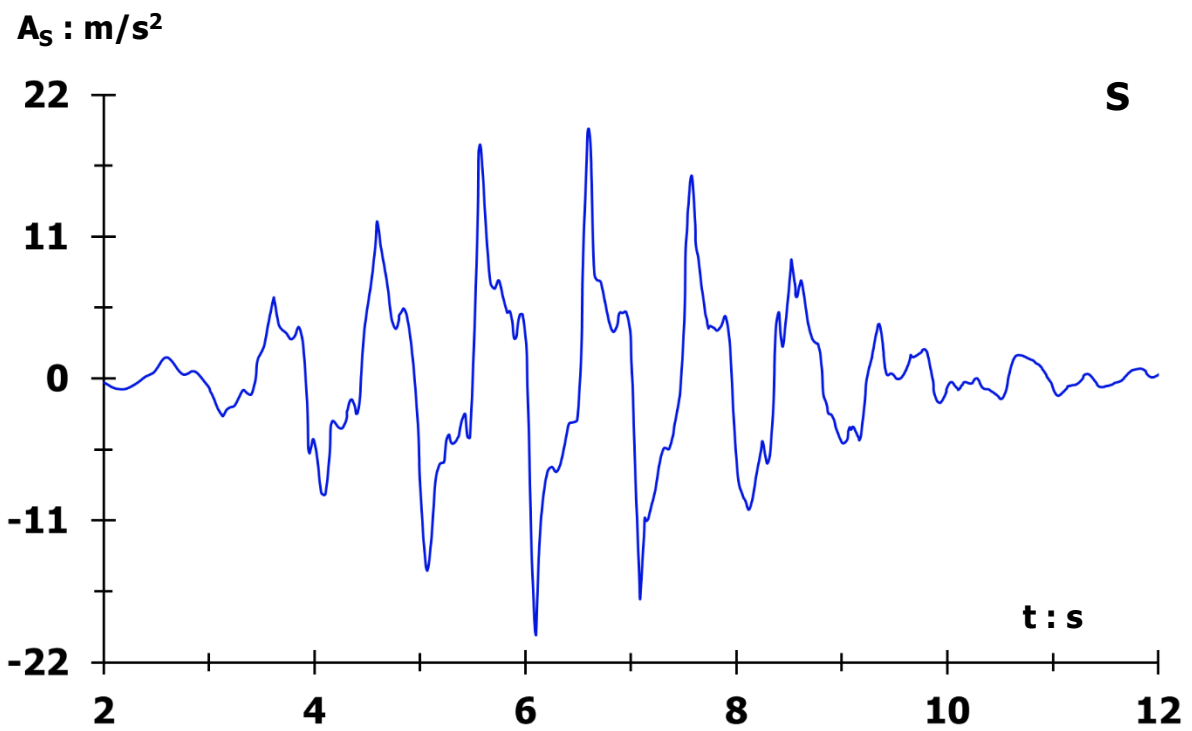
$A_M : m/s^2$



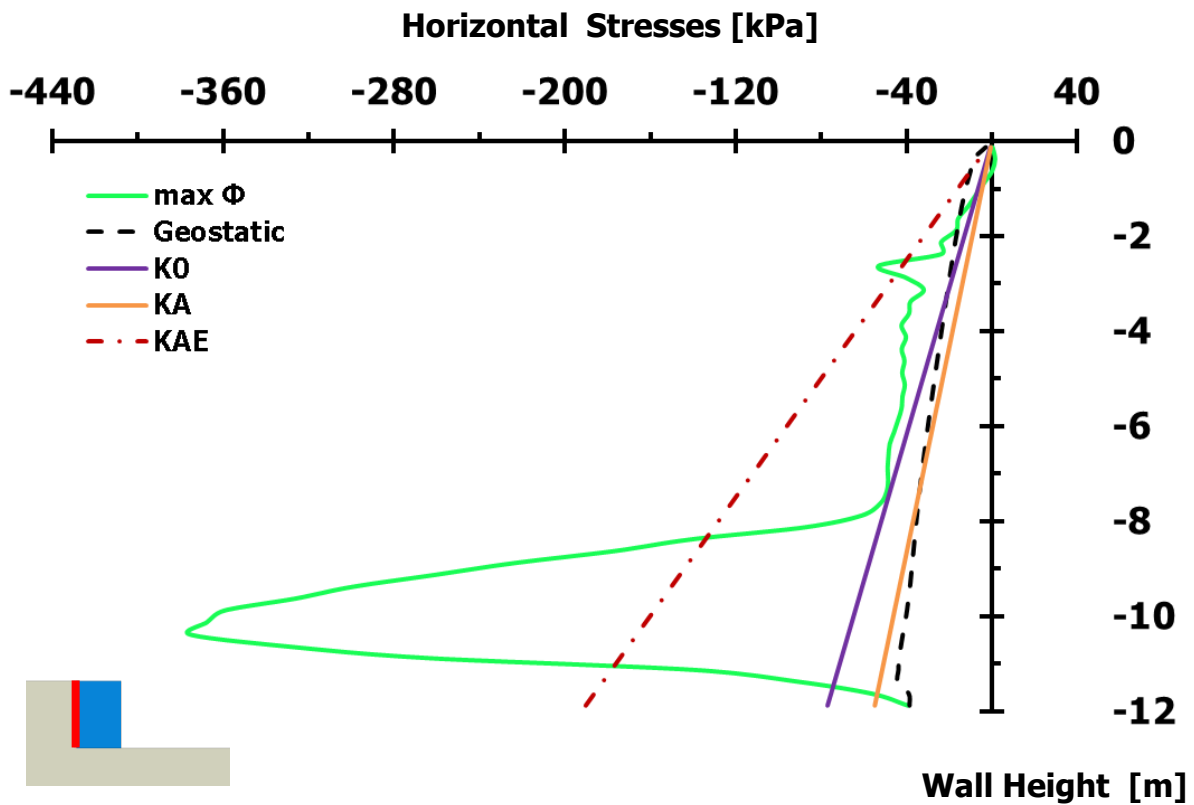
Διάγραμμα 2.111. Επιταχύνσεις στην ελεύθερη εδαφική επιφάνεια στο σημείο **L (άνω)** και **M (κάτω)**, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00 g$, $T = 1.00 s$ [Έδαφος θεμελίωσης τοίχου με $E = 60 MPa$]



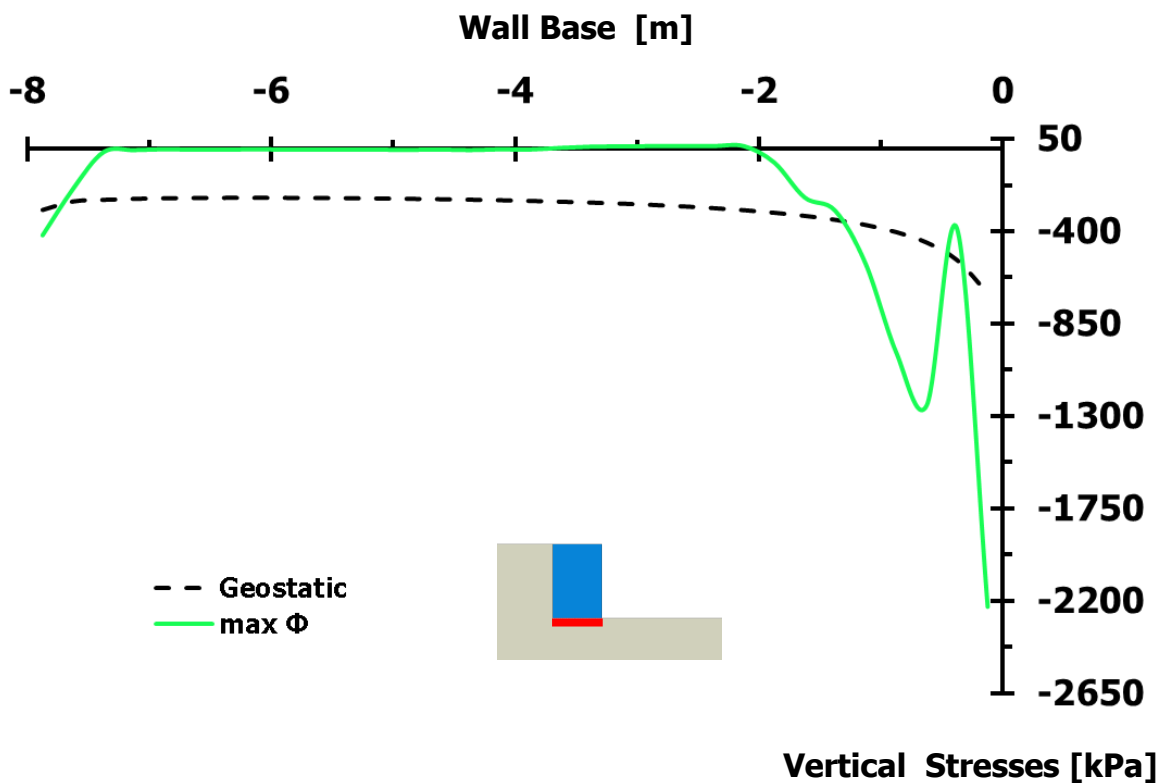
Διάγραμμα 2.112. Επιταχύνσεις στην ελεύθερη εδαφική επιφάνεια στο σημείο **N (άνω)** και **P (κάτω)**, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00 g$, $T = 1.00 s$ [Έδαφος θεμελίωσης τοίχου με $E = 60 MPa$]



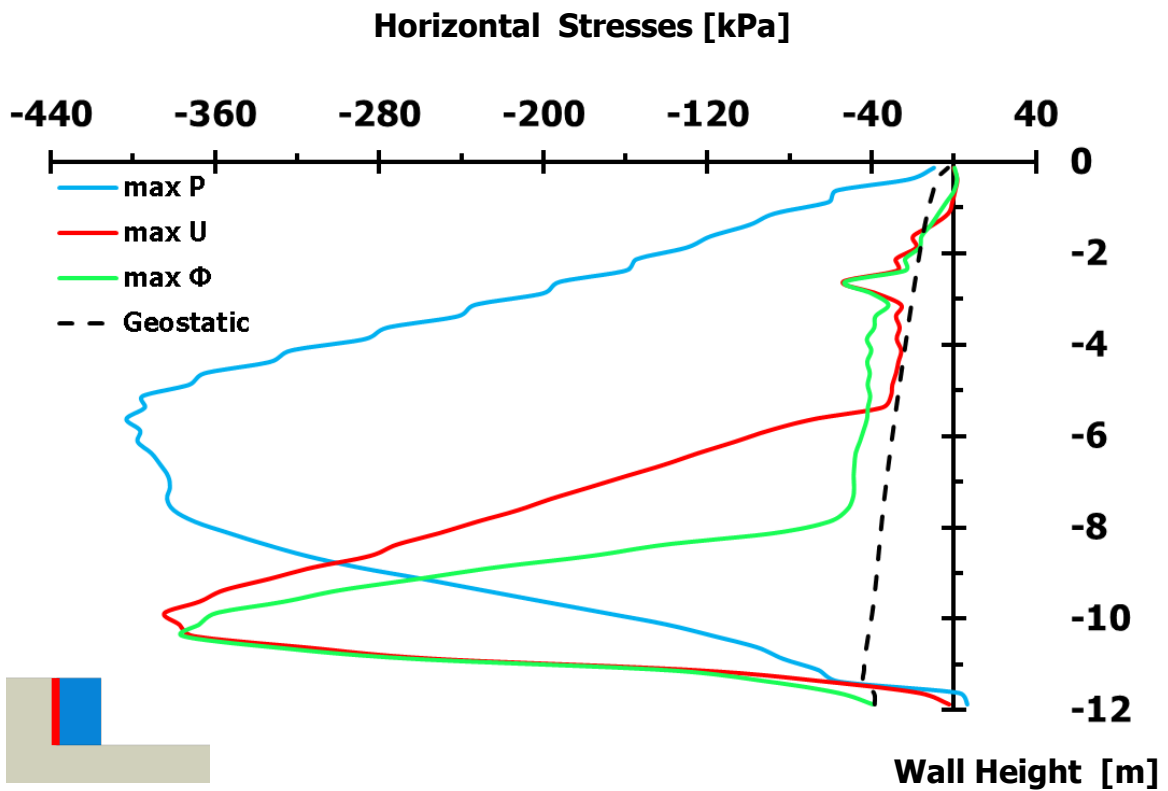
Διάγραμμα 2.113. Επιταχύνσεις στην ελεύθερη εδαφική επιφάνεια στο σημείο **S (άνω)** και **T (κάτω)**, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g, T = 1.00 s** [Έδαφος θεμελίωσης τοίχου με **E = 60 MPa**]



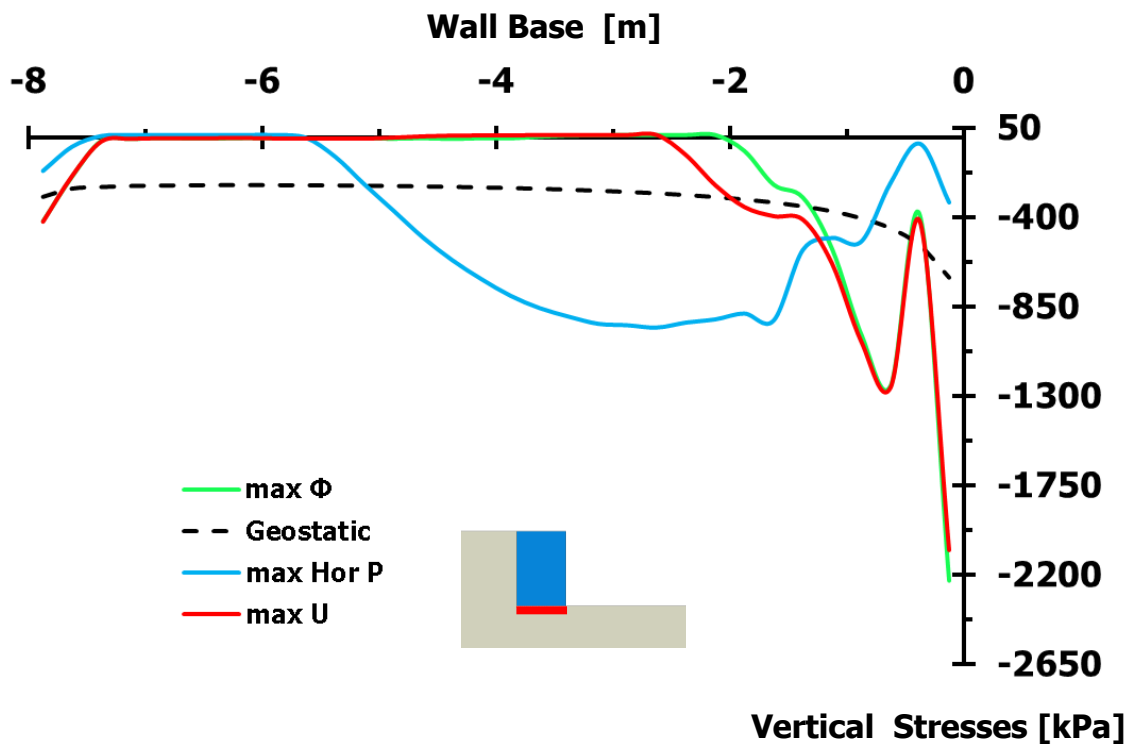
Διάγραμμα 2.114. Εδαφικές ωθήσεις κάθετες στην αντιστηριζόμενη πλευρά του αριστερού τοίχου βαρύτητας, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής του, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g**, **T = 1.00 s** [Έδαφος θεμελίωσης με **E = 60 MPa**]



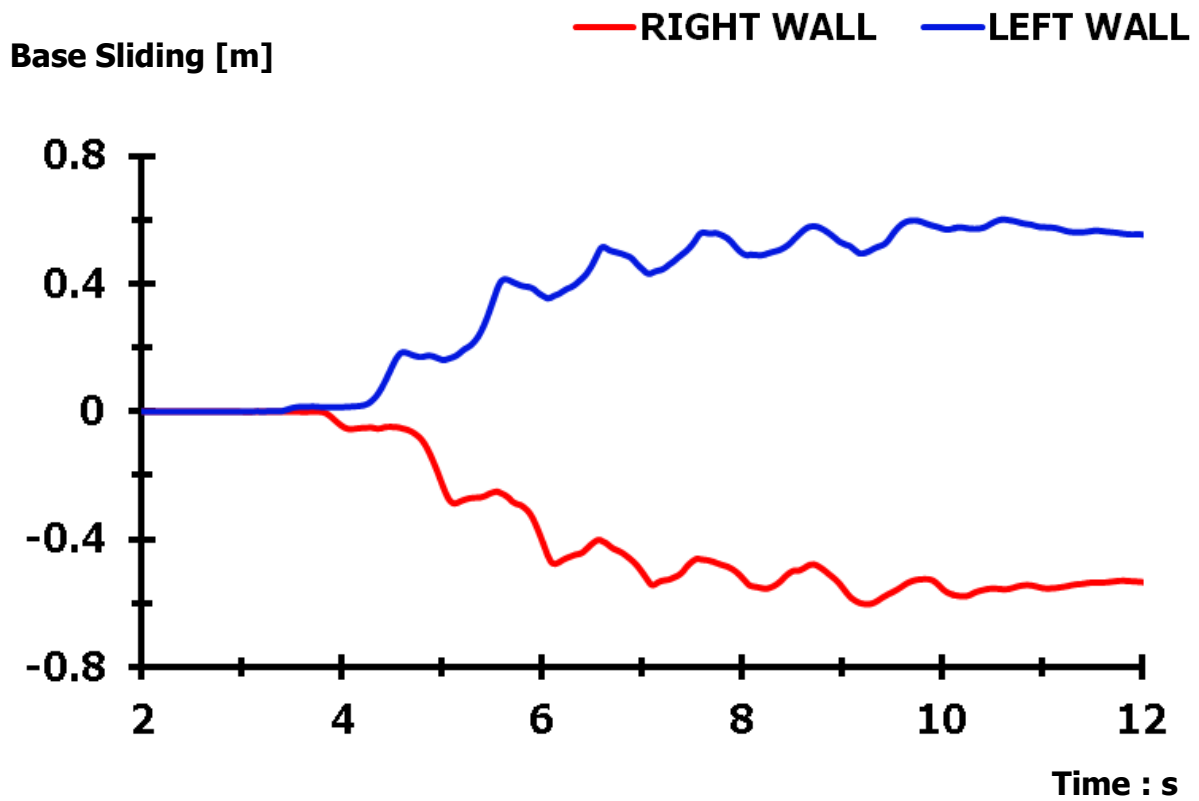
Διάγραμμα 2.115. Εδαφικές ωθήσεις κάθετες στη βάση του αριστερού τοίχου βαρύτητας, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής του, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g**, **T = 1.00 s** [Έδαφος θεμελίωσης με **E = 60 MPa**]



Διάγραμμα 2.116. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων, διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά του αριστερού τοίχου, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00\text{ g}$, $T = 1.00\text{ s}$ [Μέγιστη περιστροφή του τοίχου - Έδαφος θεμελίωσης με $E = 60\text{ MPa}$]

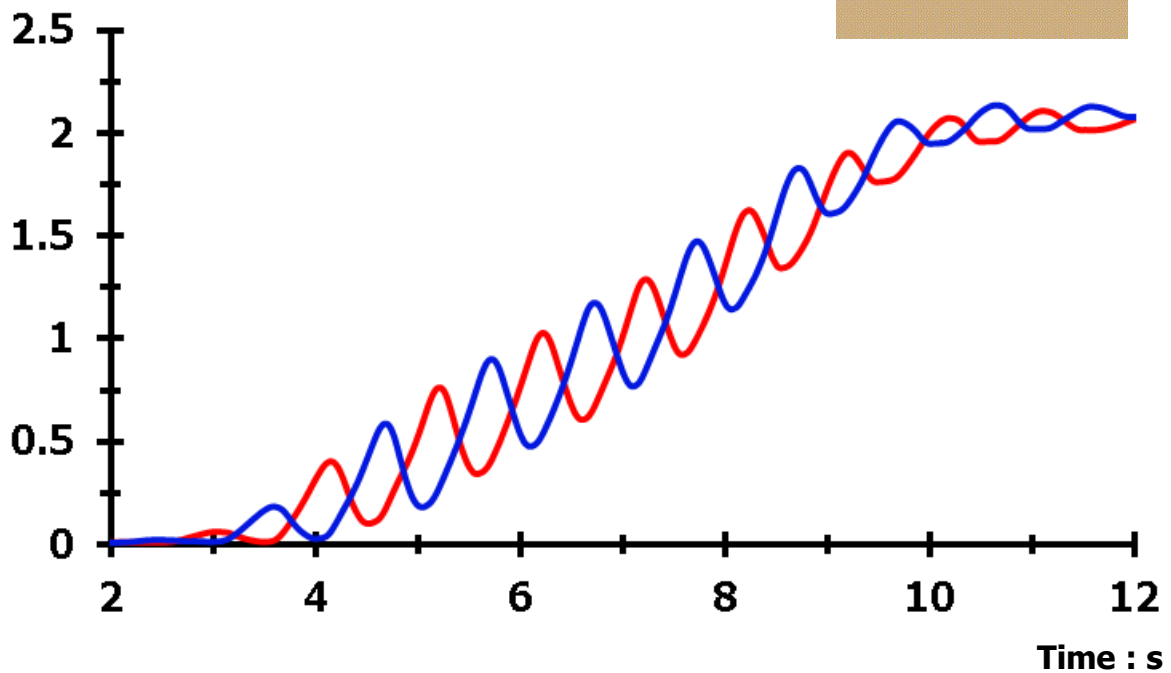


Διάγραμμα 2.117. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων, διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στη βάση του αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00\text{ g}$, $T = 1.00\text{ s}$ [Μέγιστη περιστροφή του τοίχου - Έδαφος θεμελίωσης με $E = 60\text{ MPa}$]

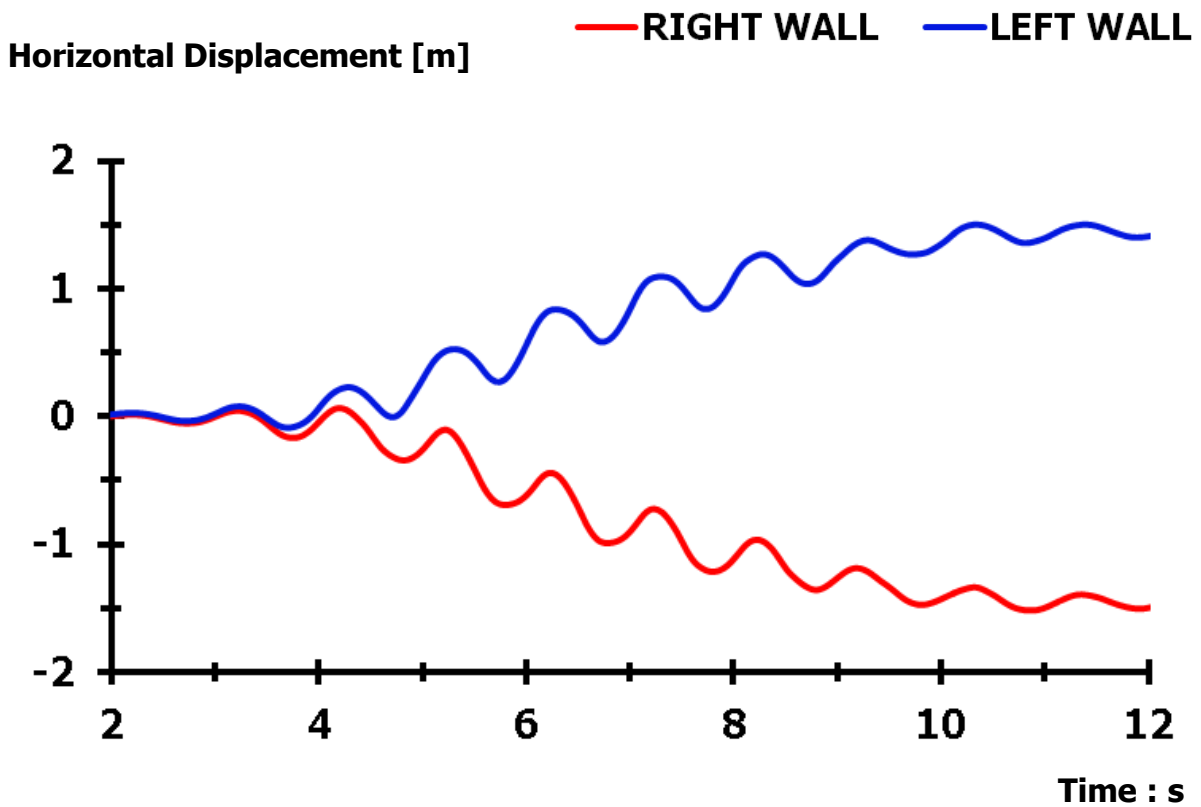


Διάγραμμα 2.118. Σύγκριση ολισθήσεων στη βάση του αριστερού και του δεξιού τοίχου βαρύτητας, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g, T = 1.00 s [E₂ = 60 MPa]**

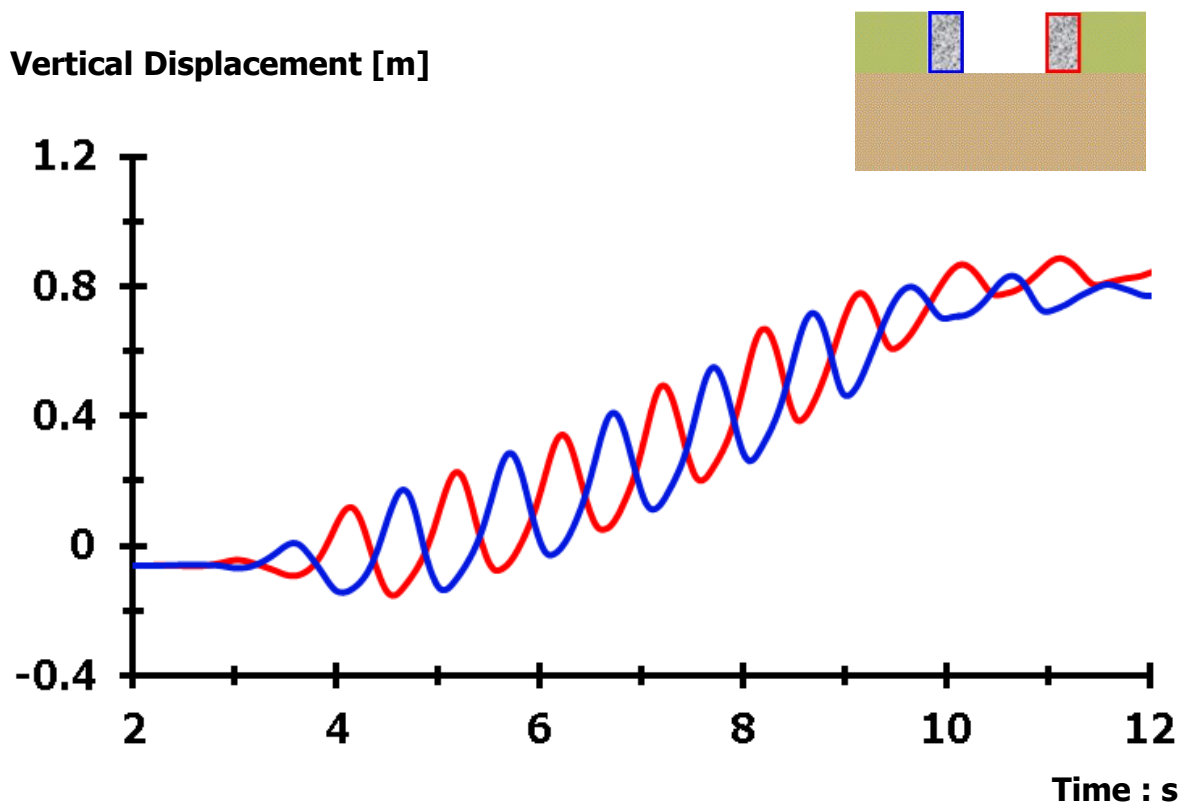
Side Sliding [m]



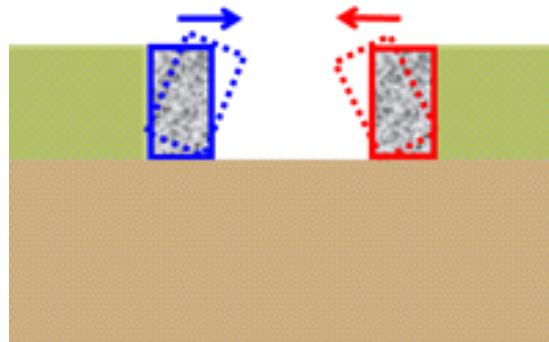
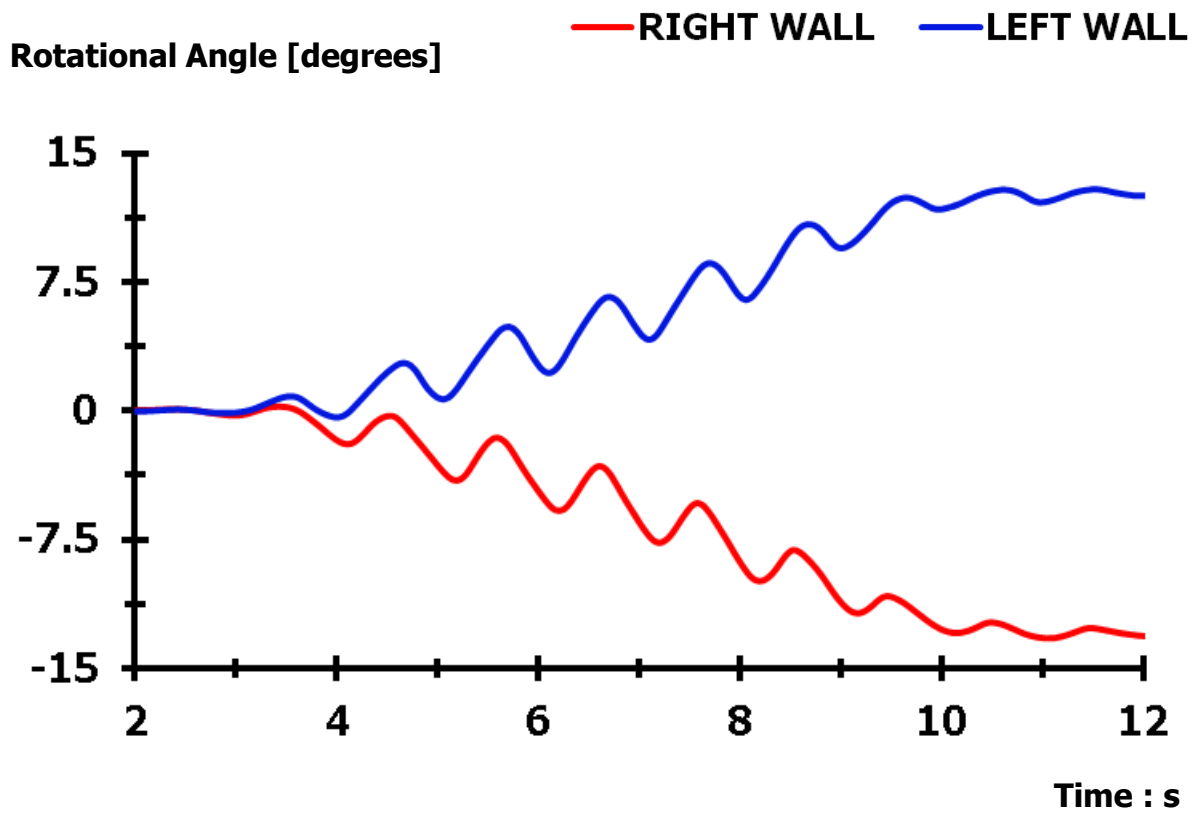
Διάγραμμα 2.119. Σύγκριση ολισθήσεων στην πλευρά επαφής του αριστερού και του δεξιού τοίχου με το αντιστηριζόμενο έδαφος, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g, T = 1.00 s [E₂ = 60 MPa]**



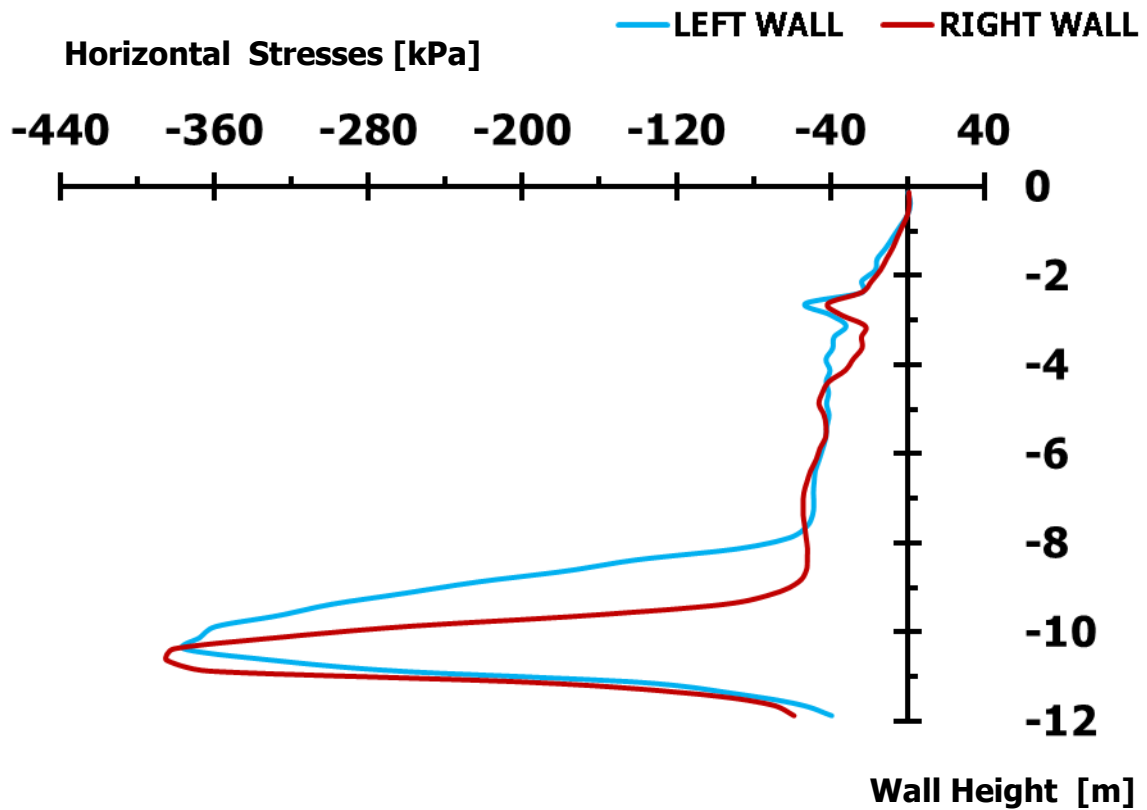
Διάγραμμα 2.120. Σύγκριση οριζοντίων μετακινήσεων αριστερού και δεξιού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00 \text{ g}$, $T = 1.00 \text{ s}$ [$E_2 = 60 \text{ MPa}$]



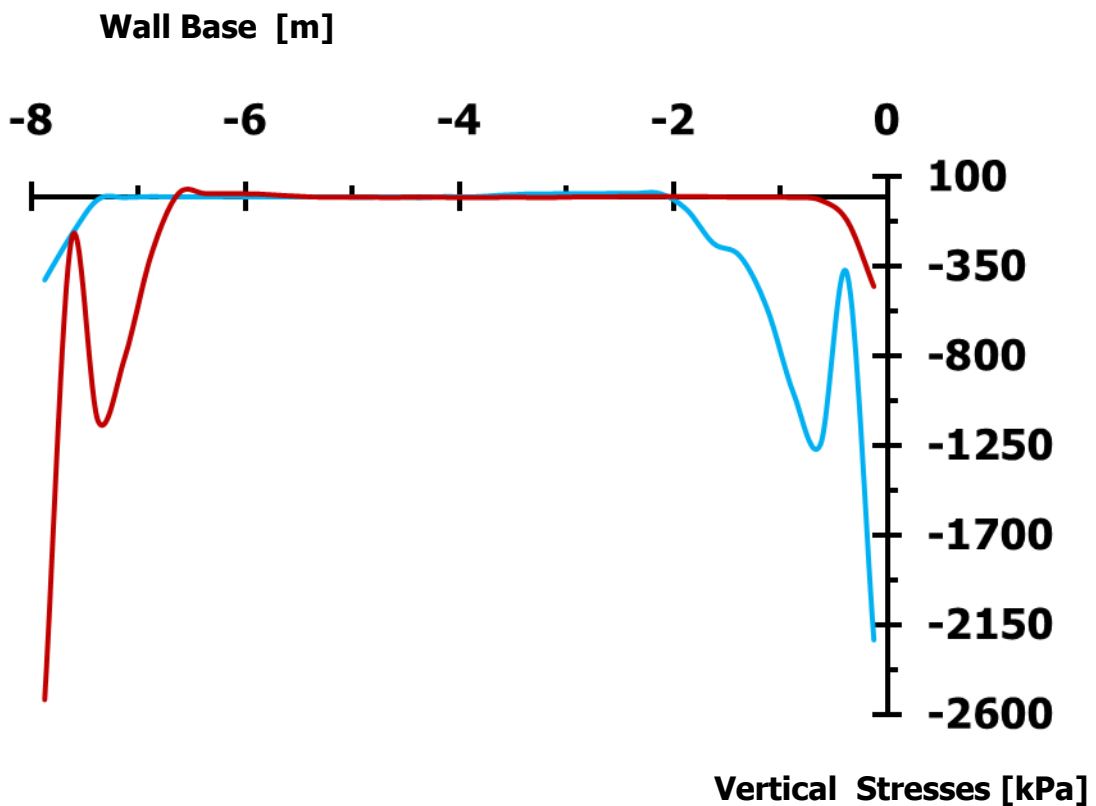
Διάγραμμα 2.121. Σύγκριση κατακορύφων μετακινήσεων αριστερού και δεξιού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00 \text{ g}$, $T = 1.00 \text{ s}$ [$E_2 = 60 \text{ MPa}$]



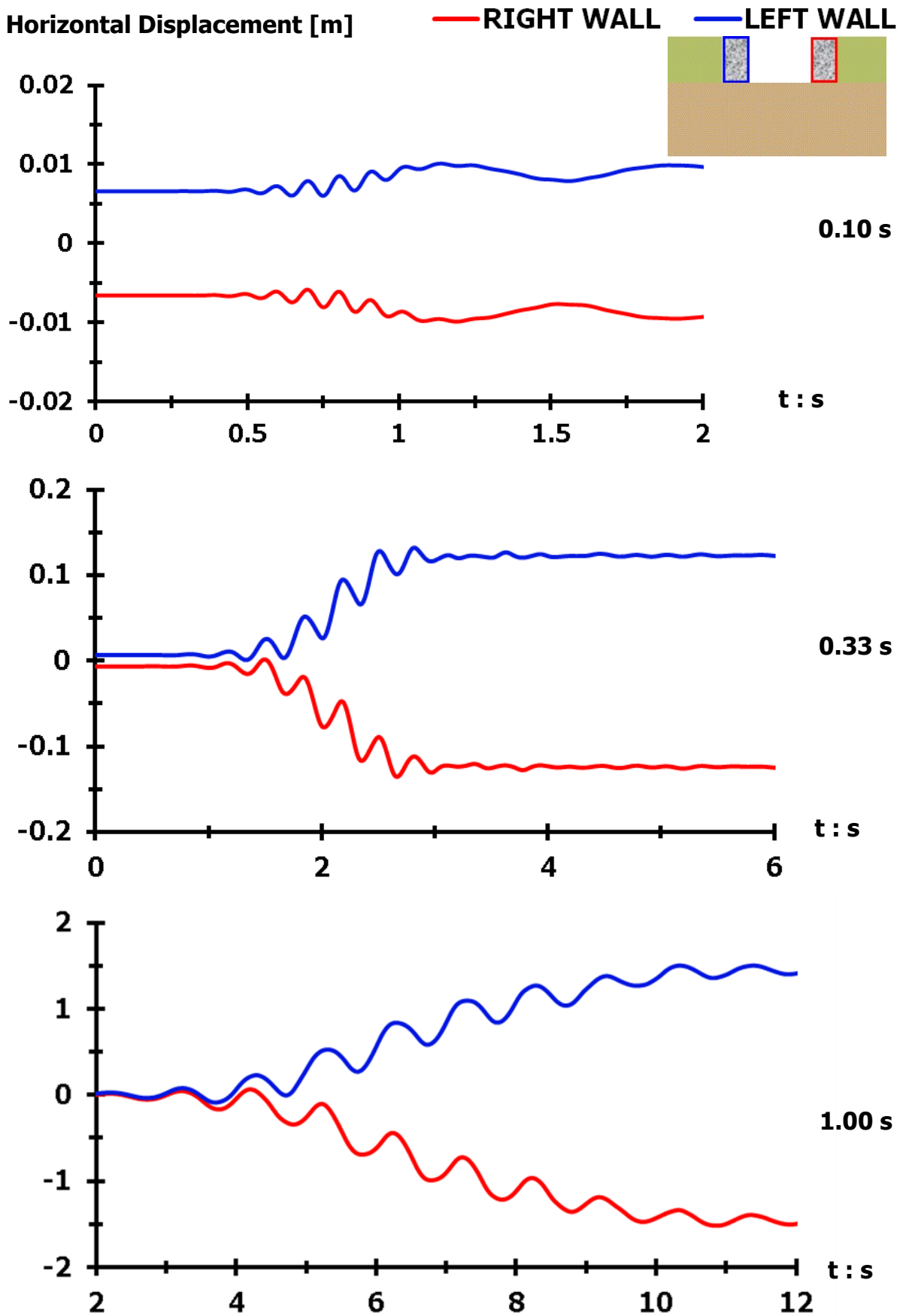
Διάγραμμα 2.122. Σύγκριση στροφών αριστερού και δεξιού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g, T = 1.00 s [E₂ = 60 MPa]**



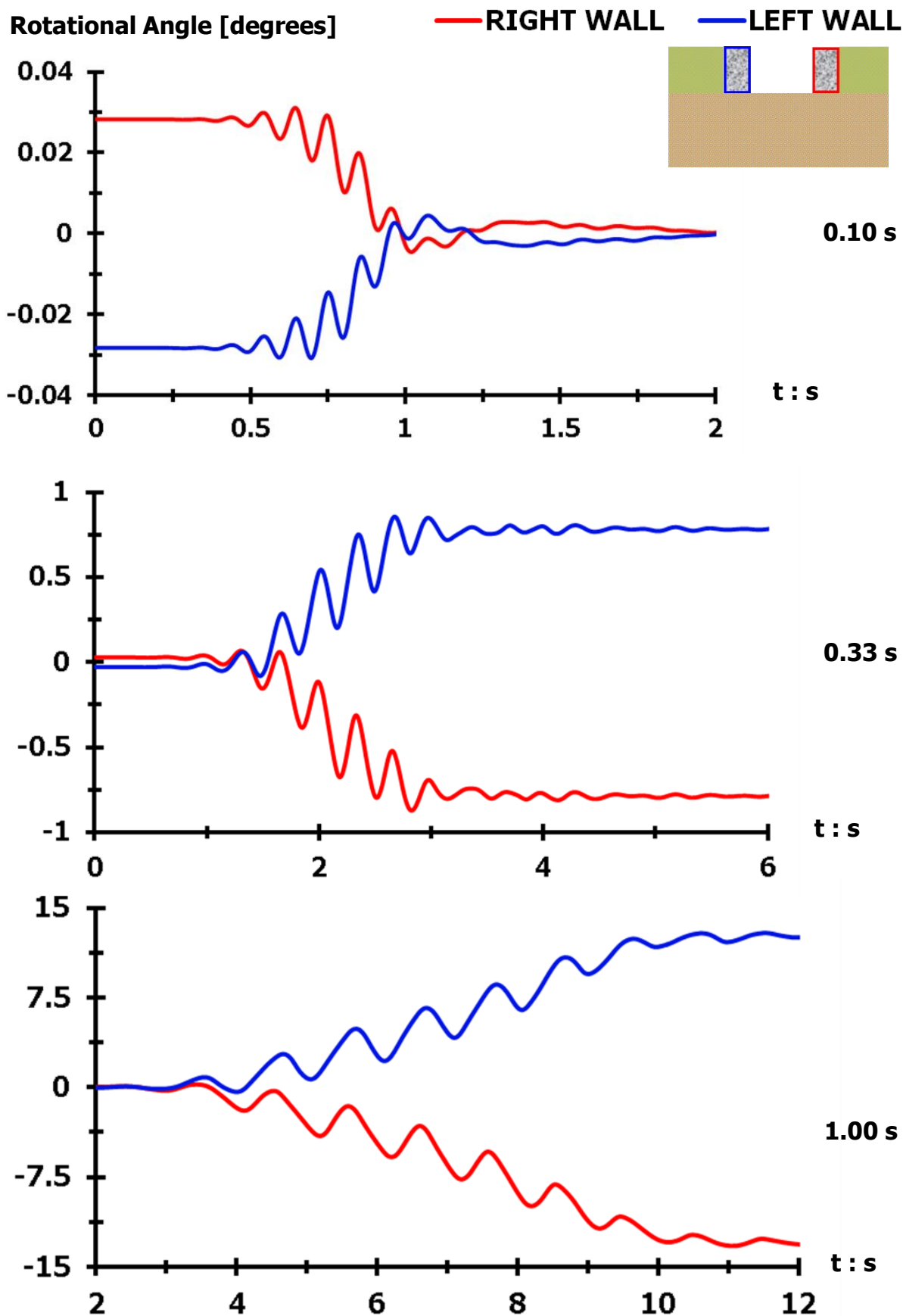
Διάγραμμα 2.123. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά του αριστερού και του δεξιού τοίχου βαρύτητας, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής των τοίχων, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00\text{ g}$, $T = 1.00\text{ s}$ [Έδαφος θεμελίωσης με $E = 60\text{ MPa}$]



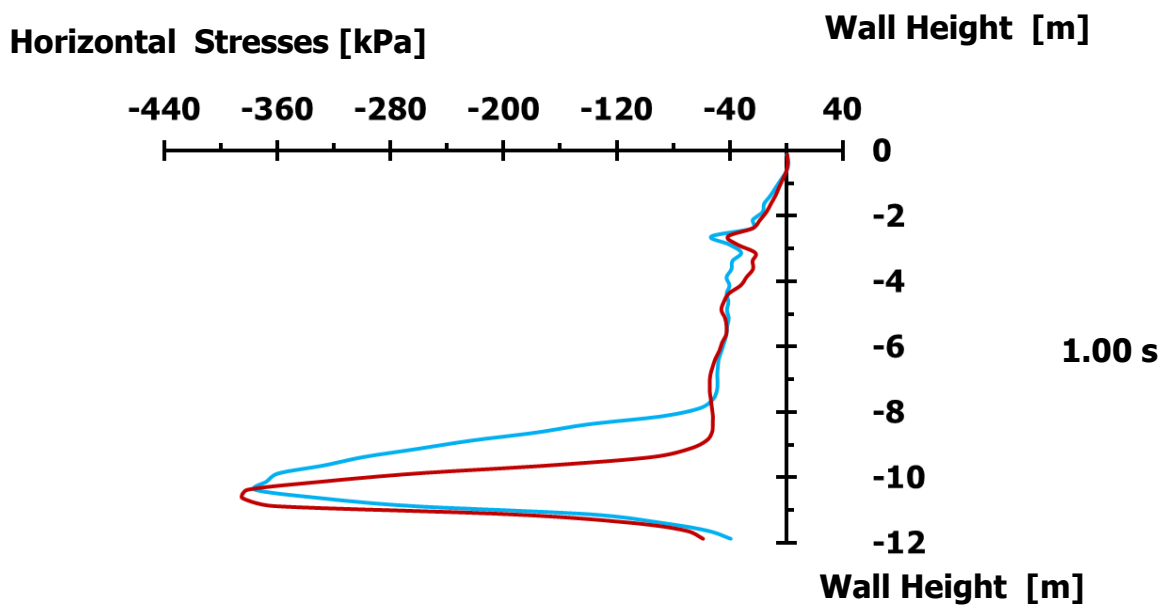
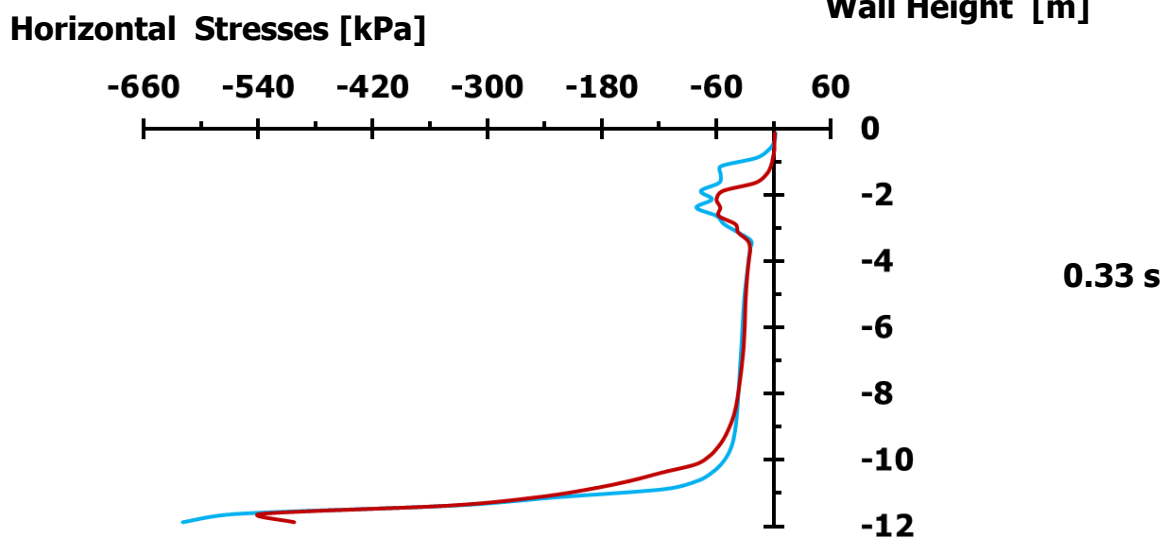
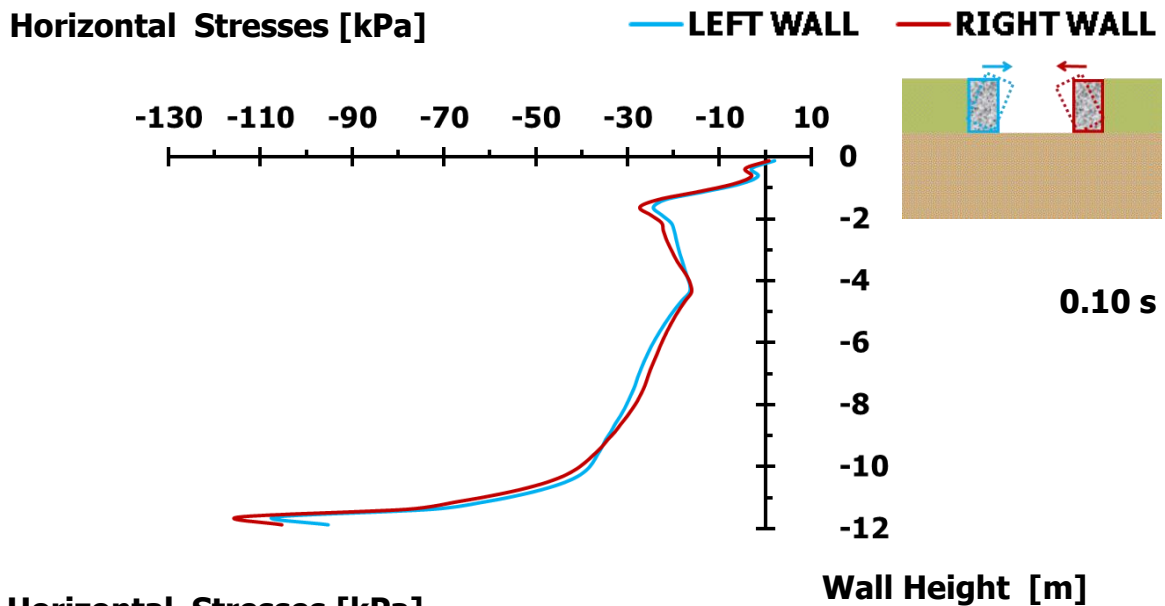
Διάγραμμα 2.124. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στη βάση του αριστερού και του δεξιού τοίχου, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής των τοίχων, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00\text{ g}$, $T = 1.00\text{ s}$ [Έδαφος θεμελίωσης με $E = 60\text{ MPa}$]



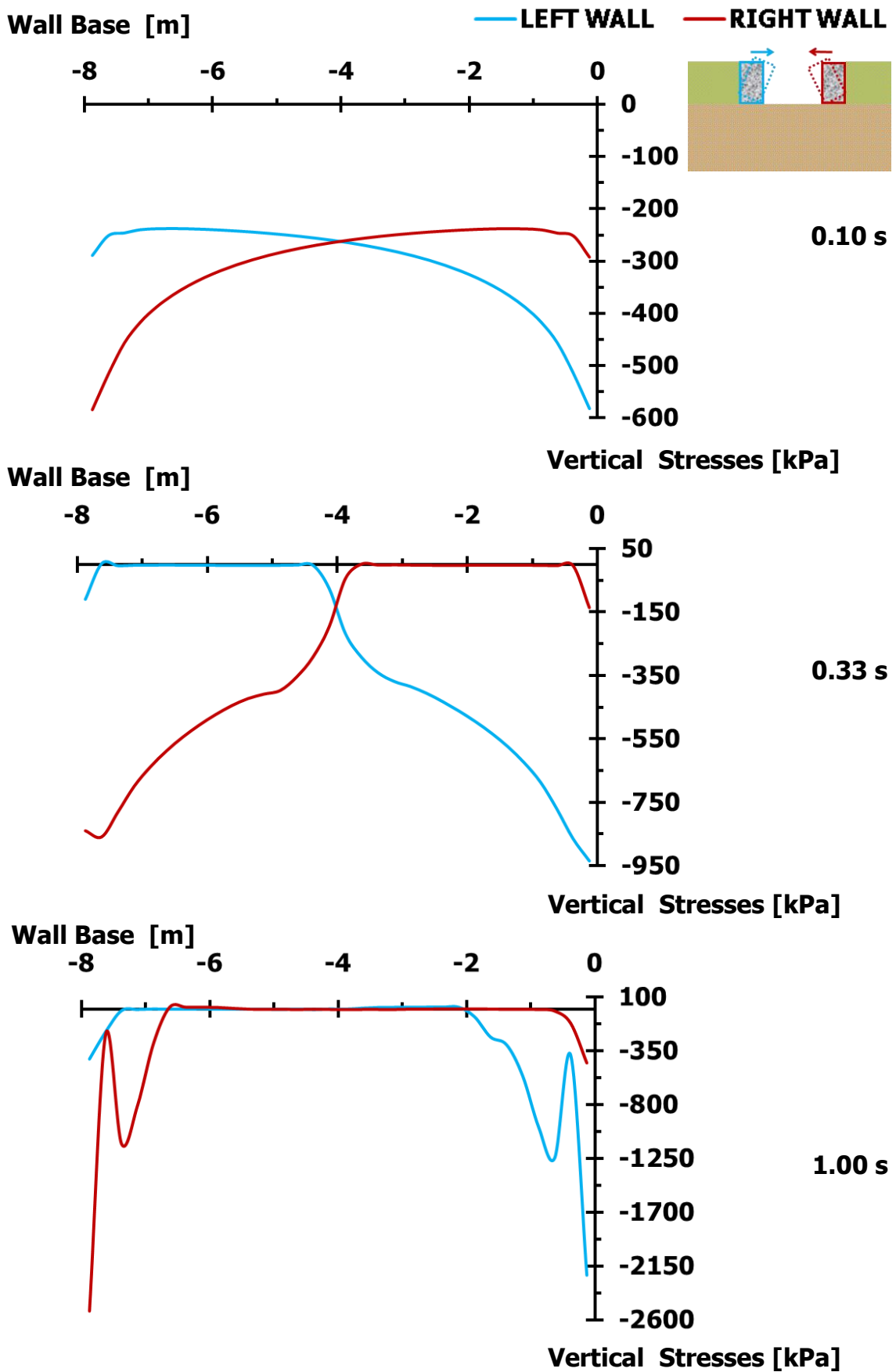
Διάγραμμα 2.125. Σύγκριση οριζοντίων μετακινήσεων αριστερού και δεξιού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00\text{ g}$, για $T = 0.10\text{ s}$ (άνω), $T = 0.33\text{ s}$ (μεσαίο) και $T = 1.00\text{ s}$ (κάτω) [Έδαφος θεμελίωσης με $E = 60\text{ MPa}$]



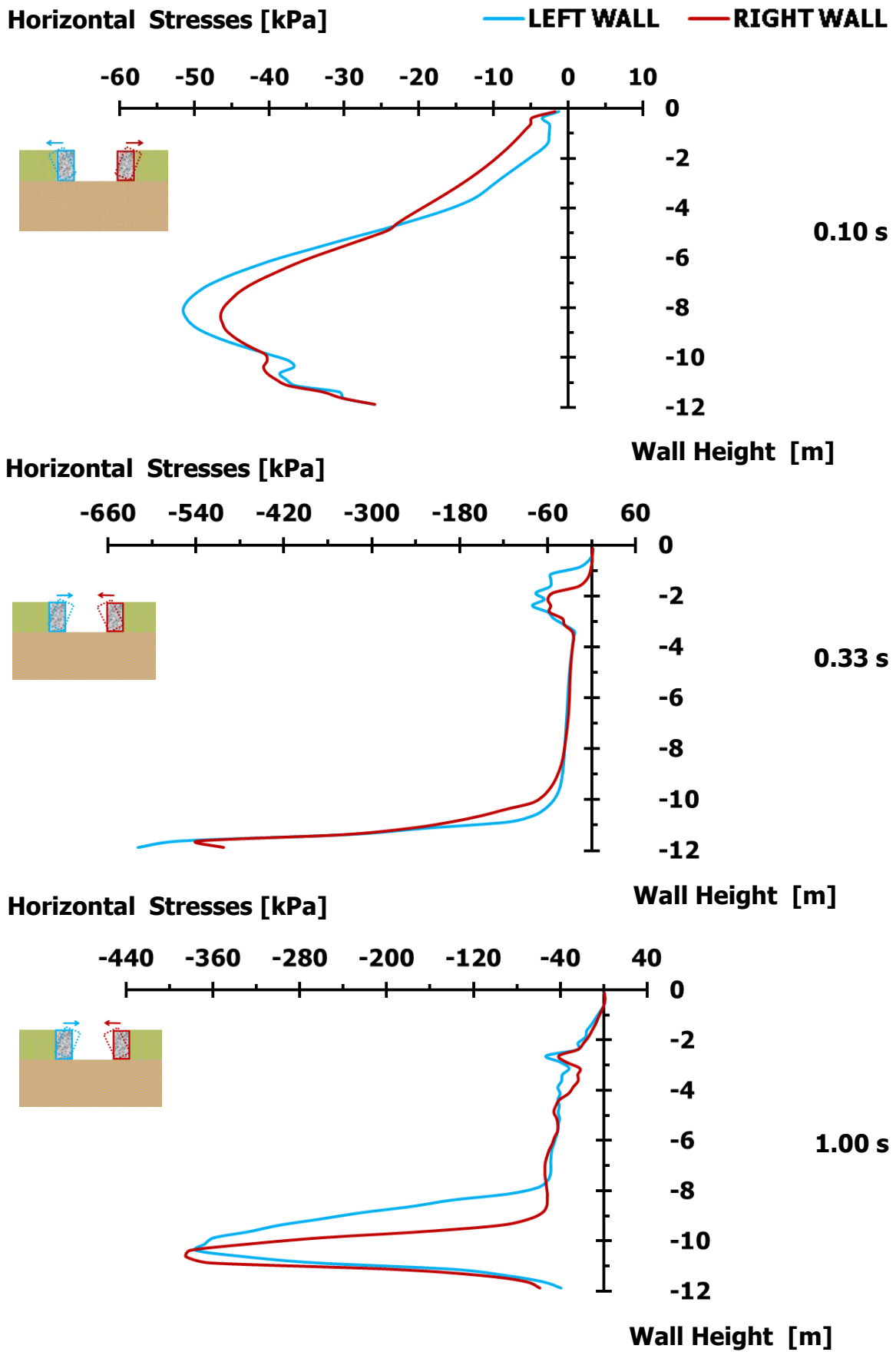
Διάγραμμα 2.126. Σύγκριση στροφών αριστερού και δεξιού τοίχου, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g**, για $T = 0.10$ s (άνω), $T = 0.33$ s (μεσαίο) και $T = 1.00$ s (κάτω) [Έδαφος θεμελίωσης με $E = 60$ MPa]



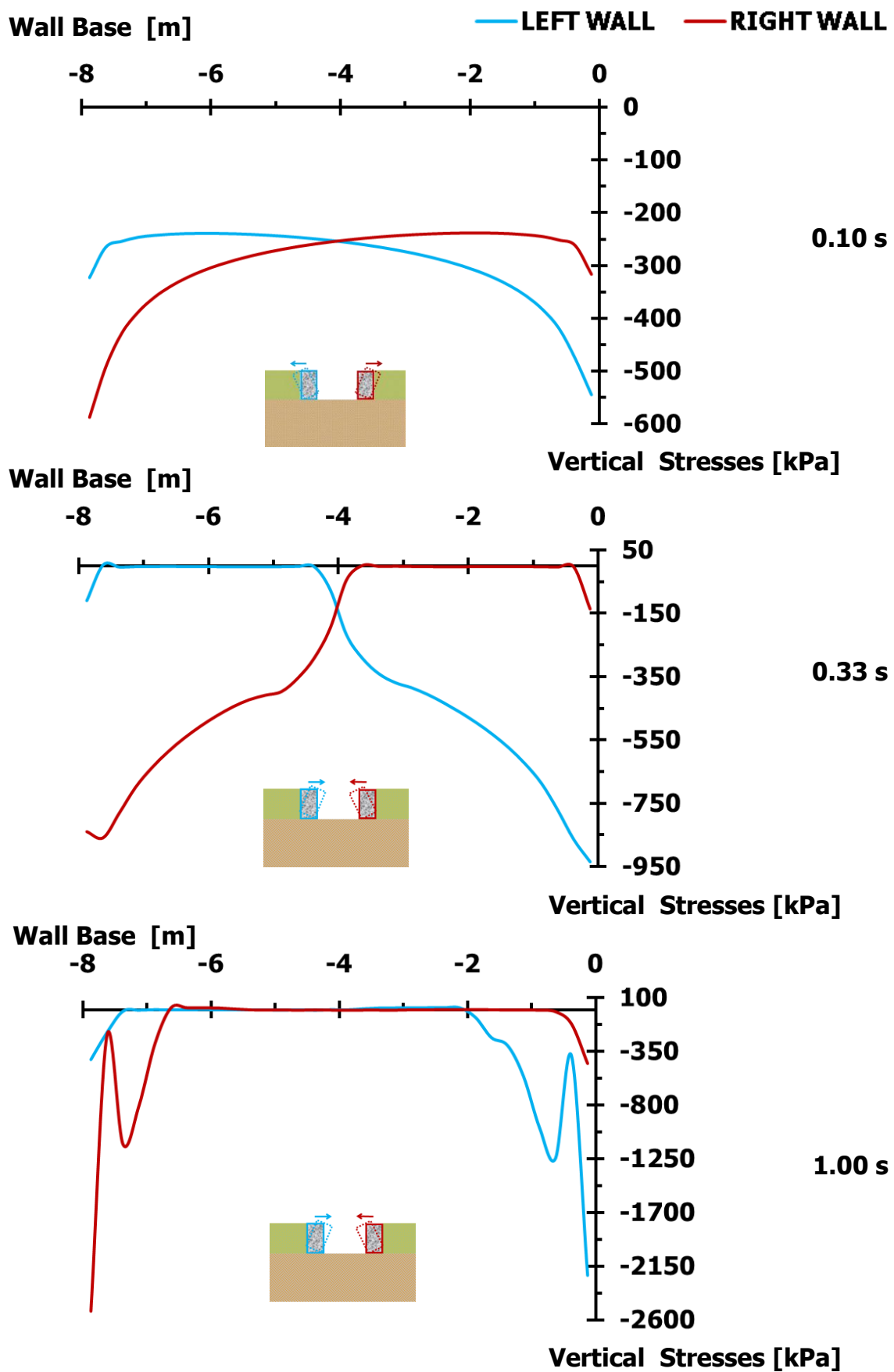
Διάγραμμα 2.127. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά αριστερού – δεξιού τοίχου, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g**, για **T = 0.10 s (άνω)**, **T = 0.33 s (μεσαίο)** και **T = 1.00 s (κάτω)** [Περιστροφή προς τον ελεύθερο χώρο – $E_2 = 60 \text{ MPa}$]



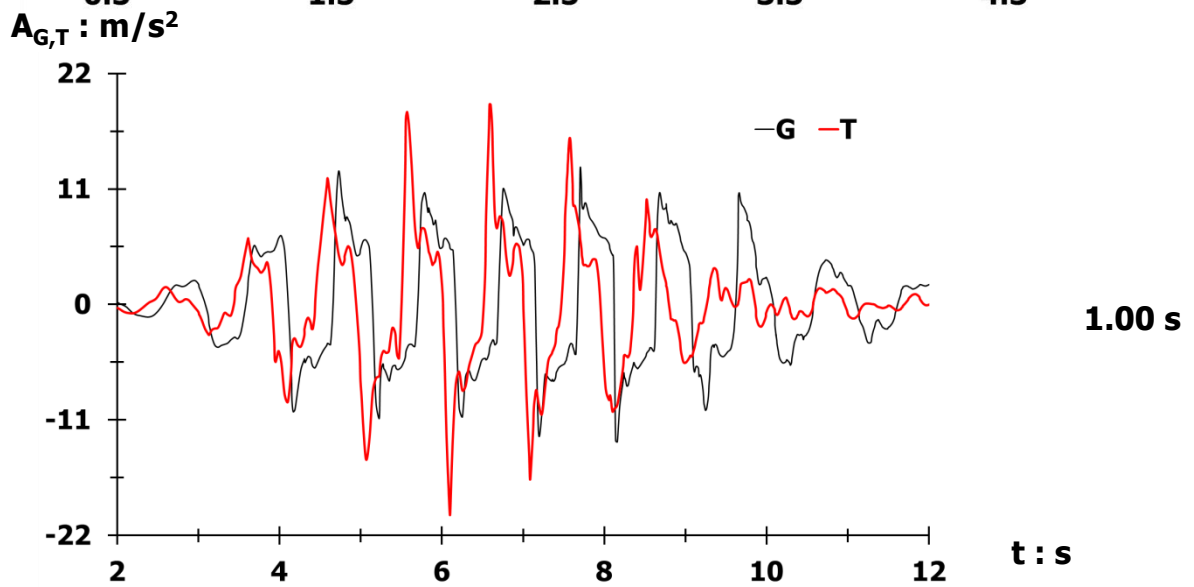
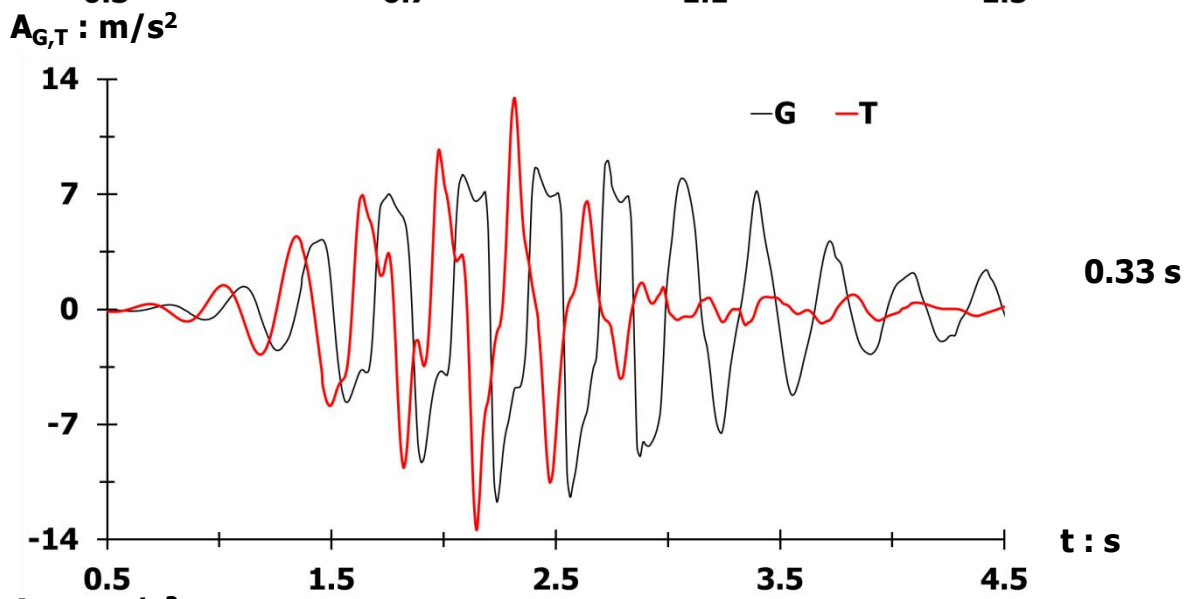
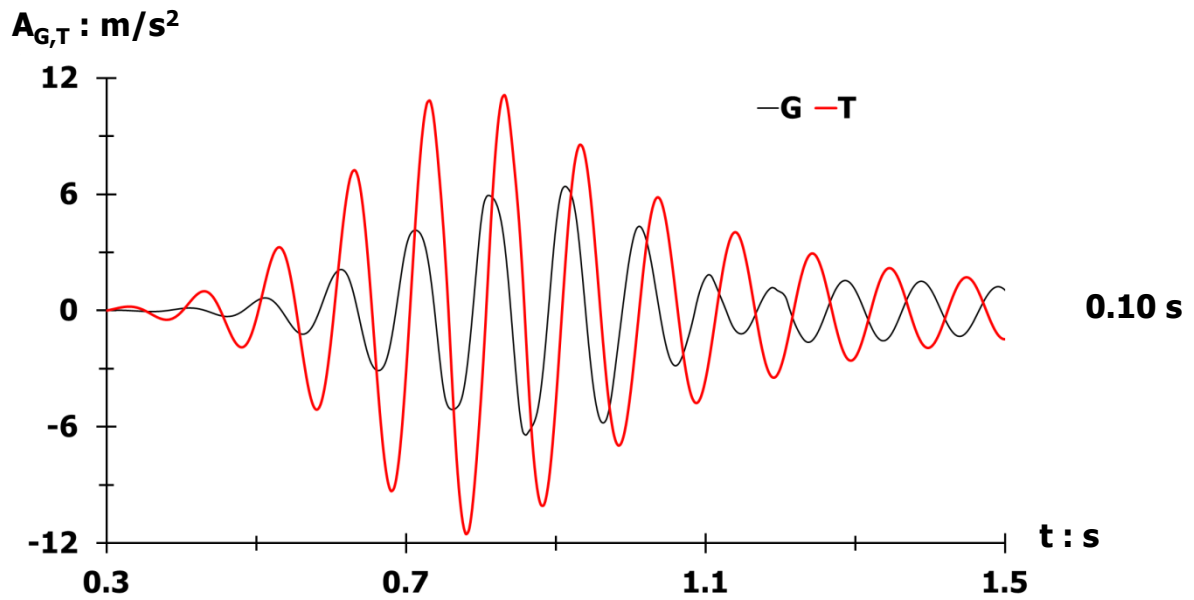
Διάγραμμα 2.128. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στη βάση αριστερού – δεξιού τοίχου, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00\text{ g}$, για $T = 0.10\text{ s}$ (άνω), $T = 0.33\text{ s}$ (μμεσαίο) και $T = 1.00\text{ s}$ (κάτω) [Περιστροφή προς τον ελεύθερο χώρο – $E_2 = 60\text{ MPa}$]



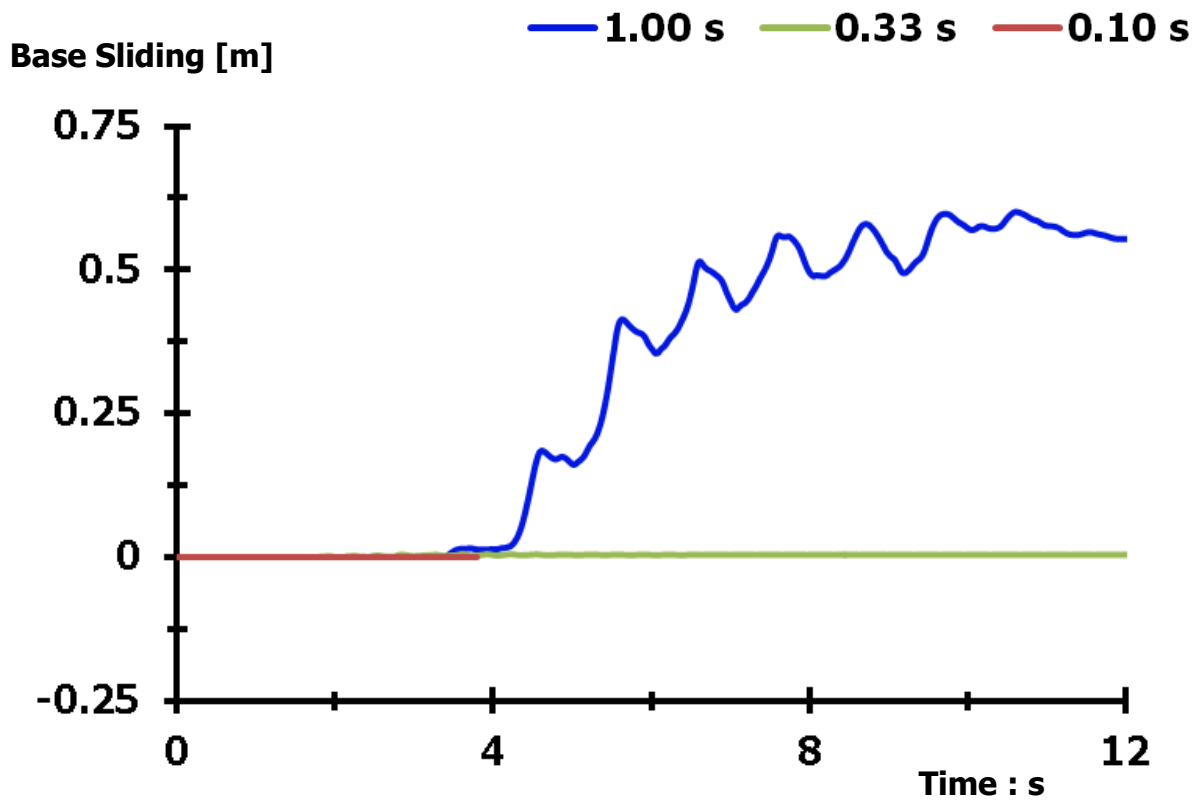
Διάγραμμα 2.129. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά αριστερού – δεξιού τοίχου, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00 g$, για $T = 0.10 s$ (άνω), $T = 0.33 s$ (μεσαίο) και $T = 1.00 s$ (κάτω) [Μέγιστη περιστροφή – $E_2 = 60 MPa$]



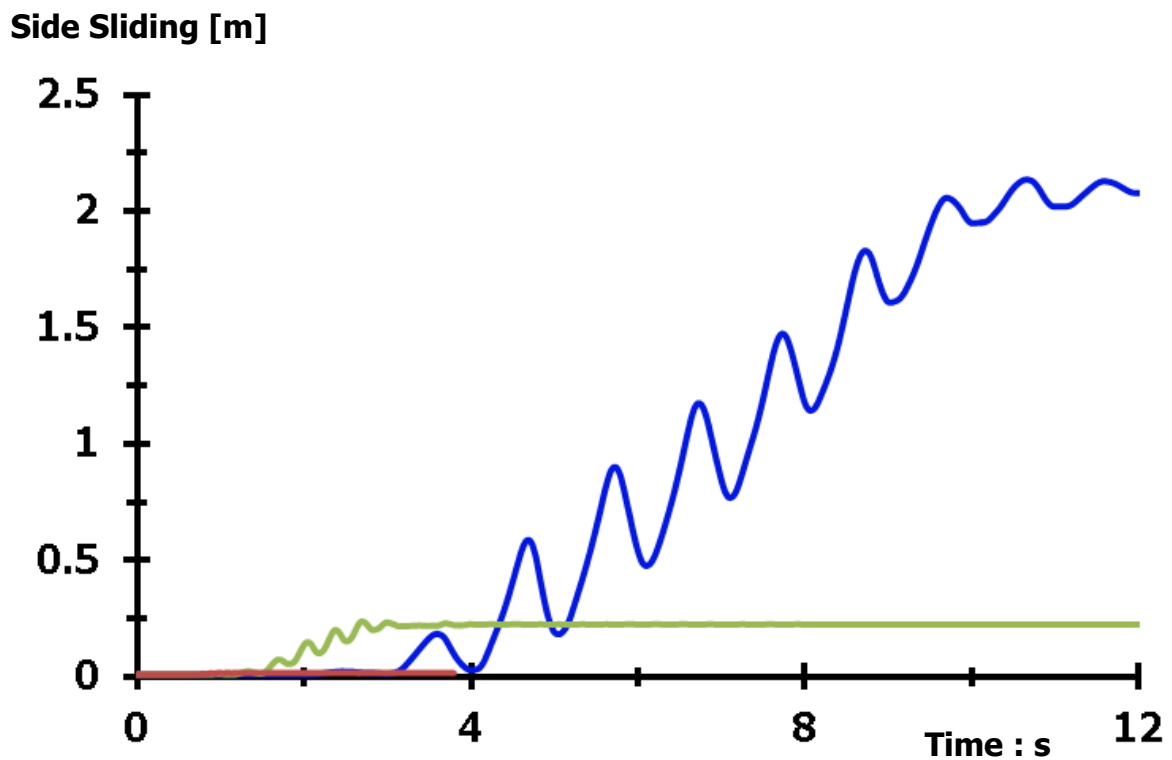
Διάγραμμα 2.130. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στη βάση αριστερού – δεξιού τοίχου, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00 \text{ g}$, για $T = 0.10 \text{ s}$ (άνω), $T = 0.33 \text{ s}$ (μεσαίο) και $T = 1.00 \text{ s}$ (κάτω) [Μέγιστη περιστροφή – $E_2 = 60 \text{ MPa}$]



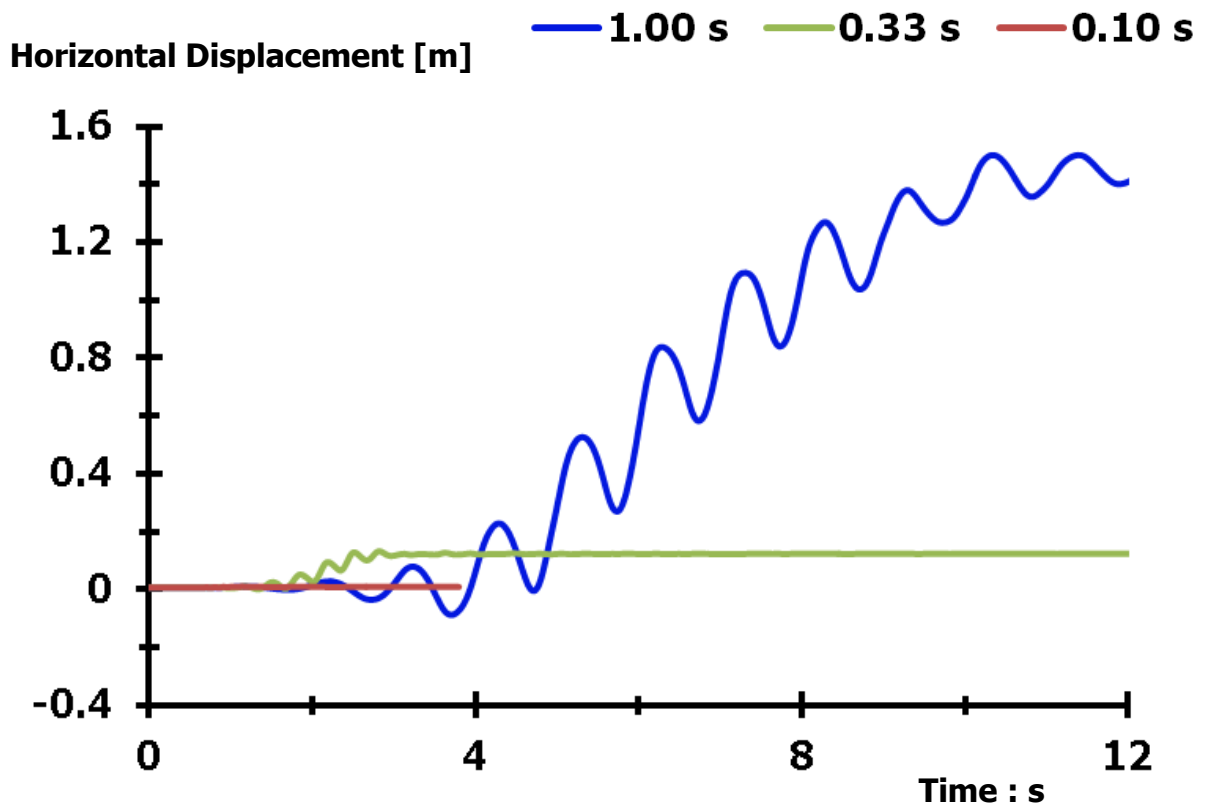
Διάγραμμα 2.131. Σύγκριση επιταχύνσεων σημείων **G** και **T**, προσομοιώματος με έδαφος θεμελίωσης $E_2 = 60 \text{ MPa}$, λόγω διέγερσης **Gabor** $\text{PGA} = 1.00 \text{ g}$, για περιόδους $T = 0.10 \text{ s}$ (άνω), $T = 0.33 \text{ s}$ (μεσαίο) και $T = 1.00 \text{ s}$ (κάτω)



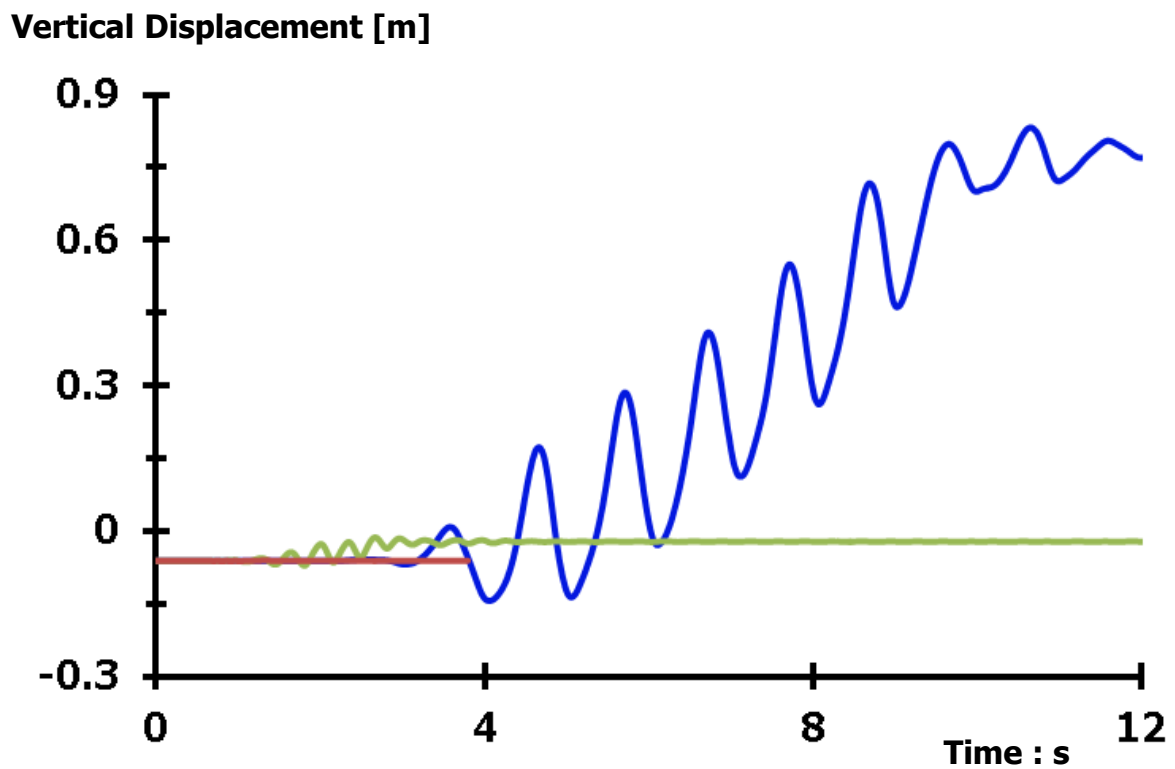
Διάγραμμα 2.132. Σύγκριση ολισθήσεων στη βάση του αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g, περιόδων 0.10 s, 0.33 s και 1.00 s** [$E_2 = 60 \text{ MPa}$]



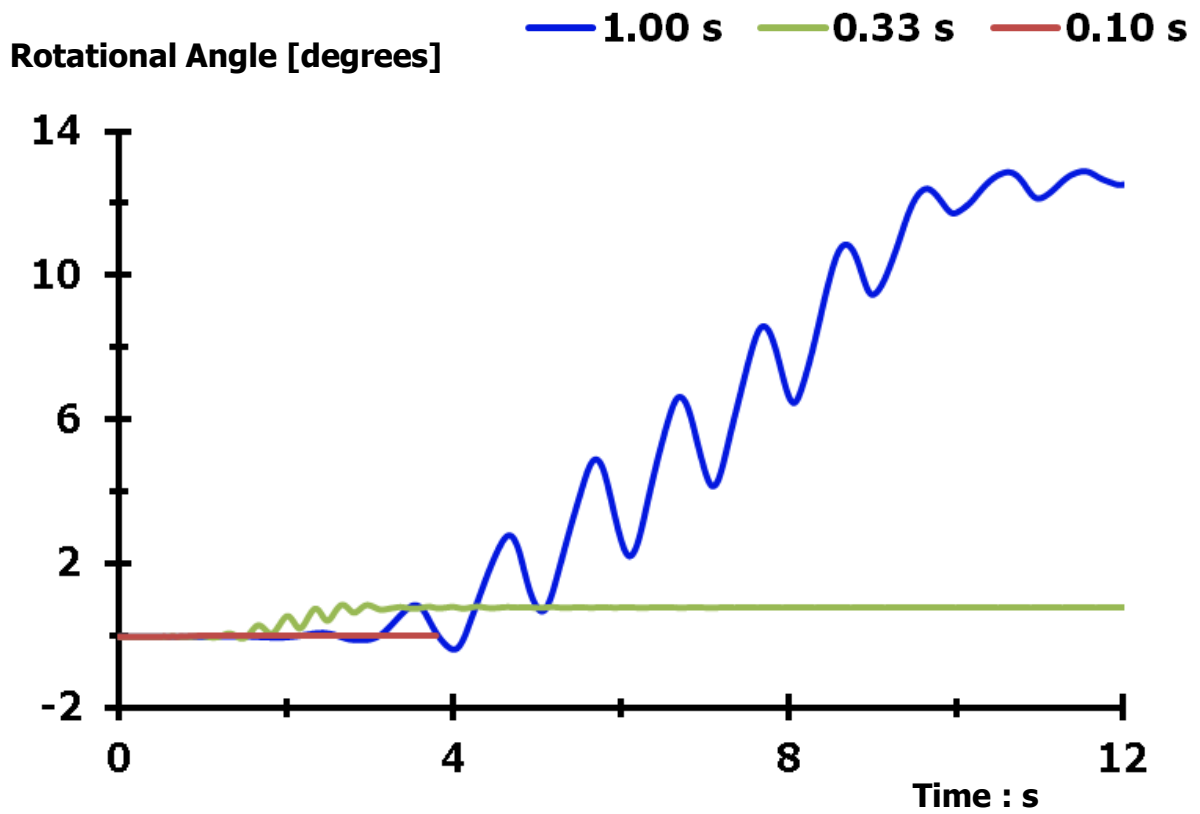
Διάγραμμα 2.133. Σύγκριση ολισθήσεων στην πλευρά επαφής του αριστερού τοίχου με το αντιστηριζόμενο έδαφος, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g, περιόδων 0.10 s, 0.33 s και 1.00 s** [$E_2 = 60 \text{ MPa}$]



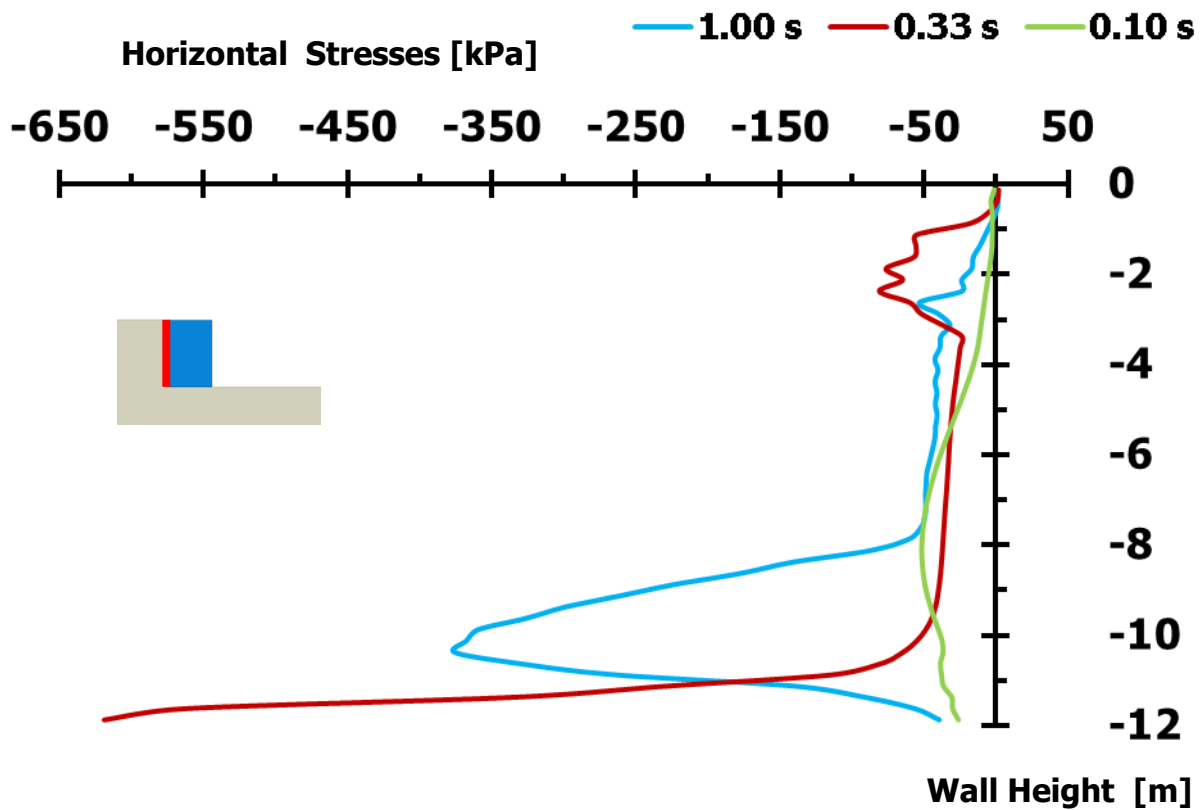
Διάγραμμα 2.134. Σύγκριση οριζοντίων μετακινήσεων αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης Gabor PGA = 1.00 g, περιόδων 0.10 s, 0.33 s και 1.00 s [$E_2 = 60$ MPa]



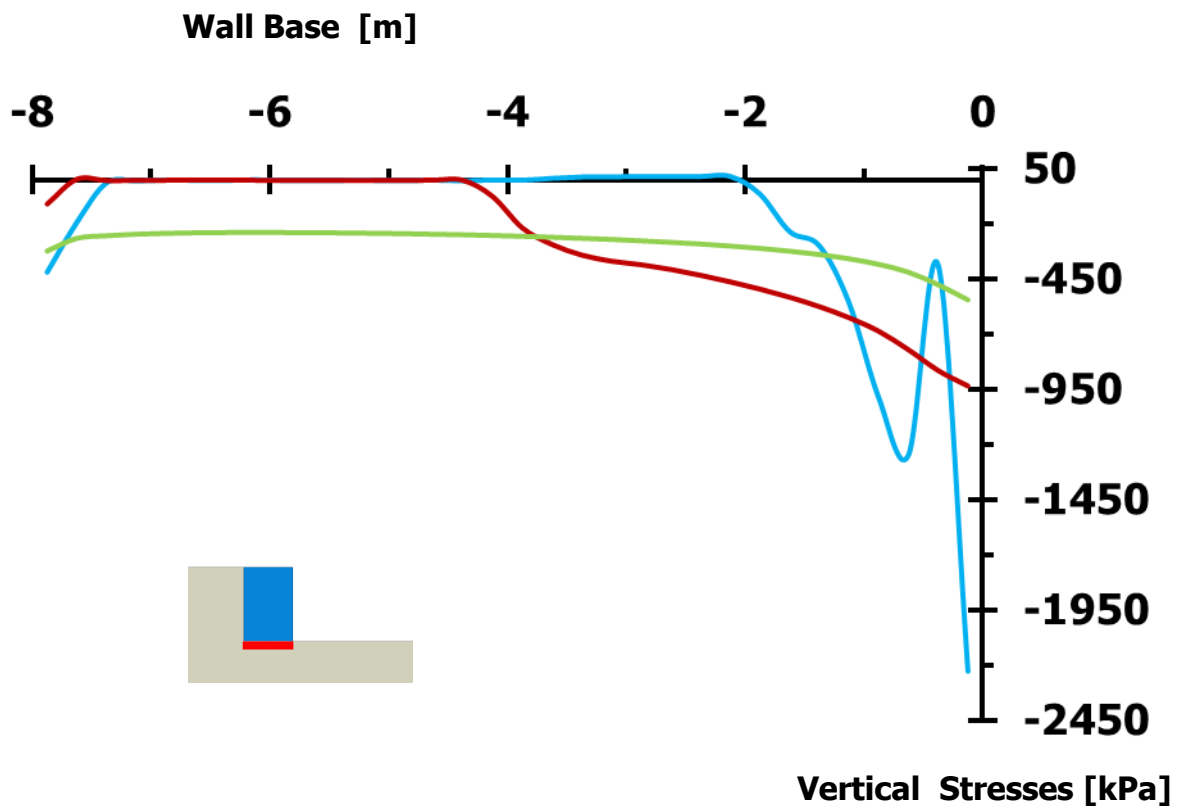
Διάγραμμα 2.135. Σύγκριση κατακορύφων μετακινήσεων αριστερού τοίχου, λόγω διέγερσης Gabor PGA = 1.00 g, περιόδων 0.10 s, 0.33 s και 1.00 s [$E_2 = 60$ MPa]



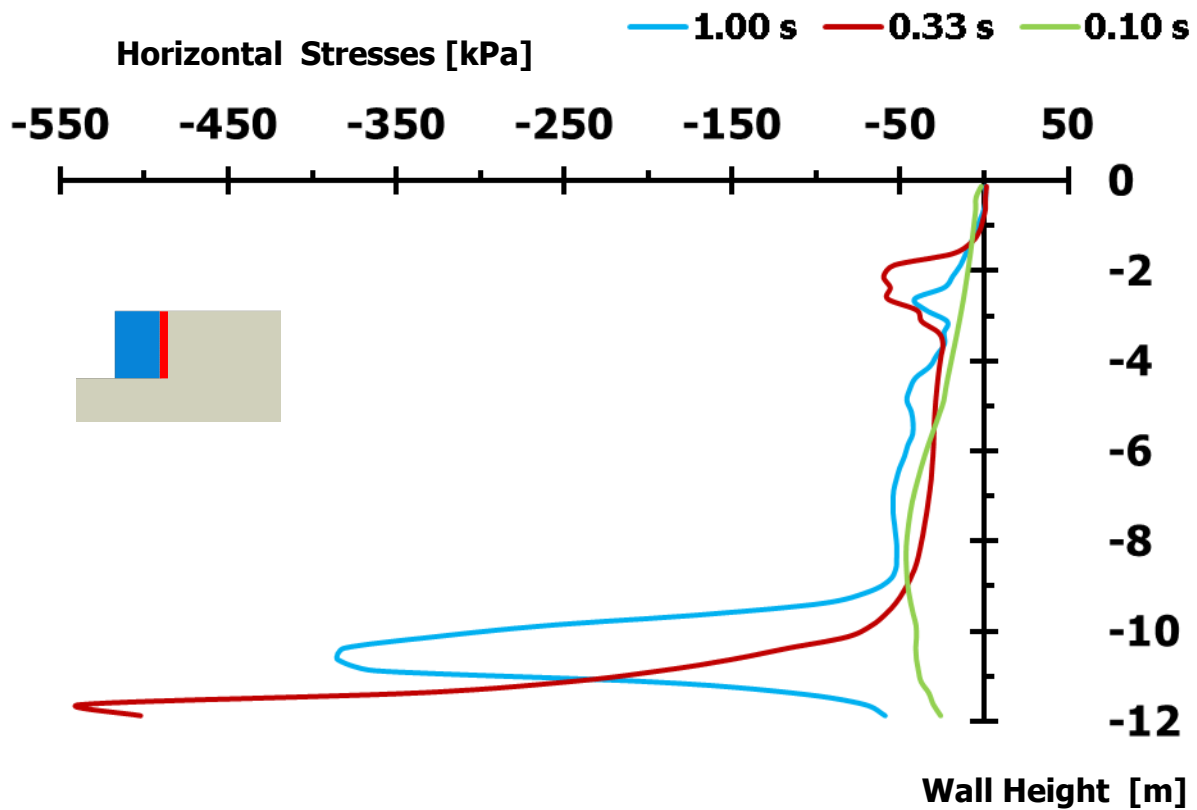
Διάγραμμα 2.136. Σύγκριση στροφών αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00\text{ g}$, περιόδων **0.10 s**, **0.33 s** και **1.00 s** [$E_2 = 60\text{ MPa}$]



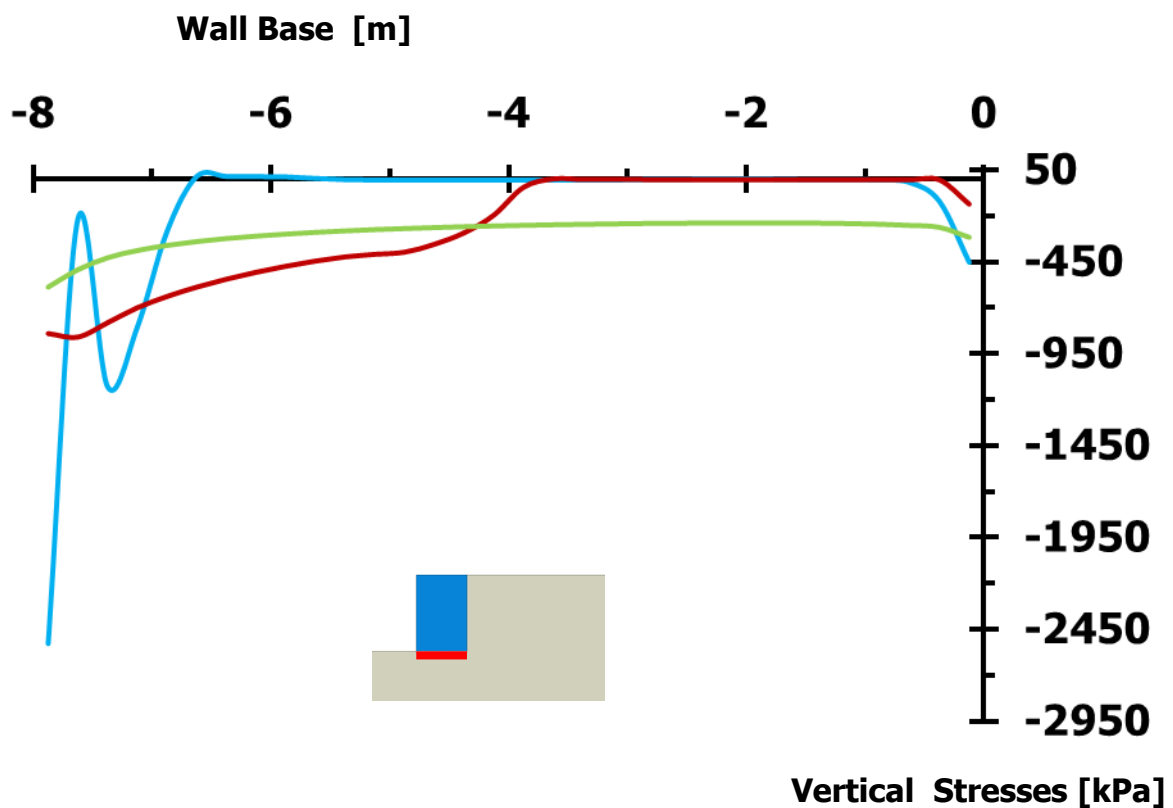
Διάγραμμα 2.137. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά του αριστερού τοίχου, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής του τοίχου, λόγω διεγέρσεων **Gabor** $PGA = 1.00\text{ g}$, περιόδων **0.10 s**, **0.33 s** και **1.00 s** [$E_2 = 60\text{ MPa}$]



Διάγραμμα 2.138. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στη βάση του αριστερού τοίχου, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής του τοίχου, λόγω διεγέρσεων **Gabor** $PGA = 1.00\text{ g}$, περιόδων **0.10 s**, **0.33 s** και **1.00 s** [$E_2 = 60\text{ MPa}$]



Διάγραμμα 2.139. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά του δεξιού τοίχου, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής του τοίχου, λόγω διεγέρσεων **Gabor PGA = 1 g**, περιόδων **0.10 s, 0.33 s και 1.00 s** [$E_2 = 60 \text{ MPa}$]



Διάγραμμα 2.140. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στη βάση του δεξιού τοίχου, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής του τοίχου, λόγω διεγέρσεων **Gabor PGA = 1 g**, περιόδων **0.10 s, 0.33 s και 1.00 s** [$E_2 = 60 \text{ MPa}$]

Διεγέρσεις

Gabor

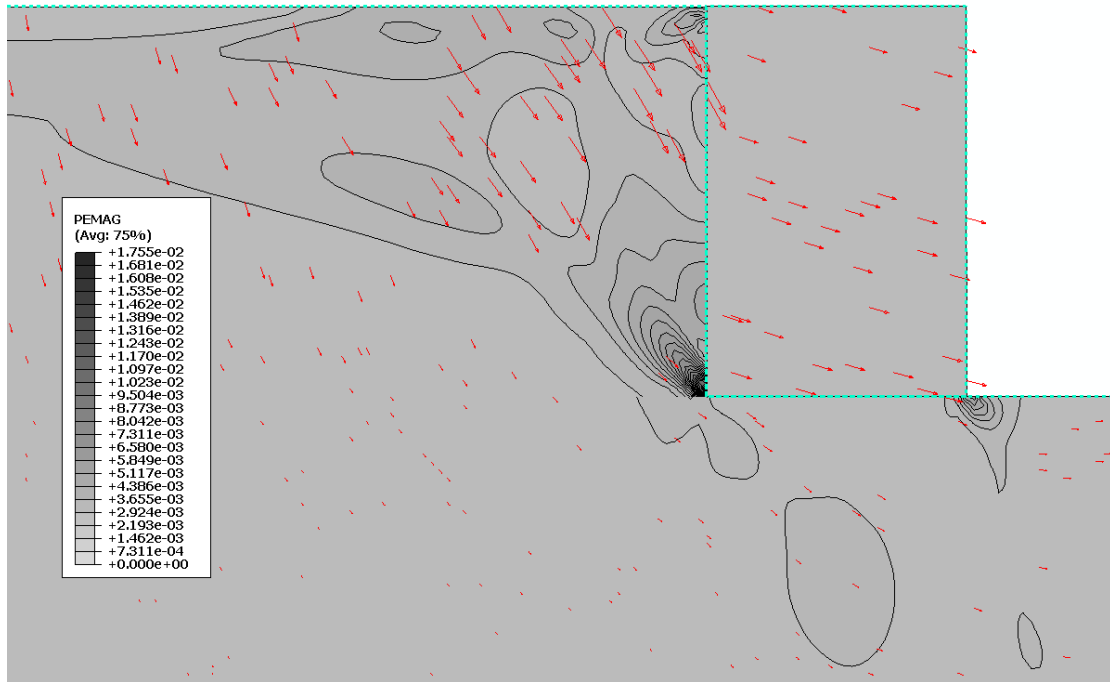
$$PGA = 1.00 \text{ g}$$

$$T = 0.10 \text{ s}$$

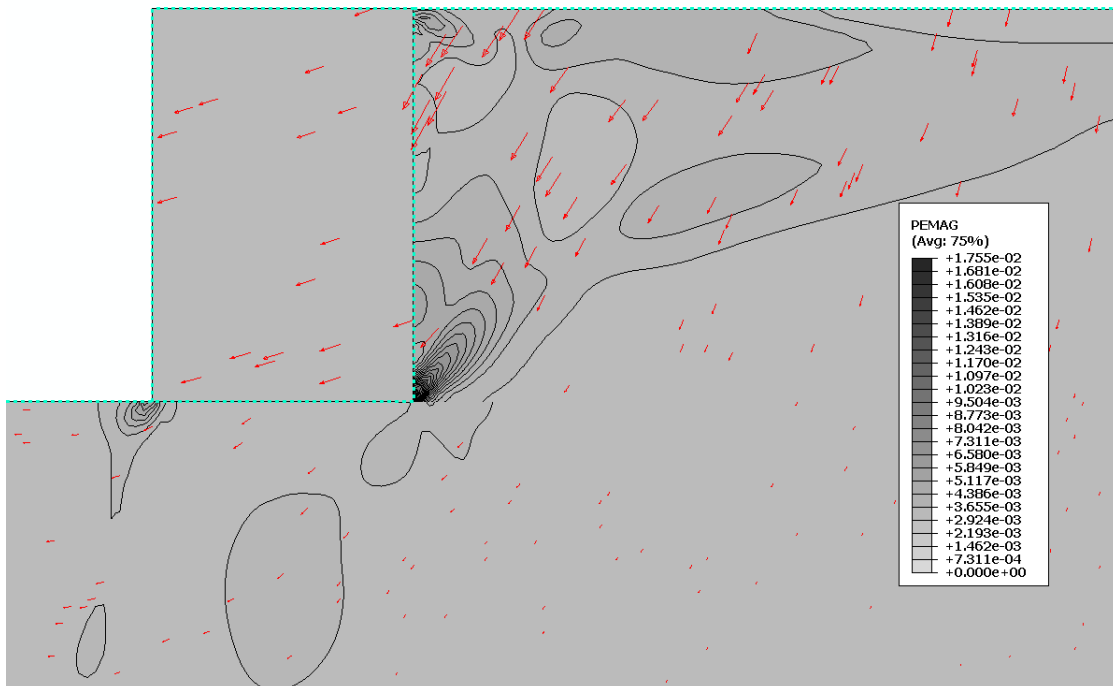
$$T = 0.33 \text{ s}$$

$$T = 1.00 \text{ s}$$

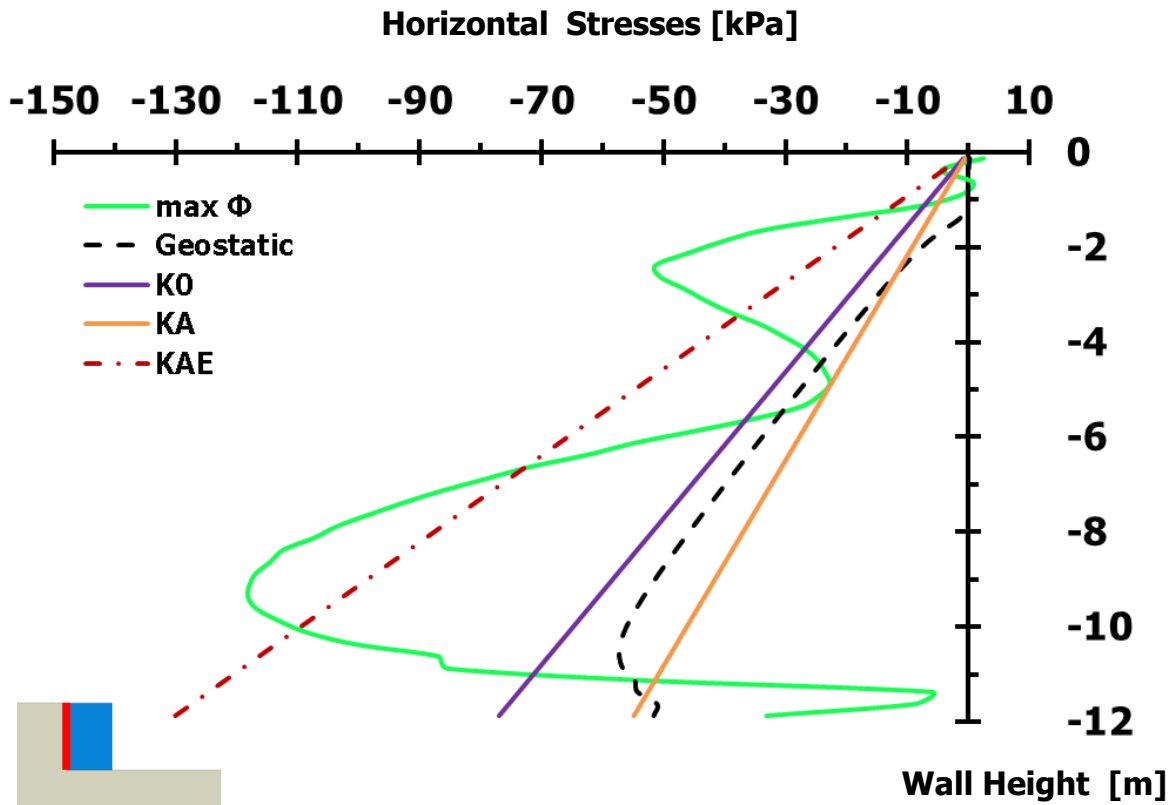
$$E2 = 1500 \text{ MPa}$$



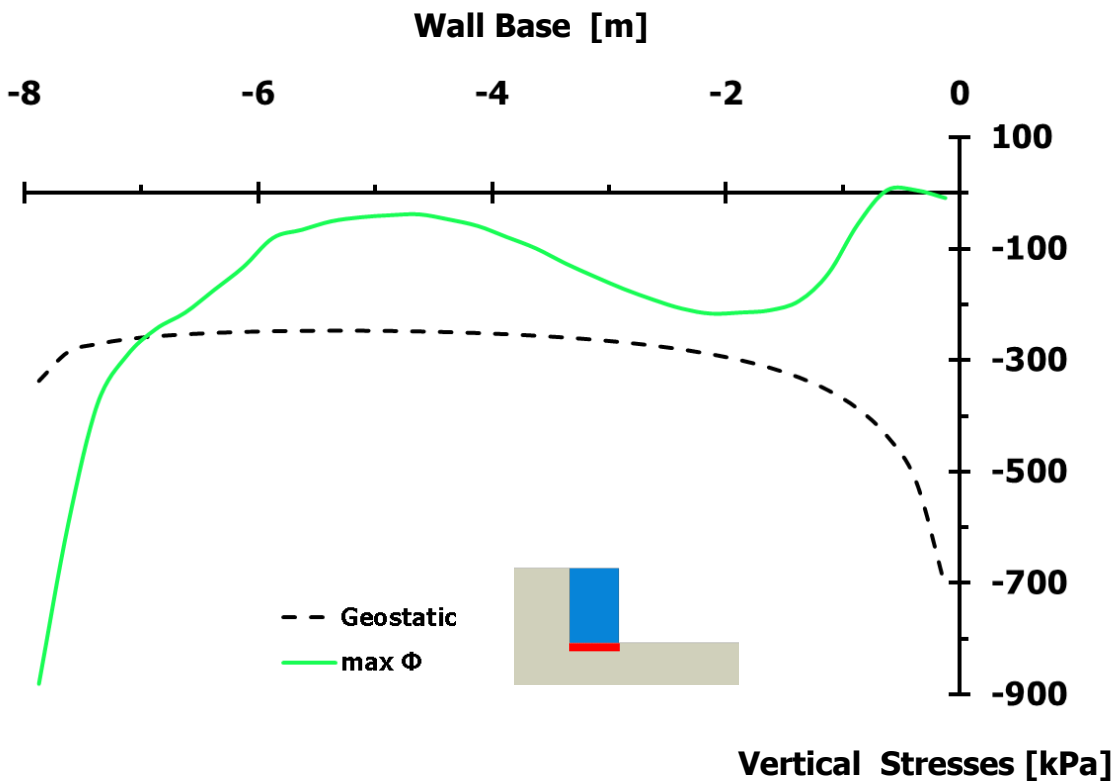
Σχήμα 2.30. Πλαστικές παραμορφώσεις με διανύσματα συνδυασμένης μετακίνησης αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g, περιόδου T = 0.10 s** [Έδαφος θεμελίωσης με E = 1500 MPa – Φυσική κλίμακα]



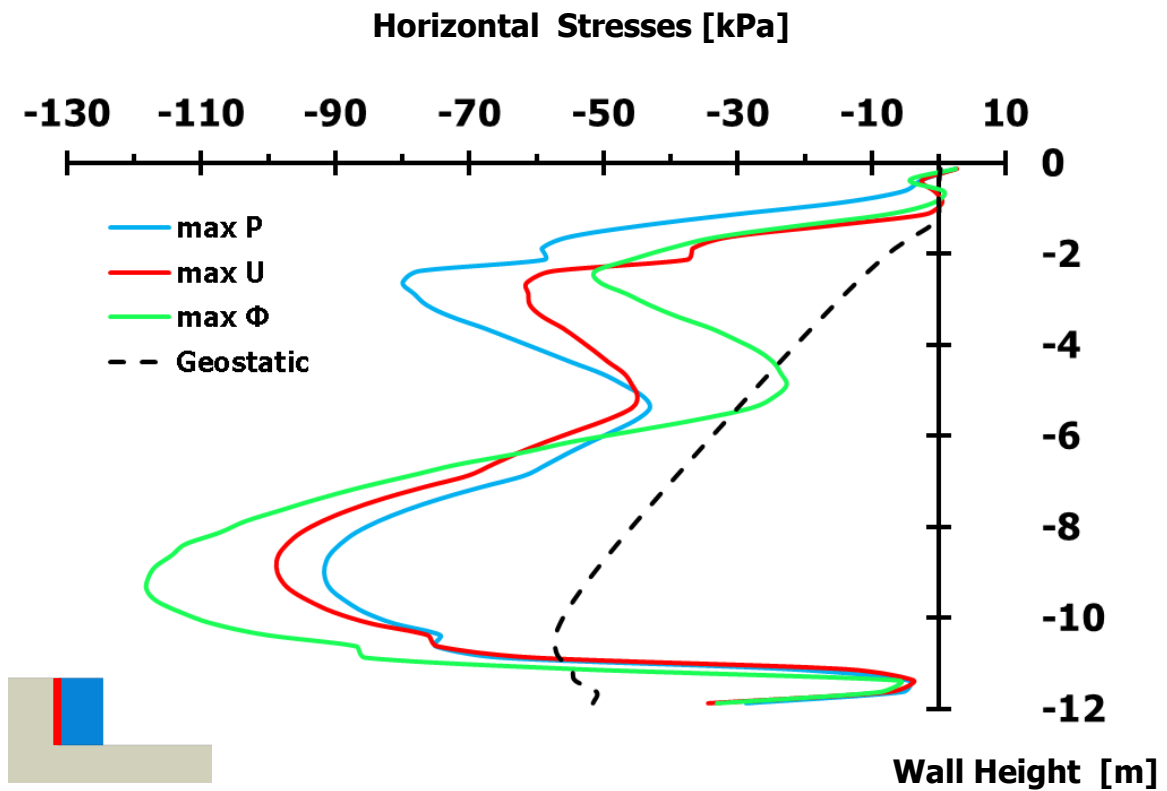
Σχήμα 2.31. Πλαστικές παραμορφώσεις με διανύσματα συνδυασμένης μετακίνησης δεξιού τοίχου βαρύτητας, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g, T = 0.10 s** [Έδαφος θεμελίωσης με E = 1500 MPa – Φυσική κλίμακα]



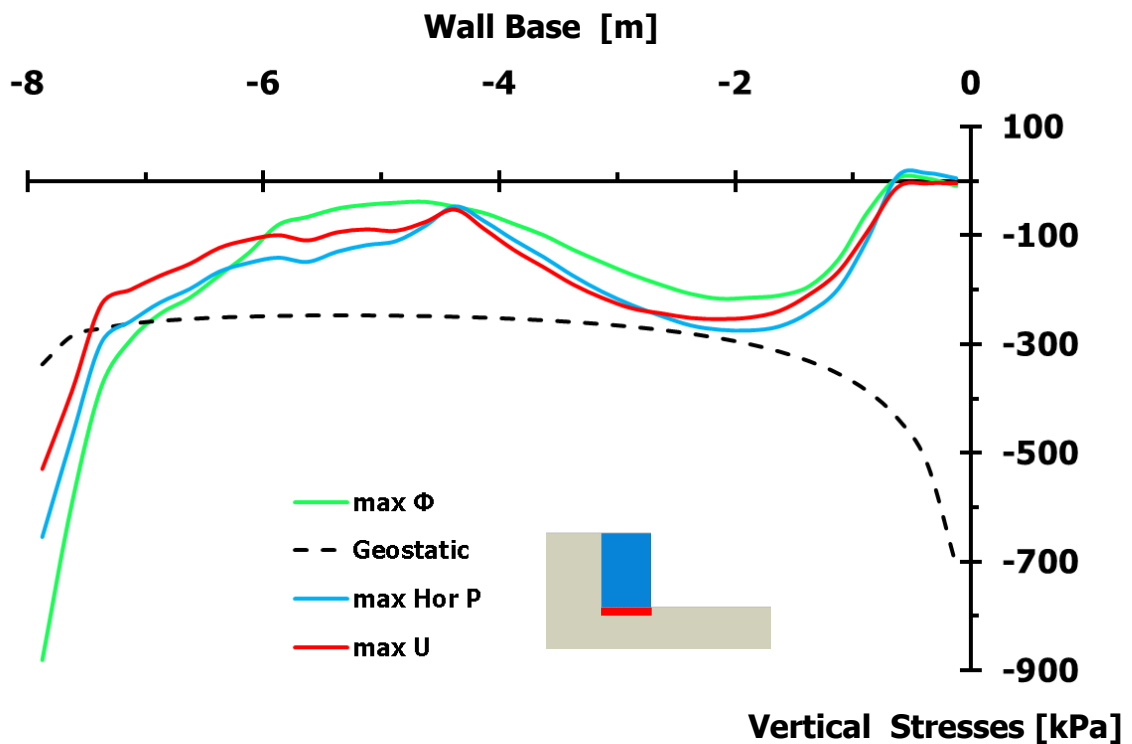
Διάγραμμα 2.141. Εδαφικές ωθήσεις κάθετες στην αντιστηριζόμενη πλευρά του αριστερού τοίχου βαρύτητας, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής του, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g**, **T = 0.10 s** [Έδαφος θεμελίωσης με **E = 1500 MPa**]



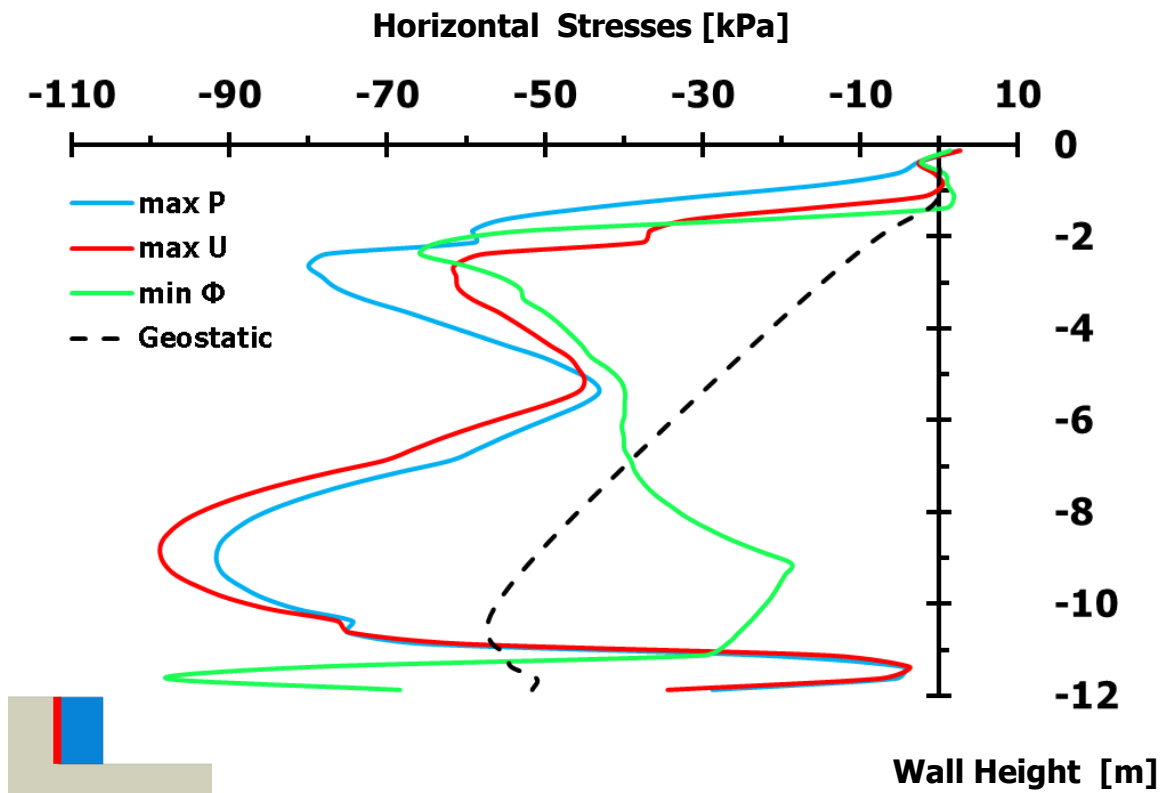
Διάγραμμα 2.142. Εδαφικές ωθήσεις κάθετες στη βάση του αριστερού τοίχου βαρύτητας, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής του, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g**, **T = 0.10 s** [Έδαφος θεμελίωσης με **E = 1500 MPa**]



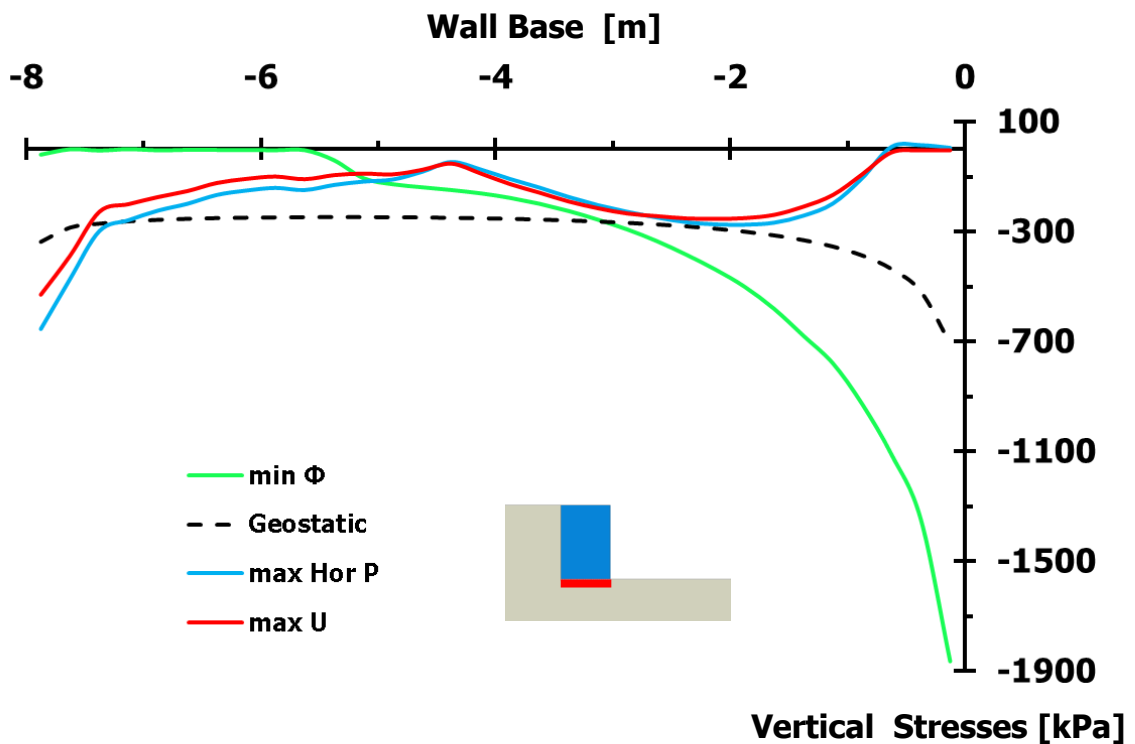
Διάγραμμα 2.143. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων, διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά του αριστερού τοίχου, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g, T = 0.10 s** [Μέγιστη περιστροφή του τοίχου - Έδαφος θεμελίωσης με $E = 1500 \text{ MPa}$]



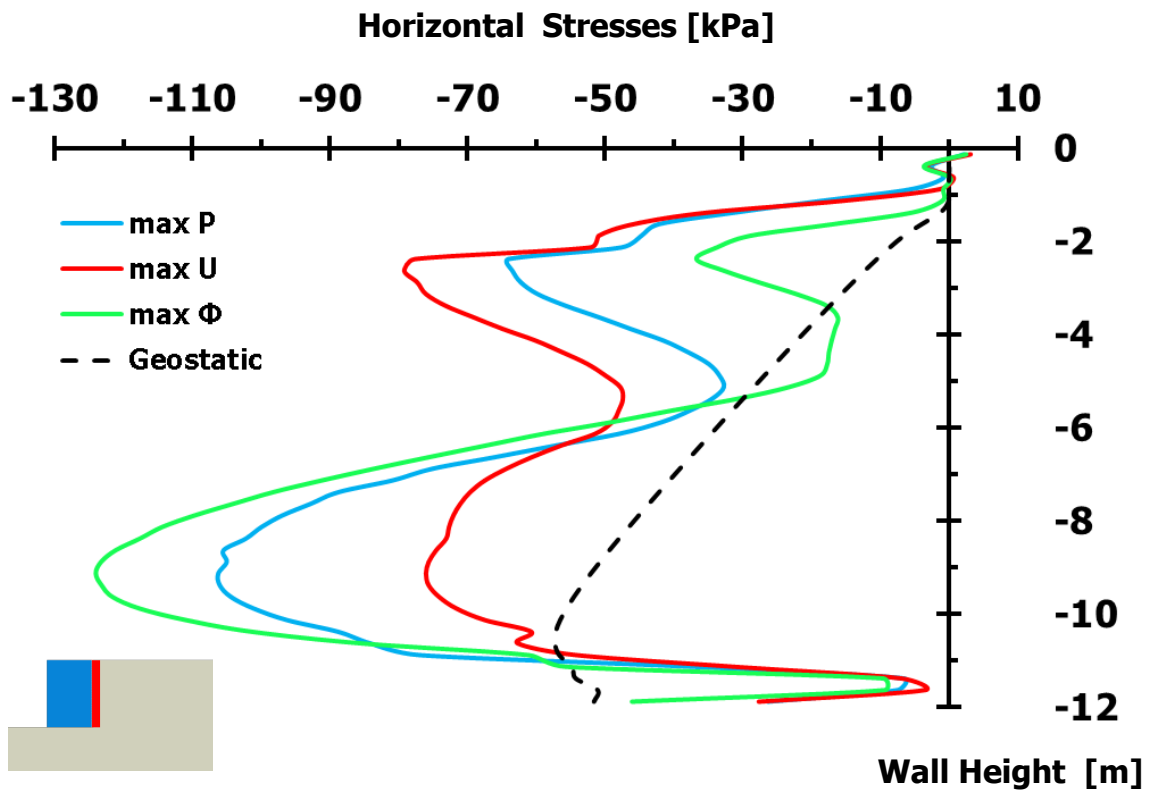
Διάγραμμα 2.144. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων, διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στη βάση του αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g, T = 0.10 s** [Μέγιστη περιστροφή του τοίχου - Έδαφος θεμελίωσης με $E = 1500 \text{ MPa}$]



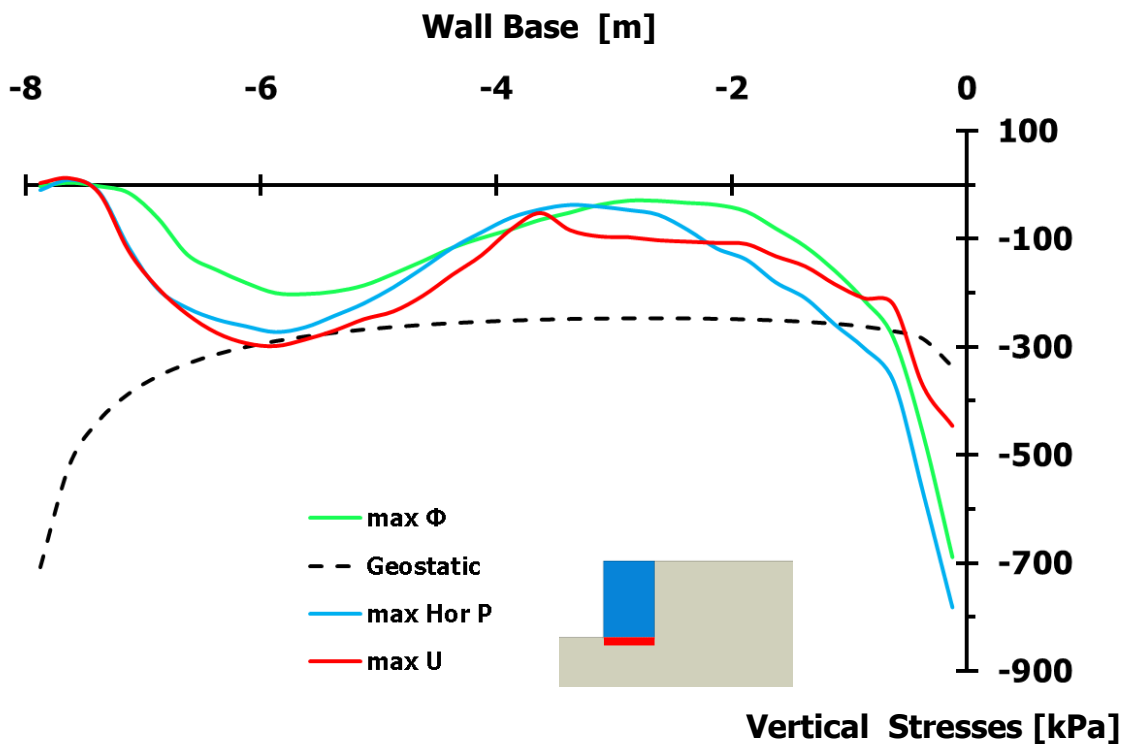
Διάγραμμα 2.145. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων, διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά του αριστερού τοίχου, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g, T = 0.10 s** [Περιστροφή του τοίχου στον ελεύθερο χώρο - Έδαφος θεμελίωσης με $E = 1500 \text{ MPa}$]



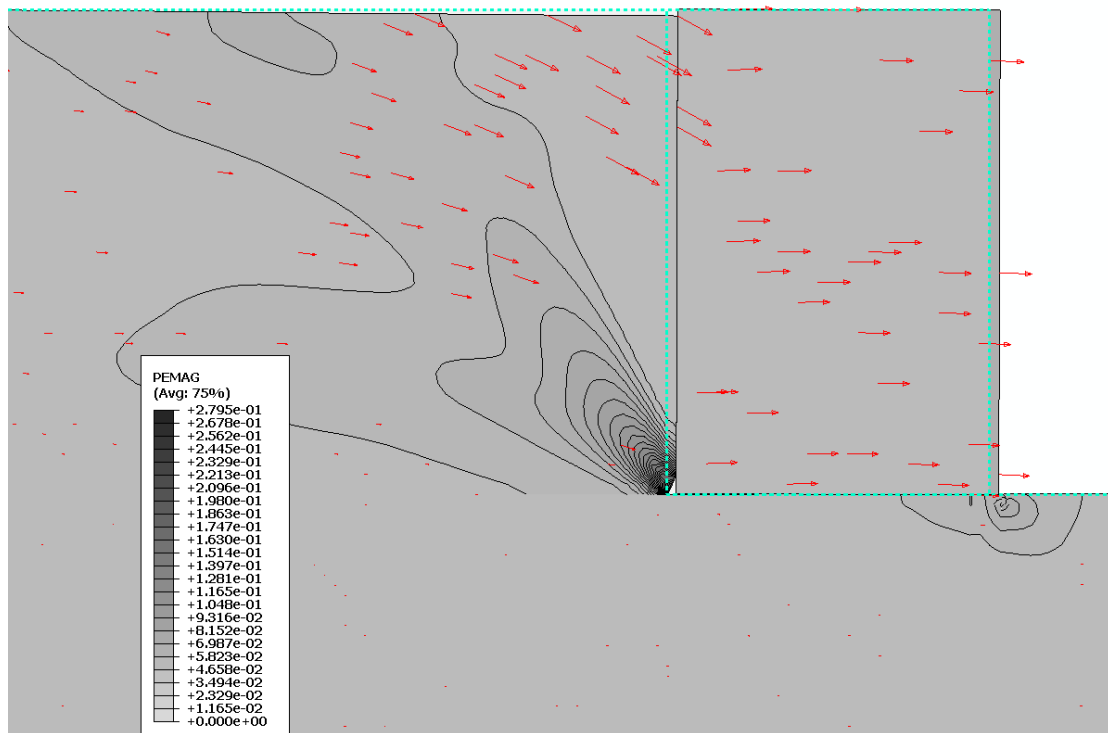
Διάγραμμα 2.146. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων, διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στη βάση του αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g, T = 0.10 s** [Περιστροφή του τοίχου στον ελεύθερο χώρο - Έδαφος θεμελίωσης με $E = 1500 \text{ MPa}$]



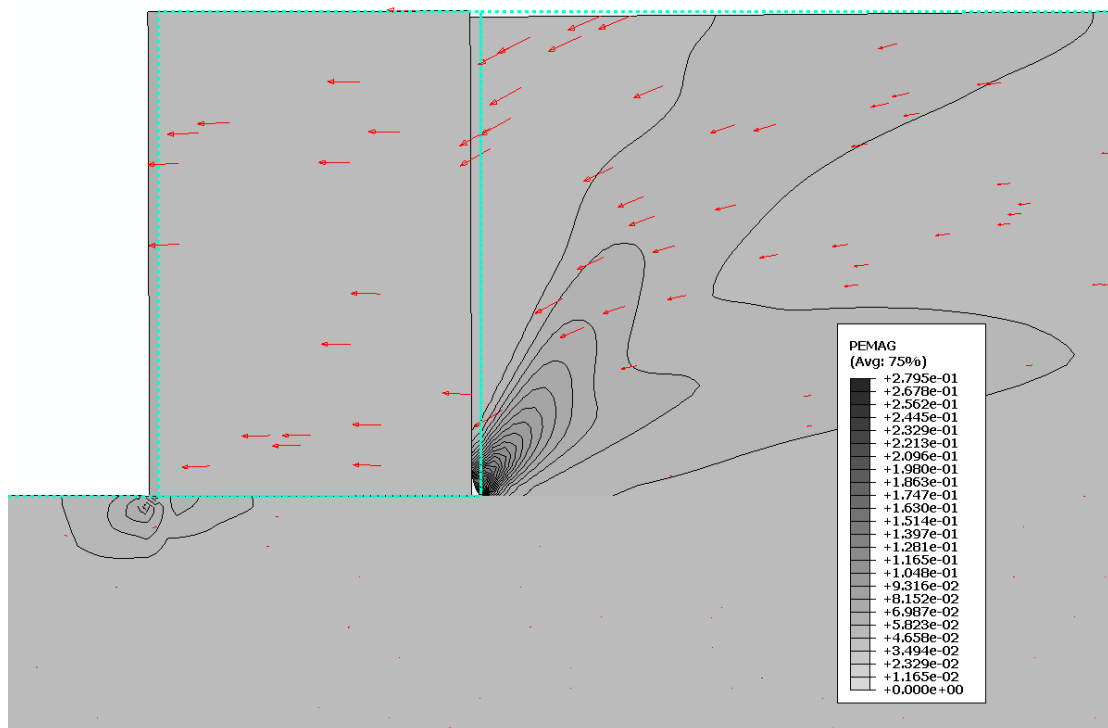
Διάγραμμα 2.147. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων, διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά του δεξιού τοίχου, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g, T = 0.10 s** [Μέγιστη περιστροφή του τοίχου - Έδαφος θεμελίωσης με $E = 1500 \text{ MPa}$]



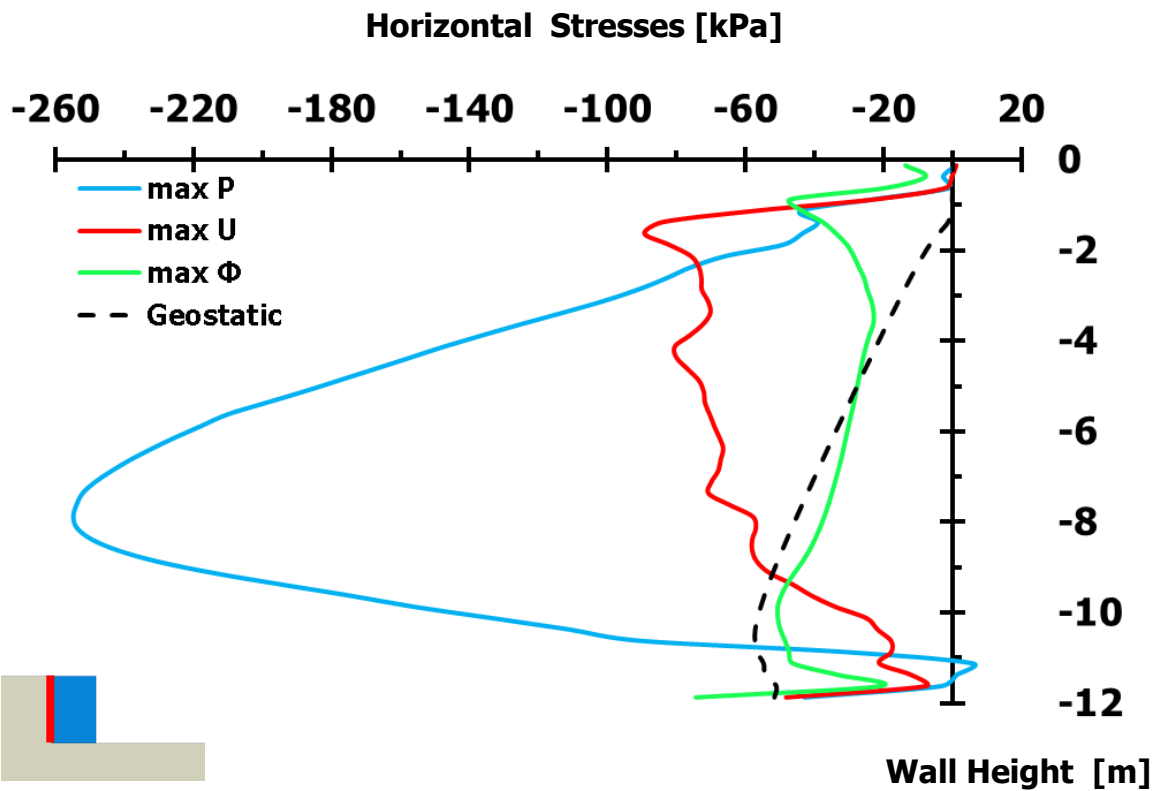
Διάγραμμα 2.148. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων, διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στη βάση του δεξιού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g, T = 0.10 s** [Μέγιστη περιστροφή του τοίχου - Έδαφος θεμελίωσης με $E = 1500 \text{ MPa}$]



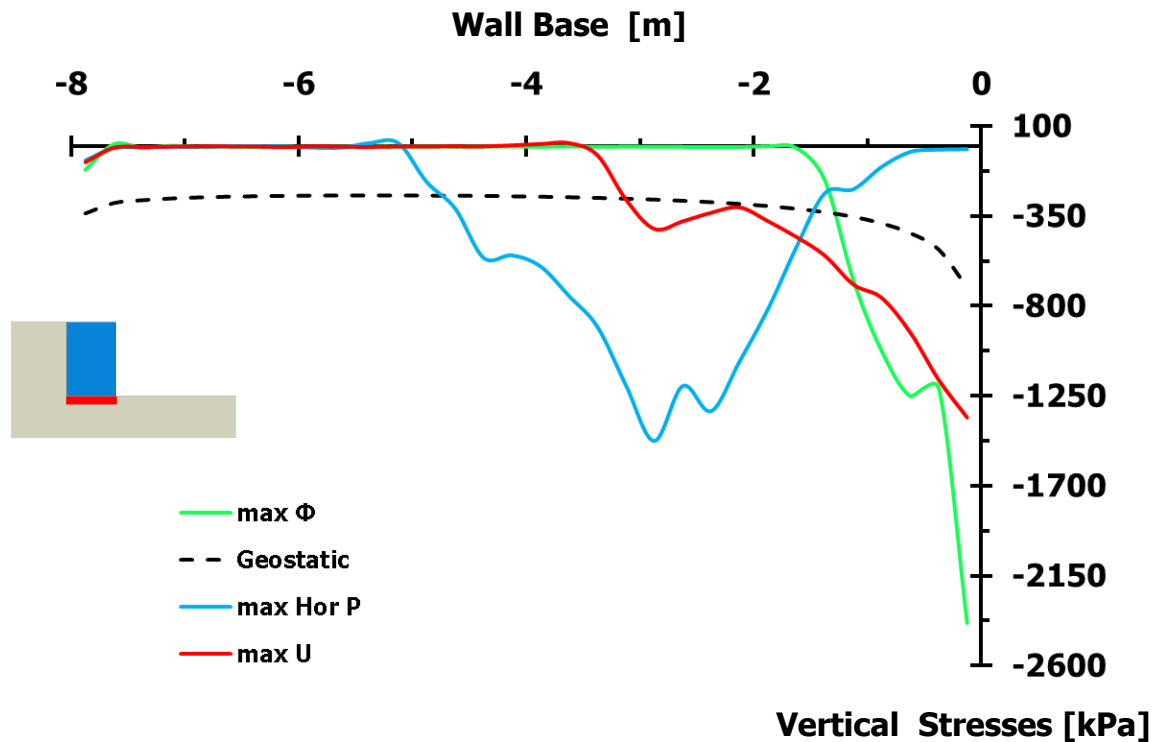
Σχήμα 2.32. Πλαστικές παραμορφώσεις με διανύσματα συνδυασμένης μετακίνησης αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g, περιόδου T = 0.33 s** [Έδαφος θεμελίωσης με E = 1500 MPa – Φυσική κλίμακα]



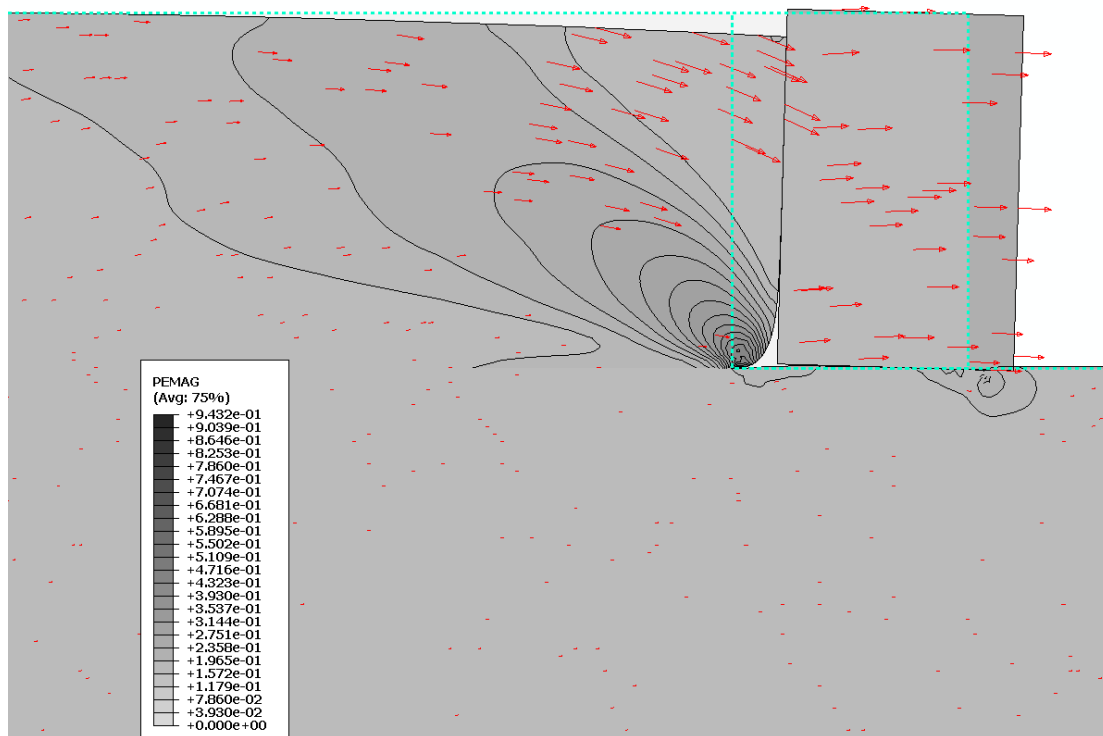
Σχήμα 2.33. Πλαστικές παραμορφώσεις με διανύσματα συνδυασμένης μετακίνησης δεξιού τοίχου βαρύτητας, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g, T = 0.33 s** [Έδαφος θεμελίωσης με E = 1500 MPa – Φυσική κλίμακα]



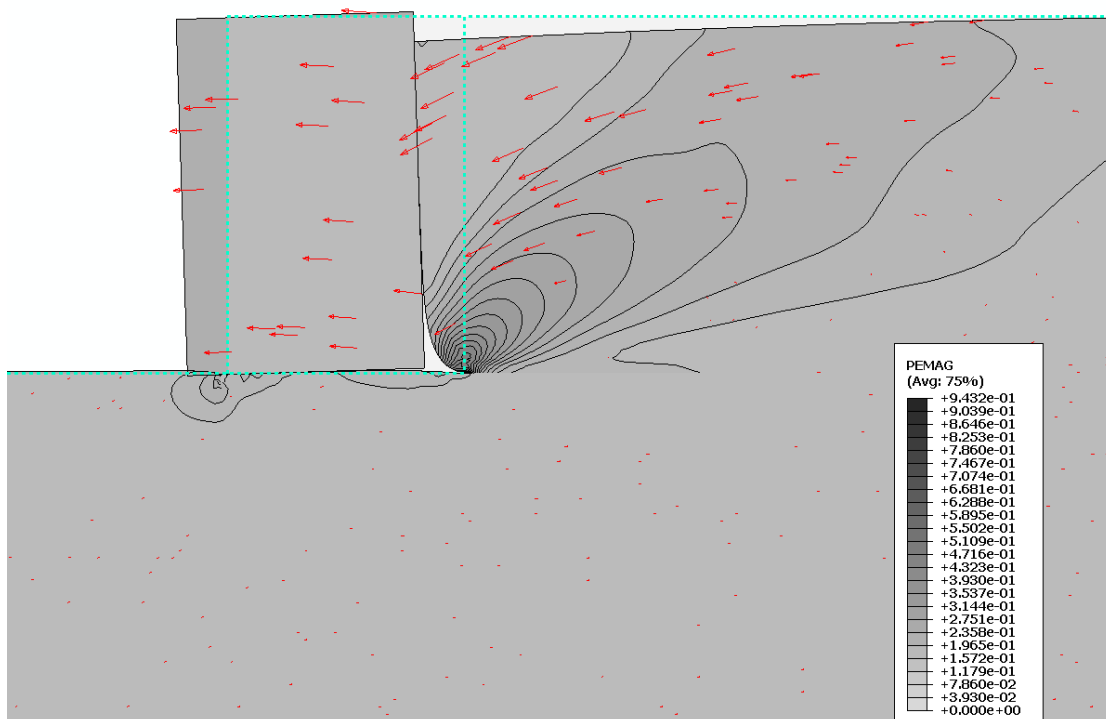
Διάγραμμα 2.149. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων, διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά του αριστερού τοίχου, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g, T = 0.33 s** [Θετική μέγιστη περιστροφή του τοίχου - Έδαφος θεμελίωσης με $E = 1500 \text{ MPa}$]



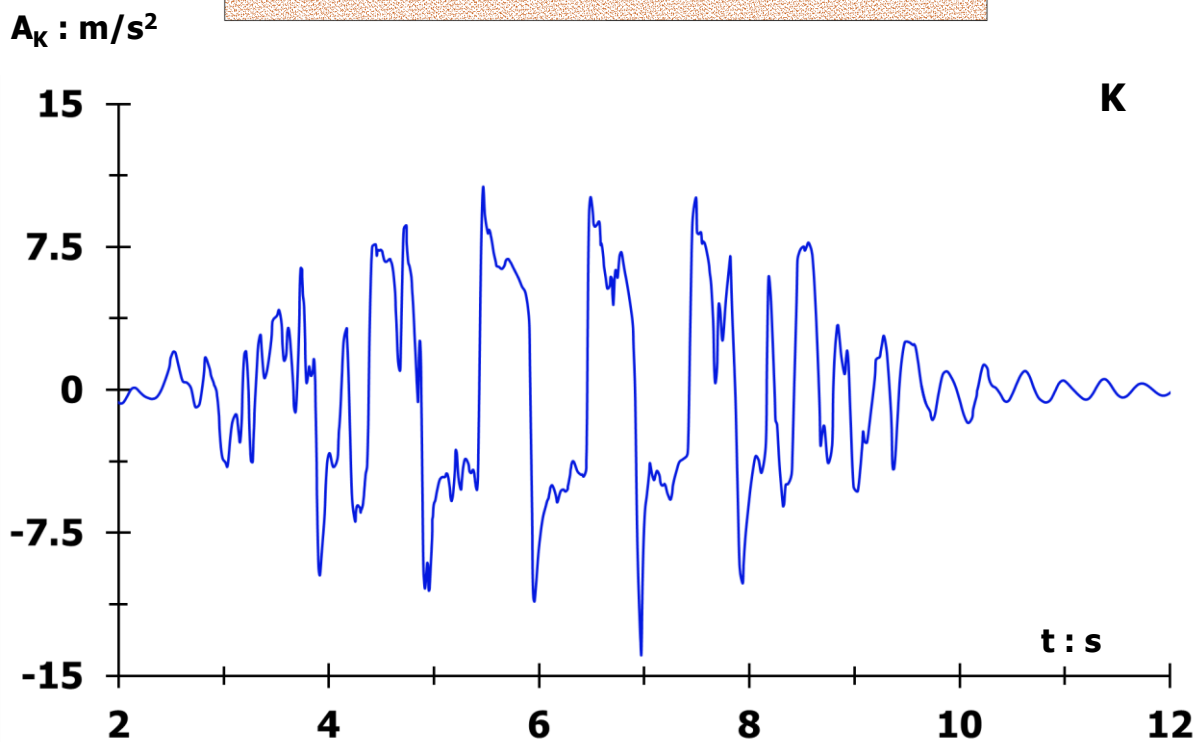
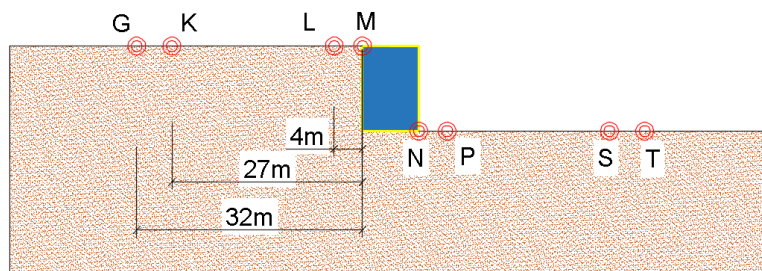
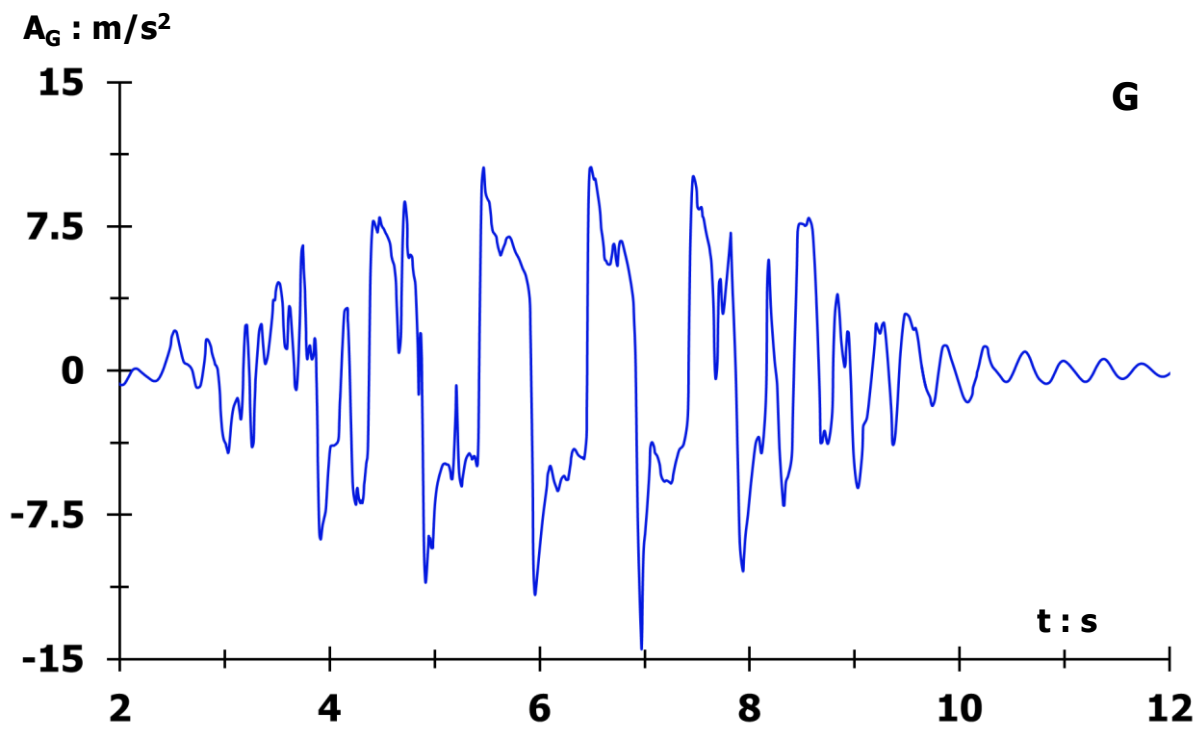
Διάγραμμα 2.150. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων, διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στη βάση του αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g, T = 0.33 s** [Θετική μέγιστη περιστροφή του τοίχου - Έδαφος θεμελίωσης με $E = 1500 \text{ MPa}$]



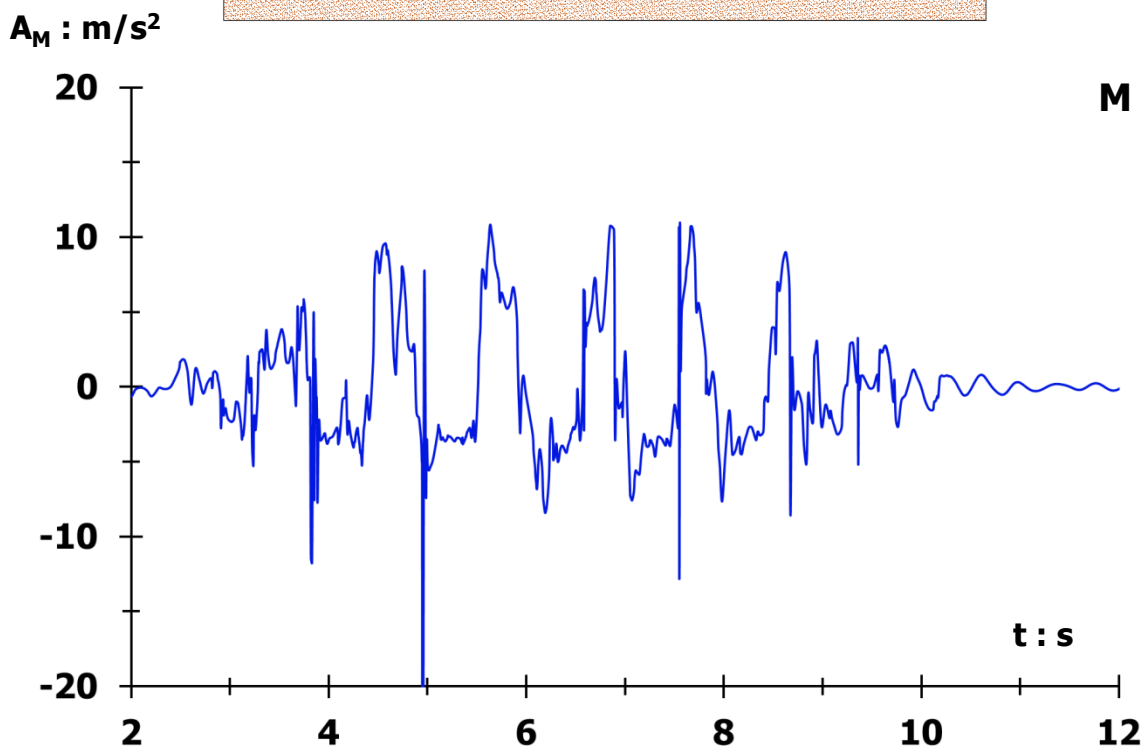
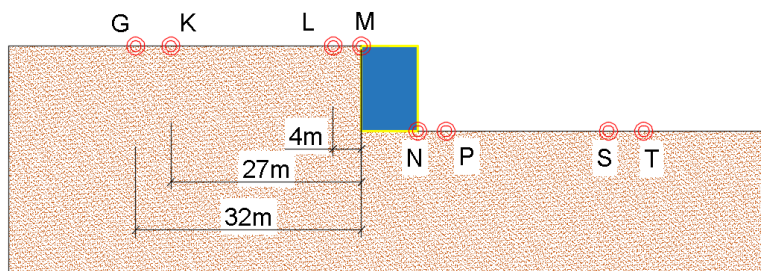
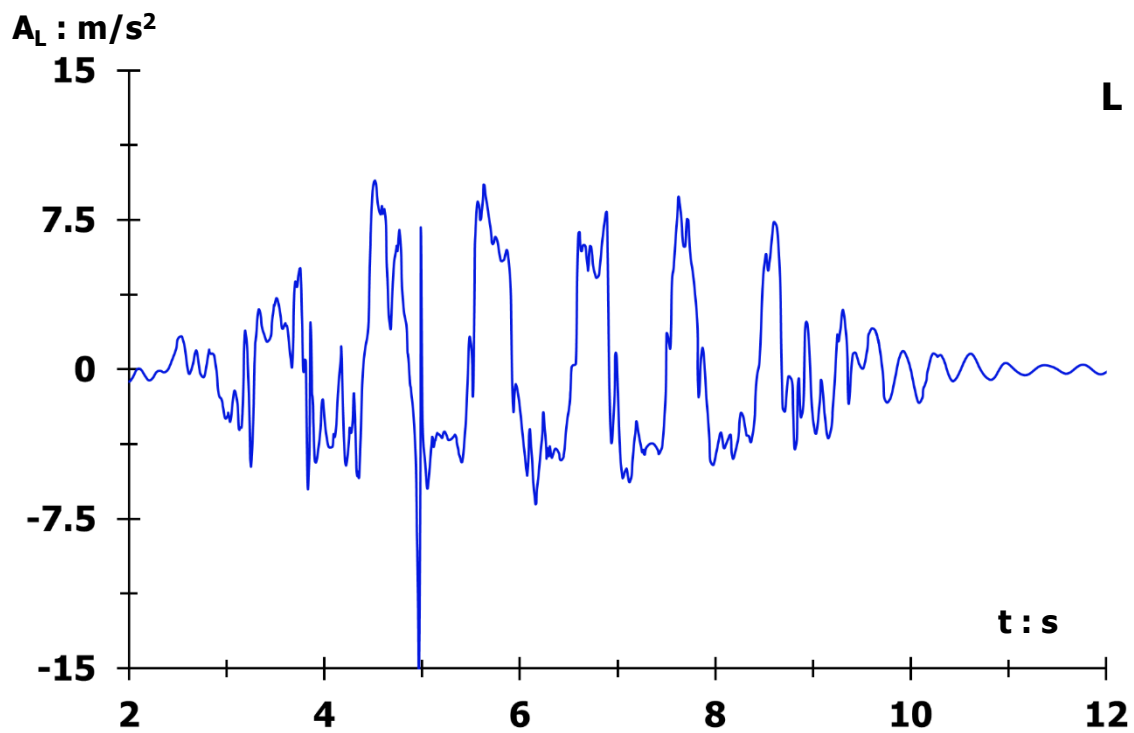
Σχήμα 2.34. Πλαστικές παραμορφώσεις με διανύσματα συνδυασμένης μετακίνησης αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g, περιόδου T = 1.00 s** [Έδαφος θεμελίωσης με E = 1500 MPa – Φυσική κλίμακα]



Σχήμα 2.35. Πλαστικές παραμορφώσεις με διανύσματα συνδυασμένης μετακίνησης δεξιού τοίχου βαρύτητας, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g, T = 1.00 s** [Έδαφος θεμελίωσης με E = 1500 MPa – Φυσική κλίμακα]

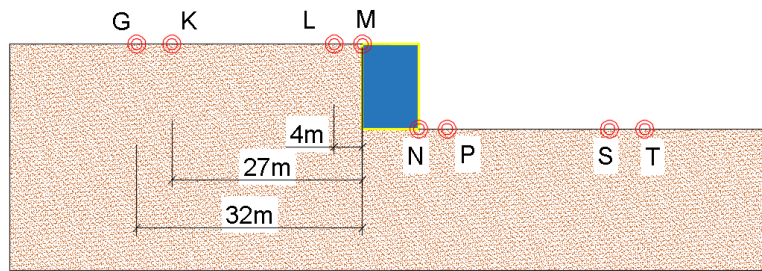
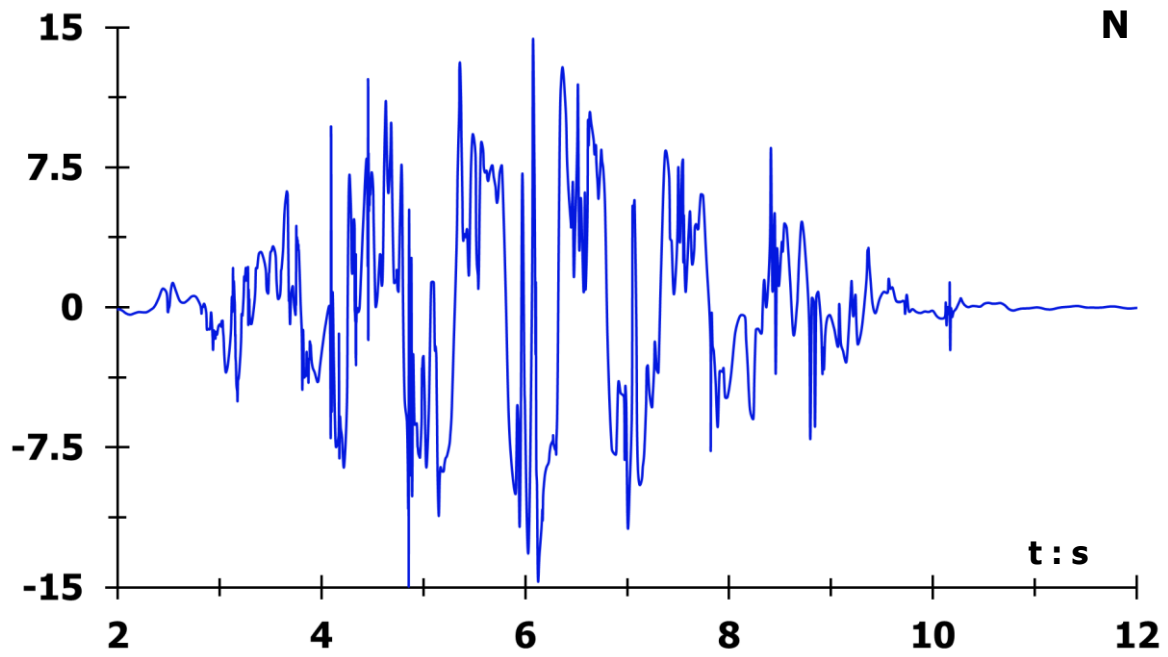


Διάγραμμα 2.151. Επιταχύνσεις στην ελεύθερη εδαφική επιφάνεια στο σημείο **G** (άνω) και **K** (κάτω), λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00 g$, περιόδου $T = 1.00 s$ [Έδαφος θεμελίωσης τοίχου με $E = 1500 MPa$]

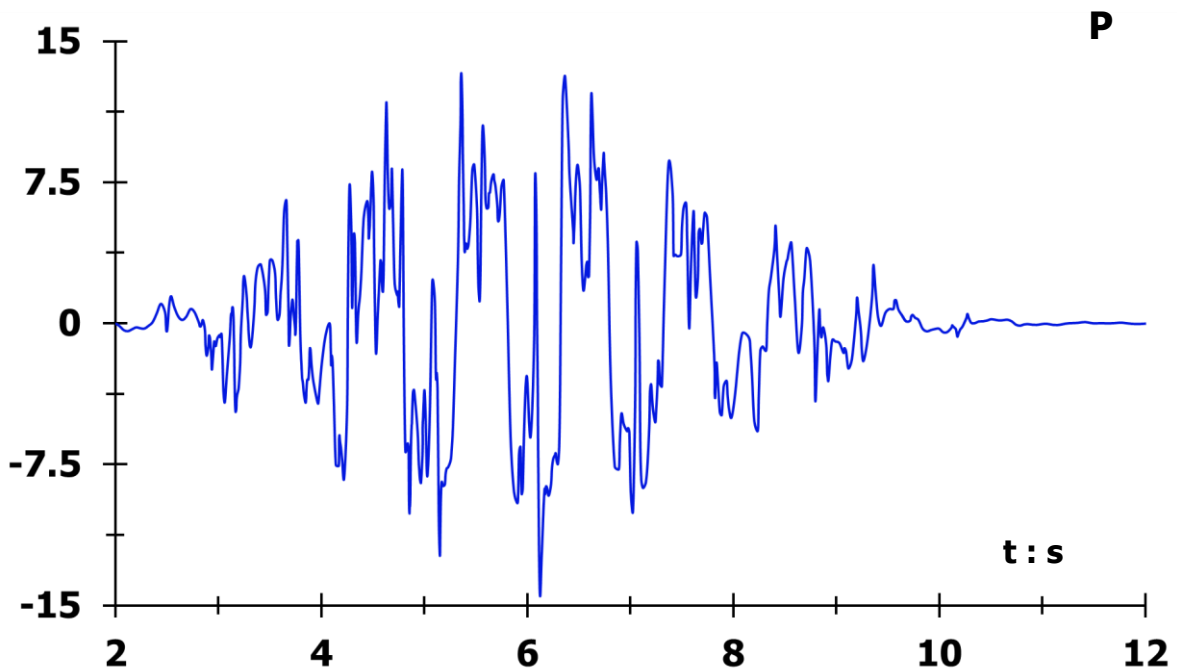


Διάγραμμα 2.152. Επιταχύνσεις στην ελεύθερη εδαφική επιφάνεια στο σημείο **L** (άνω) και **M** (κάτω), λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00\text{ g}$, $T = 1.00\text{ s}$ [Έδαφος θεμελίωσης τοίχου με $E = 1500\text{ MPa}$]

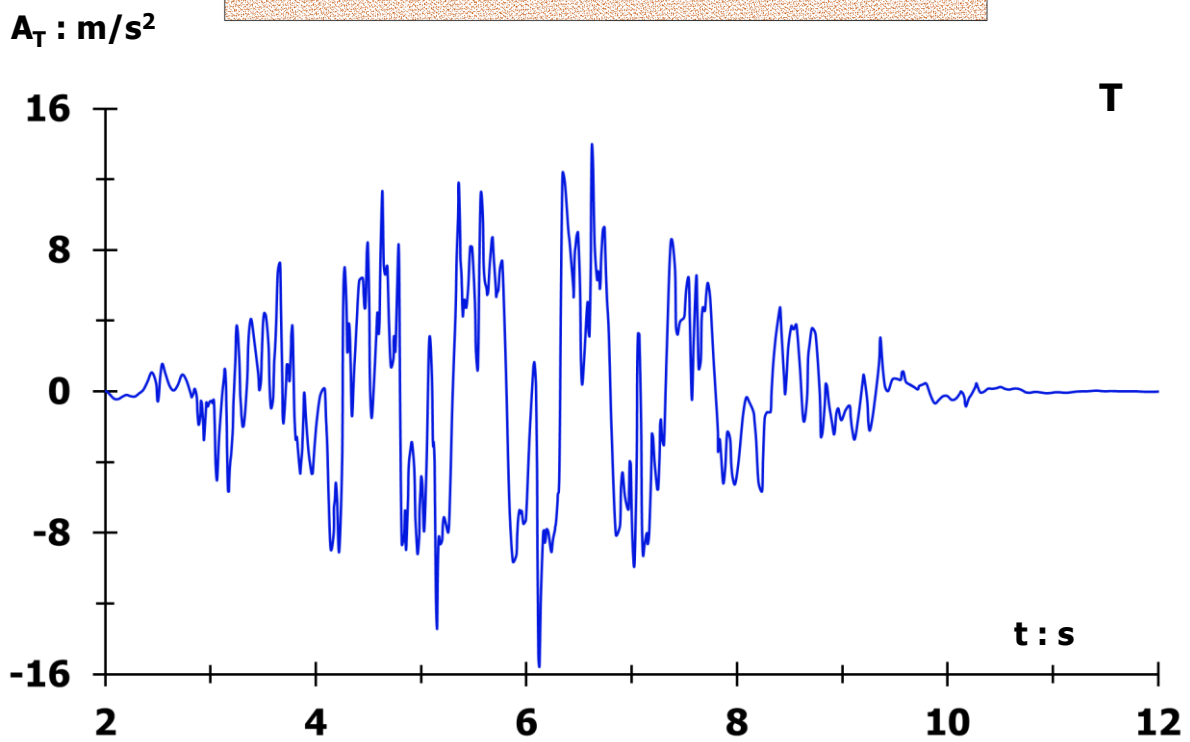
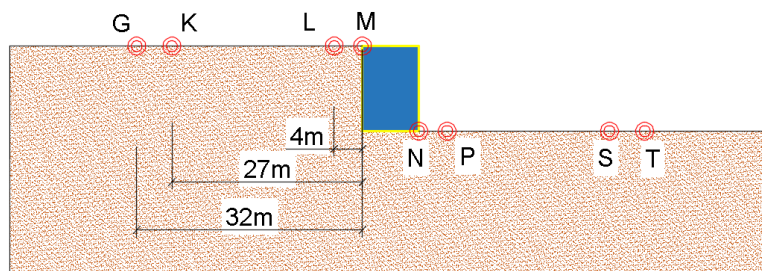
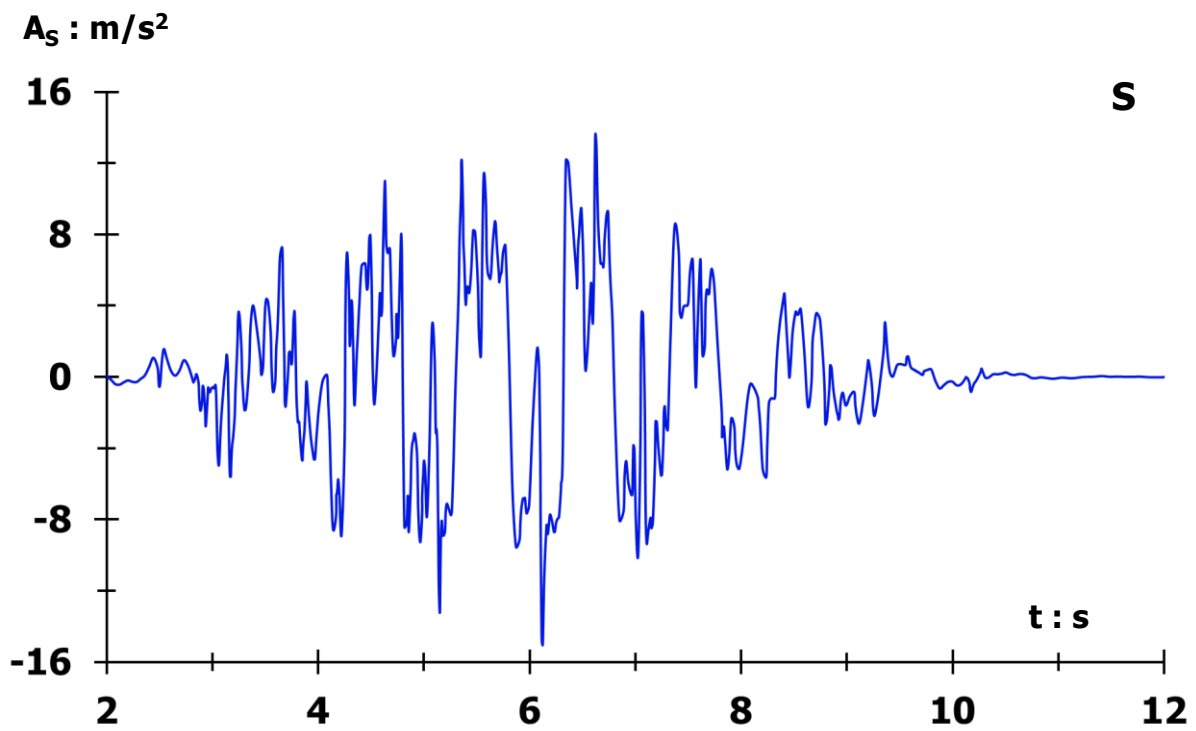
$A_N : m/s^2$



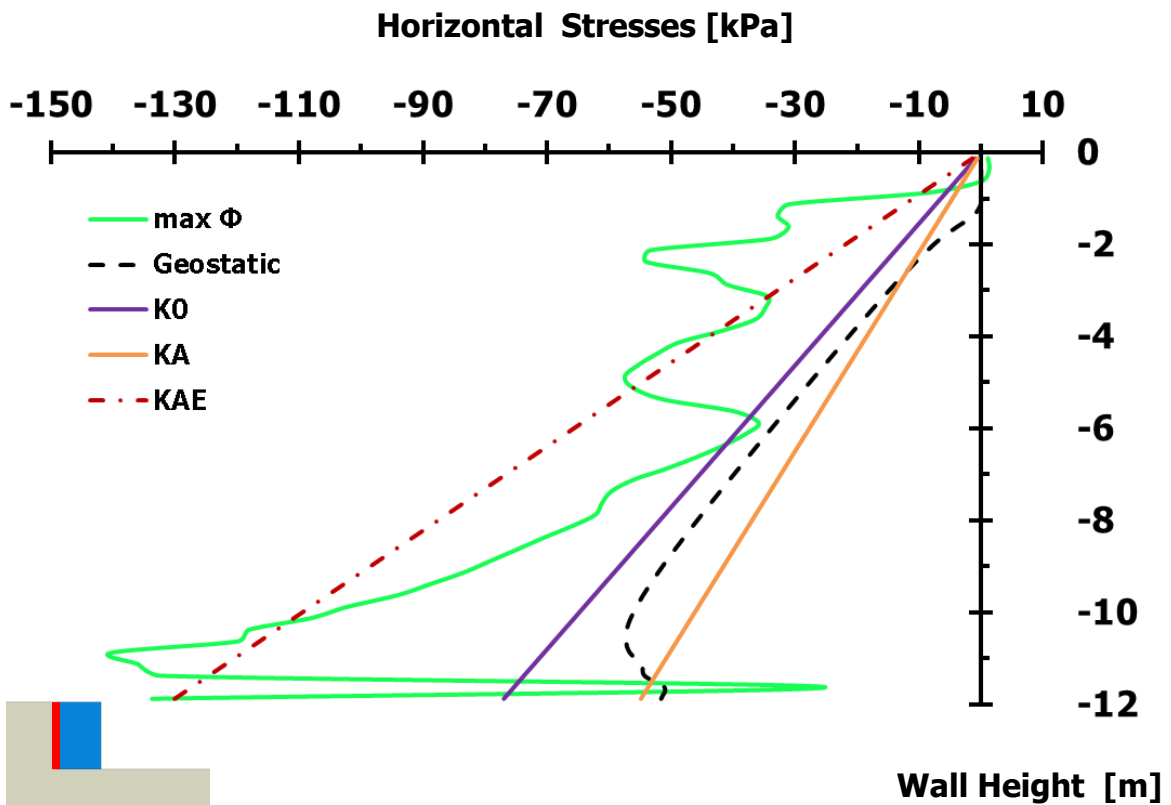
$A_P : m/s^2$



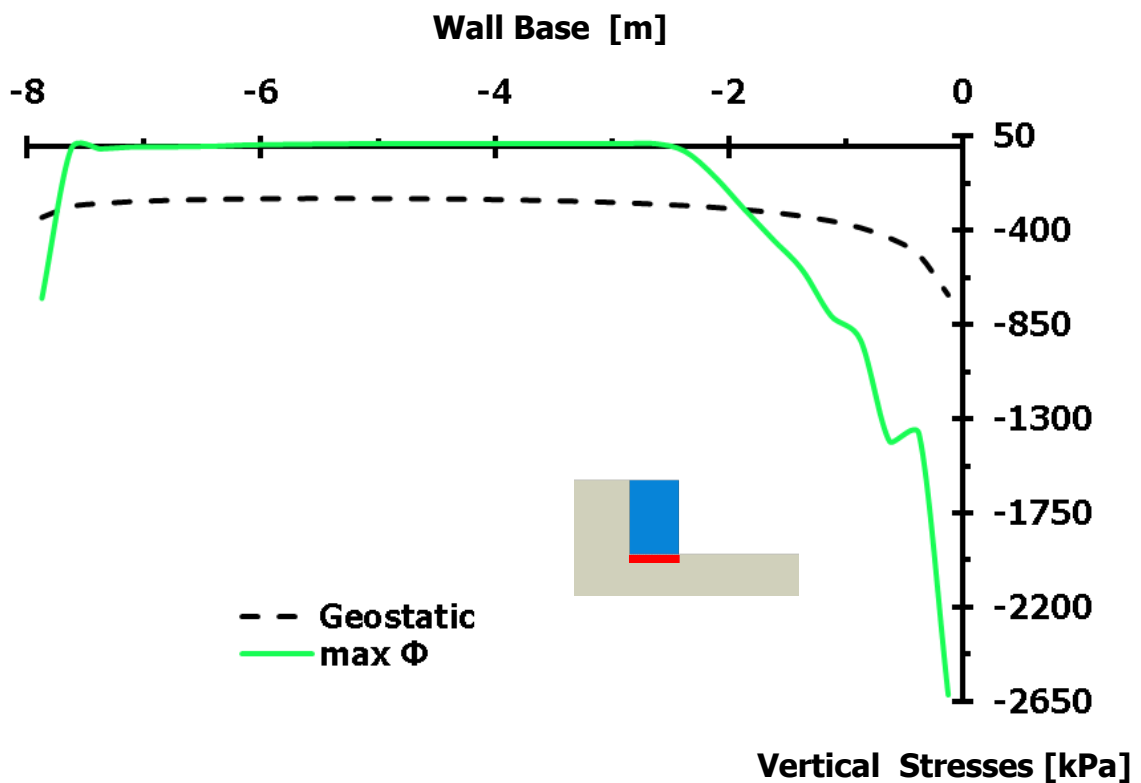
Διάγραμμα 2.153. Επιταχύνσεις στην ελεύθερη εδαφική επιφάνεια στο σημείο **N** (άνω) και **P** (κάτω), λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00 g$, $T = 1.00 s$ [Έδαφος θεμελίωσης τοίχου με $E = 1500 MPa$]



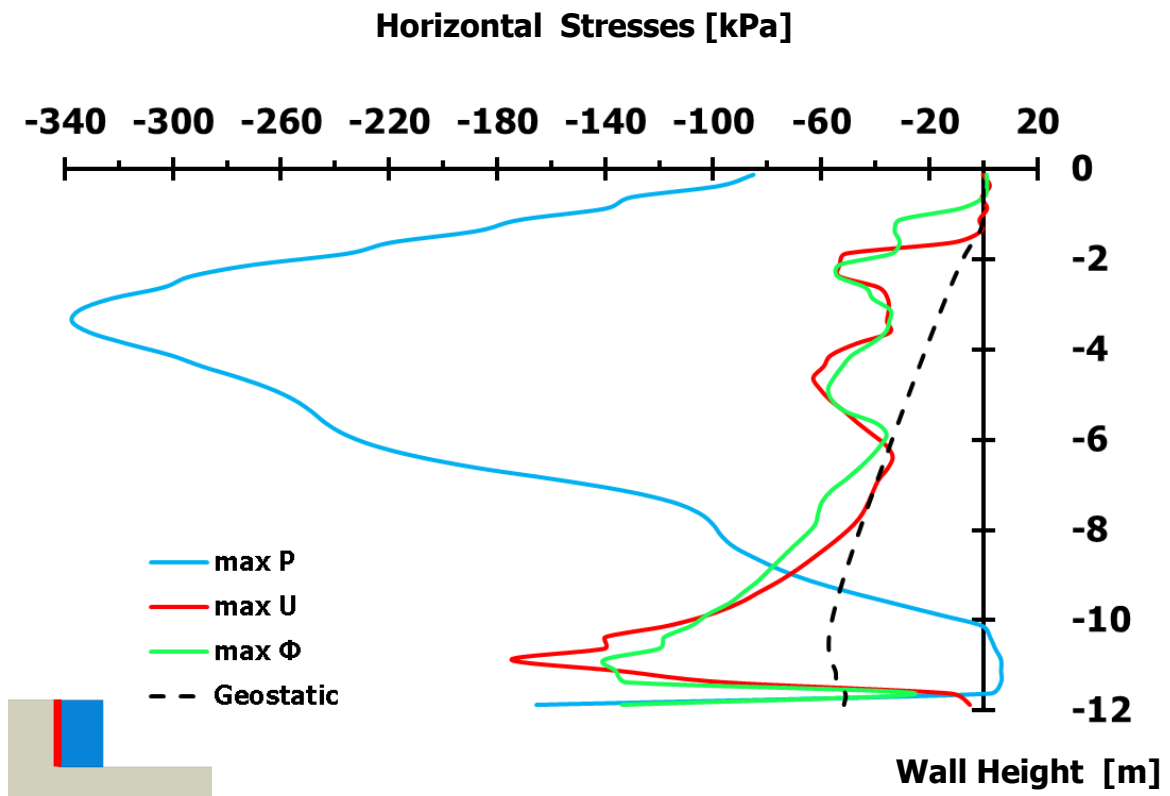
Διάγραμμα 2.154. Επιταχύνσεις στην ελεύθερη εδαφική επιφάνεια στο σημείο **S (άνω)** και **T (κάτω)**, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00 g$, $T = 1.00 s$ [Έδαφος θεμελίωσης τοίχου με $E = 1500 MPa$]



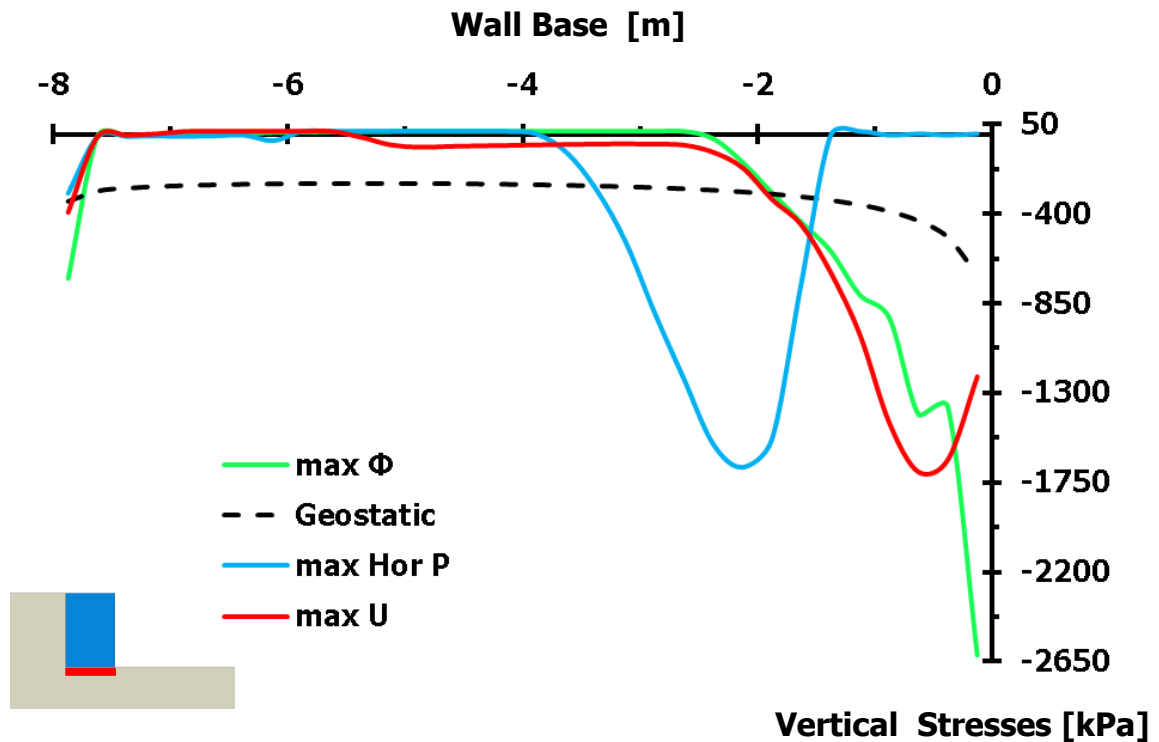
Διάγραμμα 2.155. Εδαφικές ωθήσεις κάθετες στην αντιστηριζόμενη πλευρά του αριστερού τοίχου βαρύτητας, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής του, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g**, **T = 1.00 s** [Έδαφος θεμελίωσης με **E = 1500 MPa**]



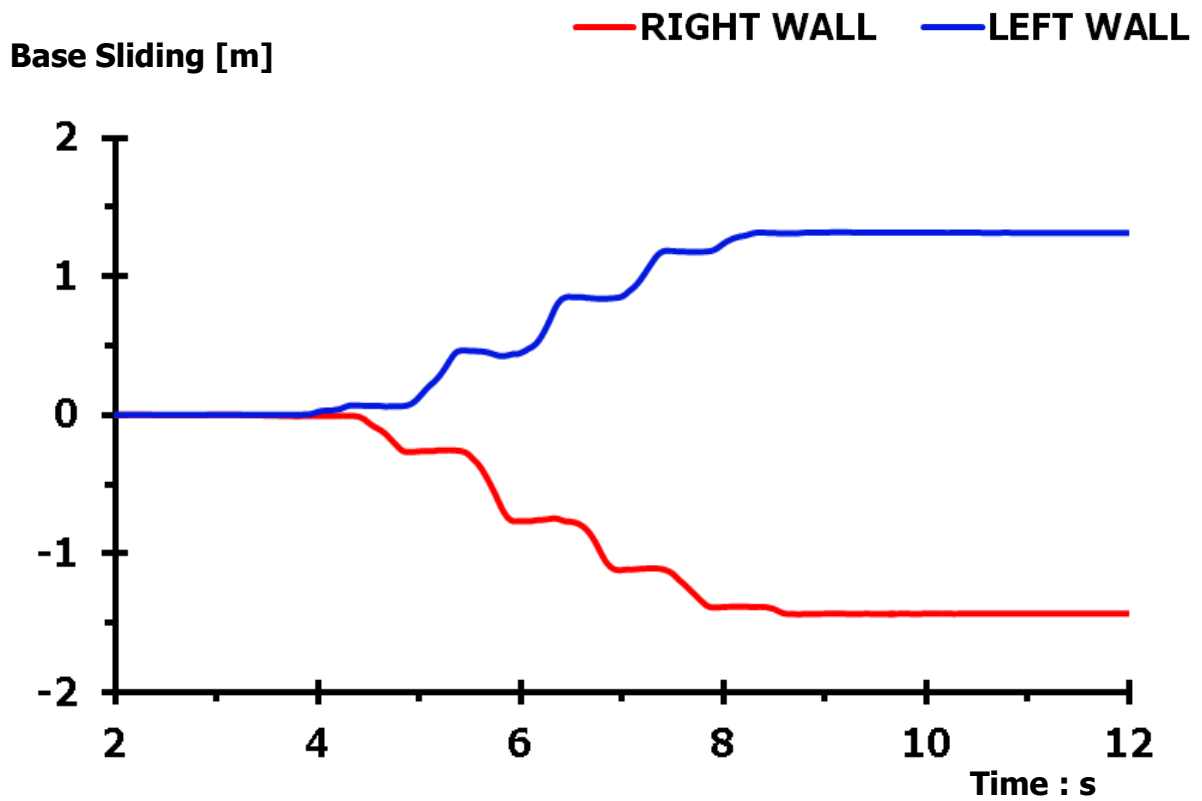
Διάγραμμα 2.156. Εδαφικές ωθήσεις κάθετες στη βάση του αριστερού τοίχου βαρύτητας, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής του, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g**, **T = 1.00 s** [Έδαφος θεμελίωσης με **E = 1500 MPa**]



Διάγραμμα 2.157. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων, διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά του αριστερού τοίχου, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g, T = 1.00 s** [Έδαφος θεμελίωσης με **E = 1500 MPa**]

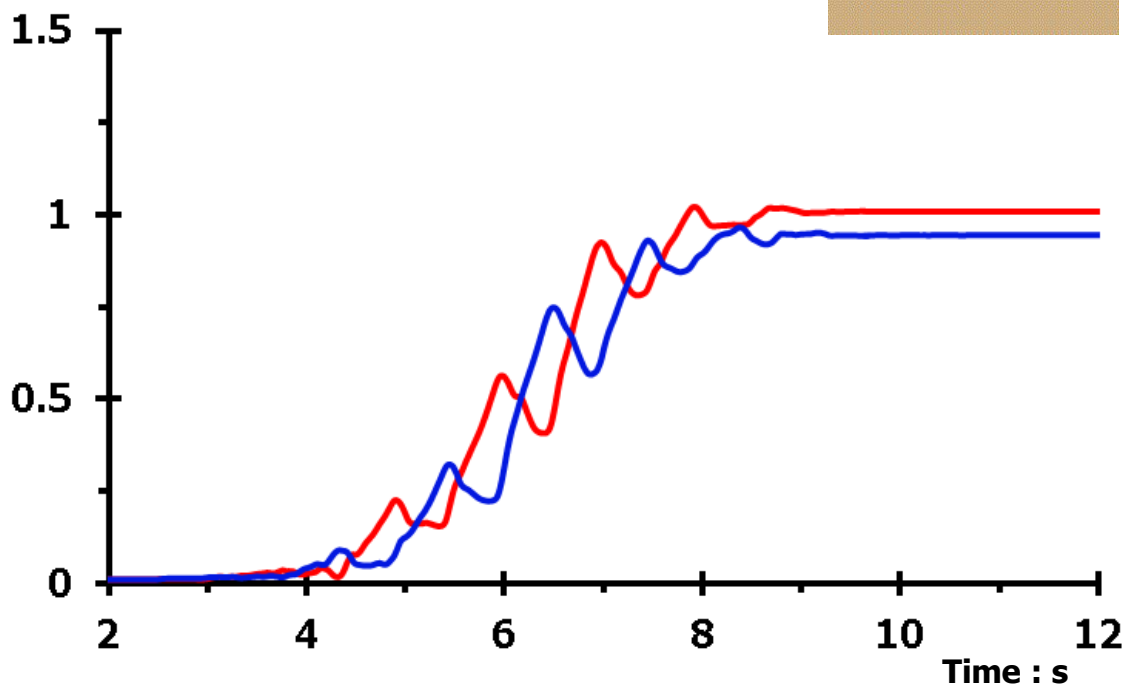


Διάγραμμα 2.158. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων, διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στη βάση του αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g, T = 1.00 s** [Έδαφος θεμελίωσης με **E = 1500 MPa**]

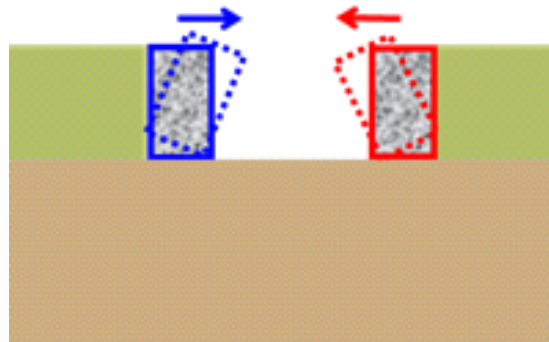
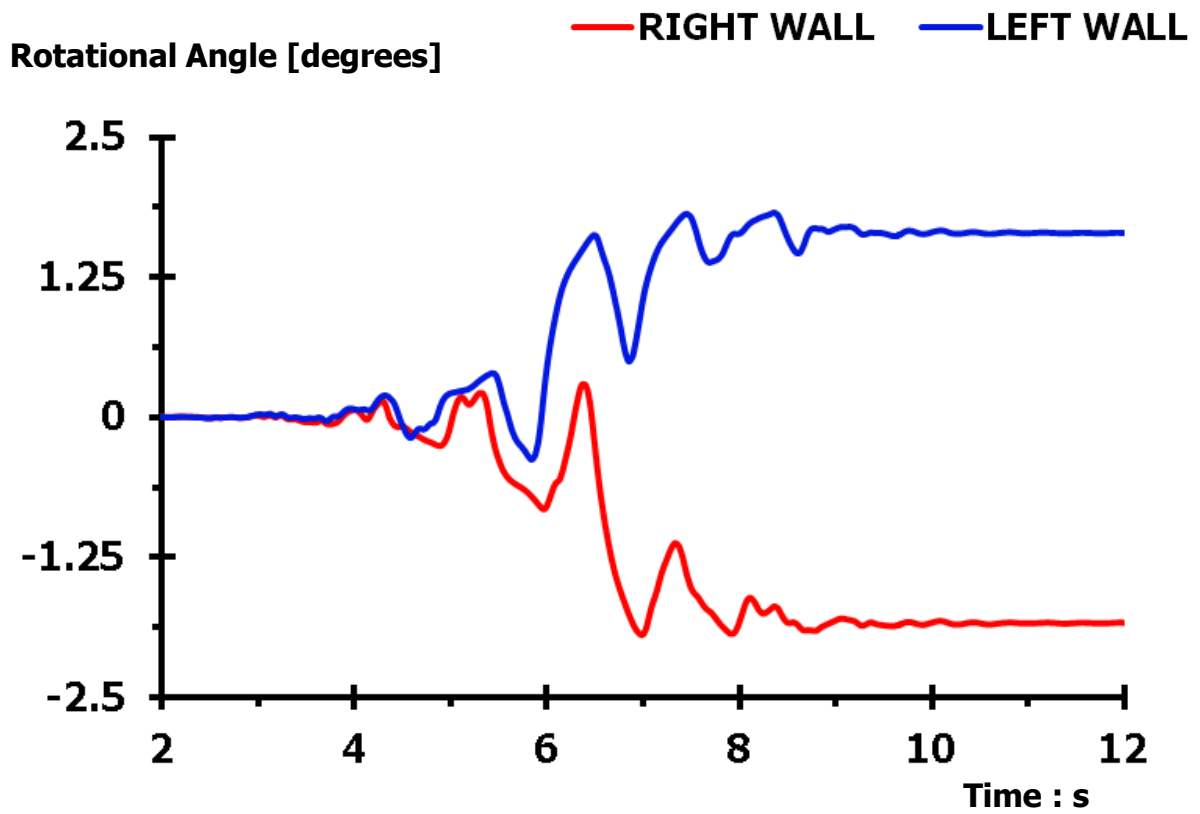


Διάγραμμα 2.159. Σύγκριση ολισθήσεων στη βάση του αριστερού και του δεξιού τοίχου βαρύτητας, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g, T = 1.00 s** [$E_2 = 1500 \text{ MPa}$]

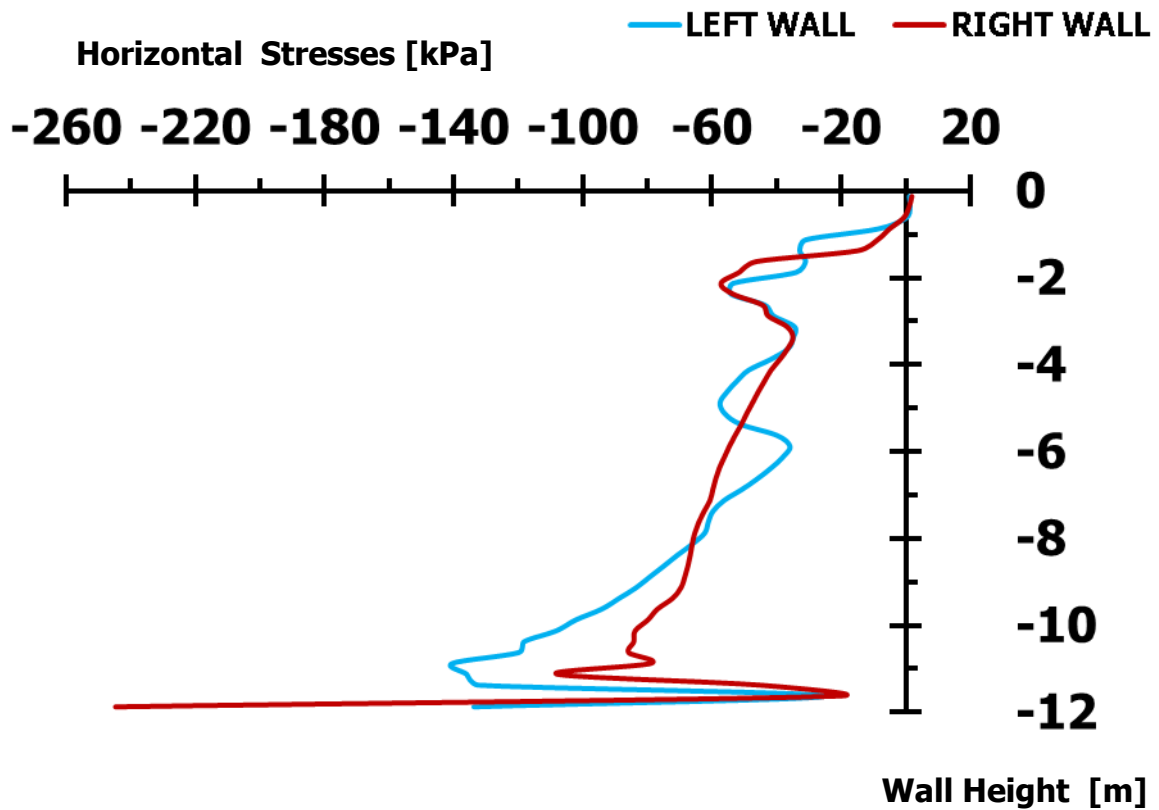
Side Sliding [m]



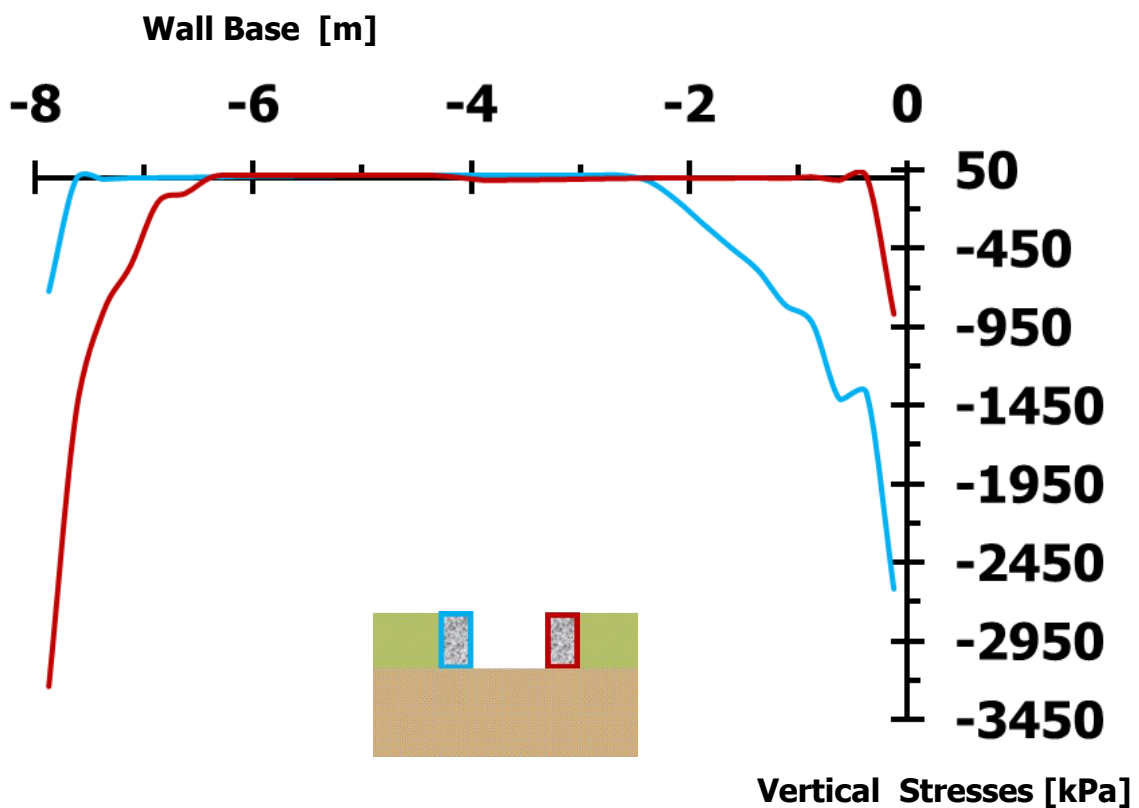
Διάγραμμα 2.160. Σύγκριση ολισθήσεων στην πλευρά επαφής του αριστερού και του δεξιού τοίχου με το αντιστηριζόμενο έδαφος, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g, T = 1.00 s** [$E_2 = 1500 \text{ MPa}$]



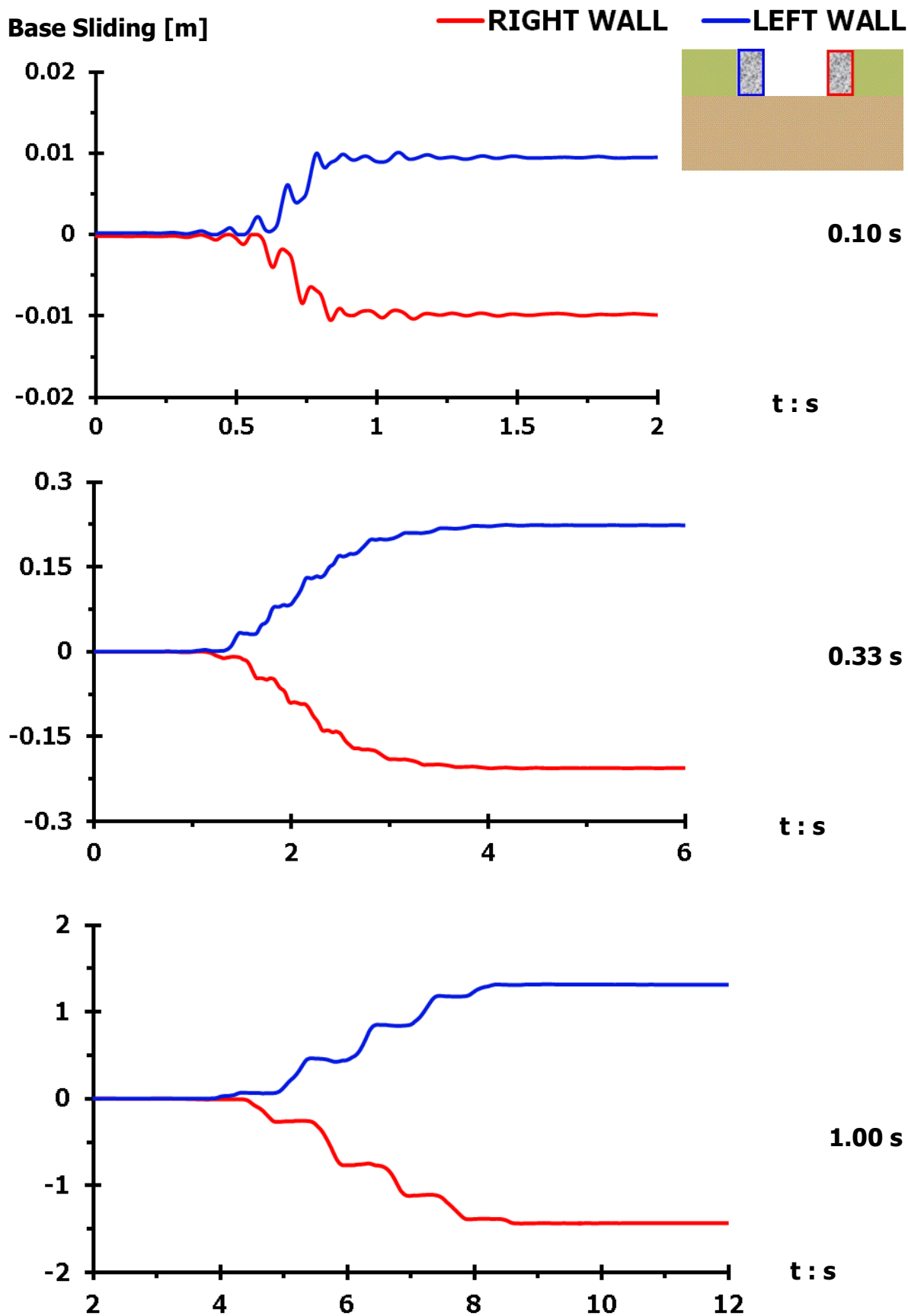
Διάγραμμα 2.161. Σύγκριση στροφών αριστερού και δεξιού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης Gabor $PGA = 1.00 \text{ g}$, $T = 1.00 \text{ s}$ [$E_2 = 1500 \text{ MPa}$]



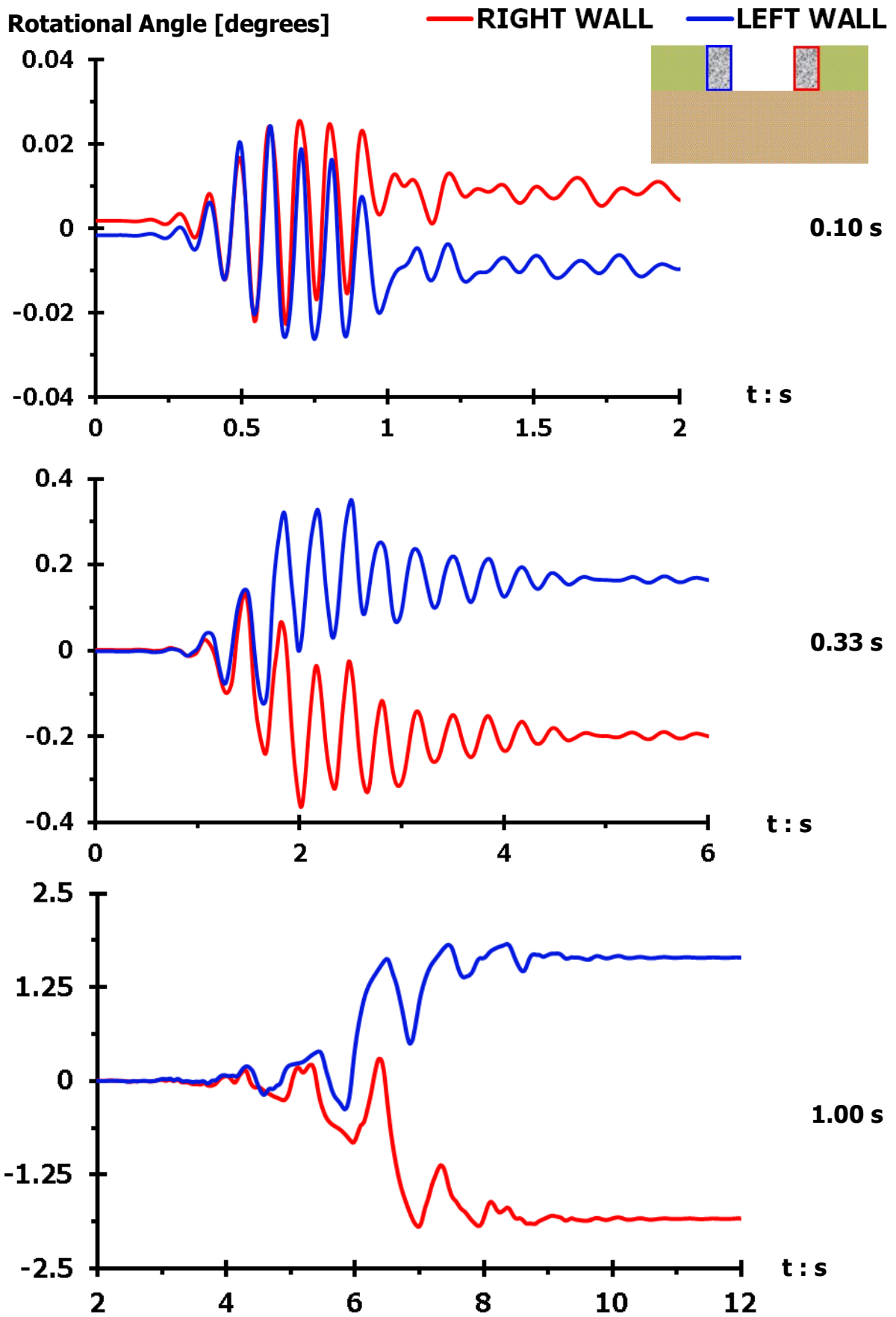
Διάγραμμα 2.162. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά του αριστερού και του δεξιού τοίχου βαρύτητας, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής των τοίχων, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00\text{ g}$, $T = 0.10\text{ s}$ [Έδαφος θεμελίωσης με $E = 1500\text{ MPa}$]



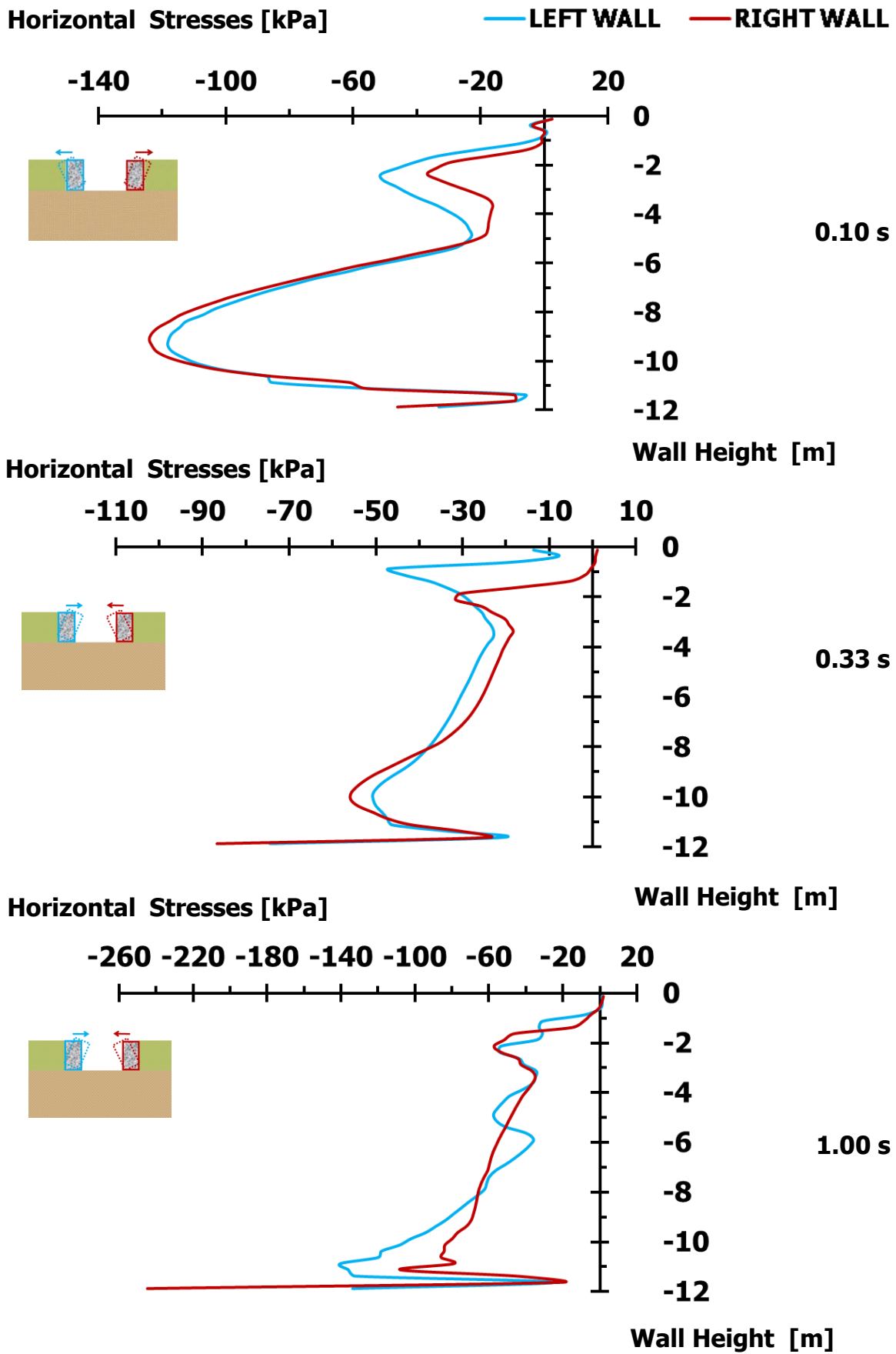
Διάγραμμα 2.163. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στη βάση του αριστερού και του δεξιού τοίχου, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής των τοίχων, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00\text{ g}$, $T = 0.10\text{ s}$ [Έδαφος θεμελίωσης με $E = 1500\text{ MPa}$]



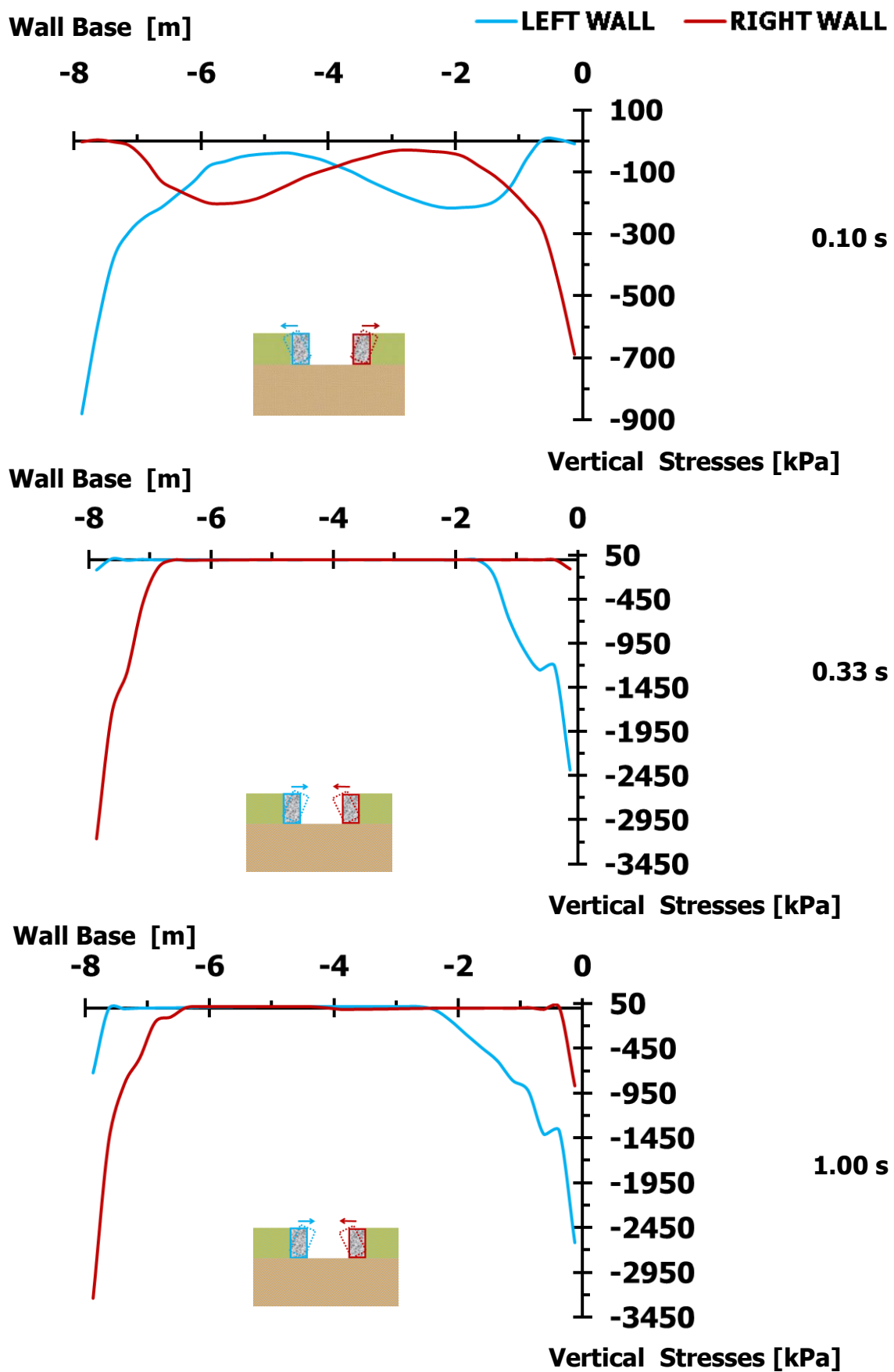
Διάγραμμα 2.164. Σύγκριση ολισθήσεων στη βάση του αριστερού και του δεξιού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00\text{ g}$, για $T = 0.10\text{ s}$ (άνω), $T = 0.33\text{ s}$ (μεσαίο) και $T = 1.00\text{ s}$ (κάτω) [Έδαφος θεμελίωσης με $E = 1500\text{ MPa}$]



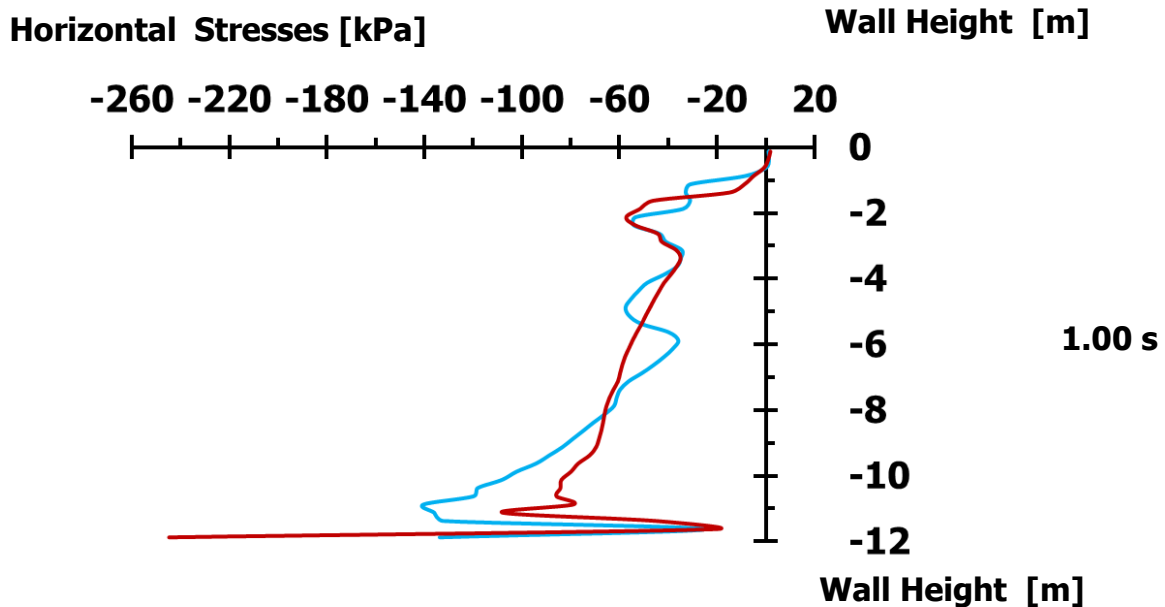
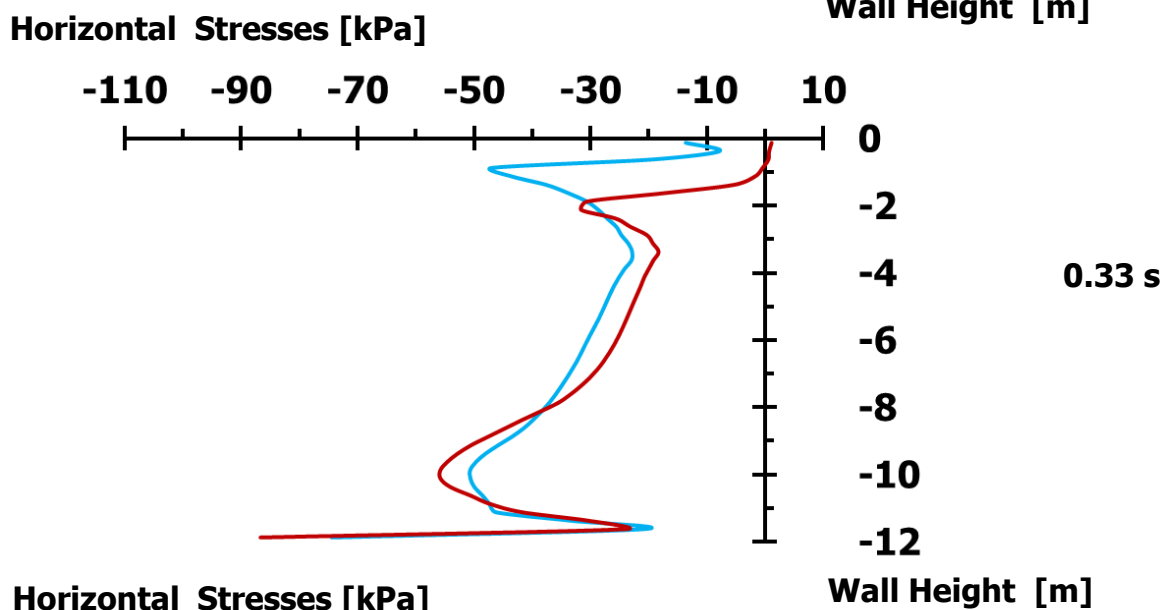
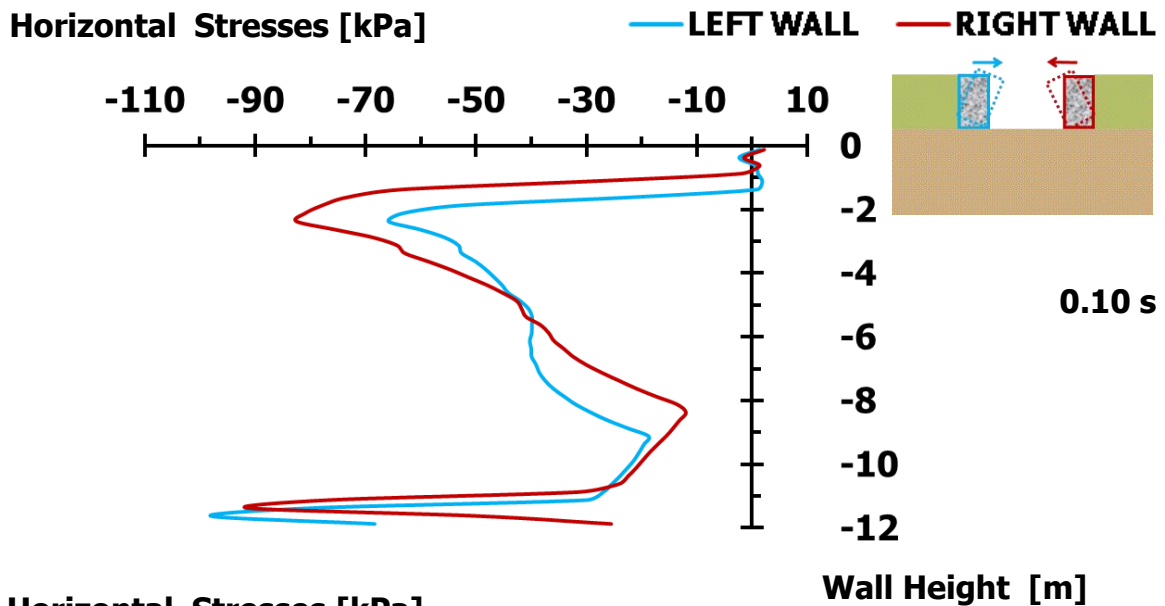
Διάγραμμα 2.165. Σύγκριση στροφών αριστερού και δεξιού τοίχου, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g**, για $T = 0.10$ s (άνω), $T = 0.33$ s (μεσαίο) και $T = 1.00$ s (κάτω) [Έδαφος θεμελίωσης με $E = 1500$ MPa]



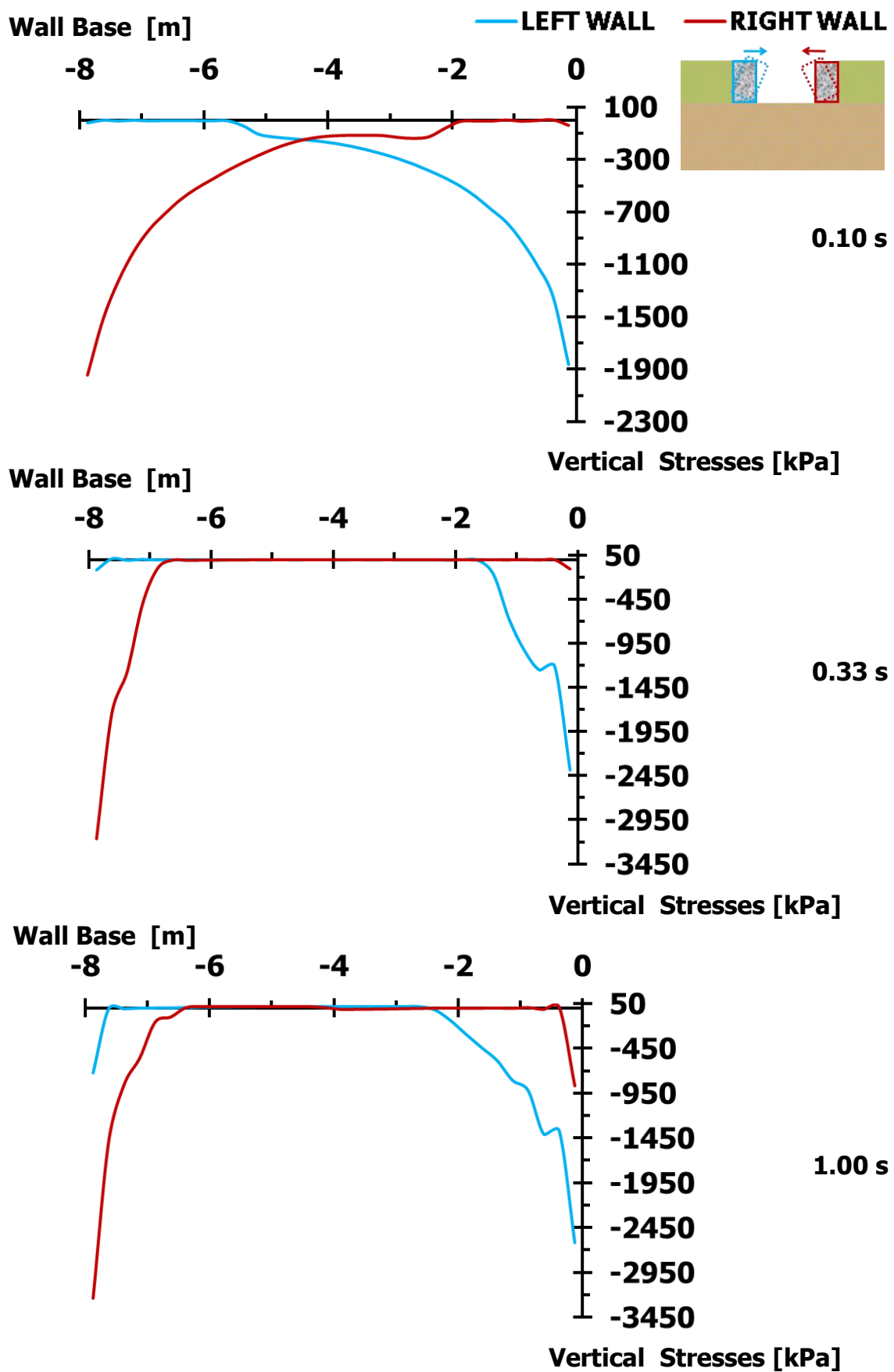
Διάγραμμα 2.166. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά αριστερού – δεξιού τοίχου, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00\text{ g}$, για $T = 0.10\text{ s}$ (άνω), $T = 0.33\text{ s}$ (μεσαίο) και $T = 1.00\text{ s}$ (κάτω) [Μέγιστη περιστροφή – $E_2 = 1500\text{ MPa}$]



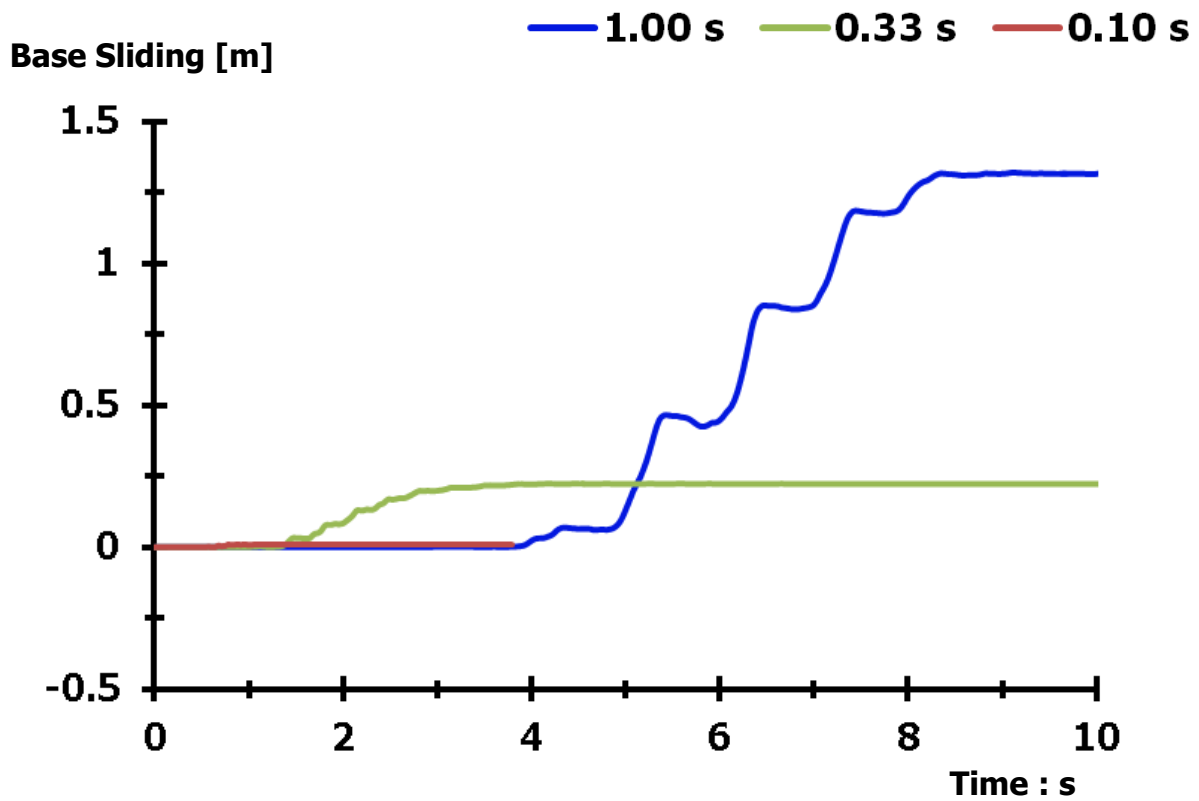
Διάγραμμα 2.167. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στη βάση αριστερού – δεξιού τοίχου, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00\text{ g}$, για $T = 0.10\text{ s}$ (άνω), $T = 0.33\text{ s}$ (μεσαίο) και $T = 1.00\text{ s}$ (κάτω) [Μέγιστη περιστροφή – $E_2 = 1500\text{ MPa}$]



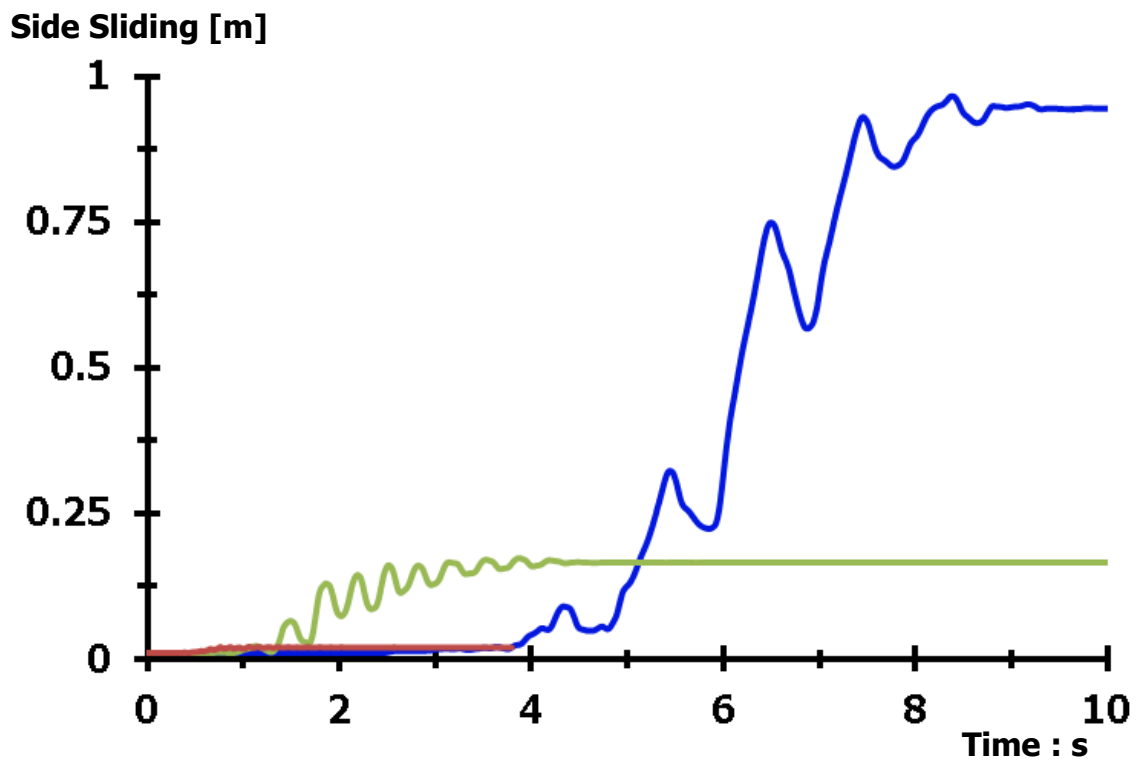
Διάγραμμα 2.168. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά αριστερού – δεξιού τοίχου, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g**, για **T = 0.10 s (άνω)**, **T = 0.33 s (μεσαίο)** και **T = 1.00 s (κάτω)** [Περιστροφή προς τον ελεύθερο χώρο – $E_2 = 1500 \text{ MPa}$]



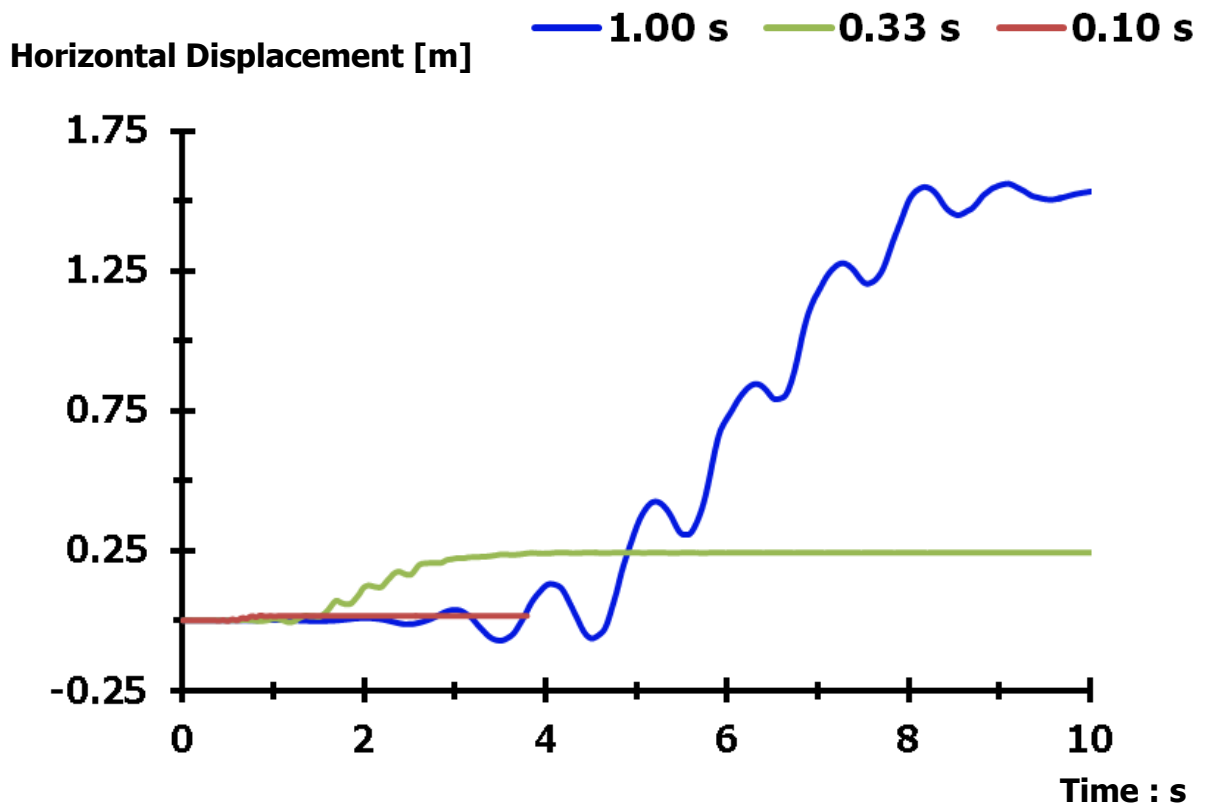
Διάγραμμα 2.169. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στη βάση αριστερού – δεξιού τοίχου, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00\text{ g}$, για $T = 0.10\text{ s}$ (άνω), $T = 0.33\text{ s}$ (μεσαίο) και $T = 1.00\text{ s}$ (κάτω) [Περιστροφή προς τον ελεύθερο χώρο – $E_2 = 1500\text{ MPa}$]



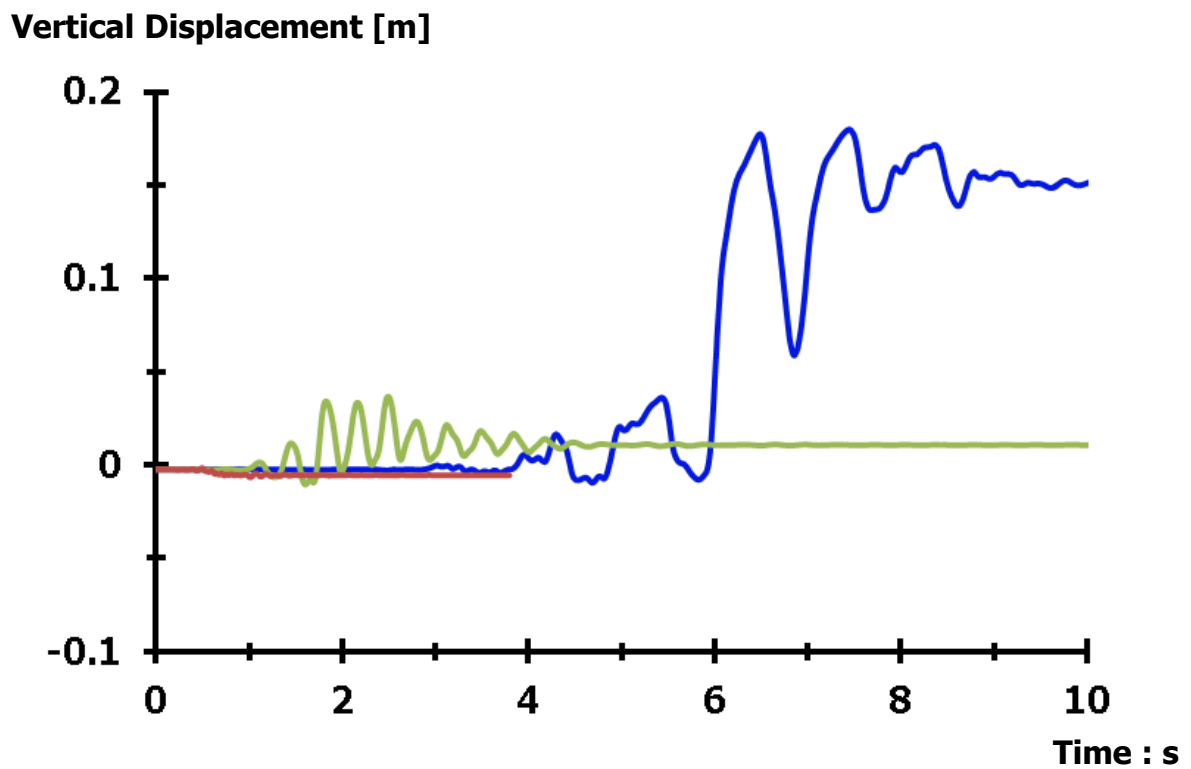
Διάγραμμα 2.170. Σύγκριση ολισθήσεων στη βάση του αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00 \text{ g}$, περιόδων **0.10 s**, **0.33 s** και **1.00 s** [$E_2 = 1500 \text{ MPa}$]



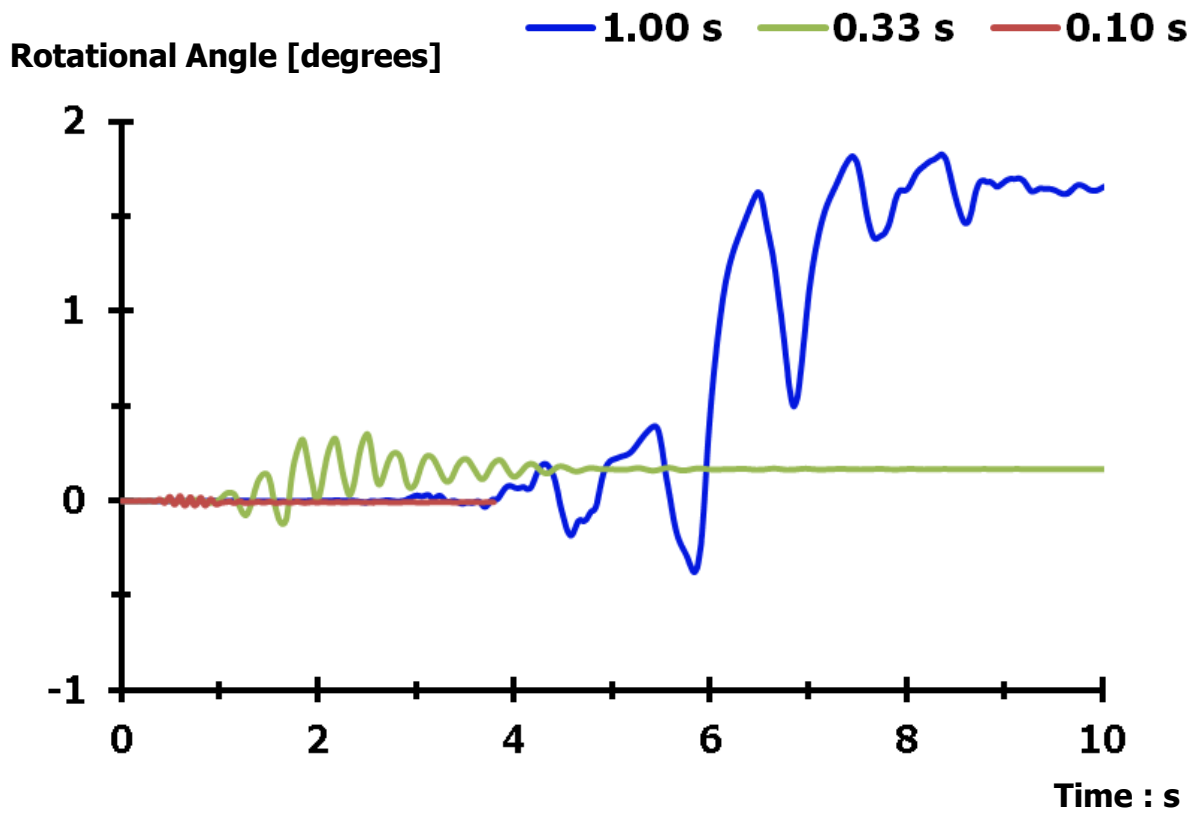
Διάγραμμα 2.171. Σύγκριση ολισθήσεων στην πλευρά επαφής του αριστερού τοίχου με το αντιστηριζόμενο έδαφος, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00 \text{ g}$, περιόδων **0.10 s**, **0.33 s** και **1.00 s** [$E_2 = 1500 \text{ MPa}$]



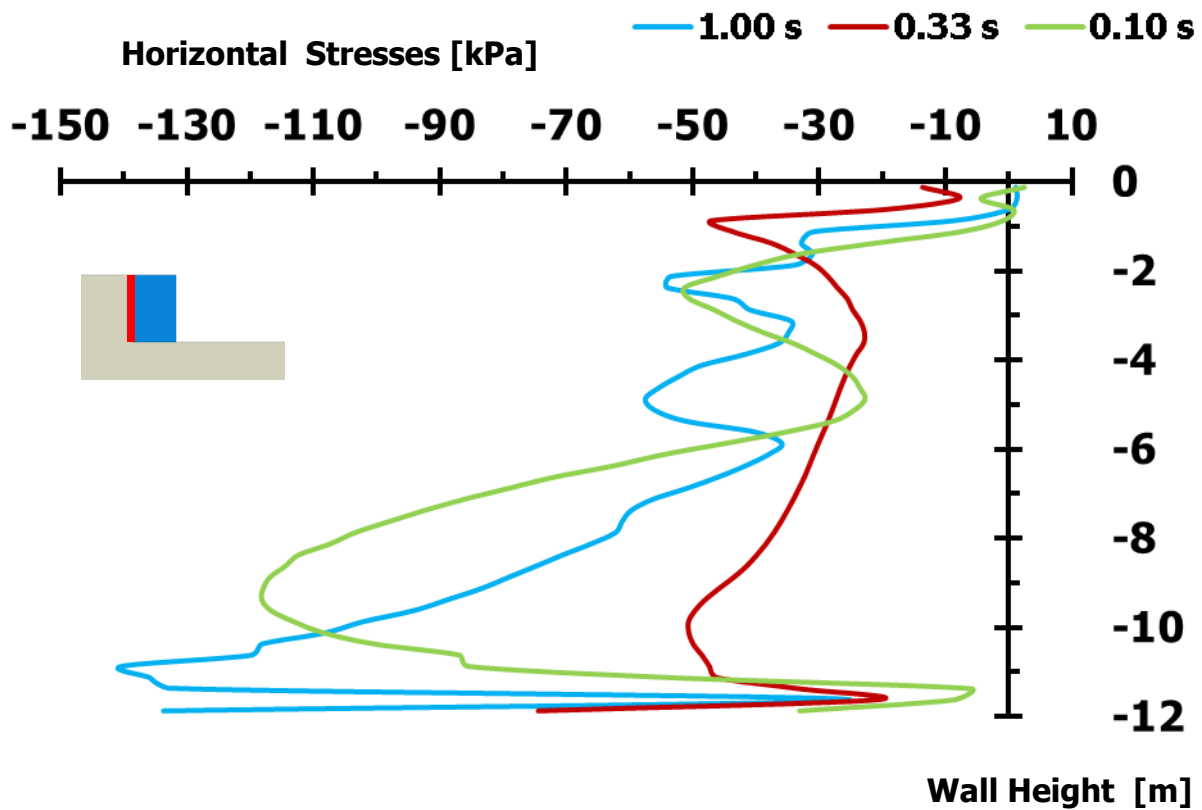
Διάγραμμα 2.172. Σύγκριση οριζοντίων μετακινήσεων αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης Gabor PGA = 1.00 g, περιόδων 0.10 s, 0.33 s και 1.00 s [$E_2 = 1500$ MPa]



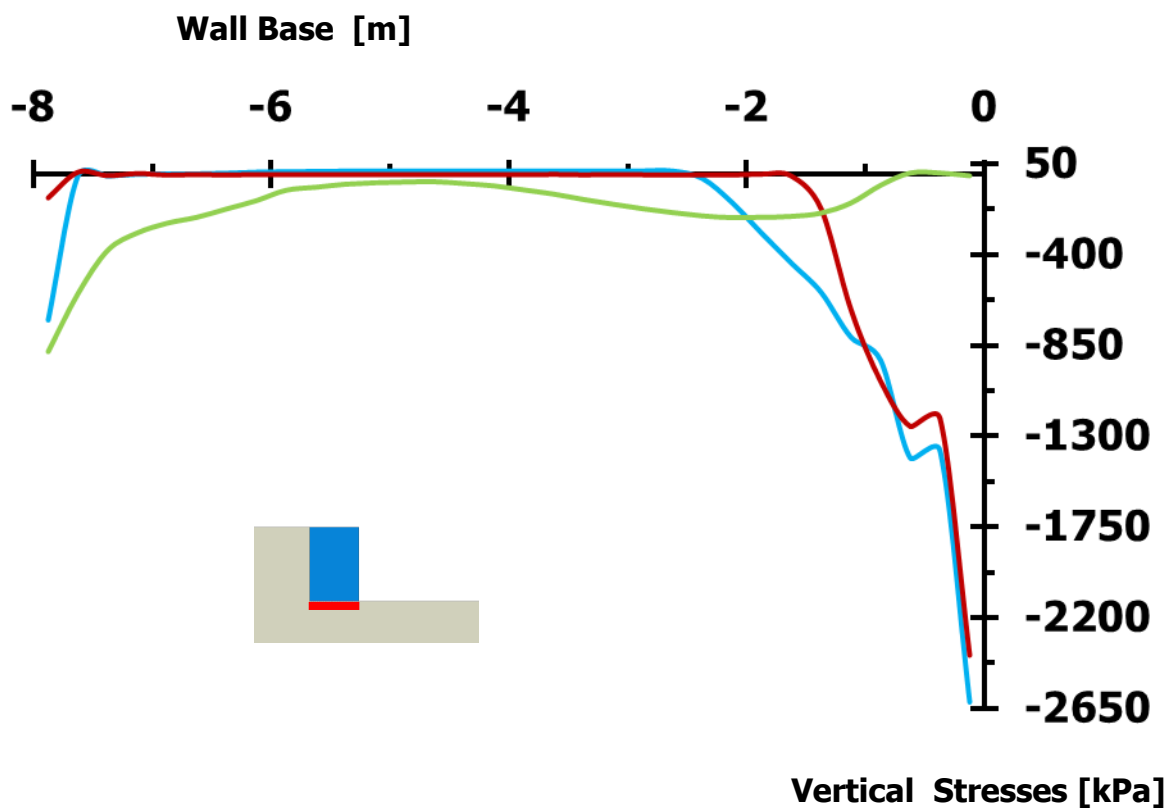
Διάγραμμα 2.173. Σύγκριση κατακορύφων μετακινήσεων αριστερού τοίχου, λόγω διέγερσης Gabor PGA = 1.00 g, περιόδων 0.10 s, 0.33 s και 1.00 s [$E_2 = 1500$ MPa]



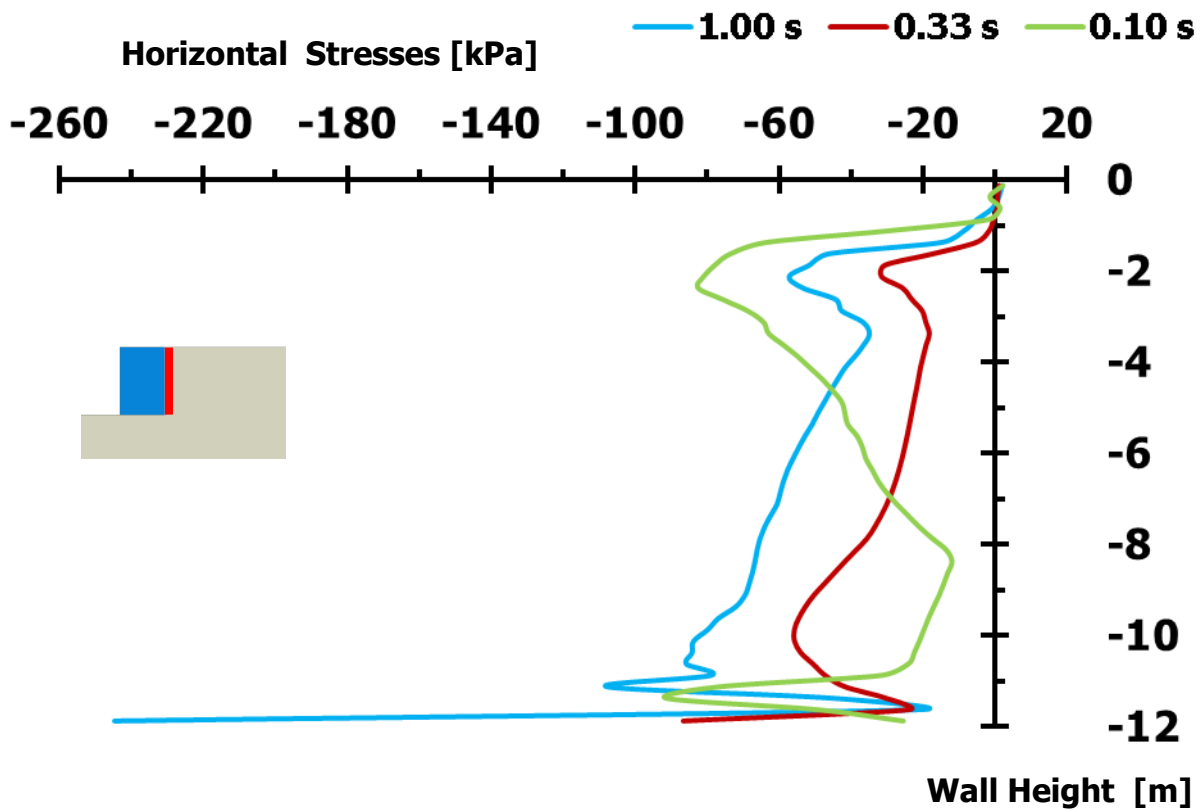
Διάγραμμα 2.174. Σύγκριση στροφών αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00\text{ g}$, περιόδων **0.10 s**, **0.33 s** και **1.00 s** [$E_2 = 1500\text{ MPa}$]



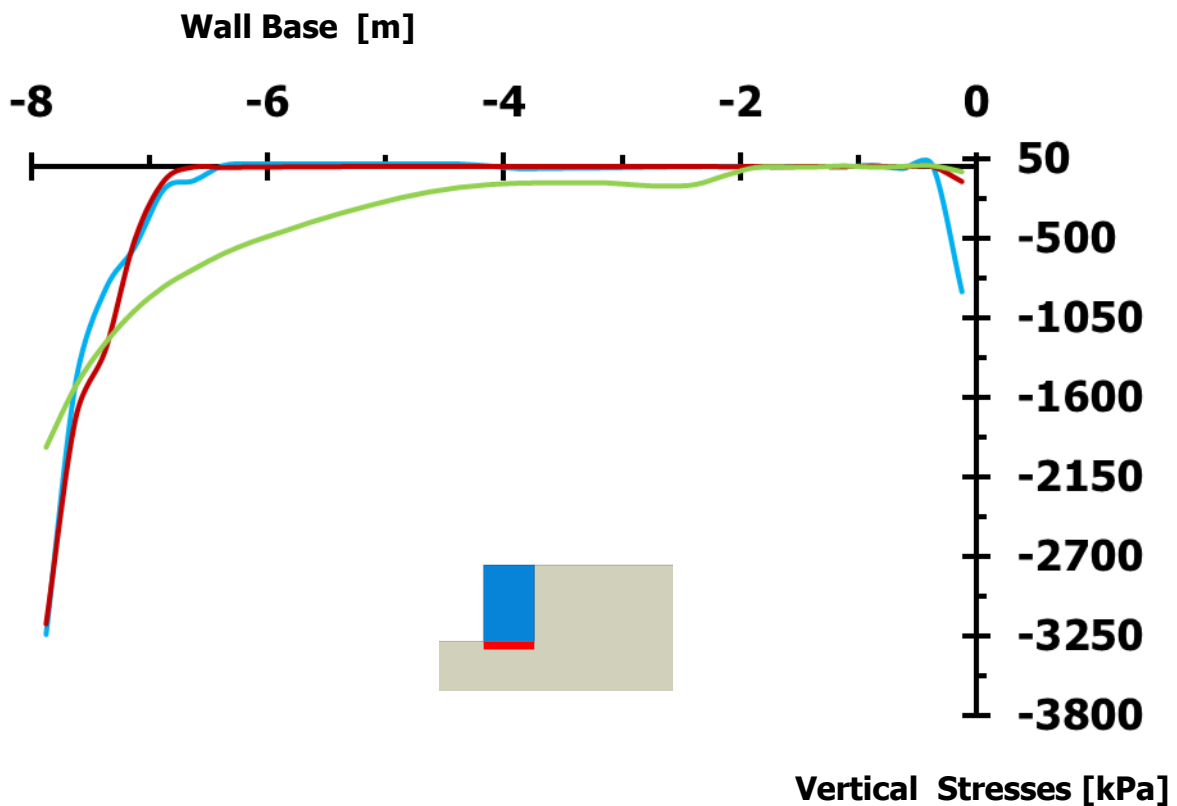
Διάγραμμα 2.175. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά του αριστερού τοίχου, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής του τοίχου, λόγω διεγέρσεων **Gabor** $PGA = 1.00\text{ g}$, περιόδων 0.10 s , 0.33 s και 1.00 s [$E_2 = 1500\text{ MPa}$]



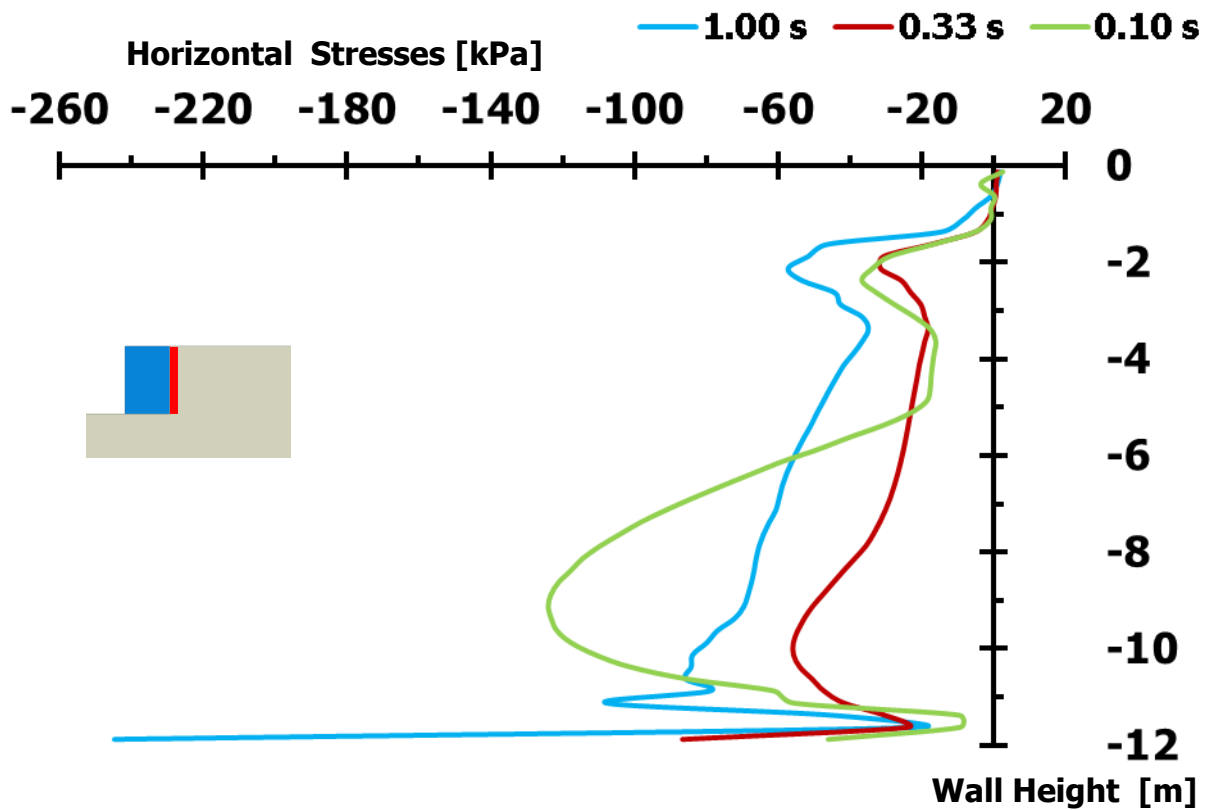
Διάγραμμα 2.176. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στη βάση του αριστερού τοίχου, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής του τοίχου, λόγω διεγέρσεων **Gabor** $PGA = 1.00\text{ g}$, περιόδων 0.10 s , 0.33 s και 1.00 s [$E_2 = 1500\text{ MPa}$]



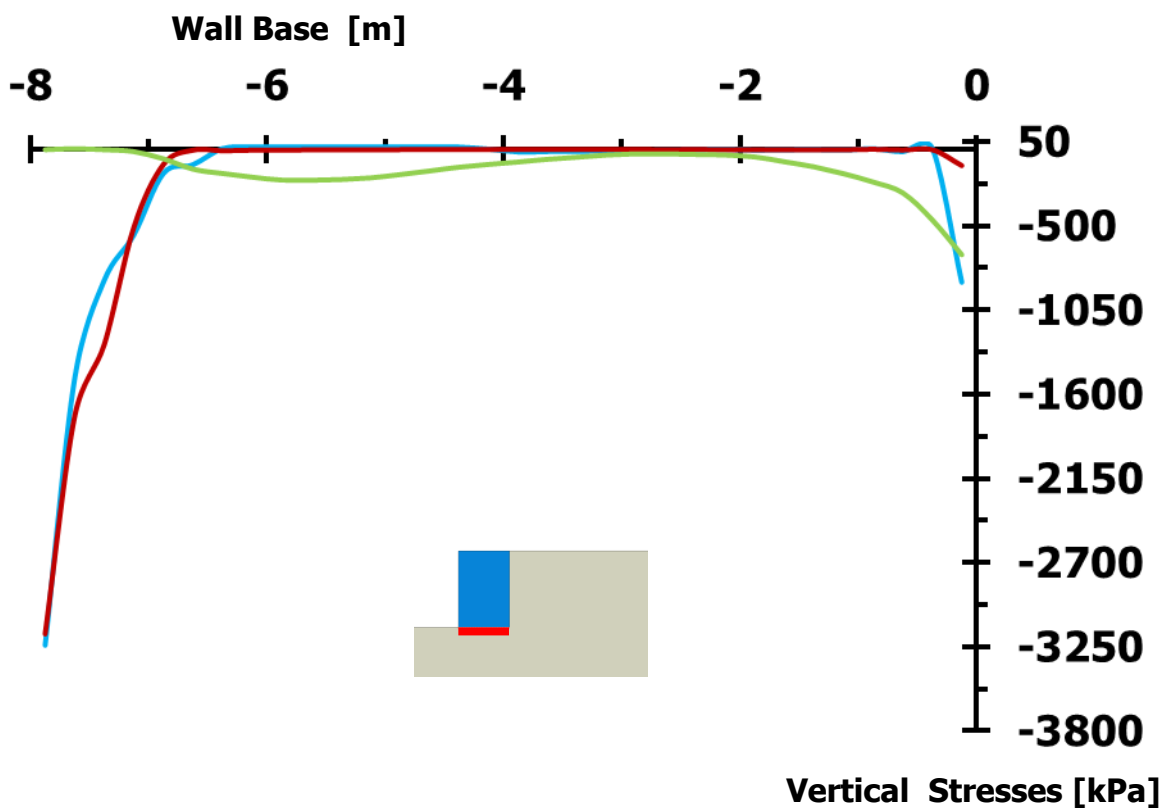
Διάγραμμα 2.177. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά του δεξιού τοίχου, τη στιγμή της περιστροφής προς τον ελεύθερο χώρο έμπροσθεν του τοίχου, λόγω διεγέρσεων **Gabor** $PGA = 1.00\text{ g}$, περιόδων 0.10 s , 0.33 s και 1.00 s [$E_2 = 1500\text{ MPa}$]



Διάγραμμα 2.178. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στη βάση του δεξιού τοίχου, τη στιγμή της περιστροφής προς τον ελεύθερο χώρο έμπροσθεν του τοίχου, λόγω διεγέρσεων **Gabor** $PGA = 1.00\text{ g}$, περιόδων 0.10 s , 0.33 s και 1.00 s [$E_2 = 1500\text{ MPa}$]



Διάγραμμα 2.179. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά του δεξιού τοίχου, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής του τοίχου, λόγω διεγέρσεων **Gabor PGA = 1.00 g, περιόδων 0.10 s, 0.33 s και 1.00 s** [$E_2 = 1500 \text{ MPa}$]



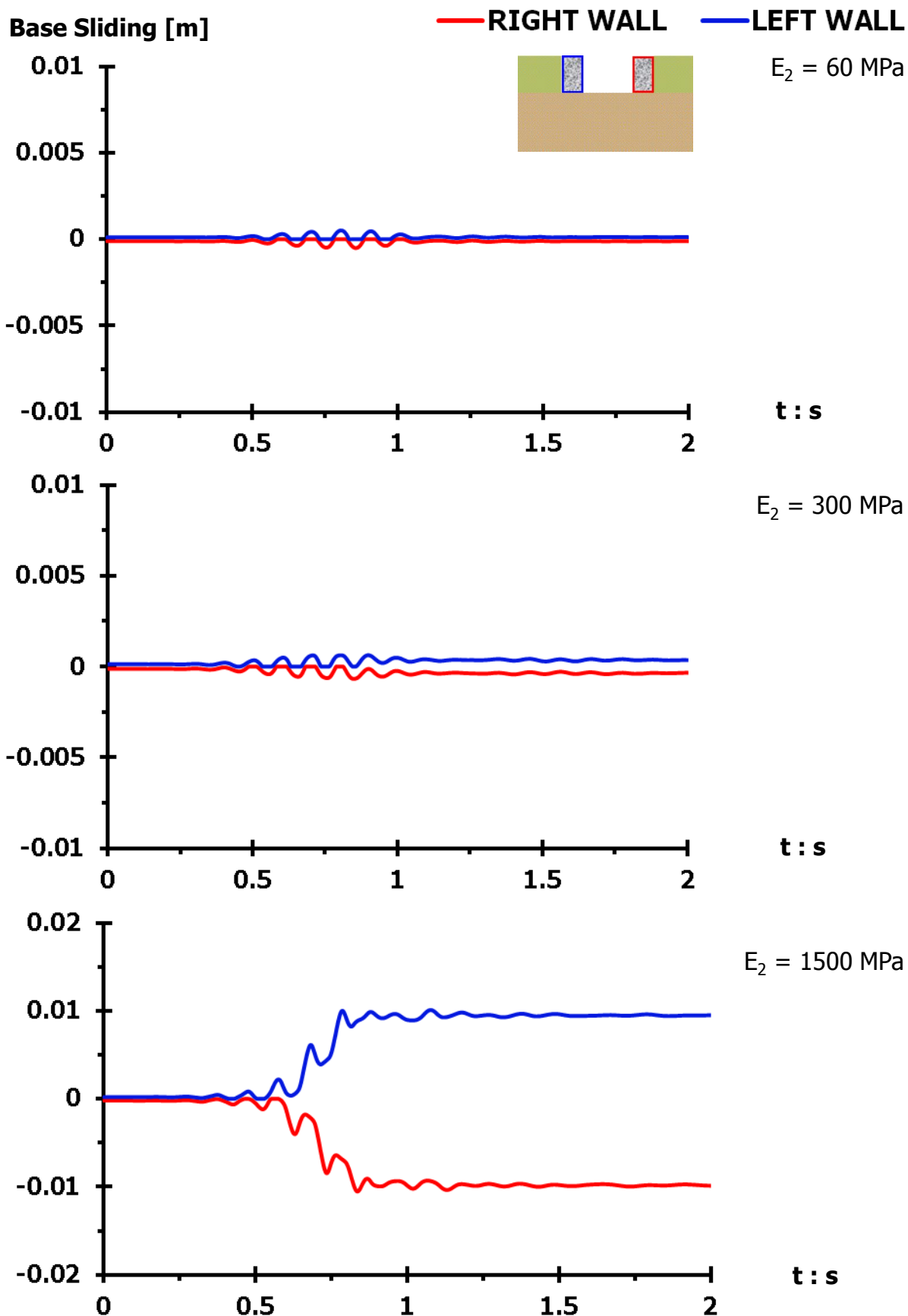
Διάγραμμα 2.180. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στη βάση του δεξιού τοίχου, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής του τοίχου, λόγω διεγέρσεων **Gabor PGA = 1.00 g, περιόδων 0.10 s, 0.33 s και 1.00 s** [$E_2 = 1500 \text{ MPa}$]

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ

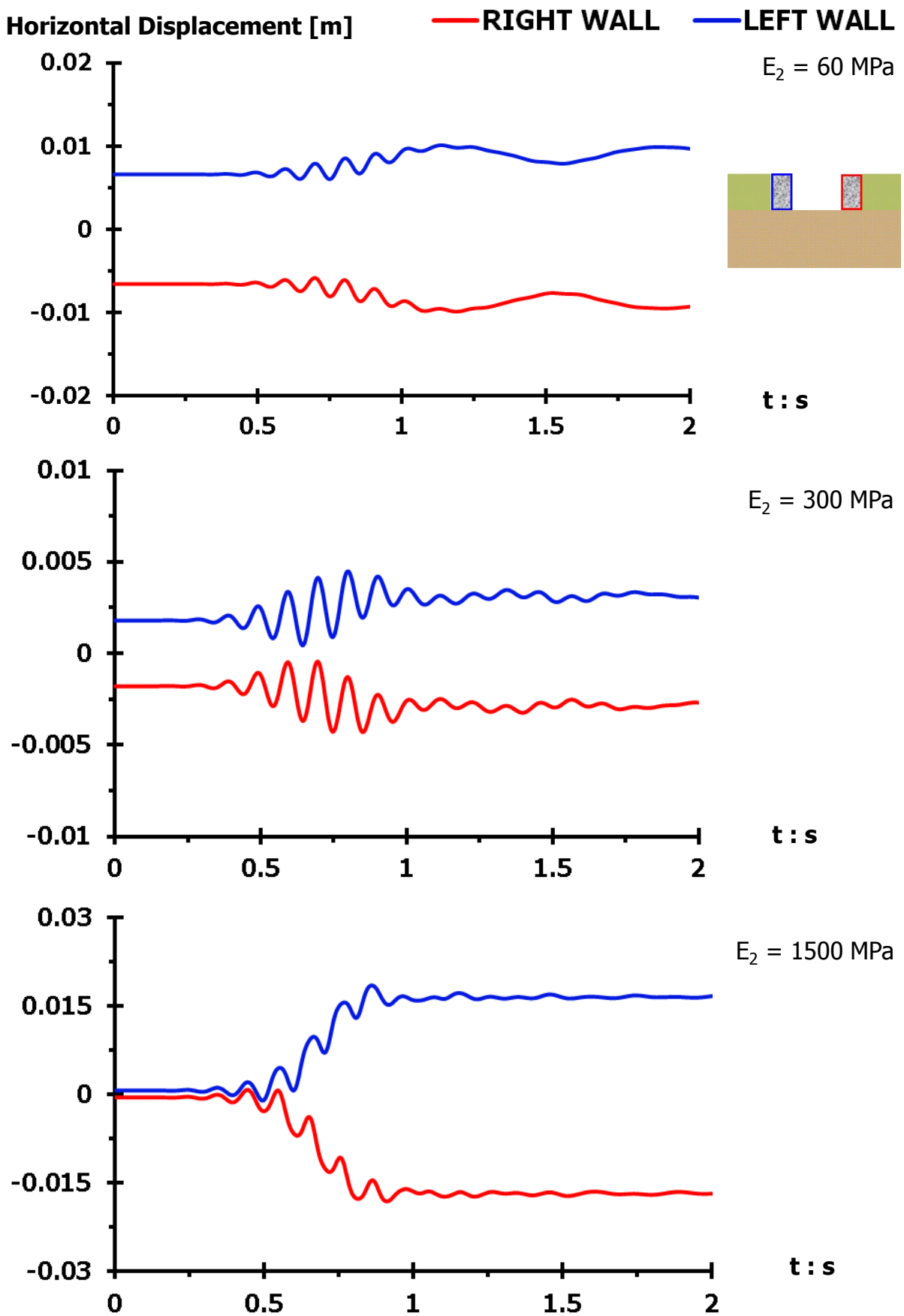
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

ΔΙΕΓΕΡΣΕΩΝ

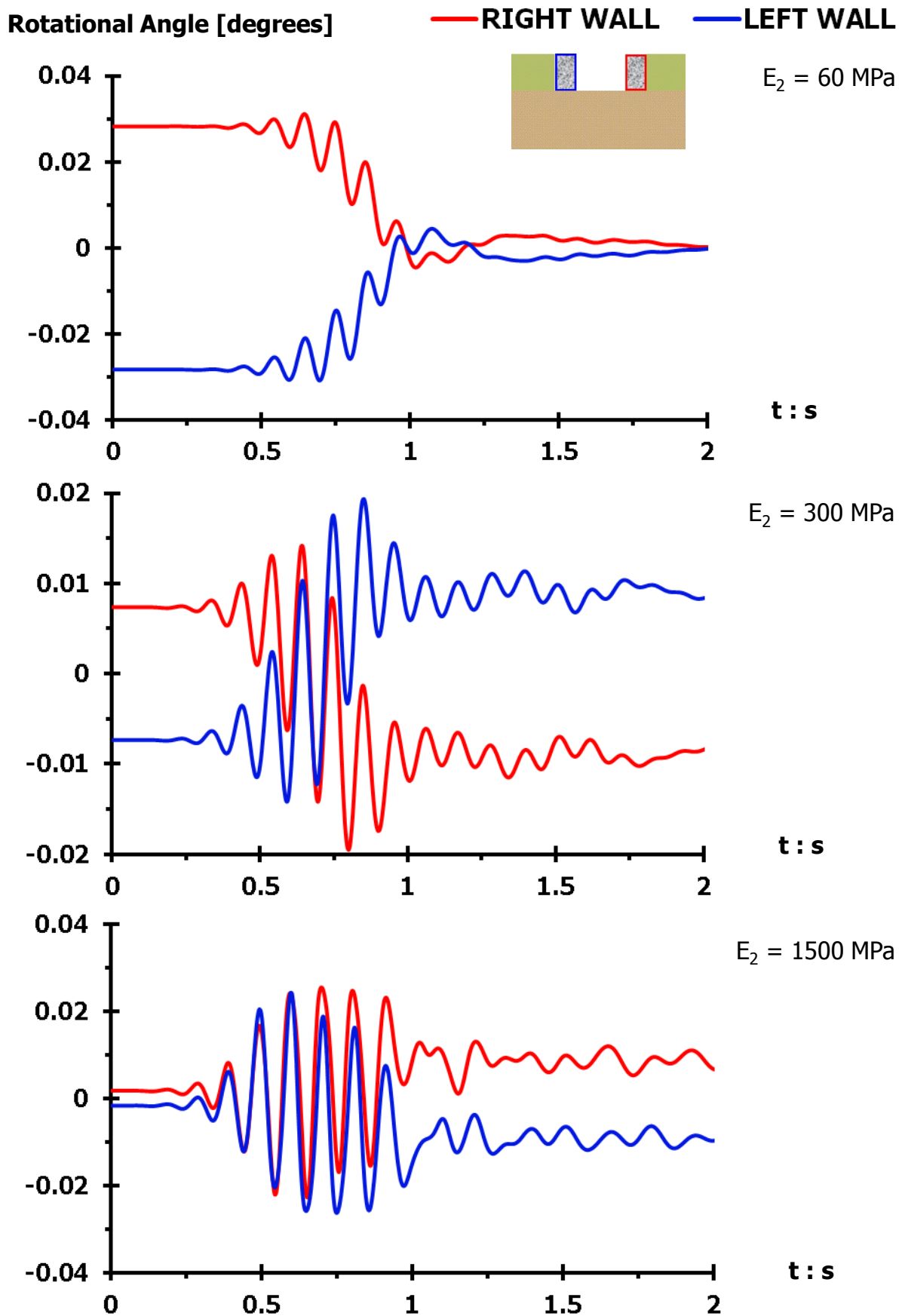
Gabor



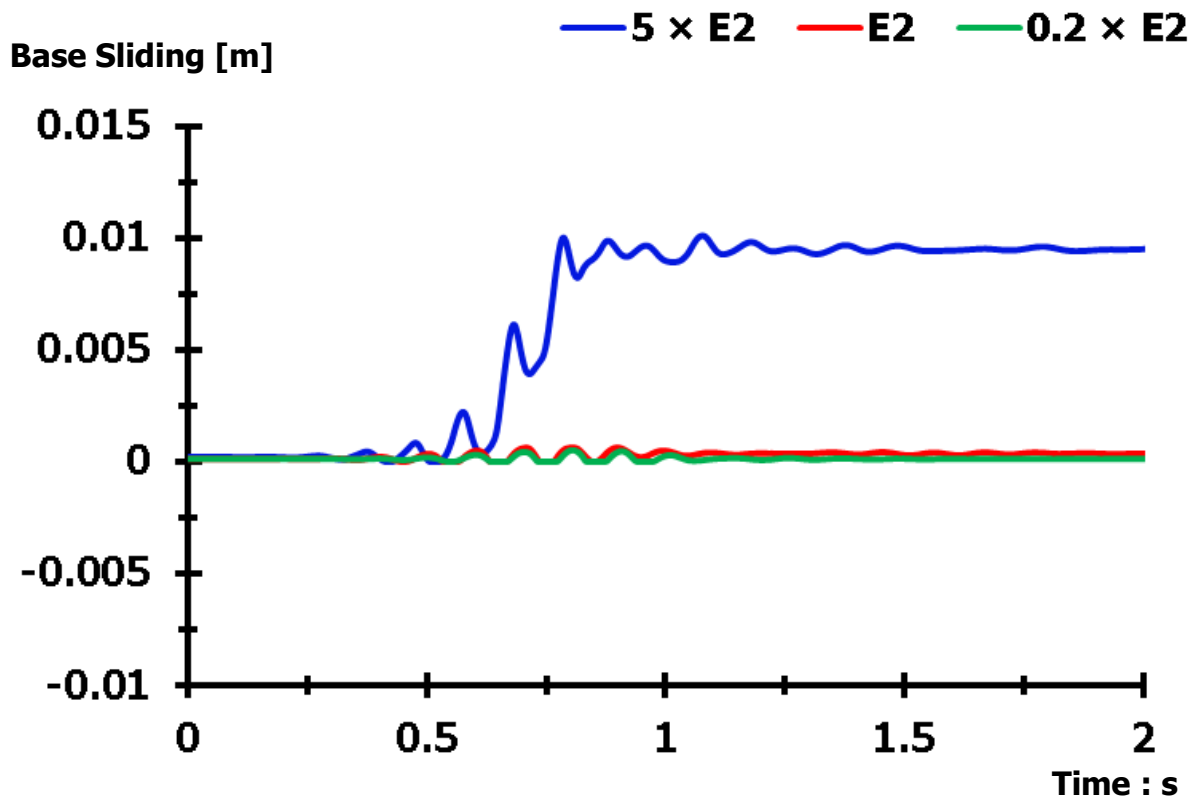
Διάγραμμα 2.181. Σύγκριση ολισθήσεων στη βάση του αριστερού και του δεξιού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00 \text{ g}$, $T = 0.10 \text{ s}$, για εδάφη θεμελίωσης $E_2 = 60 \text{ MPa}$ (άνω), $E_2 = 300 \text{ MPa}$ (μεσαίο) και $E_2 = 1500 \text{ MPa}$ (κάτω)



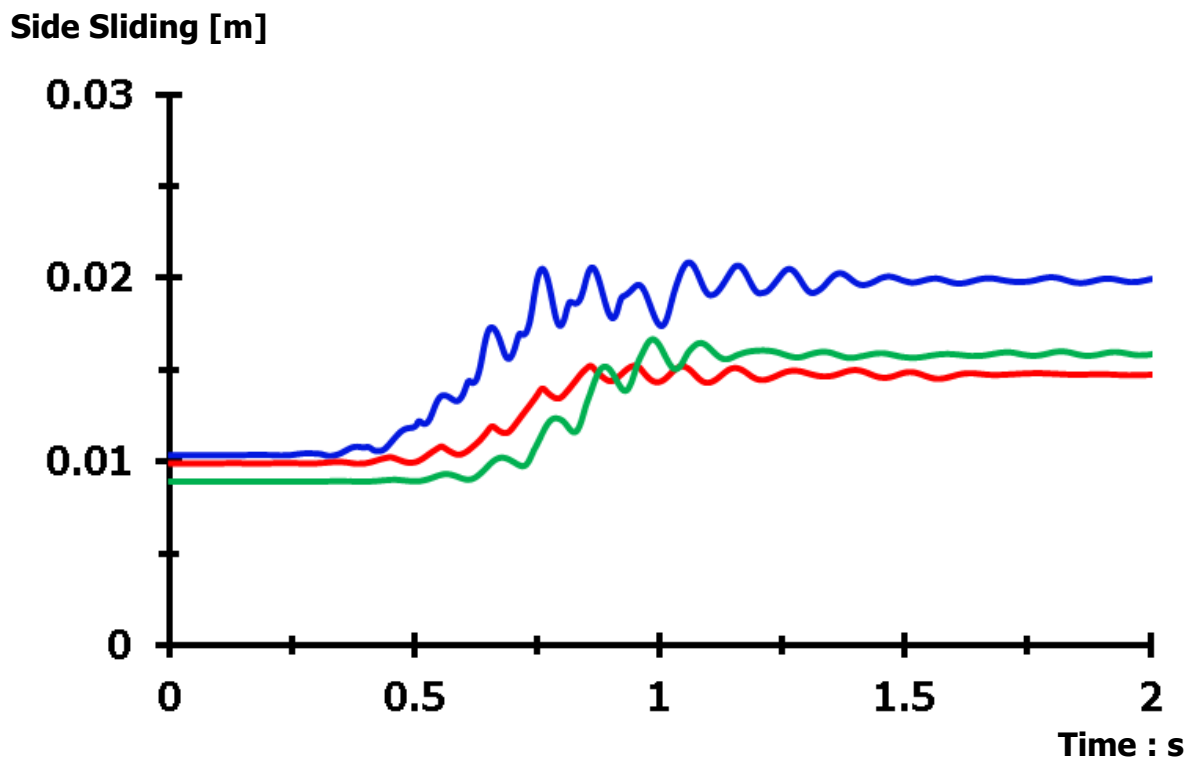
Διάγραμμα 2.182. Σύγκριση οριζοντίων μετακινήσεων αριστερού και δεξιού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00 \text{ g}$, $T = 0.10 \text{ s}$, για εδάφη θεμελίωσης $E_2 = 60 \text{ MPa}$ (άνω), $E_2 = 300 \text{ MPa}$ (μεσαίο) και $E_2 = 1500 \text{ MPa}$ (κάτω)



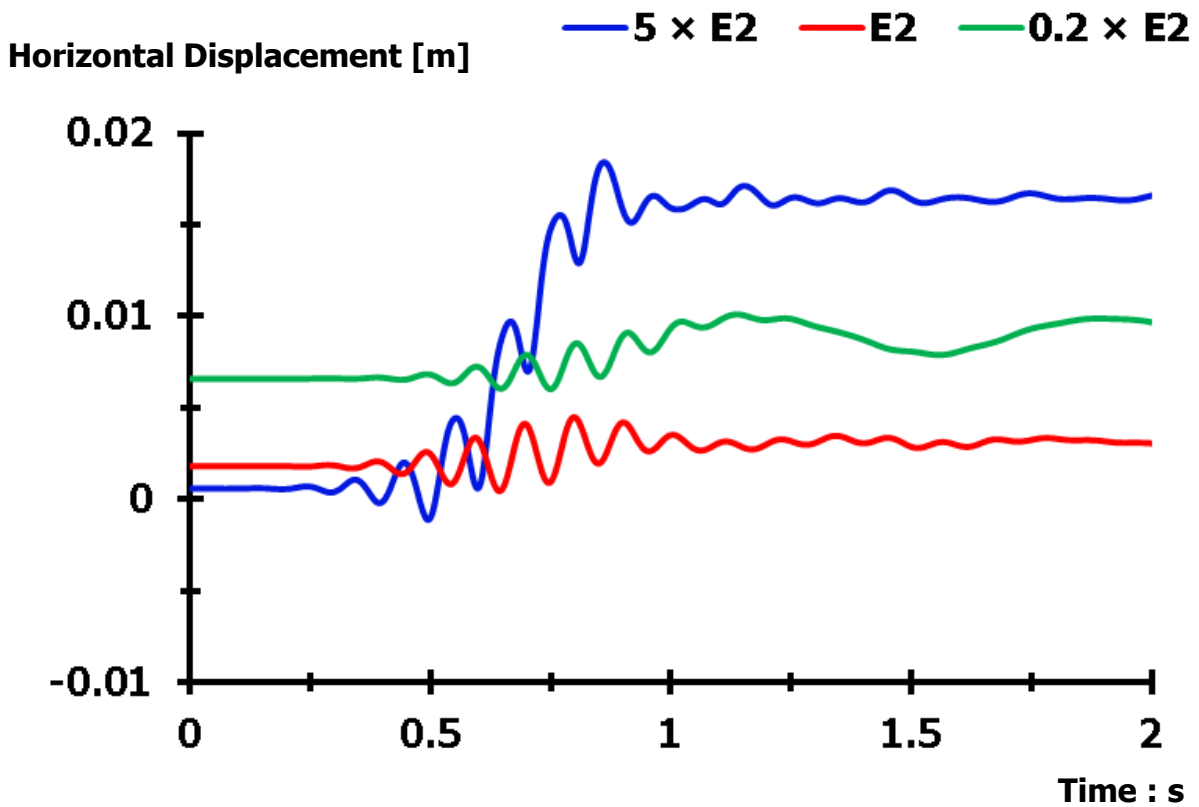
Διάγραμμα 2.183. Σύγκριση στροφών αριστερού και δεξιού τοίχου, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00 \text{ g}$, $T = 0.10 \text{ s}$, για εδάφη θεμελίωσης $E_2 = 60 \text{ MPa}$ (άνω), $E_2 = 300 \text{ MPa}$ (μεσαίο) και $E_2 = 1500 \text{ MPa}$ (κάτω)



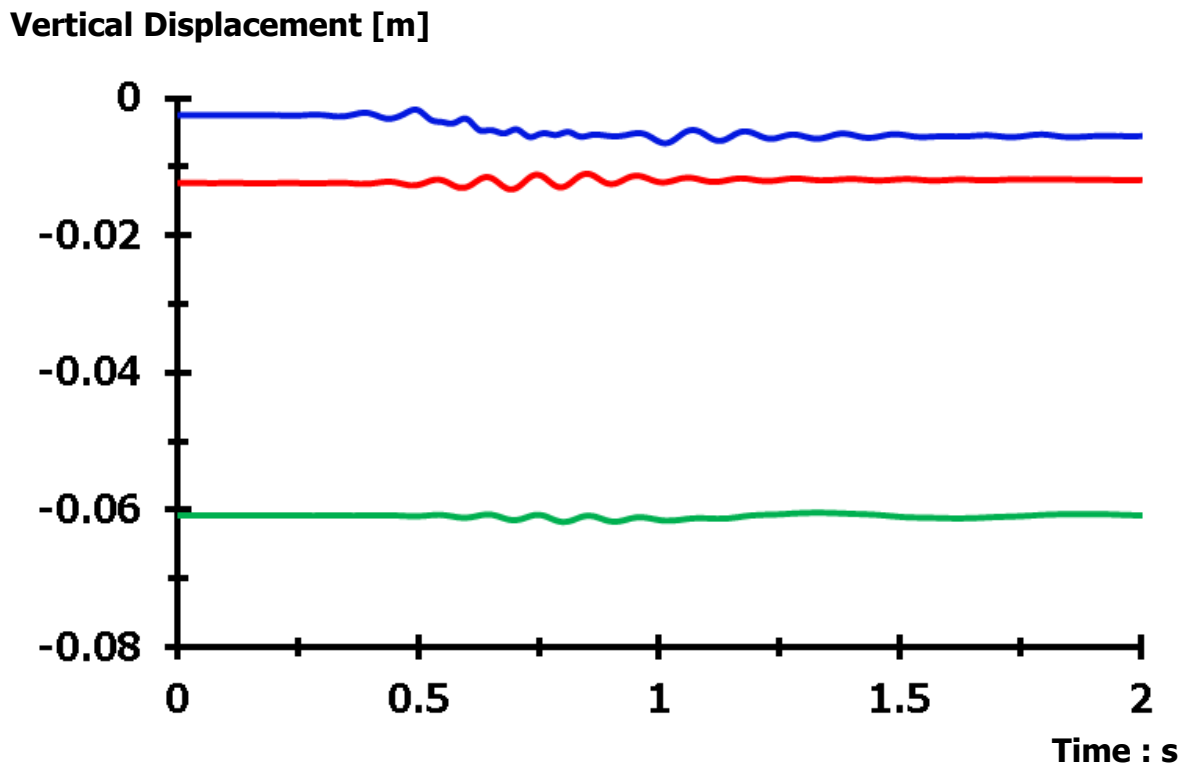
Διάγραμμα 2.184. Σύγκριση ολισθήσεων στη βάση του αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00 \text{ g}$, $T = 0.10 \text{ s}$, για εδάφη θεμελίωσης $E_2 = 60 \text{ MPa}$ ($0.2 \times E_2$), $E_2 = 300 \text{ MPa}$ (E_2) και $E_2 = 1500 \text{ MPa}$ ($5 \times E_2$)



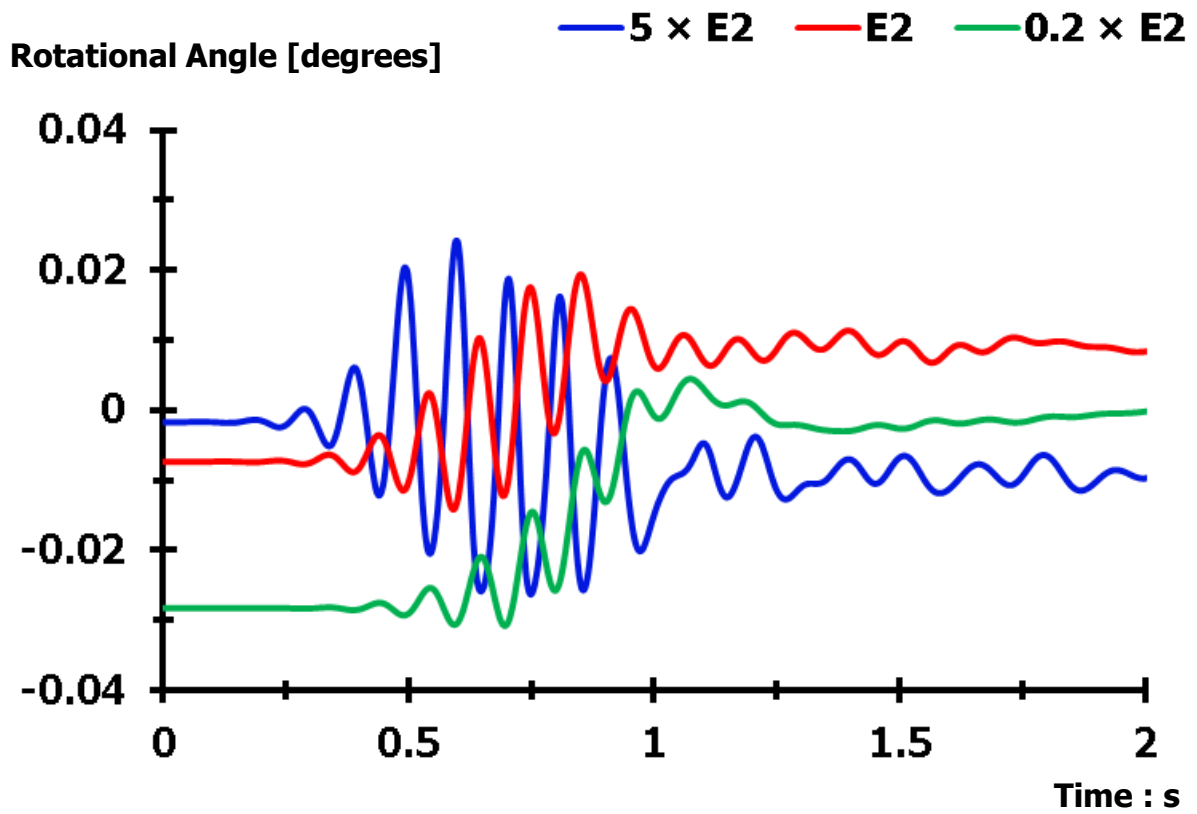
Διάγραμμα 2.185. Σύγκριση ολισθήσεων στην πλευρά επαφής του αριστερού τοίχου με το αντιστηριζόμενο έδαφος, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00 \text{ g}$, $T = 0.10 \text{ s}$, για εδάφη θεμελίωσης $E_2 = 60 \text{ MPa}$ ($0.2 \times E_2$), $E_2 = 300 \text{ MPa}$ (E_2) και $E_2 = 1500 \text{ MPa}$ ($5 \times E_2$)



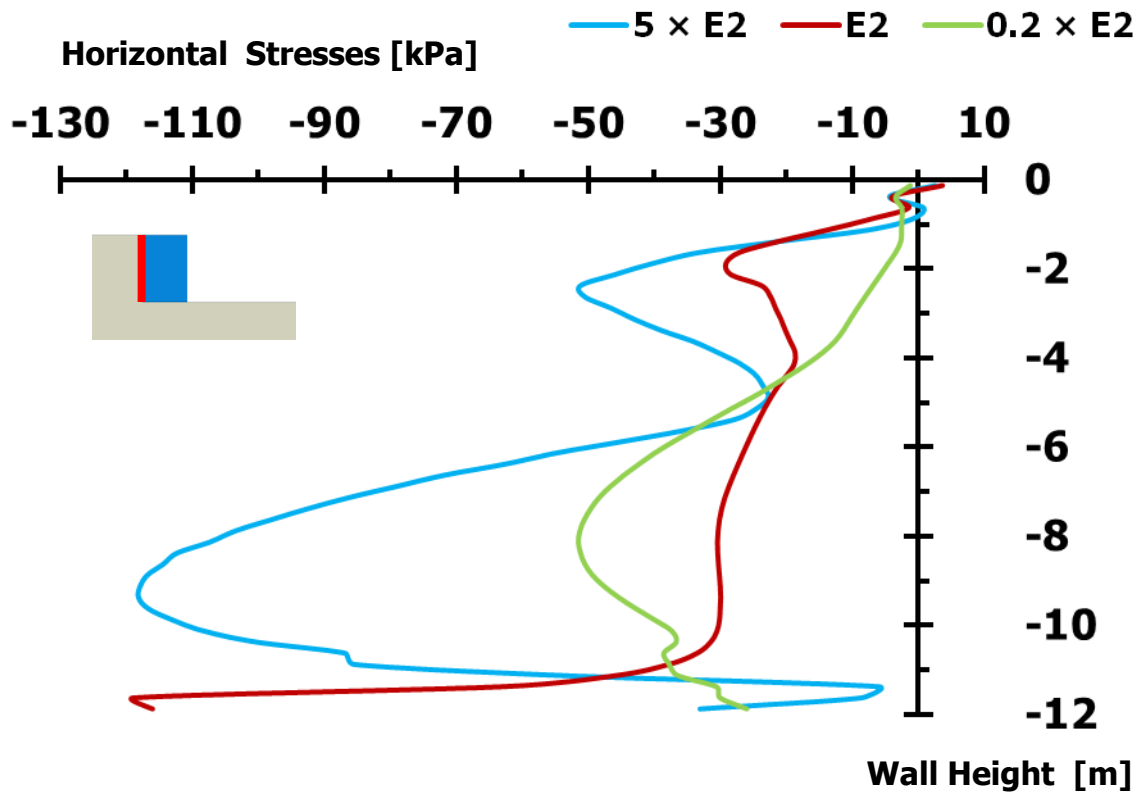
Διάγραμμα 2.186. Σύγκριση οριζοντίων μετακινήσεων αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης Gabor $PGA = 1.00 \text{ g}$, $T = 0.10 \text{ s}$, για εδάφη θεμελίωσης $E_2 = 60 \text{ MPa}$ ($0.2 \times E_2$), $E_2 = 300 \text{ MPa}$ (E_2) και $E_2 = 1500 \text{ MPa}$ ($5 \times E_2$)



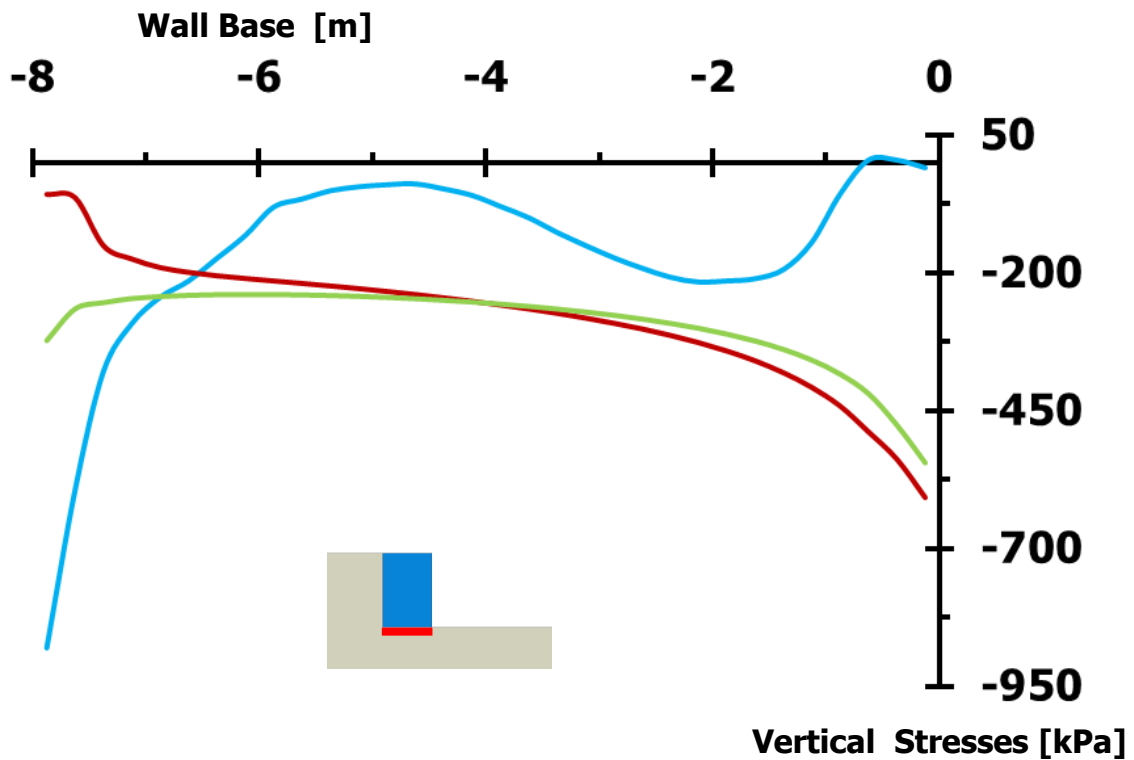
Διάγραμμα 2.187. Σύγκριση κατακορύφων μετακινήσεων αριστερού τοίχου, λόγω διέγερσης Gabor $PGA = 1.00 \text{ g}$, $T = 0.10 \text{ s}$, για εδάφη θεμελίωσης $E_2 = 60 \text{ MPa}$ ($0.2 \times E_2$), $E_2 = 300 \text{ MPa}$ (E_2) και $E_2 = 1500 \text{ MPa}$ ($5 \times E_2$)



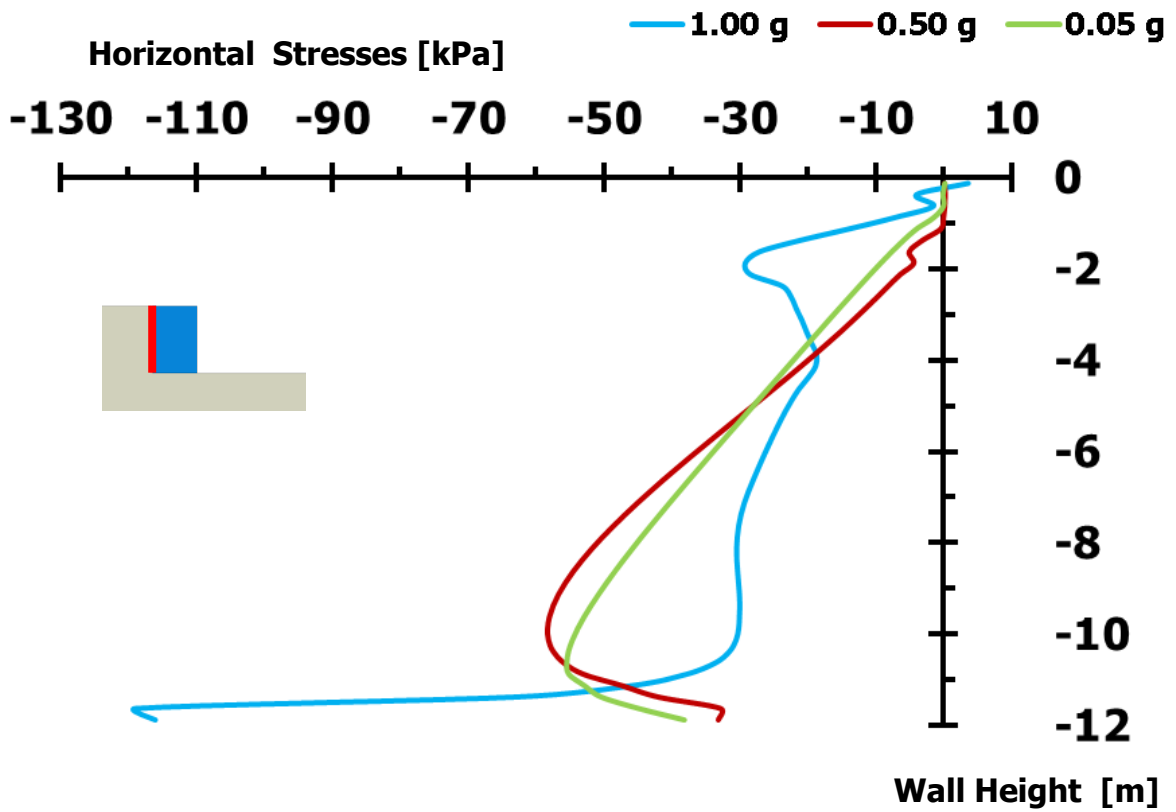
Διάγραμμα 2.188. Σύγκριση στροφών αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **Gabor**
PGA = 1.00 g, T = 0.10 s, για εδάφη θεμελίωσης $E_2 = 60 \text{ MPa}$ ($0.2 \times E_2$),
 $E_2 = 300 \text{ MPa}$ (E_2) και $E_2 = 1500 \text{ MPa}$ ($5 \times E_2$)



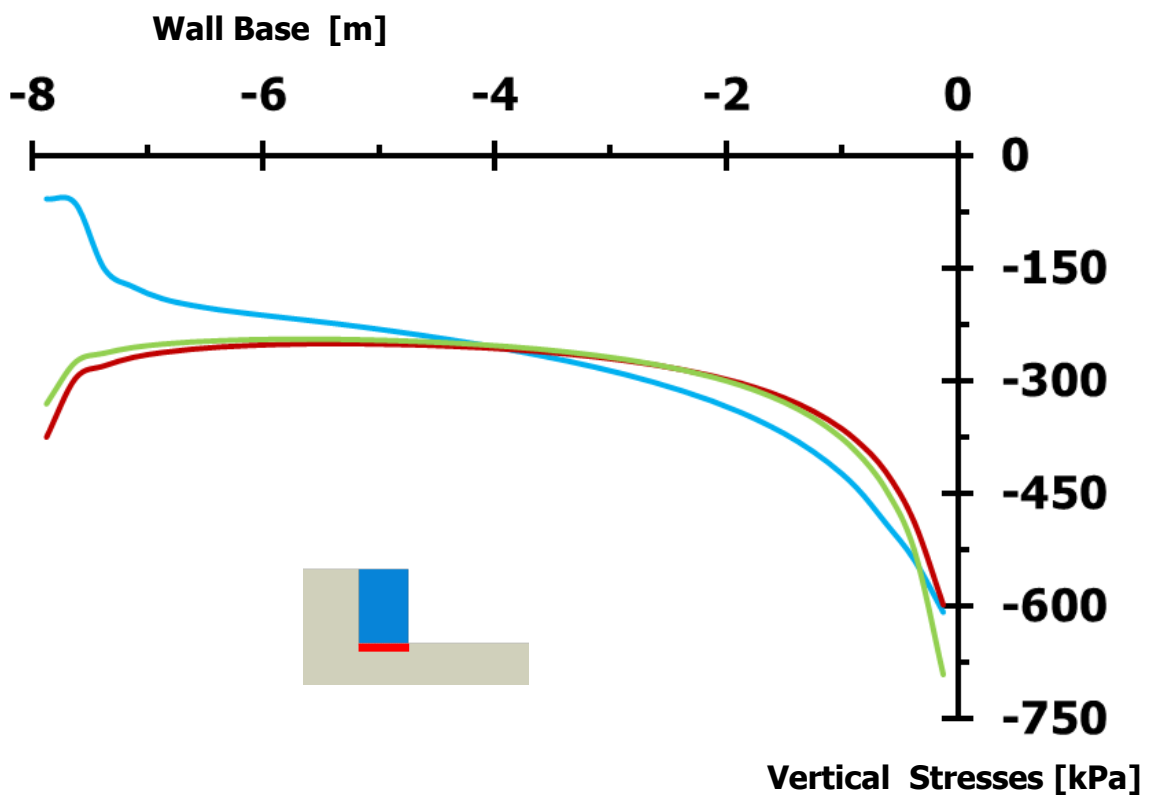
Διάγραμμα 2.189. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά του αριστερού τοίχου, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής του τοίχου, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1 g$, $T = 0.10 s$, για εδάφη θεμελίωσης $E_2 = 60 \text{ MPa}$ ($0.2 \times E_2$), $E_2 = 300 \text{ MPa}$ (E_2) και $E_2 = 1500 \text{ MPa}$ ($5 \times E_2$)



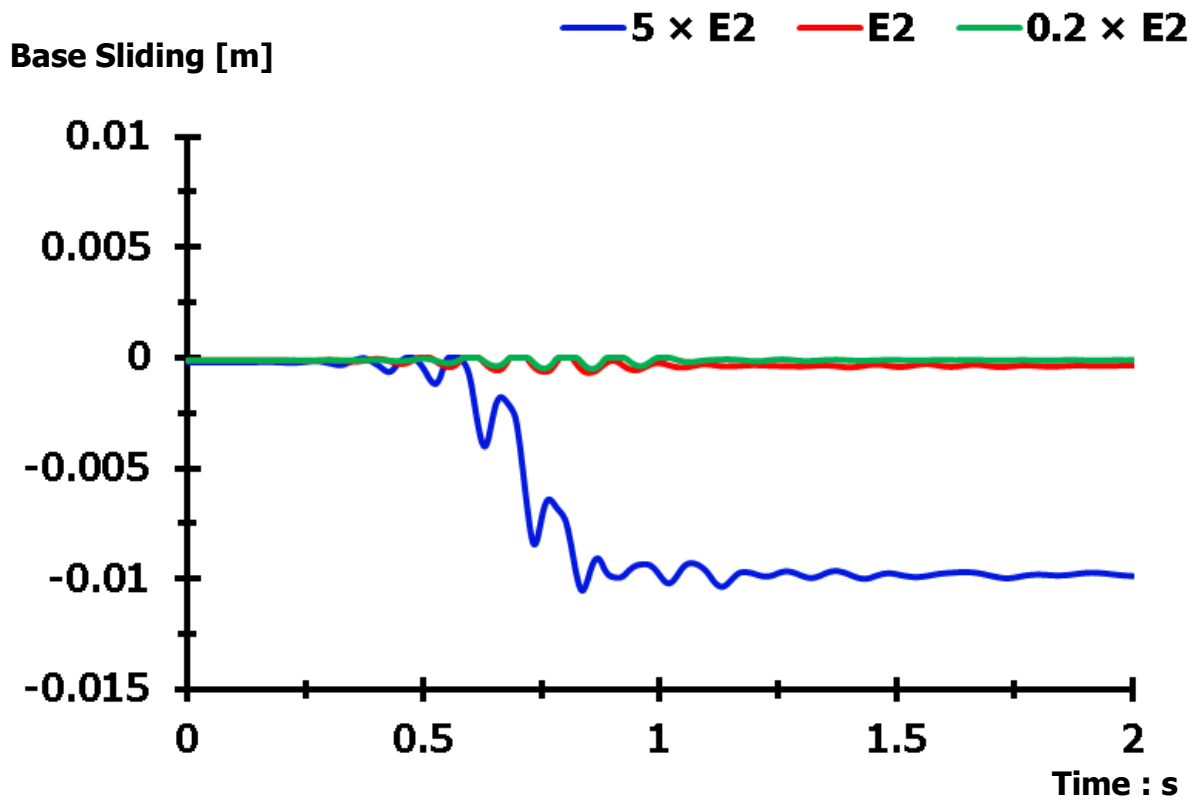
Διάγραμμα 2.190. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στη βάση του αριστερού τοίχου, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής του τοίχου, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1 g$, $T = 0.10 s$, για εδάφη θεμελίωσης $E_2 = 60 \text{ MPa}$ ($0.2 \times E_2$), $E_2 = 300 \text{ MPa}$ (E_2) και $E_2 = 1500 \text{ MPa}$ ($5 \times E_2$)



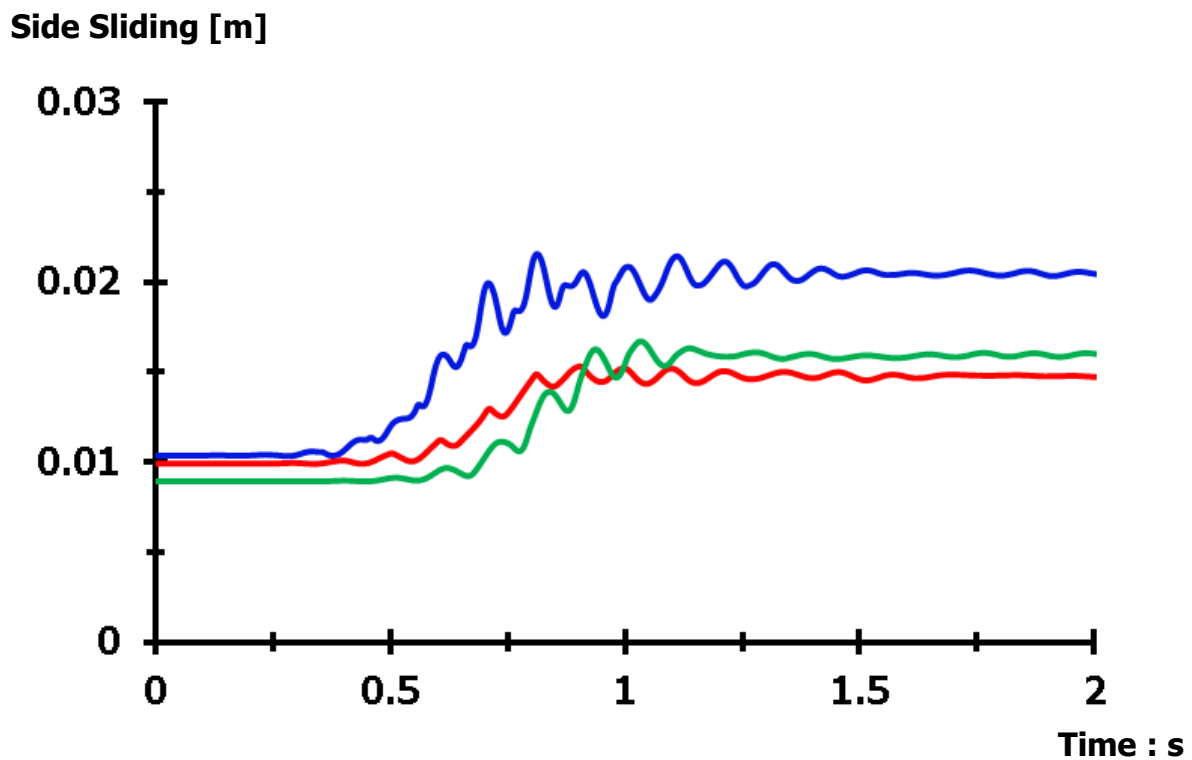
Διάγραμμα 2.191. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά του αριστερού τοίχου, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής του τοίχου, λόγω διέγερσης **Gabor** $T = 0.10$ s, για διάφορα PGA [Έδαφος θεμελίωσης $E_2 = 300$ MPa]



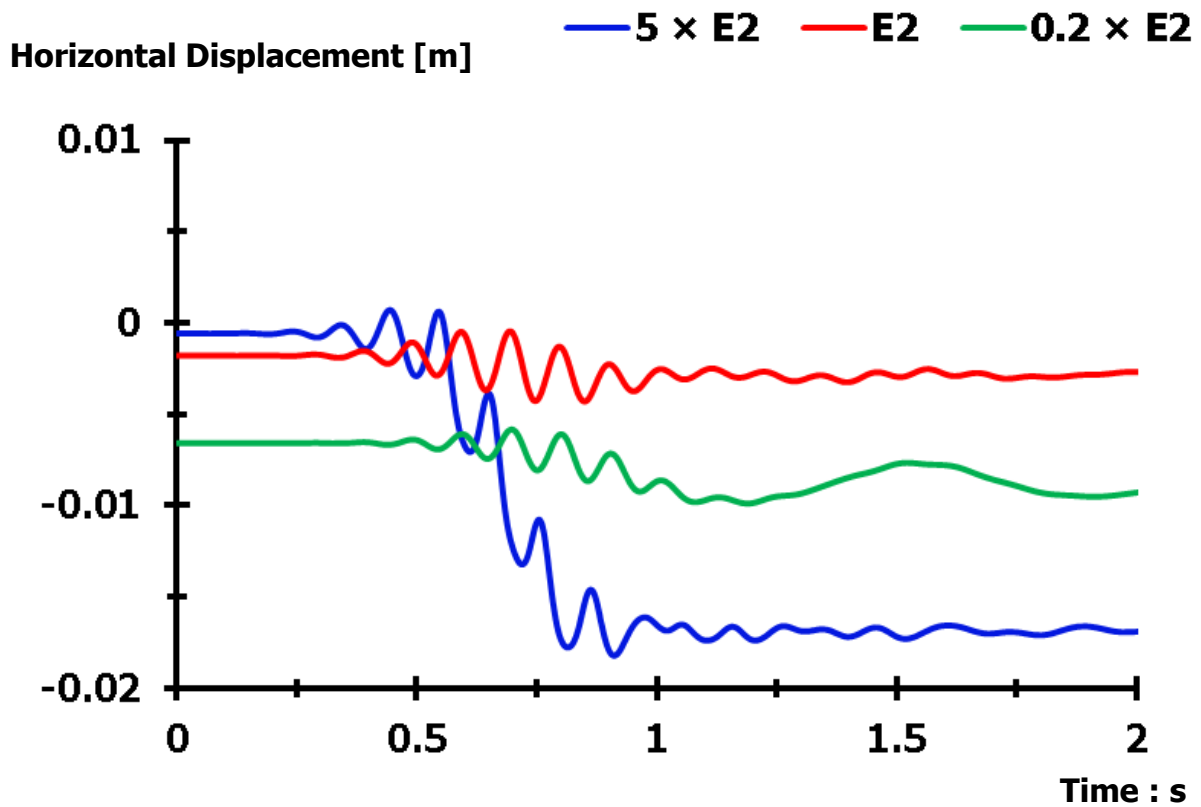
Διάγραμμα 2.192. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στη βάση του αριστερού τοίχου, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής του τοίχου, λόγω διέγερσης **Gabor** $T = 0.10$ s, για διάφορα PGA [Έδαφος θεμελίωσης $E_2 = 300$ MPa]



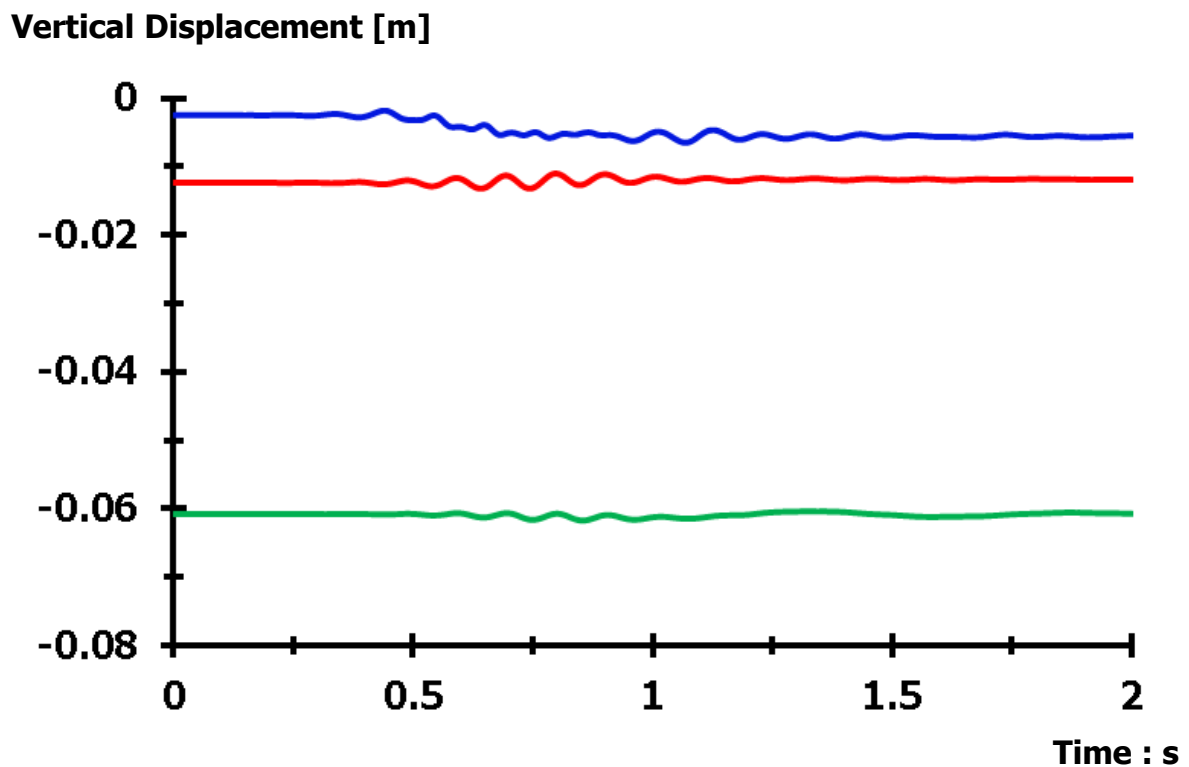
Διάγραμμα 2.193. Σύγκριση ολισθήσεων στη βάση του δεξιού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00 \text{ g}$, $T = 0.10 \text{ s}$, για εδάφη θεμελίωσης $E_2 = 60 \text{ MPa}$ ($0.2 \times E_2$), $E_2 = 300 \text{ MPa}$ (E_2) και $E_2 = 1500 \text{ MPa}$ ($5 \times E_2$)



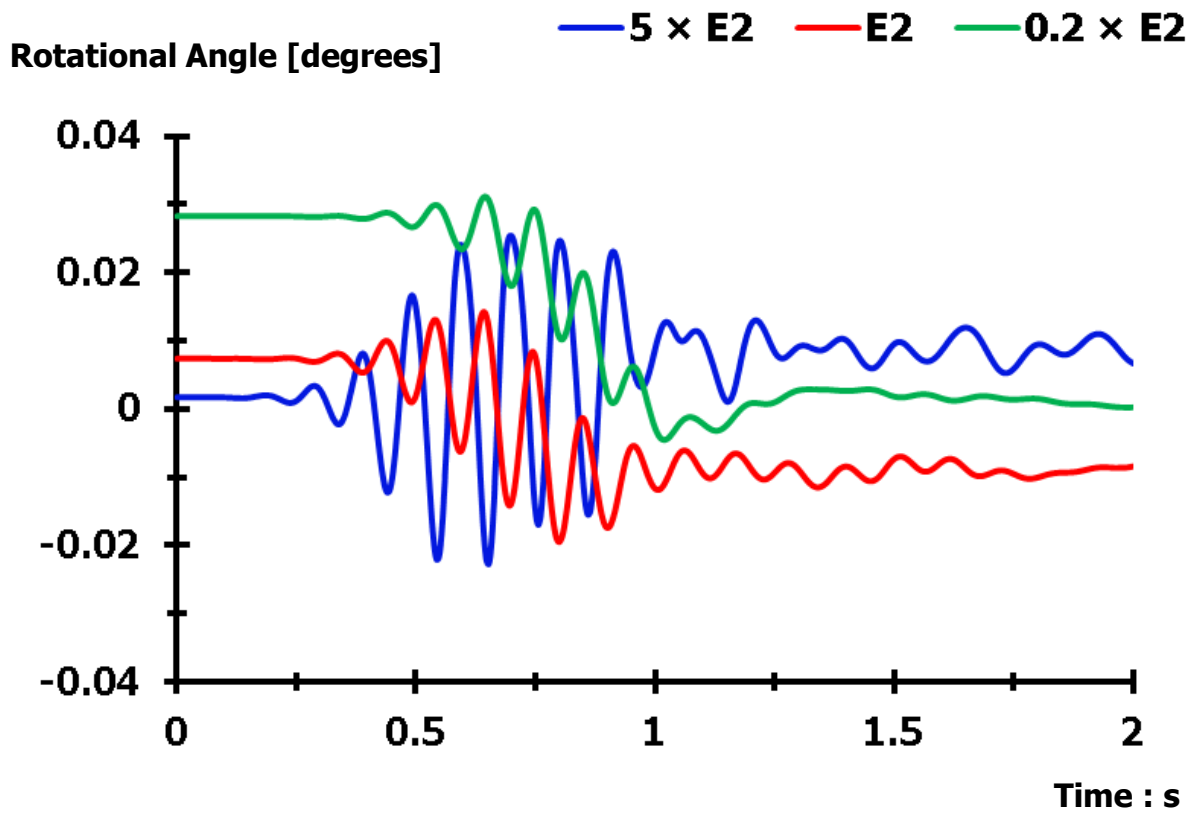
Διάγραμμα 2.194. Σύγκριση ολισθήσεων στην πλευρά επαφής του δεξιού τοίχου με το αντιστηριζόμενο έδαφος, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00 \text{ g}$, $T = 0.10 \text{ s}$, για εδάφη θεμελίωσης $E_2 = 60 \text{ MPa}$ ($0.2 \times E_2$), $E_2 = 300 \text{ MPa}$ (E_2) και $E_2 = 1500 \text{ MPa}$ ($5 \times E_2$)



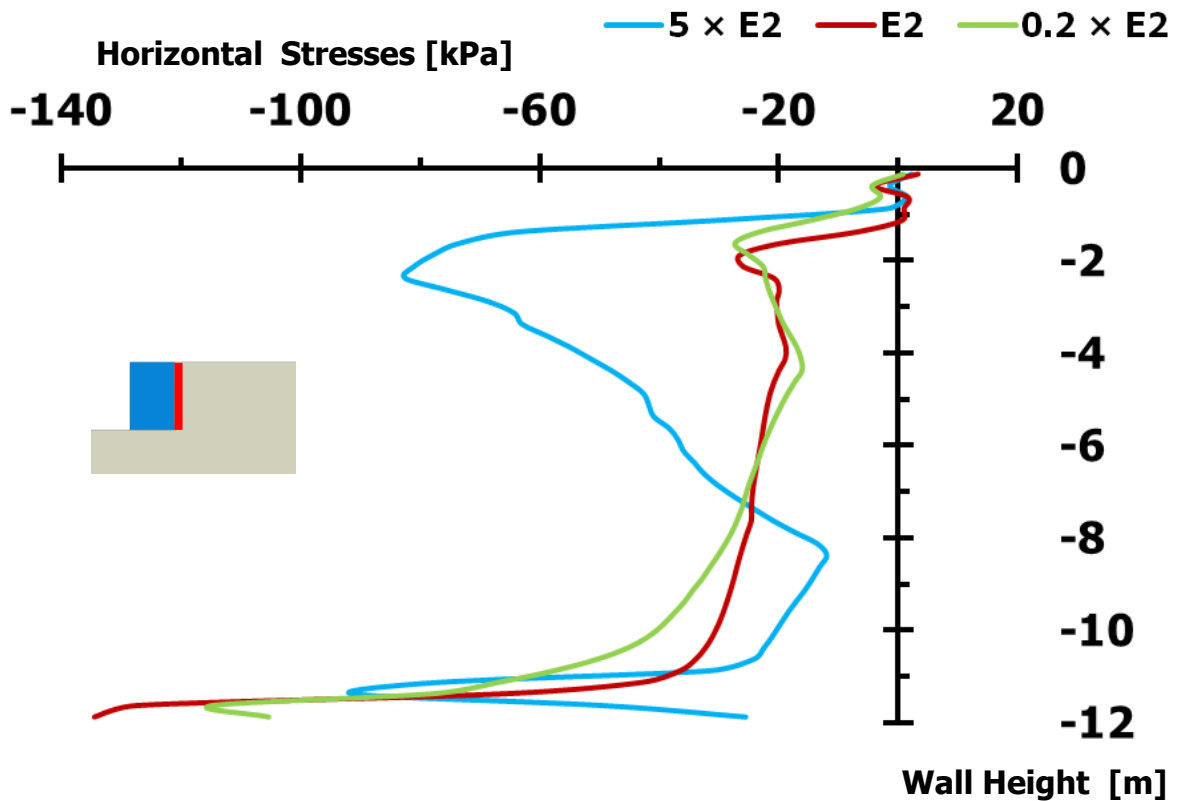
Διάγραμμα 2.195. Σύγκριση οριζοντίων μετακινήσεων δεξιού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης Gabor $PGA = 1.00 \text{ g}$, $T = 0.10 \text{ s}$, για εδάφη θεμελίωσης $E_2 = 60 \text{ MPa}$ ($0.2 \times E_2$), $E_2 = 300 \text{ MPa}$ (E_2) και $E_2 = 1500 \text{ MPa}$ ($5 \times E_2$)



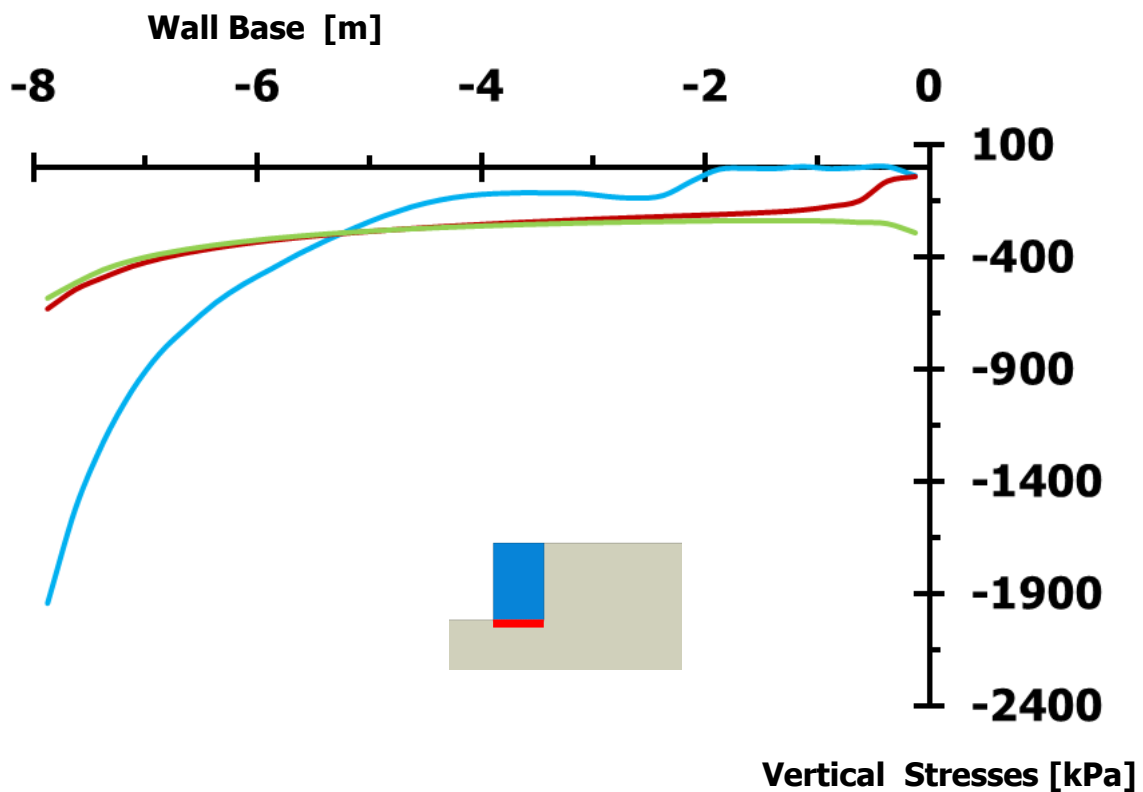
Διάγραμμα 2.196. Σύγκριση κατακορύφων μετακινήσεων δεξιού τοίχου, λόγω διέγερσης Gabor $PGA = 1.00 \text{ g}$, $T = 0.10 \text{ s}$, για εδάφη θεμελίωσης $E_2 = 60 \text{ MPa}$ ($0.2 \times E_2$), $E_2 = 300 \text{ MPa}$ (E_2) και $E_2 = 1500 \text{ MPa}$ ($5 \times E_2$)



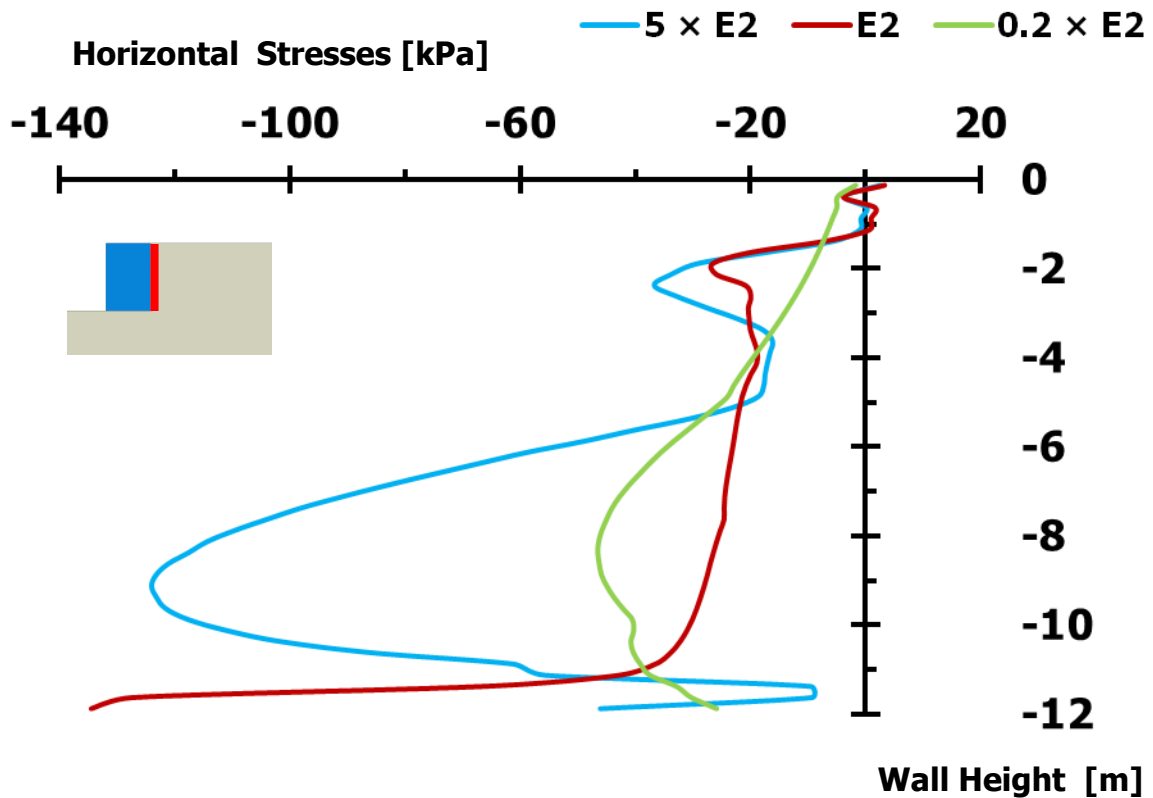
Διάγραμμα 2.197. Σύγκριση στροφών δεξιού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00 g$, $T = 0.10 s$, για εδάφη θεμελίωσης $E_2 = 60 \text{ MPa}$ ($0.2 \times E_2$), $E_2 = 300 \text{ MPa}$ (E_2) και $E_2 = 1500 \text{ MPa}$ ($5 \times E_2$)



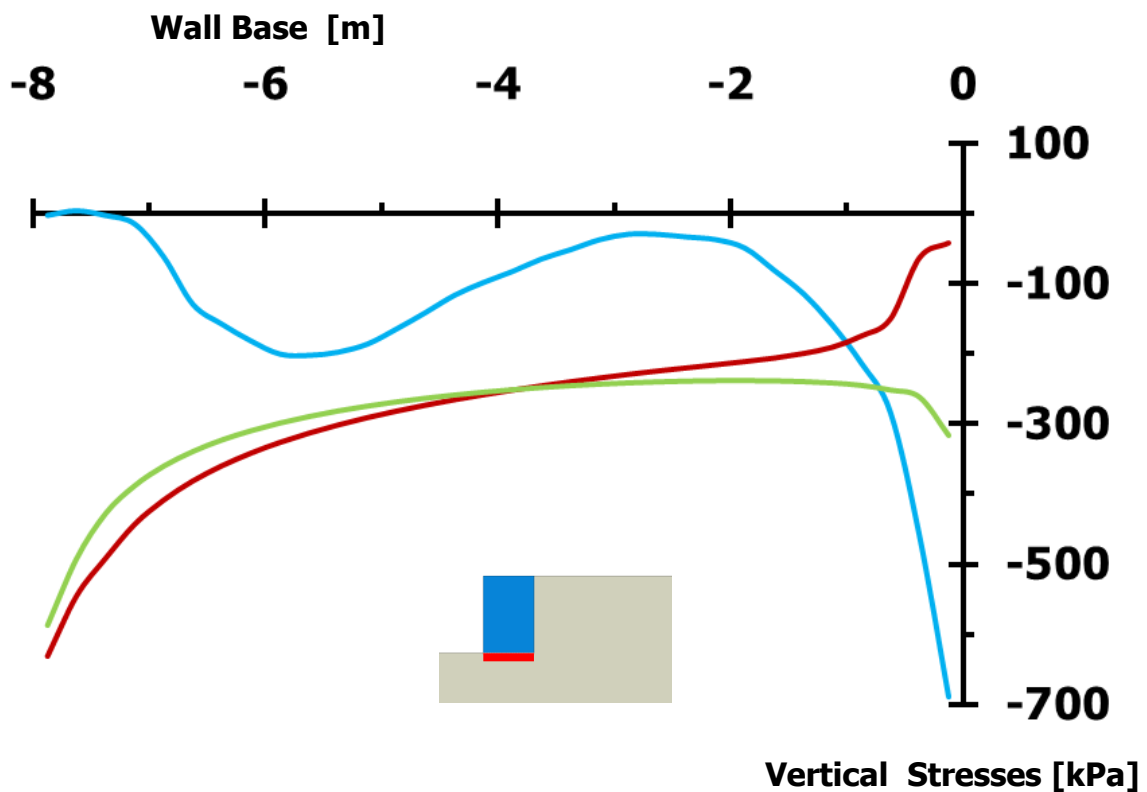
Διάγραμμα 2.198. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά του δεξιού τοίχου, τη στιγμή της περιστροφής προς τον ελεύθερο χώρο έμπροσθεν του τοίχου, λόγω διεγέρσεων **Gabor** $PGA = 1.00 \text{ g}$, $T = 0.10 \text{ s}$, για εδάφη θεμελίωσης $E_2 = 60 \text{ MPa}$ ($0.2 \times E_2$), $E_2 = 300 \text{ MPa}$ (E_2) και $E_2 = 1500 \text{ MPa}$ ($5 \times E_2$)



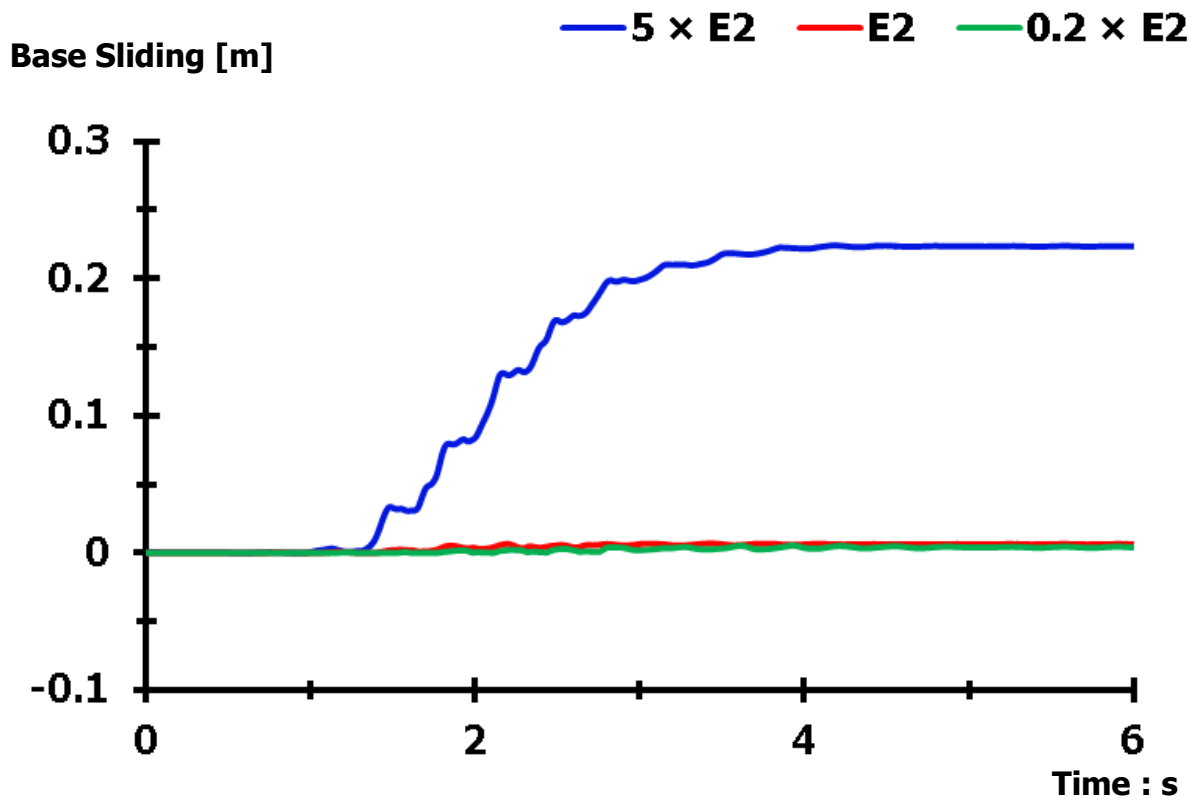
Διάγραμμα 2.199. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στη βάση του δεξιού τοίχου, τη στιγμή της περιστροφής προς τον ελεύθερο χώρο έμπροσθεν του τοίχου, λόγω διεγέρσεων **Gabor** $PGA = 1.00 \text{ g}$, $T = 0.10 \text{ s}$, για εδάφη θεμελίωσης $E_2 = 60 \text{ MPa}$ ($0.2 \times E_2$), $E_2 = 300 \text{ MPa}$ (E_2) και $E_2 = 1500 \text{ MPa}$ ($5 \times E_2$)



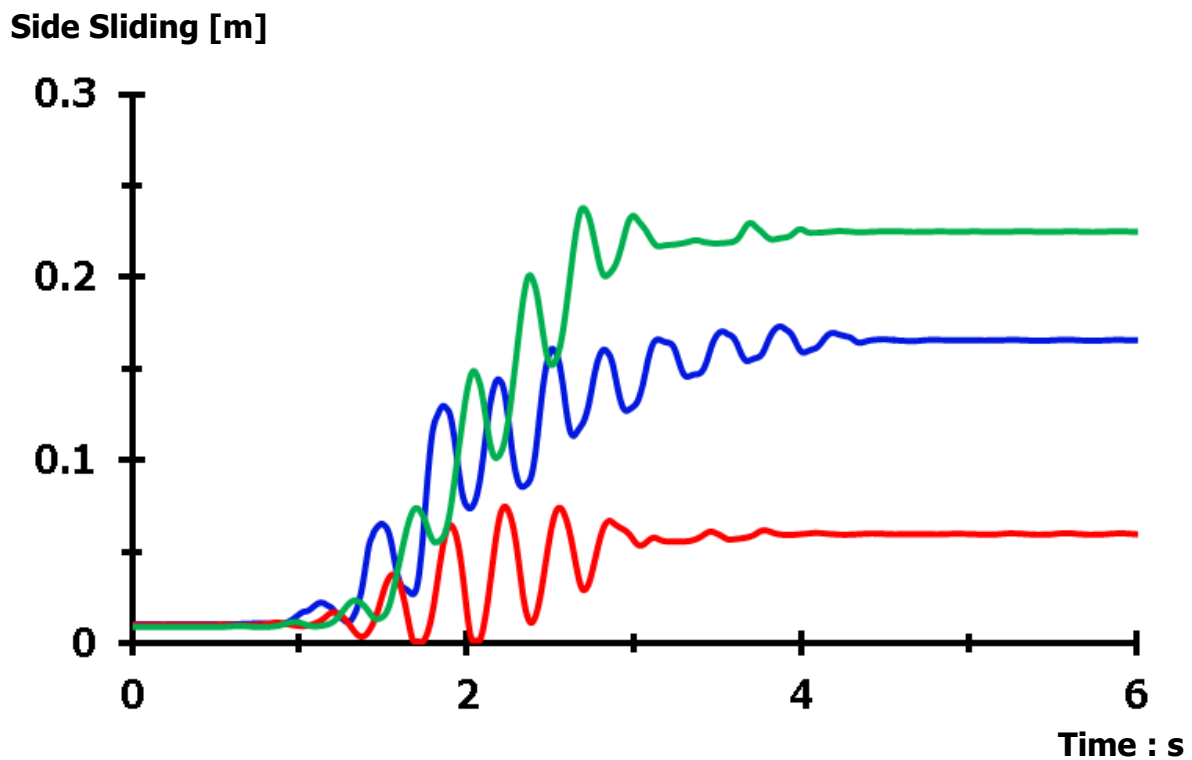
Διάγραμμα 2.200. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά του δεξιού τοίχου, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής του τοίχων, λόγω διεγέρσεων **Gabor** $PGA = 1.00\text{ g}$, $T = 0.10\text{ s}$, για εδάφη θεμελίωσης $E_2 = 60\text{ MPa}$ ($0.2 \times E_2$), $E_2 = 300\text{ MPa}$ (E_2) και $E_2 = 1500\text{ MPa}$ ($5 \times E_2$)



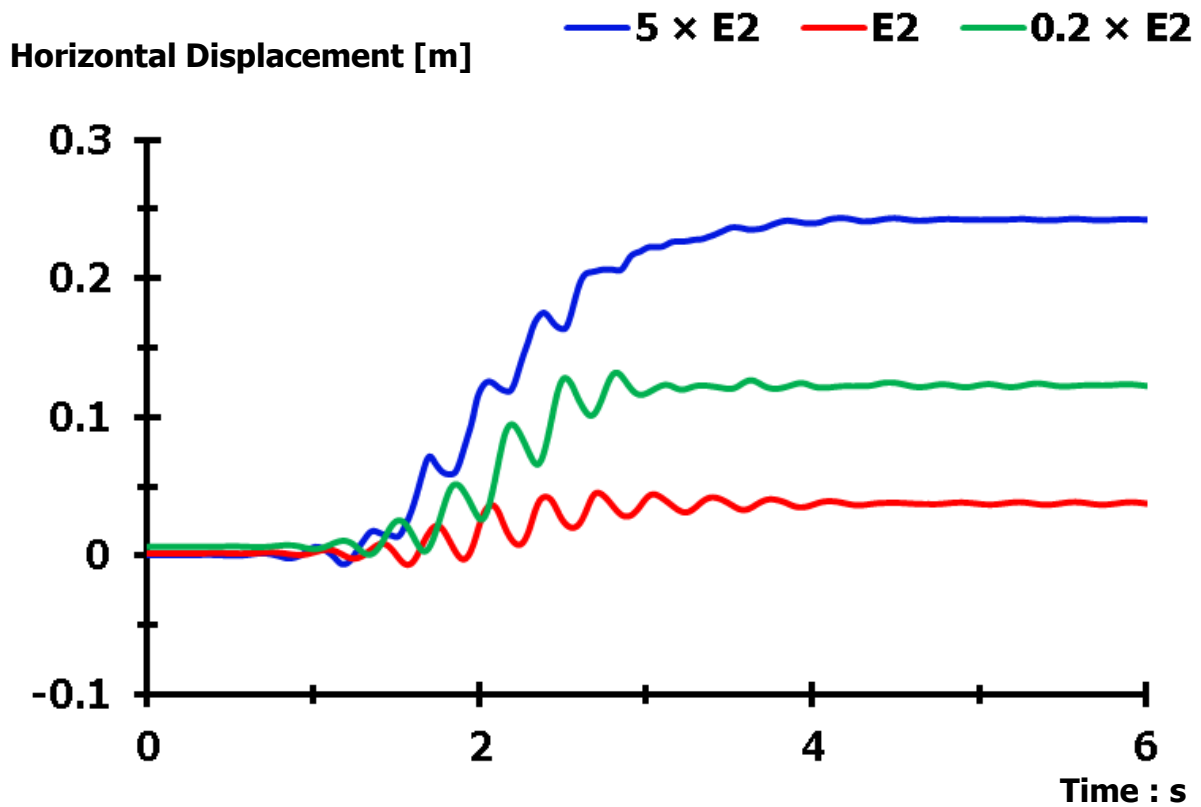
Διάγραμμα 2.201. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στη βάση του δεξιού τοίχου, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής του, λόγω διεγέρσεων **Gabor** $PGA = 1.00\text{ g}$, $T = 0.10\text{ s}$, για εδάφη θεμελίωσης $E_2 = 60\text{ MPa}$ ($0.2 \times E_2$), $E_2 = 300\text{ MPa}$ (E_2) και $E_2 = 1500\text{ MPa}$ ($5 \times E_2$)



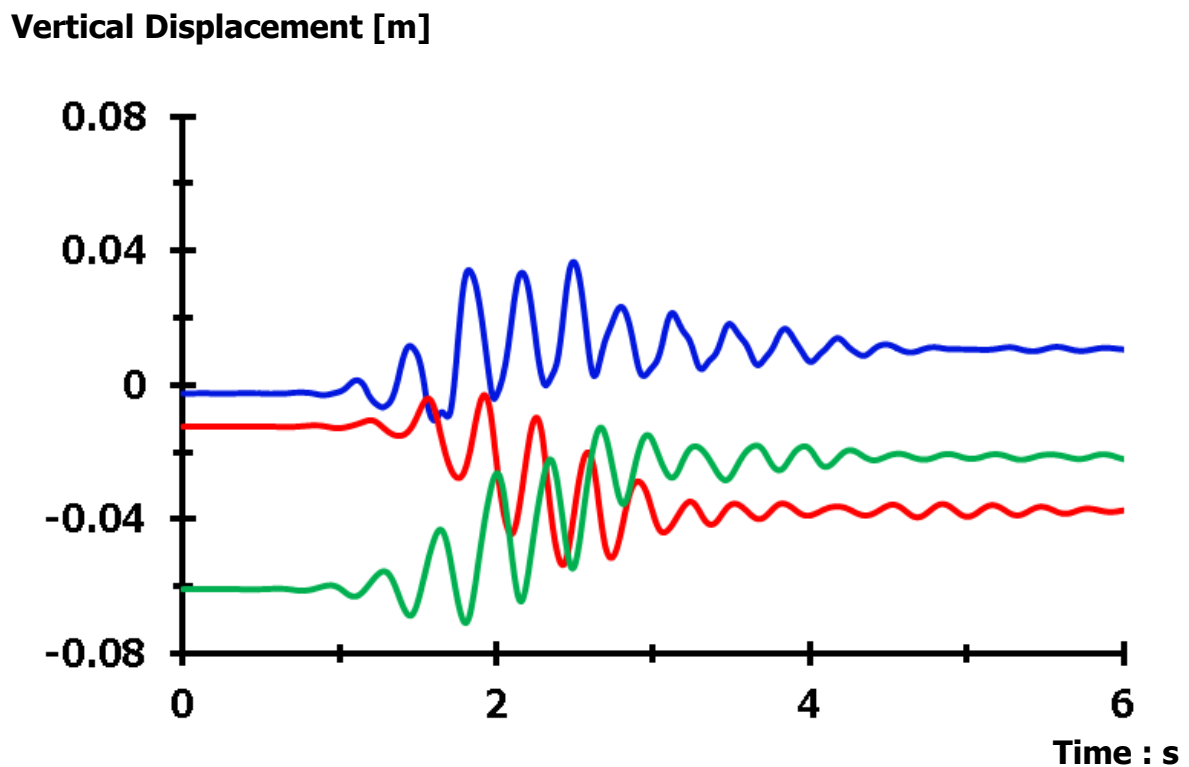
Διάγραμμα 2.202. Σύγκριση ολισθήσεων στη βάση του αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00 \text{ g}$, $T = 0.33 \text{ s}$, για εδάφη θεμελίωσης $E_2 = 60 \text{ MPa}$ ($0.2 \times E_2$), $E_2 = 300 \text{ MPa}$ (E_2) και $E_2 = 1500 \text{ MPa}$ ($5 \times E_2$)



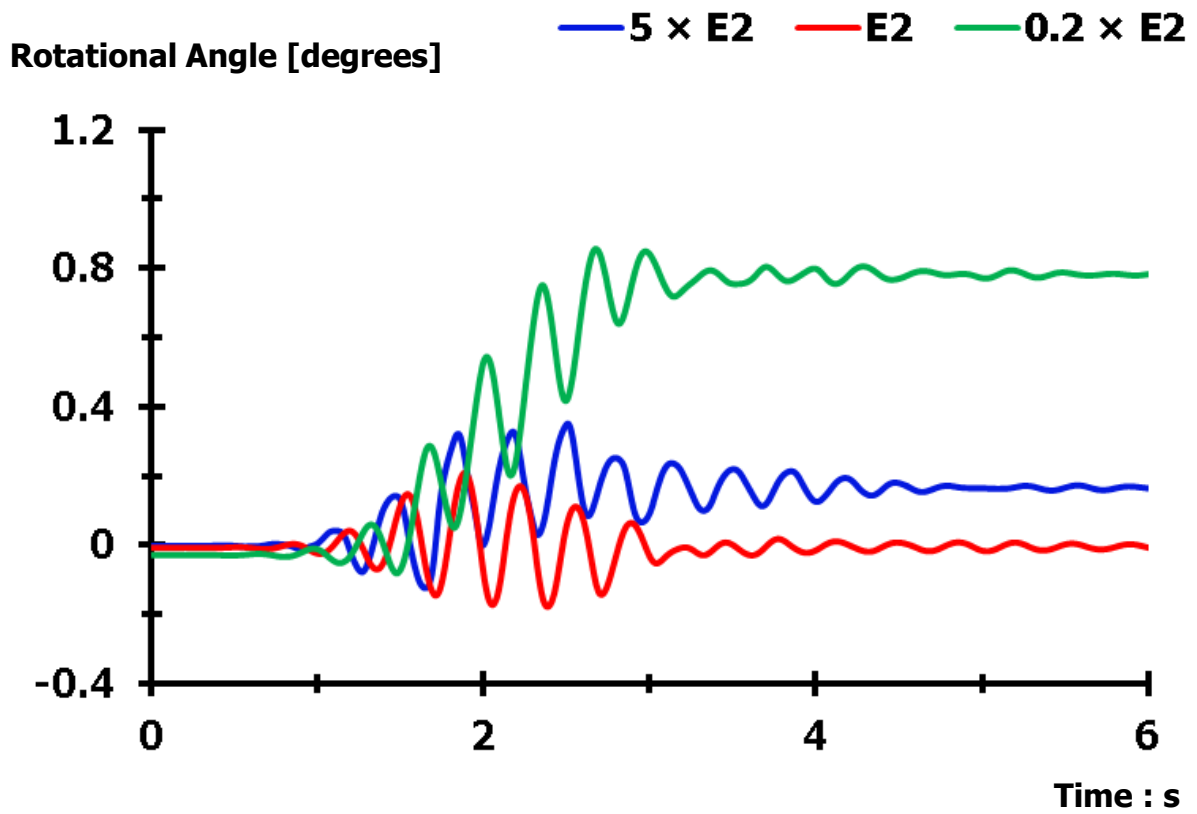
Διάγραμμα 2.203. Σύγκριση ολισθήσεων στην πλευρά επαφής του αριστερού τοίχου με το αντιστηριζόμενο έδαφος, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00 \text{ g}$, $T = 0.33 \text{ s}$, για εδάφη θεμελίωσης $E_2 = 60 \text{ MPa}$ ($0.2 \times E_2$), $E_2 = 300 \text{ MPa}$ (E_2) και $E_2 = 1500 \text{ MPa}$ ($5 \times E_2$)



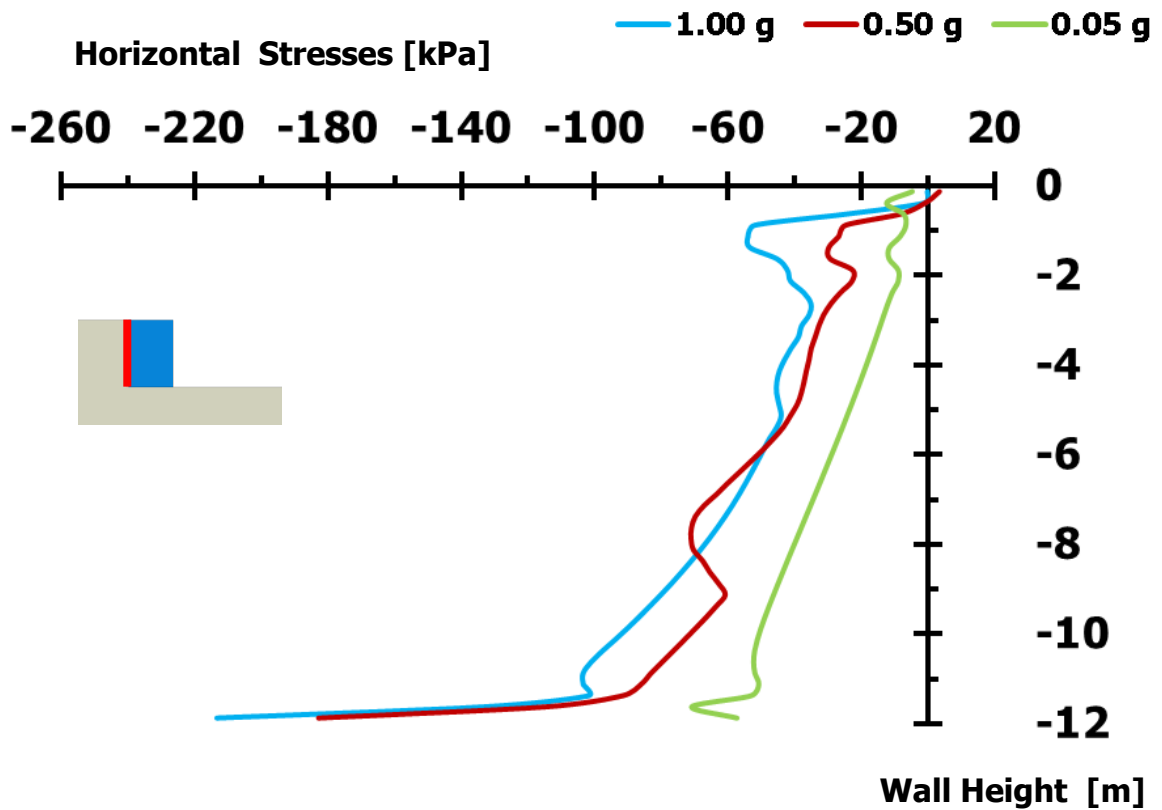
Διάγραμμα 2.204. Σύγκριση οριζοντίων μετακινήσεων αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00 \text{ g}$, $T = 0.33 \text{ s}$, για εδάφη θεμελίωσης $E_2 = 60 \text{ MPa}$ ($0.2 \times E_2$), $E_2 = 300 \text{ MPa}$ (E_2) και $E_2 = 1500 \text{ MPa}$ ($5 \times E_2$)



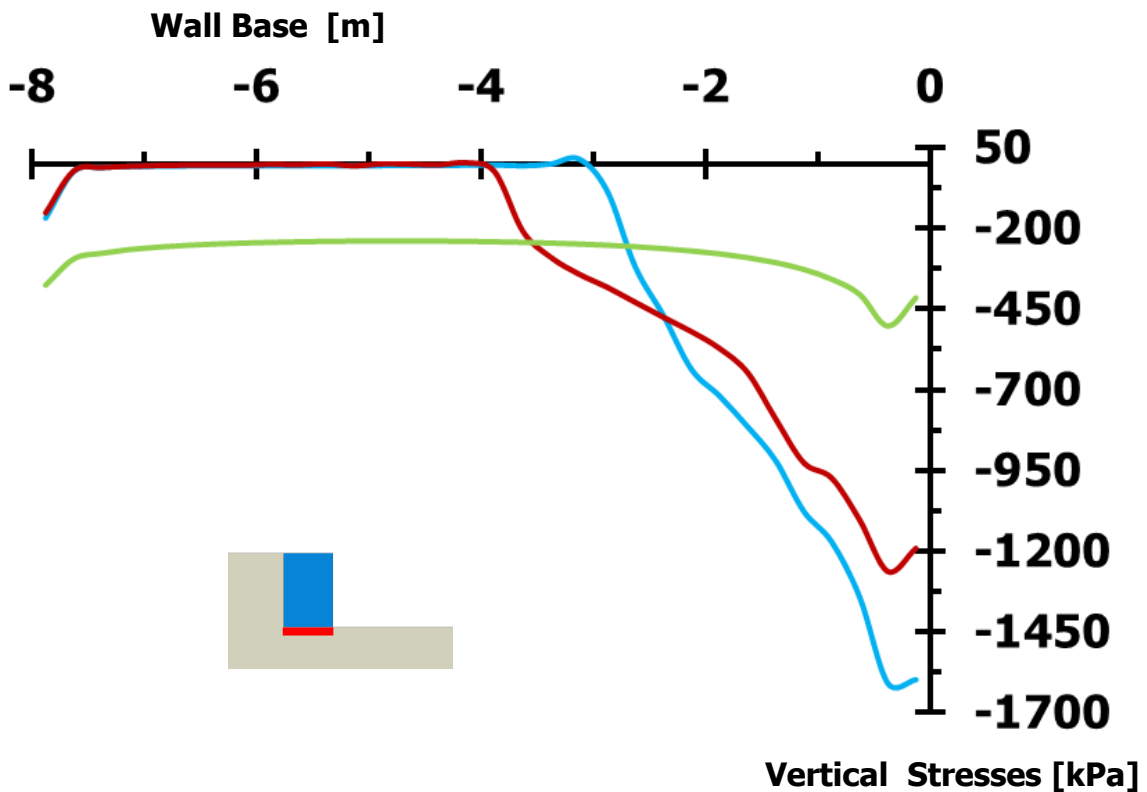
Διάγραμμα 2.205. Σύγκριση κατακορύφων μετακινήσεων αριστερού τοίχου, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00 \text{ g}$, $T = 0.33 \text{ s}$, για εδάφη θεμελίωσης $E_2 = 60 \text{ MPa}$ ($0.2 \times E_2$), $E_2 = 300 \text{ MPa}$ (E_2) και $E_2 = 1500 \text{ MPa}$ ($5 \times E_2$)



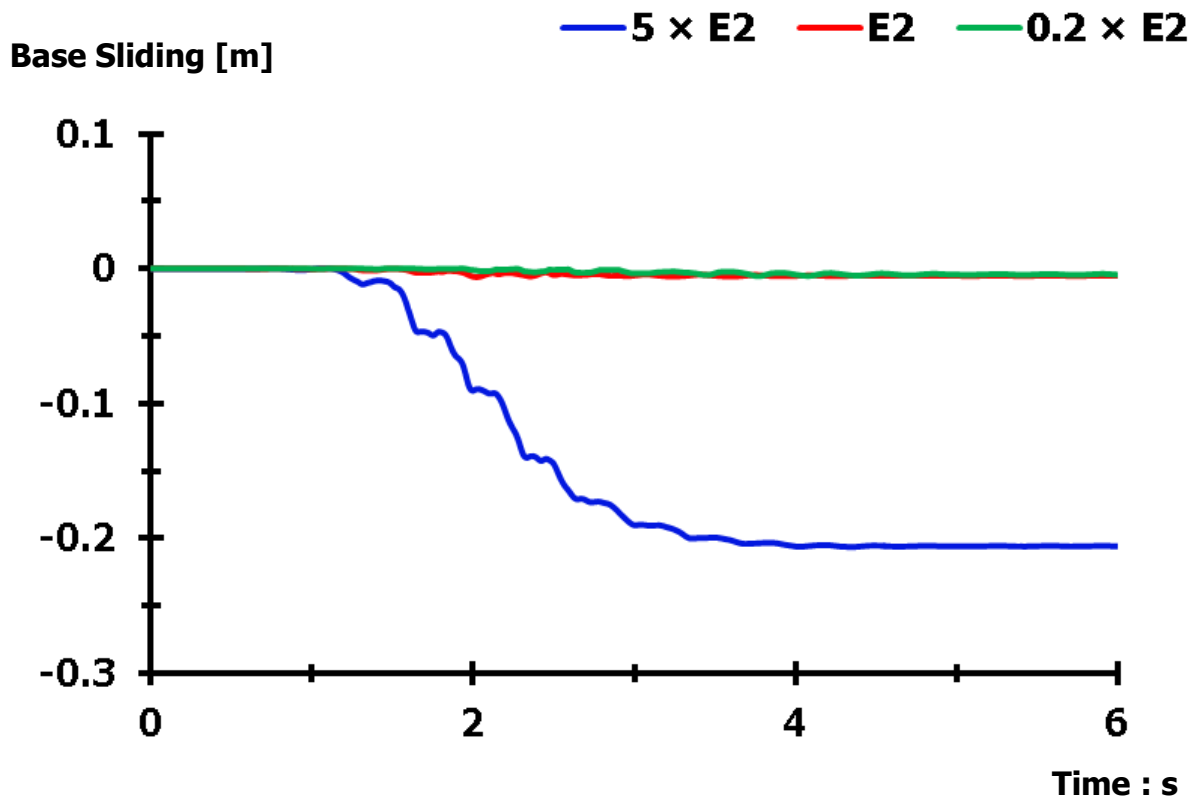
Διάγραμμα 2.206. Σύγκριση στροφών αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00 \text{ g}$, $T = 0.33 \text{ s}$, για εδάφη θεμελίωσης $E_2 = 60 \text{ MPa}$ ($0.2 \times E_2$), $E_2 = 300 \text{ MPa}$ (E_2) και $E_2 = 1500 \text{ MPa}$ ($5 \times E_2$)



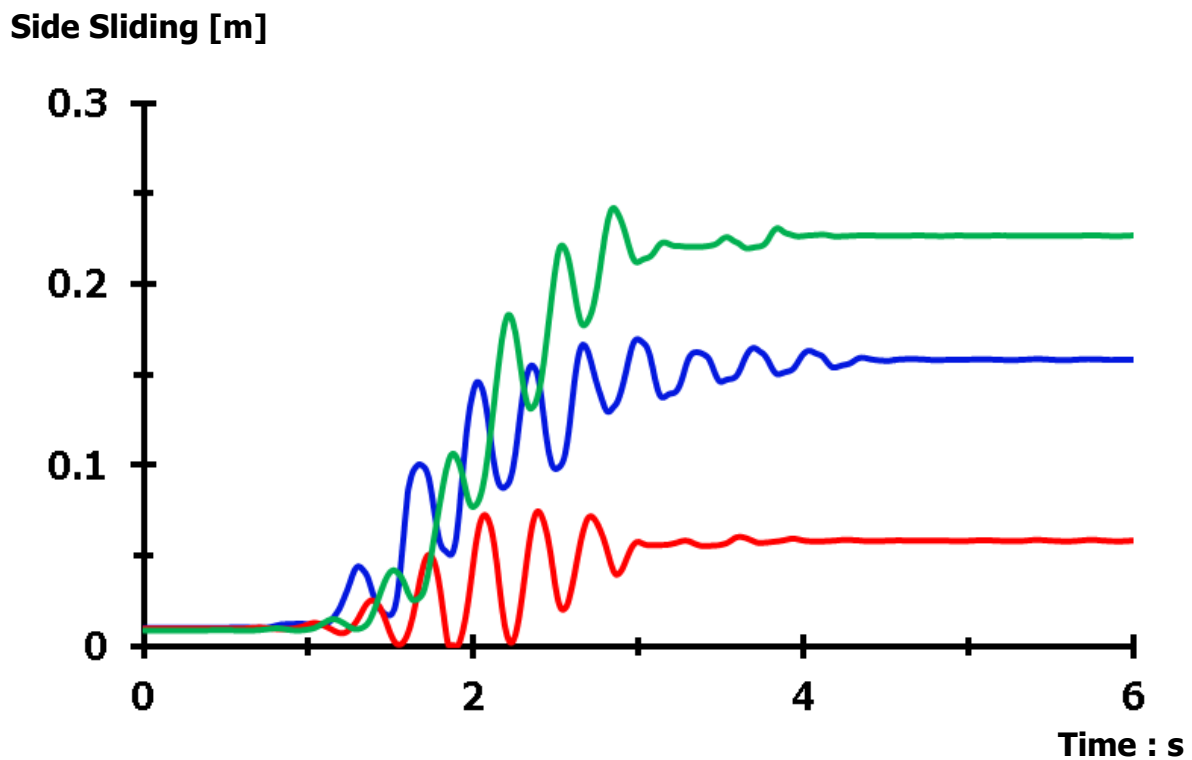
Διάγραμμα 2.207. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά του αριστερού τοίχου, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής του τοίχου, λόγω διέγερσης **Gabor** $T = 0.33$ s, για διάφορα PGA [Έδαφος θεμελίωσης $E = 300$ MPa]



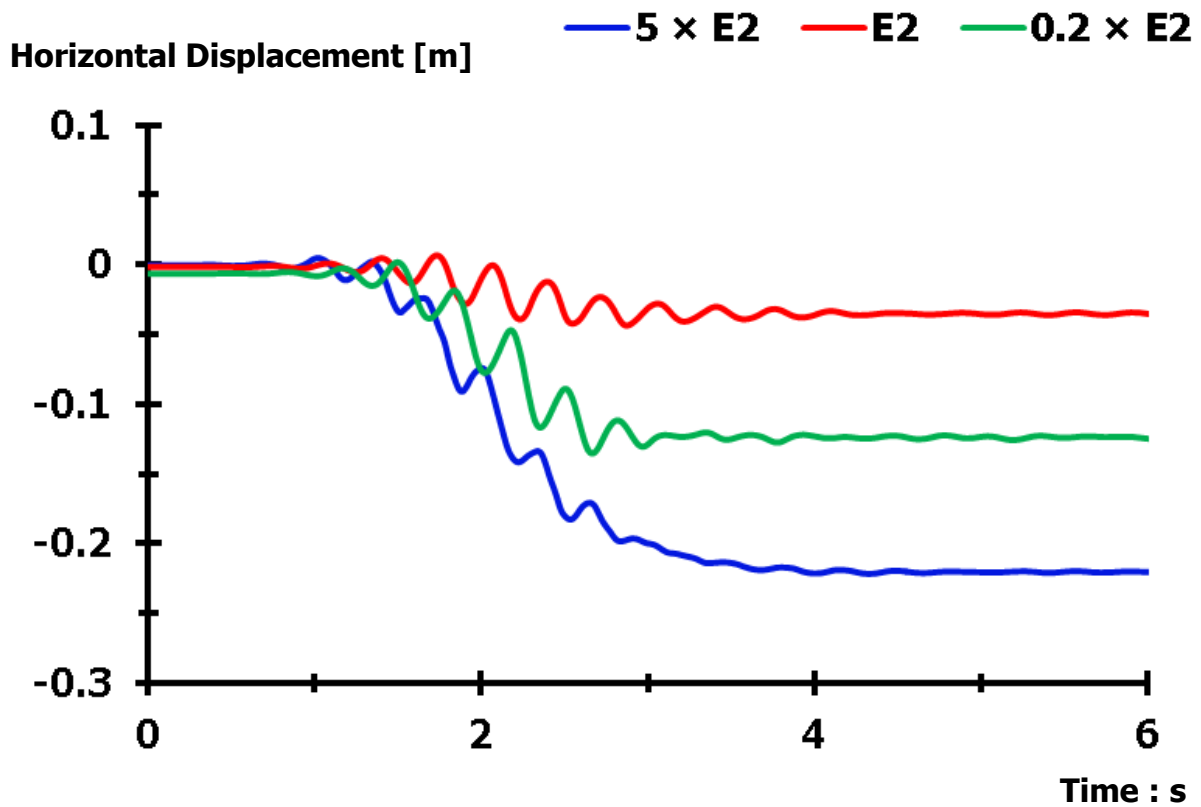
Διάγραμμα 2.208. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στη βάση του αριστερού τοίχου, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής του τοίχου, λόγω διέγερσης **Gabor** $T = 0.33$ s, για διάφορα PGA [Έδαφος θεμελίωσης $E = 300$ MPa]



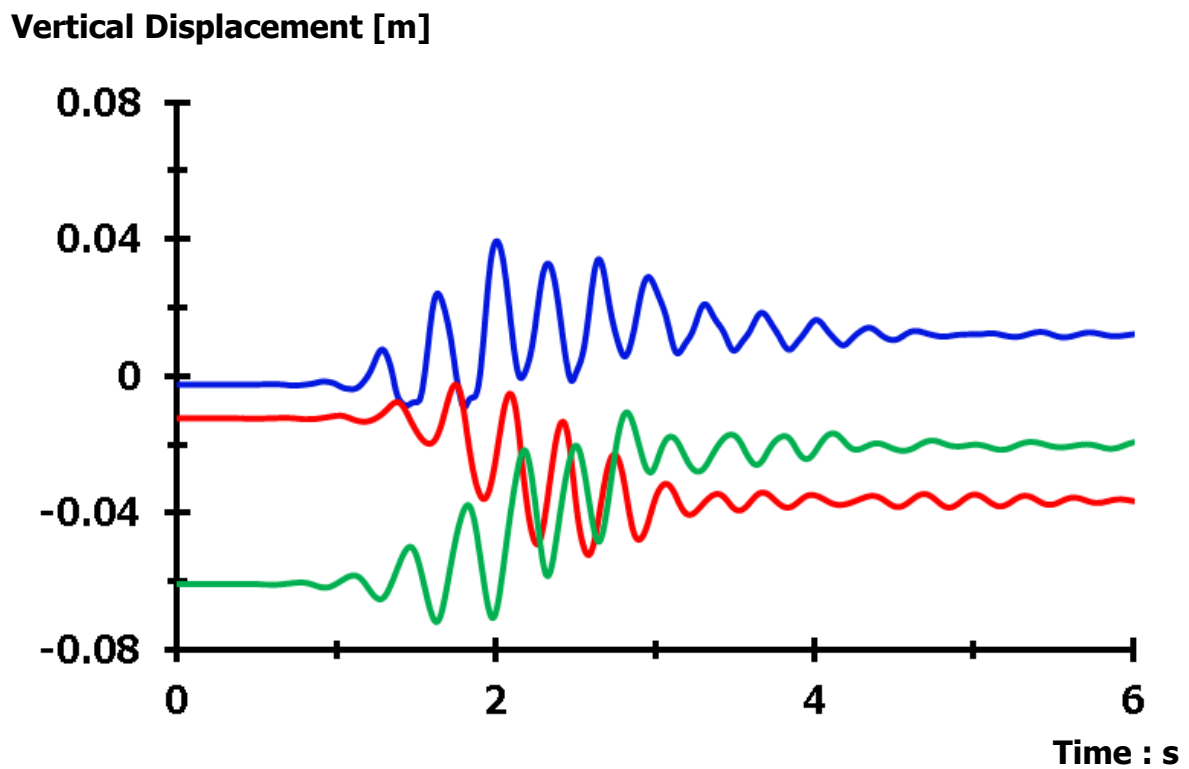
Διάγραμμα 2.209. Σύγκριση ολισθήσεων στη βάση του δεξιού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00 \text{ g}$, $T = 0.33 \text{ s}$, για εδάφη θεμελίωσης $E_2 = 60 \text{ MPa}$ ($0.2 \times E_2$), $E_2 = 300 \text{ MPa}$ (E_2) και $E_2 = 1500 \text{ MPa}$ ($5 \times E_2$)



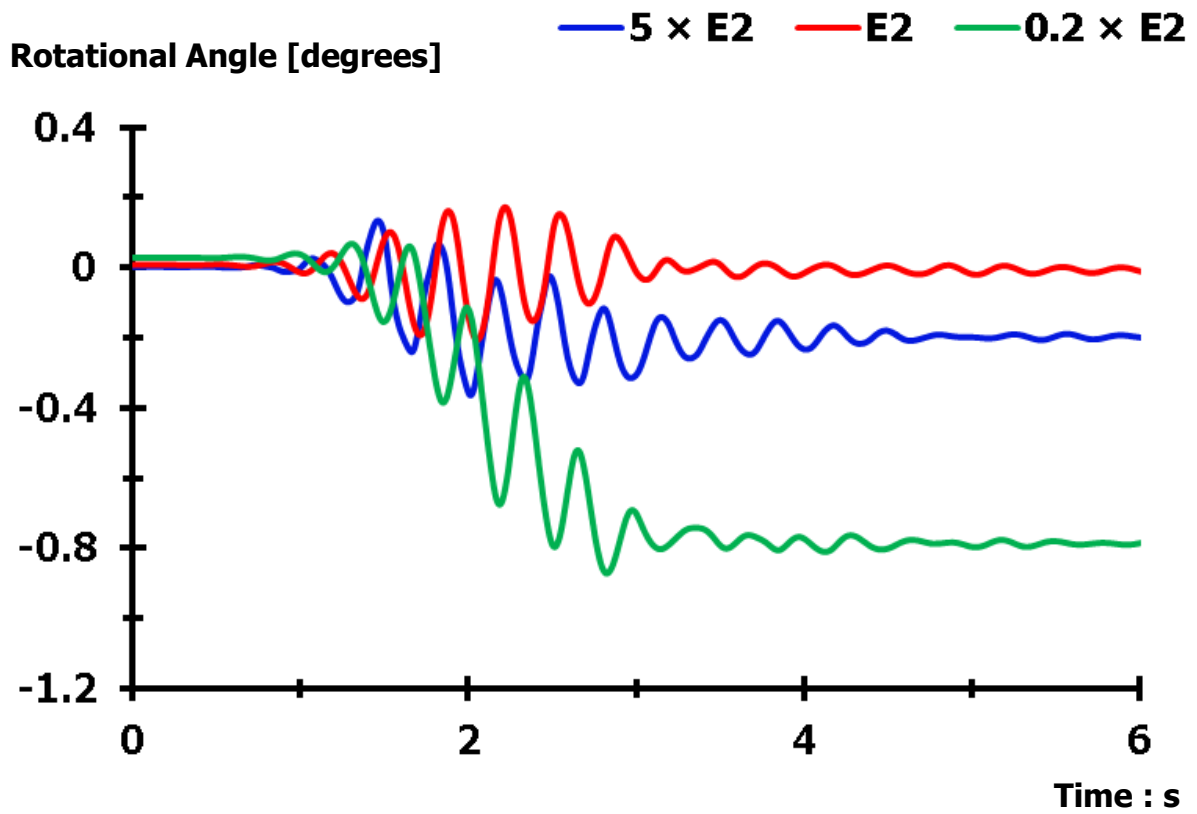
Διάγραμμα 2.210. Σύγκριση ολισθήσεων στην πλευρά επαφής του δεξιού τοίχου με το αντιστηριζόμενο έδαφος, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00 \text{ g}$, $T = 0.33 \text{ s}$, για εδάφη θεμελίωσης $E_2 = 60 \text{ MPa}$ ($0.2 \times E_2$), $E_2 = 300 \text{ MPa}$ (E_2) και $E_2 = 1500 \text{ MPa}$ ($5 \times E_2$)



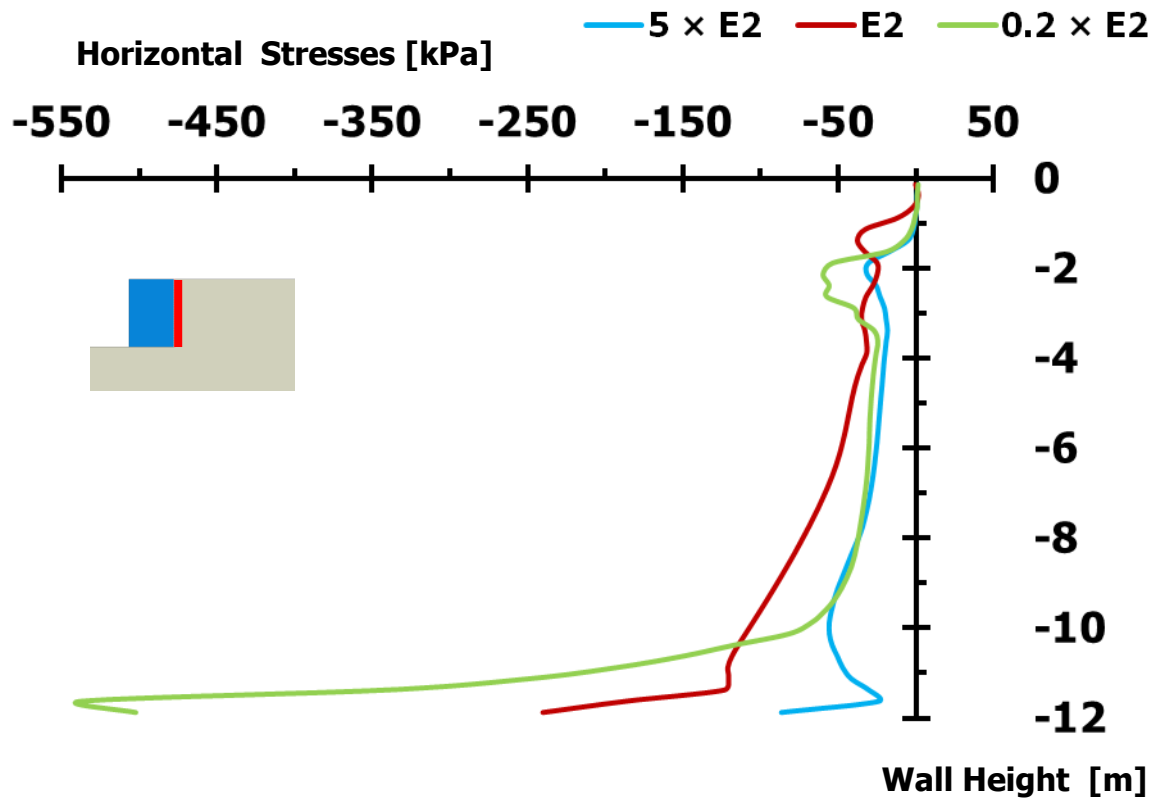
Διάγραμμα 2.211. Σύγκριση οριζοντίων μετακινήσεων δεξιού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης Gabor $PGA = 1.00 \text{ g}$, $T = 0.33 \text{ s}$, για εδάφη θεμελίωσης $E_2 = 60 \text{ MPa}$ ($0.2 \times E_2$), $E_2 = 300 \text{ MPa}$ (E_2) και $E_2 = 1500 \text{ MPa}$ ($5 \times E_2$)



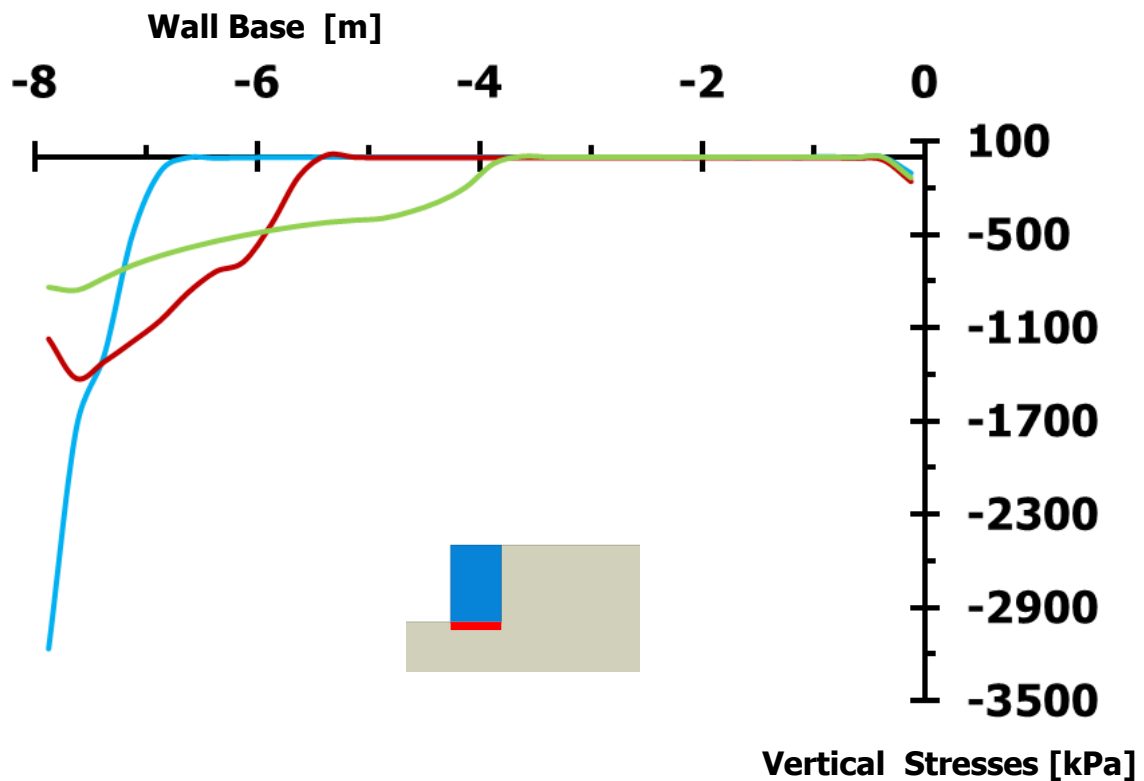
Διάγραμμα 2.212. Σύγκριση κατακορύφων μετακινήσεων δεξιού τοίχου, λόγω διέγερσης Gabor $PGA = 1.00 \text{ g}$, $T = 0.33 \text{ s}$, για εδάφη θεμελίωσης $E_2 = 60 \text{ MPa}$ ($0.2 \times E_2$), $E_2 = 300 \text{ MPa}$ (E_2) και $E_2 = 1500 \text{ MPa}$ ($5 \times E_2$)



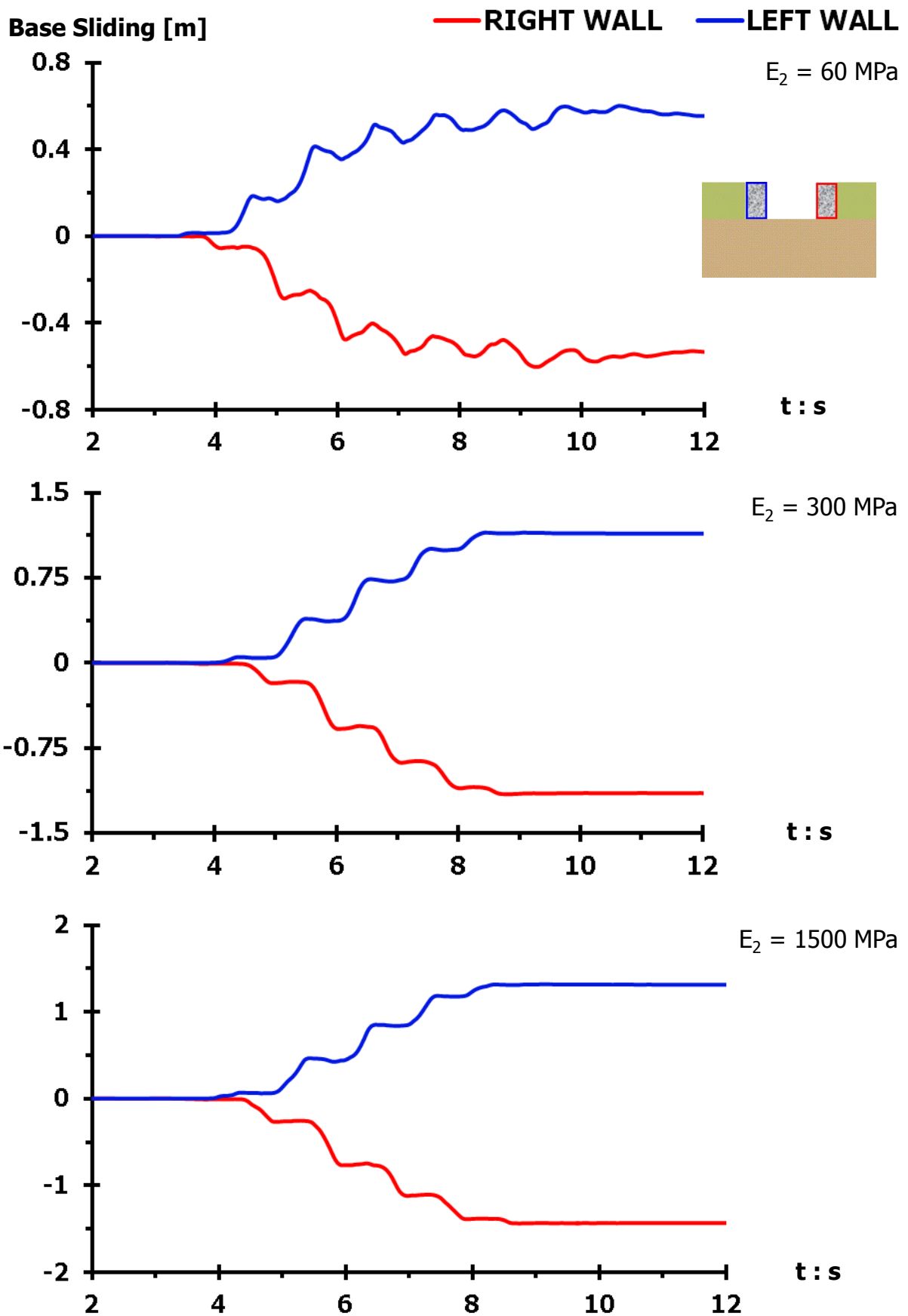
Διάγραμμα 2.213. Σύγκριση στροφών δεξιού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00 \text{ g}$, $T = 0.33 \text{ s}$, για εδάφη θεμελίωσης $E_2 = 60 \text{ MPa}$ ($0.2 \times E_2$), $E_2 = 300 \text{ MPa}$ (E_2) και $E_2 = 1500 \text{ MPa}$ ($5 \times E_2$)



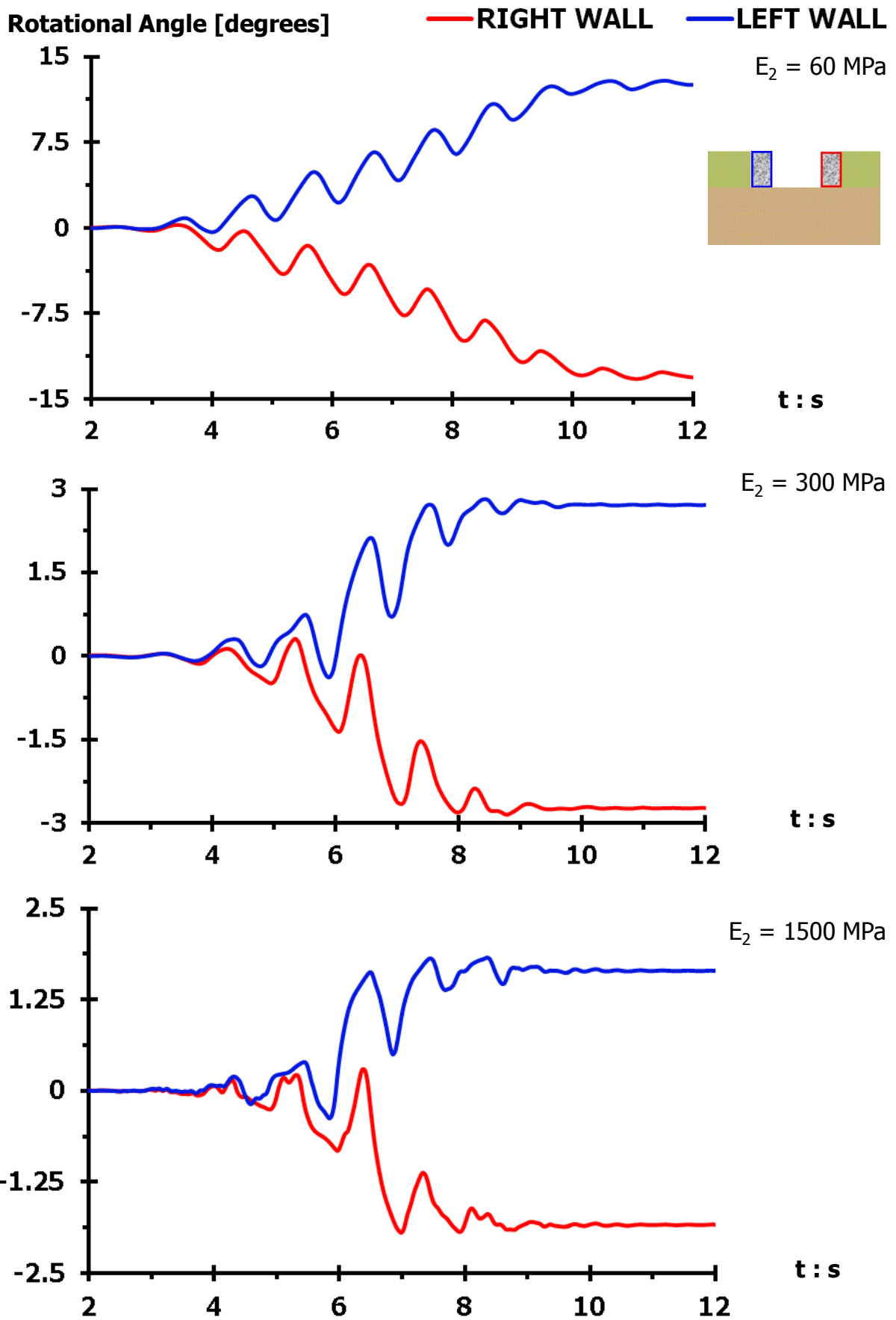
Διάγραμμα 2.214. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά του δεξιού τοίχου, τη στιγμή της περιστροφής προς τον ελεύθερο χώρο έμπροσθεν του τοίχων, λόγω διεγέρσεων **Gabor** $PGA = 1 \text{ g}$, $T = 0.33 \text{ s}$, για εδάφη θεμελίωσης $E_2 = 60 \text{ MPa}$ ($0.2 \times E_2$), $E_2 = 300 \text{ MPa}$ (E_2) και $E_2 = 1500 \text{ MPa}$ ($5 \times E_2$)



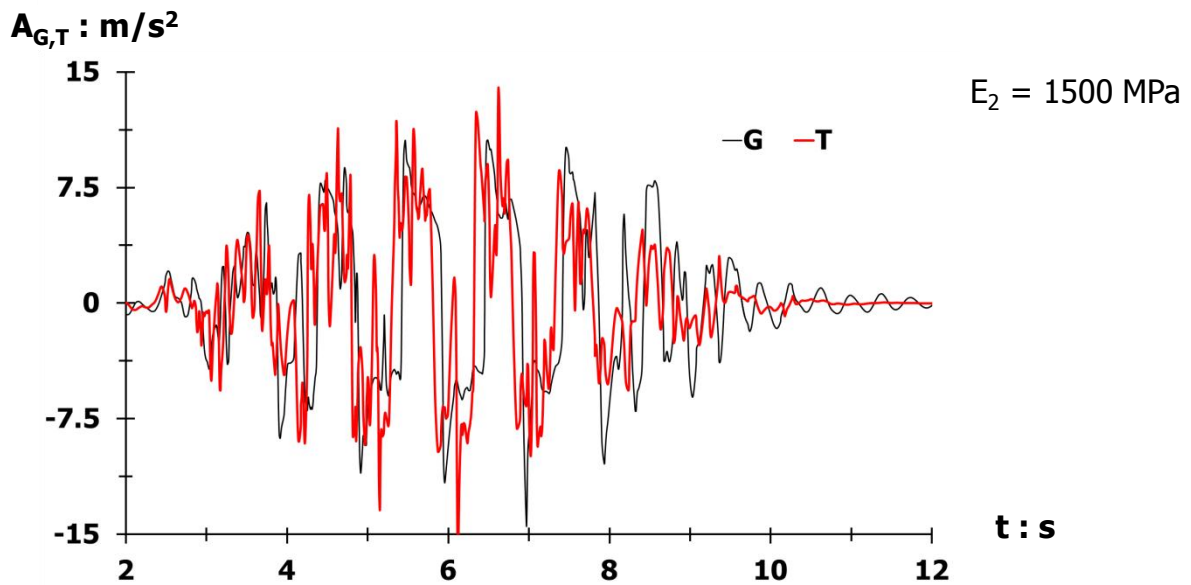
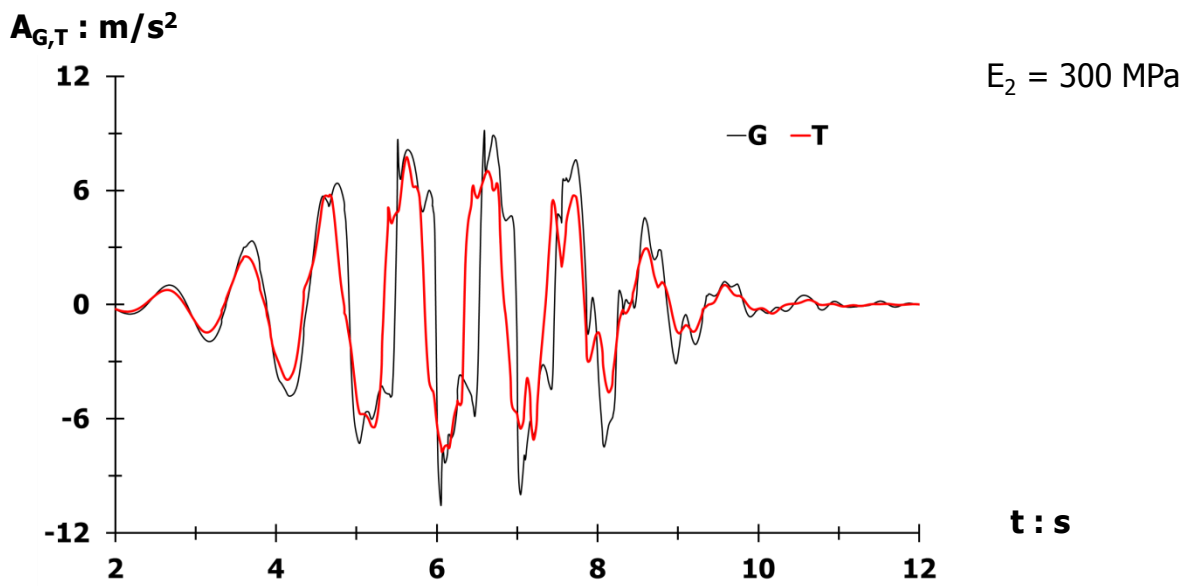
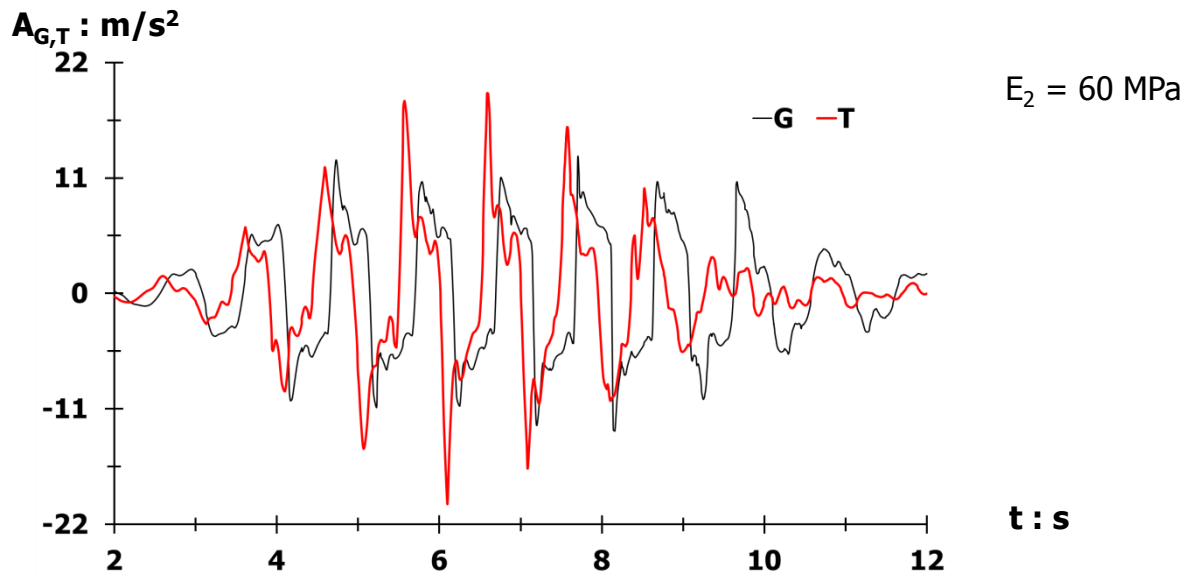
Διάγραμμα 2.215. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στη βάση του δεξιού τοίχου, τη στιγμή της περιστροφής προς τον ελεύθερο χώρο έμπροσθεν του τοίχου, λόγω διεγέρσεων **Gabor** $PGA = 1 \text{ g}$, $T = 0.33 \text{ s}$, για εδάφη θεμελίωσης $E_2 = 60 \text{ MPa}$ ($0.2 \times E_2$), $E_2 = 300 \text{ MPa}$ (E_2) και $E_2 = 1500 \text{ MPa}$ ($5 \times E_2$)



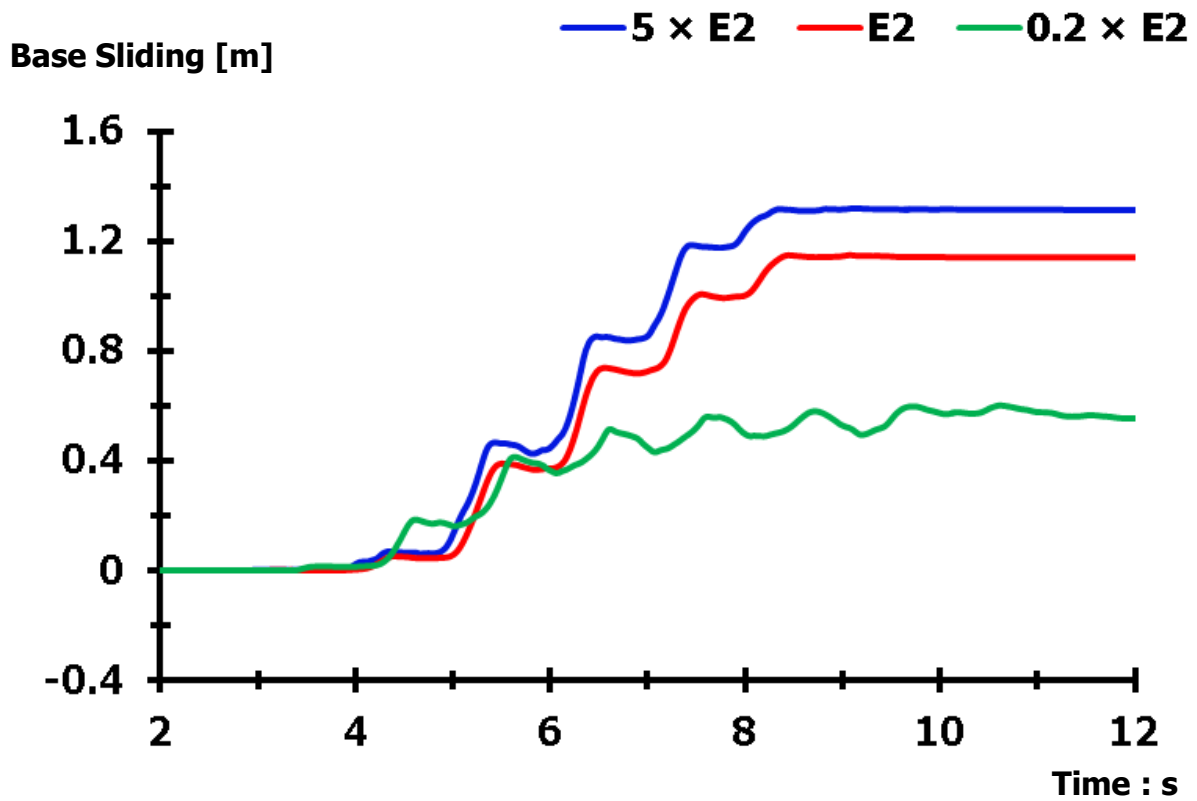
Διάγραμμα 2.216. Σύγκριση ολισθήσεων στην πλευρά επαφής του αριστερού και του δεξιού τοίχου με το αντιστηριζόμενο έδαφος, λόγω διέγερσης **Gabor PGA = 1.00 g, T = 1.00 s**, για εδάφη θεμελίωσης $E_2 = 60 \text{ MPa}$ (άνω), $E_2 = 300 \text{ MPa}$ (μεσαίο) και $E_2 = 1500 \text{ MPa}$ (κάτω)



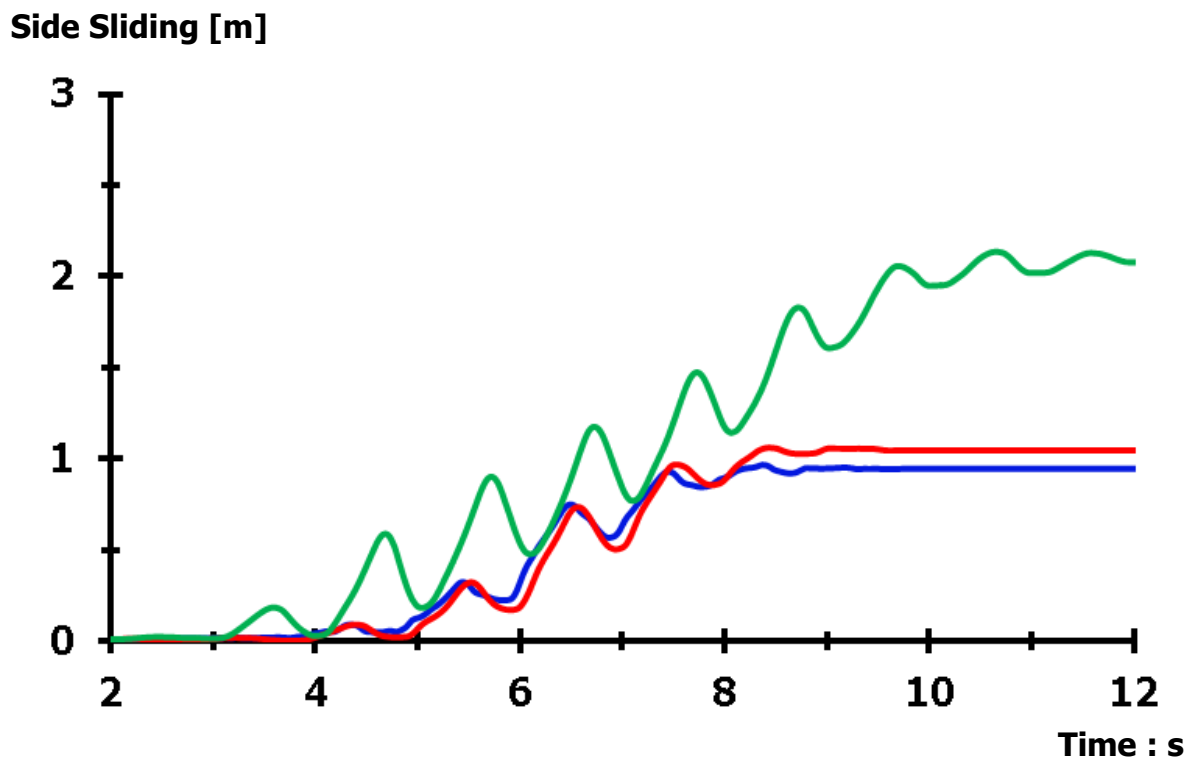
Διάγραμμα 2.217. Σύγκριση στροφών αριστερού και δεξιού τοίχου, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00 \text{ g}$, $T = 1.00 \text{ s}$, για εδάφη θεμελίωσης $E_2 = 60 \text{ MPa}$ (άνω), $E_2 = 300 \text{ MPa}$ (μεσαίο) και $E_2 = 1500 \text{ MPa}$ (κάτω)



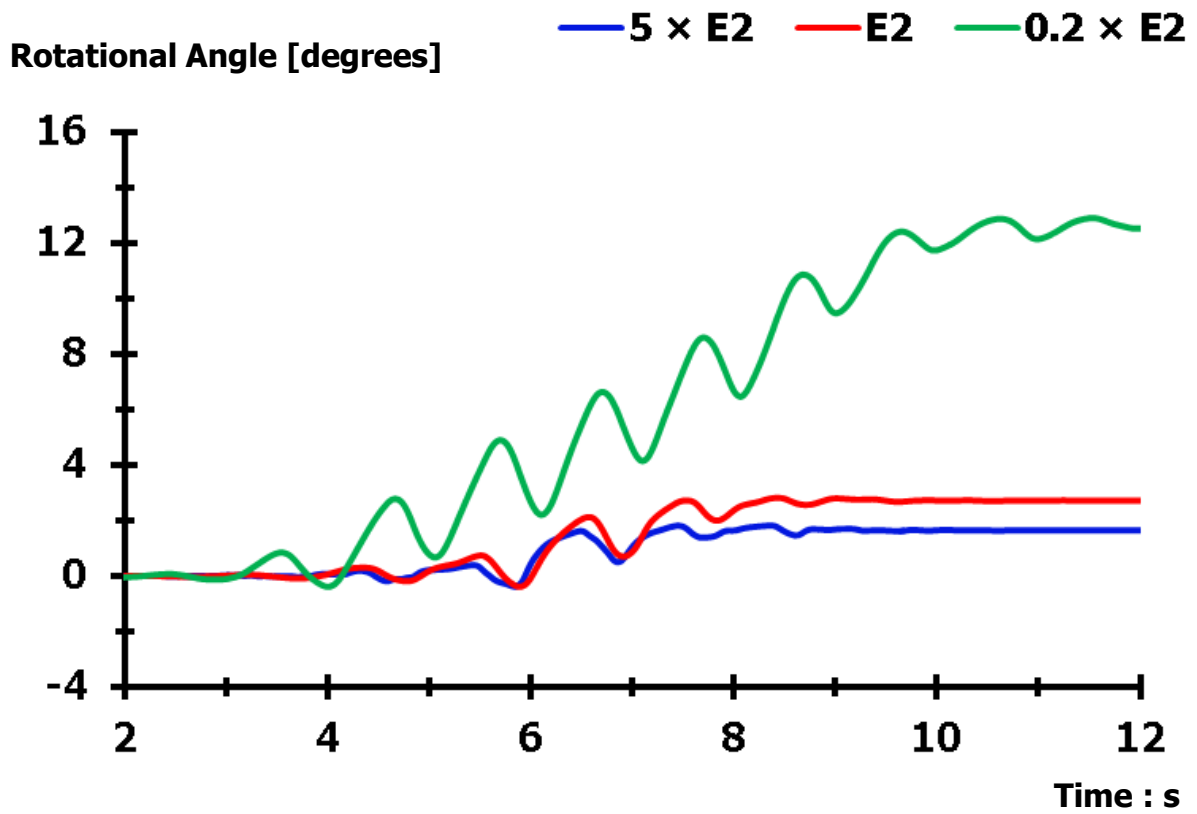
Διάγραμμα 2.218. Σύγκριση επιταχύνσεων σημείων G και T, λόγω διέγερσης Gabor $PGA = 1.00$ g, $T = 1.00$ s, για εδάφη θεμελίωσης $E_2 = 60 \text{ MPa}$ (άνω), $E_2 = 300 \text{ MPa}$ (μεσαίο) και $E_2 = 1500 \text{ MPa}$ (κάτω)



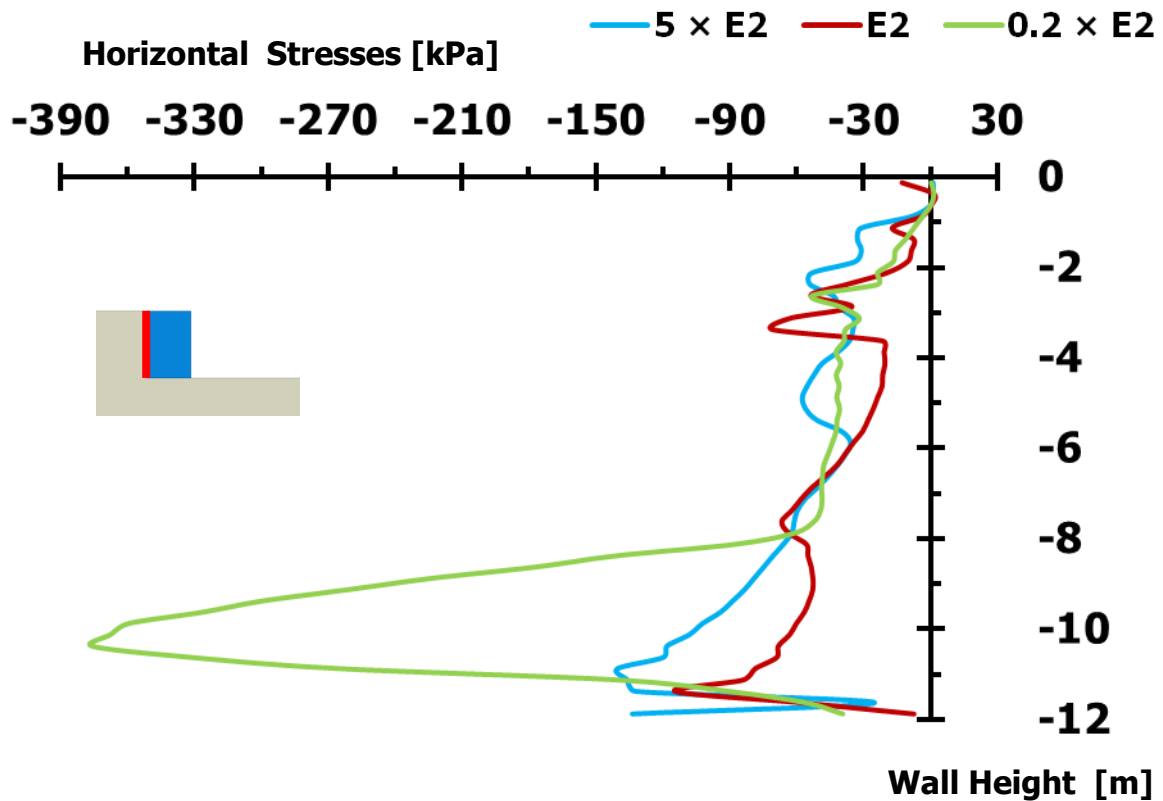
Διάγραμμα 2.219. Σύγκριση ολισθήσεων στη βάση του αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00 \text{ g}$, $T = 1.00 \text{ s}$, για εδάφη θεμελίωσης $E_2 = 60 \text{ MPa}$ ($0.2 \times E_2$), $E_2 = 300 \text{ MPa}$ (E_2) και $E_2 = 1500 \text{ MPa}$ ($5 \times E_2$)



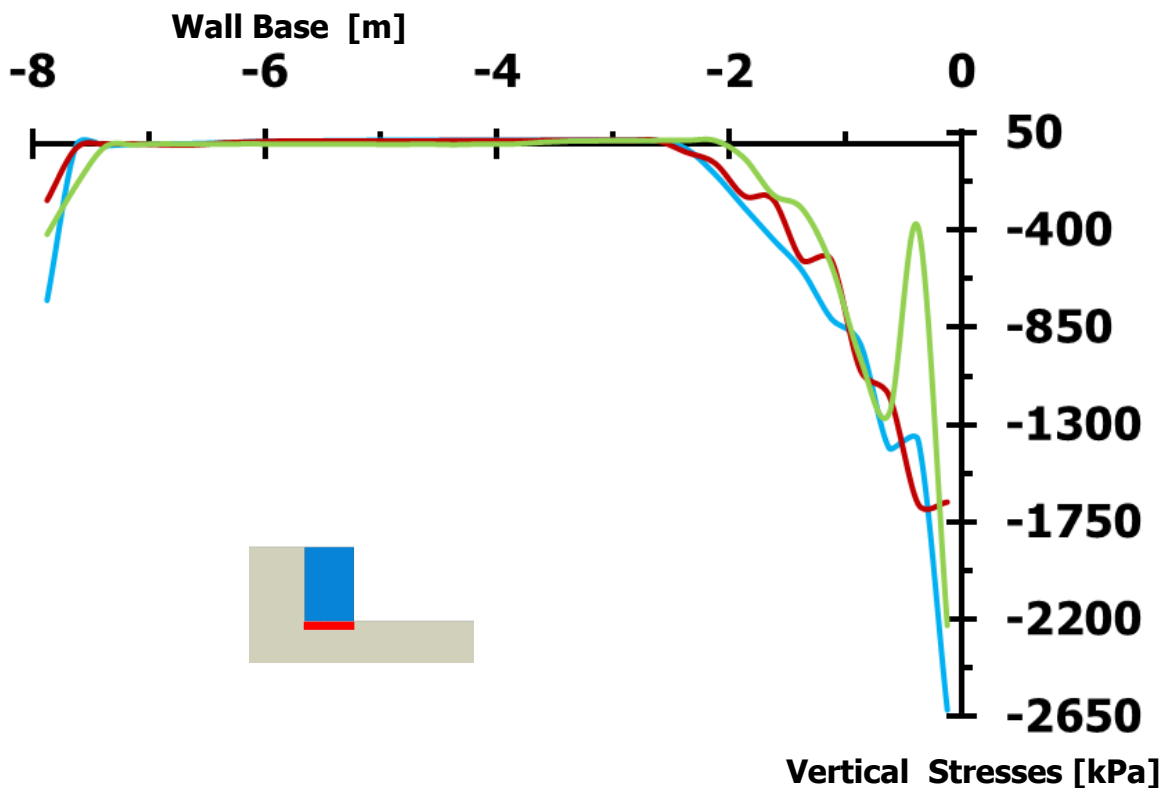
Διάγραμμα 2.220. Σύγκριση ολισθήσεων στην πλευρά επαφής του αριστερού τοίχου με το αντιστηριζόμενο έδαφος, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00 \text{ g}$, $T = 1.00 \text{ s}$, για εδάφη θεμελίωσης $E_2 = 60 \text{ MPa}$ ($0.2 \times E_2$), $E_2 = 300 \text{ MPa}$ (E_2) και $E_2 = 1500 \text{ MPa}$ ($5 \times E_2$)



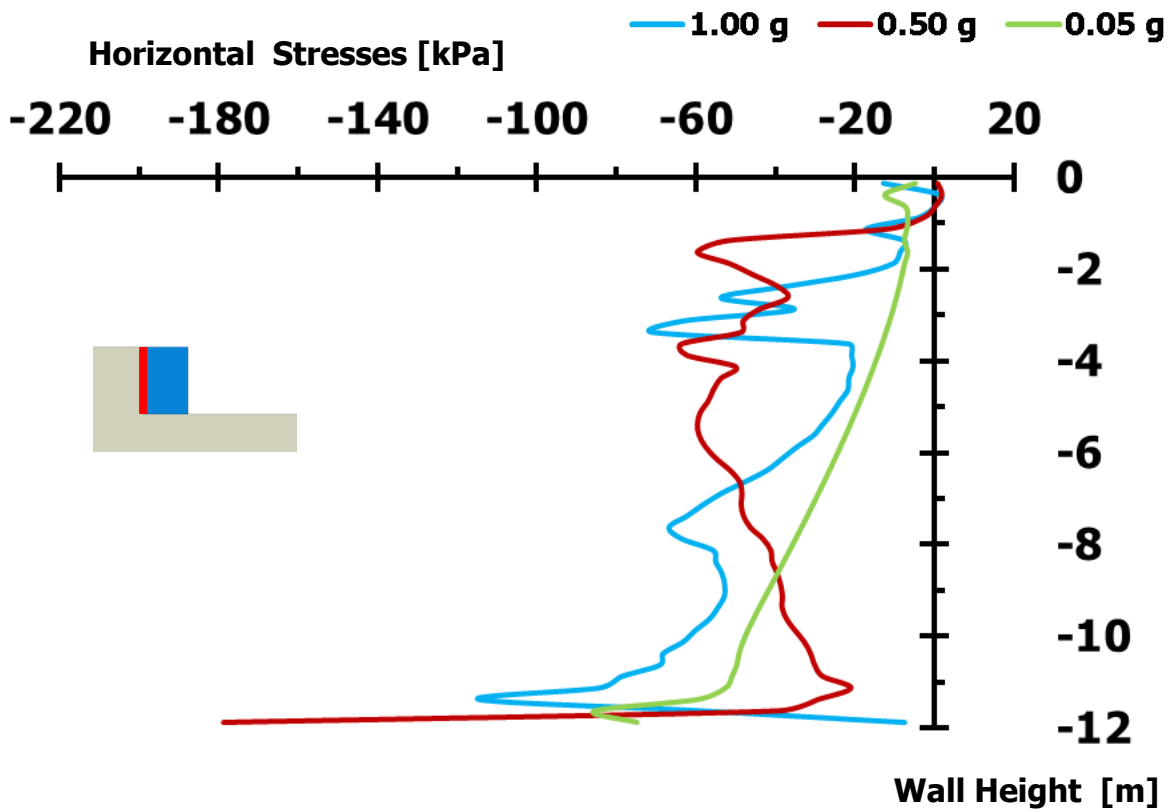
Διάγραμμα 2.221. Σύγκριση στροφών αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00 \text{ g}$, $T = 1.00 \text{ s}$, για εδάφη θεμελίωσης $E_2 = 60 \text{ MPa}$ ($0.2 \times E_2$), $E_2 = 300 \text{ MPa}$ (E_2) και $E_2 = 1500 \text{ MPa}$ ($5 \times E_2$)



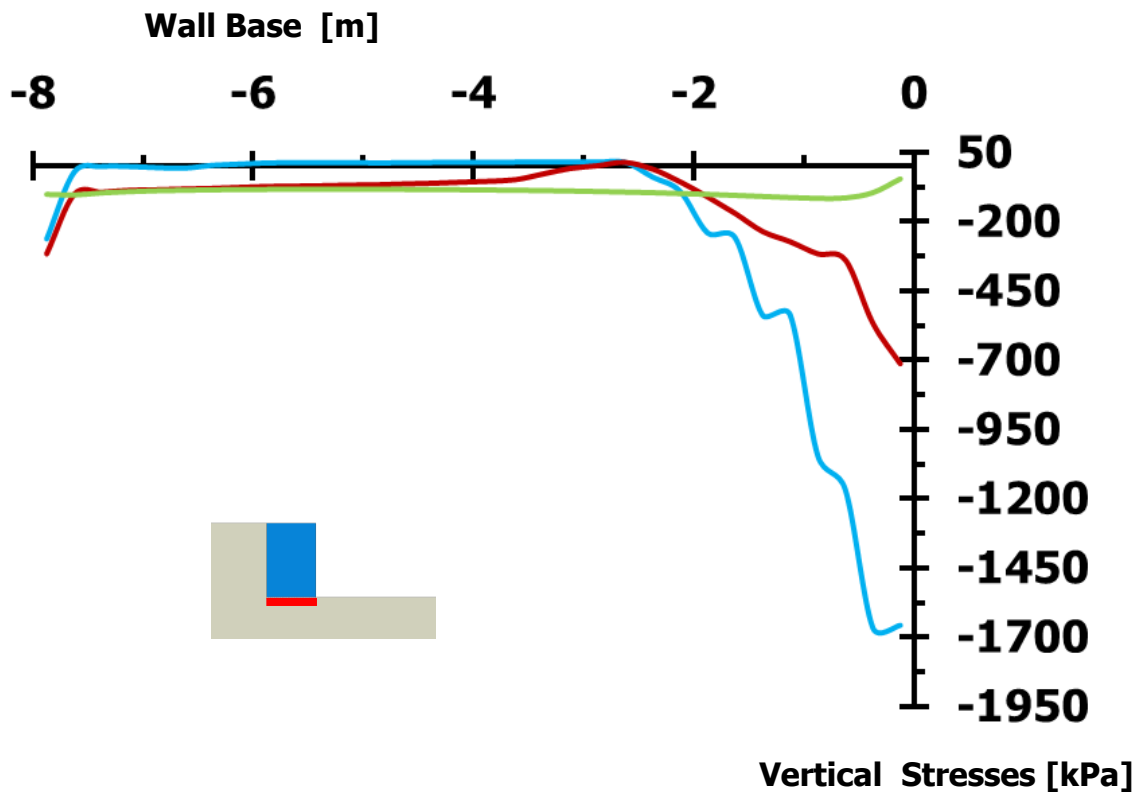
Διάγραμμα 2.222. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά του αριστερού τοίχου, τη στιγμή της περιστροφής προς τον ελεύθερο χώρο εμπροσθεν του τοίχων, λόγω διεγέρσεων **Gabor** $PGA = 1\text{ g}$, $T = 1.00\text{ s}$, για εδάφη θεμελίωσης $E_2 = 60\text{ MPa}$ ($0.2 \times E_2$), $E_2 = 300\text{ MPa}$ (E_2) και $E_2 = 1500\text{ MPa}$ ($5 \times E_2$)



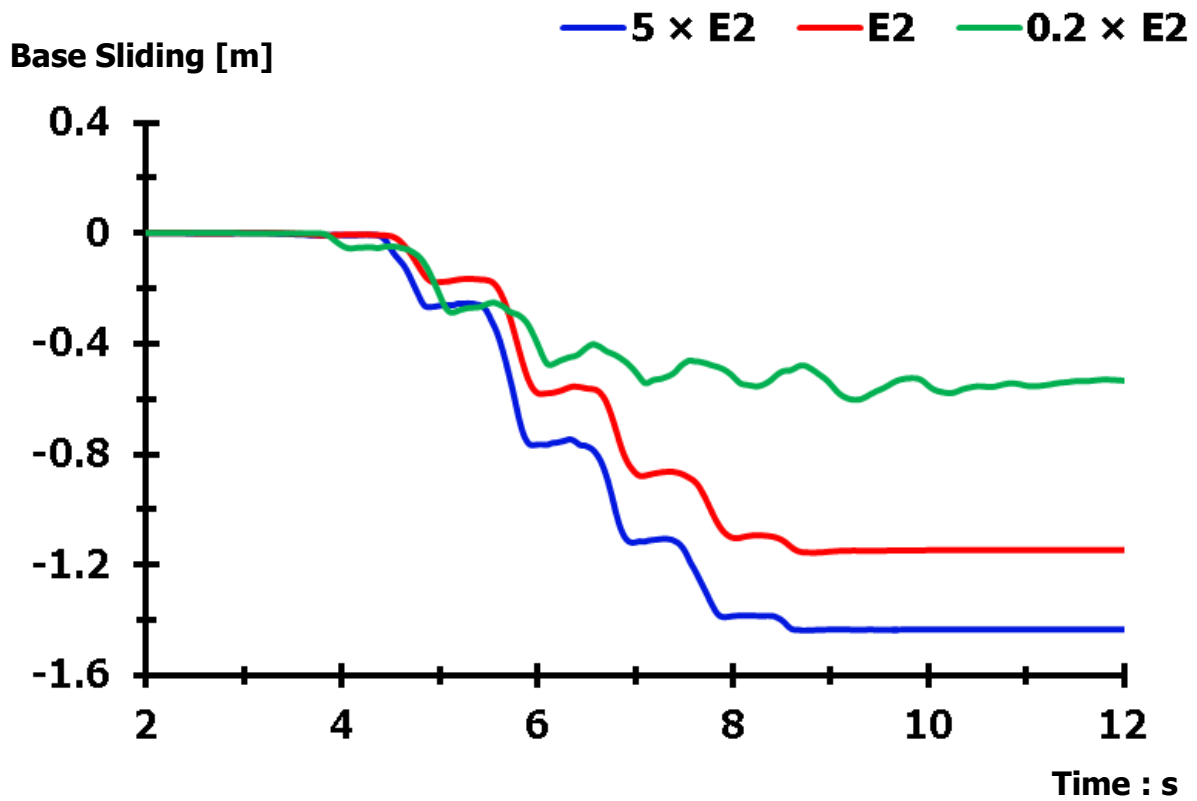
Διάγραμμα 2.223. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στη βάση του αριστερού τοίχου, τη στιγμή της περιστροφής προς τον ελεύθερο χώρο εμπροσθεν του τοίχου, λόγω διεγέρσεων **Gabor** $PGA = 1\text{ g}$, $T = 1.00\text{ s}$, για εδάφη θεμελίωσης $E_2 = 60\text{ MPa}$ ($0.2 \times E_2$), $E_2 = 300\text{ MPa}$ (E_2) και $E_2 = 1500\text{ MPa}$ ($5 \times E_2$)



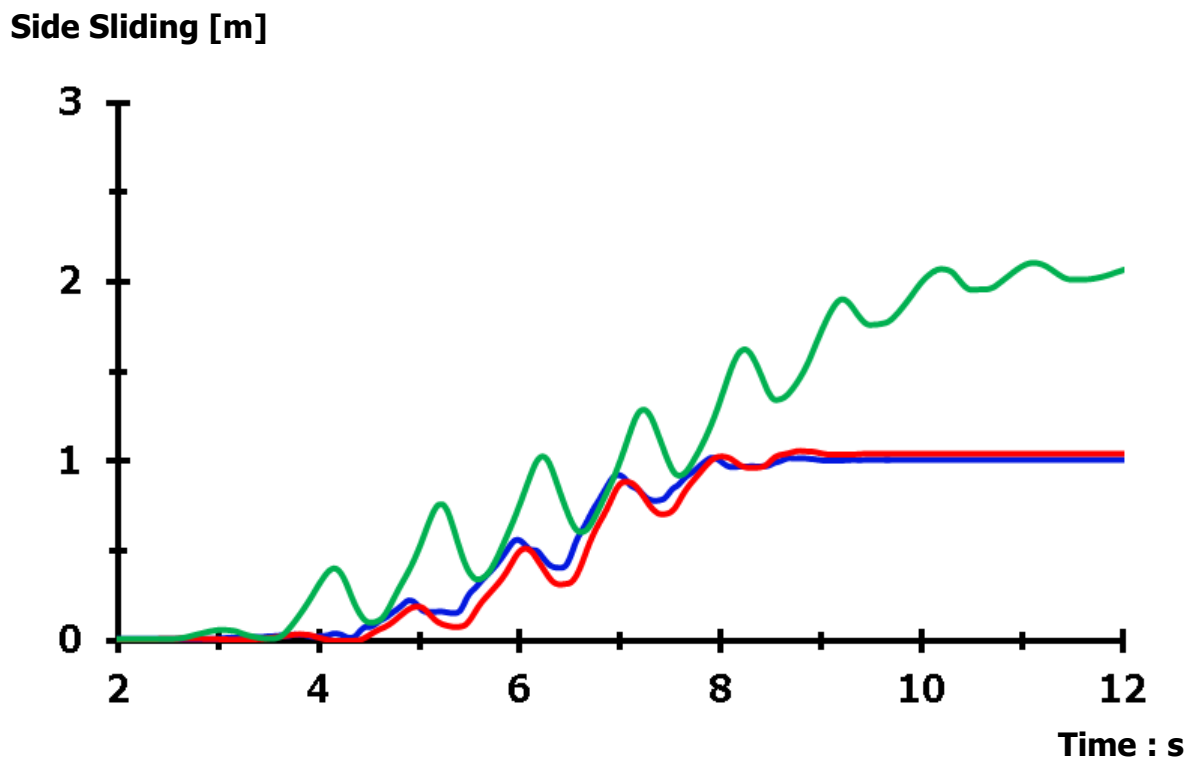
Διάγραμμα 2.224. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά του αριστερού τοίχου, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής του τοίχου, λόγω διέγερσης **Gabor** $T = 1.00$ s, για διάφορα PGA [Έδαφος θεμελίωσης $E = 300$ MPa]



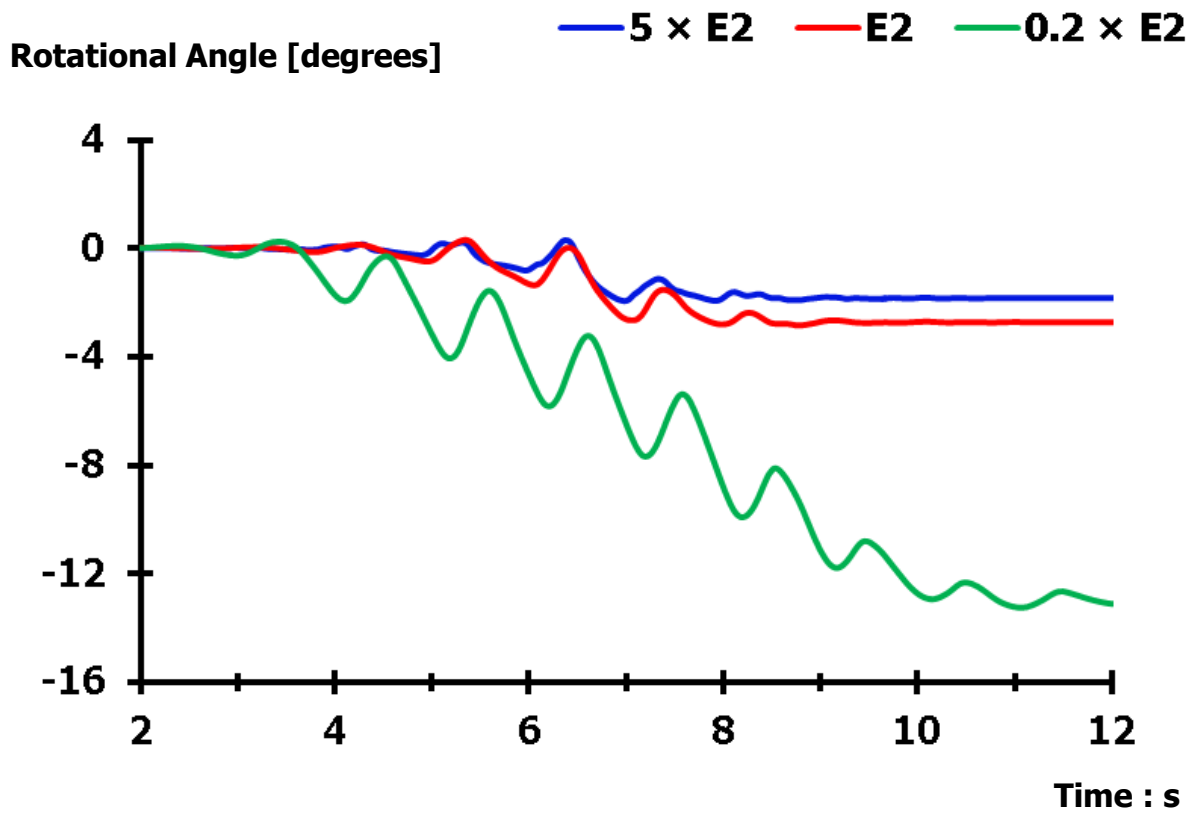
Διάγραμμα 2.225. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στη βάση του αριστερού τοίχου, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής του τοίχου, λόγω διέγερσης **Gabor** $T = 1.00$ s, για διάφορα PGA [Έδαφος θεμελίωσης $E = 300$ MPa]



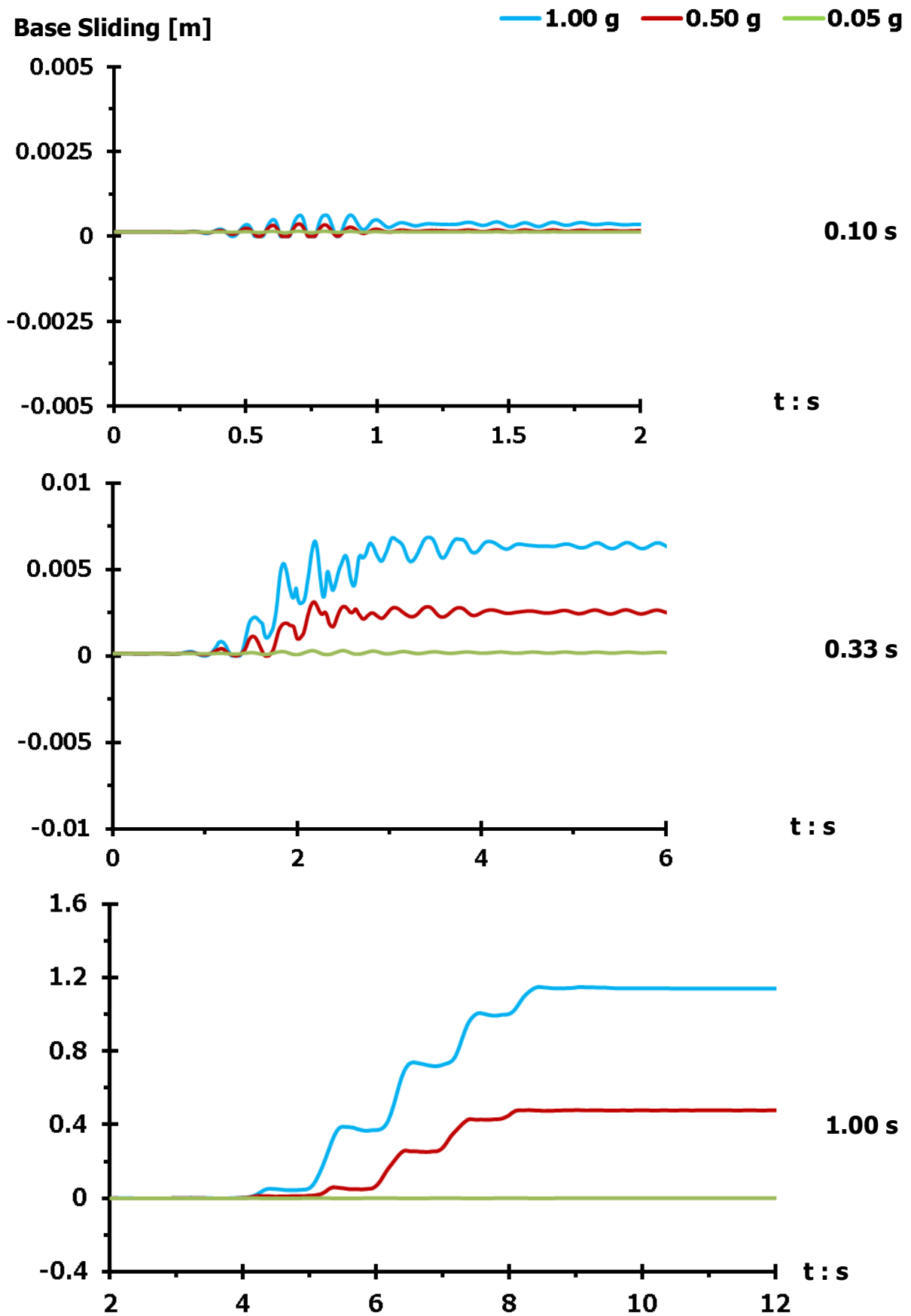
Διάγραμμα 2.226. Σύγκριση ολισθήσεων στη βάση του δεξιού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00 \text{ g}$, $T = 1.00 \text{ s}$, για εδάφη θεμελίωσης $E_2 = 60 \text{ MPa}$ ($0.2 \times E_2$), $E_2 = 300 \text{ MPa}$ (E_2) και $E_2 = 1500 \text{ MPa}$ ($5 \times E_2$)



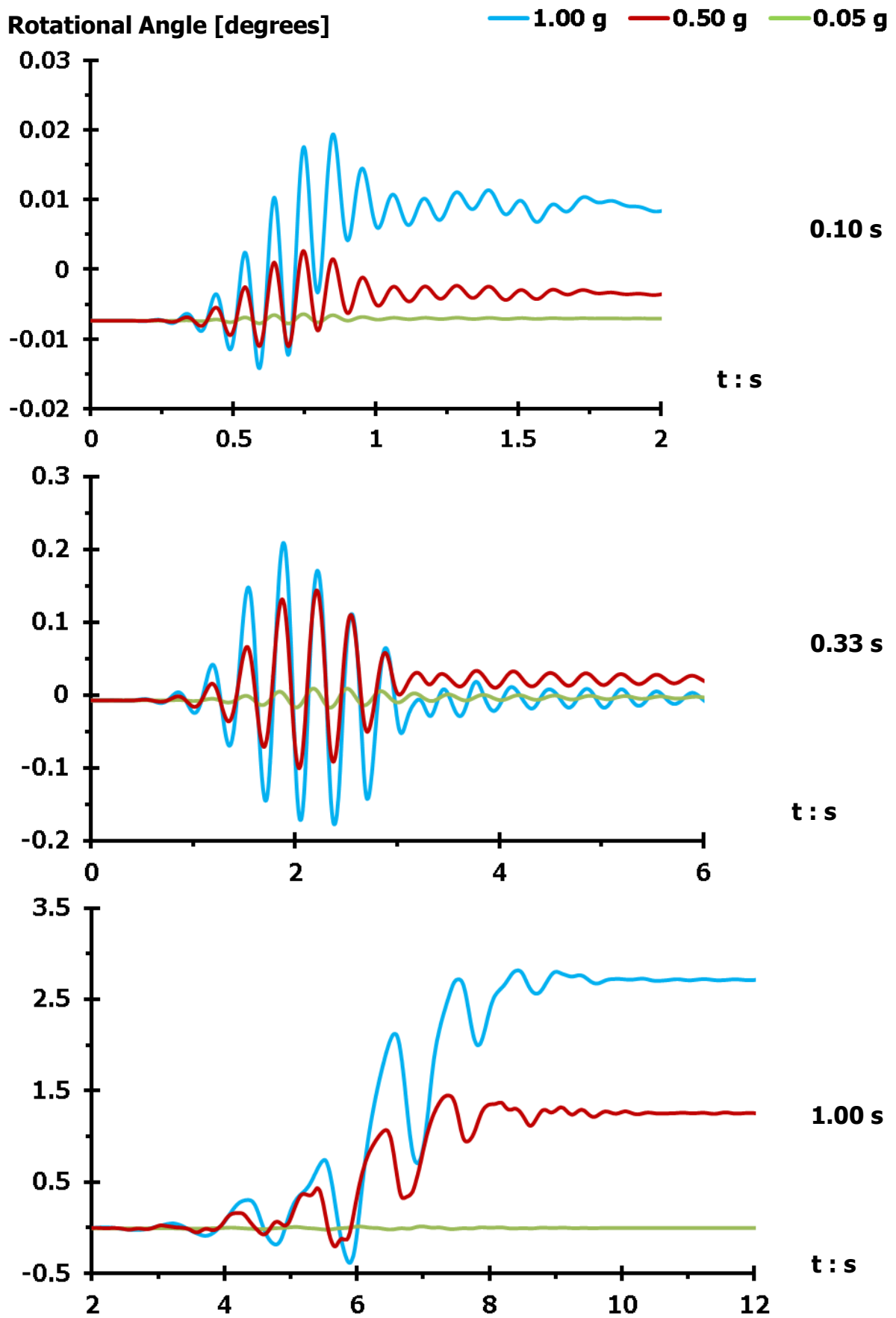
Διάγραμμα 2.227. Σύγκριση ολισθήσεων στην πλευρά επαφής του δεξιού τοίχου με το αντιστηριζόμενο έδαφος, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00 \text{ g}$, $T = 1.00 \text{ s}$, για εδάφη θεμελίωσης $E_2 = 60 \text{ MPa}$ ($0.2 \times E_2$), $E_2 = 300 \text{ MPa}$ (E_2) και $E_2 = 1500 \text{ MPa}$ ($5 \times E_2$)



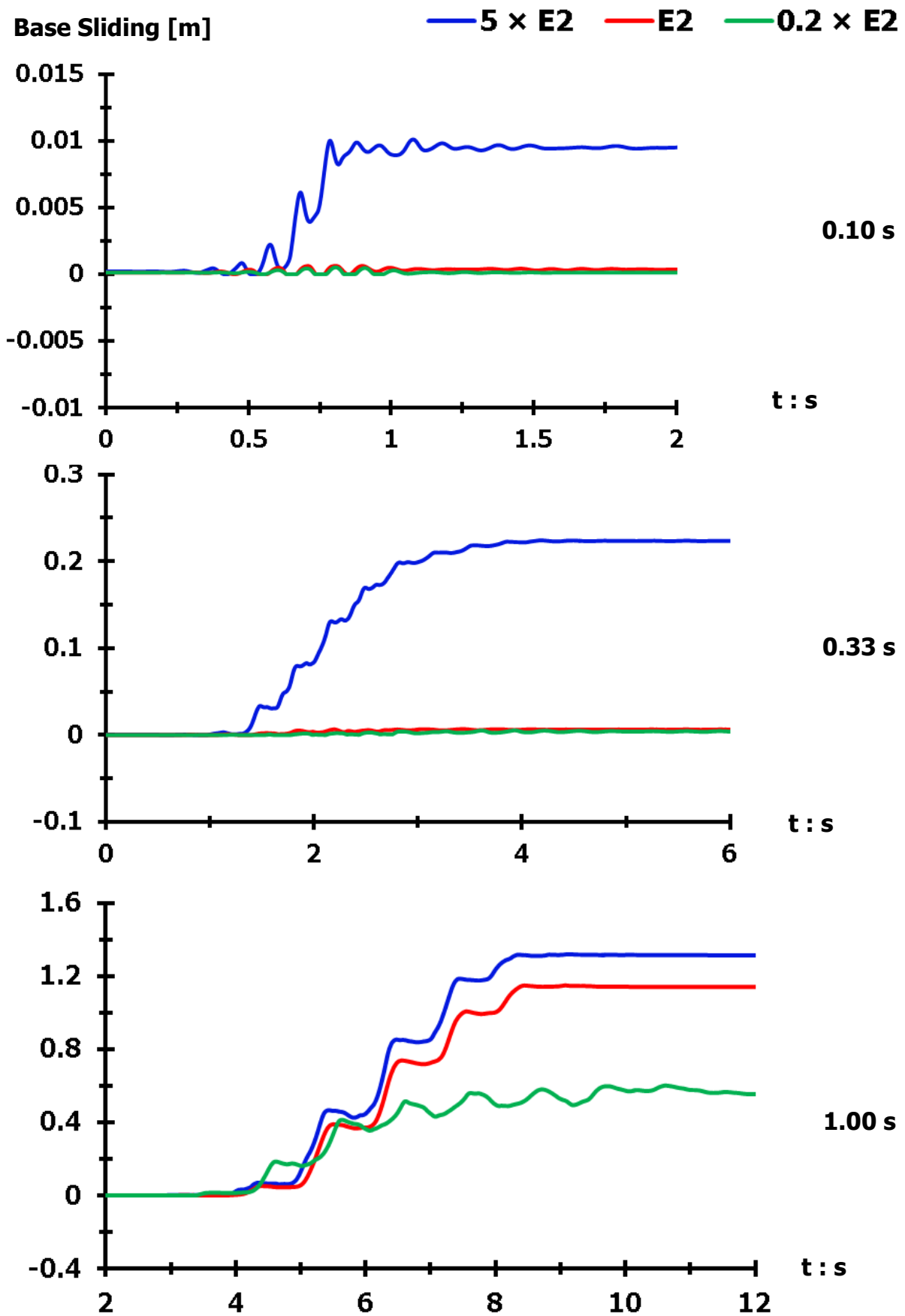
Διάγραμμα 2.228. Σύγκριση στροφών δεξιού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00 \text{ g}$, $T = 1.00 \text{ s}$, για εδάφη θεμελίωσης $E_2 = 60 \text{ MPa}$ ($0.2 \times E_2$), $E_2 = 300 \text{ MPa}$ (E_2) και $E_2 = 1500 \text{ MPa}$ ($5 \times E_2$)



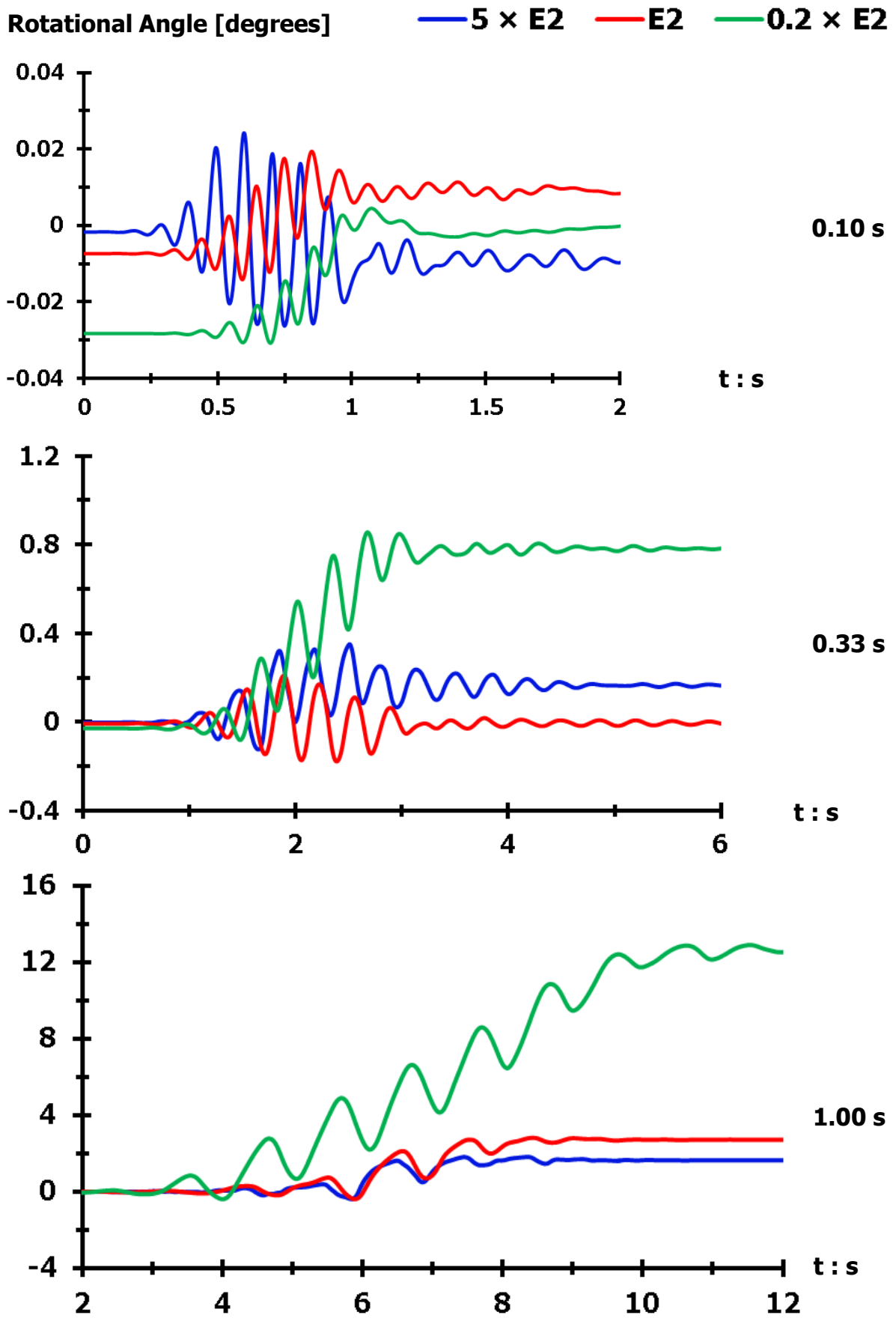
Διάγραμμα 2.229. Σύγκριση ολισθήσεων στη βάση του αριστερού τοίχου βαρύτητας, για διαφορετικά PGA διέγερσης **Gabor**, για $T = 0.10 \text{ s}$ (άνω), $T = 0.33 \text{ s}$ (μεσαίο) και $T = 1.00 \text{ s}$ (κάτω)



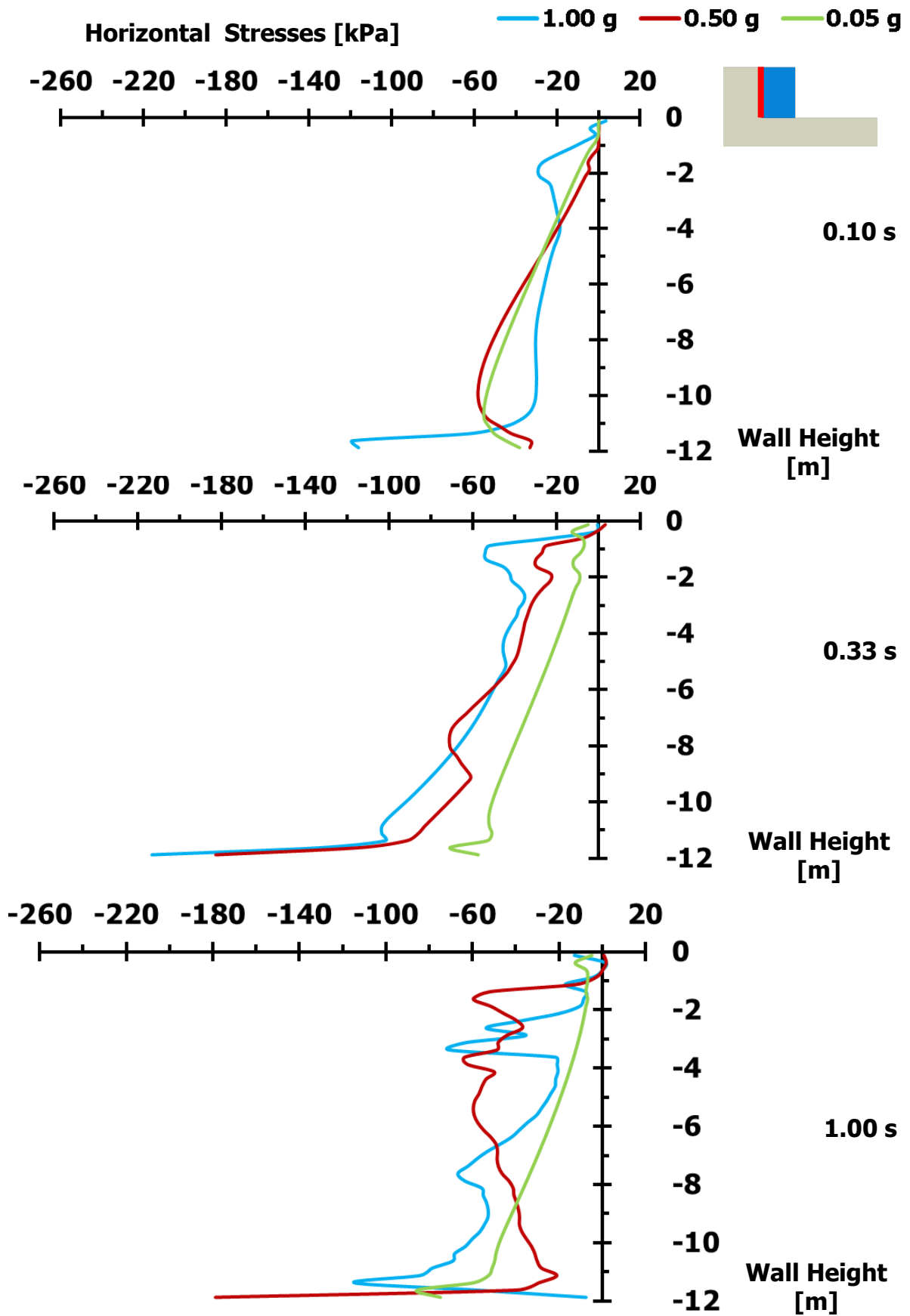
Διάγραμμα 2.230. Σύγκριση στροφών αριστερού τοίχου, για διαφορετικά PGA διέγερσης **Gabor**, για $T = 0.10$ s (άνω), $T = 0.33$ s (μεσαίο) και $T = 1.00$ s (κάτω)



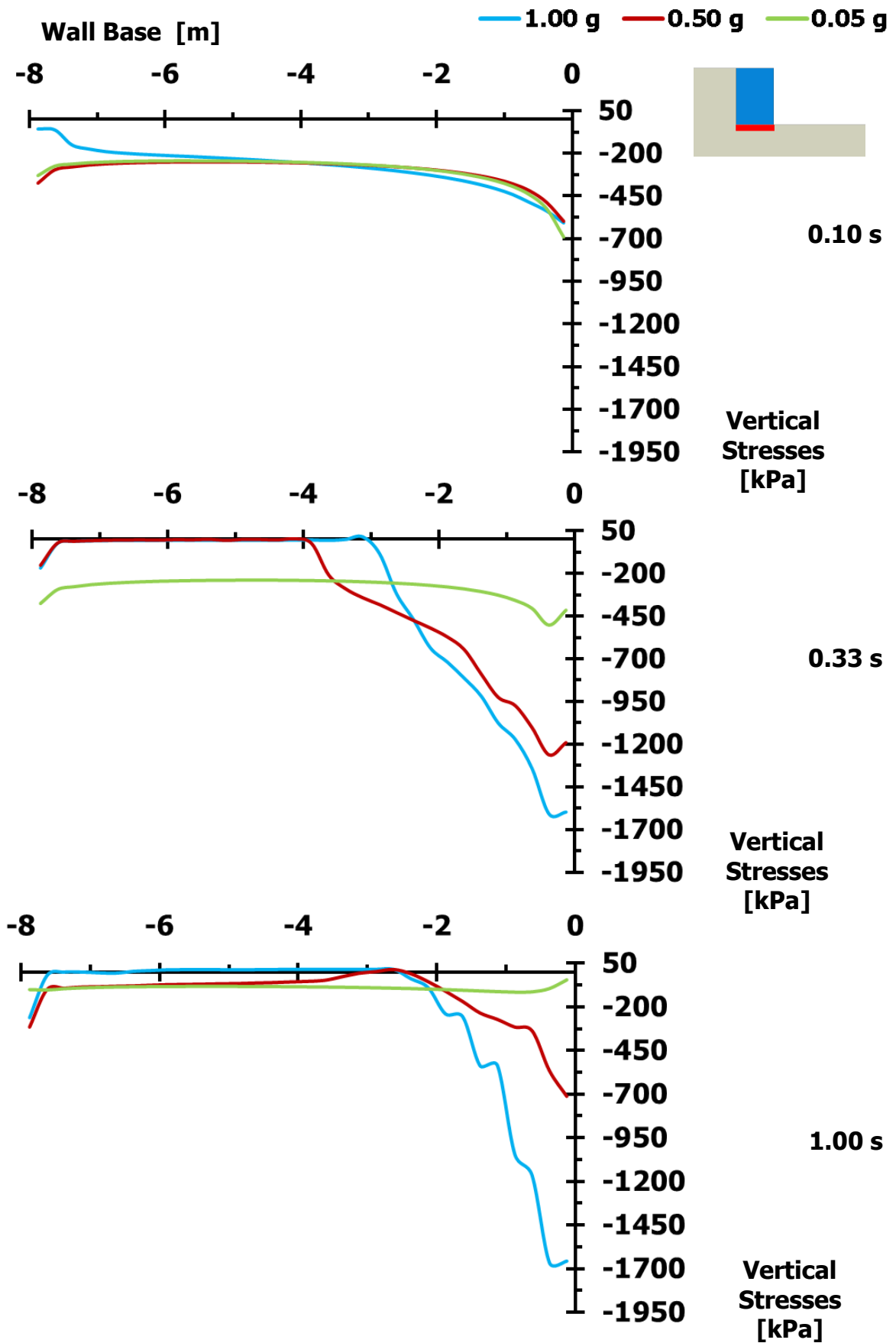
Διάγραμμα 2.231. Σύγκριση ολισθήσεων στη βάση του αριστερού τοίχου βαρύτητας, για διαφορετικά E_2 εδάφους θεμελίωσης, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00$ g, για $T = 0.10$ s (άνω), $T = 0.33$ s (μμεσαίο) και $T = 1.00$ s (κάτω)



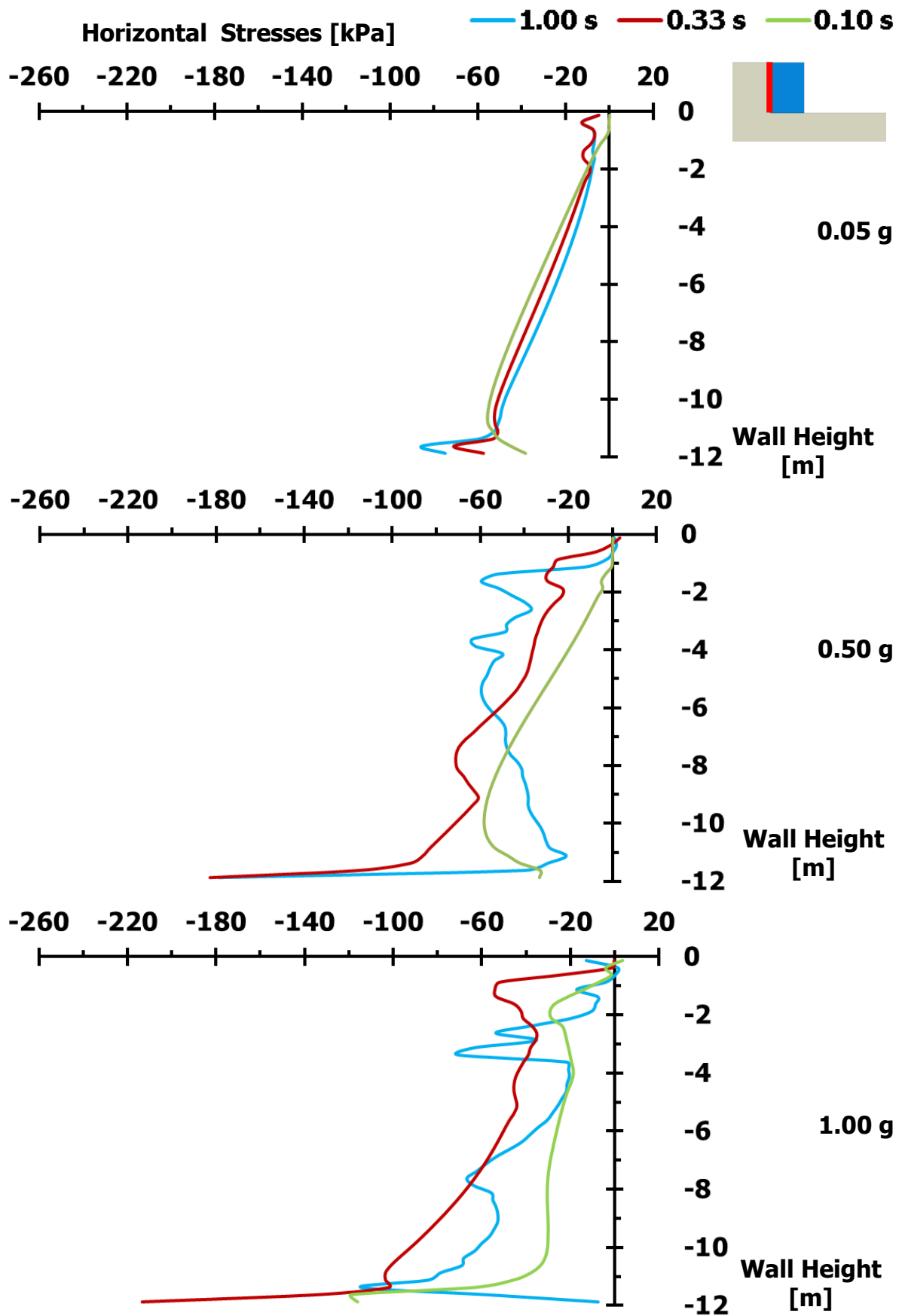
Διάγραμμα 2.232. Σύγκριση στροφών αριστερού τοίχου, για διαφορετικά E_2 εδάφους θεμελίωσης, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00 \text{ g}$, για $T = 0.10 \text{ s}$ (άνω), $T = 0.33 \text{ s}$ (μεσαίο) και $T = 1.00 \text{ s}$ (κάτω)



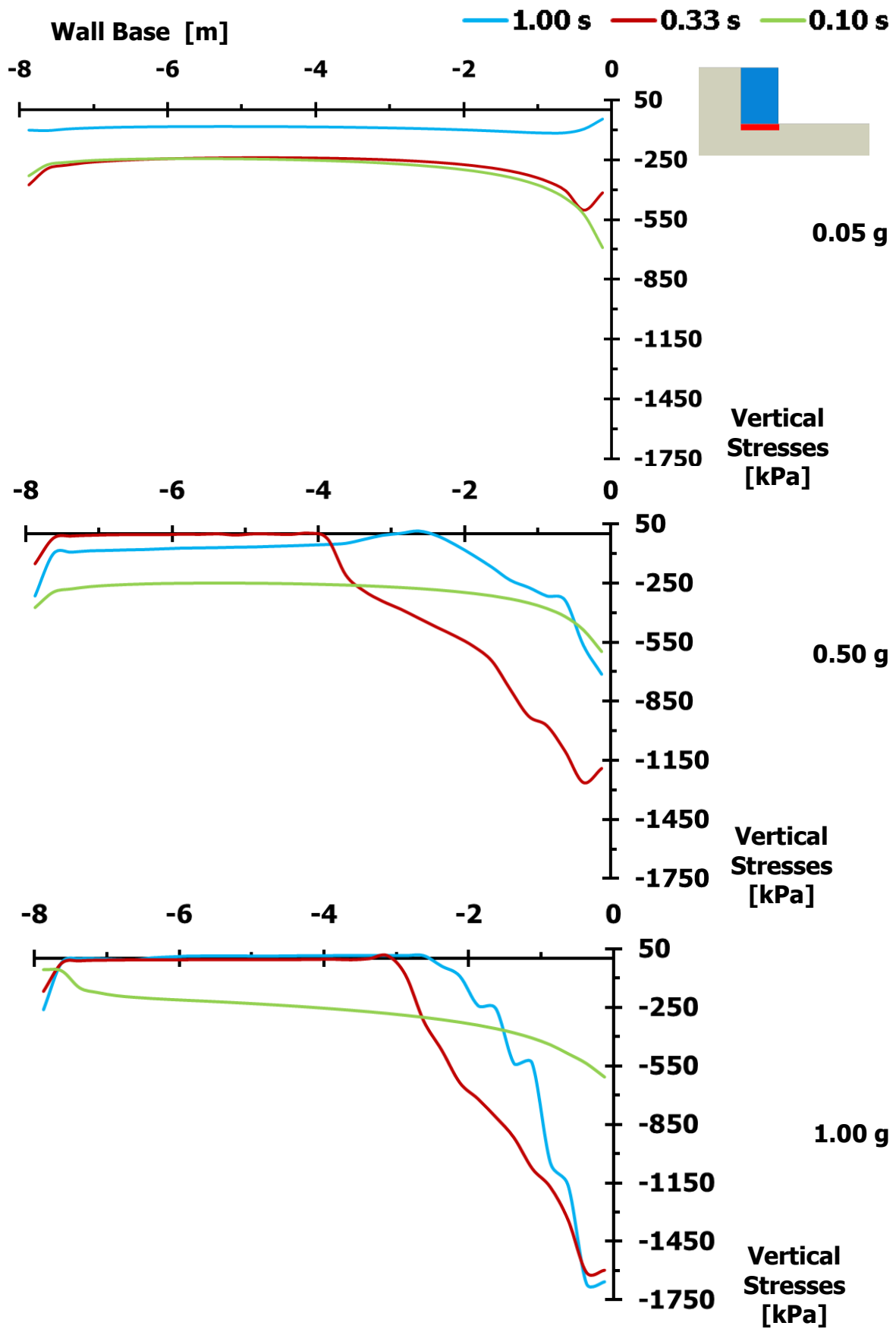
Διάγραμμα 2.233. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά του αριστερού τοίχου, λόγω διέγερσης **Gabor** διαφόρων PGA, για **T = 0.10 s (άνω)**, **T = 0.33 s (μεσαίο)** και **T = 1.00 s (κάτω)**,



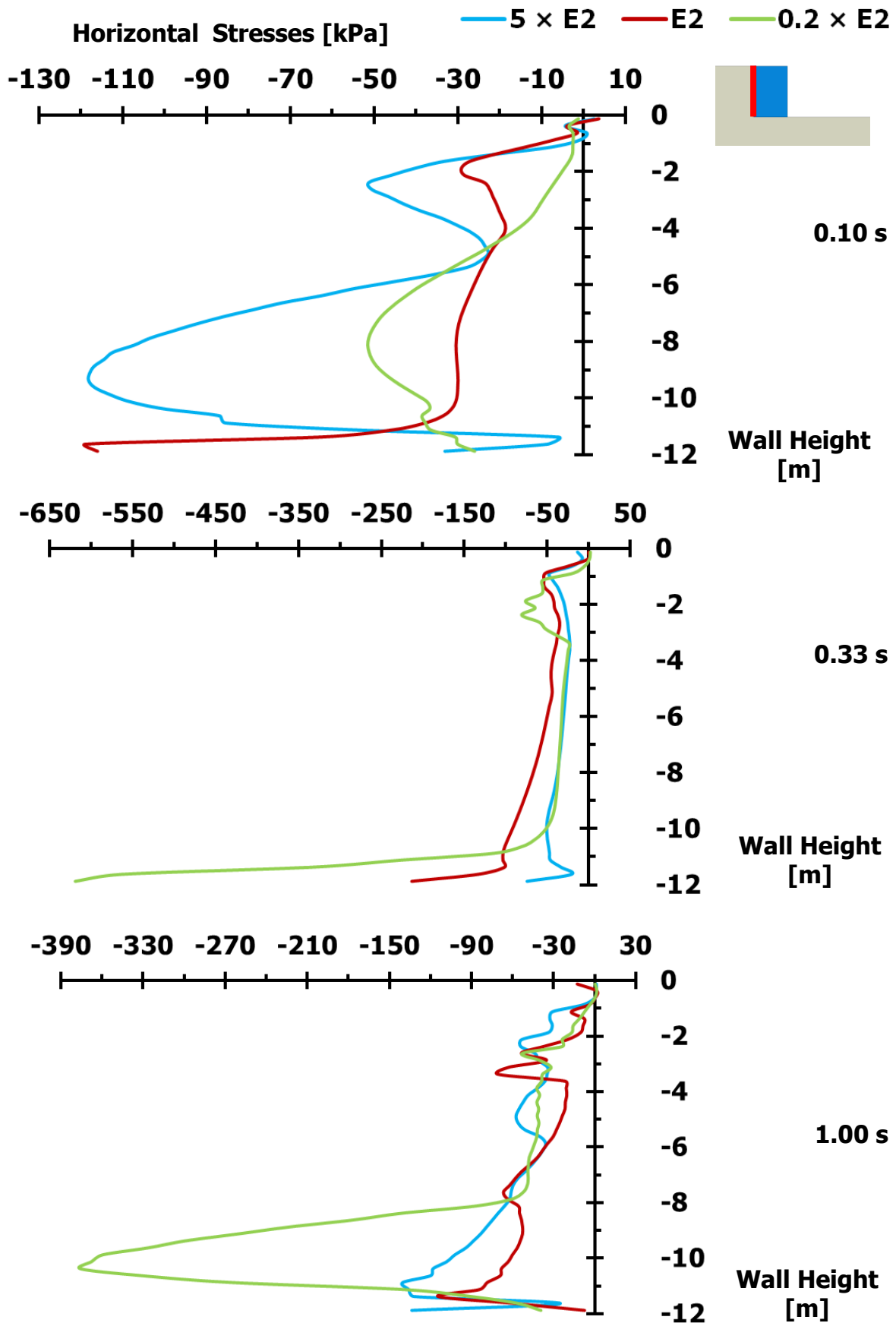
Διάγραμμα 2.234 Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων, διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στη βάση του αριστερού τοίχου, λόγω διέγερσης **Gabor** διαφόρων **PGA**, για $T = 0.10$ s (άνω), $T = 0.33$ s (μεσαίο) και $T = 1.00$ s (κάτω),



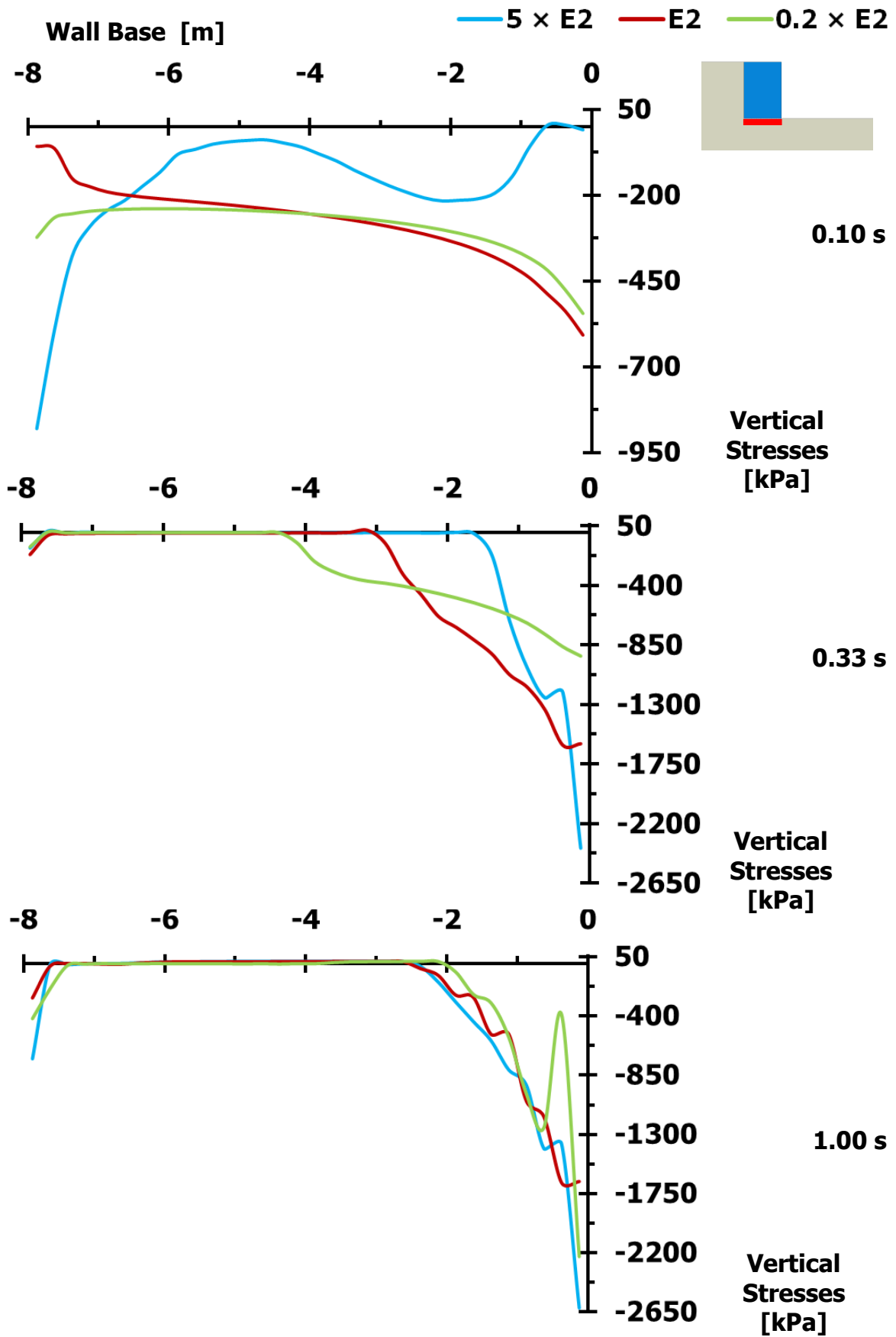
Διάγραμμα 2.235. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά του αριστερού τοίχου, λόγω διέγερσης **Gabor** διαφόρων T , για $PGA = 0.05\text{ g}$ (άνω), $PGA = 0.50\text{ g}$ (μεσαίο) και $PGA = 1.00\text{ g}$ (κάτω)



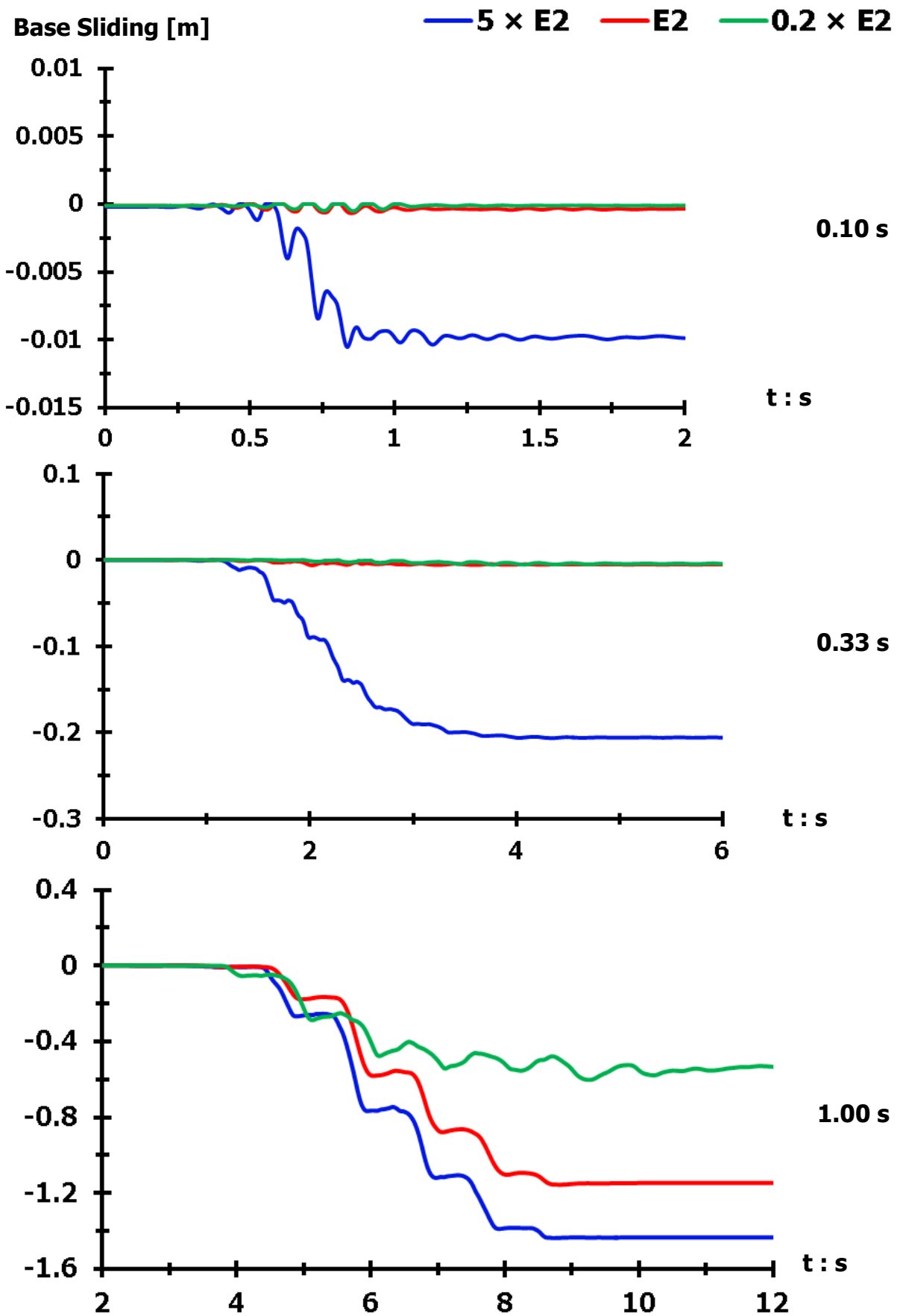
Διάγραμμα 2.236. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων, διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στη βάση του αριστερού τοίχου, λόγω διέγερσης **Gabor** διαφόρων T , για $PGA = 0.05 \text{ g}$ (άνω), $PGA = 0.50 \text{ g}$ (μεσαίο) και $PGA = 1.00 \text{ g}$ (κάτω)



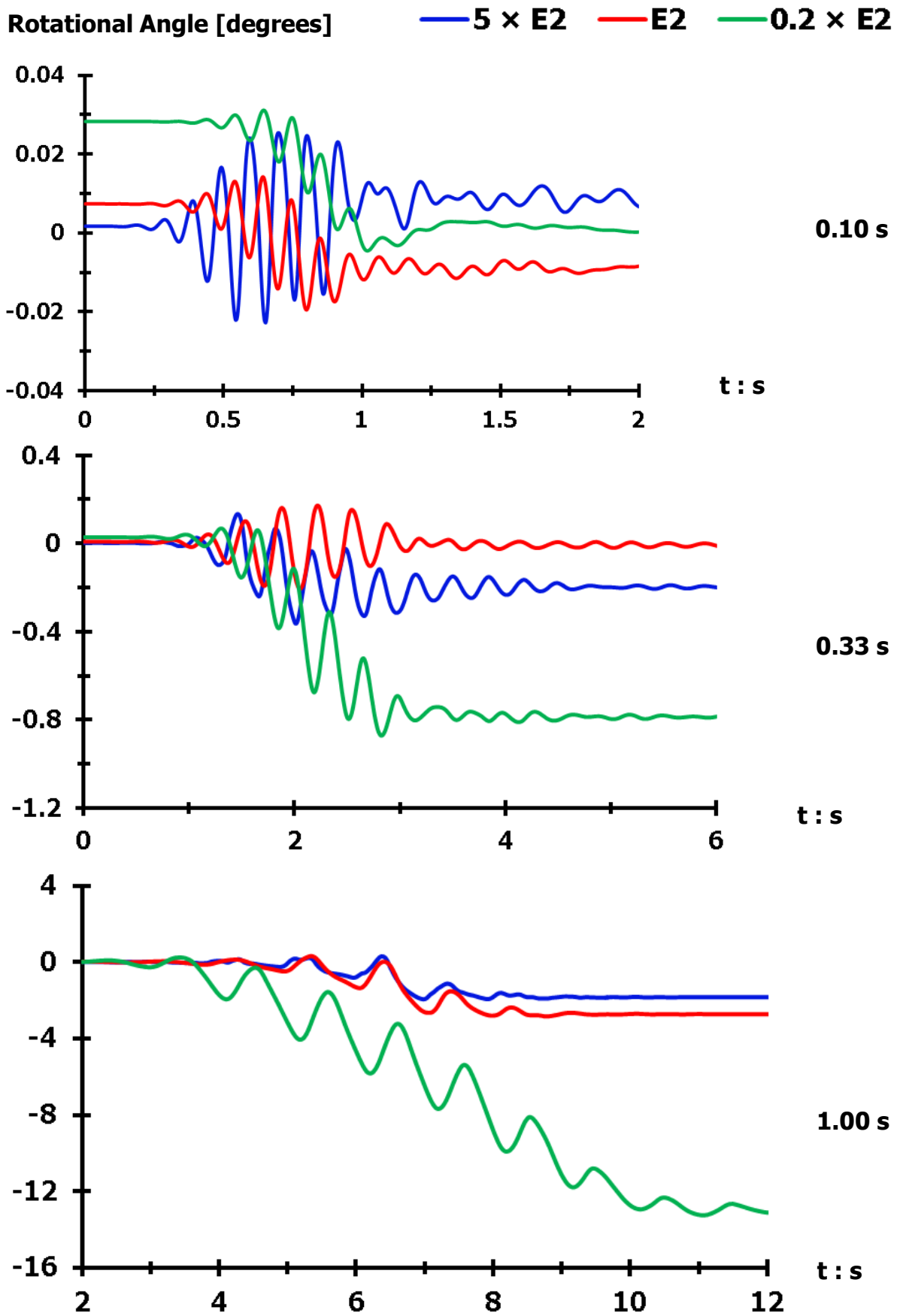
Διάγραμμα 2.237. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά του αριστερού τοίχου, για διαφορετικά E_2 εδάφους θεμελίωσης, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00 \text{ g}$, για $T = 0.10 \text{ s}$ (άνω), $T = 0.33 \text{ s}$ (μεσαίο) και $T = 1.00 \text{ s}$ (κάτω) [Μέγιστη περιστροφή]



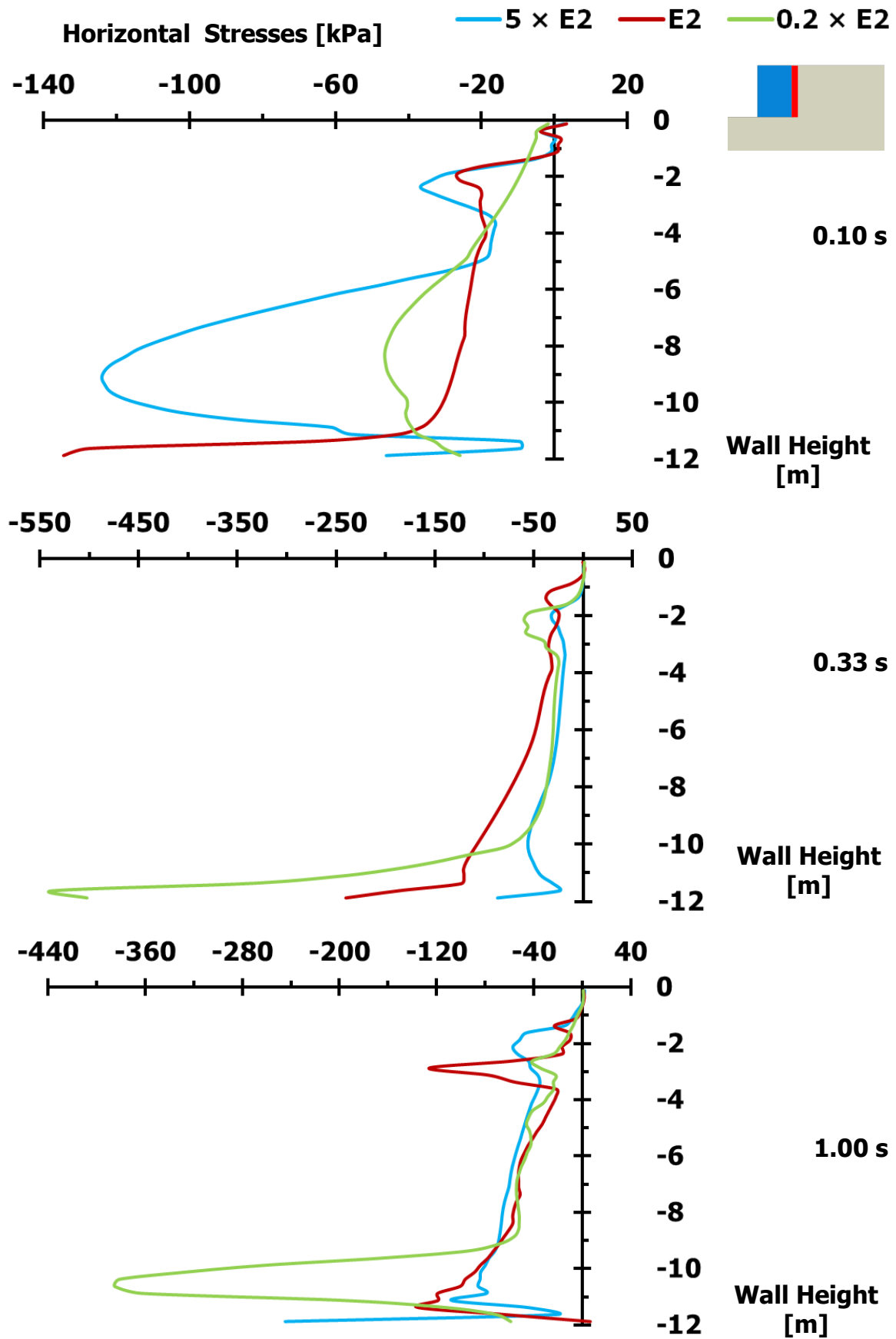
Διάγραμμα 2.238. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων, διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στη βάση του αριστερού τοίχου, για διαφορετικά E_2 εδάφους θεμελίωσης, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00 \text{ g}$, για $T = 0.10 \text{ s}$ (άνω), $T = 0.33 \text{ s}$ (μεσαίο) και $T = 1.00 \text{ s}$ (κάτω) [Μέγιστη περιστροφή]



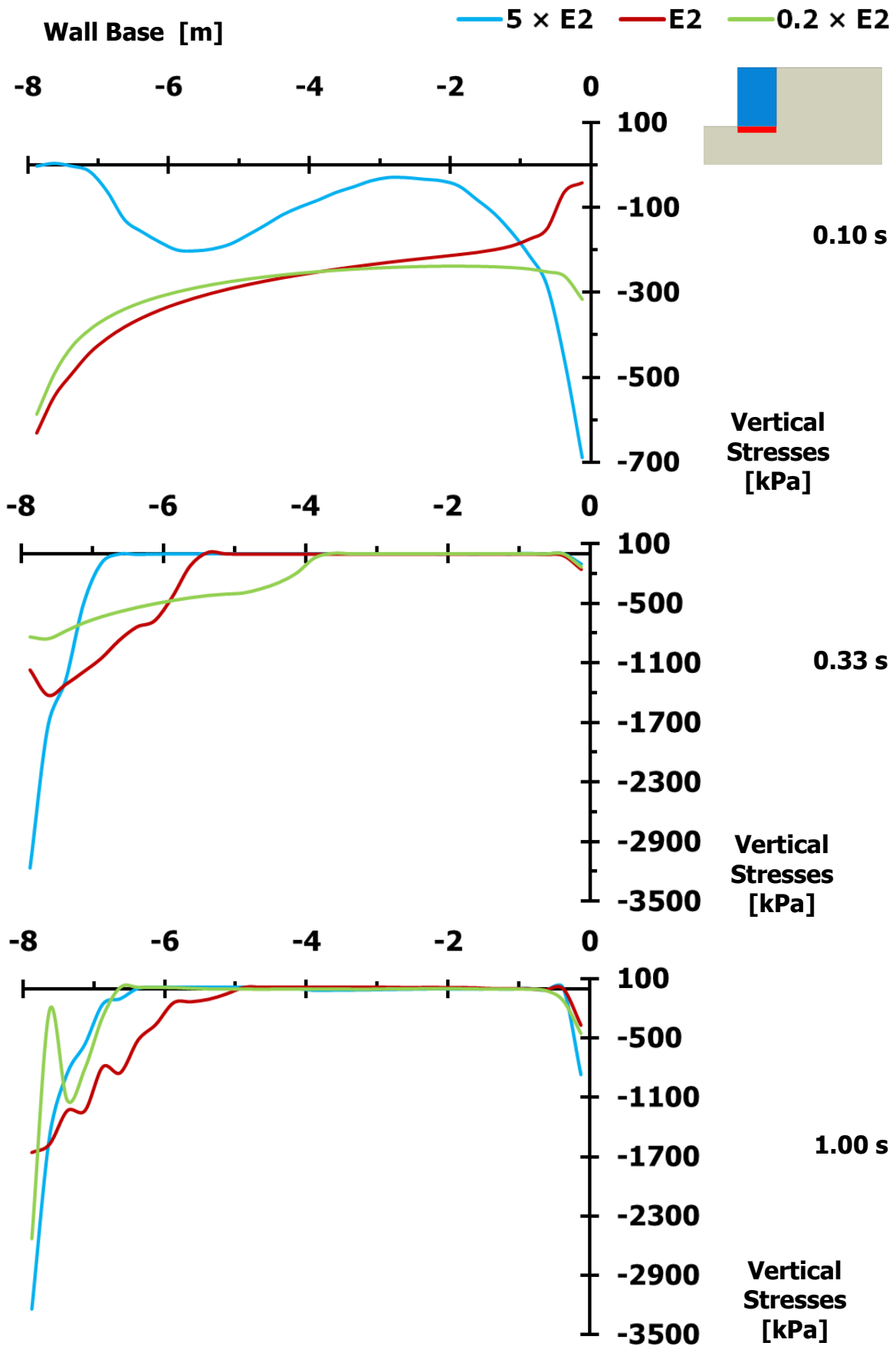
Διάγραμμα 2.239. Σύγκριση ολισθήσεων στη βάση του δεξιού τοίχου βαρύτητας, για διαφορετικά E_2 εδάφους θεμελίωσης, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00$ g, για $T = 0.10$ s (άνω), $T = 0.33$ s (μεσαίο) και $T = 1.00$ s (κάτω)



Διάγραμμα 2.240. Σύγκριση στροφών δεξιού τοίχου, για διαφορετικά E εδάφους θεμελίωσης, για διαφορετικά E_2 εδάφους θεμελίωσης, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00$ g, για $T = 0.10$ s (άνω), $T = 0.33$ s (μεσαίο) και $T = 1.00$ s (κάτω)



Διάγραμμα 2.241. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά του δεξιού τοίχου, για διαφορετικά E_2 εδάφους θεμελίωσης, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00 \text{ g}$, για $T = 0.10 \text{ s}$ (άνω), $T = 0.33 \text{ s}$ (μεσαίο) και $T = 1.00 \text{ s}$ (κάτω) [Μέγιστη περιστροφή]



Διάγραμμα 2.242. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων, διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στη βάση του δεξιού τοίχου, για διαφορετικά E_2 εδάφους θεμελίωσης, λόγω διέγερσης **Gabor** $PGA = 1.00 \text{ g}$, για $T = 0.10 \text{ s}$ (άνω), $T = 0.33 \text{ s}$ (μεσαίο) και $T = 1.00 \text{ s}$ (κάτω) [Μέγιστη περιστροφή]

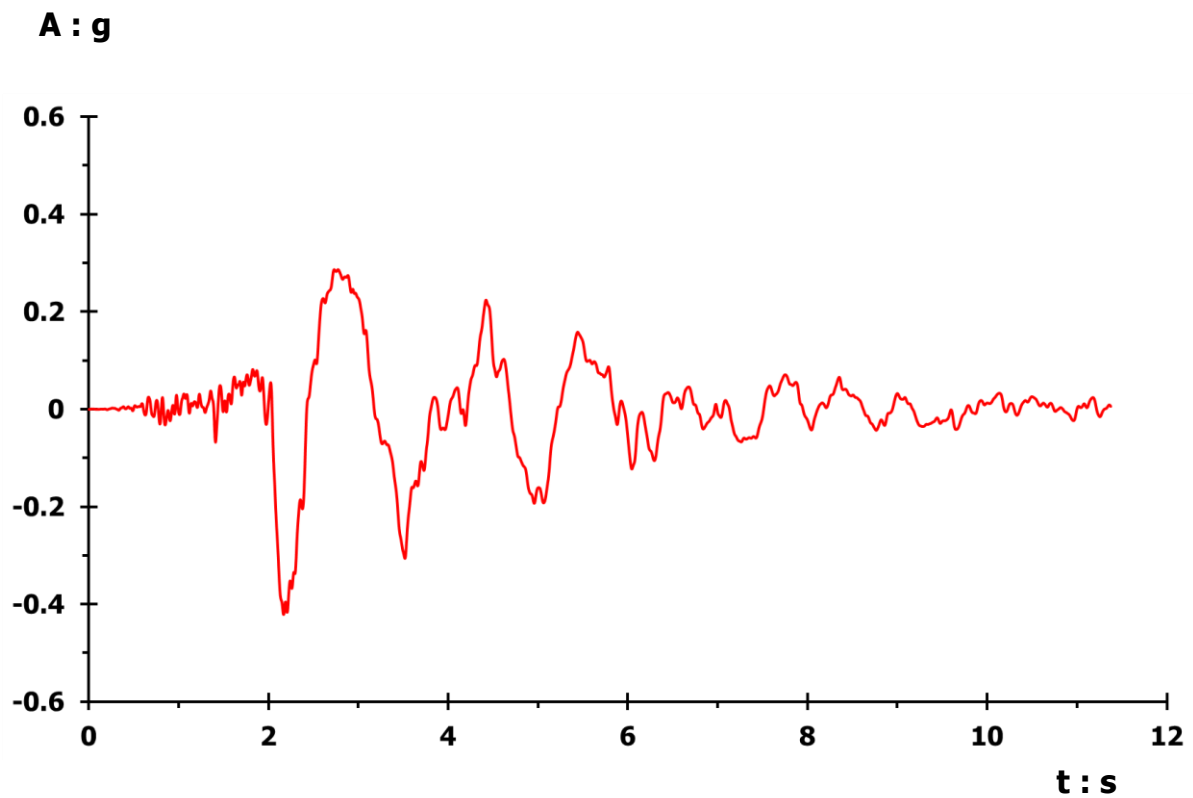
Διέγερση

Κεφαλονιάς

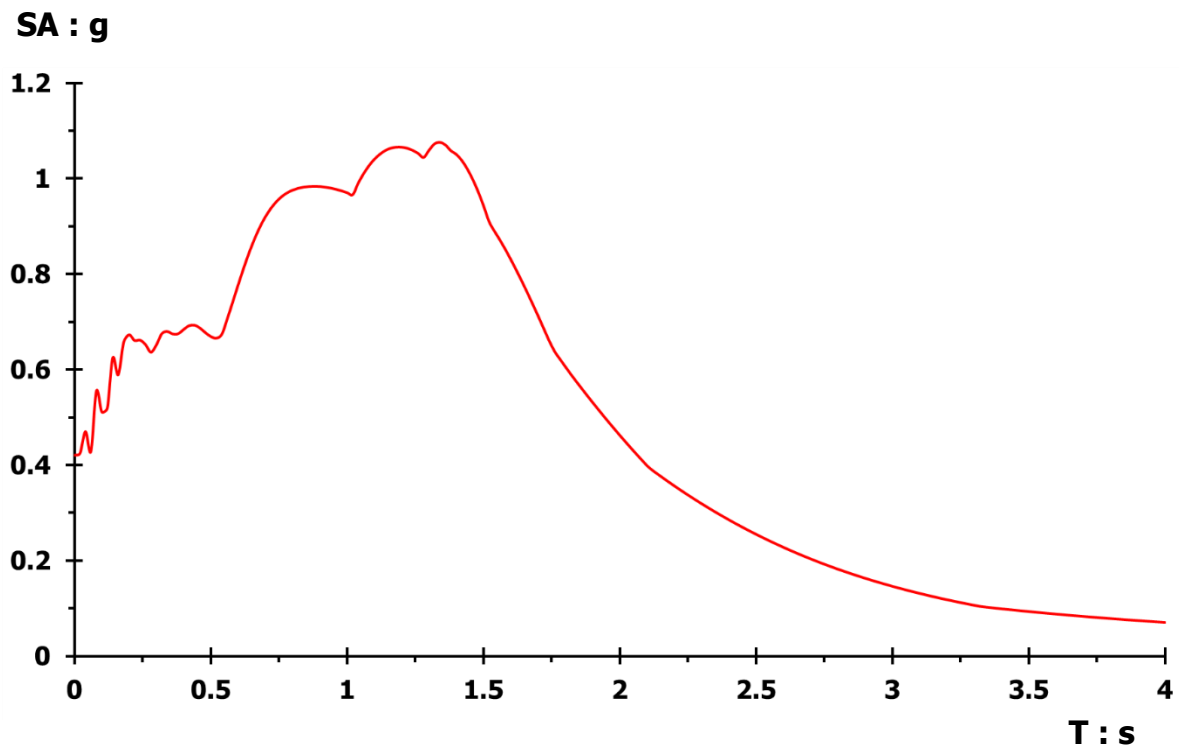
LXR - EW

PGA = 0.42 g

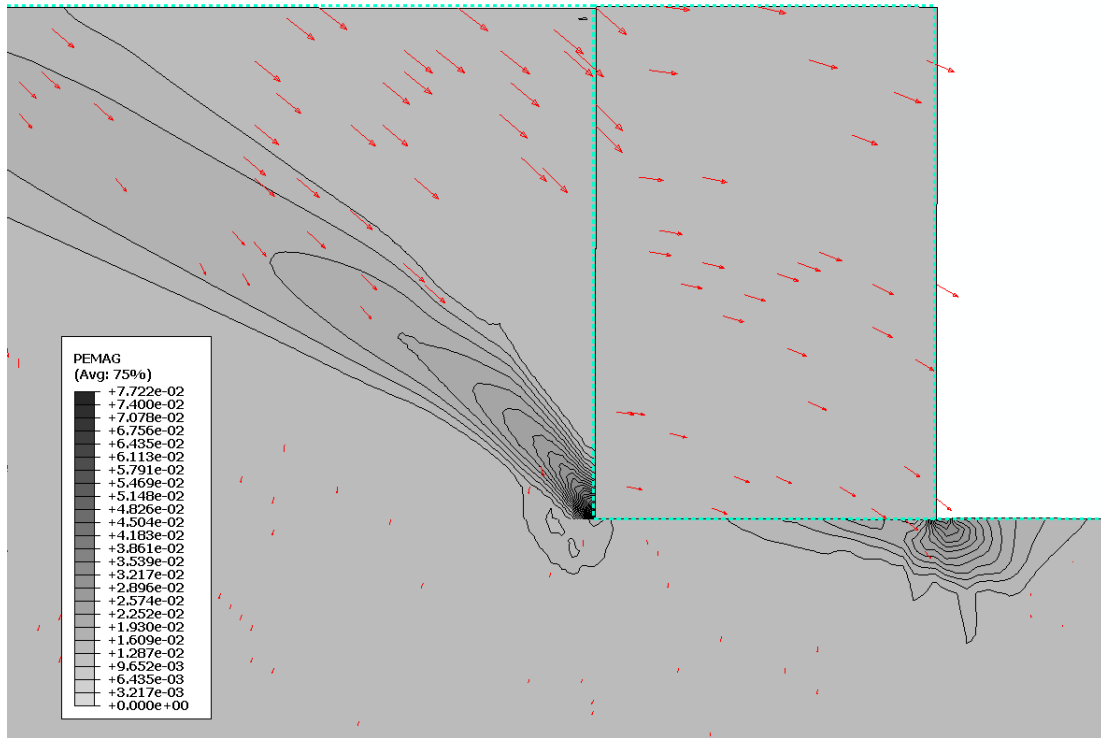
E2 = 300 MPa



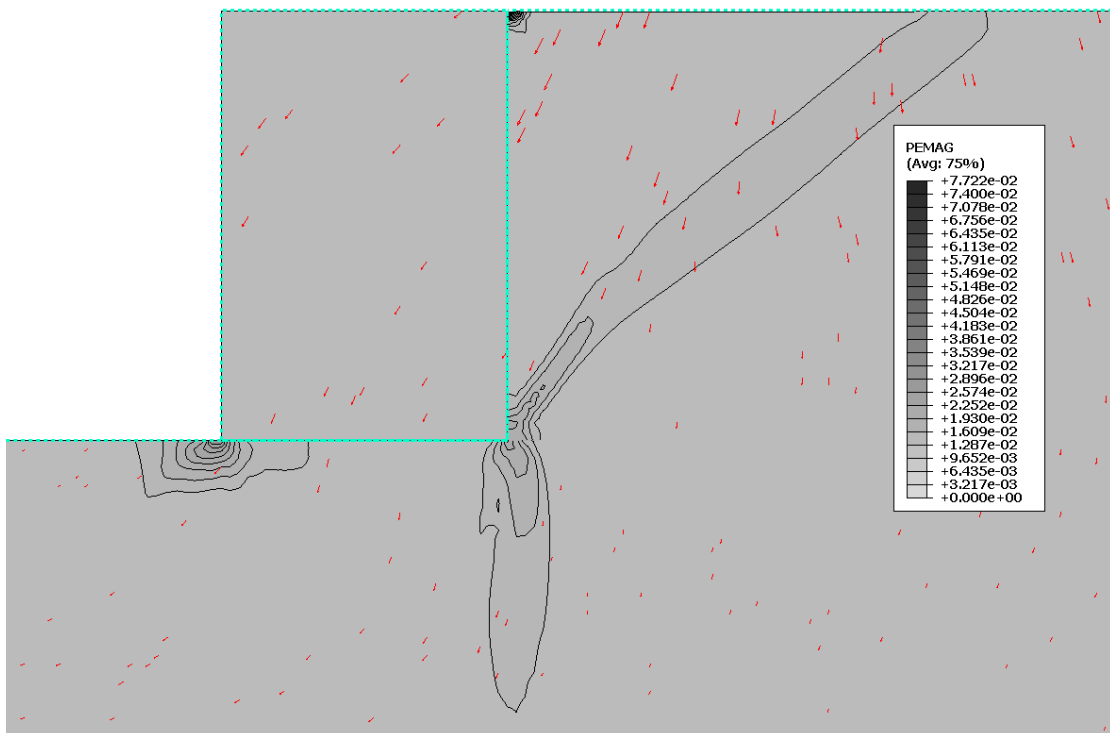
Διάγραμμα 2.243. Επιταχυνσιογράφημα διέγερσης **LXR-EW, PGA= 0.42 g**



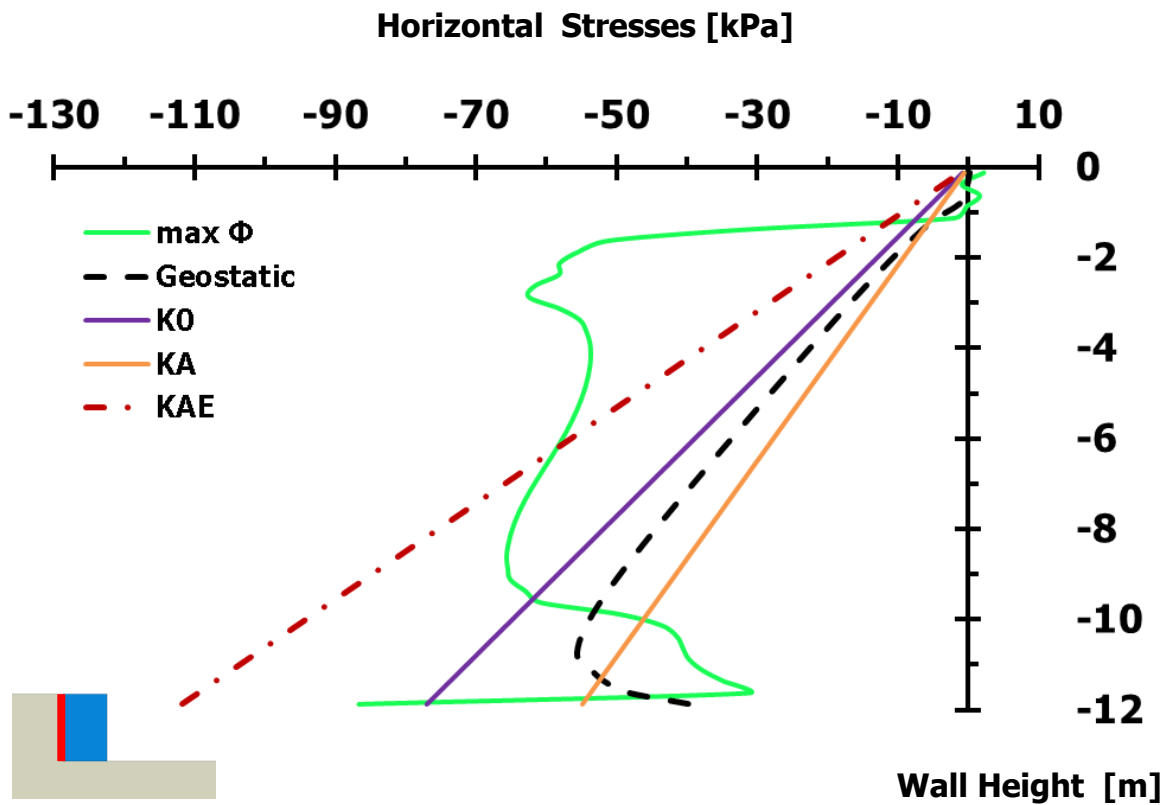
Διάγραμμα 2.244. Ελαστικό φάσμα απόκρισης επιταχυνσιογραφήματος Διαγράμματος 2.4, σε όρους φασματικής επιτάχυνσης – περιόδου, με συντελεστή απόσβεσης **5 %**



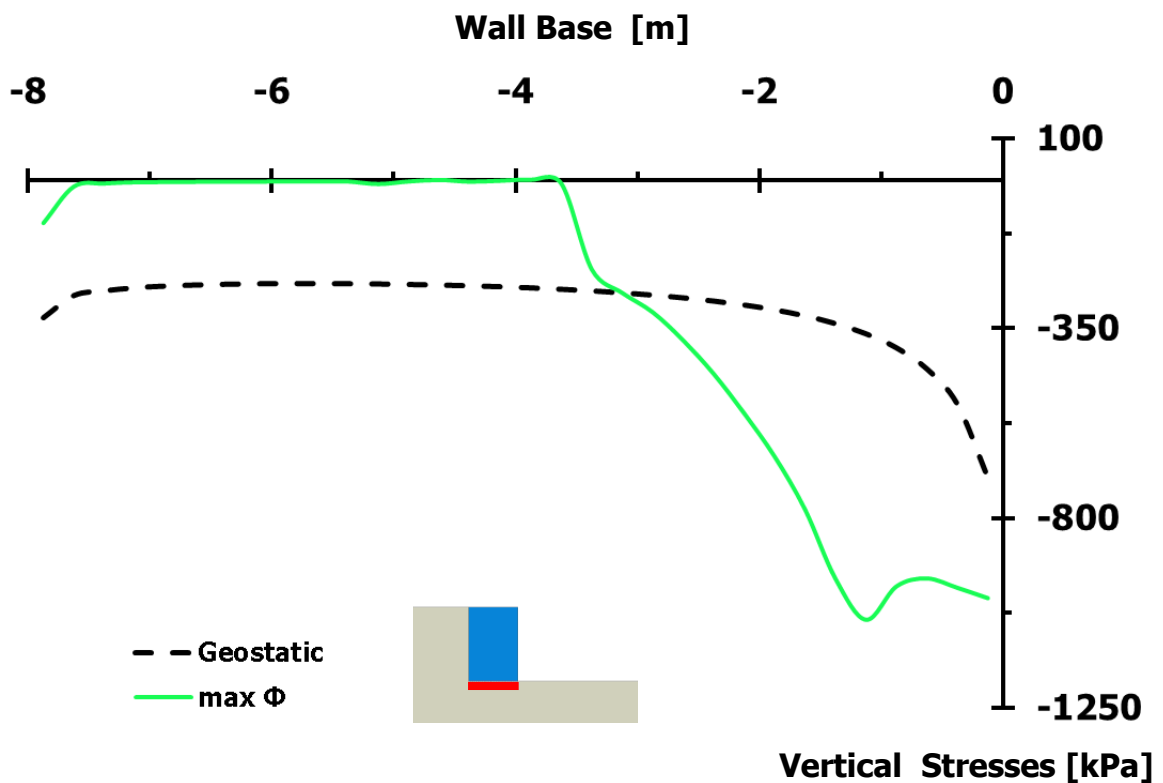
Σχήμα 2.36. Πλαστικές παραμορφώσεις με διανύσματα συνδυασμένης μετακίνησης αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **LXR-EW, PGA= 0.42 g**
[Συντελεστής τριβής $\mu_2 = 0.5$ – Φυσική κλίμακα]



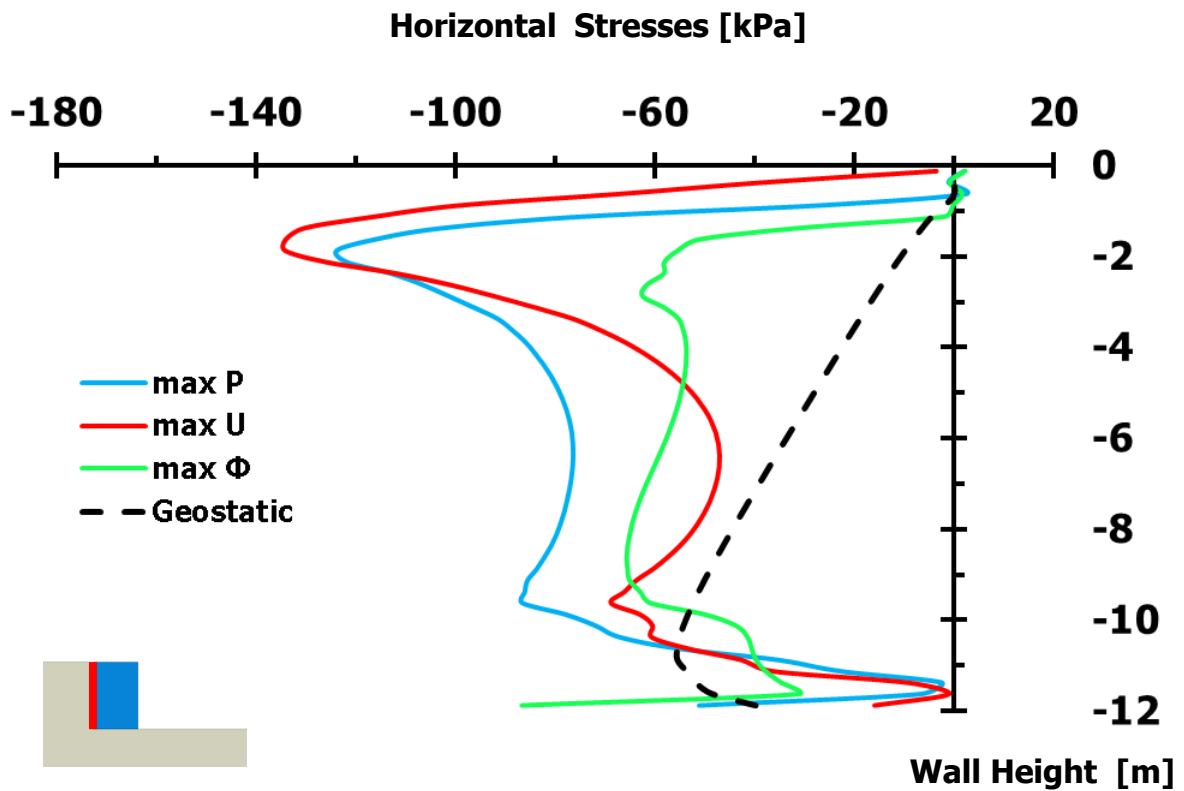
Σχήμα 2.37. Πλαστικές παραμορφώσεις με διανύσματα συνδυασμένης μετακίνησης δεξιού τοίχου βαρύτητας, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **LXR-EW, PGA= 0.42 g**
[Συντελεστής τριβής $\mu_2 = 0.5$ – Φυσική κλίμακα]



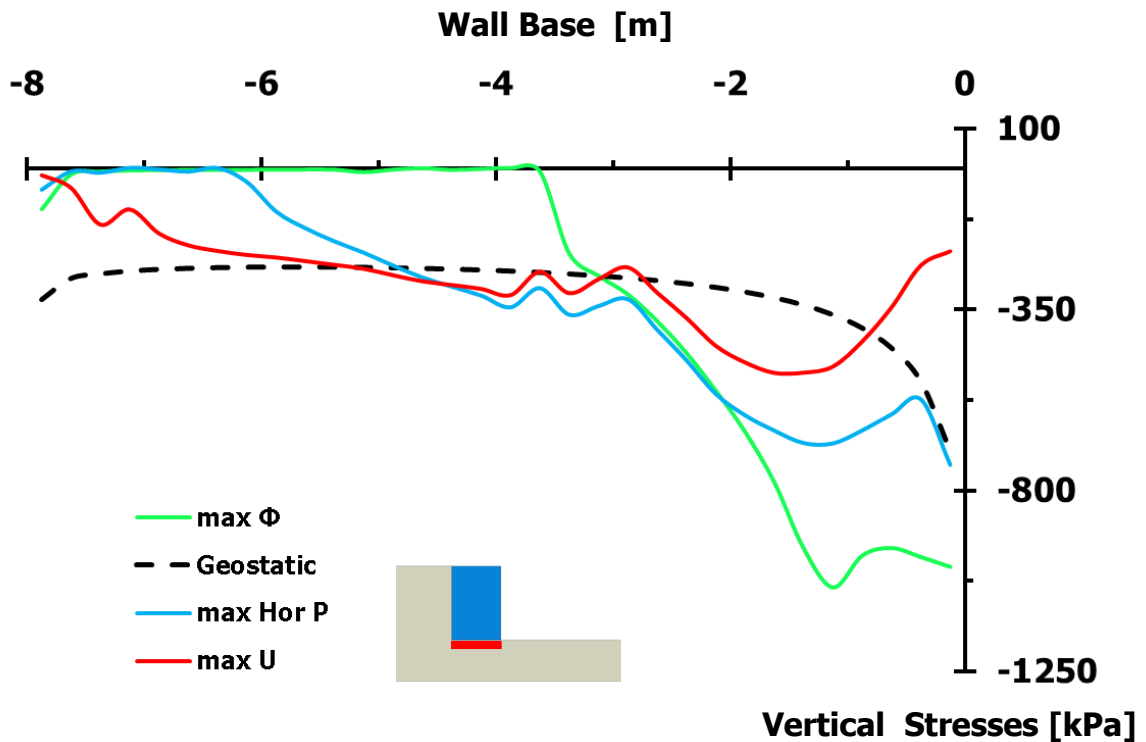
Διάγραμμα 2.245. Εδαφικές ωθήσεις κάθετες στην αντιστηριζόμενη πλευρά του αριστερού τοίχου βαρύτητας, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής του, λόγω διέγερσης **LXR-EW, PGA= 0.42 g** [Συντελεστής τριβής τοίχου – εδάφους θεμελιώσεως $\mu_2 = 0.5$]



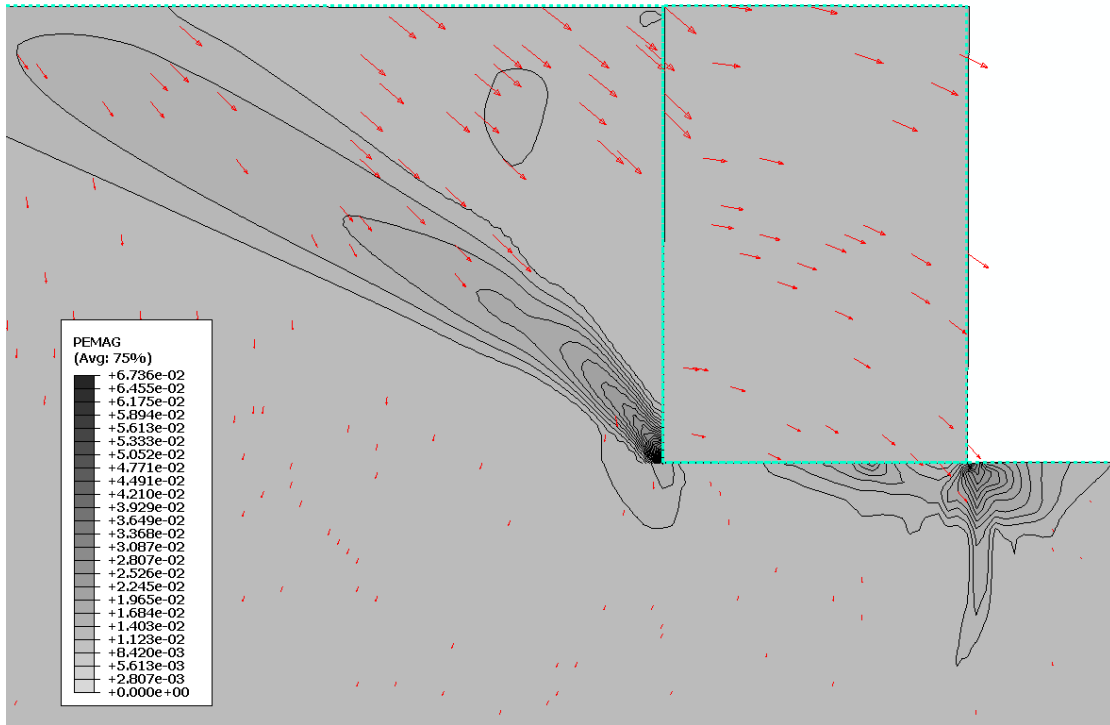
Διάγραμμα 2.246. Εδαφικές ωθήσεις κάθετες στη βάση του αριστερού τοίχου βαρύτητας, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής του, λόγω διέγερσης **LXR-EW, PGA= 0.42 g** [Συντελεστής τριβής τοίχου – εδάφους θεμελιώσεως $\mu_2 = 0.5$]



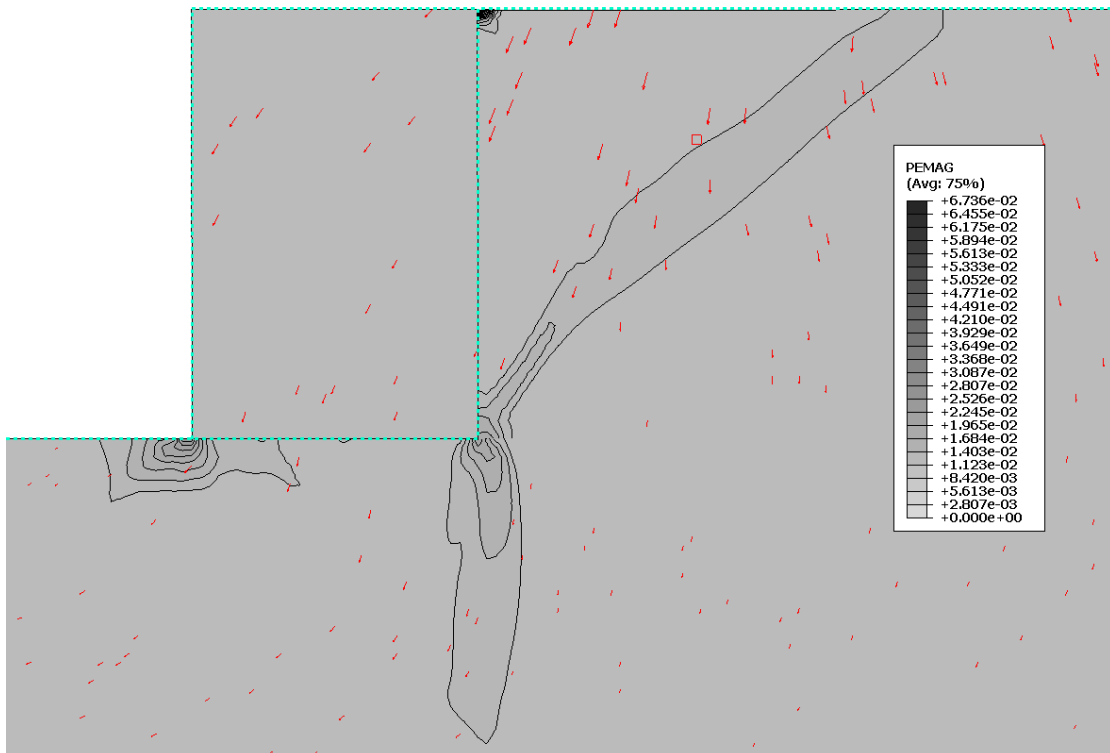
Διάγραμμα 2.247. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων, διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά του αριστερού τοίχου, λόγω διέγερσης **LXR-EW, PGA= 0.42 g** [Συντελεστής τριβής τοίχου – εδάφους θεμελιώσεως $\mu_2 = 0.5$]



Διάγραμμα 2.248. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων, διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στη βάση του αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **LXR-EW, PGA= 0.42 g** [Συντελεστής τριβής τοίχου – εδάφους θεμελιώσεως $\mu_2 = 0.5$]

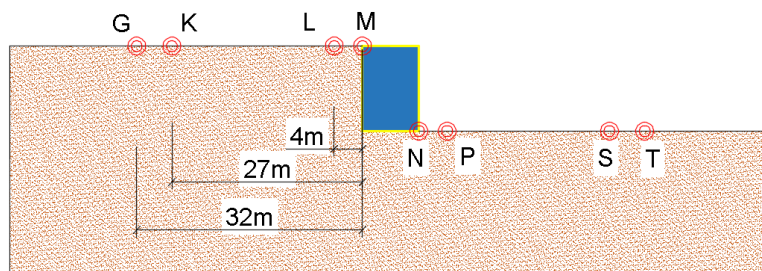
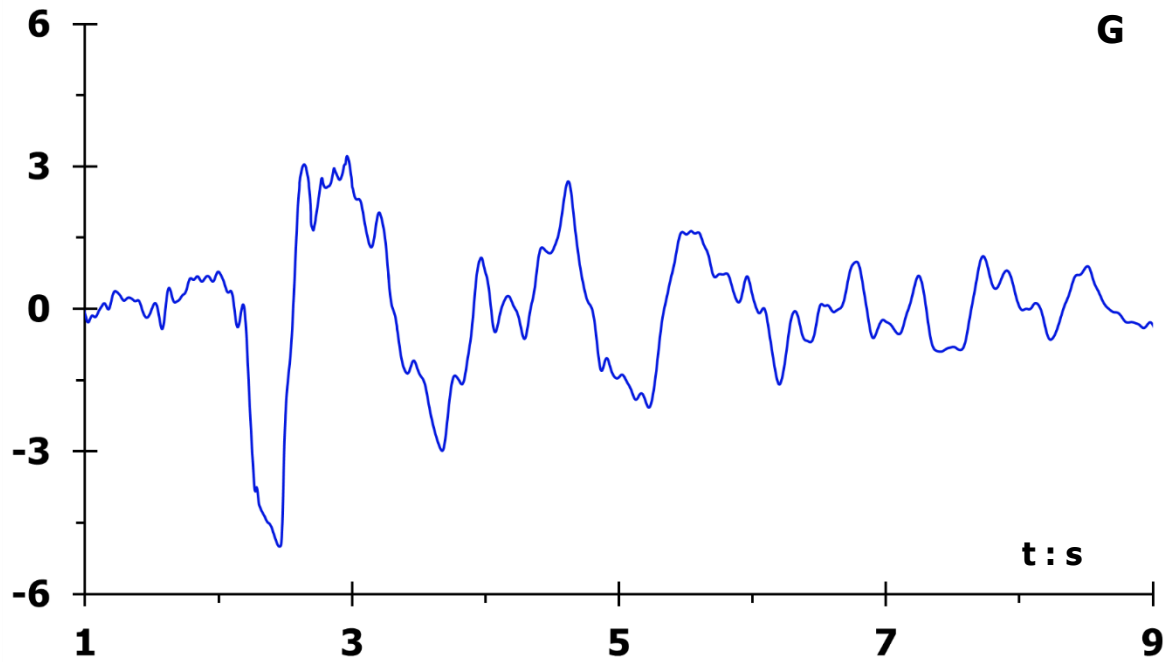


Σχήμα 2.38. Πλαστικές παραμορφώσεις με διανύσματα συνδυασμένης μετακίνησης αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **LXR-EW, PGA= 0.42 g**
[Συντελεστής τριβής $\mu_2 = 1.0$ – Φυσική κλίμακα]

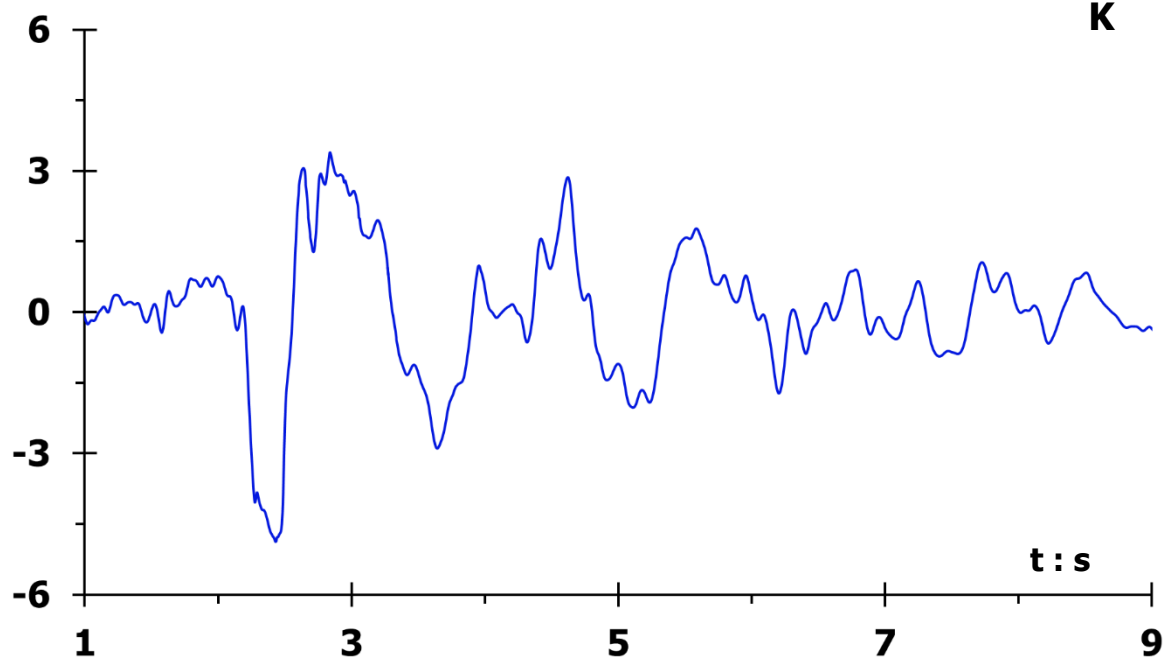


Σχήμα 2.39. Πλαστικές παραμορφώσεις με διανύσματα συνδυασμένης μετακίνησης δεξιού τοίχου βαρύτητας, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **LXR-EW, PGA= 0.42 g**
[Συντελεστής τριβής $\mu_2 = 1.0$ – Φυσική κλίμακα]

$A_G : m/s^2$

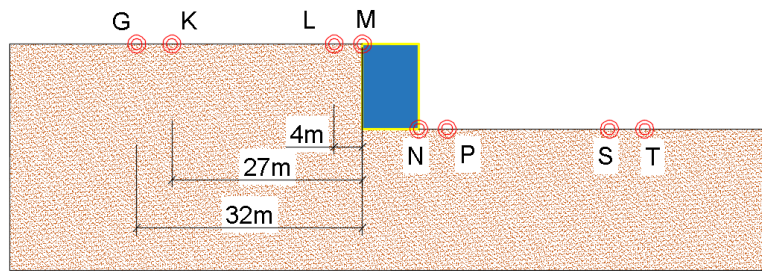
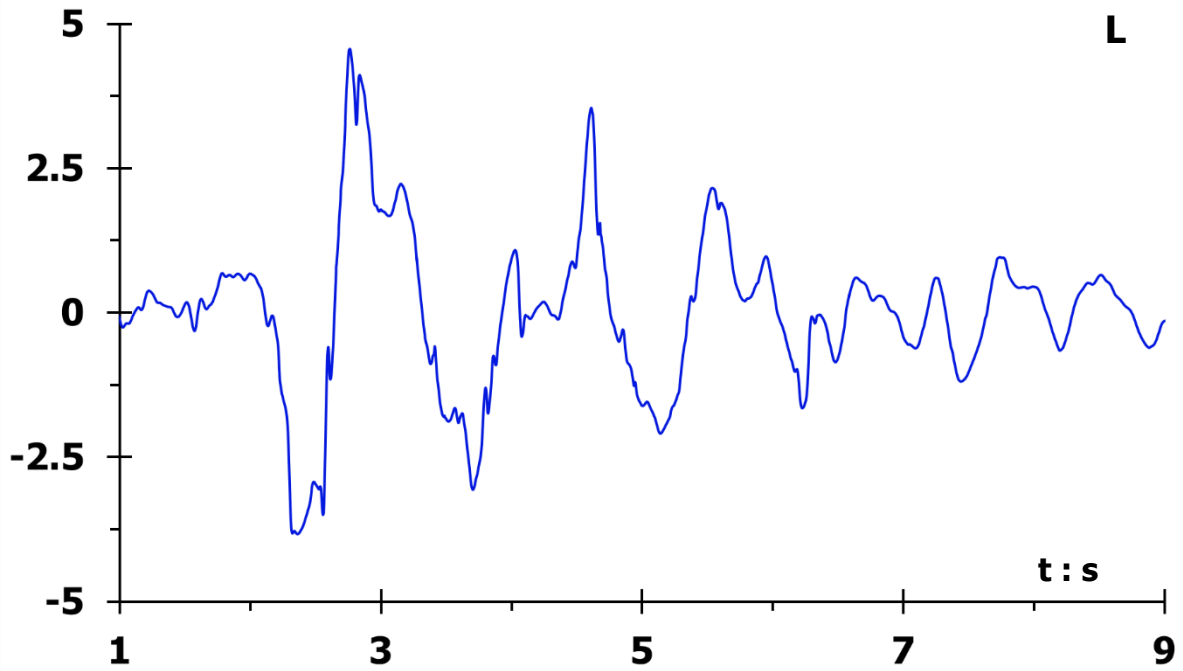


$A_K : m/s^2$

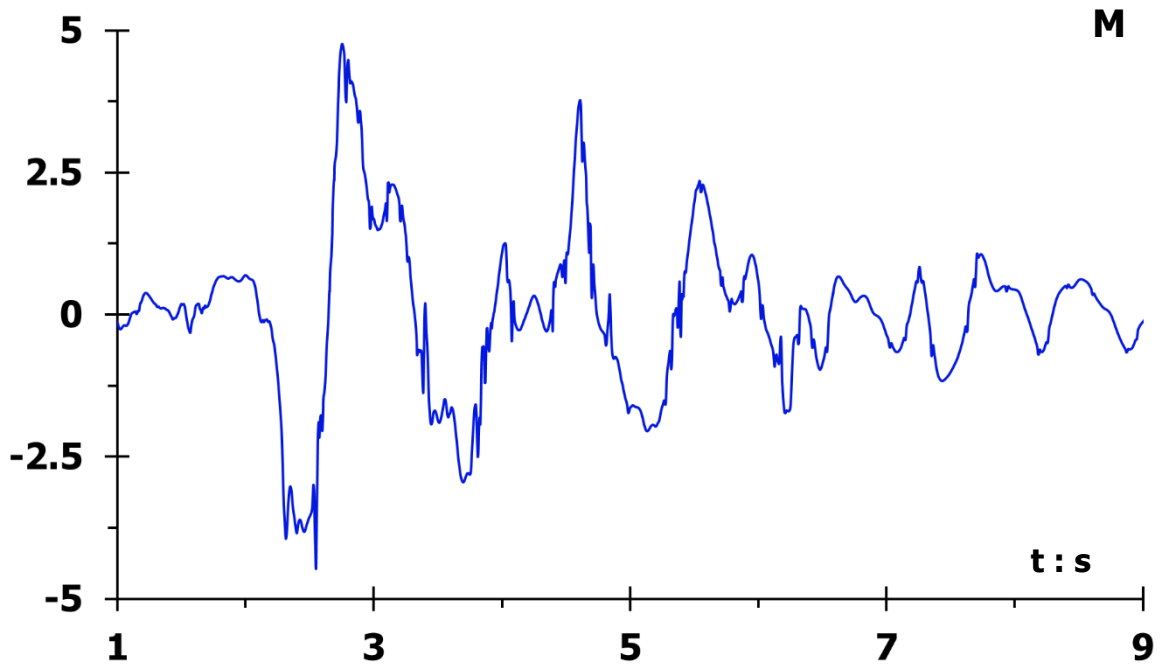


Διάγραμμα 2.249. Επιταχύνσεις στην ελεύθερη εδαφική επιφάνεια στο σημείο **G (άνω)** και **K (κάτω)**, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **LXR-EW, PGA= 0.42 g** [Συντελεστής τριβής τοίχου – εδάφους θεμελιώσεως $\mu_2 = 1.0$]

$A_L : m/s^2$

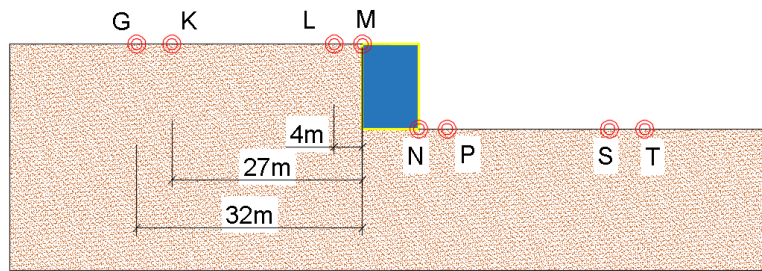
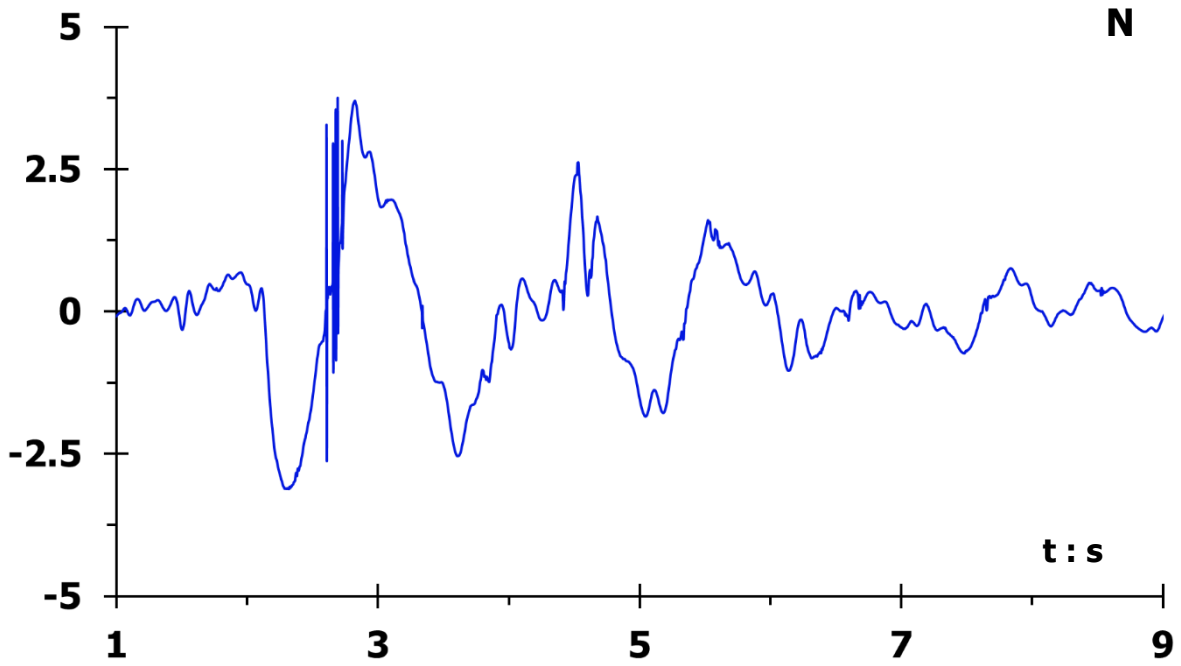


$A_M : m/s^2$

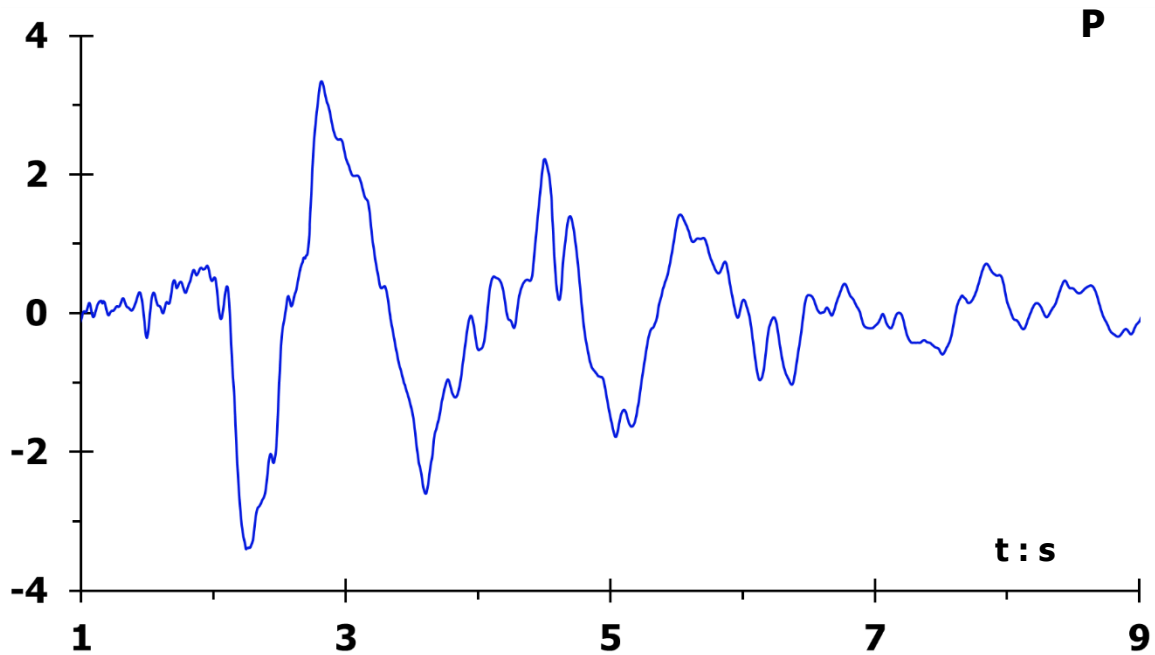


Διάγραμμα 2.250. Επιταχύνσεις στην ελεύθερη εδαφική επιφάνεια στο σημείο **L (άνω)** και **M (κάτω)**, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **LXR-EW, PGA= 0.42 g** [Συντελεστής τριβής τοίχου – εδάφους θεμελιώσεως $\mu_2 = 1.0$]

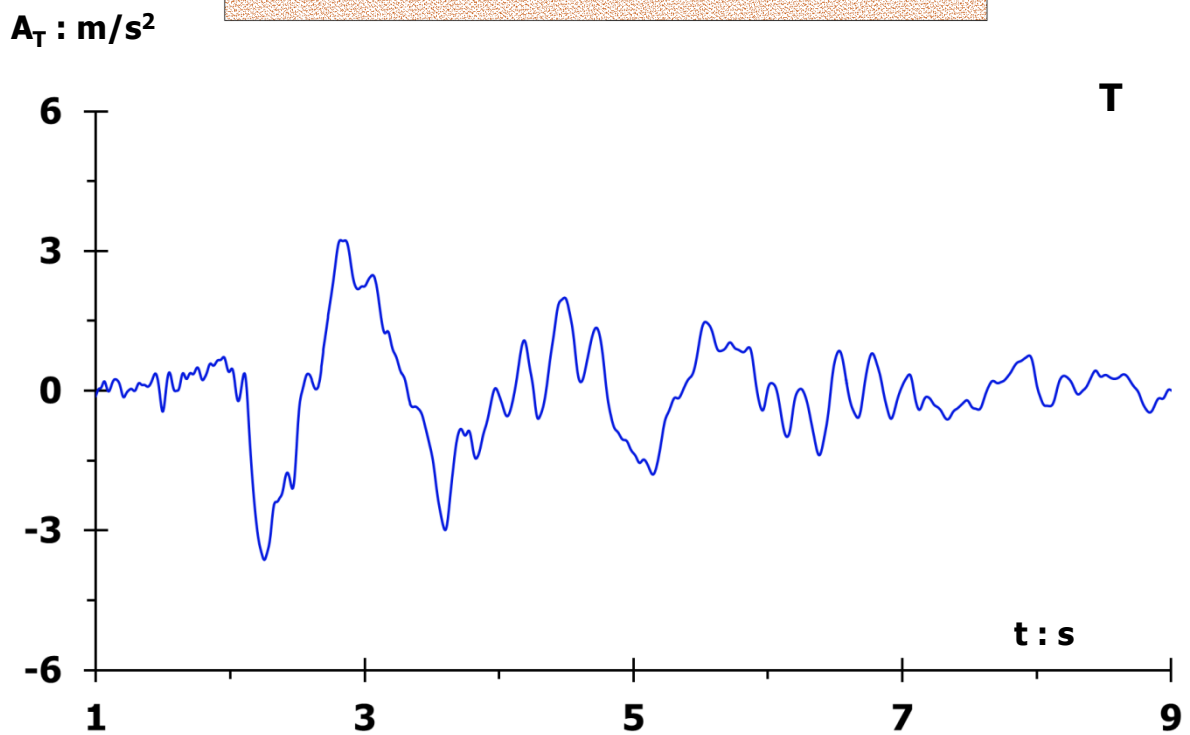
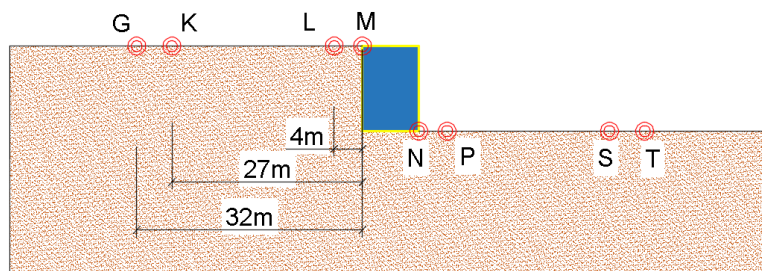
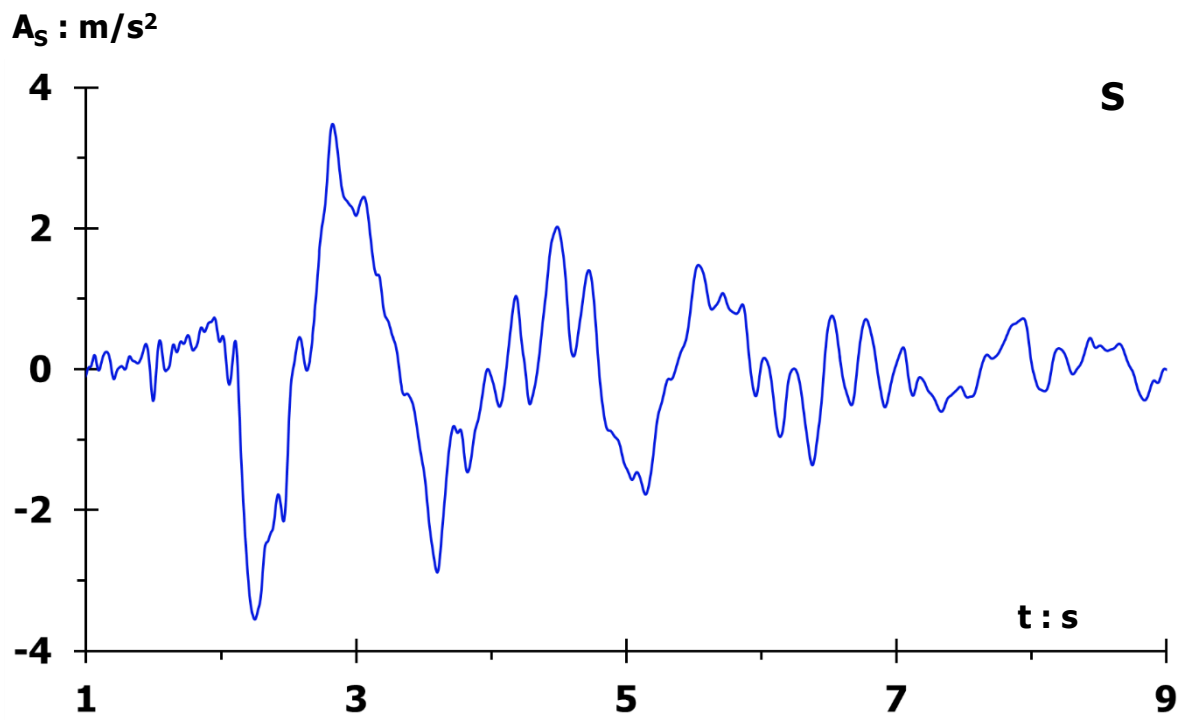
$A_N : m/s^2$



$A_P : m/s^2$

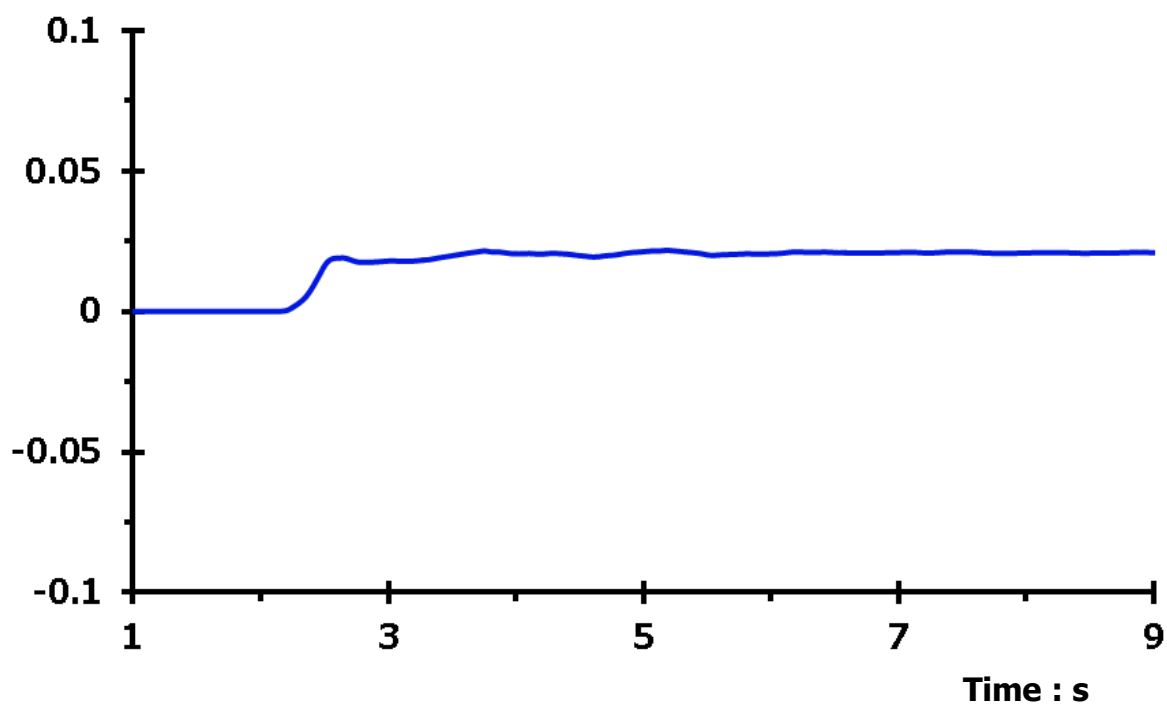


Διάγραμμα 2.251. Επιταχύνσεις στην ελεύθερη εδαφική επιφάνεια στο σημείο **N (άνω)** και **P (κάτω)**, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **LXR-EW, PGA= 0.42 g** [Συντελεστής τριβής τοίχου – εδάφους θεμελιώσεως $\mu_2 = 1.0$]



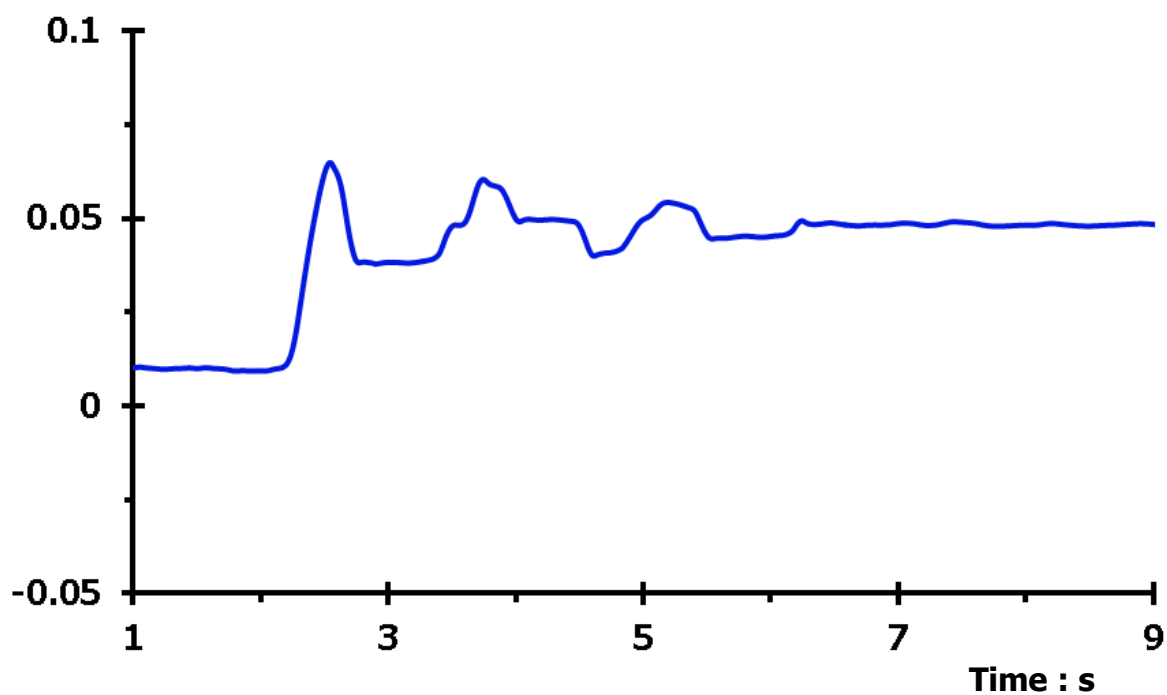
Διάγραμμα 2.252. Επιταχύνσεις στην ελεύθερη εδαφική επιφάνεια στο σημείο **S (άνω)** και **T (κάτω)**, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **LXR-EW, PGA= 0.42 g** [Συντελεστής τριβής τοίχου – εδάφους θεμελιώσεως $\mu_2 = 1.0$]

Base Sliding [m]



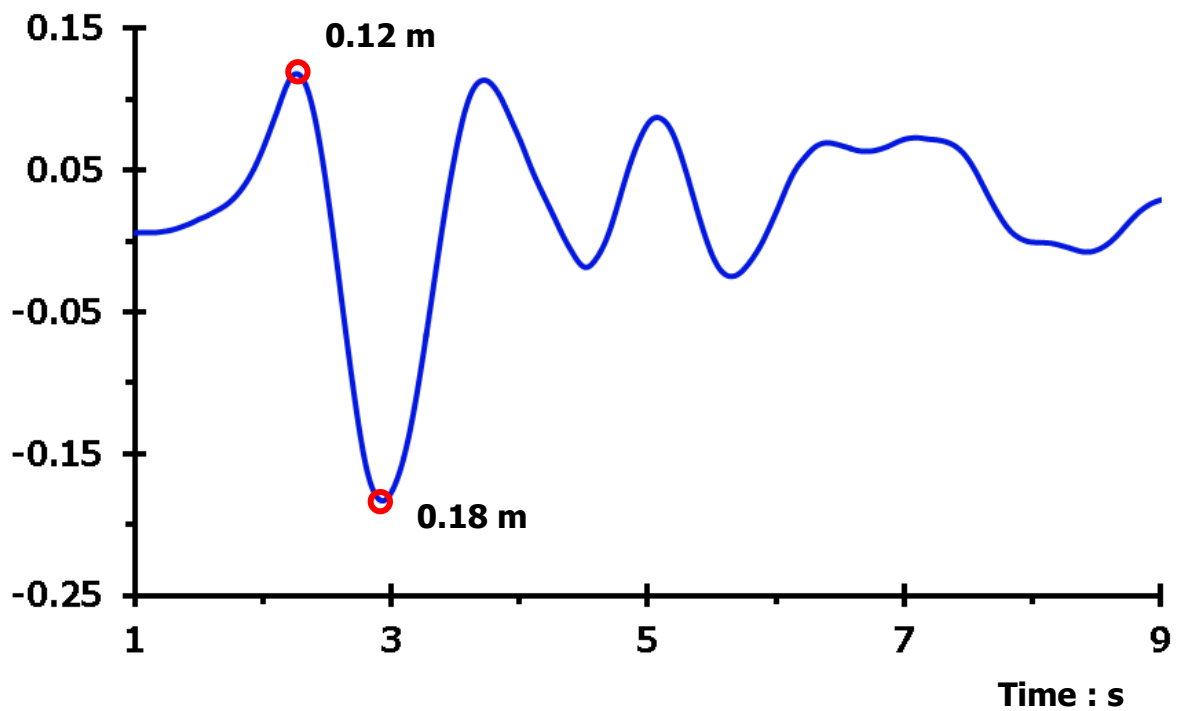
Διάγραμμα 2.253. Ολίσθηση στη βάση του αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **LXR-EW, PGA= 0.42 g**
[Συντελεστής τριβής τοίχου – εδάφους θεμελιώσεως $\mu_2 = 1.0$]

Side Sliding [m]



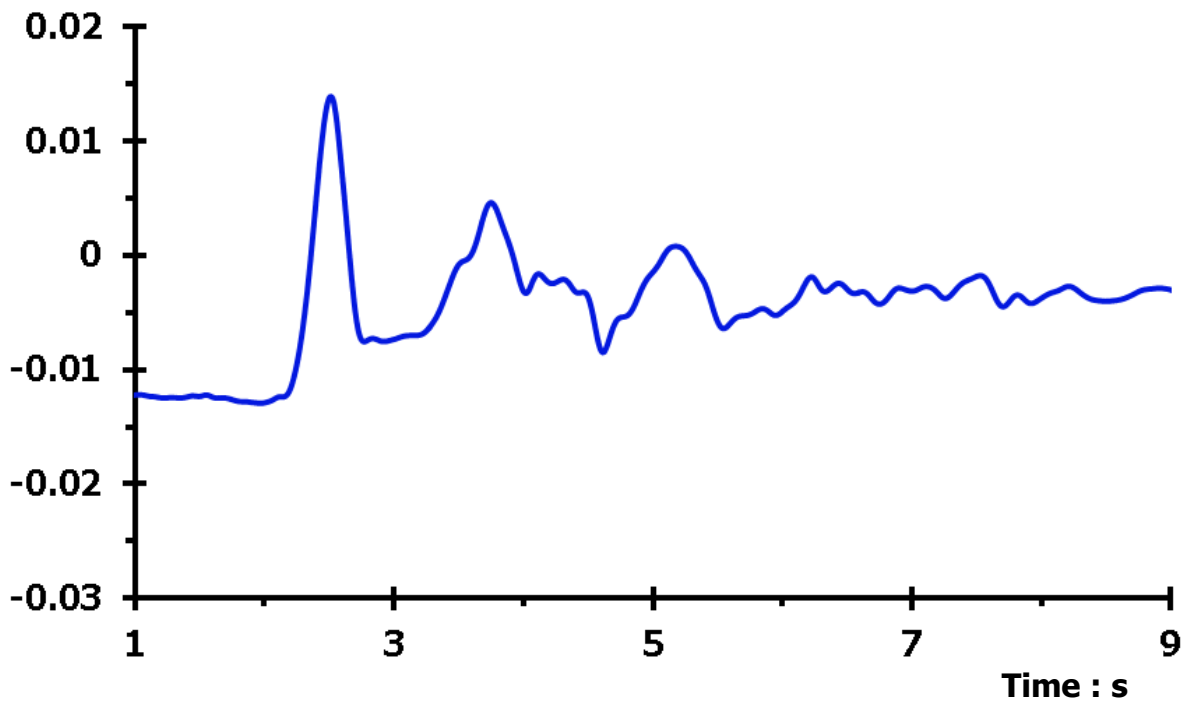
Διάγραμμα 2.254. Ολίσθηση στην πλευρά επαφής του αριστερού τοίχου με το αντιστηριζόμενο έδαφος, λόγω διέγερσης **LXR-EW, PGA= 0.42 g**
[Συντελεστής τριβής τοίχου – εδάφους θεμελιώσεως $\mu_2 = 1.0$]

Horizontal Displacement [m]



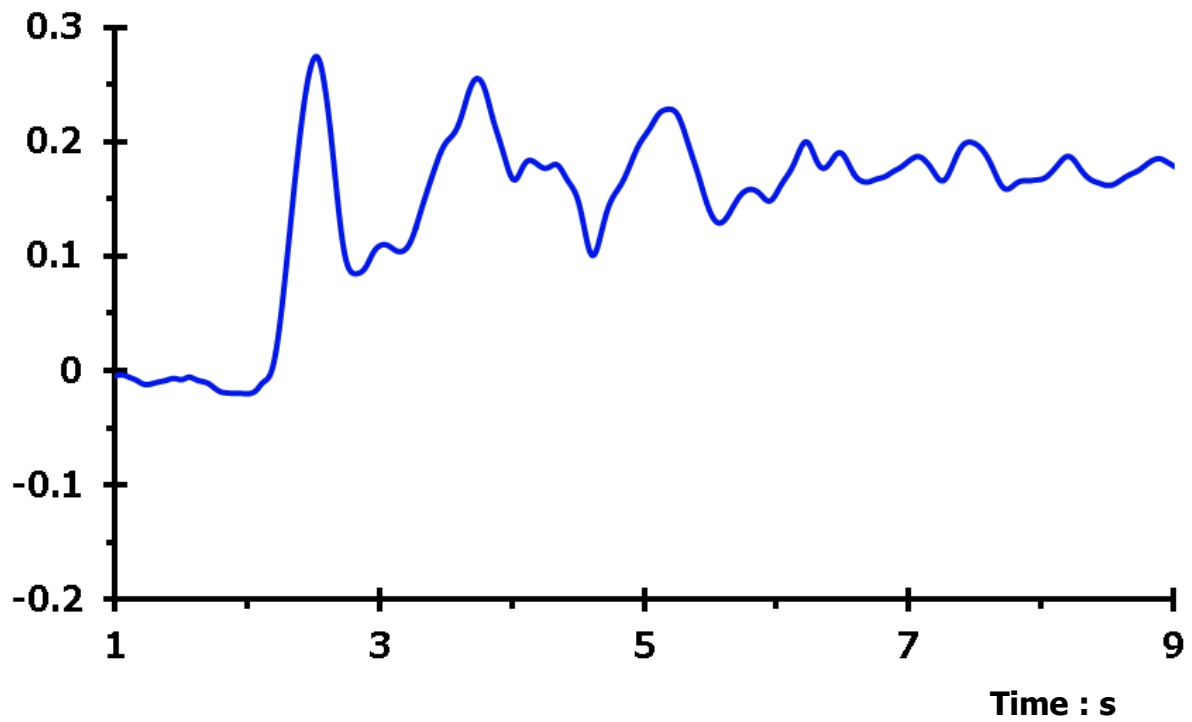
Διάγραμμα 2.255. Οριζόντια μετακίνηση αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **LXR-EW**, $PGA = 0.42 \text{ g}$ [Συντελεστής τριβής τοίχου – εδάφους θεμελιώσεως $\mu_2 = 1.0$]

Vertical Displacement [m]

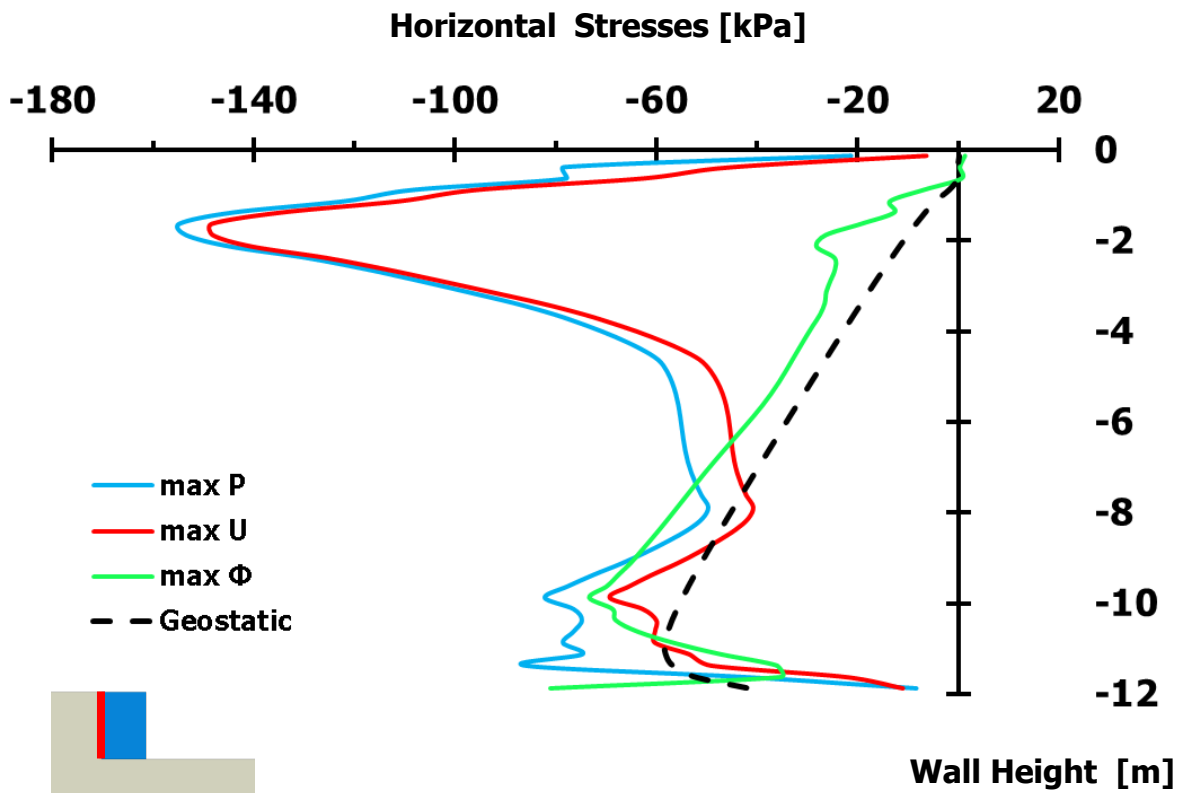


Διάγραμμα 2.256. Κατακόρυφη μετακίνηση αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **LXR-EW**, $PGA = 0.42 \text{ g}$ [Συντελεστής τριβής τοίχου – εδάφους θεμελιώσεως $\mu_2 = 1.0$]

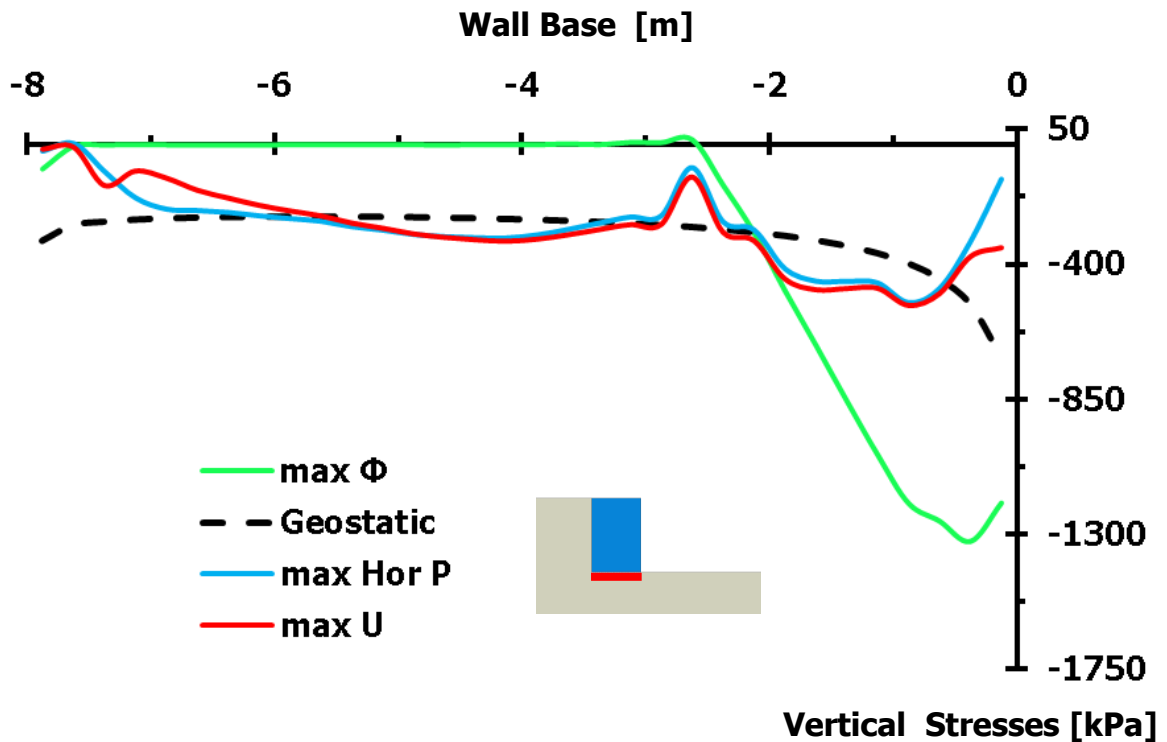
Rotational Angle [degrees]



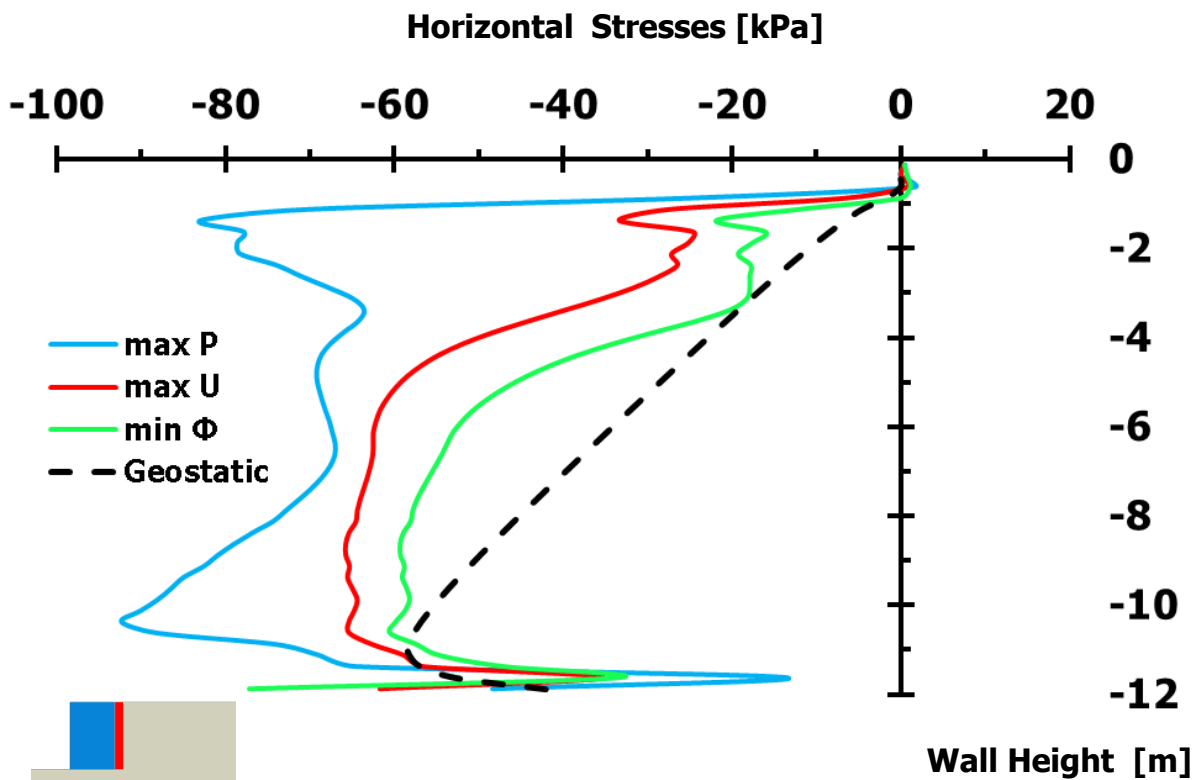
Διάγραμμα 2.257. Στροφή αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης LXR-EW, PGA= 0.42 g [Συντελεστής τριβής τοίχου – εδάφους θεμελιώσεως $\mu_2 = 1.0$]



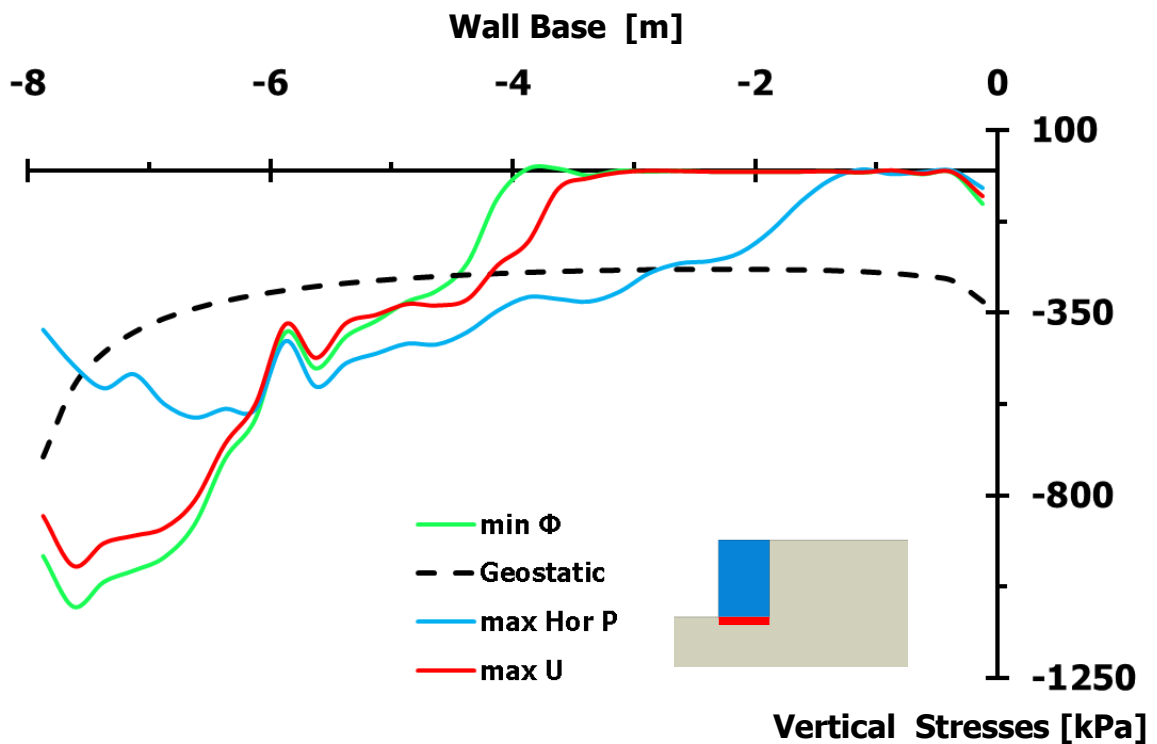
Διάγραμμα 2.258. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων, διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά του αριστερού τοίχου, λόγω διέγερσης **LXR-EW, PGA= 0.42 g** [Συντελεστής τριβής τοίχου – εδάφους θεμελιώσεως $\mu_2 = 1.0$]



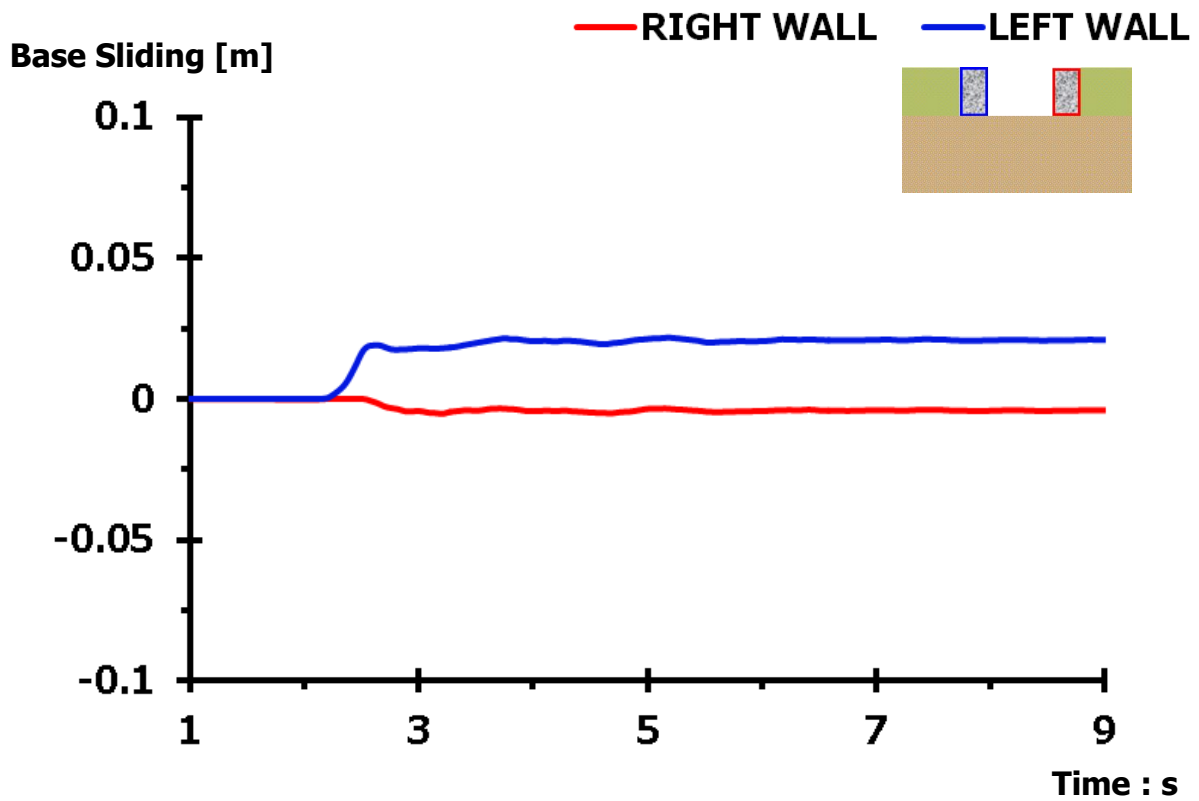
Διάγραμμα 2.259. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων, διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στη βάση του αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **LXR-EW, PGA= 0.42 g** [Συντελεστής τριβής τοίχου – εδάφους θεμελιώσεως $\mu_2 = 1.0$]



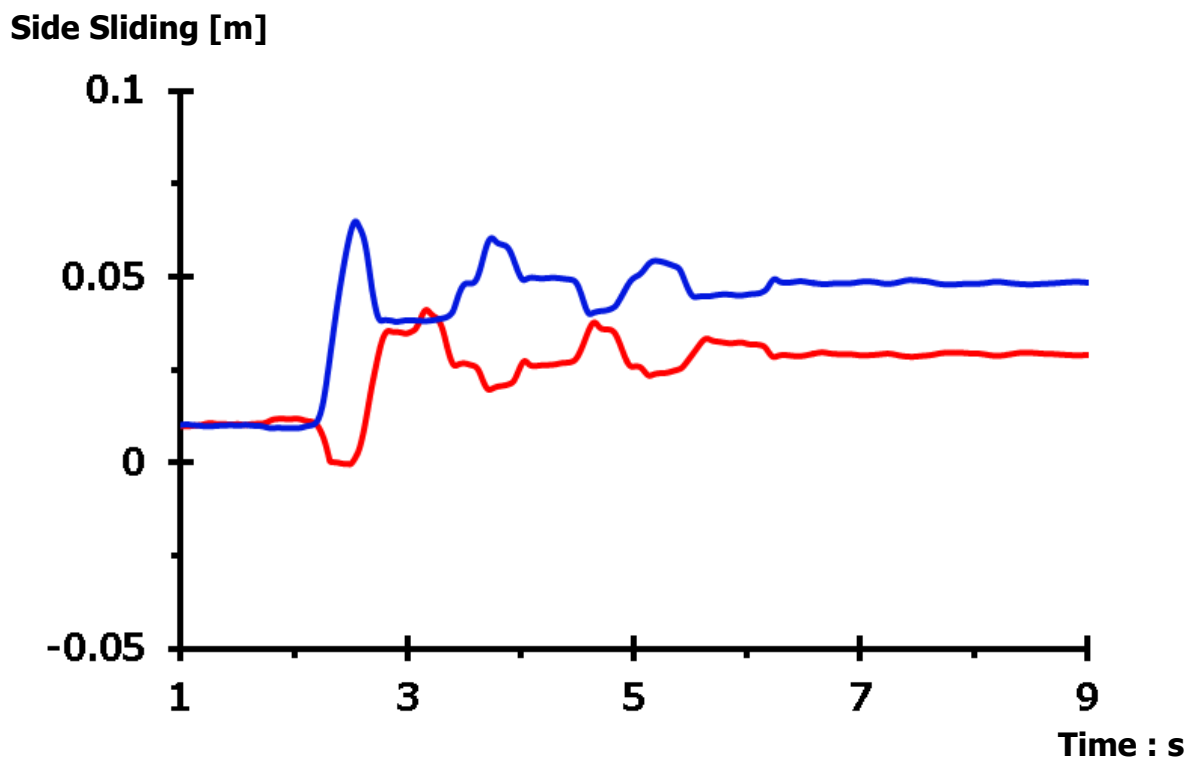
Διάγραμμα 2.260. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων, διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά του δεξιού τοίχου, λόγω διέγερσης **LXR-EW, PGA= 0.42 g** [Συντελεστής τριβής τοίχου – εδάφους θεμελιώσεως $\mu_2 = 1.0$]



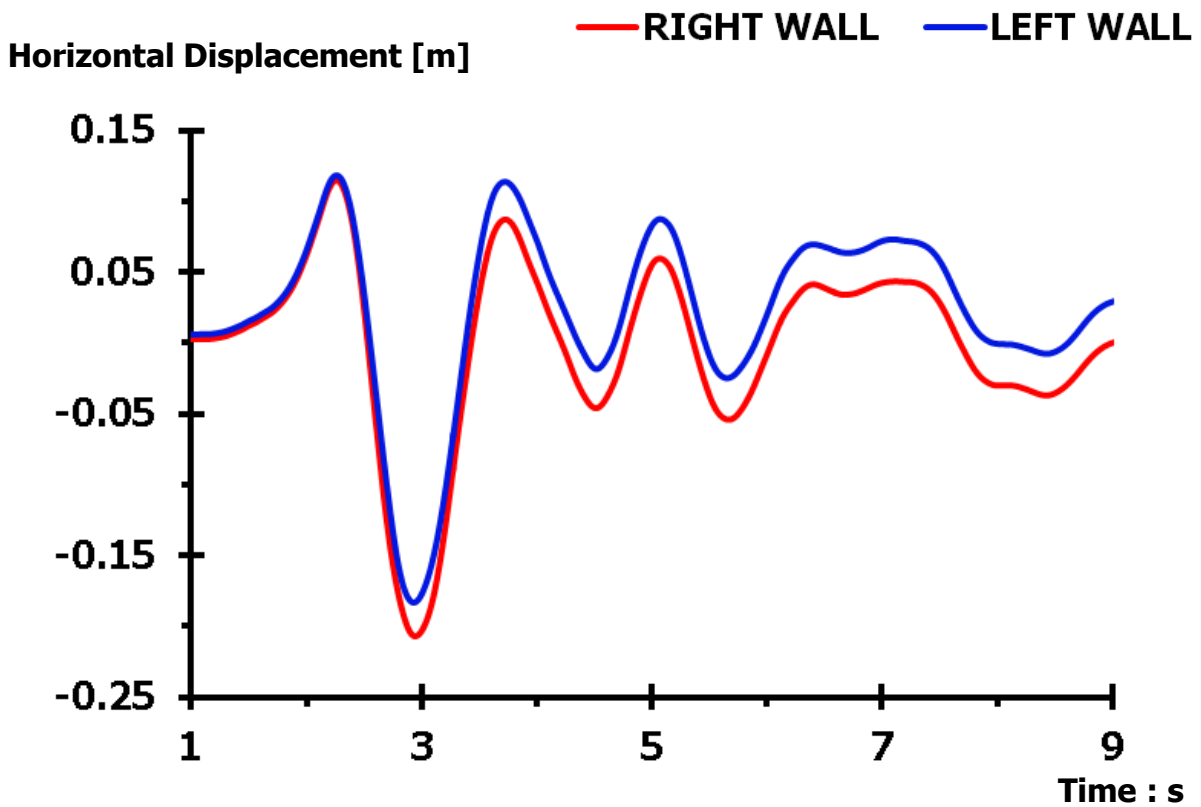
Διάγραμμα 2.261. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων, διαφόρων χρονικών στιγμών, καθέτων στη βάση του δεξιού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **LXR-EW, PGA= 0.42 g** [Συντελεστής τριβής τοίχου – εδάφους θεμελιώσεως $\mu_2 = 1.0$]



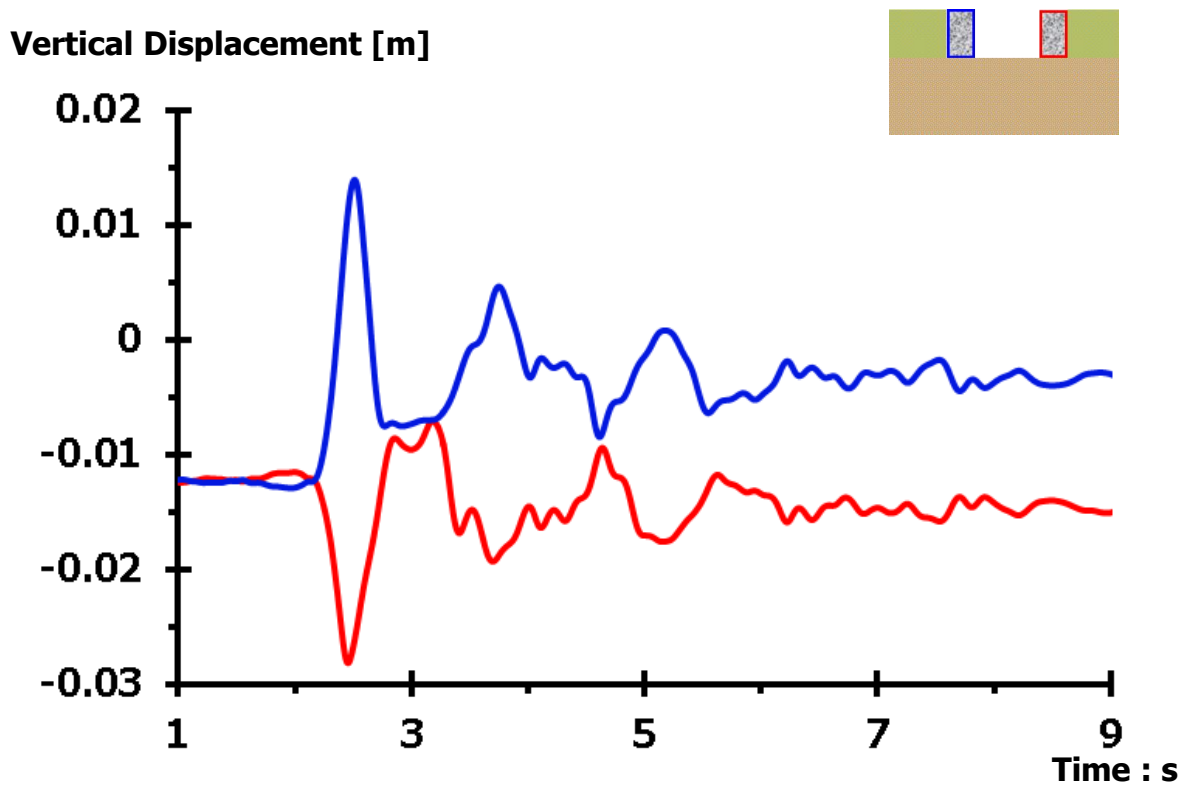
Διάγραμμα 2.262. Σύγκριση ολισθήσεων στη βάση του αριστερού και του δεξιού τοίχου βαρύτητας, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **LXR-EW, PGA= 0.42 g** [Συντελεστής τριβής τοίχου – εδάφους θεμελιώσεως $\mu_2 = 1.0$]



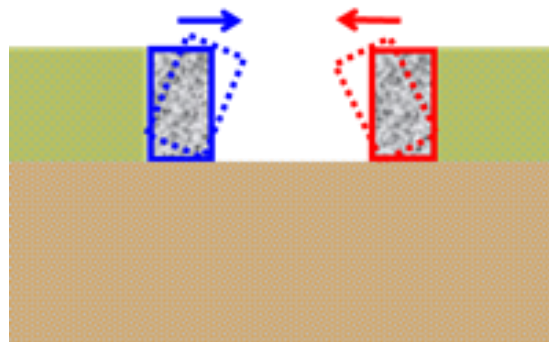
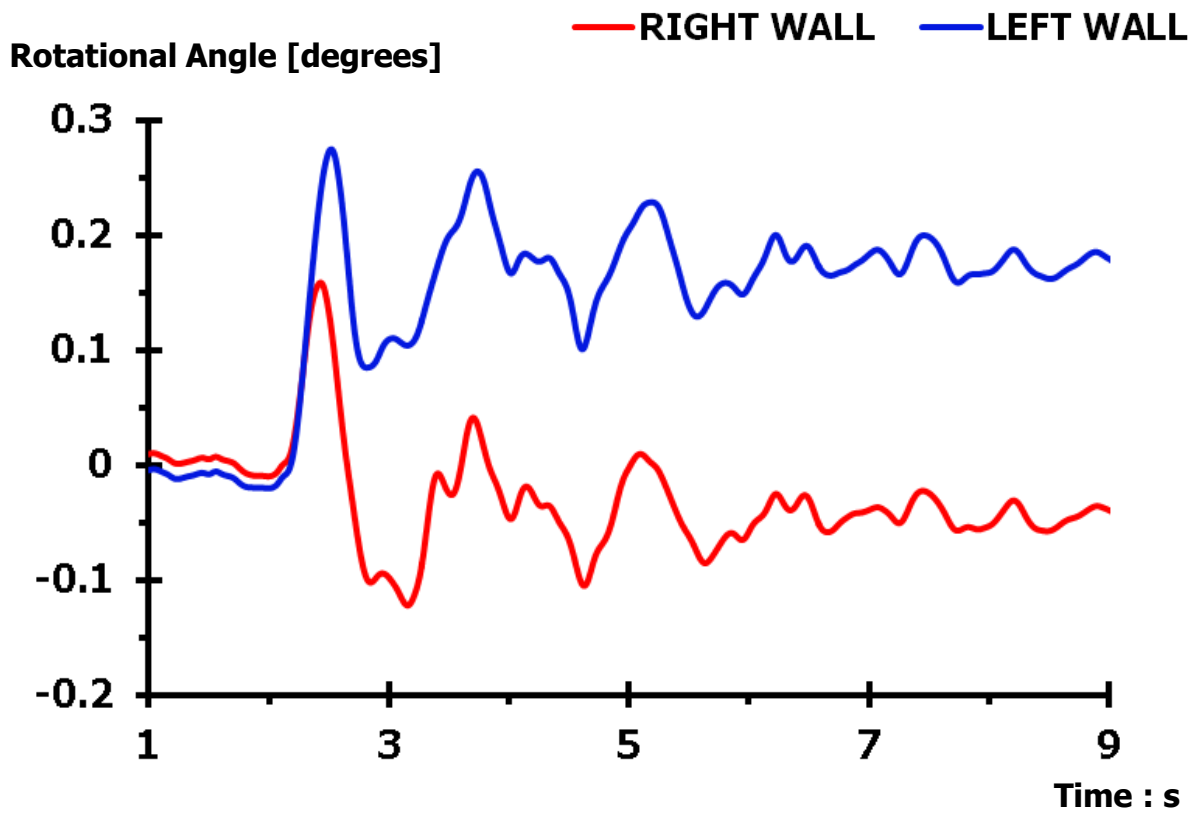
Διάγραμμα 2.263. Σύγκριση ολισθήσεων στην πλευρά επαφής του αριστερού και του δεξιού τοίχου με το αντιστηριζόμενο έδαφος, λόγω διέγερσης **LXR-EW, PGA= 0.42 g** [Συντελεστής τριβής τοίχου – εδάφους θεμελιώσεως $\mu_2 = 1.0$]



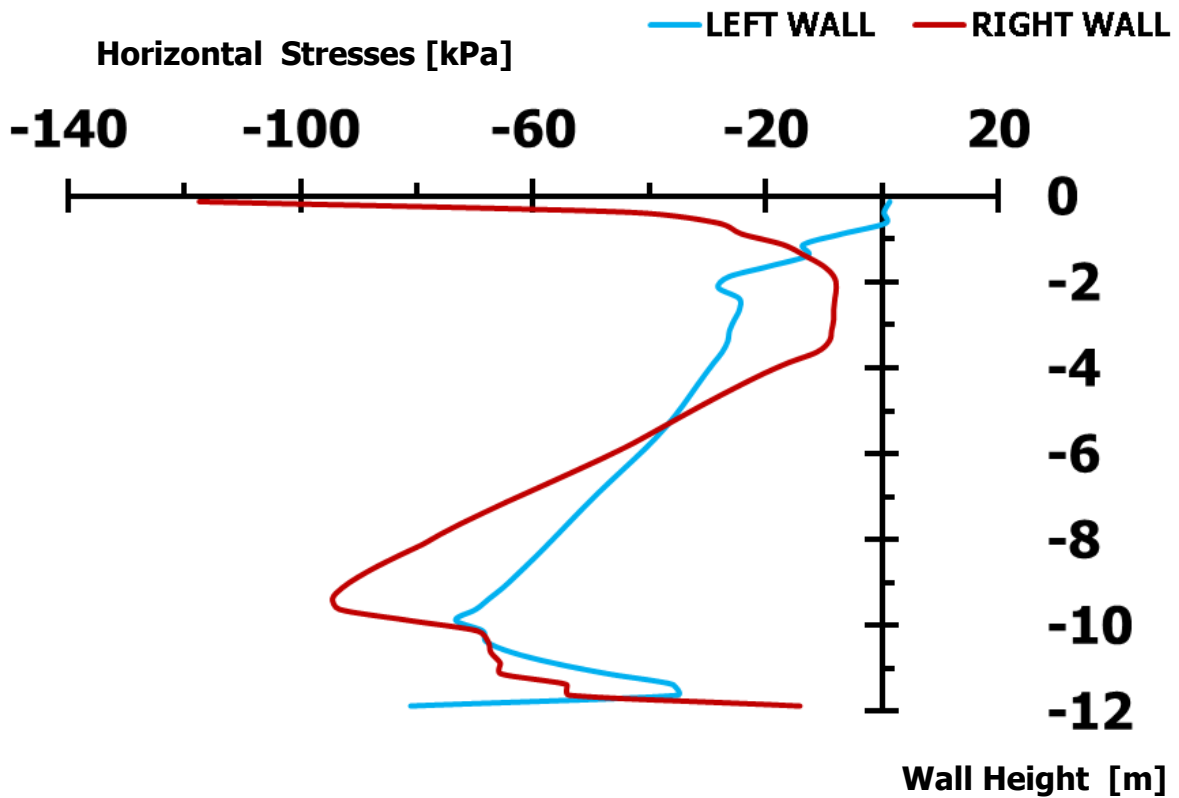
Διάγραμμα 2.264. Σύγκριση οριζοντίων μετακινήσεων αριστερού και δεξιού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **LXR-EW, PGA= 0.42 g**
 [Συντελεστής τριβής τοίχου – εδάφους θεμελιώσεως $\mu_2 = 1.0$]



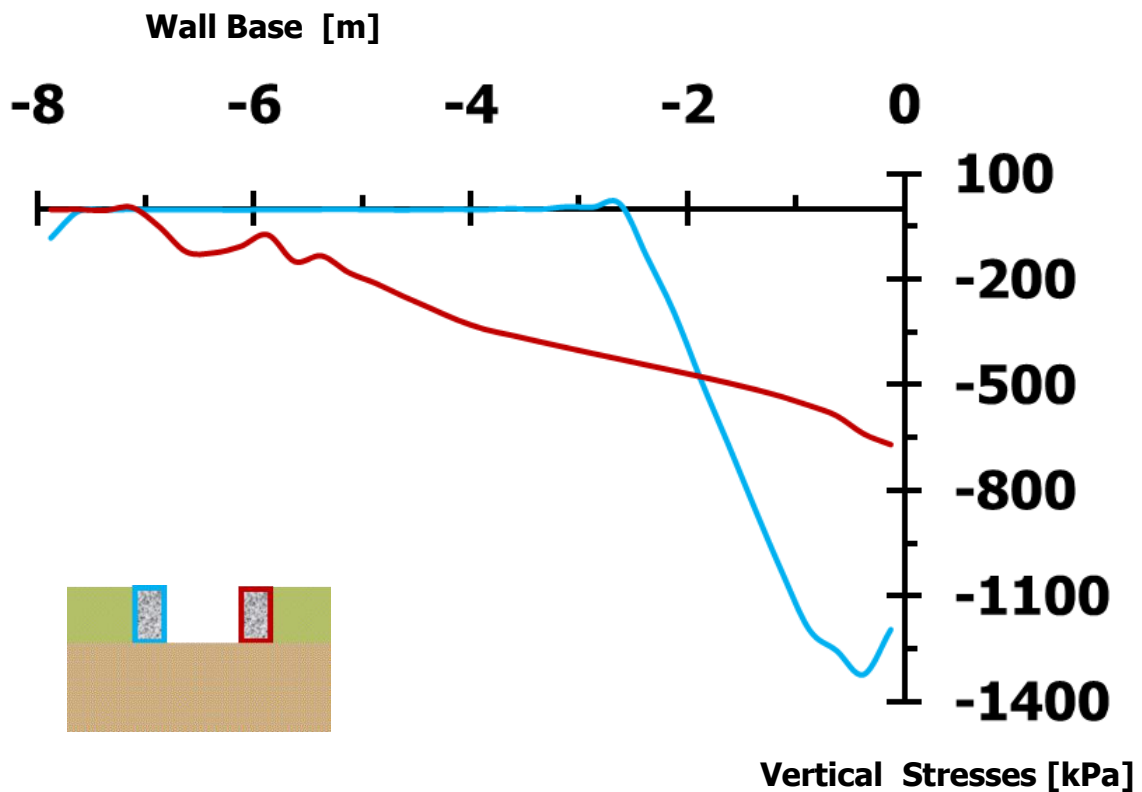
Διάγραμμα 2.265. Σύγκριση κατακορύφων μετακινήσεων αριστερού και δεξιού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **LXR-EW, PGA= 0.42 g**
 [Συντελεστής τριβής τοίχου – εδάφους θεμελιώσεως $\mu_2 = 1.0$]



Διάγραμμα 2.266. Σύγκριση στροφών αριστερού και δεξιού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης **LXR-EW, PGA= 0.42 g**
 [Συντελεστής τριβής τοίχου – εδάφους θεμελιώσεως $\mu_2 = 1.0$]



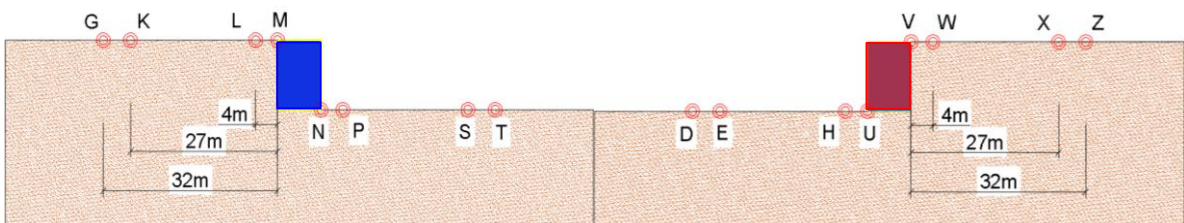
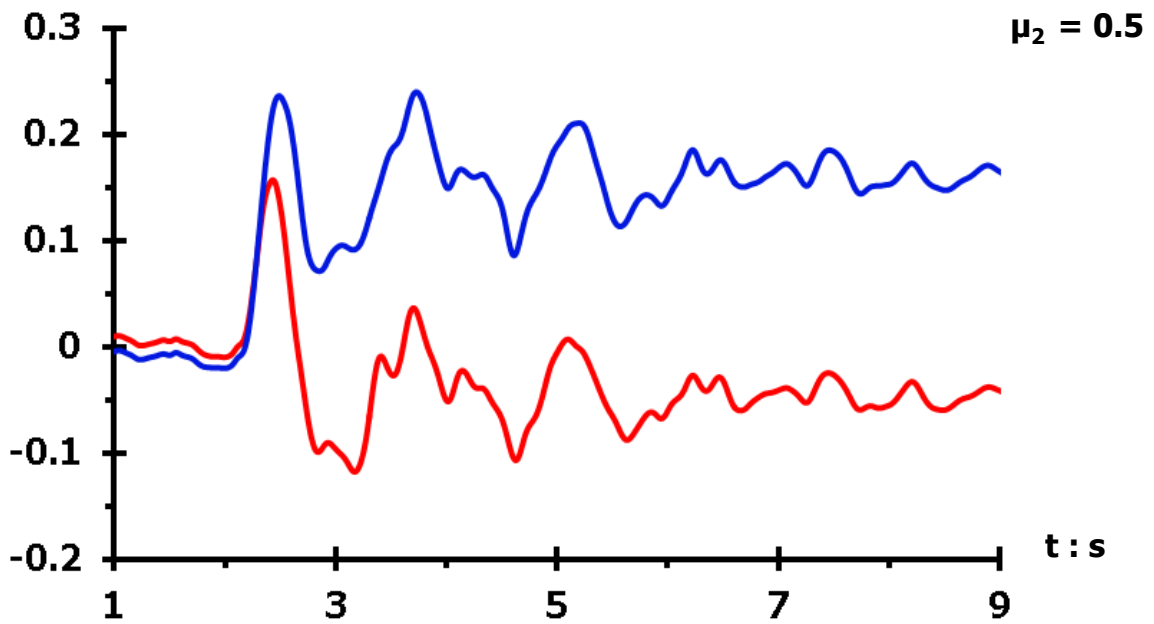
Διάγραμμα 2.267. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά του αριστερού και του δεξιού τοίχου βαρύτητας, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής των τοίχων, λόγω διέγερσης **LXR-EW, PGA= 0.42 g**
 [Συντελεστής τριβής τοίχου – εδάφους θεμελιώσεως $\mu_2 = 1.0$]



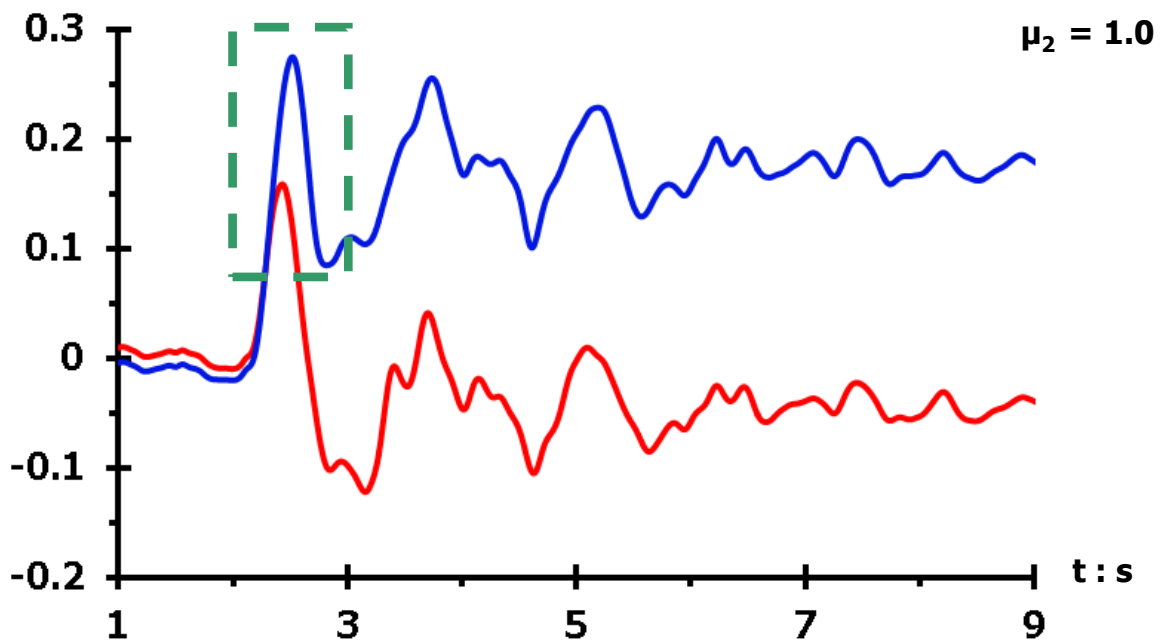
Διάγραμμα 2.268. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στη βάση του αριστερού και του δεξιού τοίχου, τη στιγμή της μέγιστης περιστροφής των τοίχων, λόγω διέγερσης **LXR-EW, PGA= 0.42 g** [Συντελεστής τριβής τοίχου – εδάφους θεμελιώσεως $\mu_2 = 1.0$]

Rotational Angle [degrees]

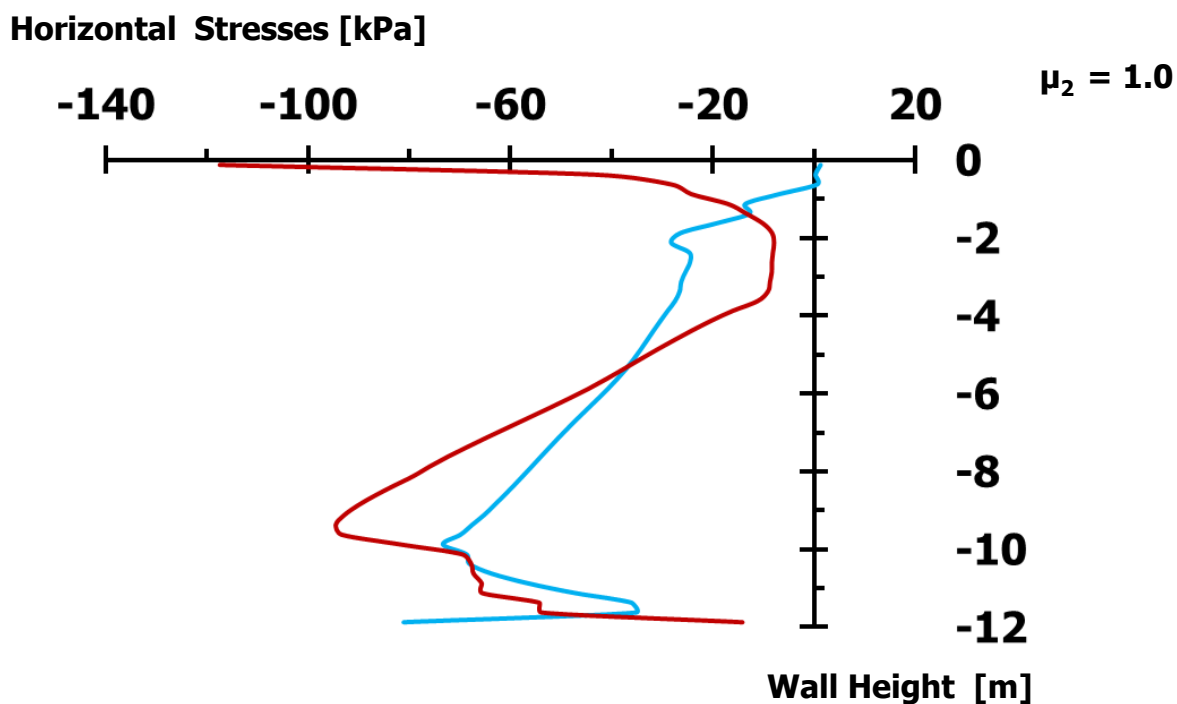
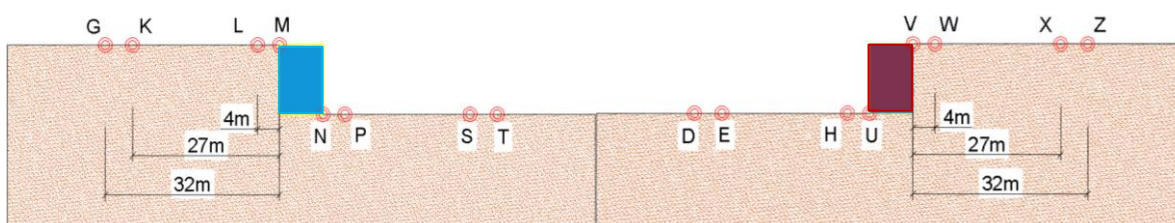
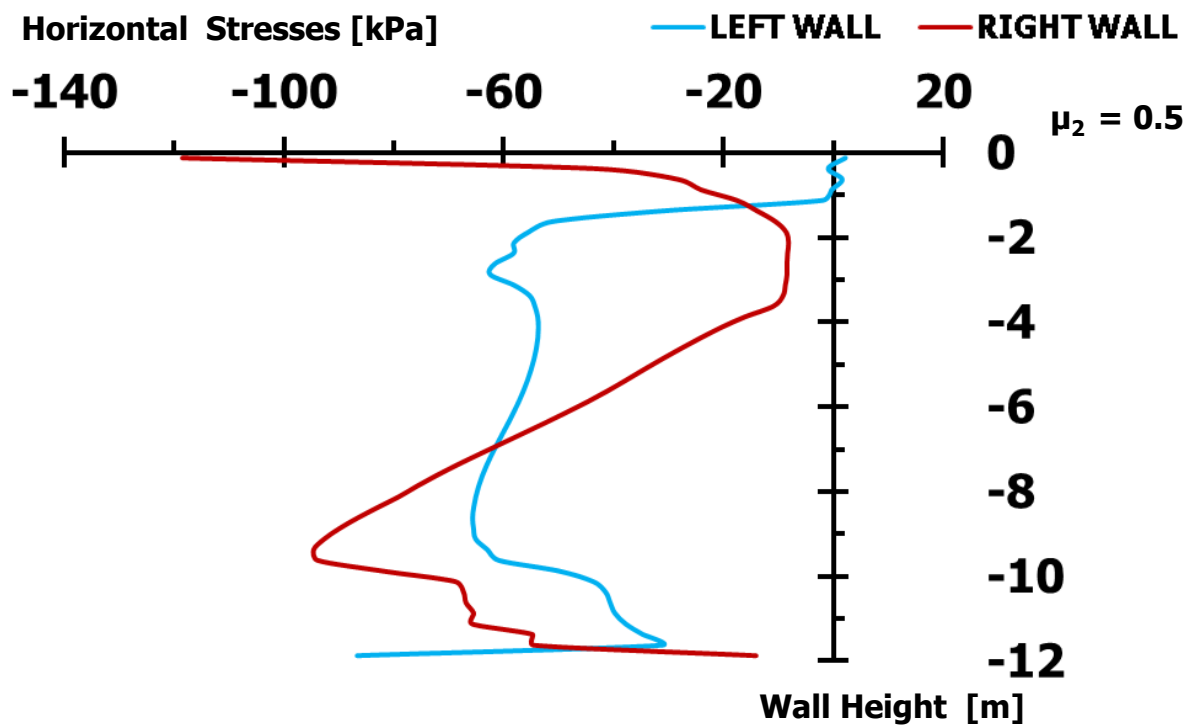
— RIGHT WALL — LEFT WALL



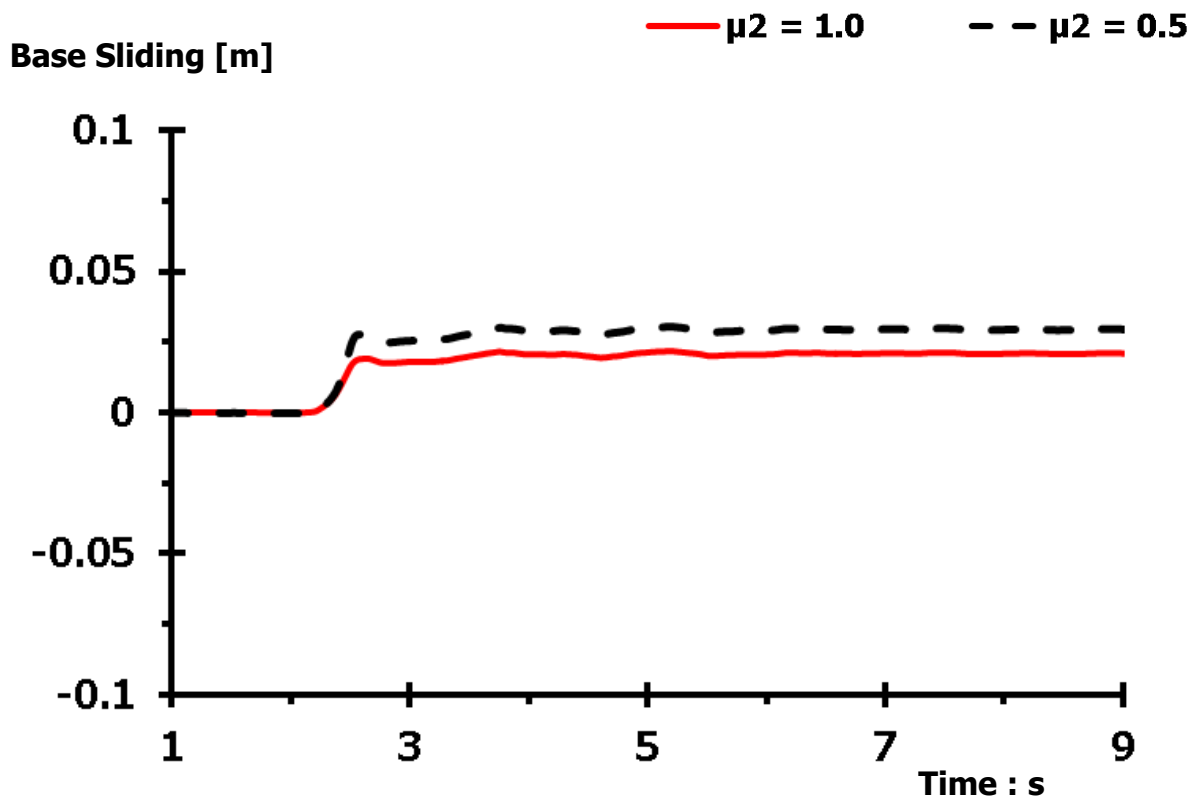
Rotational Angle [degrees]



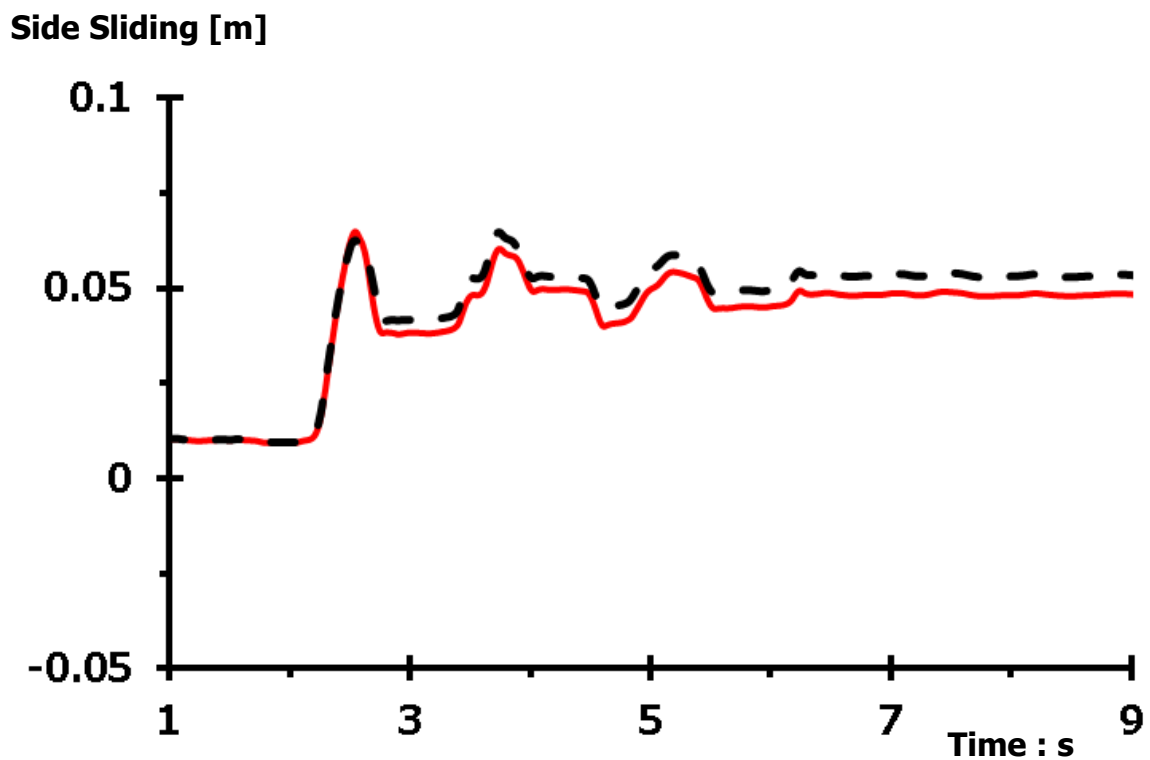
Διάγραμμα 2.269. Σύγκριση στροφών αριστερού και δεξιού τοίχου, λόγω διέγερσης LXR-EW, PGA= 0.42 g [Συντελεστής τριβής τοίχου – εδάφους θεμελιώσεως $\mu_2 = 0.5$ (άνω) και $\mu_2 = 1.0$ (κάτω)]



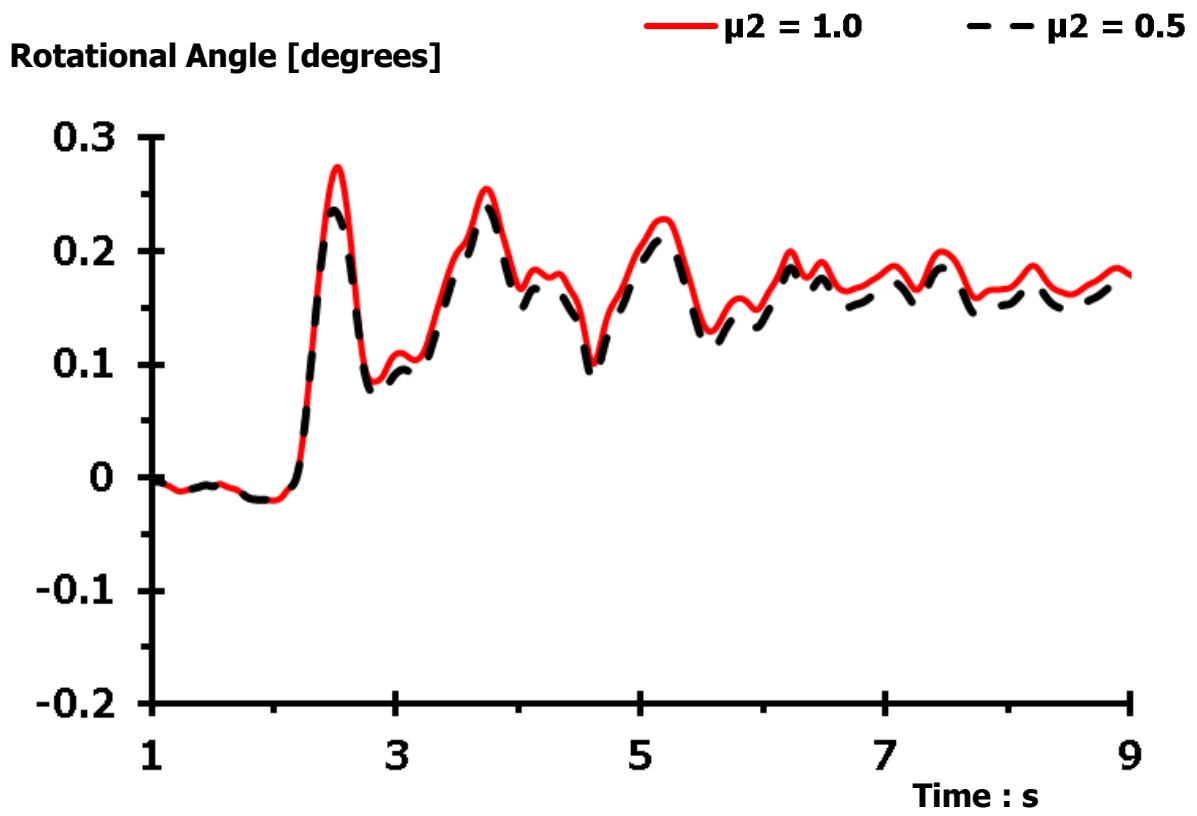
Διάγραμμα 2.270. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά αριστερού – δεξιού τοίχου, λόγω διέγερσης **LXR-EW, PGA= 0.42 g**, για συντελεστή τριβής τοίχου – εδάφους θεμελιώσεως $\mu_2 = 0.5$ (άνω) και $\mu_2 = 1.0$ (κάτω) [Μέγιστη περιστροφή]



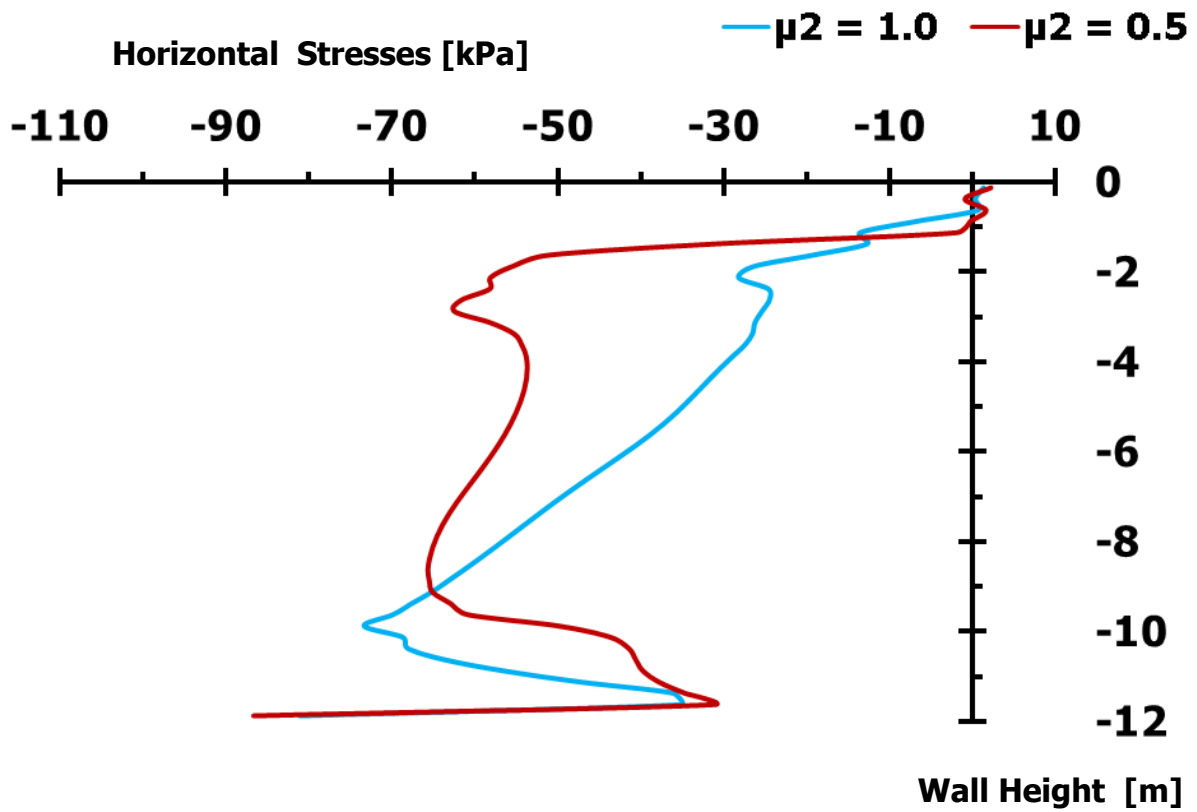
Διάγραμμα 2.271. Σύγκριση ολισθήσεων στη βάση του αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **LXR-EW, PGA= 0.42 g**



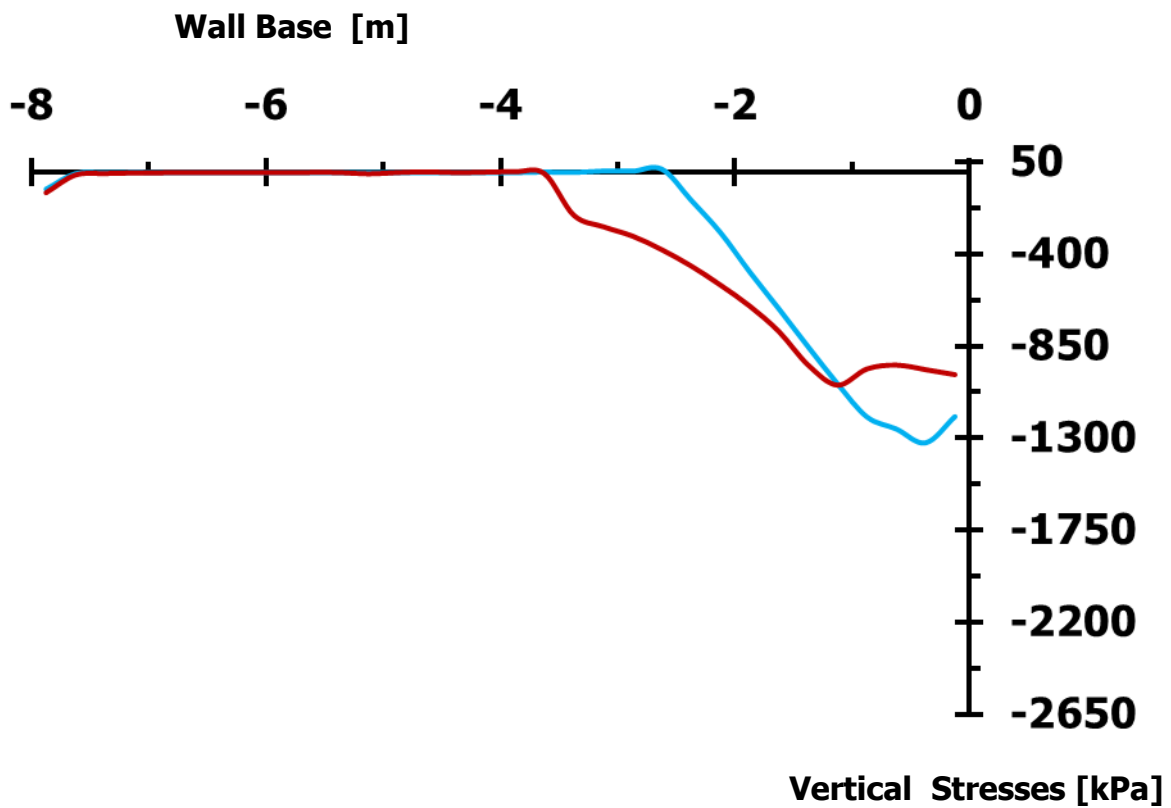
Διάγραμμα 2.272. Σύγκριση ολισθήσεων στην πλευρά επαφής του αριστερού τοίχου με το αντιστηριζόμενο έδαφος, λόγω διέγερσης **LXR-EW, PGA= 0.42 g**



Διάγραμμα 2.273. Σύγκριση στροφών αριστερού τοίχου βαρύτητας, λόγω διέγερσης LXR-EW, PGA= 0.42 g



Διάγραμμα 2.274. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στην αντιστηριζόμενη πλευρά του αριστερού τοίχου, τη στιγμή της περιστροφής προς τον ελεύθερο χώρο έμπροσθεν του τοίχου, λόγω διέγερσης **LXR-EW, PGA= 0.42 g**



Διάγραμμα 2.275. Σύγκριση εδαφικών ωθήσεων καθέτων στη βάση του αριστερού τοίχου, τη στιγμή της περιστροφής προς τον ελεύθερο χώρο έμπροσθεν του τοίχου, λόγω διέγερσης **LXR-EW, PGA= 0.42 g**

3 ΕΠΑΛΗΘΕΥΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΟΙΧΟΥ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ ΣΕ ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΣΤΗ

3.1 ΓΕΝΙΚΑ

Στο παρόν κεφάλαιο θα παρουσιαστεί η διαδικασία της αριθμητικής επαλήθευσης του πειράματος διερεύνησης της απόκρισης τοίχου αντιστήριξης τύπου προβόλου, το οποίο πραγματοποιήθηκε σε διάταξη δυναμικού φυγοκεντριστή, όπως έχει αναφερθεί προηγουμένως στο **Κεφάλαιο 1**.

Για την κατανόηση της συμπεριφοράς του συστήματος τοίχου αντιστήριξης - εδάφους απαιτείται να ληφθεί υπόψη η μάζα και η στιβαρότητα του τοίχου, το αντιστηριζόμενο έδαφος, το έδαφος θεμελίωσης και η αλληλεπίδραση μεταξύ τους. Σε αυτή την περίπτωση, η παραμόρφωση και η αντοχή του αντιστηριζομένου εδάφους και του εδάφους θεμελίωσης αποτελούν σημαντικά θέματα, τα οποία είναι αναγκαίο να προσομοιωθούν χρησιμοποιώντας λογικά καταστατικά προσομοιώματα εδάφους, δίχως να λησμονείται η προσομοίωση της υστερητικής δυναμικής συμπεριφοράς του εδάφους (Al - Homoud and Whitman 1999).

Βάσει του ανωτέρω σκεπτικού, όσον αφορά την προσομοίωση της συμπεριφοράς της εδαφικής μάζας έγινε χρήση δύο καταστατικών προσομοιωμάτων. Αρχικά, η συμπεριφορά του εδάφους περιγράφηκε από ένα τροποποιημένο καταστατικό προσομοίωμα Mohr - Coulomb με κινηματική κράτυνση. Δευτερευόντως

χρησιμοποιήθηκε ένα απλοποιημένο καταστατικό προσομοίωμα για την ανάλυση της ανακυκλικής συμπεριφοράς ρηχών θεμελιώσεων (Anastasopoulos et al. 2011), στη θέση του καταστατικού προσομοιώματος Mohr – Coulomb με κράτυνση.

3.2 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑ ΠΕΠΕΡΑΣΜΕΝΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Βάσει του ομοιώματος ευκάμπτου τοίχου αντιστήριξης διατομής ανεστραμμένου T, της πειραματικής διάταξης ROOZ02 (**Σχήμα 3.1**), μορφώθηκε το αντίστοιχο αριθμητικό προσομοίωμα. Οι διαστάσεις του ύψους επιλέχθηκαν να είναι ίδιες με τις διαστάσεις του πραγματικού προβλήματος, το οποίο προσομοιώθηκε.

Για την αριθμητική επαλήθευση κατασκευάστηκε ένα συμμετρικό προσομοίωμα δύο διαστάσεων, με δίστρωτο εδαφικό σχηματισμό, το οποίο περιέχει δύο εύκαμπτους τοίχους αντιστήριξης, τύπου προβόλου διατομής ανεστραμμένου T, έναν σε κάθε πλευρά, εκατέρωθεν του κέντρου του προσομοιώματος, όπως διακρίνεται στο **Σχήμα 3.5**. Η επιλογή της τοποθέτησης δύο τοίχων αντιστήριξης στο ίδιο προσομοίωμα είναι εύλογη, καθώς με αυτόν τον τρόπο η συμμετρία του προσομοιώματος οδηγεί σε καλύτερα αποτελέσματα όσον αφορά στην απόσβεση ακτινοβολίας. Στο σημείο αυτό οφείλεται να αναφερθεί ότι οι δύο τοίχοι τοποθετούνται σε απόσταση, η οποία διασφαλίζει την “ανεξαρτησία” τους κατά τη διάρκεια των σεισμικών διεγέρσεων. Παρά την ύπαρξη δύο τοίχων αντιστήριξης, η προσοχή θα επικεντρωθεί πάνω στον αριστερό τοίχο, διότι έναν εκ των δύο αντικειμενικών σκοπών της παρούσας διπλωματικής, αποτελεί η αριθμητική επαλήθευση του προαναφερομένου πειράματος φυγοκεντριστή, στο οποίο υπήρχε μόνο ένας τοίχος αντιστήριξης, όμοιος με τον αριστερό.

Οι διαστάσεις του ομοιώματος, του πρωτοτύπου και του προσομοιώματος του ευκάμπτου τοίχου διακρίνονται στα **Σχήματα 3.2, 3.3 και 3.4**. Όλες οι υπόλοιπες διαστάσεις και η διακριτοποίηση του καννάβου του προσομοιώματος δίδονται στα **Σχήματα 3.5 και 3.6**

Για την αριθμητική επαλήθευση χρησιμοποιήθηκε ο κώδικας πεπερασμένων στοιχείων Abaqus. Η επιλογή του δι-διάστατου (2D) προσομοιώματος του τοίχου αντιστήριξης αιτιολογείται όμοια με την επιλογή δι-διάστατου (2D) προσομοιώματος

για τη σεισμική ανάλυση των τοίχων βαρύτητας του 2^{ου} Κεφαλαίου της παρούσης εργασίας.

Το έδαφος διακριτοποιήθηκε μέσω δι-διάστατων, τετραπλευρικών, τετρακομβικών στοιχείων, επίπεδης παραμόρφωσης, συνεχούς μέσου, τύπου **CPE4**. Οι διαστάσεις των ανωτέρω πεπερασμένων στοιχείων παρουσιάζονται στα **Σχήματα 3.6** και **3.7**. Οι τοίχοι αντιστήριξης διακριτοποιήθηκαν μέσω ενός συνδυασμού δύο τύπων πεπερασμένων στοιχείων, προκειμένου να έχουμε μία συνδυασμένη συμπεριφορά. Για την καλύτερη προσομοίωση της επαφής τοίχου – εδάφους στη διεπιφάνεια τους και την επίτευξη συνθηκών ολίσθησης του τοίχου επί του εδάφους, έγινε χρήση στοιχείων τύπου **CPE4** στις εξωτερικές πλευρές του τοίχου αντιστήριξης. Τα στοιχεία αυτά, που ονομάστηκαν Dum Elements, πρακτικά εκπροσωπούν την γεωμετρική υπόσταση του τοίχου, διακρίνονται στο **Σχήμα 3.7** και τα χαρακτηριστικά τους παρουσιάζονται στον **Πίνακα 3.1**. Με σκοπό την προσομοίωση του κυρίως μέρους του τοίχου και την μέτρηση των αναπτυσσομένων ροπών υπήρξε αναγκαία η τοποθέτηση δι-διάστατων, δικομβικών, γραμμικών στοιχείων, ράβδου, τύπου **B21** στο εσωτερικό μέρος του τοίχου αντιστήριξης, όπως διακρίνεται στο **Σχήμα 3.9**. Η γεωμετρία των στοιχείων ράβδου τύπου B21 δίνονται στο **Σχήμα 3.8**, ενώ τα χαρακτηριστικά τους απαριθμούνται στους **Πίνακες 3.2** και **3.3**.

Αξίζει να σημειωθεί ότι ο εύκαμπτος τοίχος αντιπροσωπεύεται από τα στοιχεία ράβδου, στα οποία έχουν δοθεί όμοιες ιδιότητες με το αλουμίνιο, το οποίο χρησιμοποιήθηκε στο ομοίωμα του τοίχου, της πειραματικής διάταξης του φυγοκεντριστή. Η προαναφερόμενη πρόταση επεξηγεί το γεγονός της επιλογής τιμής μέτρου ελαστικότητας των Dum Elements ίση με 0.000001 kPa.

Πίνακας 3.1 Χαρακτηριστικά Dum τοίχου

Ονομασία	Συμβολισμός	Τιμή	Μονάδα Μέτρησης
Μέτρο Ελαστικότητας	E	0.000001	kPa
Λόγος Poisson	ν	0.30	-
Πυκνότητα	ρ	0.001	Mg / m ³

Πίνακας 3.2 Χαρακτηριστικά ράβδου κορμού τοίχου

Όνομασία	Συμβολισμός	Τιμή	Μονάδα Μέτρησης
Μέτρο Ελαστικότητας	E	68.9	GPa
Λόγος Poisson	ν	0.32	-
Πυκνότητα	ρ	2.70	Mg / m ³

Πίνακας 3.3 Χαρακτηριστικά ράβδου βάσης τοίχου

Όνομασία	Συμβολισμός	Τιμή	Μονάδα Μέτρησης
Μέτρο Ελαστικότητας	E	68.9	GPa
Λόγος Poisson	ν	0.32	-
Πυκνότητα	ρ	3.06	Mg / m ³

Οι πλευρικοί κόμβοι του εδάφους και των εδαφικών στηλών “καρφιτσώθηκαν”, με την εντολή **PIN**, από τον κατάλογο των MPC Constraints, ώστε να έχουν την ίδια μετακίνηση. Η ενέργεια αυτή αιτιολογείται από τη λειτουργία του διατμητικού κουτιού στο οποίο κατασκευάστηκε το πειραματικό εδαφικό ομοίωμα και από το γεγονός ότι στην πραγματικότητα τα σημεία του ελευθέρου πεδίου οφείλουν να έχουν όμοιες μετακινήσεις.

Η έκταση των πλευρικών εδαφικών στηλών ελήφθη ως η έκταση του εδάφους του προσομοιώματος πολλαπλασιασμένη επί χίλια (1,000.00), ώστε να προσομοιώσουμε το “άπειρο” έδαφος και να έχουμε απόσβεση ακτινοβολίας. Για την επίτευξη αυτής της αύξησης της έκτασης, δόθηκε τιμή 1.00 στην εδαφική τομή του εδάφους και τιμή 1,000.00 στην εδαφική τομή των πλευρικών εδαφικών στηλών. Η αντίστοιχη έκταση των ράβδων εσωτερικά του τοίχου αντιστήριξης, στην τομή των ράβδων, επιλέχθηκε να έχει την τιμή 0.329 και να αφορά κυκλική διατομή (CIRC), η οποία είχε ανάλογη ροπή αδράνειας με τη ροπή αδράνειας του αλουμινένιου ομοιώματος.

Ανάλογα με τους τοίχους βαρύτητας και στο προσομοίωμα των τοίχων αντιστήριξης, λόγω των αναγκαία περιορισμένων τεχνητών ορίων του

προσομοιώματος πεπερασμένων στοιχείων, για την εξασφάλιση διαχειρίσιμου υπολογιστικού κόστους και για την προσομοίωση της απόσβεσης ακτινοβολίας, χρησιμοποιήθηκαν ιξώδεις απορροφητήρες στα πλευρικά όρια του εδαφικού προσομοιώματος, με την εντολή **DASHPOT**. Οι απορροφητήρες τοποθετήθηκαν όπως και στο προσομοίωμα των τοίχων βαρύτητας.

Κατά τη διεύθυνση x ο ω , στο τμήμα του πυκνού καννάβου, πλευράς 0.20 m, βάσει της σχέσης **2.1** και θεωρώντας ταχύτητα διατμητικού κύματος $V_S = V_P = 230$ m / s², υπολογίστηκε ίσος με

77.97 Mg / s. Κατωτέρω παρουσιάζεται αναλυτικά ο υπολογισμός των συντελεστών C των πλευρικών αποσβεστήρων κατά τη διεύθυνση x για τη διακριτοποίηση του καννάβου των 0.20 m και του 1.00 m:

$$C_{0.20} = \rho \times V_S \times A_{0.20} = 1.695 \text{ Mg / m}^3 \times 230 \text{ m / s}^2 \times 0.20 \text{ m}^2 = 77.97 \text{ Mg / s}$$

$$C_{1.00} = \rho \times V_S \times A_{1.00} = 1.695 \text{ Mg / m}^3 \times 230 \text{ m / s}^2 \times 1.00 \text{ m}^2 = 389.85 \text{ Mg / s}$$

Κατά τη διεύθυνση y ο συντελεστής C των πλευρικών αποσβεστήρων, στο τμήμα του πυκνού καννάβου, πλευράς 0.20 m, βάσει της σχέσης **2.1** και θεωρώντας ταχύτητα διατμητικού κύματος $V_S = V_P = 140$ m / s², υπολογίστηκε ίσος με

47.46 Mg / s. Κατωτέρω παρουσιάζεται αναλυτικά ο υπολογισμός των συντελεστών C των πλευρικών αποσβεστήρων κατά τη διεύθυνση y για τη διακριτοποίηση του καννάβου των 0.20 m και του 1.00 m:

$$C_{0.20} = \rho \times V_S \times A_{0.20} = 1.695 \text{ Mg / m}^3 \times 140 \text{ m / s}^2 \times 0.25 \text{ m}^2 = 47.46 \text{ Mg / s}$$

$$C_{1.00} = \rho \times V_S \times A_{1.00} = 1.695 \text{ Mg / m}^3 \times 140 \text{ m / s}^2 \times 1.00 \text{ m}^2 = 237.30 \text{ Mg / s}$$

Ο συντελεστής C των αποσβεστήρων της βάσης των εδαφικών στηλών υπολογίστηκε ως ακολούθως:

$$C = \rho \times V_S \times A_{1,000.0} = 1.695 \text{ Mg / m}^3 \times 140 \text{ m / s}^2 \times 1,000.00 \text{ m}^2 = 237,300.00 \text{ Mg / s.}$$

Οι κόμβοι της βάσης του εδάφους και των εδαφικών στηλών δεσμεύθηκαν κατά την y διεύθυνση, ώστε να παρεμποδιστεί οποιαδήποτε κατακόρυφη μετακίνηση του εδάφους και των εδαφικών στηλών από τις θέσεις τους, καθώς με τον τρόπο αυτό λειτούργησε και το πειραματικό ομοίωμα.

Η διεπιφάνεια μεταξύ του τοίχου και του εδάφους προσομοιάστηκε με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτρέπεται η ολίσθηση του τοίχου αντιστήριξης. Για τις διεπιφάνειες της βάσης και της πλευράς, μεταξύ του τοίχου και του εδάφους χρησιμοποιήθηκε συντελεστής τριβής $\mu = 0.34$.

Οι σεισμικές εξαιτήσεις και οι εξιδανικευμένοι παλμοί εισήχθησαν στους κόμβους της βάσης του εδάφους και των εδαφικών στηλών, καθώς στο πείραμα του φυγοκεντριστή η ταλάντωση εφαρμόστηκε στη βάση του διατμητικού κουτιού.

3.3 ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΕΞΑΙΤΗΣΗ

Οι σεισμικές διεγέρσεις, οι οποίες εφαρμόστηκαν, ήταν οι TAK-090-2 [Κόμπε (1995)], Loma Prieta SC-2 [Βόρεια Καλιφόρνια (1989)] και Kocaeli YPT-330-2 [Νικομήδεια (1999)]. Όλες οι προαναφερθείσες διεγέρσεις είναι όμοιες με τις αντίστοιχες διεγέρσεις, οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα του φυγοκεντριστή, καθώς ελήφθησαν από τα δεδομένα του πειράματος ROOZ02 από τον παγκόσμιο ιστό.

Τα επιταχυνσιογραφήματα των εισηγμένων σεισμικών εξαιτήσεων στη βάση του αριθμητικού προσομοιώματος, καθώς και τα αντίστοιχα φάσματα απόκρισης με συντελεστή απόσβεσης 5 %, παρουσιάζονται στα **Διαγράμματα 3.1, 3.2** (TAK-090-2), **3.37, 3.38** (Loma Prieta SC-2), **3.53** και **3.54** (Kocaeli YPT-330-2). Τα επιταχυνσιογραφήματα αυτά καταγράφηκαν στην κατώτερη αριστερή γωνία του προσομοιώματος σε αντιστοιχία με τις καταγραφές του σημείου A35 του ομοιώματος του δυναμικού φυγοκεντριστή.

3.4 ΚΑΤΑΣΤΑΤΙΚΟ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑ MC

Αρχικά, το καταστατικό προσομοίωμα επιλέχθηκε να ακολουθεί το κριτήριο διαρροής Mohr-Coulomb, με κινηματική κράτυνση, ώστε να αποδειχθεί εάν το εν λόγω καταστατικό προσομοίωμα, έχει τη δυνατότητα μιας ταχύτερης ανάλυσης, έχοντας ως παράλληλο στόχο ικανοποιητική ακρίβεια αποτελεσμάτων.

Στους **Πίνακες 3.4** και **3.5**, που ακολουθούν αναφέρονται τα χαρακτηριστικά του αντιστηριζόμενου εδάφους και του εδάφους θεμελίωσης αντίστοιχα, όσον αφορά το αριθμητικό προσομοίωμα με το καταστατικό προσομοίωμα MC.

Πίνακας 3.4 Χαρακτηριστικά αντιστηριζομένου εδάφους

Όνομασία	Συμβολισμός	Τιμή	Μονάδα Μέτρησης
Μέτρο Ελαστικότητας	E_1	450	MPa
Λόγος Poisson	ν_1	0.25	-
Πυκνότητα	ρ_1	1.695	Mg / m ³
Γωνία Τριβής	ϕ_1	35	ο
Γωνία Διαστολικότητας	ψ_1	5	ο
Συνοχή	c_1	2	kPa

Πίνακας 3.5 Χαρακτηριστικά εδάφους θεμελίωσης

Όνομασία	Συμβολισμός	Τιμή	Μονάδα Μέτρησης
Μέτρο Ελαστικότητας	E_2	675	MPa
Λόγος Poisson	ν_2	0.25	-
Πυκνότητα	ρ_2	1.695	Mg / m ³
Γωνία Τριβής	ϕ_2	42.5	ο
Γωνία Διαστολικότητας	ψ_2	12.5	ο
Συνοχή	c_2	3	kPa

3.5 ΣΟΦΙΣΤΕΥΜΕΝΟ ΚΑΤΑΣΤΑΤΙΚΟ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑ

Η μορφή, οι διαστάσεις και τα χαρακτηριστικά του τελικού προσομοιώματος πηγάζουν από το αριθμητικό προσομοίωμα με το κριτήριο διαρροής Mohr-Coulomb, με κινηματική κράτυνση. Επομένως δημιουργήθηκε ένα όμοιο προσομοίωμα με τη μόνη, αλλά παράλληλα ουσιώδη, μεταβολή να αφορά στην περιγραφή του τρόπου διαρροής του εδάφους, αυτή τη φορά βάσει του σοφιστευμένου καταστατικού προσομοιώματος. Όπως αναφέρθηκε και στην ανωτέρω **παράγραφο 3.1**, πρόκειται για ένα απλοποιημένο καταστατικό προσομοίωμα για την ανάλυση της ανακυκλικής συμπεριφοράς ρηχών θεμελιώσεων.

Αναλυτικότερα, το εν λόγω καταστατικό προσομοίωμα βασίζεται σε ένα καταστατικό προσομοίωμα κινηματικής κράτυνσης με κριτήριο αστοχίας Von Mises. Το προσομοίωμα έχει κατασκευαστεί με τέτοιο τρόπο, ώστε να είναι ευαίσθητο στην πίεση, ενώ παράλληλα είναι ικανό να αναπαράγει και τη χαμηλή παραμορφωσιακή στιβαρότητα και τη μέγιστη αντοχή των αργίλων και των άμμων (**Anastasopoulos et al. 2011**).

Ορισμένα από τα χαρακτηριστικά του αντιστηριζόμενου εδάφους και του εδάφους θεμελίωσης δίδονται στον ακόλουθο **Πίνακα 3.6**, ενώ όσον αφορά τις υπόλοιπες παραμέτρους του εδάφους, αυτές υπολογίζονται αυτόματα από την υπορουτίνα του σοφιστευμένου καταστατικού προσομοιώματος, μέσω μίας συνεχούς επαναληπτικής διαδικασίας.

Πίνακας 3.6 Χαρακτηριστικά αντιστηριζόμενου εδάφους και εδάφους θεμελίωσης

Όνομασία	Συμβολισμός	Τιμή	Μονάδα Μέτρησης
Λόγος Poisson	ν	0.25	-
Πυκνότητα	ρ_1	1.695	Mg / m ³

3.6 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ

Η έκθεση των διαφόρων αποτελεσμάτων της ανάλυση της σεισμικής εξαίτησης επί του προσομοιώματος πραγματοποιείται σε σύγκριση με τα αποτελέσματα του πειράματος του δυναμικού φυγοκεντριστή, ώστε να συγκρίνεται εκ πρώτης όψεως η απόδοση της χρησιμοποιούμενης μεθόδου. Επιπρόσθετα, για τη διέγερση **TAK-090-2**, παρέχεται άμεση σύγκριση των αποτελεσμάτων του καταστατικού προσομοιώματος MC με τα αποτελέσματα του σοφιστευμένου καταστατικού προσομοιώματος και τα αποτελέσματα του πειράματος του φυγοκεντριστή. Ακολούθως, παρατίθενται τα αποτελέσματα των αναλύσεων που αφορούν τις ροπές, τις επιταχύνσεις, τις εδαφικές πιέσεις και τις πλαστικές παραμορφώσεις.

3.6.1 ΡΟΠΕΣ

Οι ροπές, οι οποίες αναπτύχθηκαν στον εύκαμπτο τοίχο δίδονται στο **Διαγράμματα 3.19, 3.35, 3.51** και **3.67**. Ειδικότερα, στο **Διάγραμμα 3.19**

παρουσιάζονται οι ροπές, οι προκύπτουσες από την αριθμητική ανάλυση με το σοφιστευμένο καταστατικό προσομοίωμα (ερυθρή συνεχή γραμμή) σε σύγκριση με τις μετρημένες ροπές από το πείραμα του φυγοκεντριστή (μαύρη συνεχή γραμμή) για τη διέγερση TAK-090-2. Στο **Διάγραμμα 3.35** αναδεικνύεται η σύγκριση των προαναφερθεισών ροπών, με τις ροπές που προέκυψαν από την ανάλυση με το καταστατικό προσομοίωμα MC (κυανή συνεχή γραμμή), για τη διέγερση **TAK-090-2**.

Τα **Διαγράμματα 3.51** και **3.67** είναι αντίστοιχα με το **Διάγραμμα 3.19** και αναφέρονται στις διεγέρσεις **YPT-330-2** και **SC-2**.

3.6.2 ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΙΟΓΡΑΦΗΜΑΤΑ – ΦΑΣΜΑΤΑ ΕΛΑΣΤΙΚΗΣ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ

Τα επιταχυνσιογραφήματα καταγράφηκαν στις θέσεις **A28, A27, A22** και **A16**, οι οποίες διακρίνονται στα **Σχήματα 3.9** και **3.10**, όσον αφορά την εγγύς περιοχή του τοίχου αντιστήριξης και στη θέση **A24**, για το ελεύθερο πεδίο, όπως καταδεικνύεται στο **Σχήμα 1.5**. Από τα προαναφερθέντα επιταχυνσιογραφήματα προέκυψαν τα αντίστοιχα φάσματα ελαστικής απόκρισης, σε όρους φασματικής επιτάχυνσης – περιόδου, με συντελεστή απόσβεσης 5 %.

Τα **Διαγράμματα 3.3 – 3.18** αναφέρονται στη διέγερση TAK-090-2 με το σοφιστευμένο καταστατικό προσομοίωμα, ενώ τα **Διαγράμματα 3.21 - 3.34** και το **Διάγραμμα 3.36** αντιστοιχούν στη διέγερση TAK-090-2 με το καταστατικό προσομοίωμα MC. Τα **Διαγράμματα 3.39 – 3.50** προέκυψαν από την ανάλυση της διέγερσης YPT-330-2 με το σοφιστευμένο καταστατικό προσομοίωμα και τα **Διαγράμματα 3.55 – 3.66** αντιστοιχούν στη διέγερση SC-2 με το σοφιστευμένο καταστατικό προσομοίωμα.

3.6.3 ΚΑΤΑΓΡΑΦΕΣ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΩΘΗΣΕΩΝ

Οι χρονοϊστορίες των εδαφικών ωθήσεων που καταγράφηκαν για τις αναλύσεις με το σοφιστευμένο καταστατικό προσομοίωμα παρουσιάζονται στα **Διαγράμματα 3.20, 3.52** και **3.68**.

Το **Διάγραμμα 3.20** αναφέρεται στη διέγερση TAK-090-2 με το σοφιστευμένο καταστατικό προσομοίωμα, το **Διάγραμμα 3.52** προέκυψε από την ανάλυση της διέγερσης YPT-330-2 με το σοφιστευμένο καταστατικό προσομοίωμα και το

Διάγραμμα 3.68 αντιστοιχεί στη διέγερση SC-2 με το σοφιστευμένο καταστατικό προσομοίωμα.

3.6.4 ΠΛΑΣΤΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ - ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ

Οι εικόνες των πλαστικών παραμορφώσεων του αριθμητικού προσομοιώματος για τις διάφορες διεγέρσεις αναδεικνύονται στα **Σχήματα 3.11, 3.13, 3.14** και **3.15**, ενώ στο **Σχήμα 3.12** δίδεται η σύγκριση της αρχικής και της τελικής θέσης του ευκάμπτου τοίχου αντιστήριξης για τη διέγερση TAK-090-2 με το σοφιστευμένο καταστατικό προσομοίωμα.

Το **Σχήμα 3.11** αναφέρεται στη διέγερση TAK-090-2 με το σοφιστευμένο καταστατικό προσομοίωμα και το **Σχήμα 3.13** αντιστοιχεί στη διέγερση TAK-090-2 με το καταστατικό προσομοίωμα MC. Τέλος, το **Σχήμα 3.14** προέκυψε από την ανάλυση της διέγερσης YPT-330-2 με το σοφιστευμένο καταστατικό προσομοίωμα και το **Σχήμα 3.15** αντιστοιχεί στη διέγερση SC-2 με το σοφιστευμένο καταστατικό προσομοίωμα.

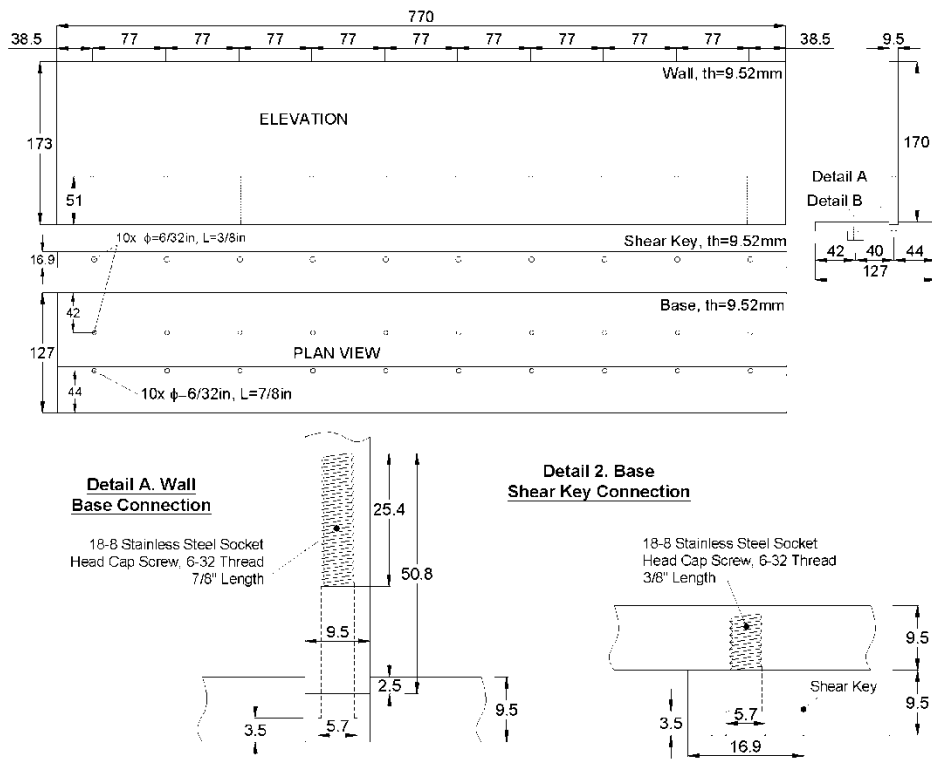
3.7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Όσον αφορά στις ροπές, τα αποτελέσματα του σοφιστευμένου καταστατικού προσομοιώματος παρουσιάζουν ικανοποιητική ταύτιση με τα αποτελέσματα του πειράματος του φυγοκεντριστή. Εν αντιθέσει οι ροπές του καταστατικού προσομοιώματος MC έχουν μεγαλύτερη απόκλιση κυρίως στις μέγιστες τιμές της ροπής.

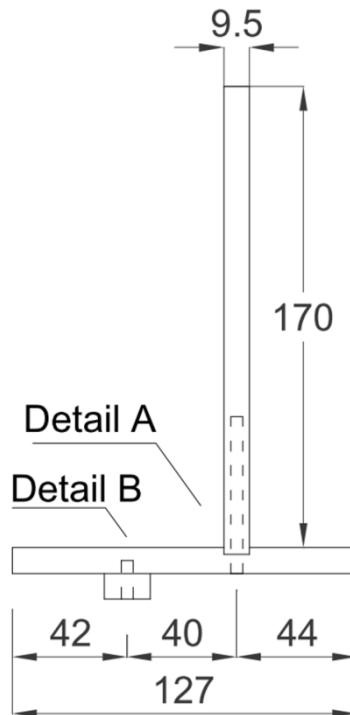
Όσον αφορά στις επιταχύνσεις, τα αποτελέσματα του σοφιστευμένου καταστατικού προσομοιώματος παρουσιάζουν πολύ καλή ταύτιση με τα αποτελέσματα του πειράματος του φυγοκεντριστή. Η ταύτιση αυτή αναδεικνύεται τόσο από άποψη συχνοτικού περιεχομένου, όσο και άποψη μεγίστων τιμών. Οι επιταχύνσεις από το καταστατικό προσομοίωμα MC δεν ταυτίζονται καθόλου.

Όσον αφορά στις χρονοϊστορίες των εδαφικών ωθήσεων, τα αποτελέσματα του σοφιστευμένου καταστατικού προσομοιώματος παρουσιάζουν πολύ καλή ταύτιση με τα αποτελέσματα του πειράματος του φυγοκεντριστή.

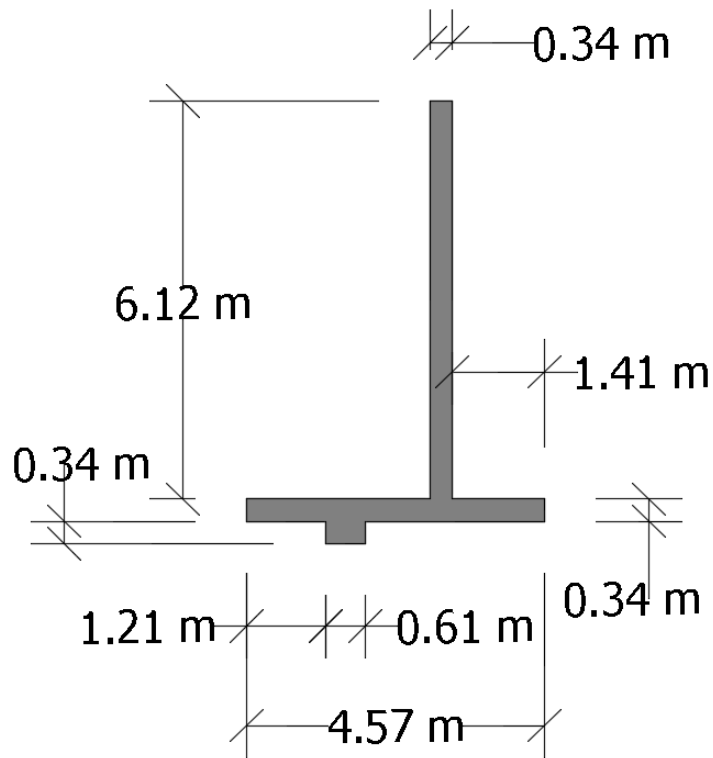
Συμπερασματικά, οι αναλύσεις με το σοφιστευμένο καταστατικό προσομοίωμα παρουσιάζουν ικανοποιητική ταύτιση με το πείραμα του δυναμικού φυγοκεντριστή. Γεγονός το οποίο δε δύναται να ισχύσει και για τις αναλύσεις με το καταστατικό προσομοίωμα MC.



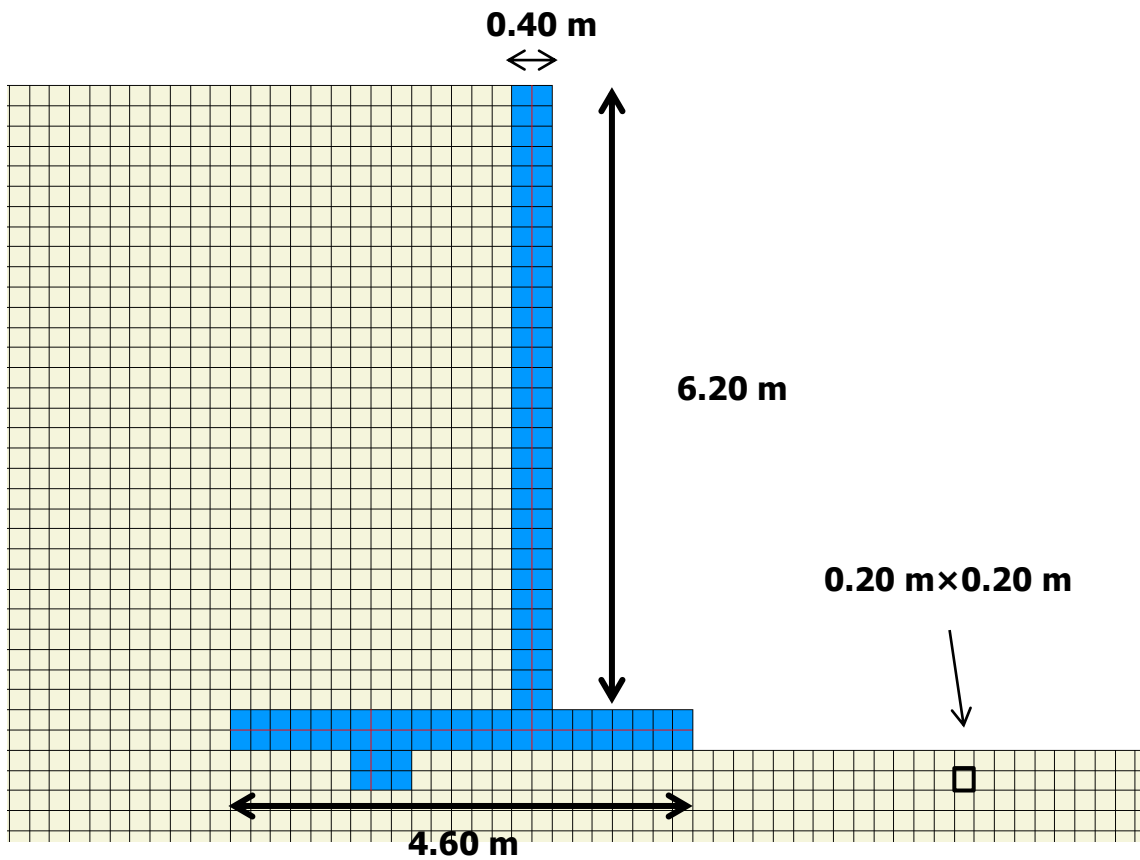
Σχήμα 3.1. Διαστάσεις ομοιώματος ευκάμπτου τοίχου αντιστήριξης διατομής ανεστραμμένου T πειραματικής διάταξης ROOZ02 R. G. Mikola and N. Sitar (2013) [Διαστάσεις σε mm]



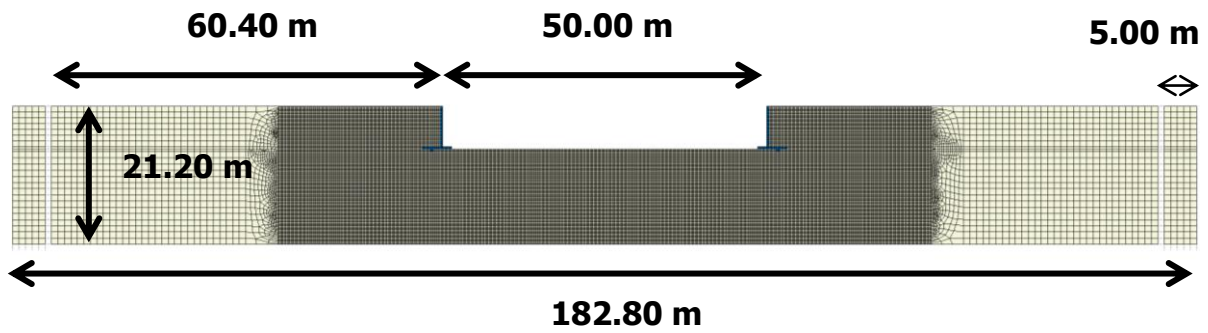
Σχήμα 3.2. Μεγέθυνση λεπτομέρειας Σχήματος 3.1, που αφορά στις διαστάσεις της διατομής του ομοιώματος



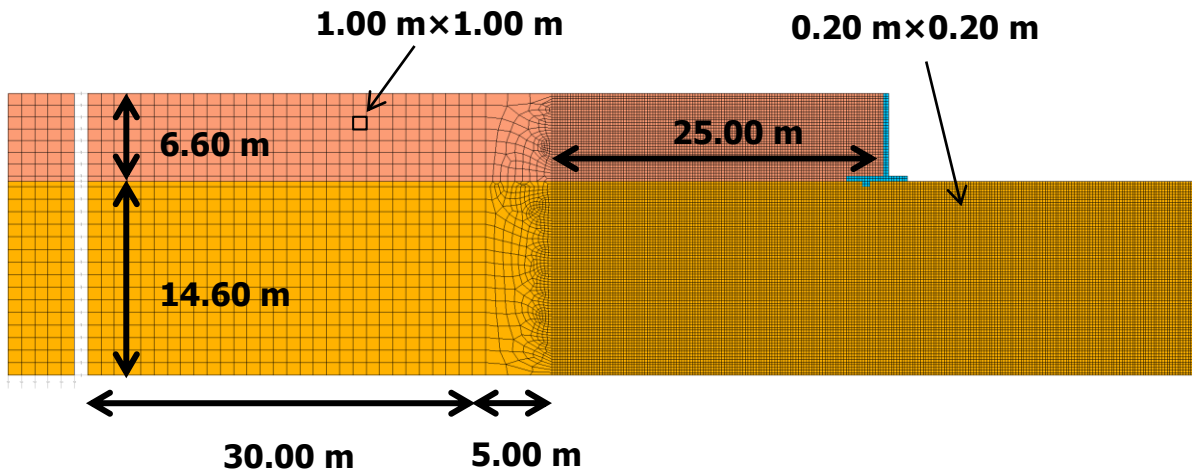
Σχήμα 3.3. Διαστάσεις πρωτοτύπου ευκάμπτου τοίχου αντιστήριξης



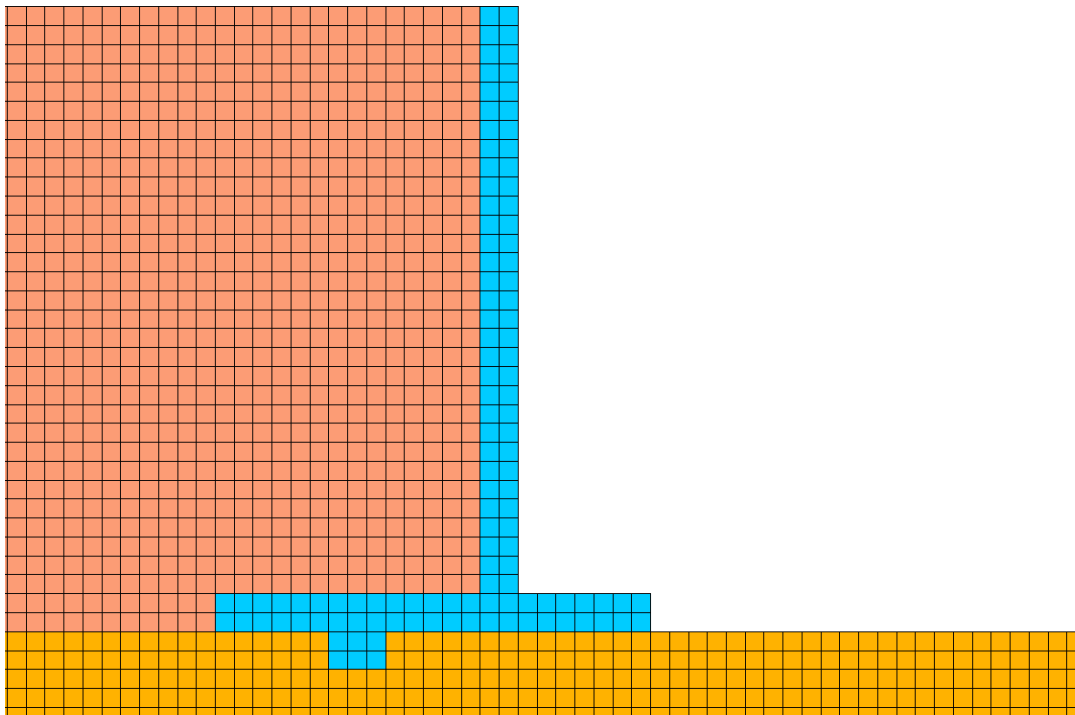
Διάγραμμα 3.4. Διαστάσεις προσομοιώματος ευκάμπτου τοίχου αντιστήριξης αριθμητικής ανάλυσης



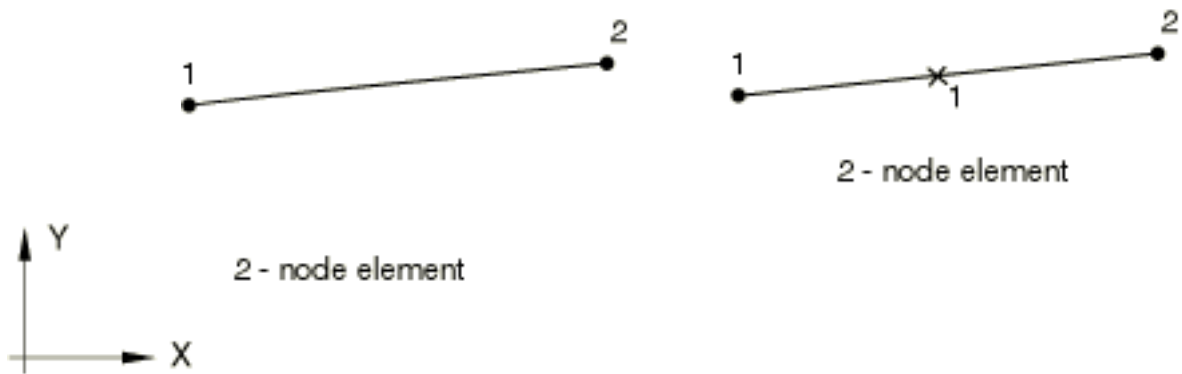
Σχήμα 3.5. Διαστάσεις συνολικού αριθμητικού προσομοιώματος



Σχήμα 3.6. Διαστάσεις αριστερού μέρους αριθμητικού προσομοιώματος με τις διαστάσεις των πεπερασμένων στοιχείων και με τα μήκη των περιοχών αραιής και μεταβλητής διακριτοποίησης



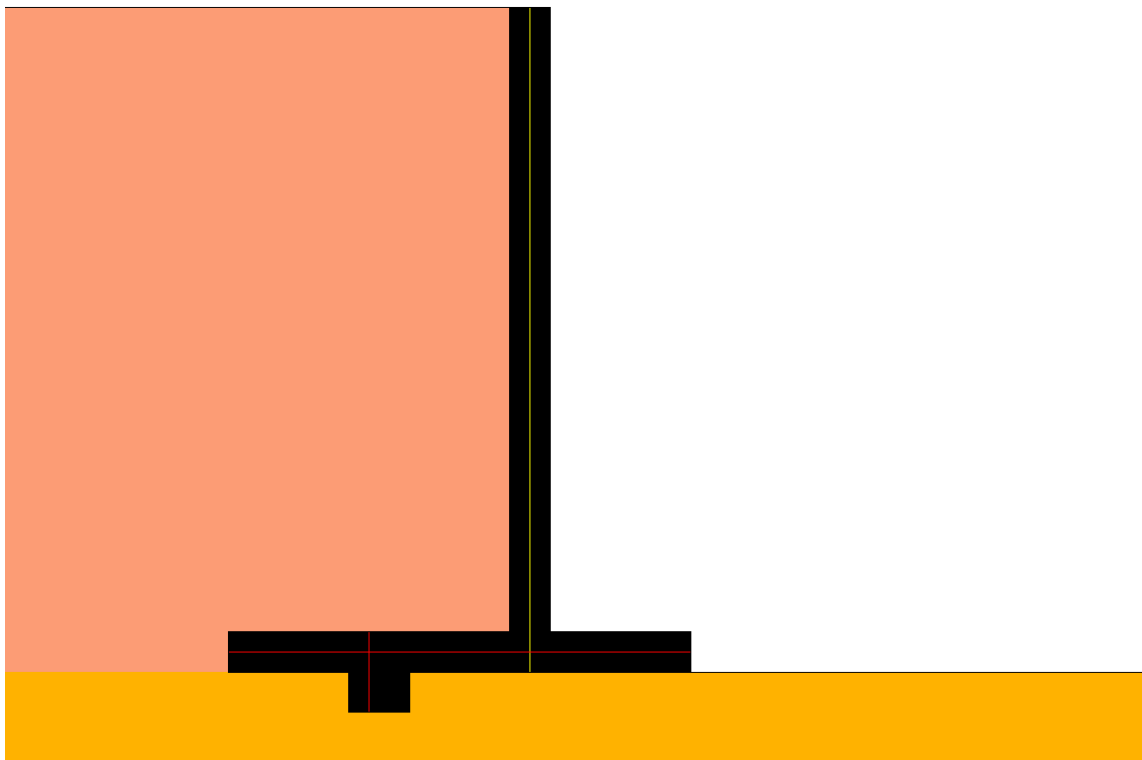
Σχήμα 3.7. Λεπτομέρεια περιοχής ευκάμπτου τοίχου αριθμητικού προσομοιώματος με τα διαφορετικά υλικά: Εύκαμπτος Τοίχος - Dum elements (κυανό χρώμα), Αντιστηριζόμενο έδαφος (απαλό κεραμίδι) και Έδαφος θεμελίωσης (ώχρα)



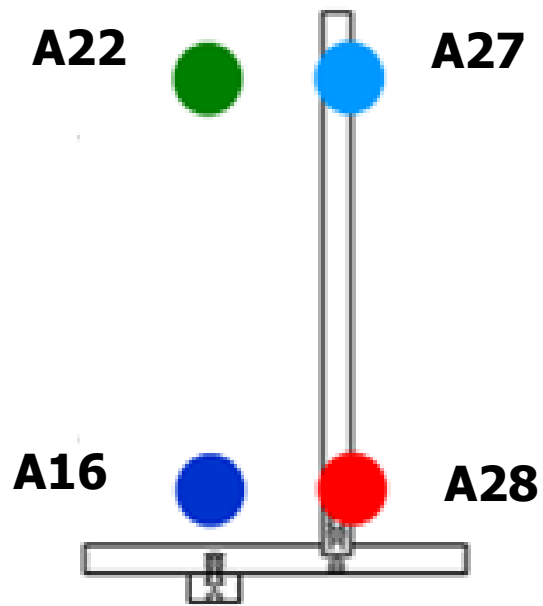
Σχήμα 3.8. Δι-διάστατα, δικομβικά, στοιχεία ράβδου τύπου **B21**, με την ονομασία των κόμβων και του σημείου ολοκλήρωσης

[Πηγή:

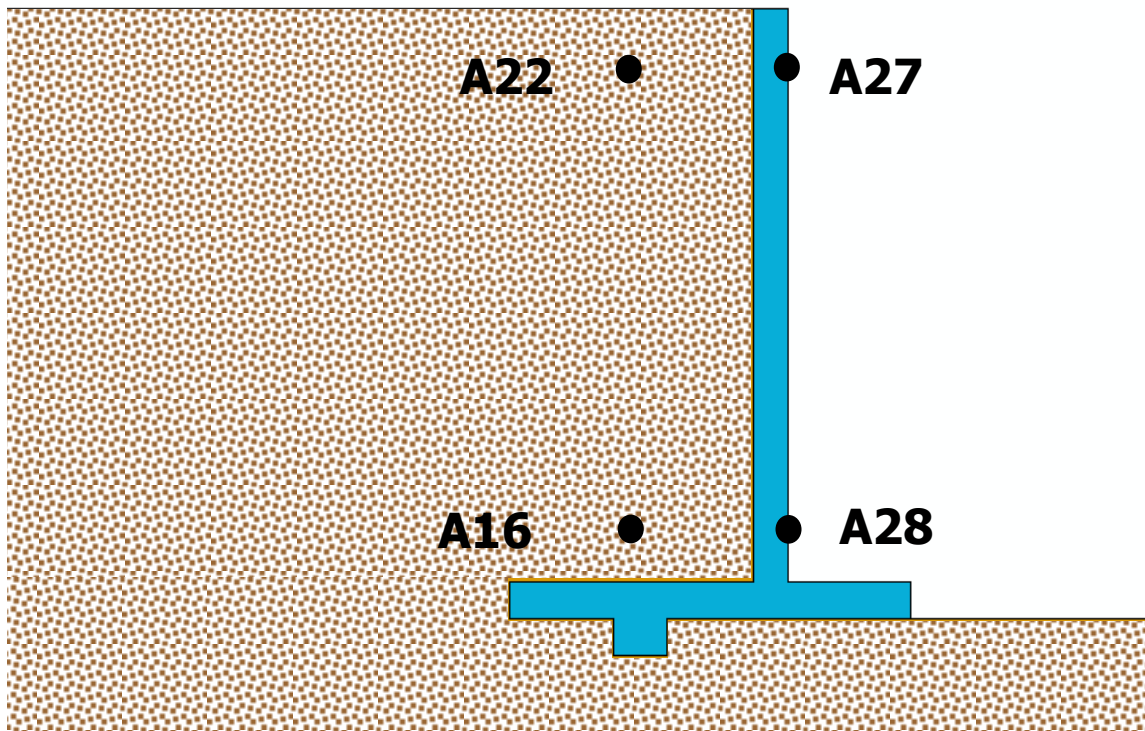
<http://129.97.46.200:2080/v6.13/books/usb/default.htm?startat=pt06ch29s03alm10.html>,
Abaqus Documentation]



Σχήμα 3.9. Λεπτομέρεια προσομοιώματος αριστερού ευκάμπτου τοίχου με την ανάδειξη των στοιχείων δοκού (beam elements) εσωτερικά του τοίχου [Ερυθρά στοιχεία δοκού: Στοιχεία δοκού βάσης, Κίτρινα στοιχεία δοκού: Στοιχεία δοκού κορμού]



Σχήμα 3.10. Παρουσίαση σημείων καταγραφής σεισμικών επιταχύνσεων ομοιώματος ευκάμπτου τοίχου αντιστήριξης διατομής ανεστραμμένου



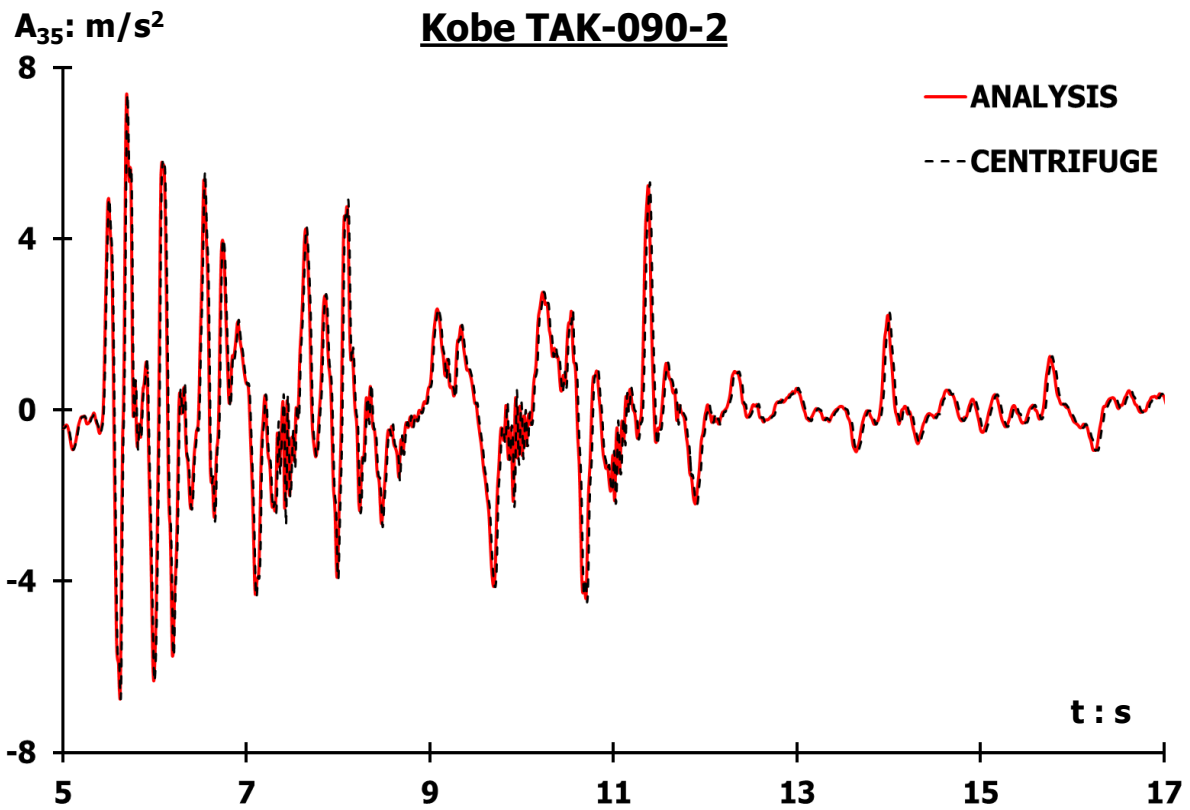
Σχήμα 3.11. Παρουσίαση σημείων καταγραφής σεισμικών επιταχύνσεων του προσομοιώματος ευκάμπτου τοίχου αντιστήριξης διατομής τύπου προβόλου διατομής ανεστραμμένου T

Διέγερση

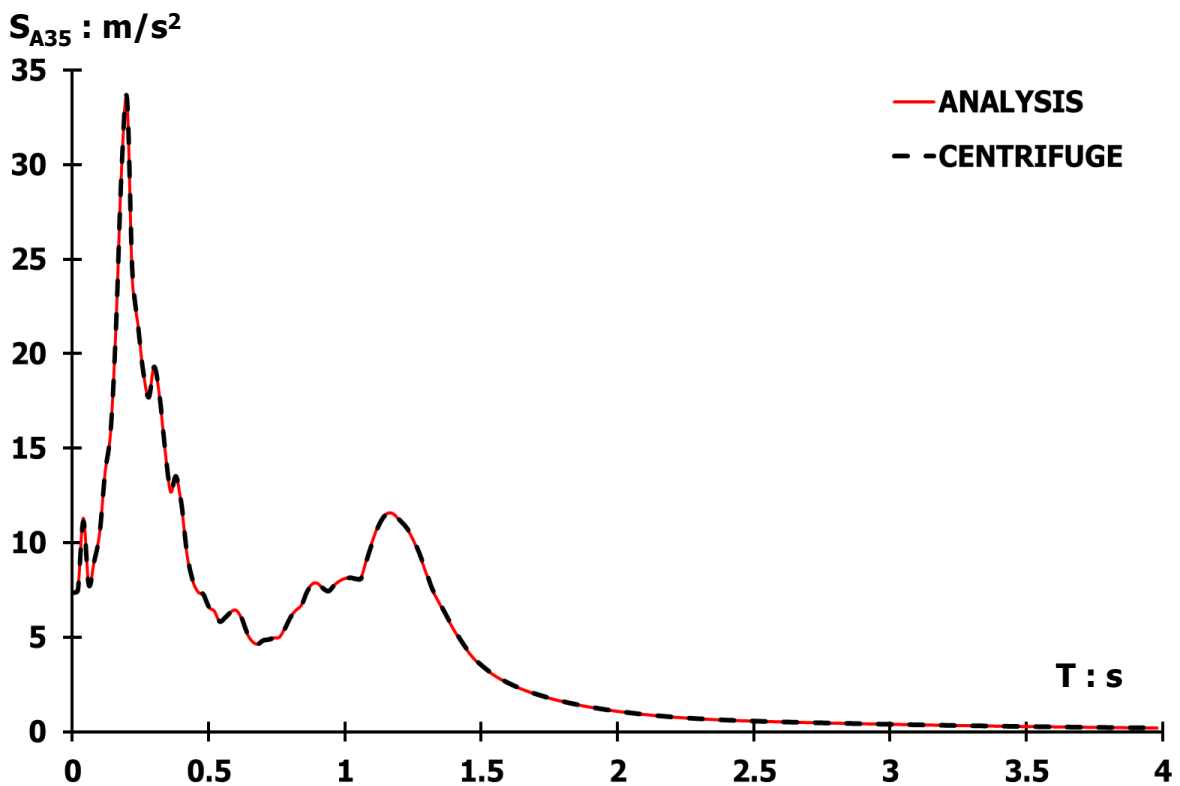
Kobe

TAK – 090 – 2

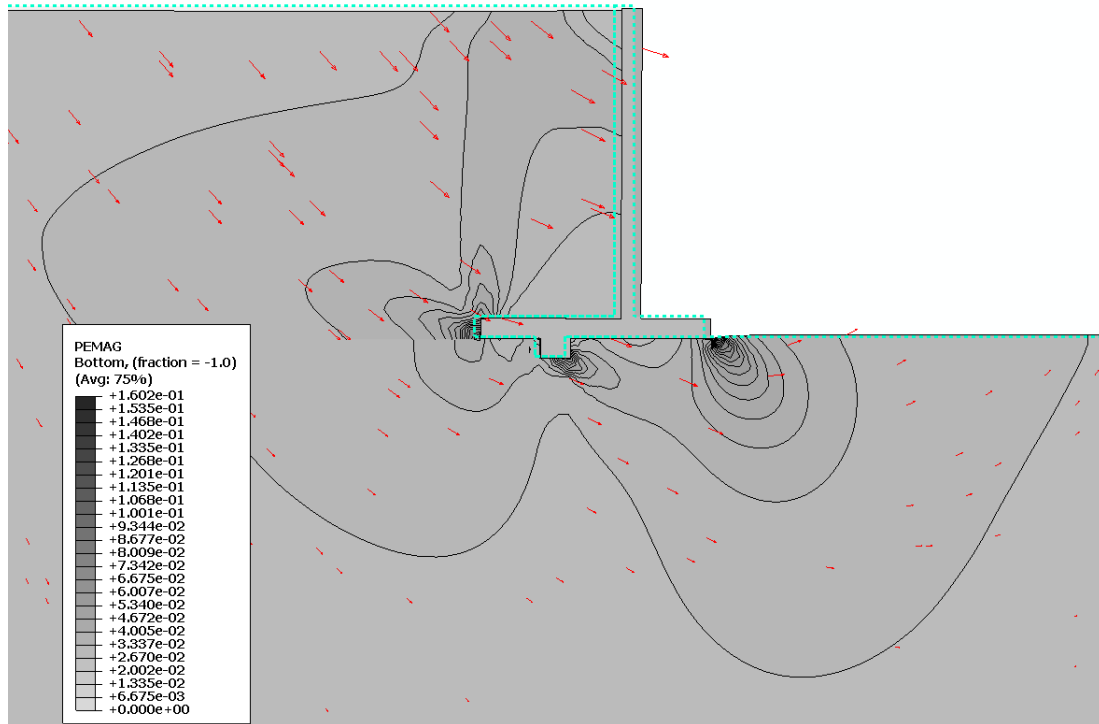
**Σοφιστευμένο
Καταστατικό
Προσομοίωμα**



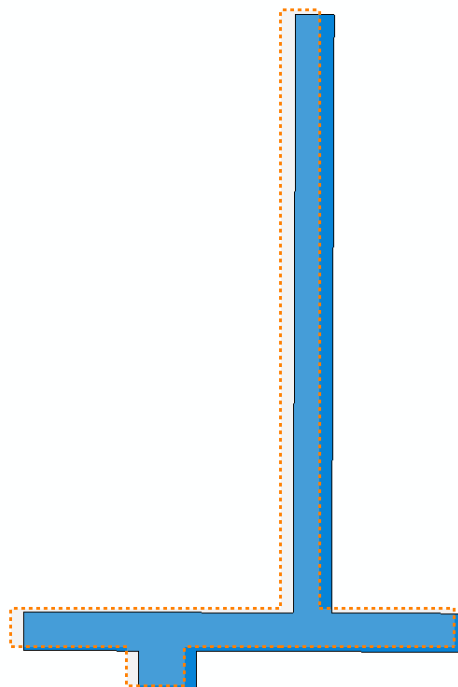
Διάγραμμα 3.1. Σύγκριση επιταχυνσιογραφημάτων επιταχυνσιόμετρου **A35** διέγερσης **TAK-090-2**, πειράματος φυγοκεντρική (διακεκομμένη γραμμή) και αριθμητικής ανάλυσης (ερυθρή γραμμή)



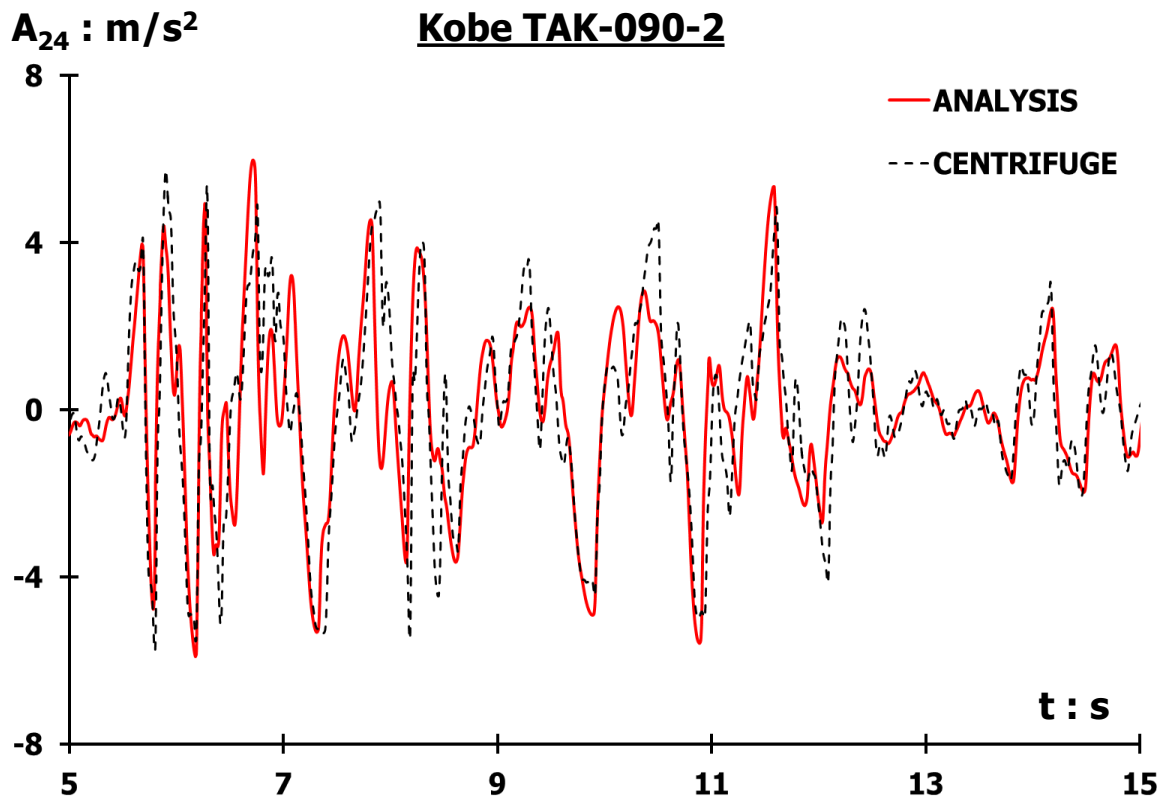
Διάγραμμα 3.2. Σύγκριση ελαστικών φασμάτων απόκρισης επιταχυνσιογραφημάτων Διαγράμματος 3.1, σε όρους φασματικής επιτάχυνσης – περιόδου, με συντελεστή απόσβεσης **5 %**



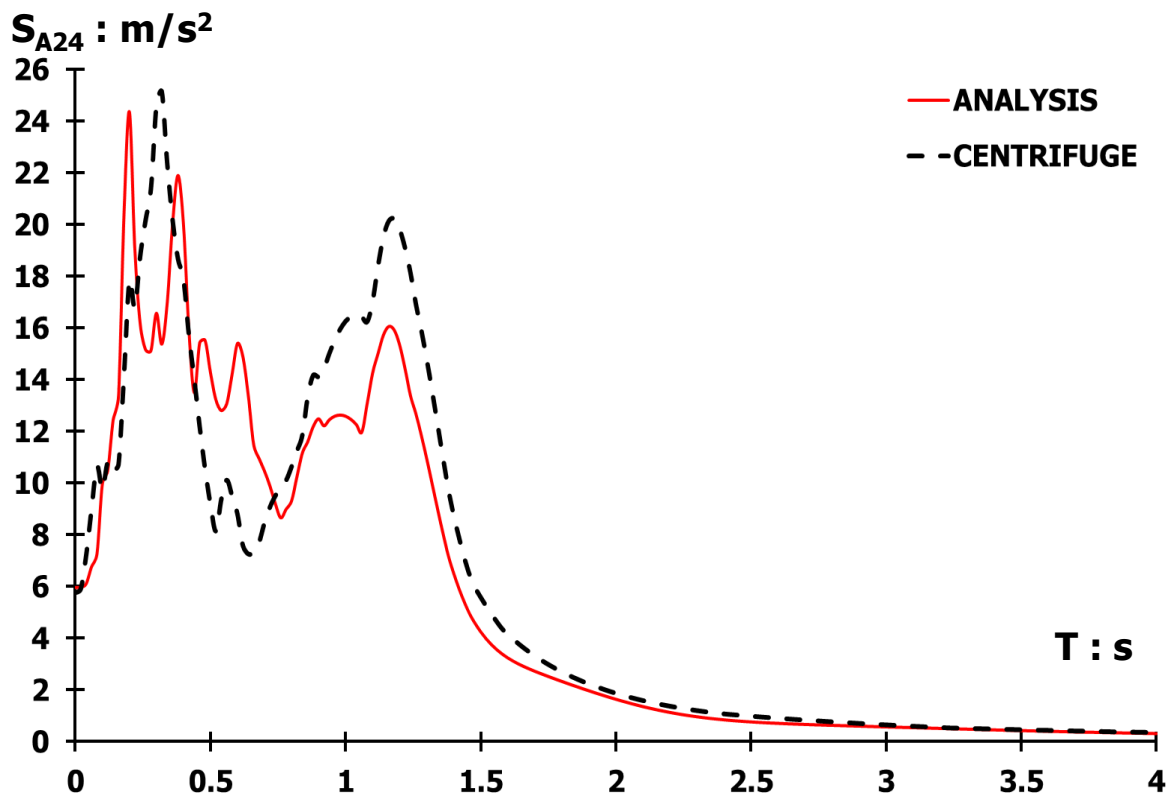
Σχήμα 3.12. Πλαστικές παραμορφώσεις με διανύσματα συνδυασμένης μετακίνησης ευκάμπτου τοίχου αντιστήριξης, σοφιστευμένου καταστατικού προσομοιώματος, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Kobe TAK-090-2** [Φυσική κλίμακα]



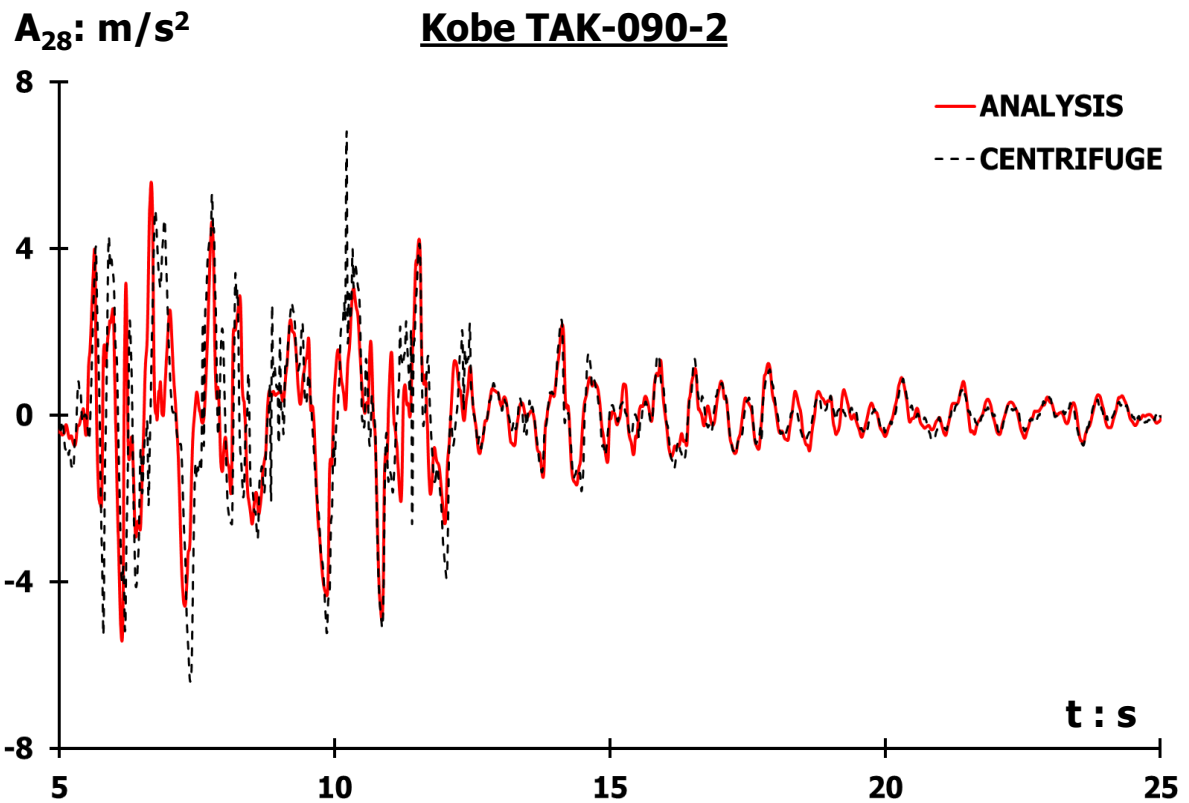
Σχήμα 3.13. Σύγκριση αρχικής και τελικής θέσης ευκάμπτου τοίχου αντιστήριξης Σχήματος 3.3 [Φυσική κλίμακα]



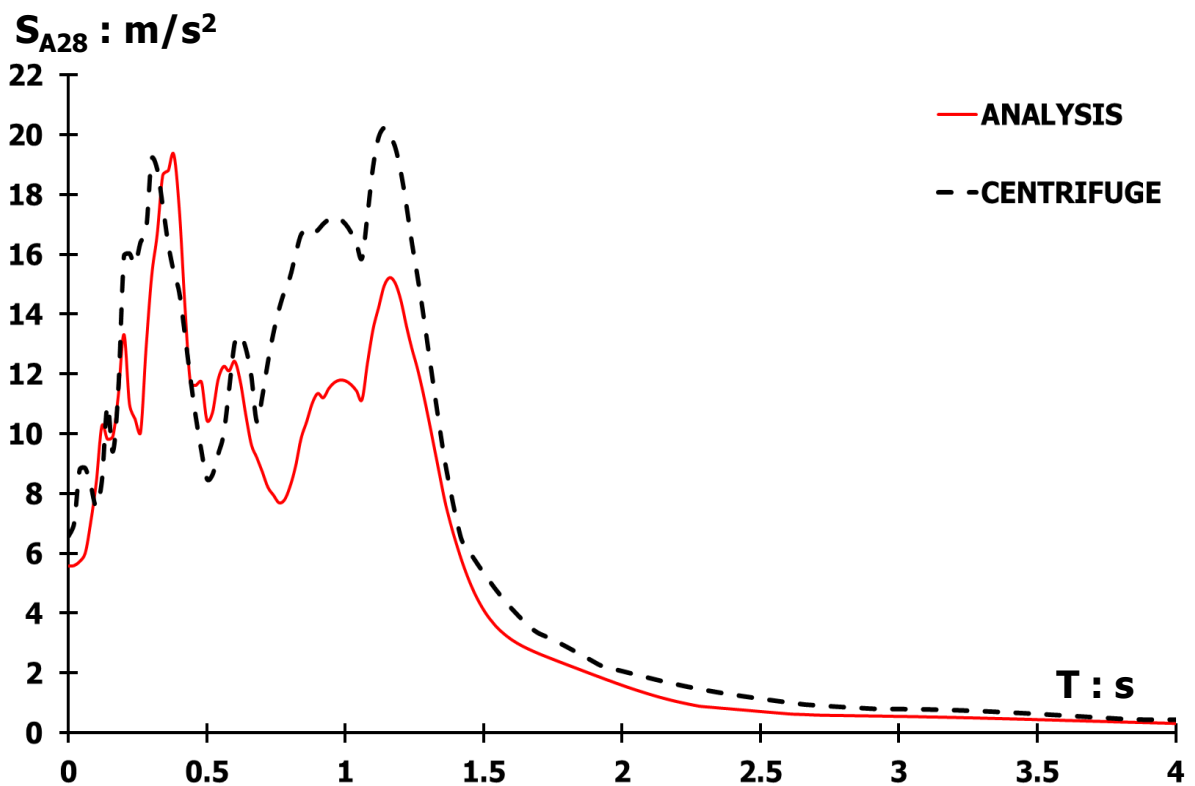
Διάγραμμα 3.3. Σύγκριση επιταχυνσιογραφημάτων επιταχυνσιομέτρου **A24** διέγερσης **TAK-090-2**, πειράματος φυγοκεντρική (διακεκομμένη γραμμή) και αριθμητικής ανάλυσης (ερυθρή γραμμή)



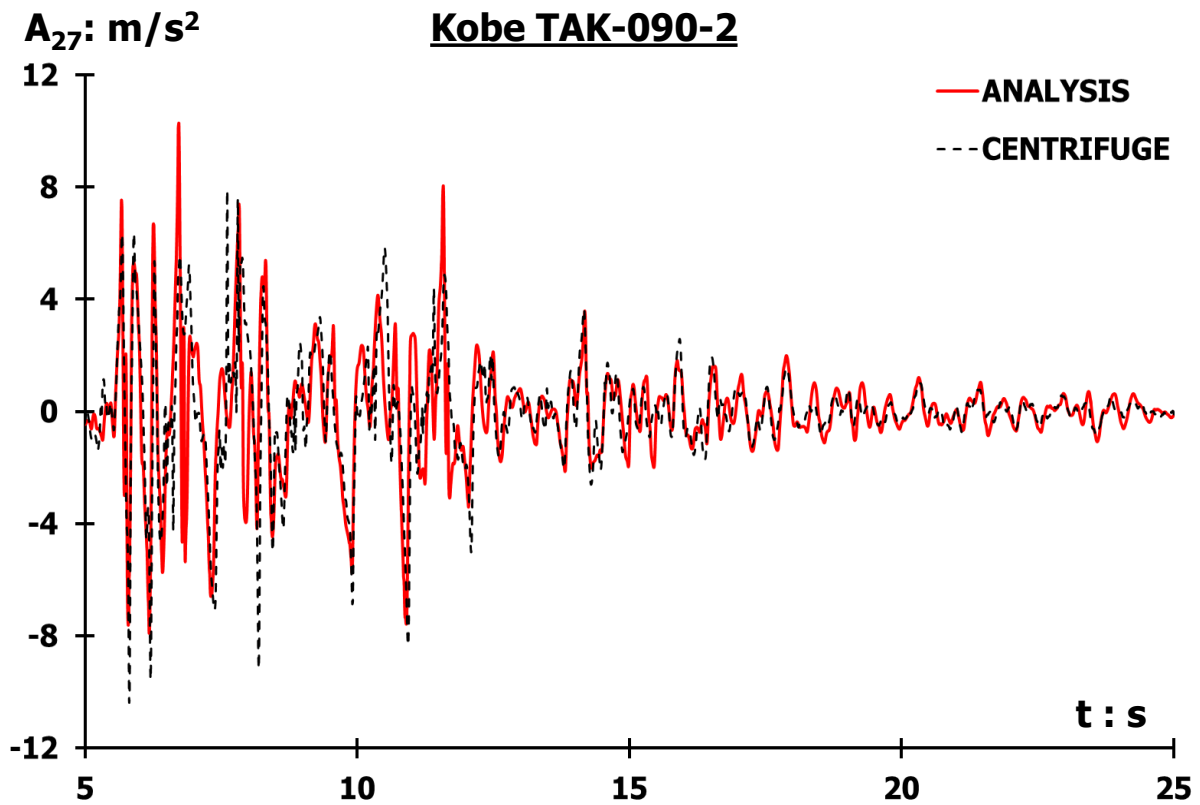
Διάγραμμα 3.4. Σύγκριση ελαστικών φασμάτων απόκρισης επιταχυνσιογραφημάτων Διαγράμματος 3.3, σε όρους φασματικής επιτάχυνσης – περιόδου, με συντελεστή απόσβεσης **5 %**



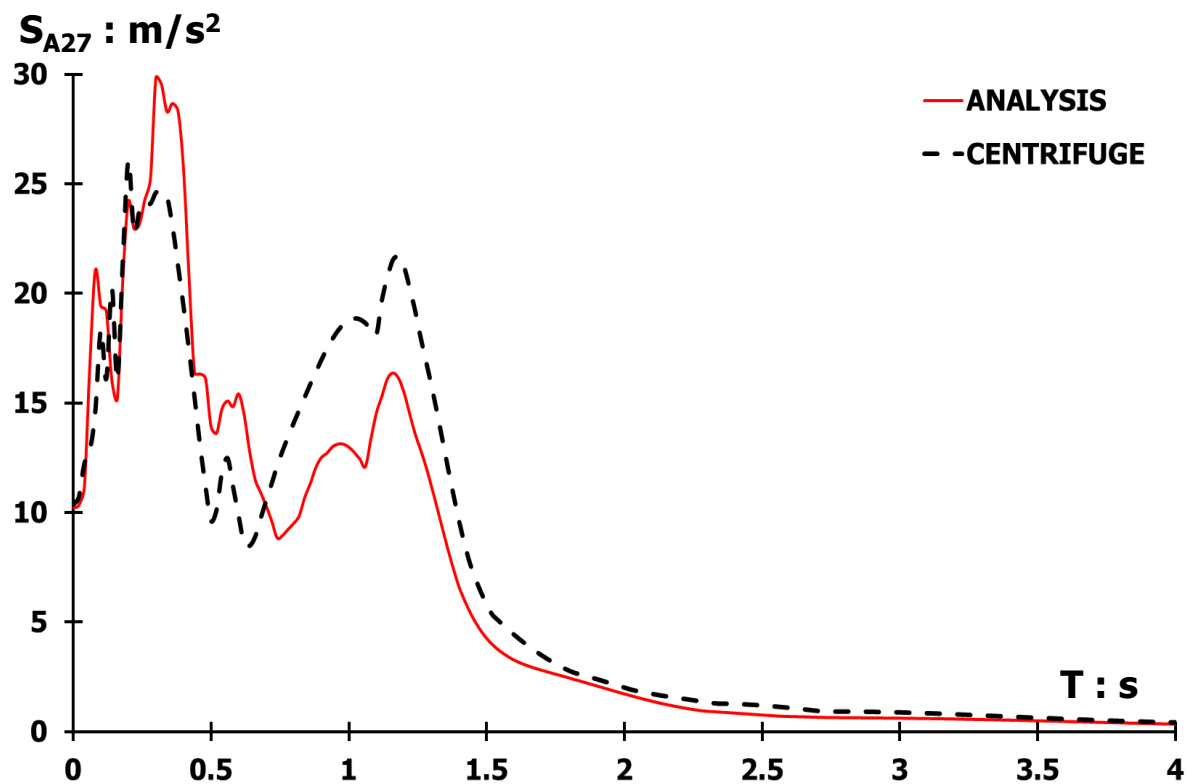
Διάγραμμα 3.5. Σύγκριση επιταχυνσιογραφημάτων επιταχυνσιόμετρου **A28** διέγερσης **TAK-090-2**, πειράματος φυγοκεντριστή (διακεκομμένη γραμμή) και αριθμητικής ανάλυσης (ερυθρή γραμμή)



Διάγραμμα 3.6. Σύγκριση ελαστικών φασμάτων απόκρισης επιταχυνσιογραφημάτων Διαγράμματος 3.5, σε όρους φασματικής επιτάχυνσης – περιόδου, με συντελεστή απόσβεσης **5 %**



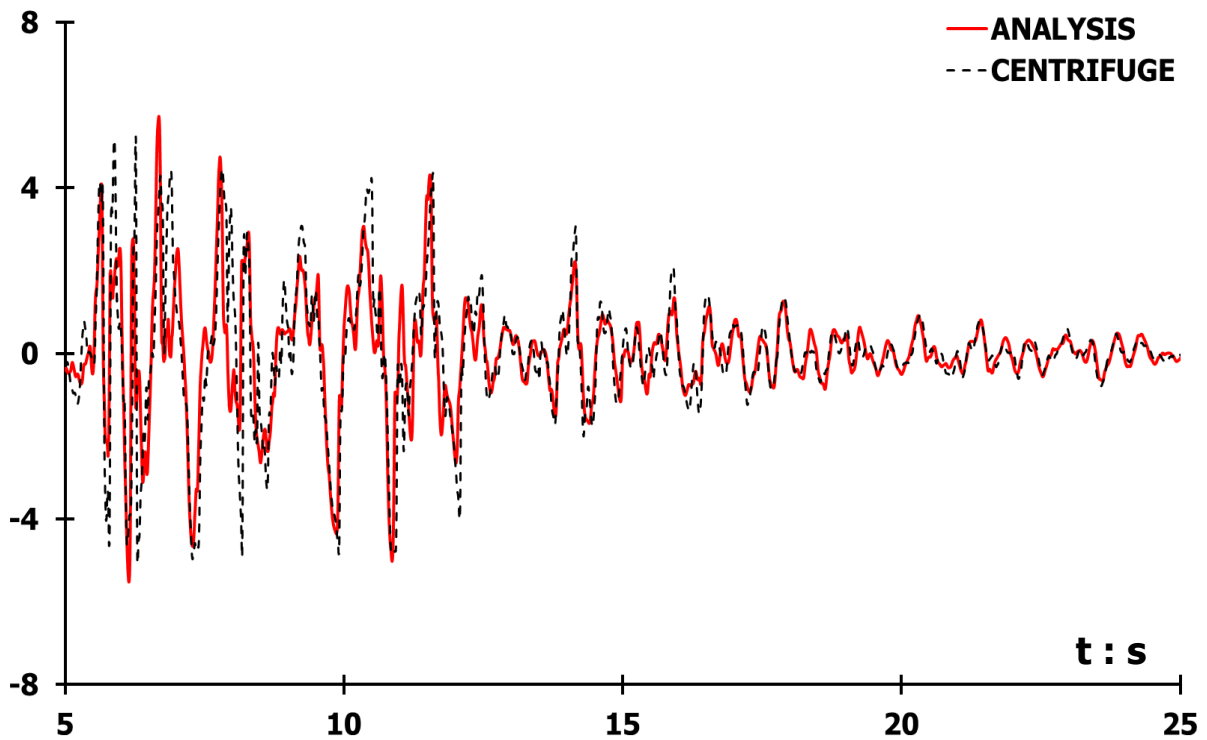
Διάγραμμα 3.7. Σύγκριση επιταχυνσιογραφημάτων επιταχυνσιόμετρου **A27** διέγερσης **TAK-090-2**, πειράματος φυγοκεντριστή (διακεκομμένη γραμμή) και αριθμητικής ανάλυσης (ερυθρή γραμμή)



Διάγραμμα 3.8. Σύγκριση ελαστικών φασμάτων απόκρισης επιταχυνσιογραφημάτων Διαγράμματος 3.7, σε όρους φασματικής επιτάχυνσης – περιόδου, με συντελεστή απόσβεσης **5 %**

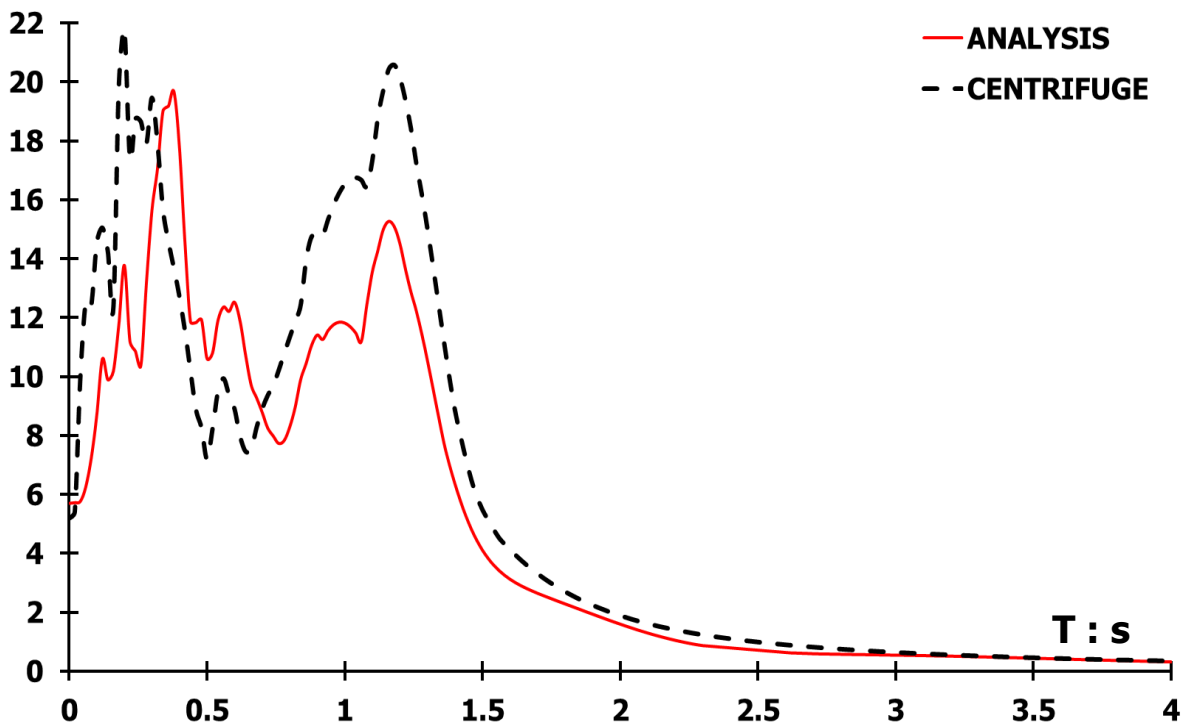
$A_{16} : m/s^2$

Kobe TAK-090-2



Διάγραμμα 3.9. Σύγκριση επιταχυνσιογραφημάτων επιταχυνσιομέτρου **A16** διέγερσης **TAK-090-2**, πειράματος φυγοκεντριστή (διακεκομμένη γραμμή) και αριθμητικής ανάλυσης (ερυθρή γραμμή)

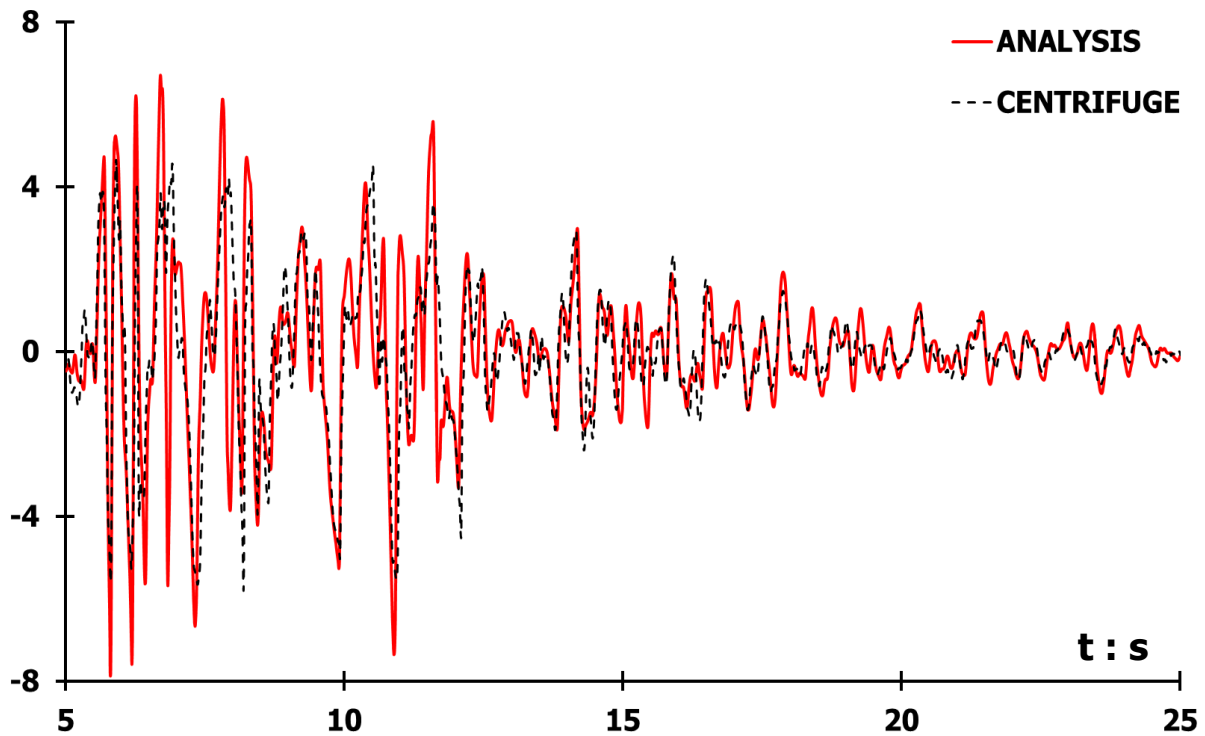
$S_{A16} : m/s^2$



Διάγραμμα 3.10. Σύγκριση ελαστικών φασμάτων απόκρισης επιταχυνσιογραφημάτων Διαγράμματος 3.9, σε όρους φασματικής επιτάχυνσης – περιόδου, με συντελεστή απόσβεσης **5 %**

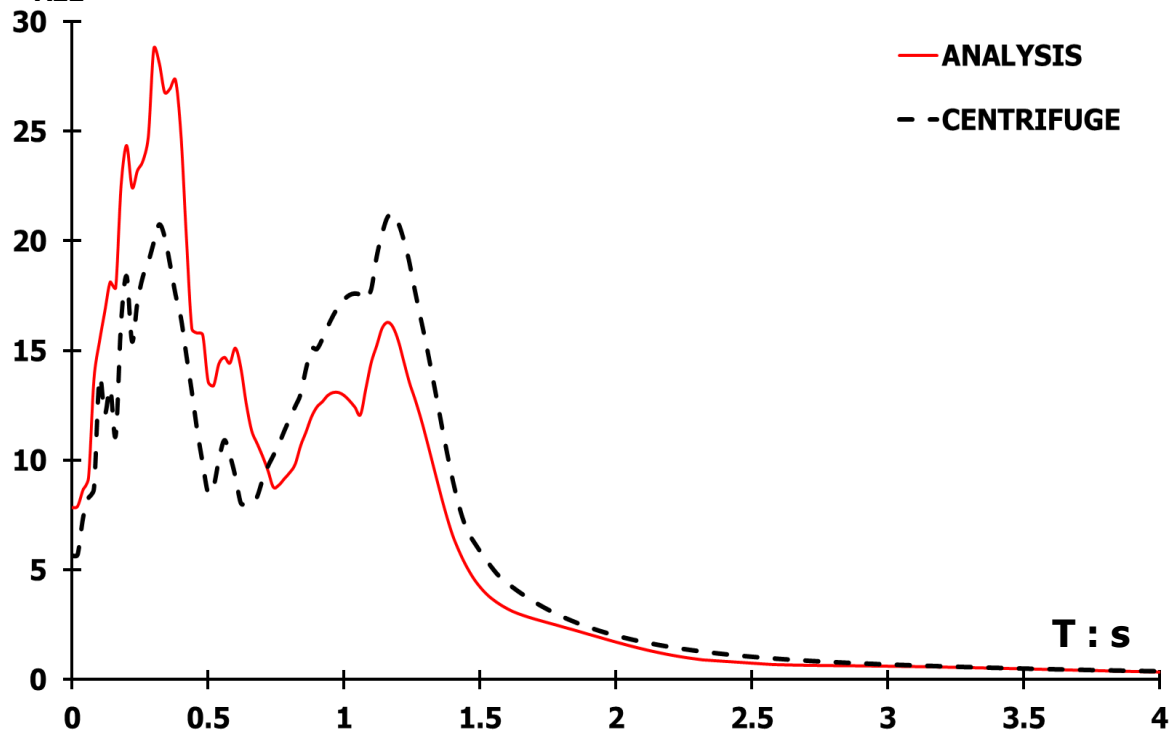
$A_{22}: m/s^2$

Kobe TAK-090-2



Διάγραμμα 3.11. Σύγκριση επιταχυνσιογραφημάτων επιταχυνσιομέτρου **A22** διέγερσης **TAK-090-2**, πειράματος φυγοκεντρική (διακεκομμένη γραμμή) και αριθμητικής ανάλυσης (ερυθρή γραμμή)

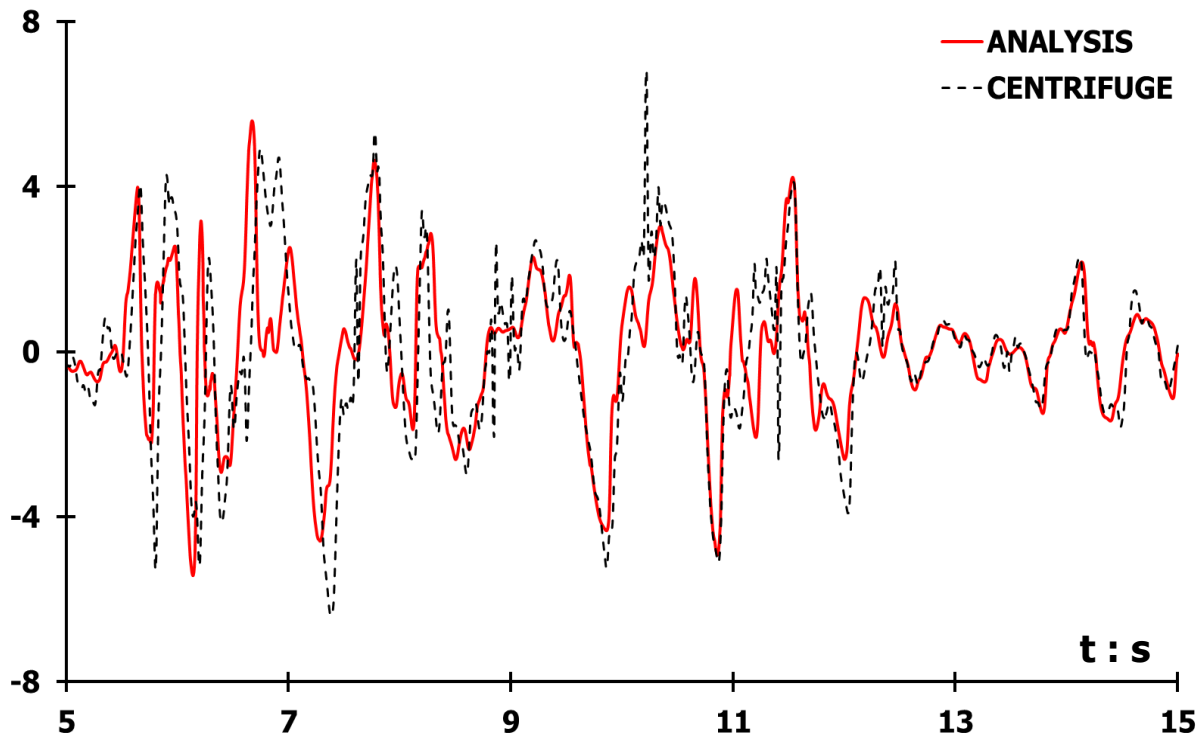
$S_{A22} : m/s^2$



Διάγραμμα 3.12. Σύγκριση ελαστικών φασμάτων απόκρισης επιταχυνσιογραφημάτων Διαγράμματος 3.11, σε όρους φασματικής επιτάχυνσης – περιόδου, με συντελεστή απόσβεσης **5 %**

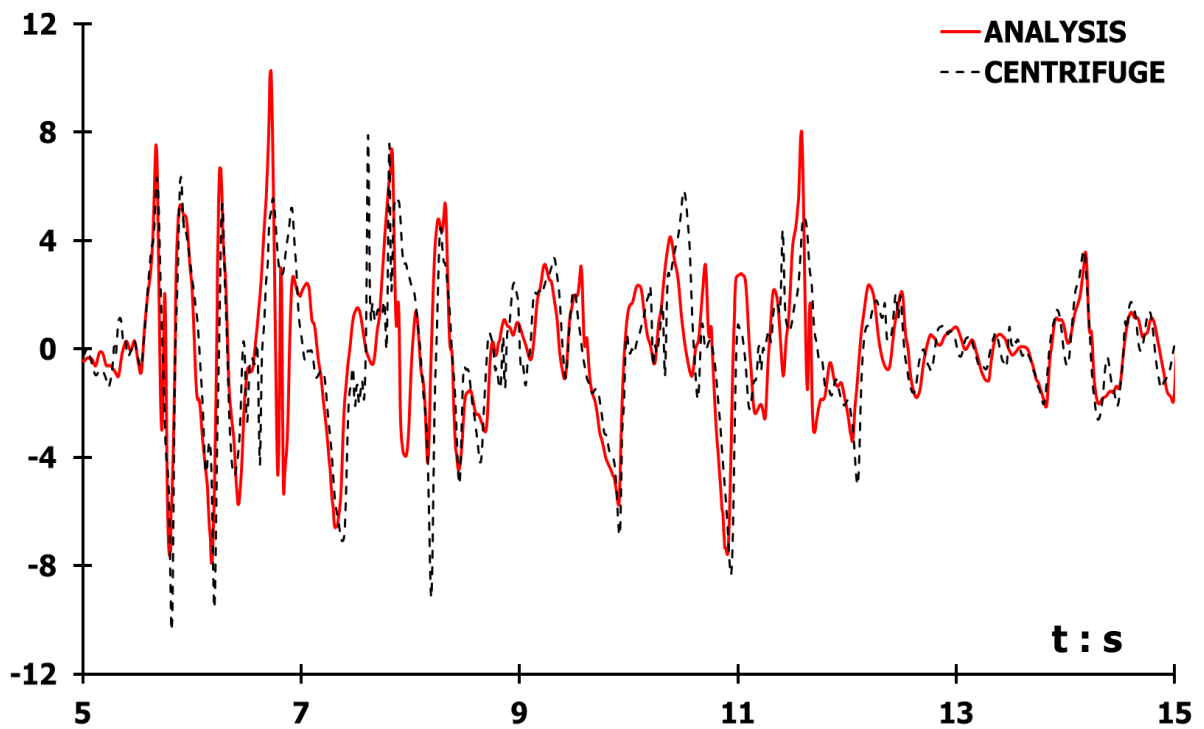
$A_{28} : m/s^2$

Kobe TAK-090-2



Διάγραμμα 3.13. Περιορισμός χρονικής διάρκειας (t) Διαγράμματος 3.5

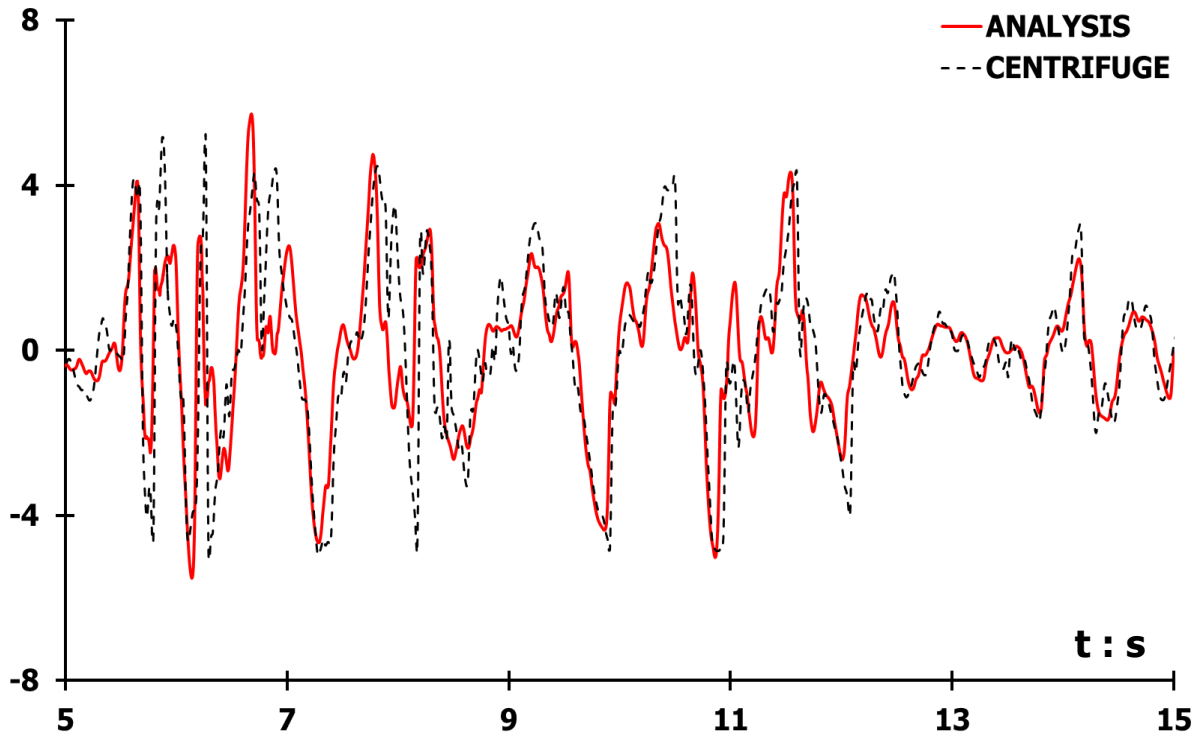
$A_{27} : m/s^2$



Διάγραμμα 3.14. Περιορισμός χρονικής διάρκειας (t) Διαγράμματος 3.7

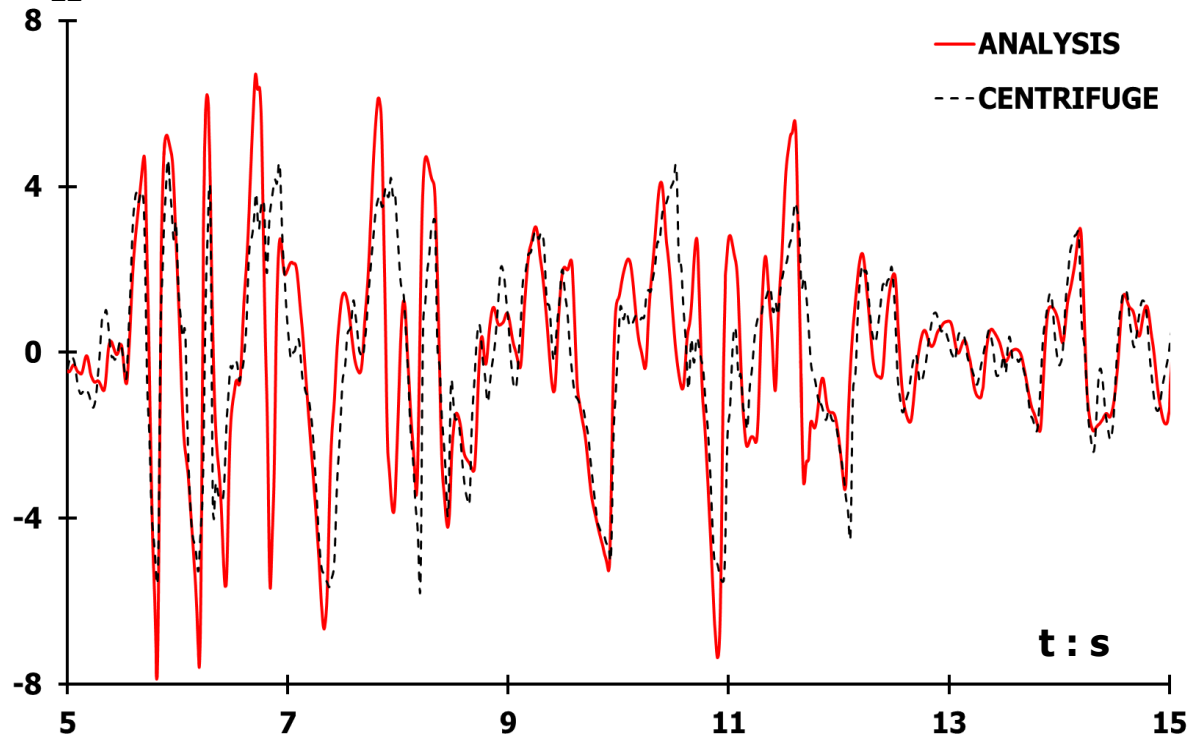
$A_{16} : m/s^2$

Kobe TAK-090-2



Διάγραμμα 3.15. Περιορισμός χρονικής διάρκειας (t) Διαγράμματος 3.9

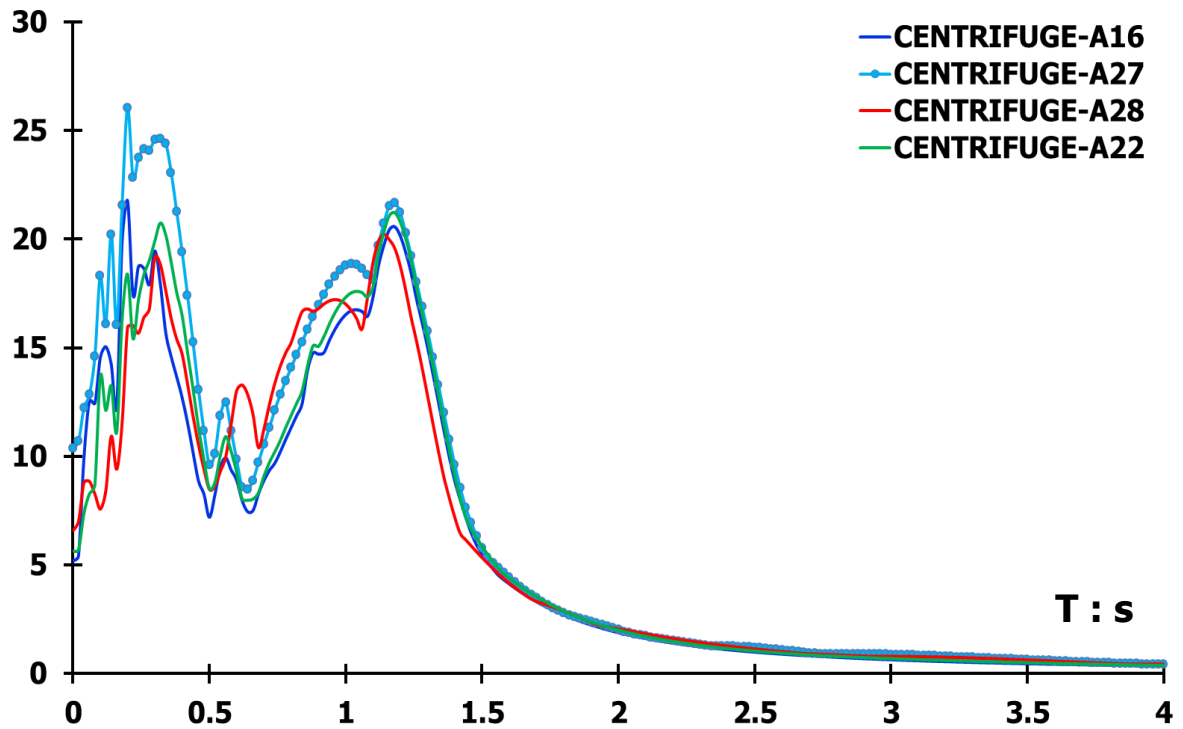
$A_{22} : m/s^2$



Διάγραμμα 3.16. Περιορισμός χρονικής διάρκειας (t) Διαγράμματος 3.11

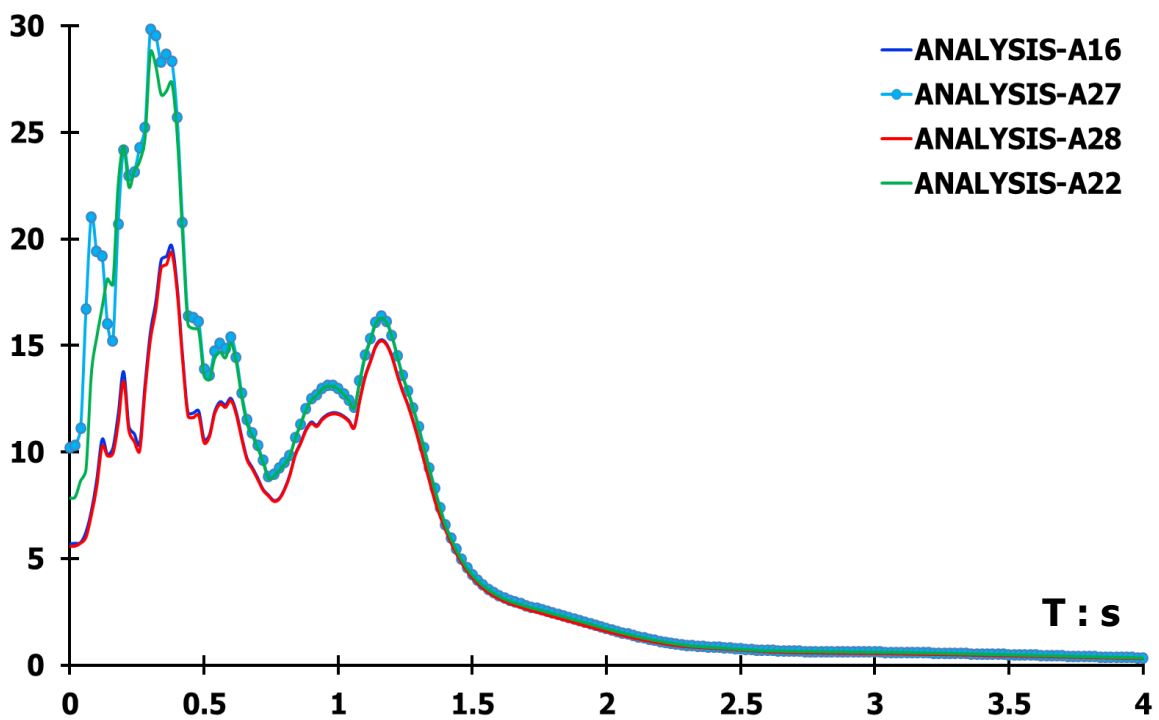
$S_A : m/s^2$

Kobe TAK-090-2

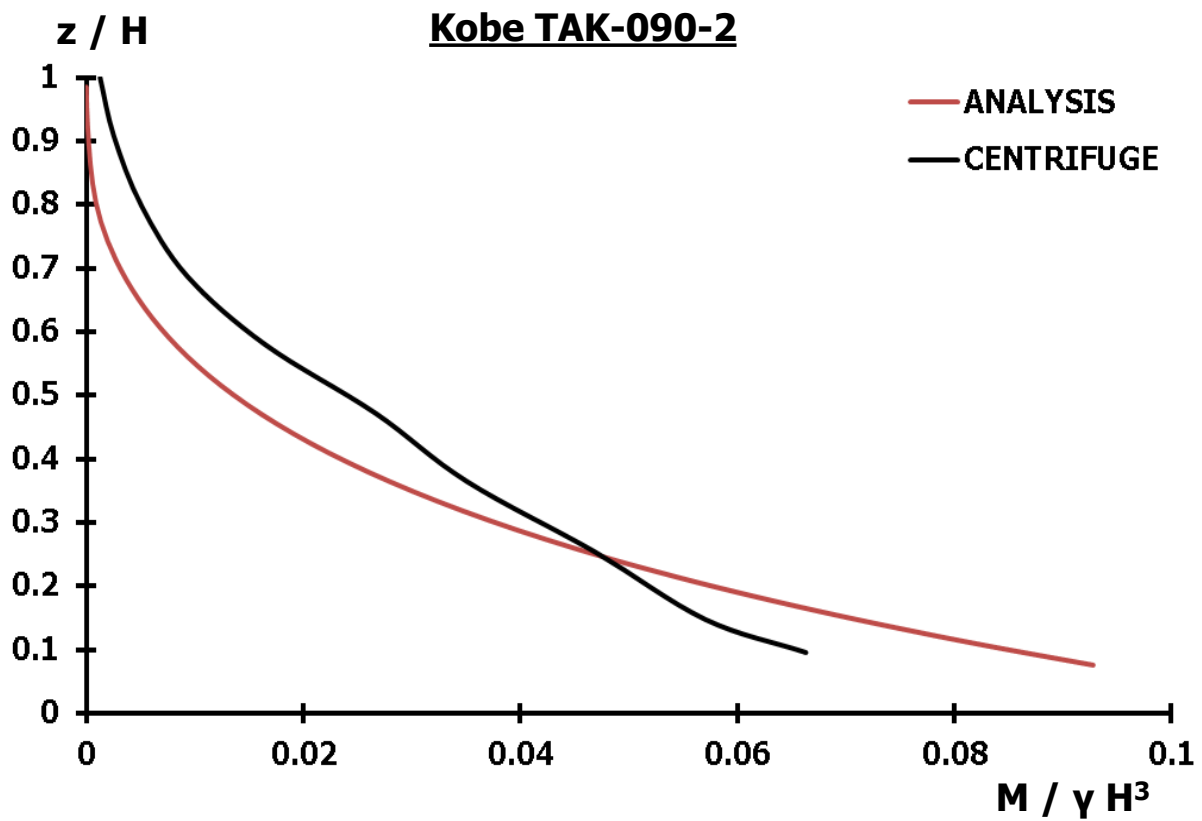


Διάγραμμα 3.17. Σύγκριση ελαστικών φασμάτων απόκρισης επιταχυνσιογραφημάτων πειράματος φυγοκεντριστή, Διαγραμμάτων 3.6, 3.8, 3.10 και 3.12

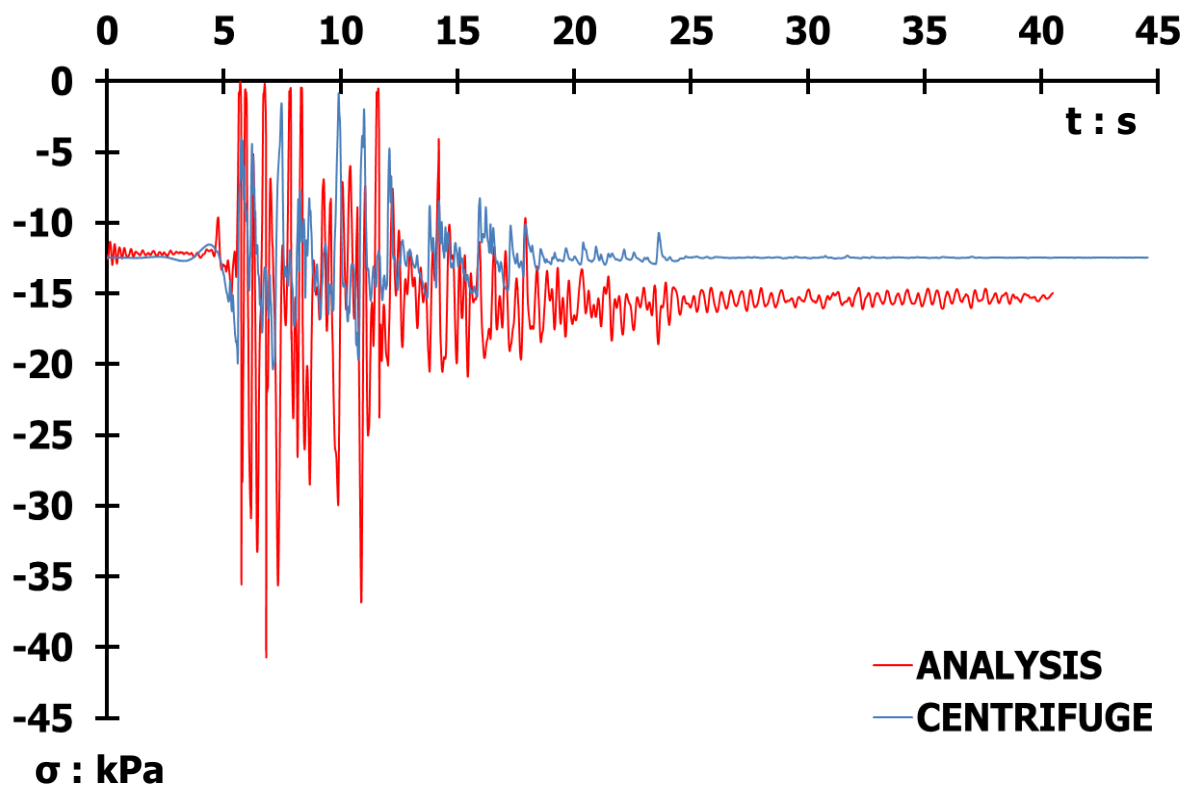
$S_A : m/s^2$



Διάγραμμα 3.18. Σύγκριση ελαστικών φασμάτων απόκρισης επιταχυνσιογραφημάτων αριθμητικών αναλύσεων, Διαγραμμάτων 3.6, 3.8, 3.10 και 3.12



Διάγραμμα 3.19. Σύγκριση ροπών ευκάμπτου τοίχου αντιστήριξης τύπου προβόλου, διατομής ανεστραμμένου T



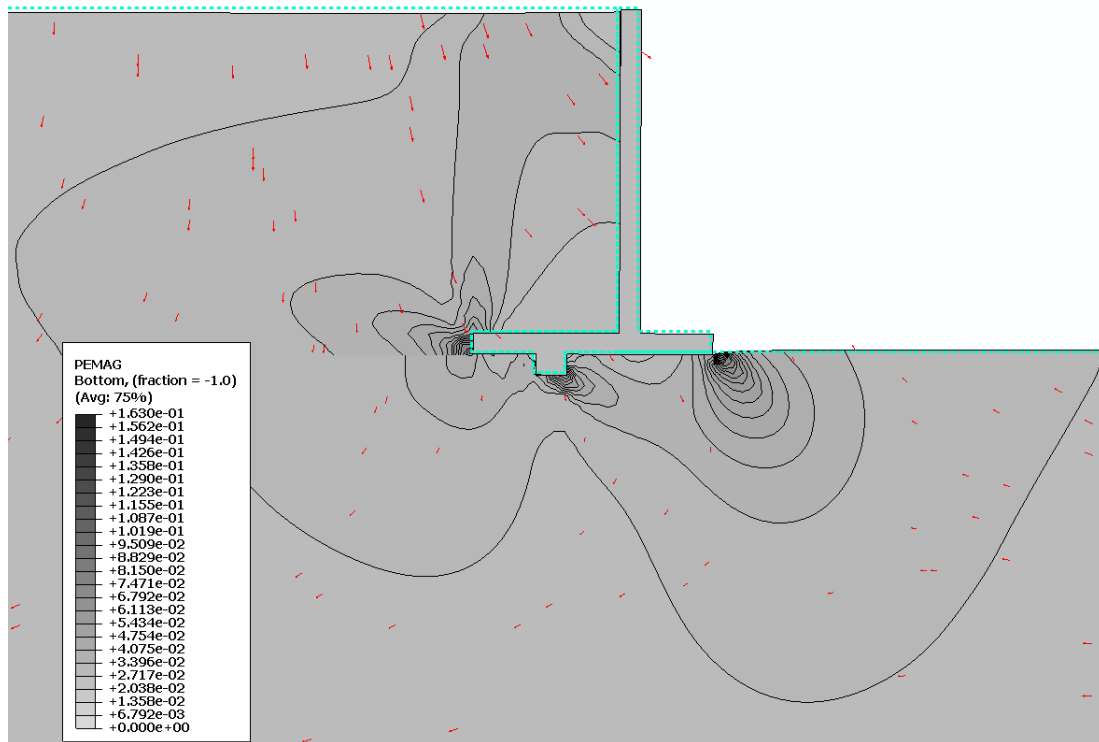
Διάγραμμα 3.20. Σύγκριση ορθών οριζοντίων τάσεων εδαφικών ωθήσεων, στο σημείο του μετρητή πίεσης F1-4, αριθμητικής ανάλυσης (ερυθρή γραμμή) και πειράματος φυγοκεντρική (κυανή γραμμή)

Διέγερση

Kobe

TAK – 090 – 2

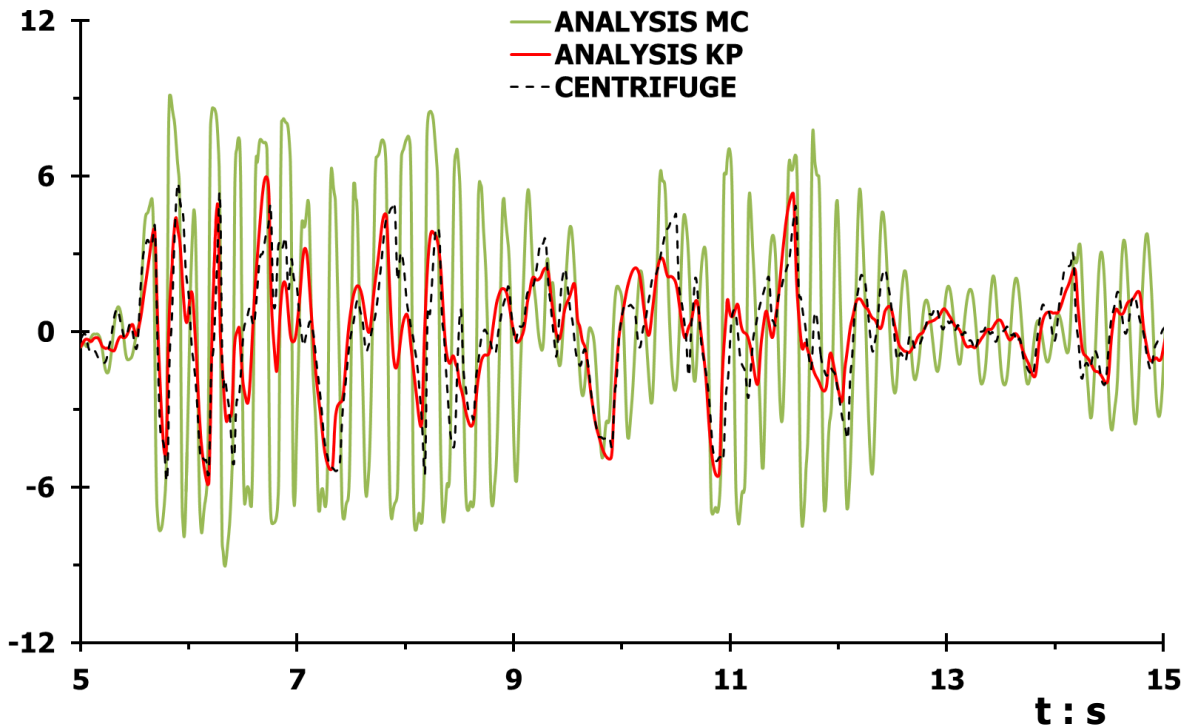
**Καταστατικό
Προσομοίωμα
Mohr – Coulomb
με Κινηματική
Κράτυνση**



Σχήμα 3.14. Πλαστικές παραμορφώσεις με διανύσματα συνδυασμένης μετακίνησης ευκάμπτου τοίχου αντιστήριξης, προσομοιώματος M - C, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Kobe TAK-090-2** [Φυσική κλίμακα]

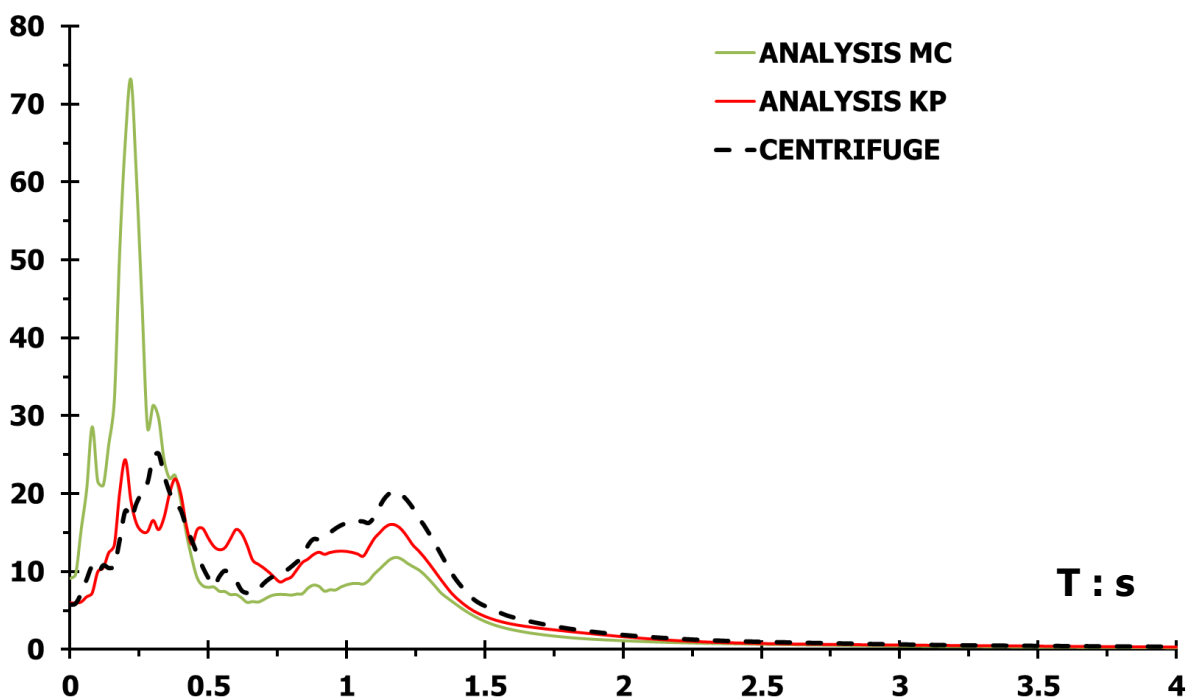
$A_{24} : \text{m/s}^2$

Kobe TAK-090-2



Διάγραμμα 3.21. Σύγκριση επιταχυνσιογραφημάτων επιταχυνσιομέτρου **A24** διέγερσης **TAK-090-2**, πειράματος φυγοκεντρική (διακεκομμένη γραμμή), αριθμητικής ανάλυσης με το σοφιστεμένο καταστατικό προσομοίωμα (ερυθρή γραμμή) και αριθμητικής ανάλυσης με το προσομοίωμα Mohr Coulomb (πράσινη γραμμή)

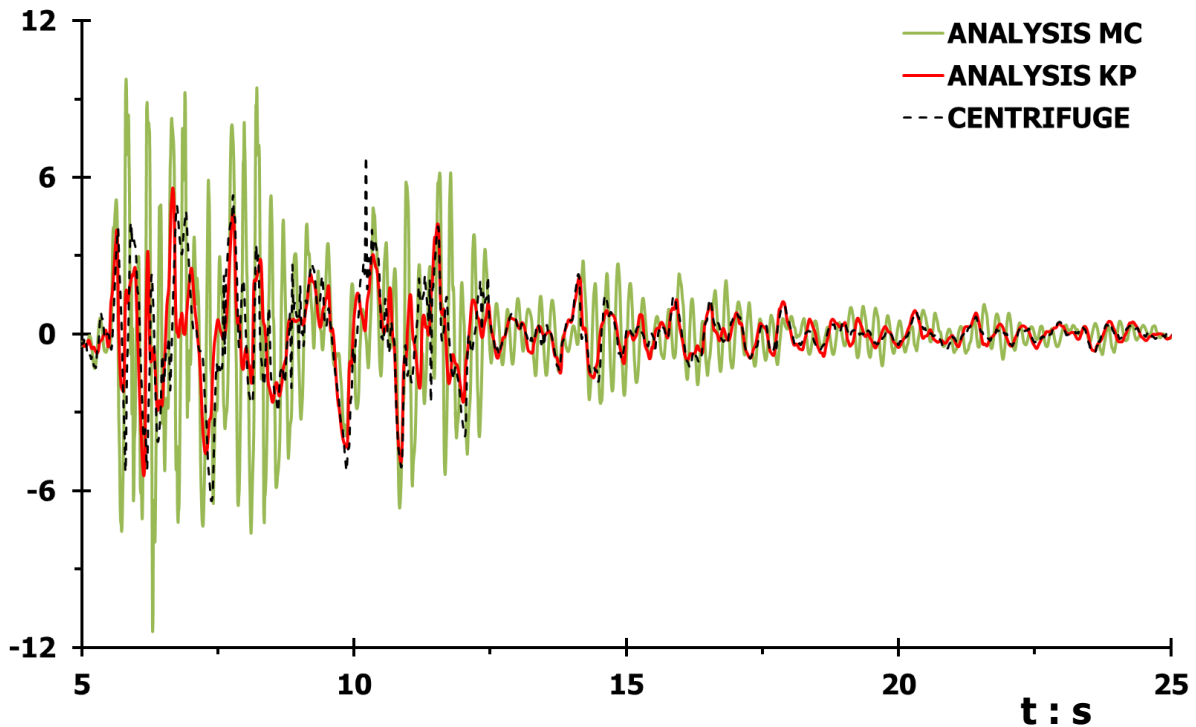
$S_{A24} : \text{m/s}^2$



Διάγραμμα 3.22. Σύγκριση ελαστικών φασμάτων απόκρισης επιταχυνσιογραφημάτων Διαγράμματος 3.21, σε όρους φασματικής επιτάχυνσης – περιόδου, με συντελεστή απόσβεσης **5 %**

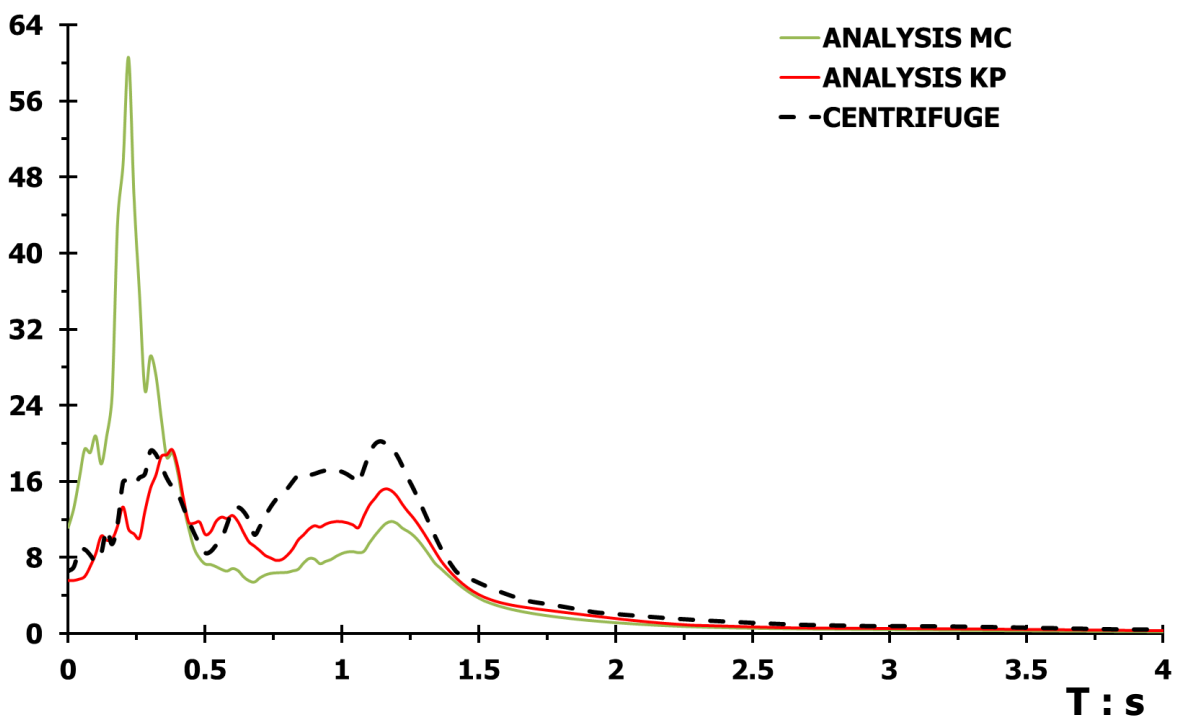
$A_{28} : m/s^2$

Kobe TAK-090-2



Διάγραμμα 3.23. Σύγκριση επιταχυνσιογραφημάτων επιταχυνσιομέτρου **A28** διέγερσης **TAK-090-2**, πειράματος φυγοκεντρική (διακεκομμένη γραμμή), αριθμητικής ανάλυσης με το σοφιστεμένο καταστατικό προσομοίωμα (ερυθρή γραμμή) και αριθμητικής ανάλυσης με το προσομοίωμα Mohr Coulomb (πράσινη γραμμή)

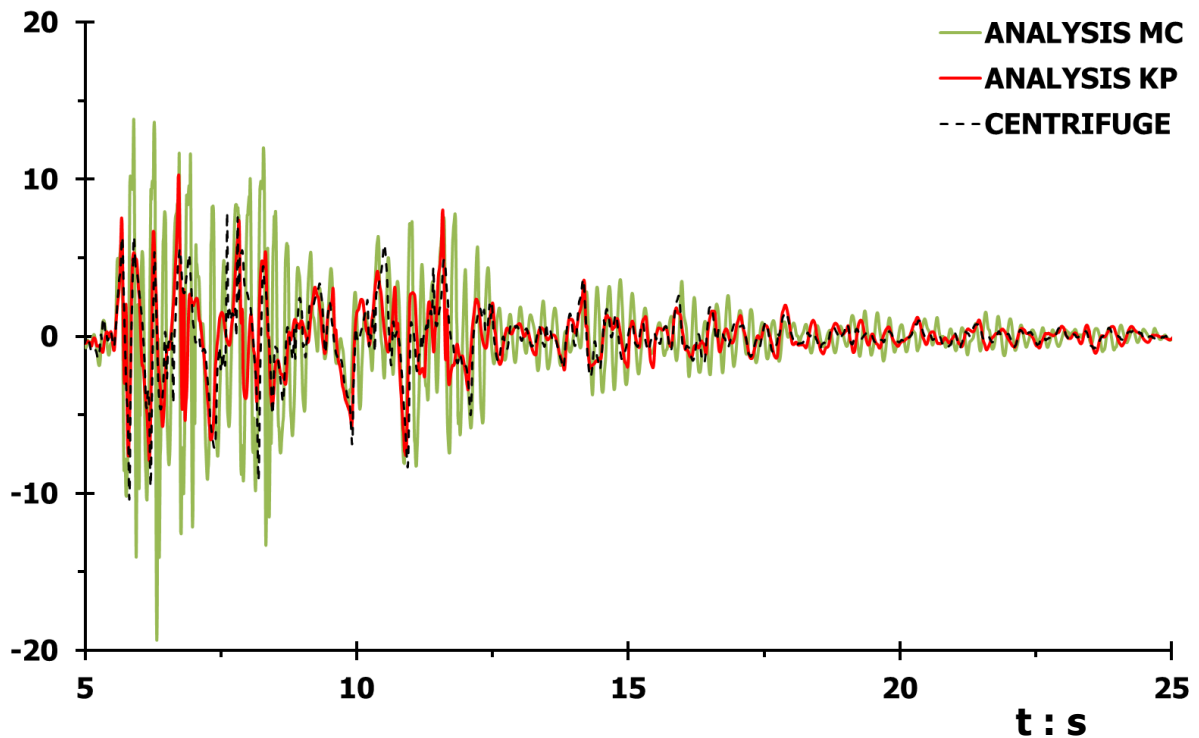
$S_{A28} : m/s^2$



Διάγραμμα 3.24. Σύγκριση ελαστικών φασμάτων απόκρισης επιταχυνσιογραφημάτων Διαγράμματος 3.23, σε όρους φασματικής επιτάχυνσης – περιόδου, με συντελεστή απόσβεσης **5 %**

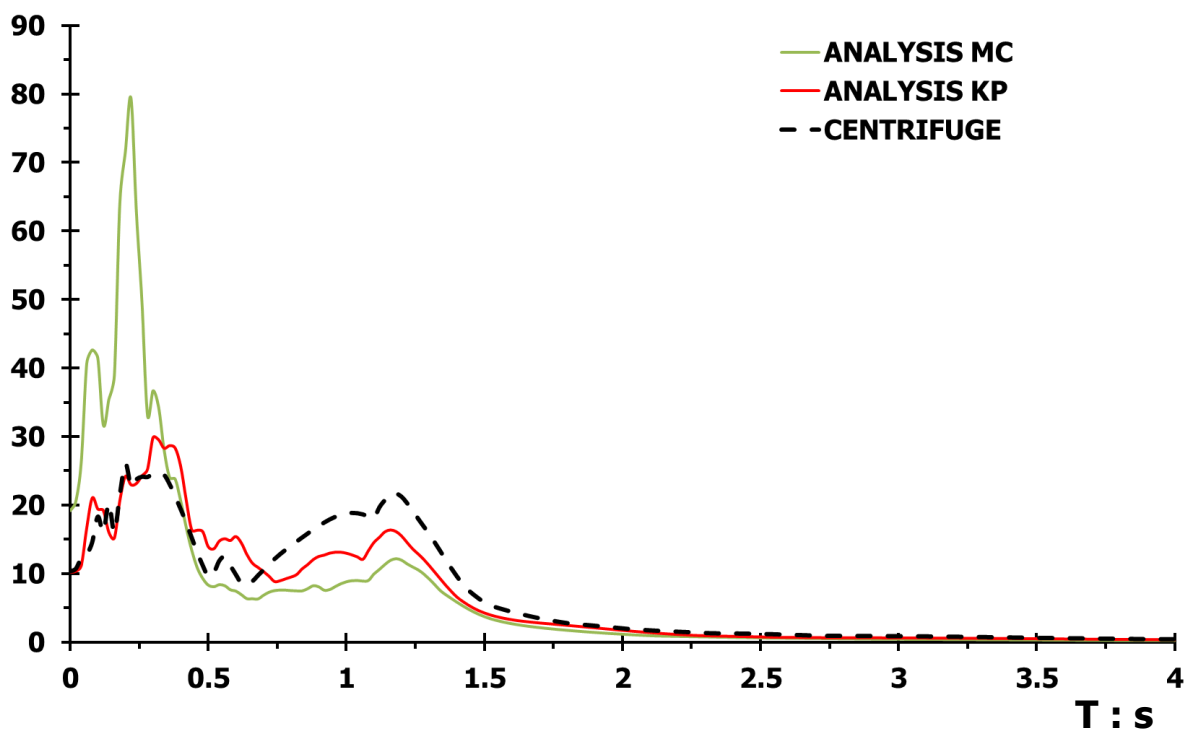
$A_{27} : m/s^2$

Kobe TAK-090-2



Διάγραμμα 3.25. Σύγκριση επιταχυνσιογραφημάτων επιταχυνσιομέτρου **A27** διέγερσης **TAK-090-2**, πειράματος φυγοκεντρική (διακεκομμένη γραμμή), αριθμητικής ανάλυσης με το σοφιστεμένο καταστατικό προσομοίωμα (ερυθρή γραμμή) και αριθμητικής ανάλυσης με το προσομοίωμα Mohr Coulomb (πράσινη γραμμή)

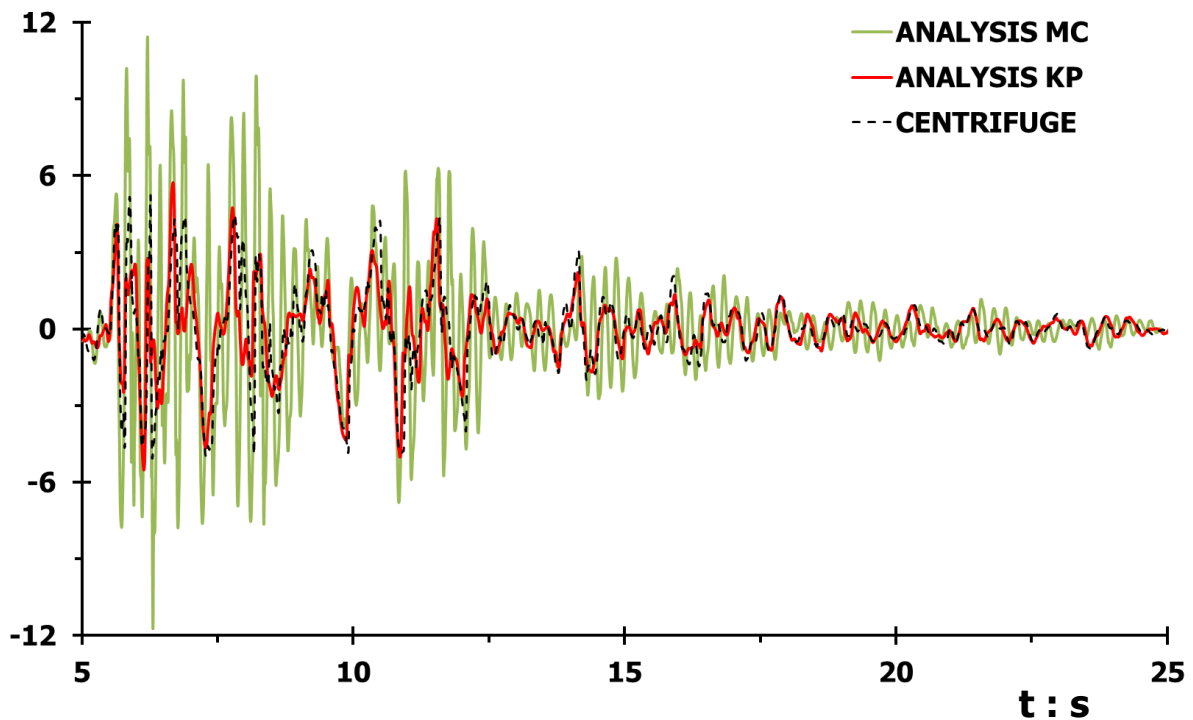
$S_{A27} : m/s^2$



Διάγραμμα 3.26. Σύγκριση ελαστικών φασμάτων απόκρισης επιταχυνσιογραφημάτων Διαγράμματος 3.25, σε όρους φασματικής επιτάχυνσης – περιόδου, με συντελεστή απόσβεσης **5 %**

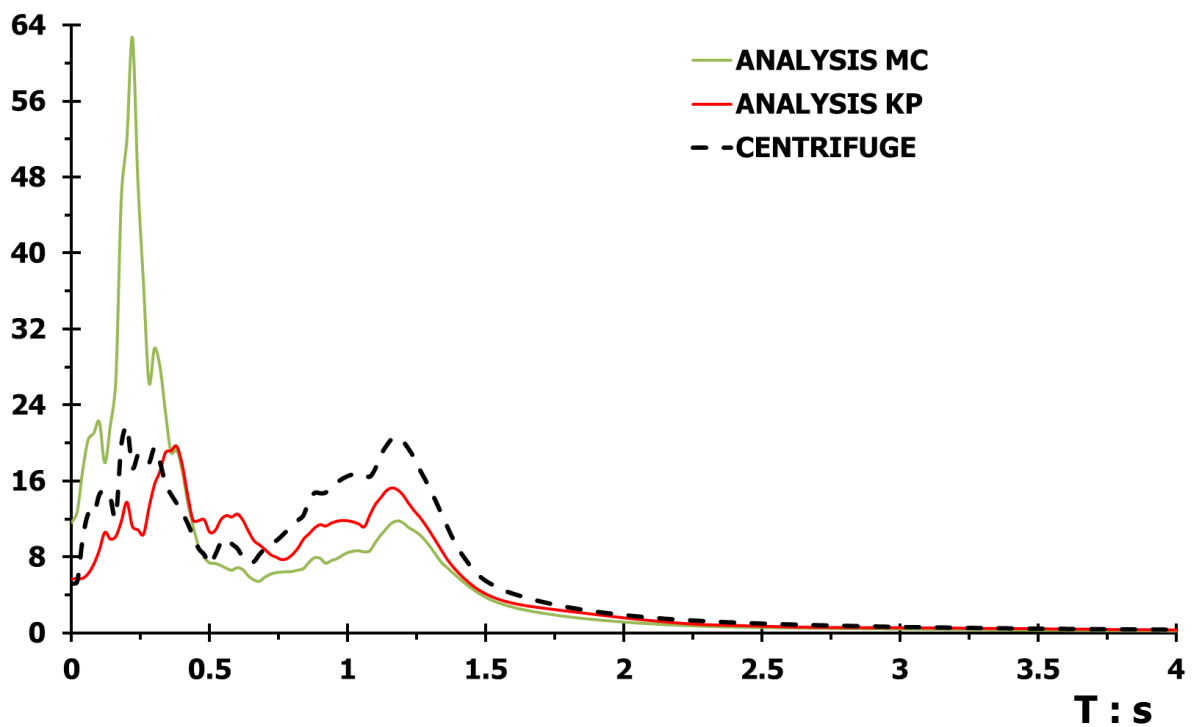
$A_{16} : m/s^2$

Kobe TAK-090-2



Διάγραμμα 3.27. Σύγκριση επιταχυνσιογραφημάτων επιταχυνσιομέτρου **A16** διέγερσης **TAK-090-2**, πειράματος φυγοκεντρική (διακεκομμένη γραμμή), αριθμητικής ανάλυσης με το σοφιστεμένο καταστατικό προσομοίωμα (ερυθρή γραμμή) και αριθμητικής ανάλυσης με το προσομοίωμα Mohr Coulomb (πράσινη γραμμή)

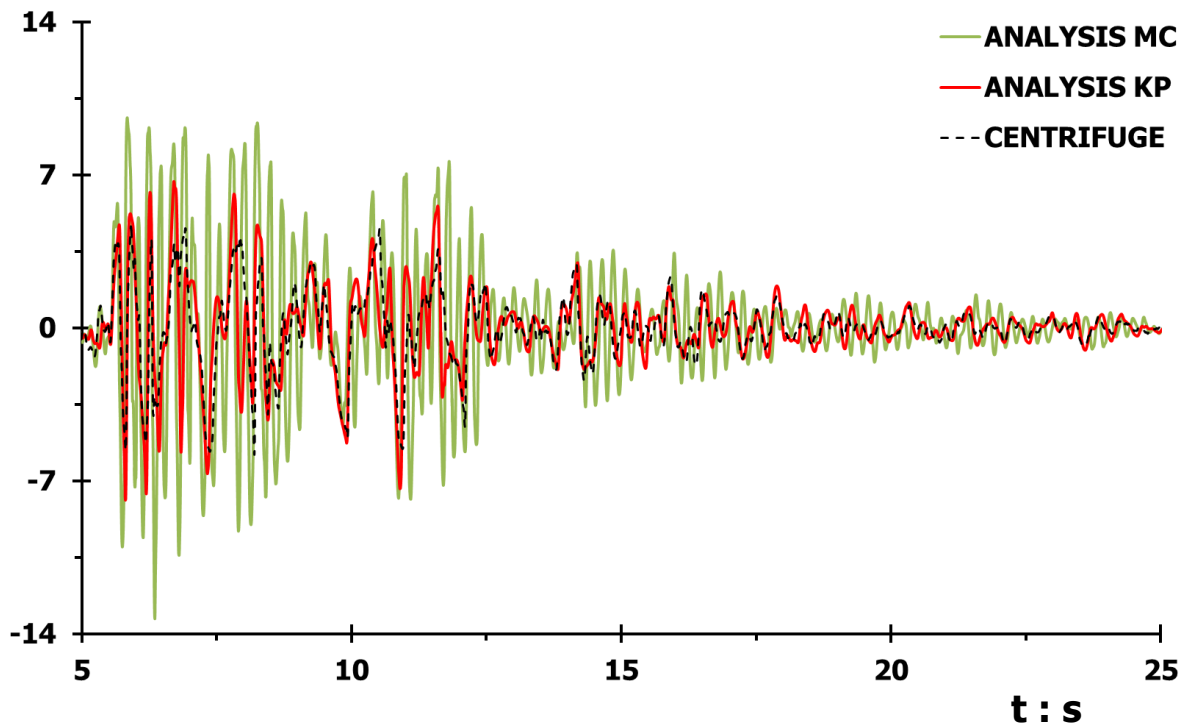
$S_{A16} : m/s^2$



Διάγραμμα 3.28. Σύγκριση ελαστικών φασμάτων απόκρισης επιταχυνσιογραφημάτων Διαγράμματος 3.27, σε όρους φασματικής επιτάχυνσης – περιόδου, με συντελεστή απόσβεσης **5 %**

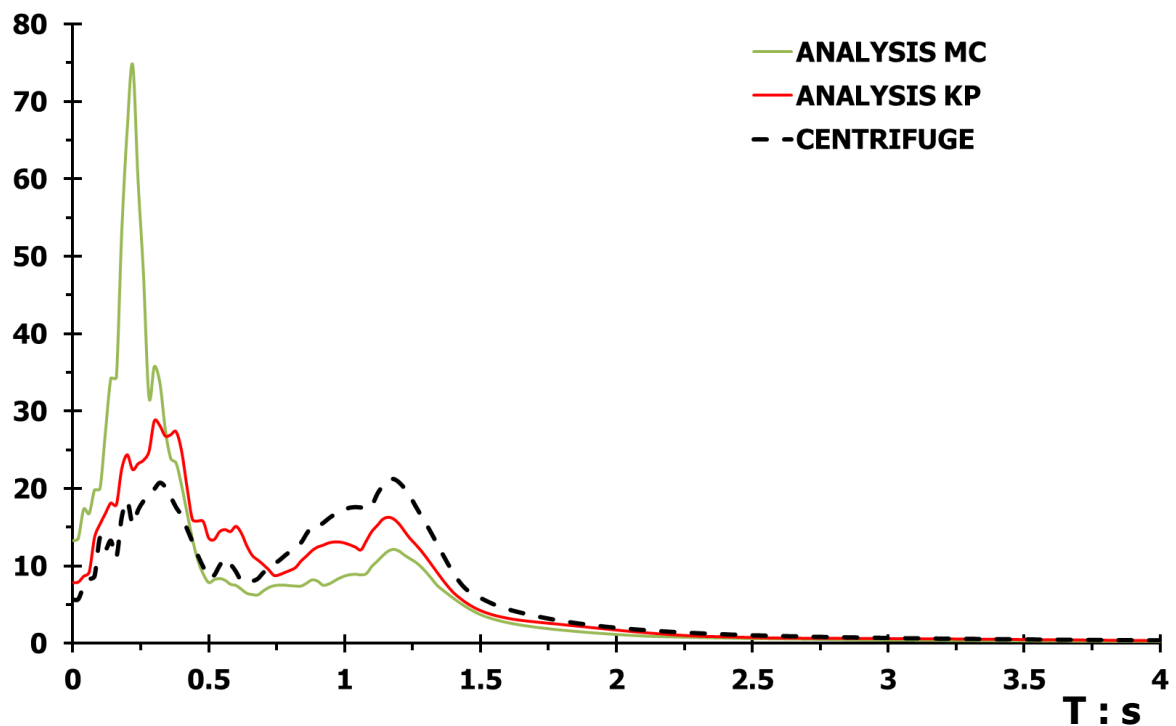
$A_{22} : m/s^2$

Kobe TAK-090-2



Διάγραμμα 3.29. Σύγκριση επιταχυνσιογραφημάτων επιταχυνσιομέτρου **A22** διέγερσης **TAK-090-2**, πειράματος φυγοκεντριστή (διακεκομμένη γραμμή), αριθμητικής ανάλυσης με το σοφιστεμένο καταστατικό προσομοίωμα (ερυθρή γραμμή) και αριθμητικής ανάλυσης με το προσομοίωμα Mohr Coulomb (πράσινη γραμμή)

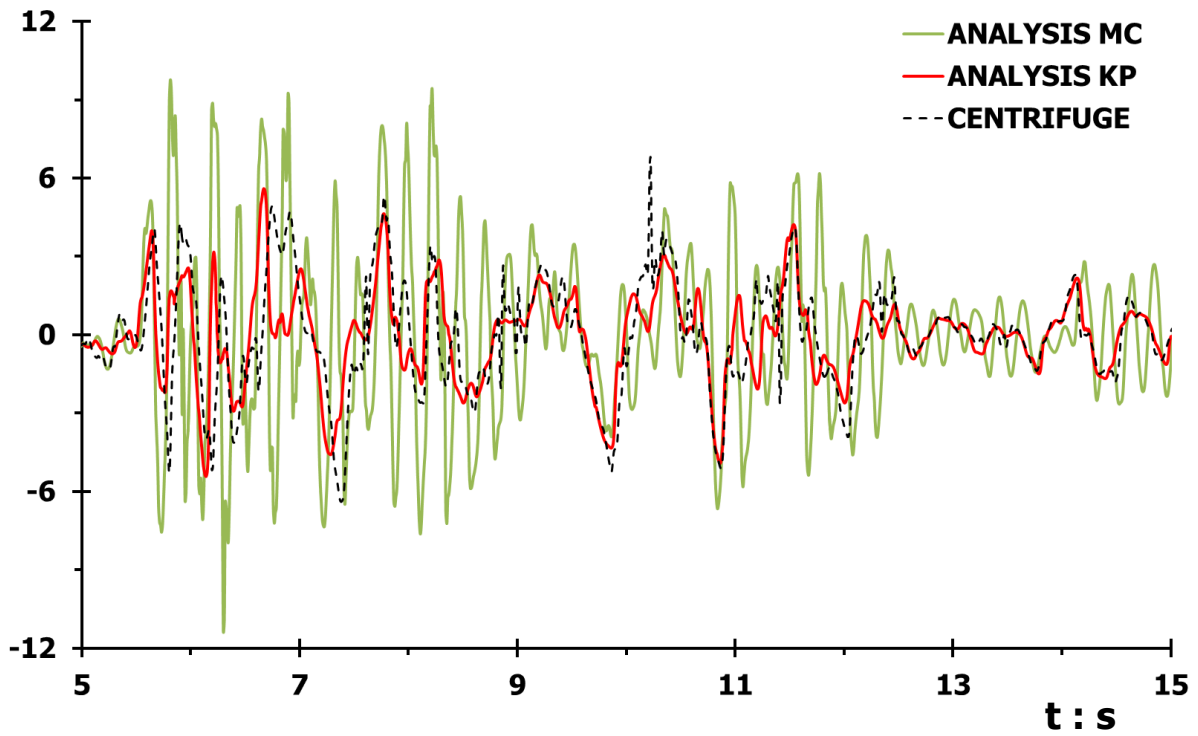
$S_{A22} : m/s^2$



Διάγραμμα 3.30. Σύγκριση ελαστικών φασμάτων απόκρισης επιταχυνσιογραφημάτων Διαγράμματος 3.29, σε όρους φασματικής επιτάχυνσης – περιόδου, με συντελεστή απόσβεσης **5 %**

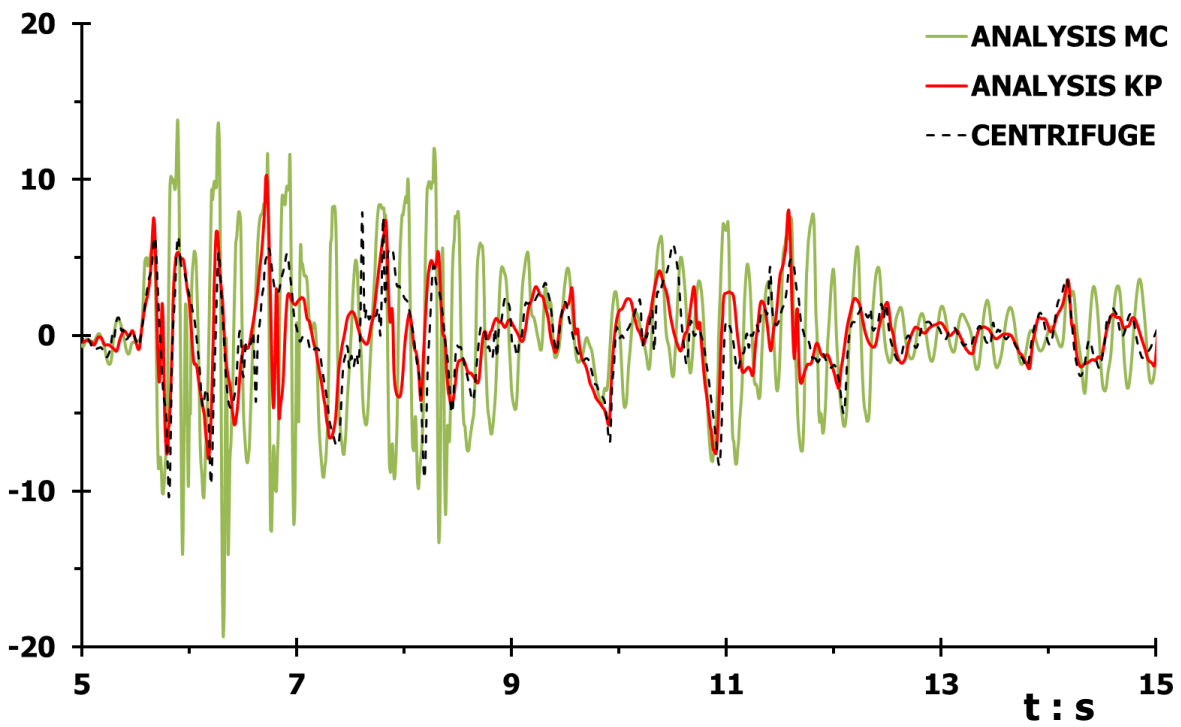
$A_{28} : m/s^2$

Kobe TAK-090-2



Διάγραμμα 3.31. Περιορισμός χρονικής διάρκειας (t) Διαγράμματος 3.23

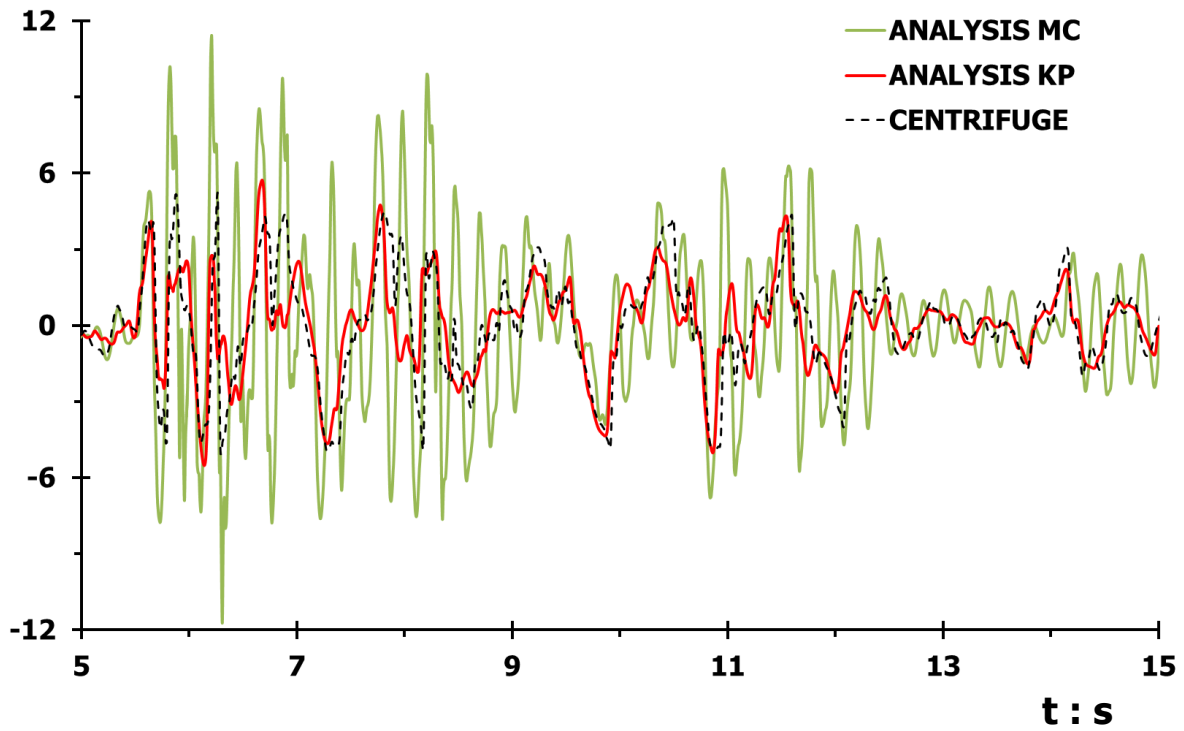
$A_{27} : m/s^2$



Διάγραμμα 3.32. Περιορισμός χρονικής διάρκειας (t) Διαγράμματος 3.25

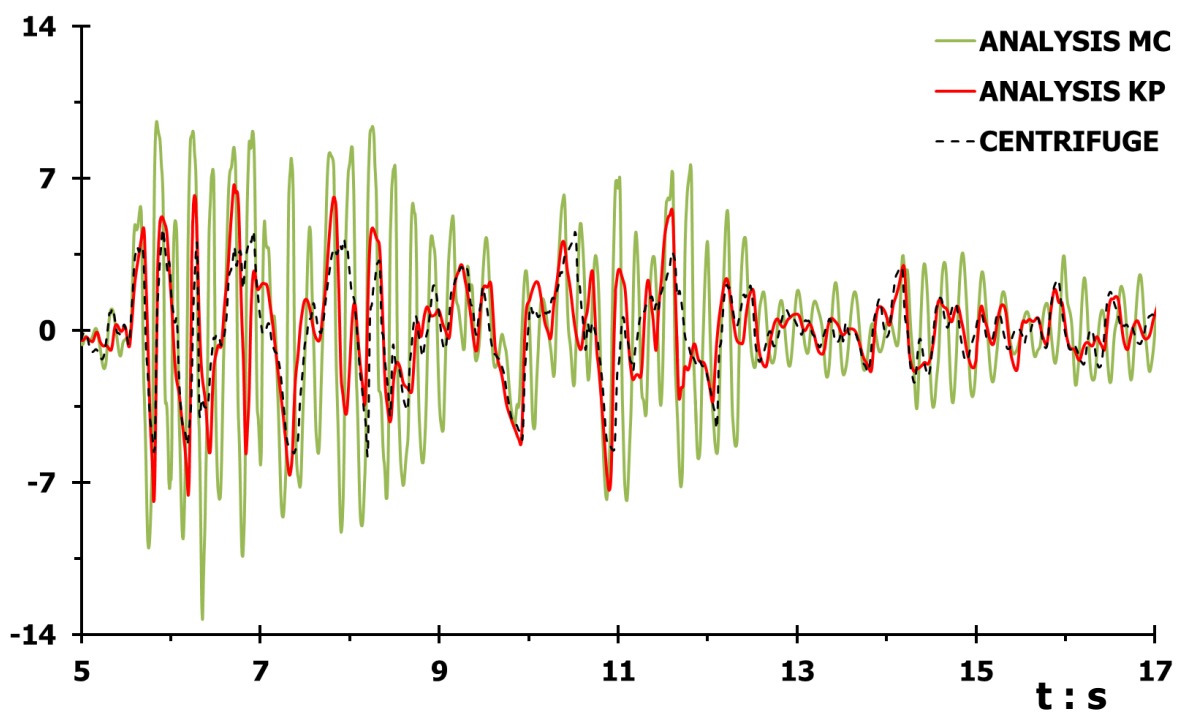
$A_{16} : m/s^2$

Kobe TAK-090-2

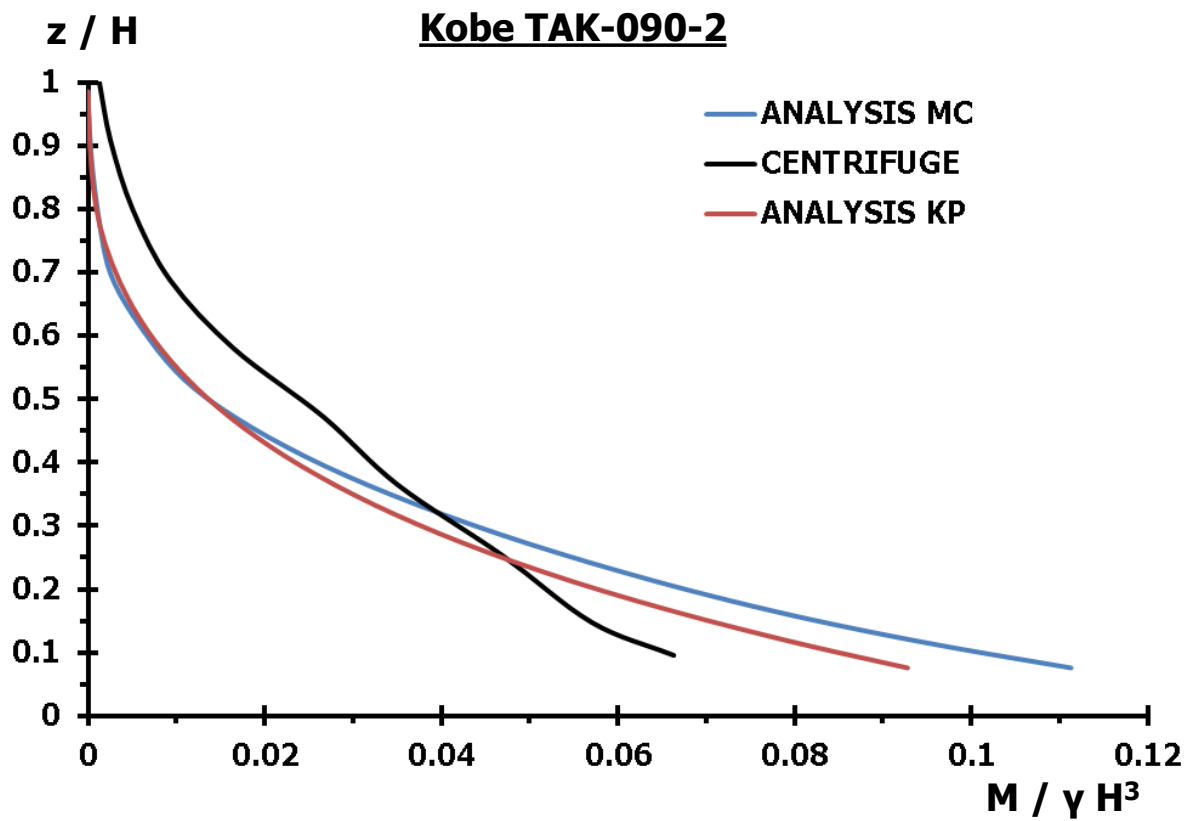


Διάγραμμα 3.33. Περιορισμός χρονικής διάρκειας (t) Διαγράμματος 3.27

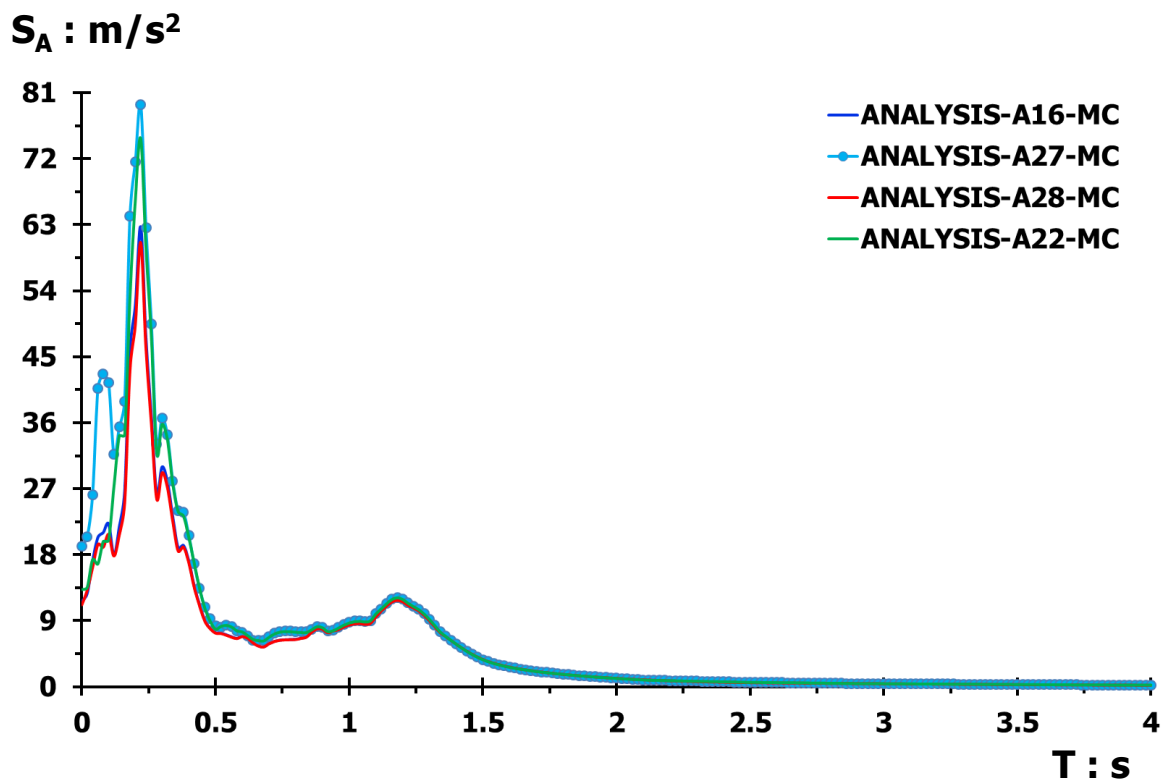
$A_{22} : m/s^2$



Διάγραμμα 3.34. Περιορισμός χρονικής διάρκειας (t) Διαγράμματος 3.29



Διάγραμμα 3.35. Σύγκριση ροπών ευκάμπτου τοίχου αντιστήριξης τύπου προβόλου, διατομής ανεστραμμένου T



Διάγραμμα 3.36. Σύγκριση ελαστικών φασμάτων απόκρισης επιταχυνσιογραφημάτων αριθμητικών αναλύσεων με το προσομοίωμα Mohr Coulomb, Διαγραμμάτων 3.24, 3.26, 3.28 και 3.30

Διέγερση

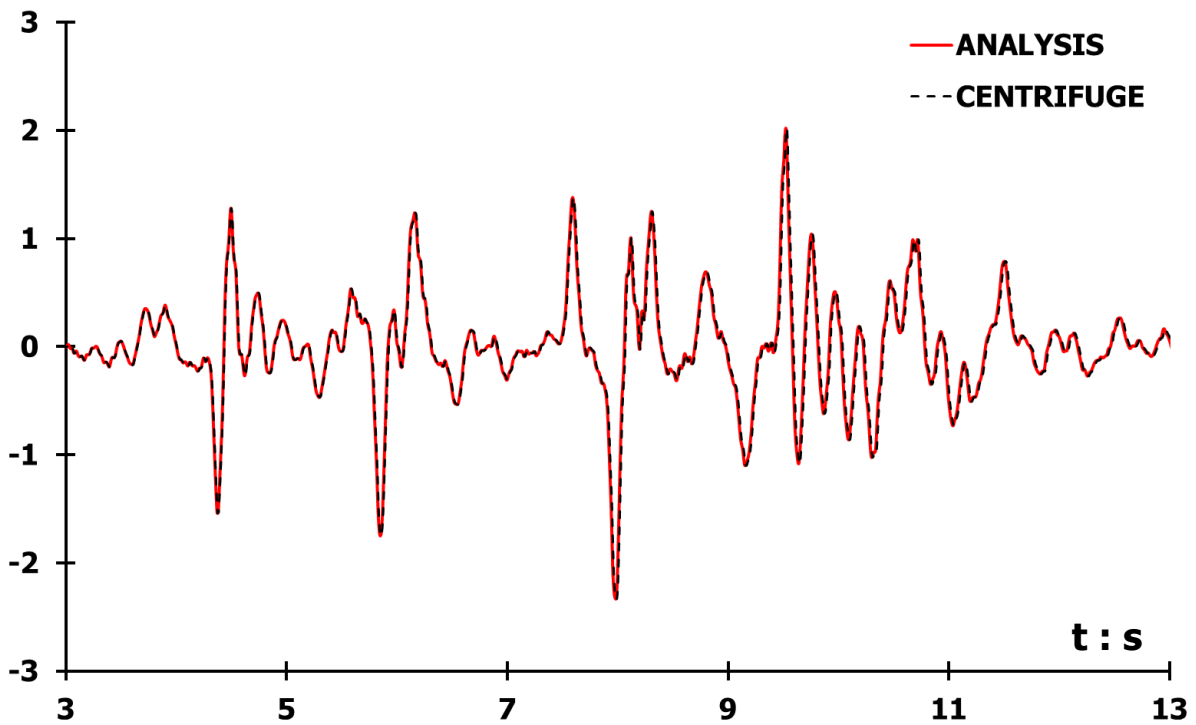
Kocaeli

ΥΡΤ – 330 – 2

**Καταστατικό
Προσομοίωμα
Mohr – Coulomb
με Κινηματική
Κράτυνση**

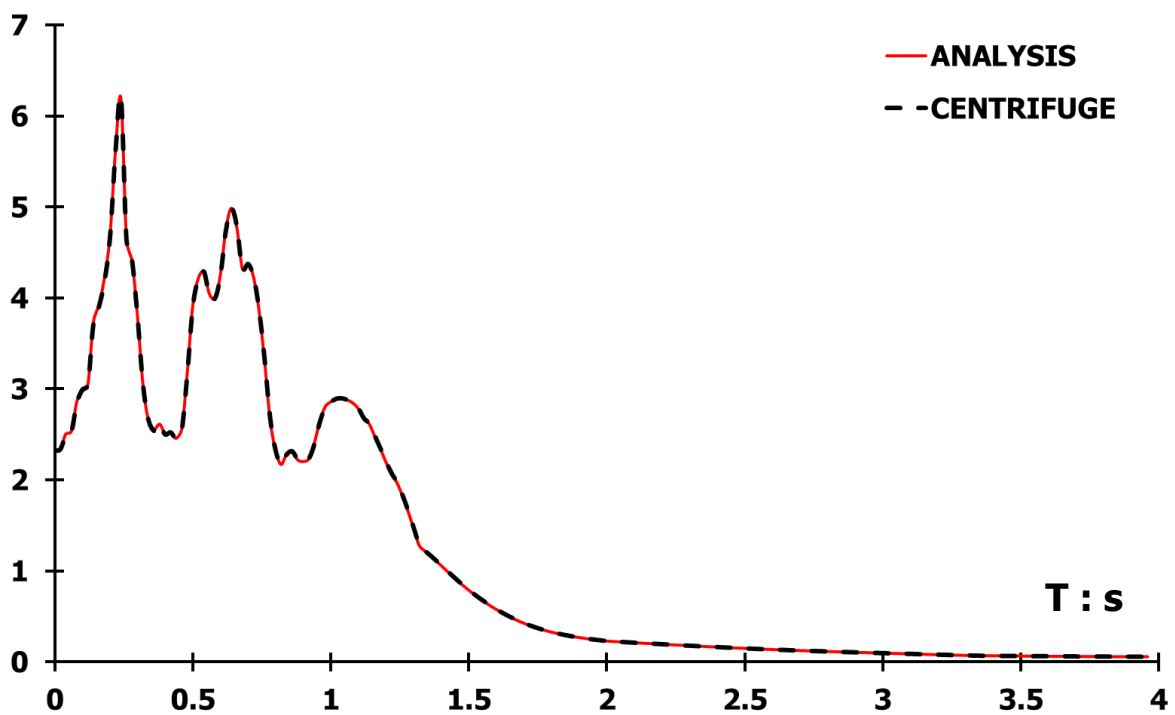
$A_{35} : m/s^2$

Kocaeli YPT-330-2

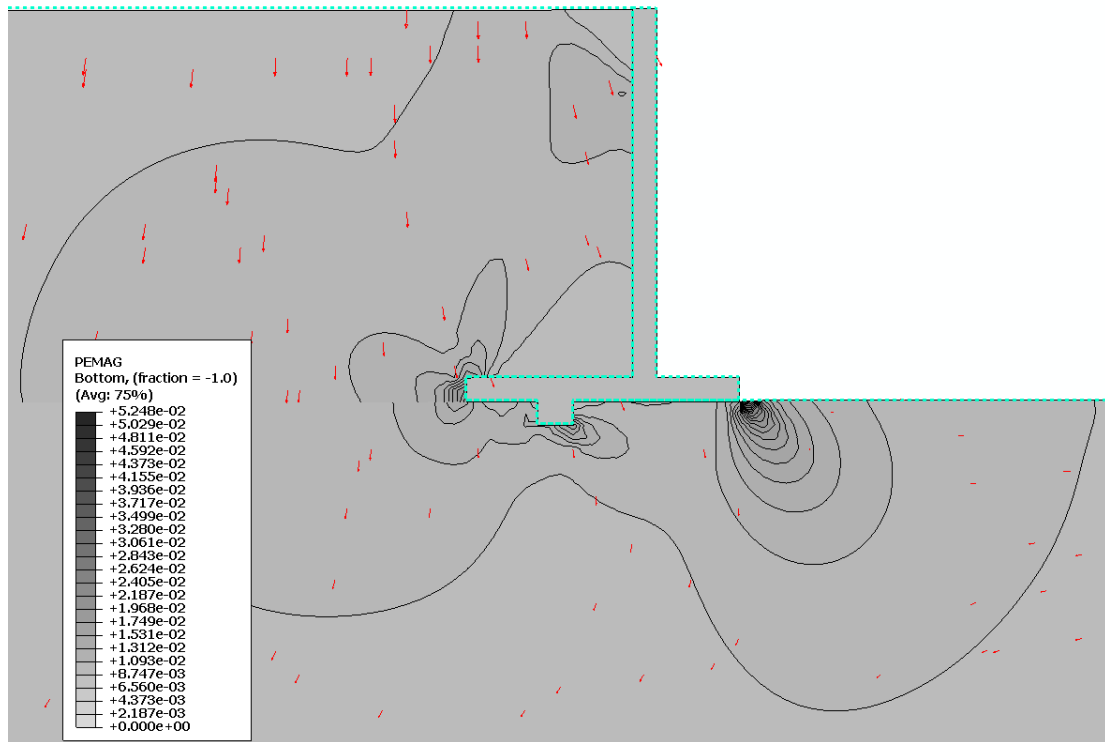


Διάγραμμα 3.37. Σύγκριση επιταχυνσιογραφήματων επιταχυνσιομέτρου **A35** διέγερσης **YPT-330-2**, πειράματος φυγοκεντριστή (διακεκομμένη γραμμή) και αριθμητικής ανάλυσης (ερυθρή γραμμή)

$S_{A35} : m/s^2$



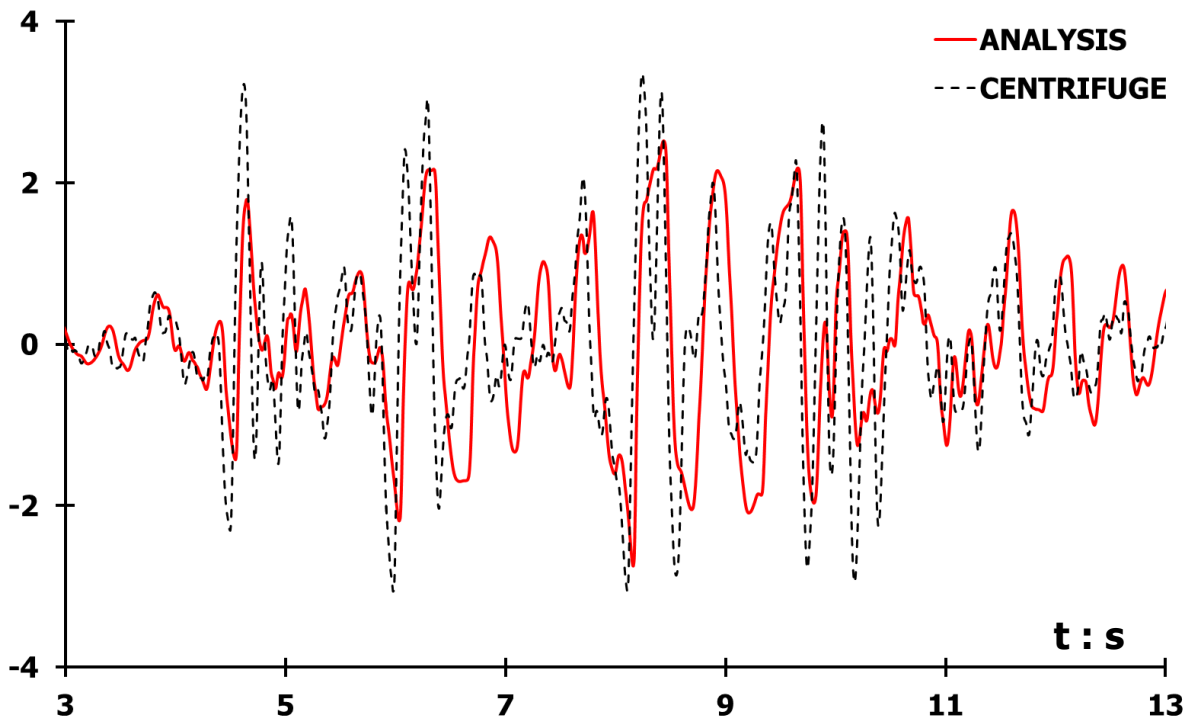
Διάγραμμα 3.38. Σύγκριση ελαστικών φασμάτων απόκρισης επιταχυνσιογραφήματων Διαγράμματος 3.37, σε όρους φασματικής επιτάχυνσης – περιόδου, με συντελεστή απόσβεσης **5 %**



Σχήμα 3.15. Πλαστικές παραμορφώσεις με διανύσματα συνδυασμένης μετακίνησης ευκάμπτου τοίχου αντιστήριξης, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Kocaeli YPT-330-2** [Φυσική κλίμακα]

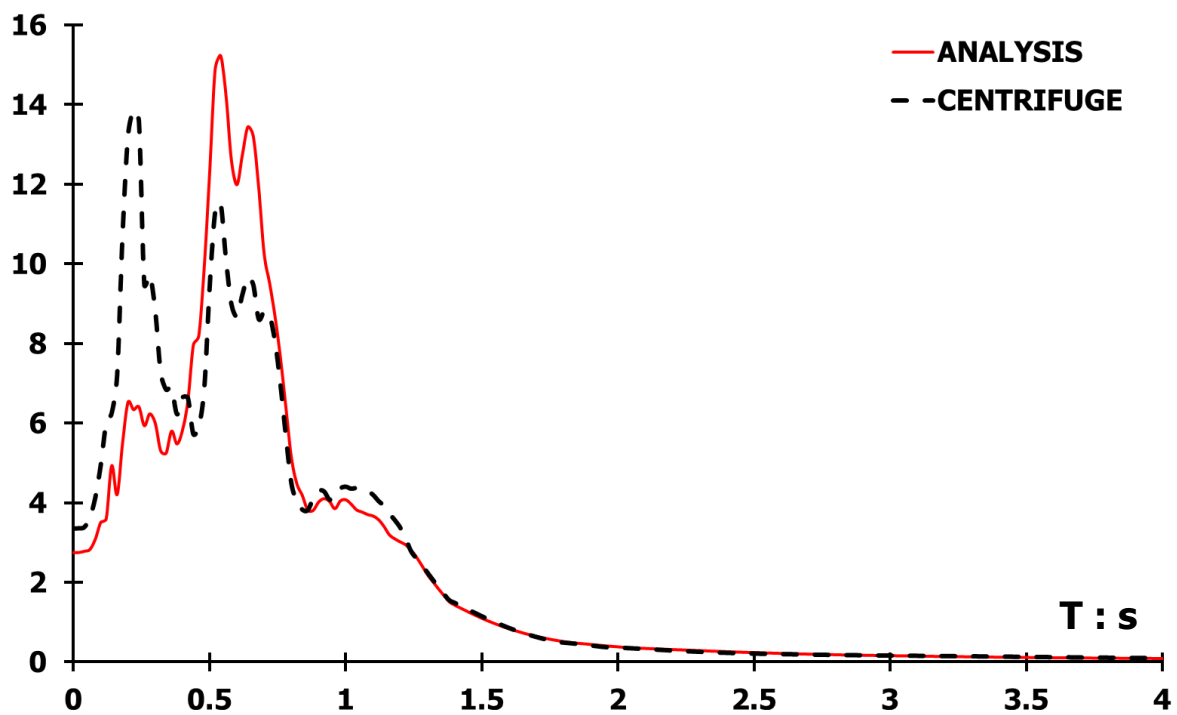
$A_{24} : m/s^2$

Kocaeli YPT-330-2

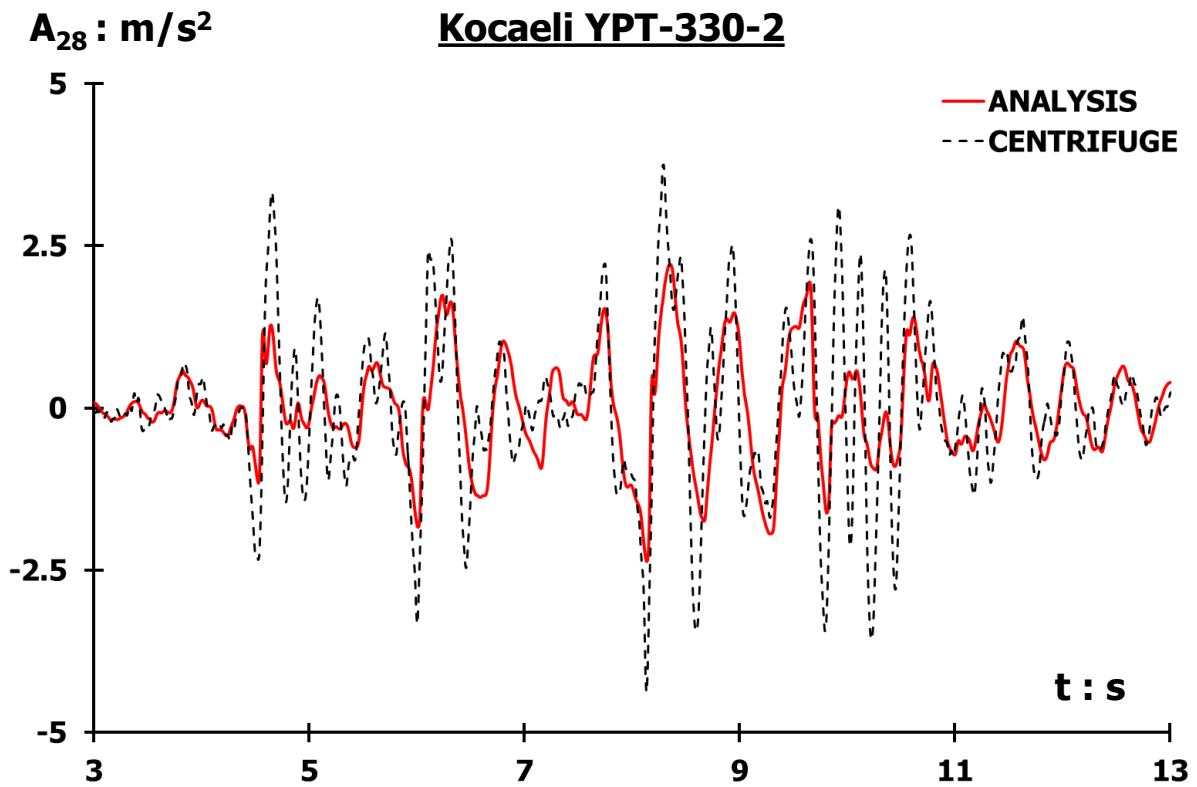


Διάγραμμα 3.39. Σύγκριση επιταχυνσιογραφήματων επιταχυνσιομέτρου **A24** διέγερσης **YPT-330-2**, πειράματος φυγοκεντριστή (διακεκομμένη γραμμή) και αριθμητικής ανάλυσης (ερυθρή γραμμή)

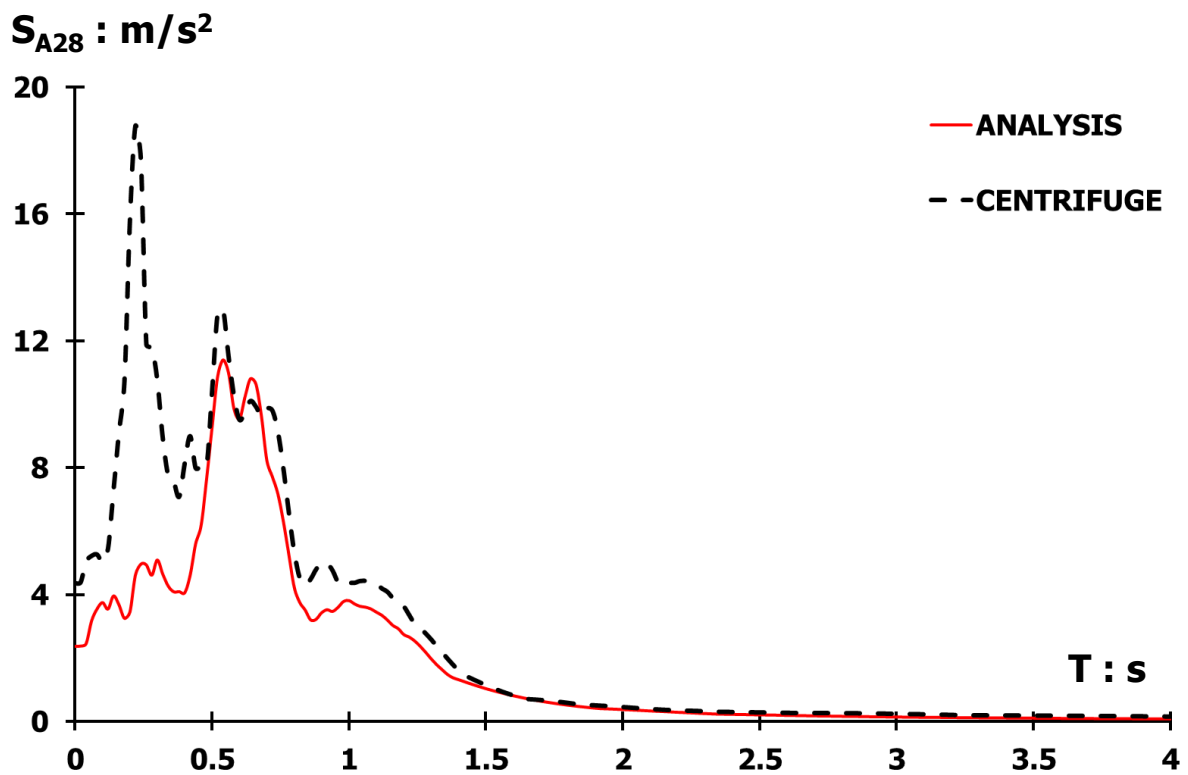
$S_{A24} : m/s^2$



Διάγραμμα 3.40. Σύγκριση ελαστικών φασμάτων απόκρισης επιταχυνσιογραφήματων Διαγράμματος 3.39, σε όρους φασματικής επιτάχυνσης – περιόδου, με συντελεστή απόσβεσης **5 %**



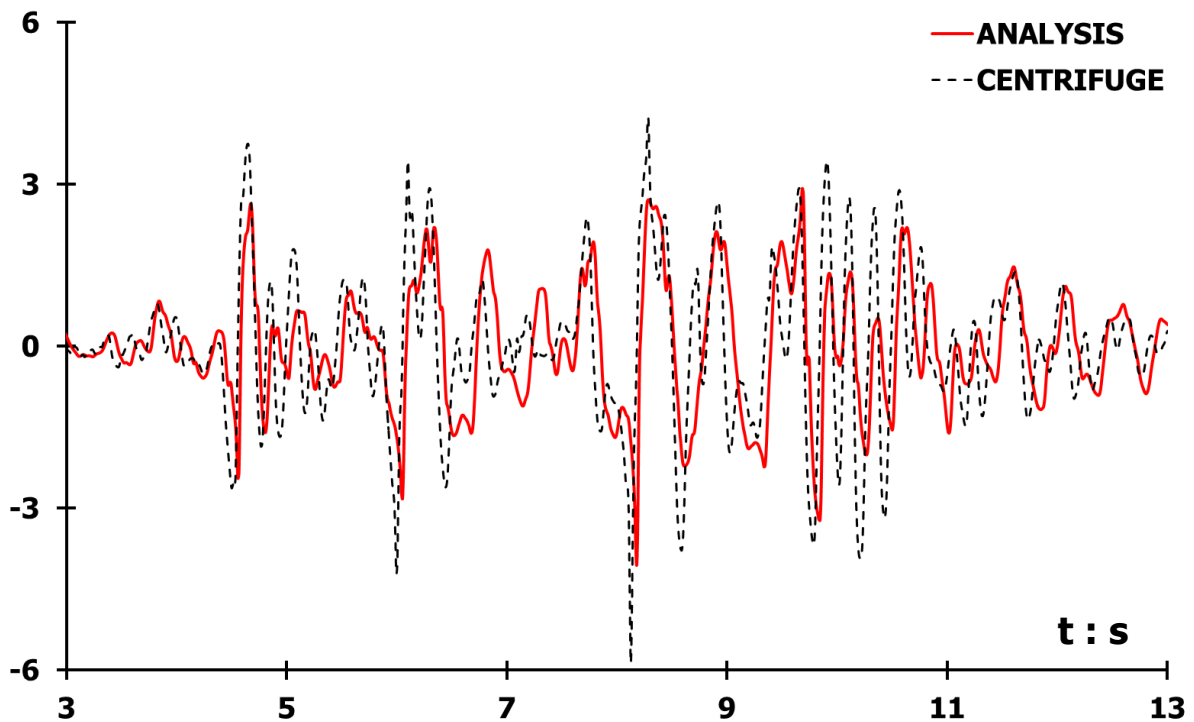
Διάγραμμα 3.41. Σύγκριση επιταχυνσιογραφημάτων επιταχυνσιομέτρου **A28** διέγερσης **YPT-330-2**, πειράματος φυγοκεντρική (διακεκομμένη γραμμή) και αριθμητικής ανάλυσης (ερυθρή γραμμή)



Διάγραμμα 3.42. Σύγκριση ελαστικών φασμάτων απόκρισης επιταχυνσιογραφημάτων Διαγράμματος 3.41, σε όρους φασματικής επιτάχυνσης – περιόδου, με συντελεστή απόσβεσης **5 %**

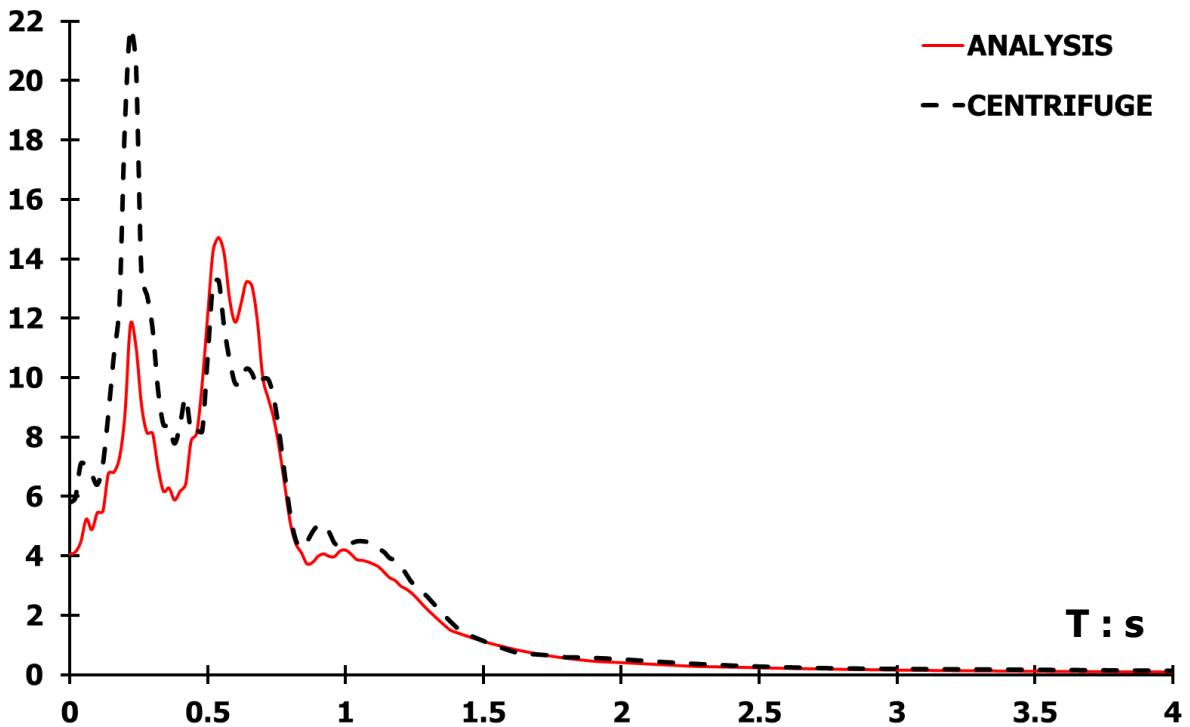
$A_{27} : m/s^2$

Kocaeli YPT-330-2



Διάγραμμα 3.43. Σύγκριση επιταχυνσιογραφημάτων επιταχυνσιομέτρου **A27** διέγερσης **YPT-330-2**, πειράματος φυγοκεντριστή (διακεκομμένη γραμμή) και αριθμητικής ανάλυσης (ερυθρή γραμμή)

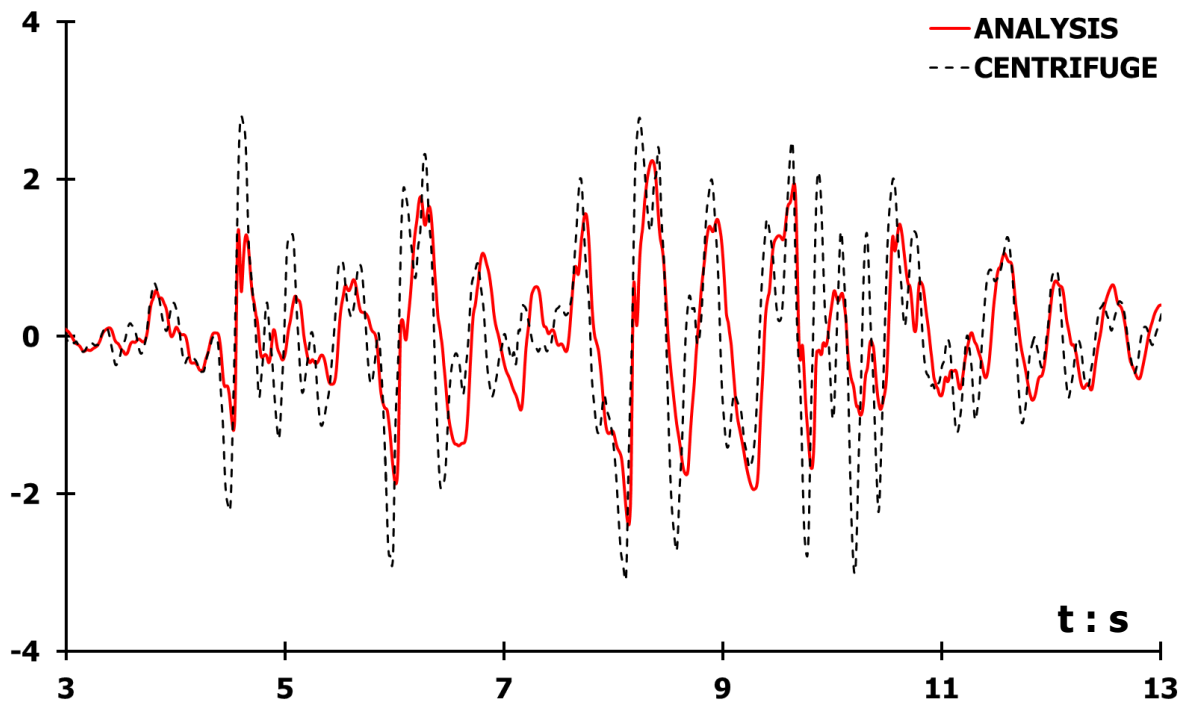
$S_{A27} : m/s^2$



Διάγραμμα 3.44. Σύγκριση ελαστικών φασμάτων απόκρισης επιταχυνσιογραφημάτων Διαγράμματος 3.43 σε όρους φασματικής επιτάχυνσης – περιόδου, με συντελεστή απόσβεσης **5 %**

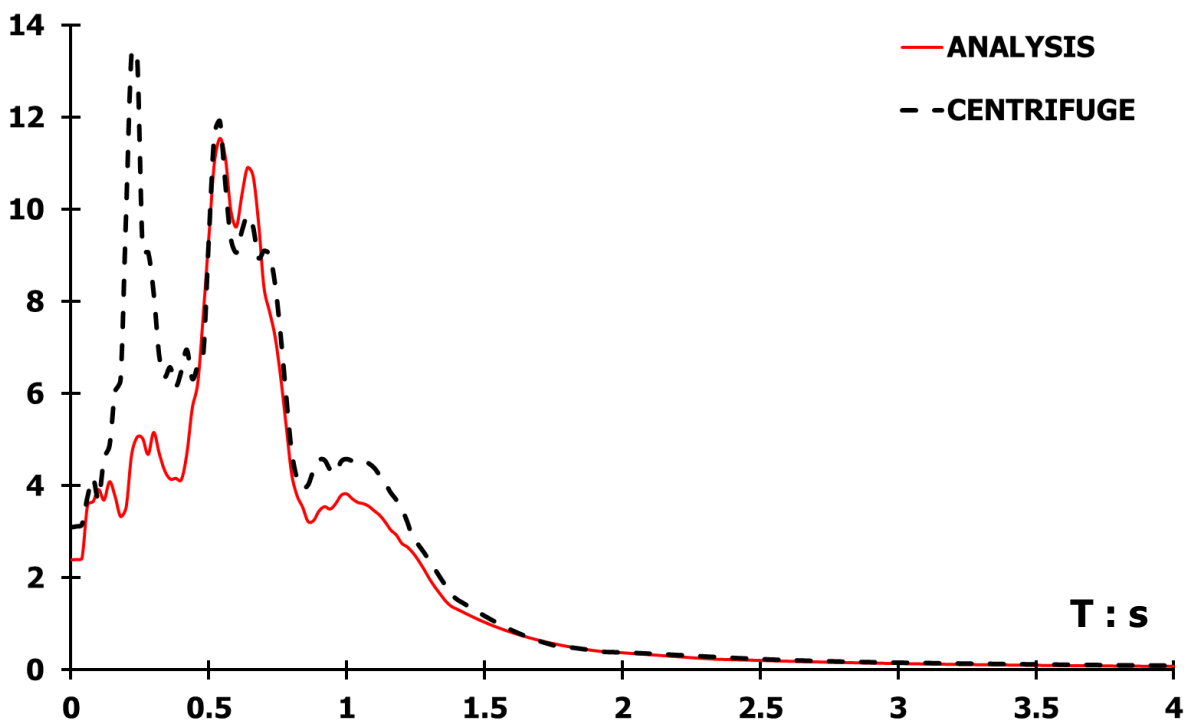
$A_{16} : m/s^2$

Kocaeli YPT-330-2



Διάγραμμα 3.45. Σύγκριση επιταχυνσιογραφημάτων επιταχυνσιομέτρου **A16** διέγερσης **YPT-330-2**, πειράματος φυγοκεντρική (διακεκομμένη γραμμή) και αριθμητικής ανάλυσης (ερυθρή γραμμή)

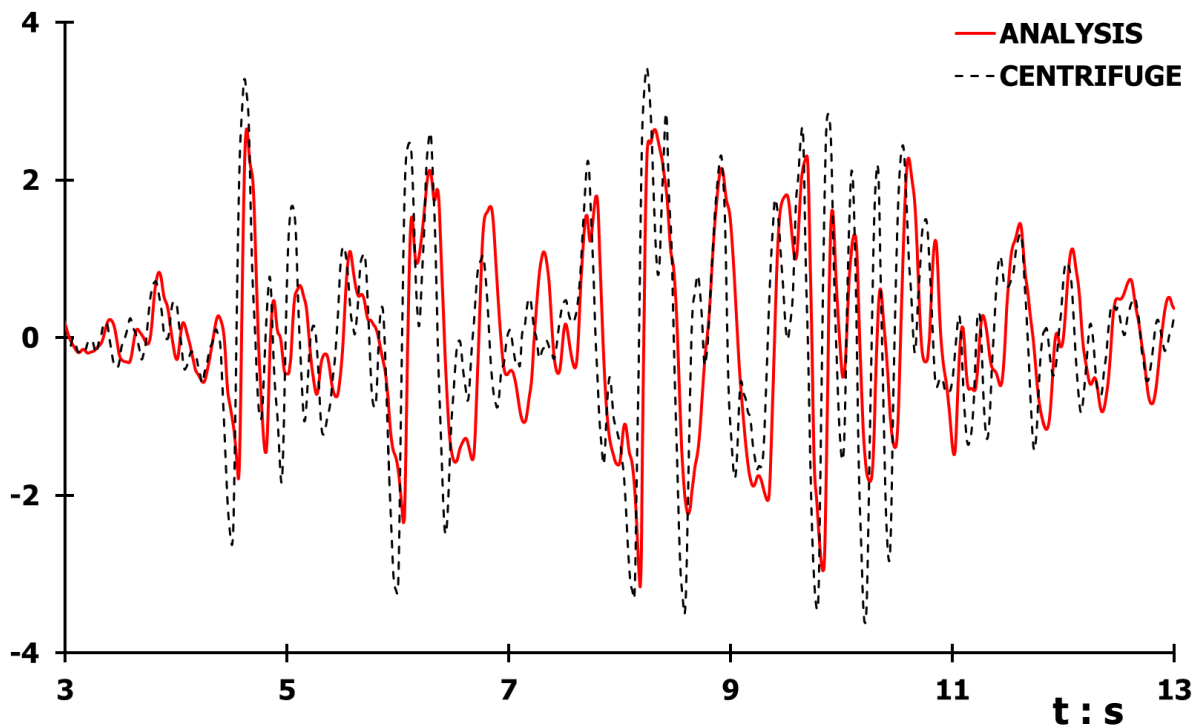
$S_{A16} : m/s^2$



Διάγραμμα 3.46. Σύγκριση ελαστικών φασμάτων απόκρισης επιταχυνσιογραφημάτων Διαγράμματος 3.45, σε όρους φασματικής επιτάχυνσης – περιόδου, με συντελεστή απόσβεσης **5 %**

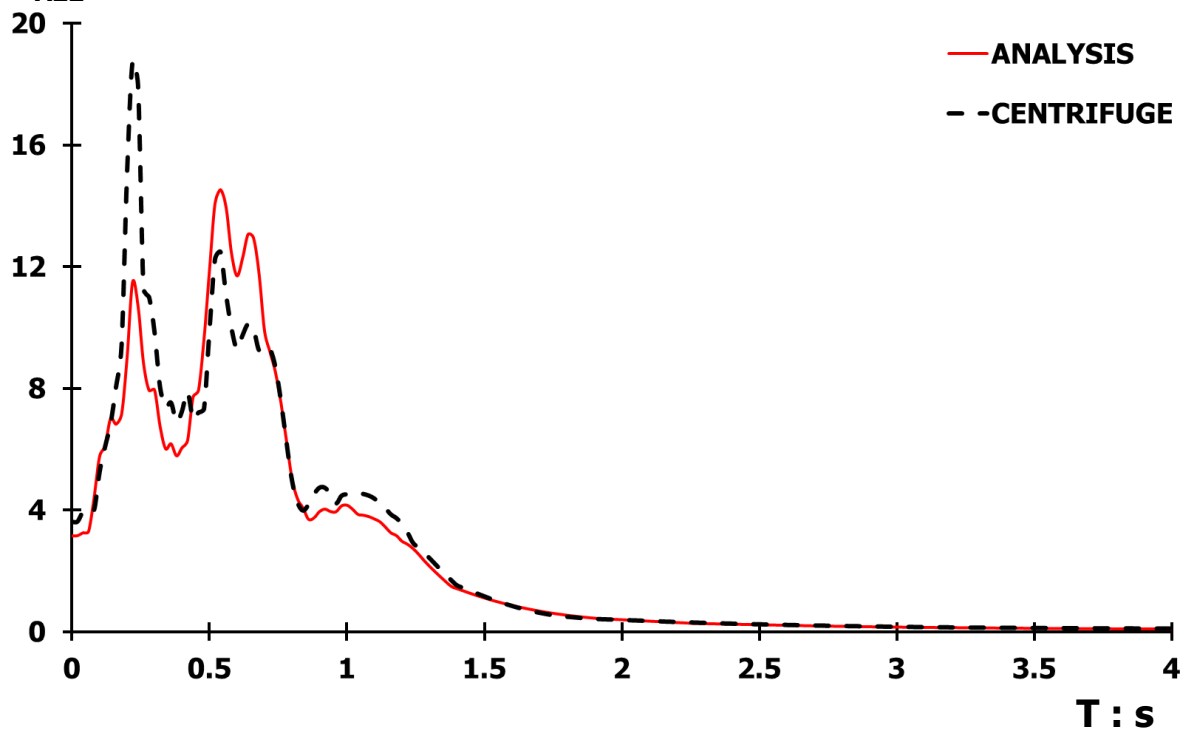
$A_{22} : m/s^2$

Kocaeli YPT-330-2



Διάγραμμα 3.47. Σύγκριση επιταχυνσιογραφήματων επιταχυνσιομέτρου **A22** διέγερσης **YPT-330-2**, πειράματος φυγοκεντριστή (διακεκομμένη γραμμή) και αριθμητικής ανάλυσης (ερυθρή γραμμή)

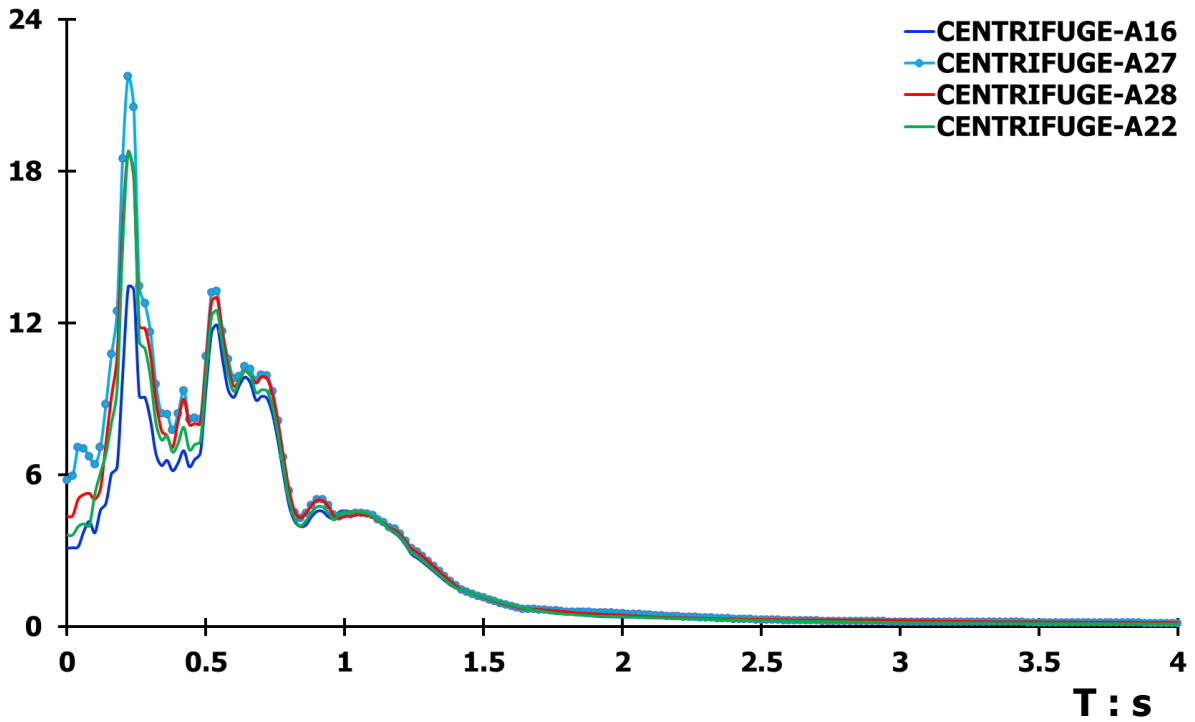
$S_{A22} : m/s^2$



Διάγραμμα 3.48. Σύγκριση ελαστικών φασμάτων απόκρισης επιταχυνσιογραφήματων Διαγράμματος 3.47, σε όρους φασματικής επιτάχυνσης – περιόδου, με συντελεστή απόσβεσης **5 %**

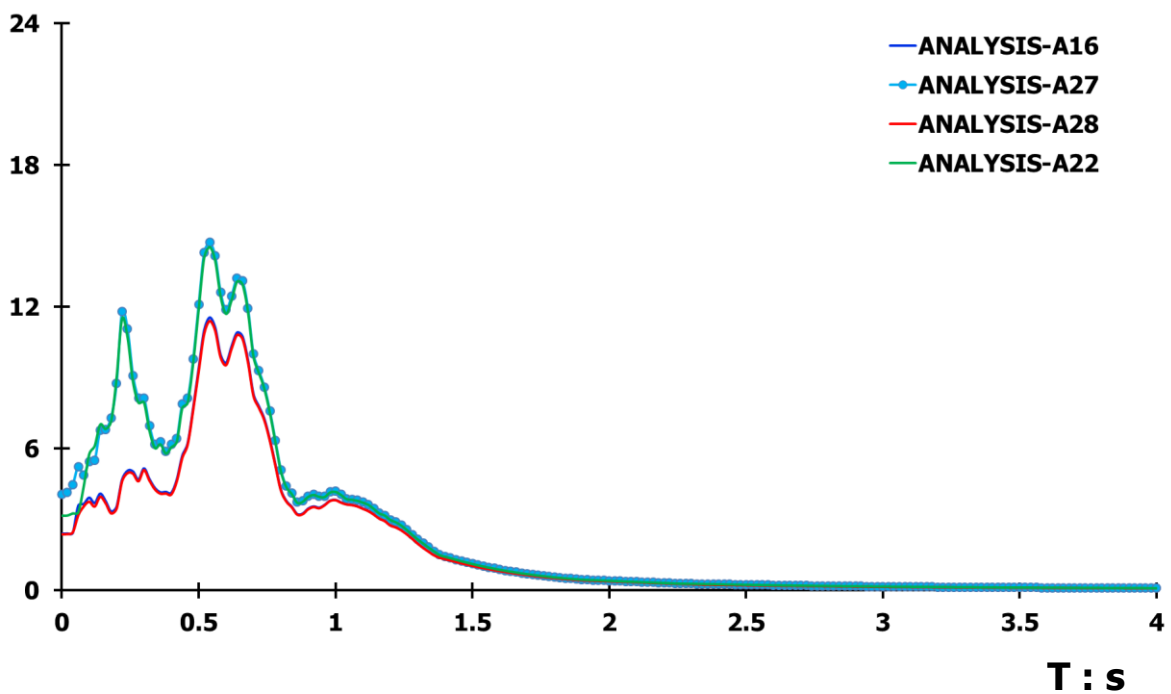
$S_A : m/s^2$

Kocaeli YPT-330-2

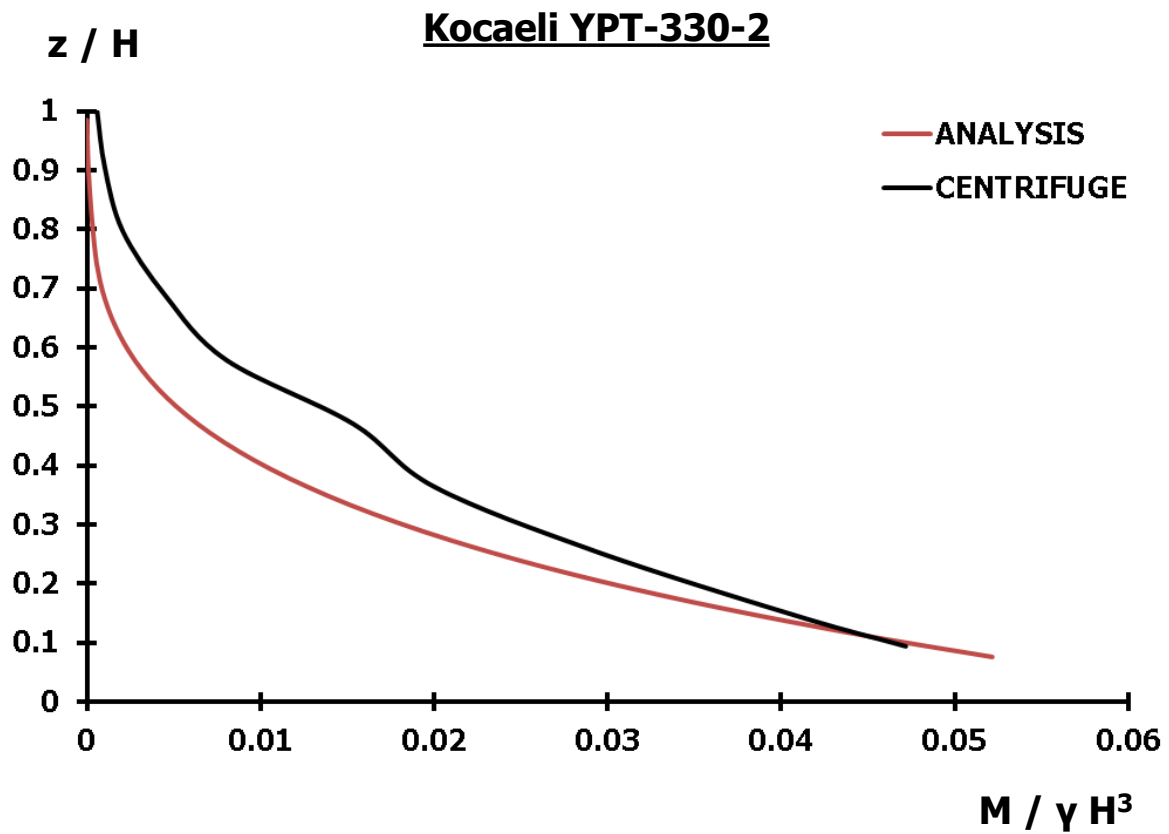


Διάγραμμα 3.49. Σύγκριση ελαστικών φασμάτων απόκρισης επιταχυνσιογραφημάτων πειράματος φυγοκεντριστή, Διαγραμμάτων 3.42, 3.44, 3.46 και 3.48

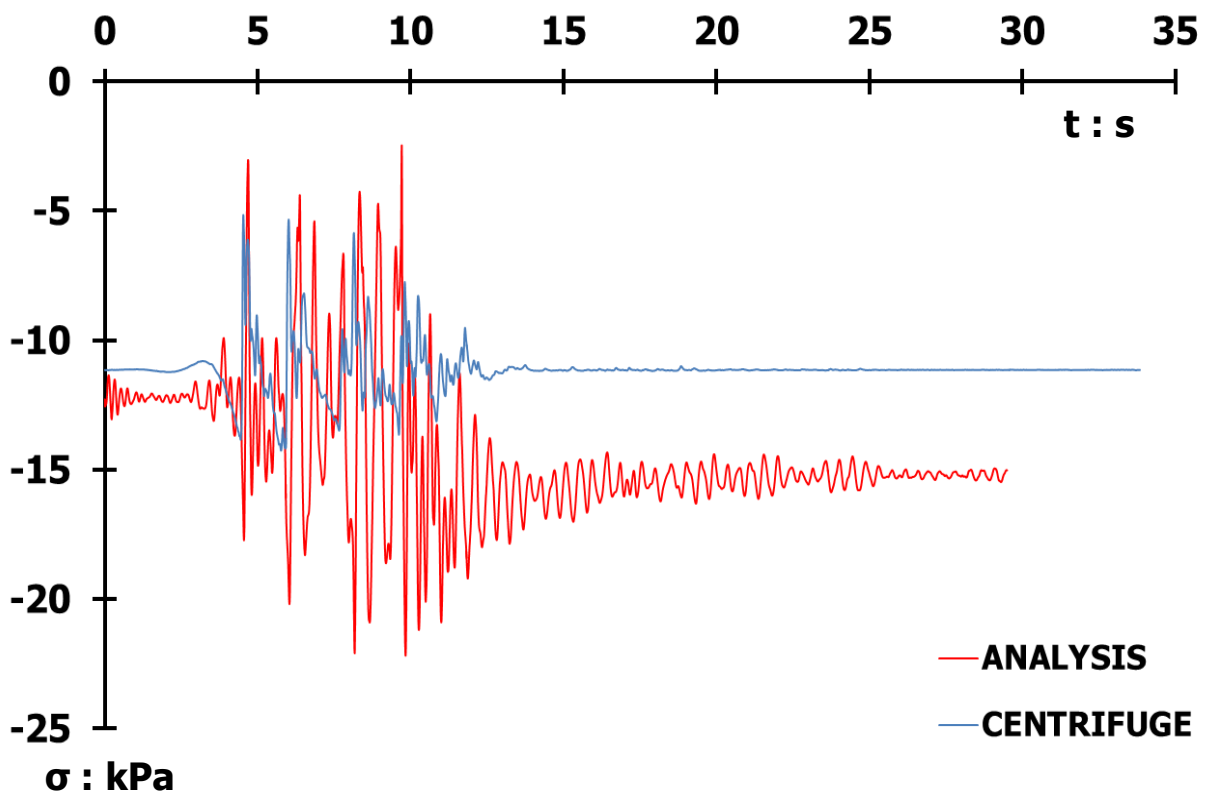
$S_A : m/s^2$



Διάγραμμα 3.50. Σύγκριση ελαστικών φασμάτων απόκρισης επιταχυνσιογραφημάτων αριθμητικών αναλύσεων, Διαγραμμάτων 3.42, 3.44, 3.46 και 3.48



Διάγραμμα 3.51. Σύγκριση ροπών ευκάμπτου τοίχου αντιστήριξης τύπου προβόλου, διατομής ανεστραμμένου T



Διάγραμμα 3.52. Σύγκριση ορθών οριζοντίων τάσεων εδαφικών ωθήσεων, στο σημείο του μετρητή πίεσης F1-4, αριθμητικής ανάλυσης (ερυθρή γραμμή) και πειράματος φυγοκεντριστή (κυανή γραμμή)

Διέγερση

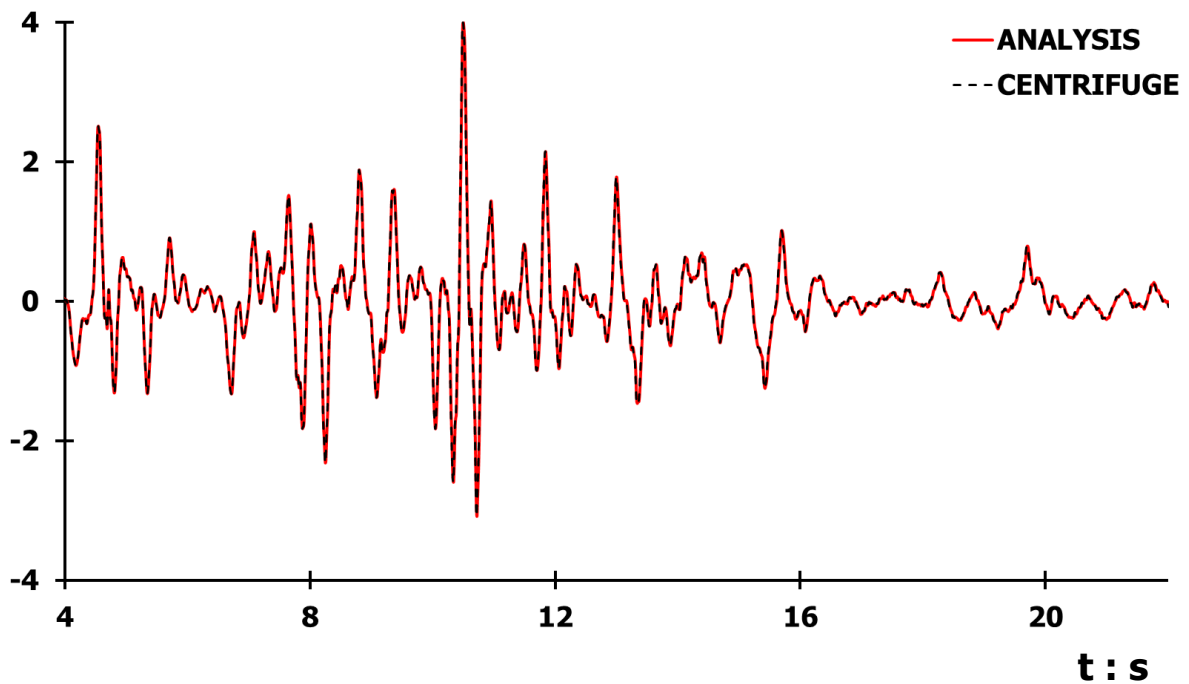
Loma Pieta

SC – 2

**Καταστατικό
Προσομοίωμα
Mohr – Coulomb
με Κινηματική
Κράτυνση**

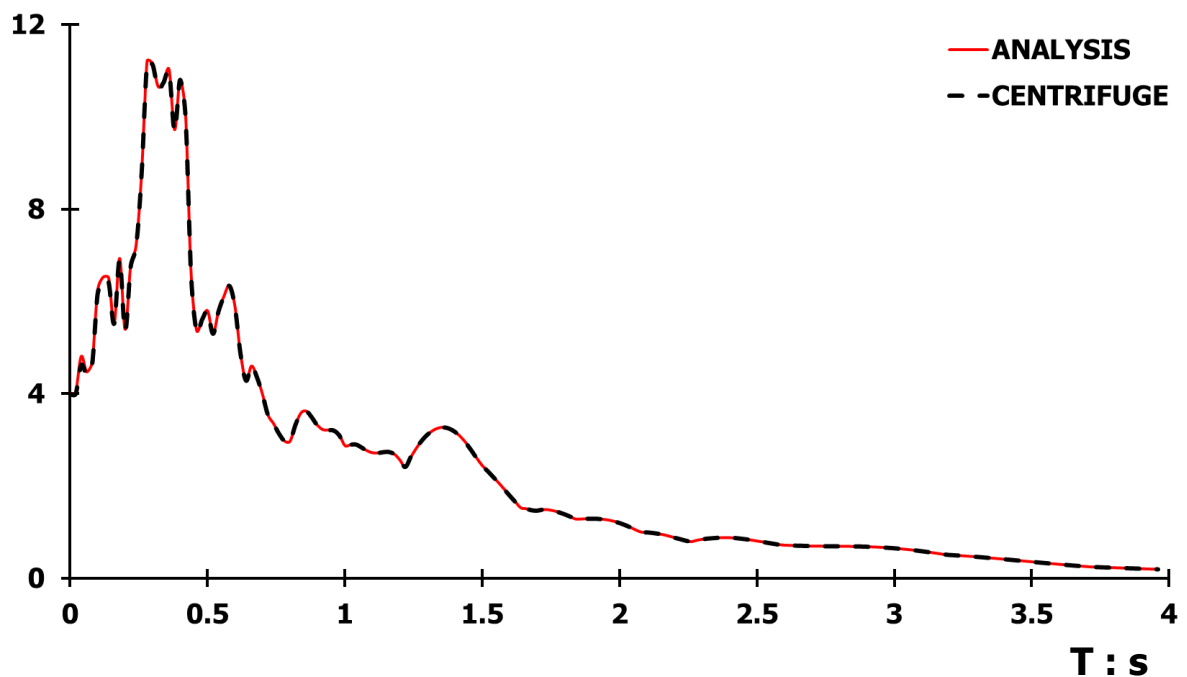
$A_{35} : m/s^2$

Loma Prieta SC-2

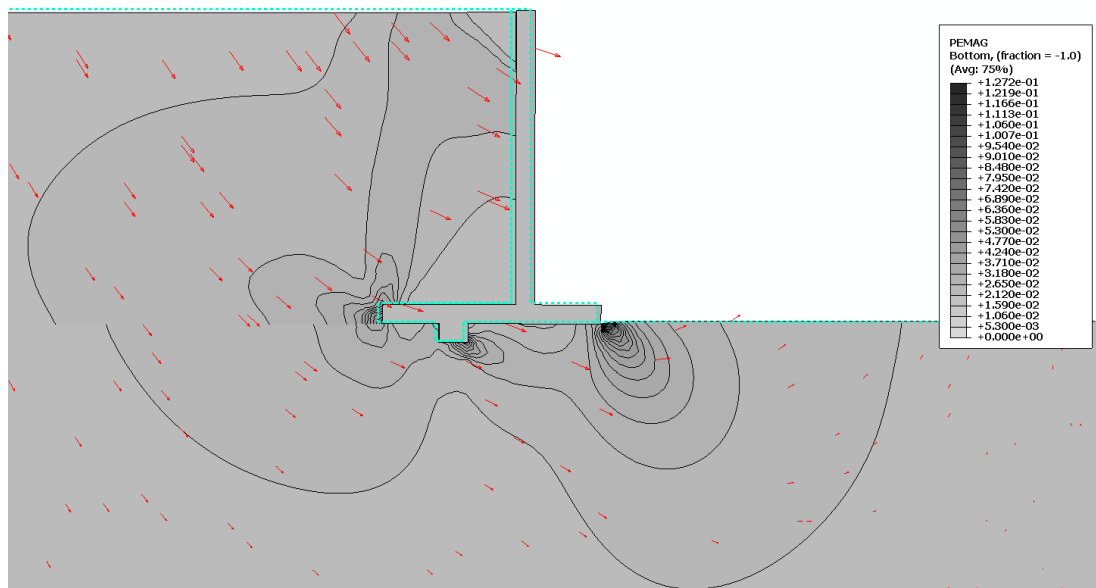


Διάγραμμα 3.53. Σύγκριση επιταχυνσιογραφημάτων επιταχυνσιομέτρου **A35** διέγερσης **SC-2**, πειράματος φυγοκεντρική (διακεκομμένη γραμμή) και αριθμητικής ανάλυσης (ερυθρή γραμμή)

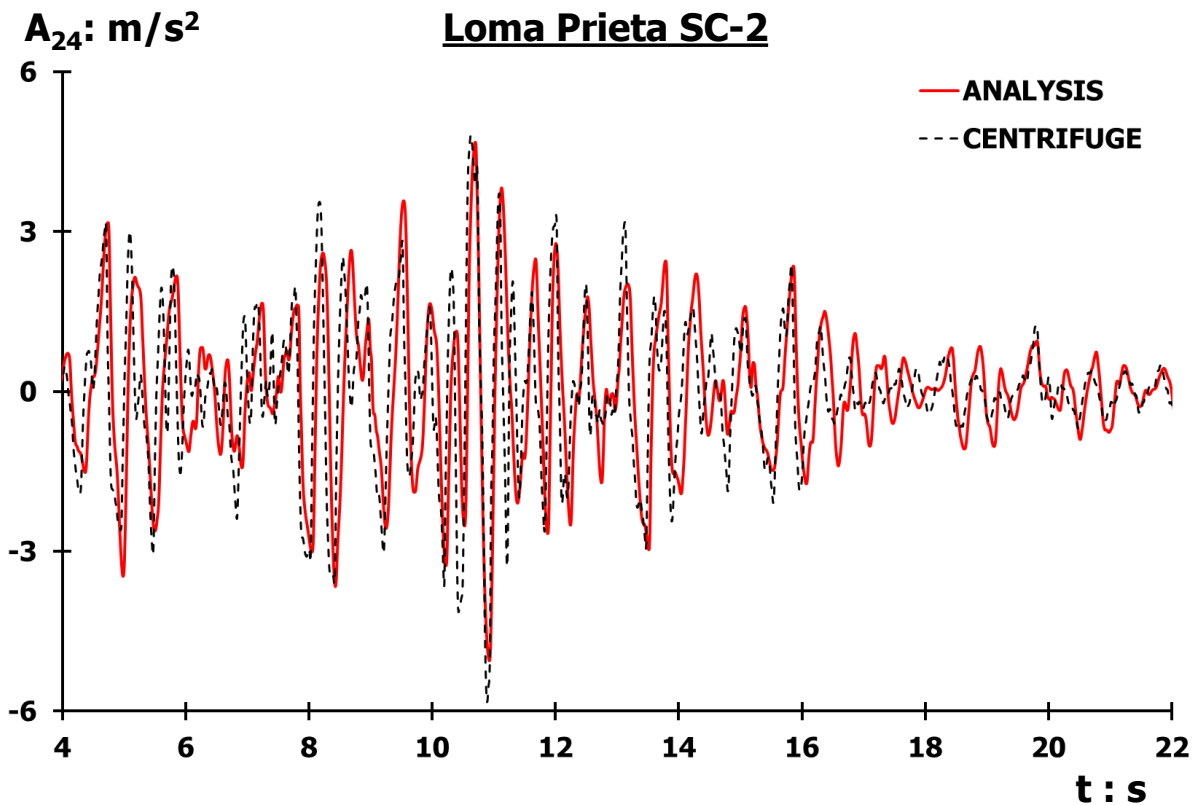
$S_{A35} : m/s^2$



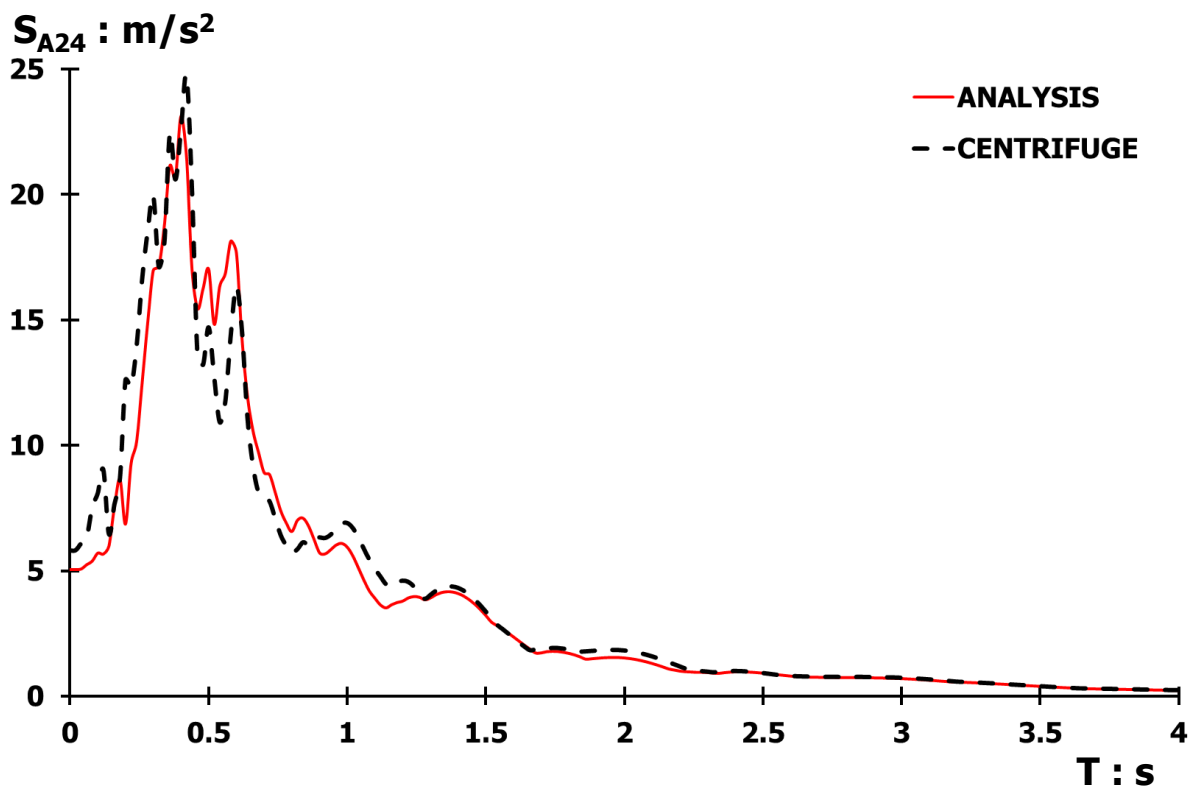
Διάγραμμα 3.54. Σύγκριση ελαστικών φασμάτων απόκρισης επιταχυνσιογραφημάτων Διαγράμματος 3.53, σε όρους φασματικής επιτάχυνσης – περιόδου, με συντελεστή απόσβεσης **5 %**



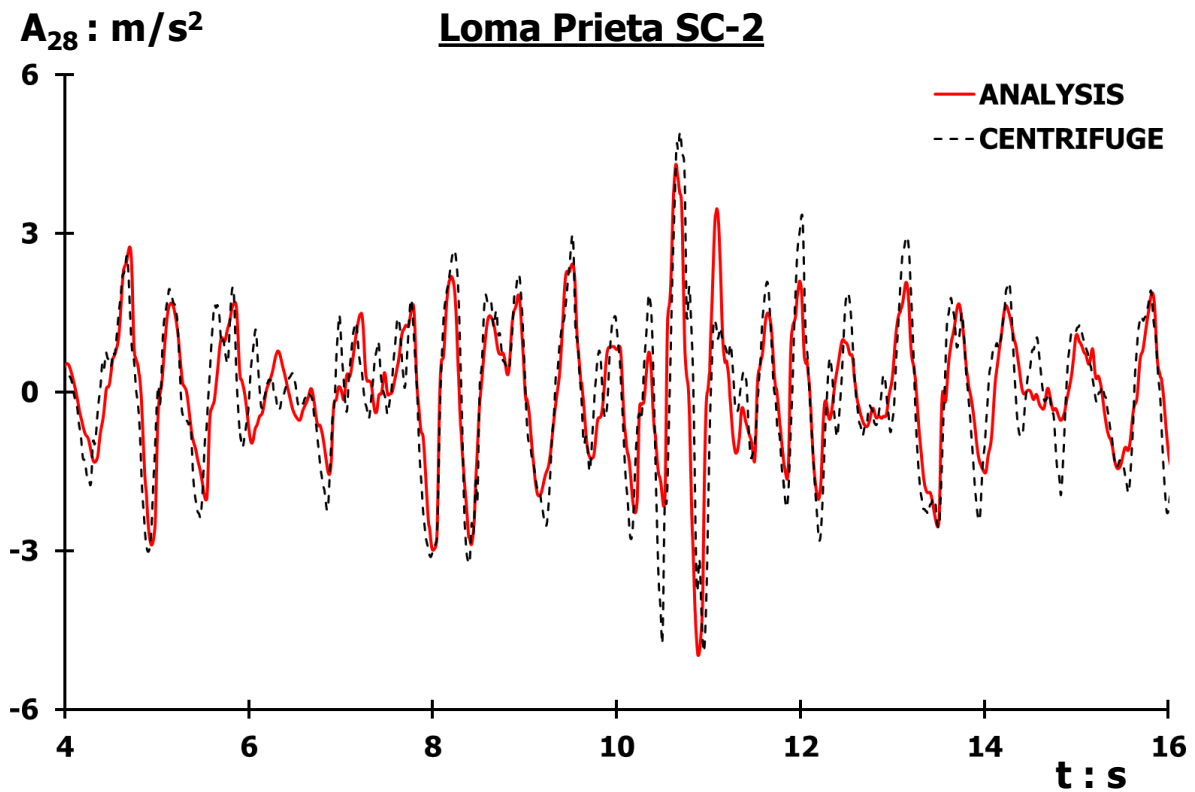
Σχήμα 3.16. Πλαστικές παραμορφώσεις με διανύσματα συνδυασμένης μετακίνησης ευκάμπτου τοίχου αντιστήριξης, λόγω εφαρμοζόμενης διέγερσης **Loma Prieta SC-2** [Φυσική κλίμακα]



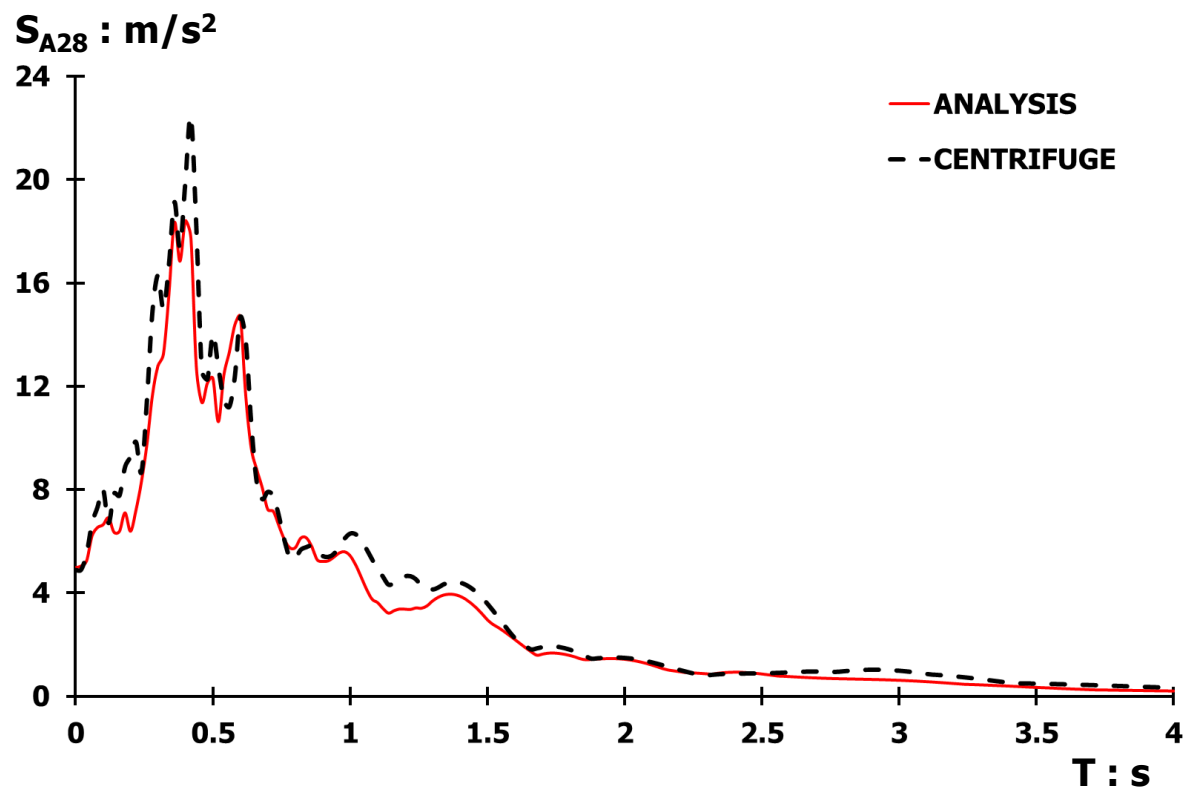
Διάγραμμα 3.55. Σύγκριση επιταχυνσιογραφημάτων επιταχυνσιόμετρου **A24** διέγερσης **SC-2**, πειράματος φυγοκεντρική (διακεκομμένη γραμμή) και αριθμητικής ανάλυσης (ερυθρή γραμμή)



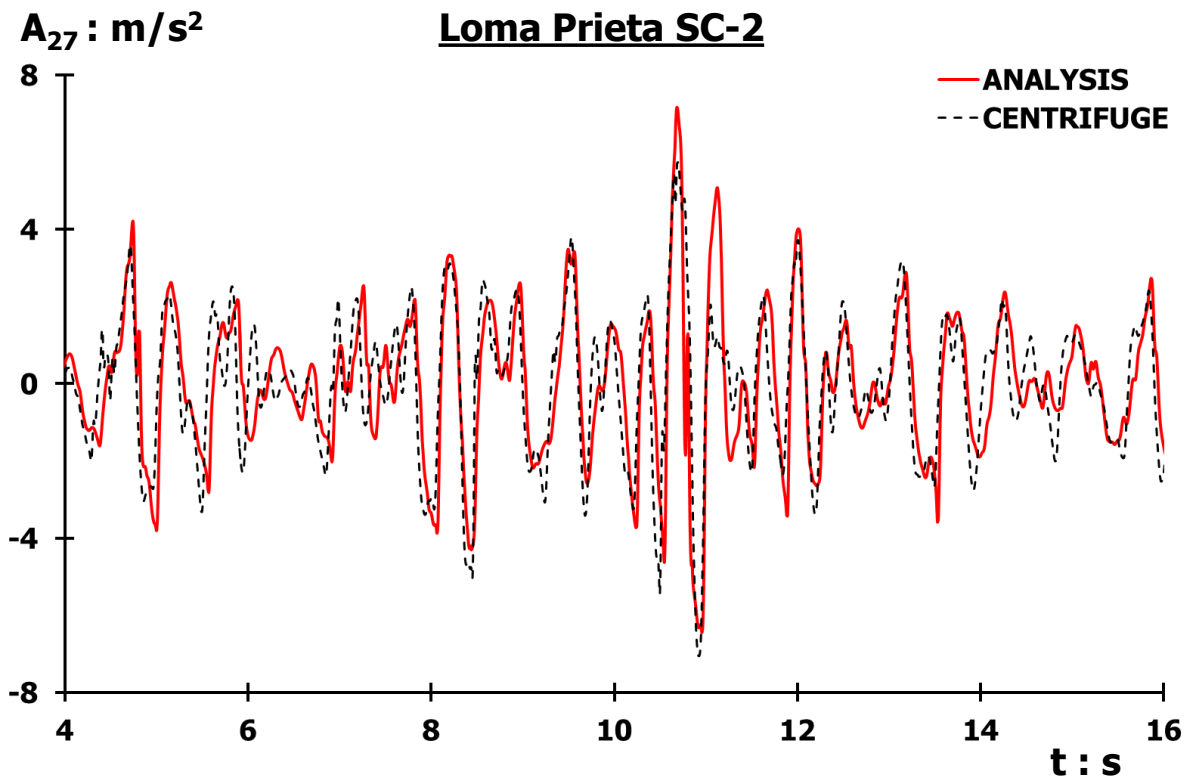
Διάγραμμα 3.56. Σύγκριση ελαστικών φασμάτων απόκρισης επιταχυνσιογραφημάτων Διαγράμματος 3.55, σε όρους φασματικής επιτάχυνσης – περιόδου, με συντελεστή απόσβεσης **5 %**



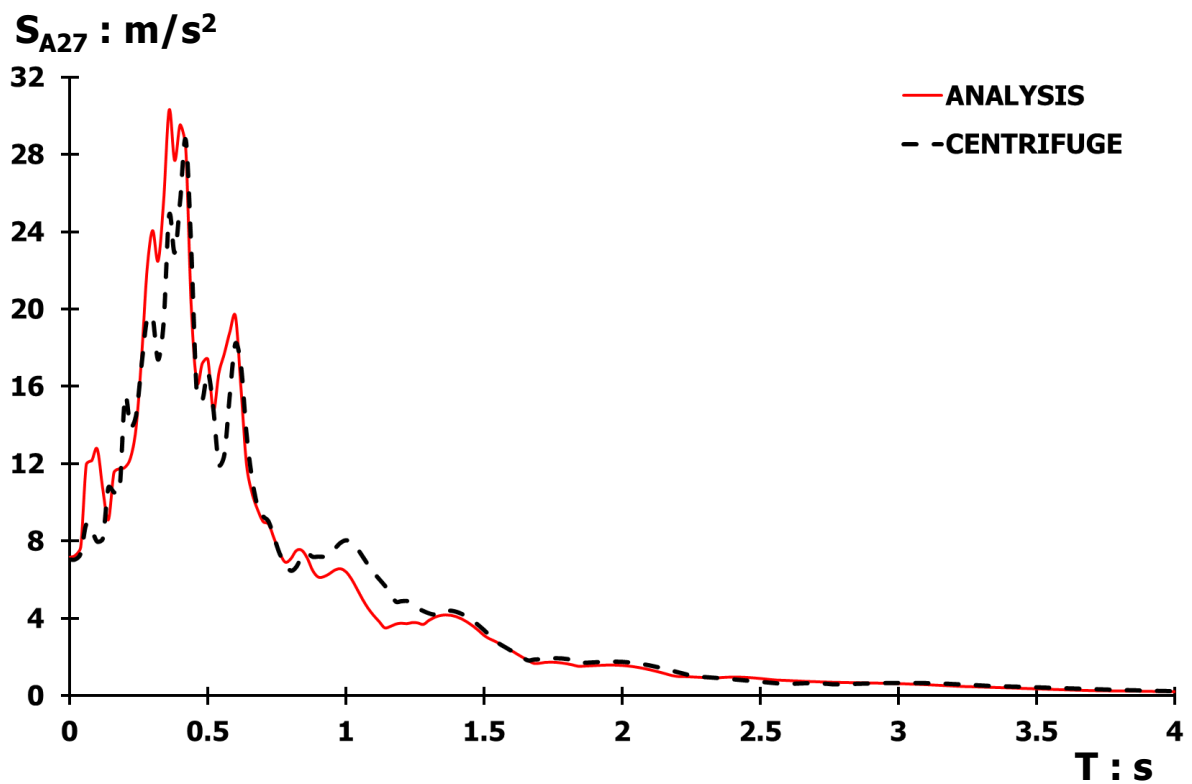
Διάγραμμα 3.57. Σύγκριση επιταχυνσιογραφημάτων επιταχυνσιομέτρου **A28** διέγερσης **SC-2**, πειράματος φυγοκεντρική (διακεκομμένη γραμμή) και αριθμητικής ανάλυσης (ερυθρή γραμμή)



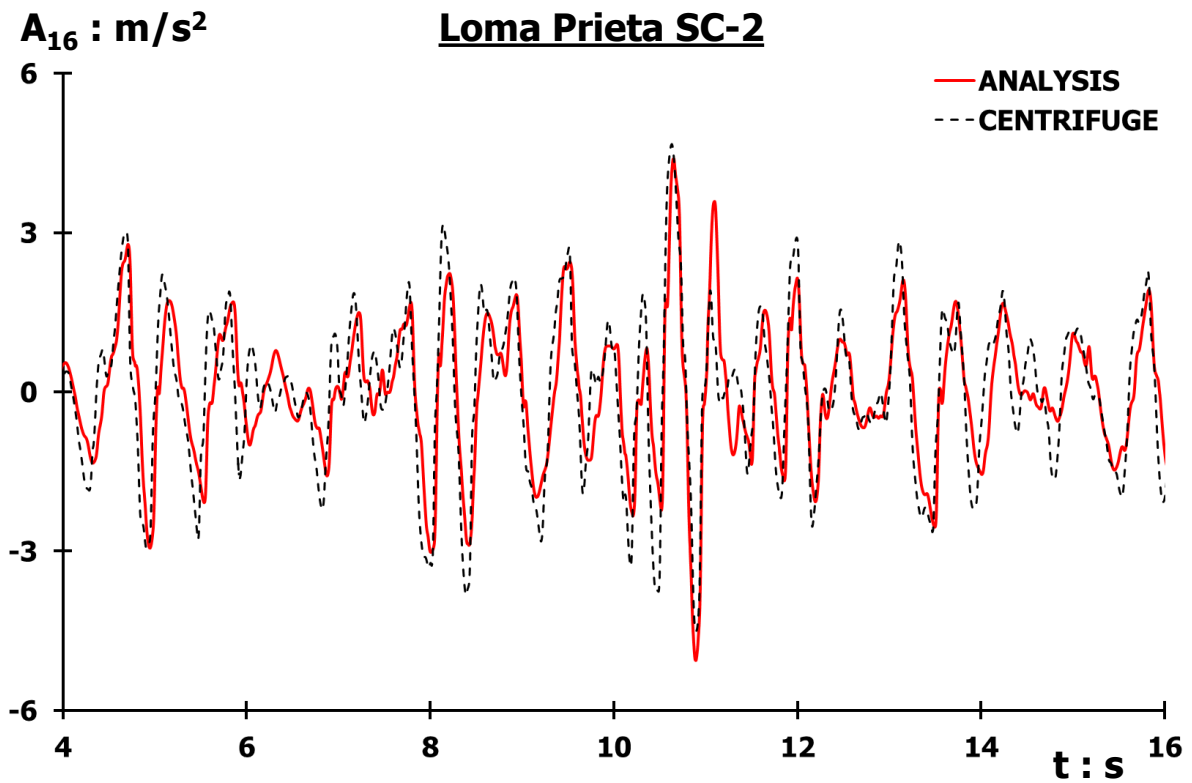
Διάγραμμα 3.58. Σύγκριση ελαστικών φασμάτων απόκρισης επιταχυνσιογραφημάτων Διαγράμματος 3.57, σε όρους φασματικής επιτάχυνσης – περιόδου, με συντελεστή απόσβεσης **5 %**



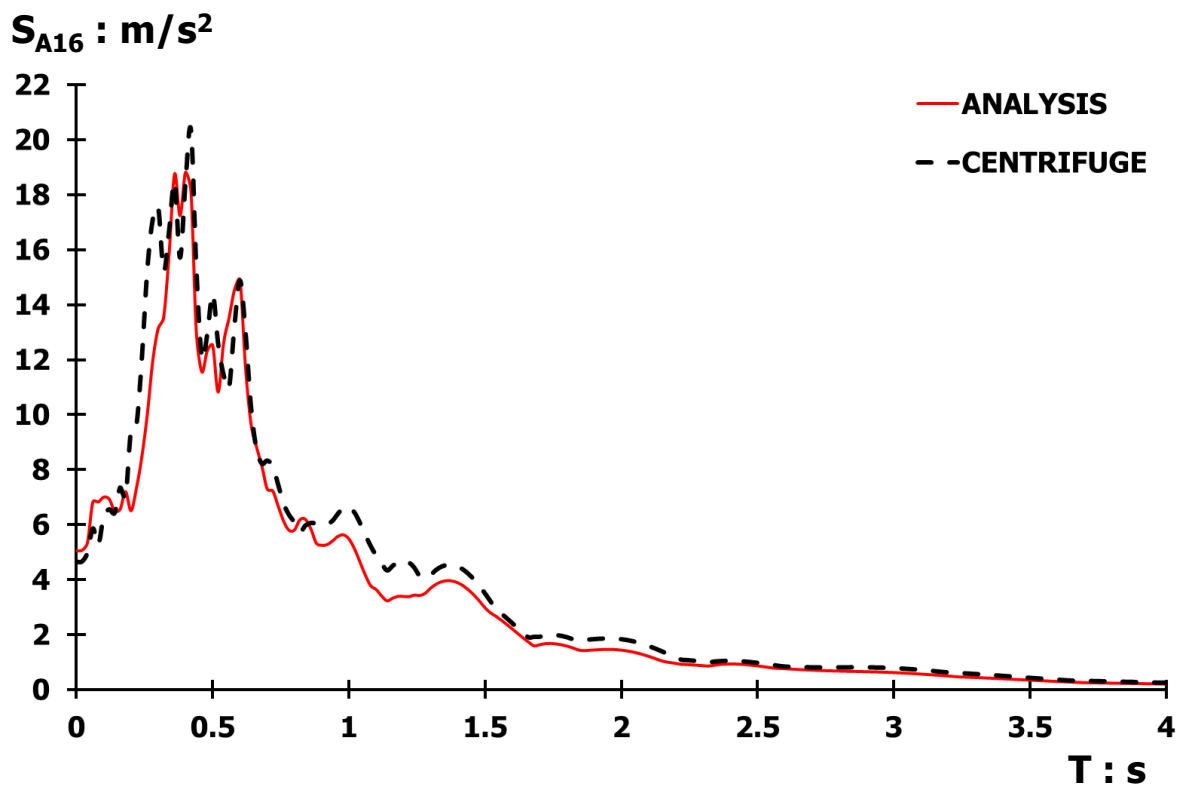
Διάγραμμα 3.59. Σύγκριση επιταχυνσιογραφημάτων επιταχυνσιομέτρου **A27** διέγερσης **SC-2**, πειράματος φυγοκεντρική (διακεκομμένη γραμμή) και αριθμητικής ανάλυσης (ερυθρή γραμμή)



Διάγραμμα 3.60. Σύγκριση ελαστικών φασμάτων απόκρισης επιταχυνσιογραφημάτων Διαγράμματος 3.59, σε όρους φασματικής επιτάχυνσης – περιόδου, με συντελεστή απόσβεσης **5 %**



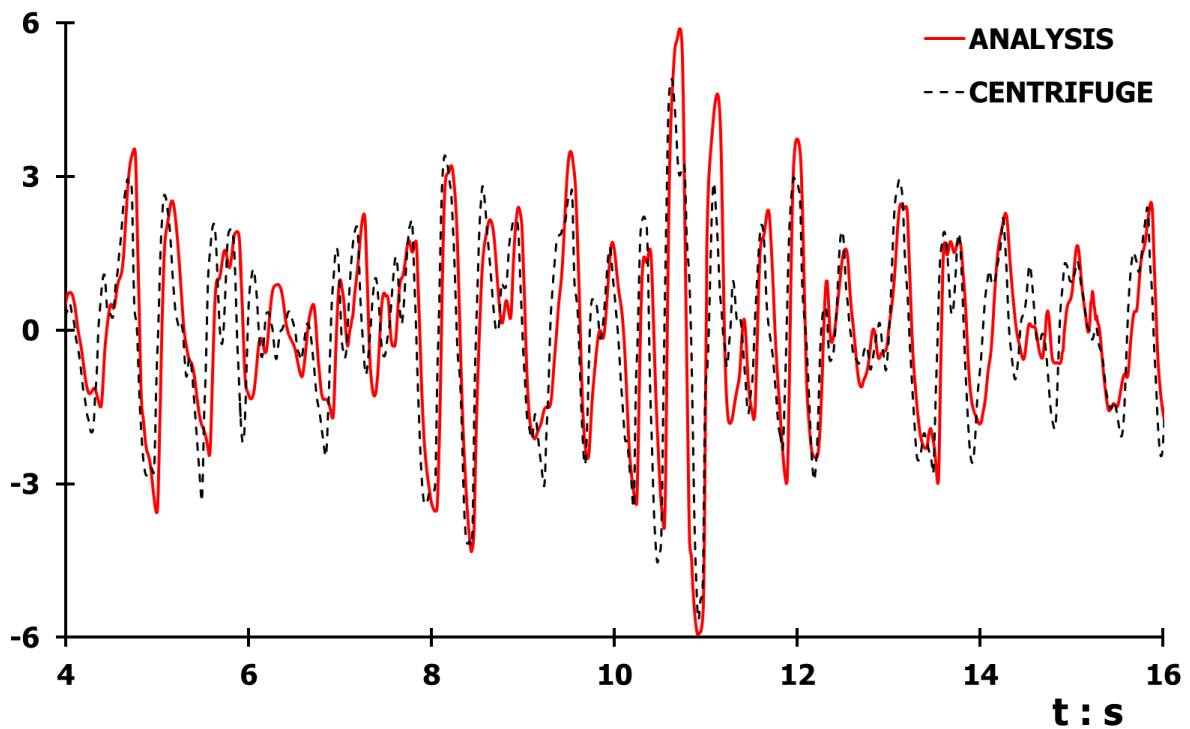
Διάγραμμα 3.61. Σύγκριση επιταχυνσιογραφημάτων επιταχυνσιόμετρου **A16** διέγερσης **SC-2**, πειράματος φυγοκεντρική (διακεκομμένη γραμμή) και αριθμητικής ανάλυσης (ερυθρή γραμμή)



Διάγραμμα 3.62. Σύγκριση ελαστικών φασμάτων απόκρισης επιταχυνσιογραφημάτων Διαγράμματος 3.61, σε όρους φασματικής επιτάχυνσης – περιόδου, με συντελεστή απόσβεσης **5 %**

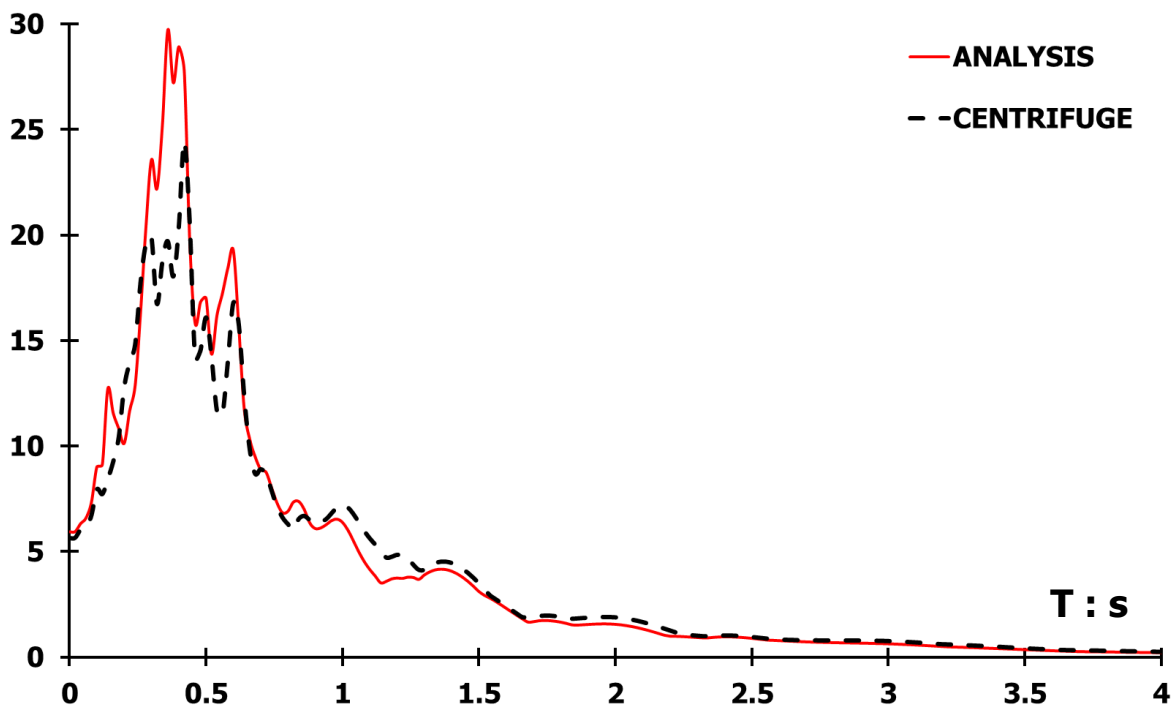
$A_{22} : m/s^2$

Loma Prieta SC-2

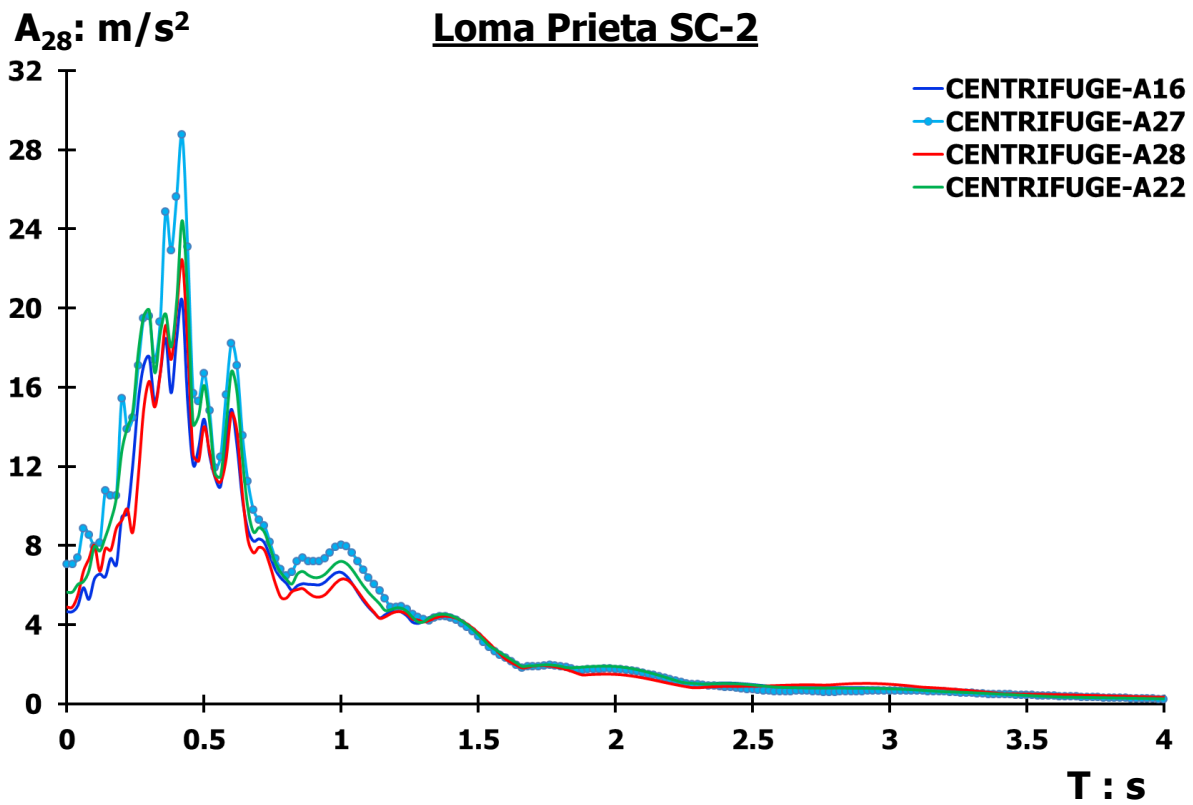


Διάγραμμα 3.63. Σύγκριση επιταχυνσιογραφημάτων επιταχυνσιόμετρου **A22** διέγερσης **SC-2**, πειράματος φυγοκεντρική (διακεκομμένη γραμμή) και αριθμητικής ανάλυσης (ερυθρή γραμμή)

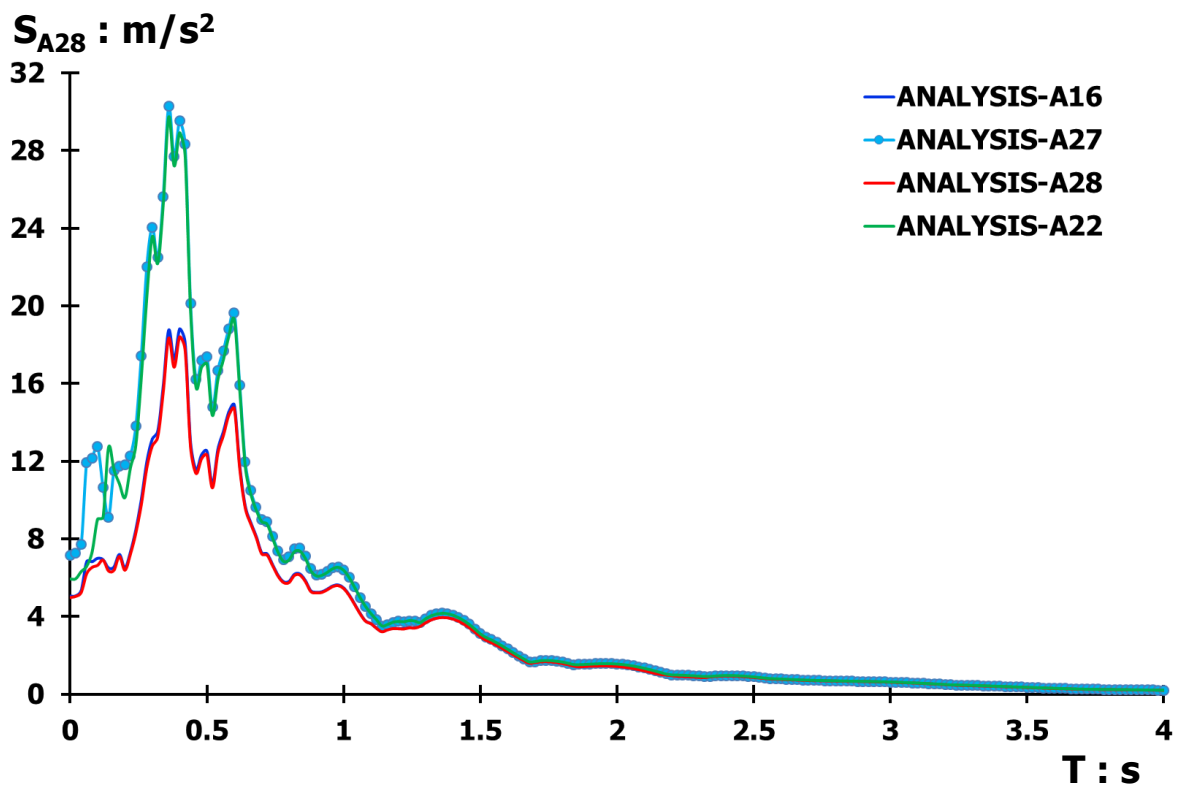
$S_{A22} : m/s^2$



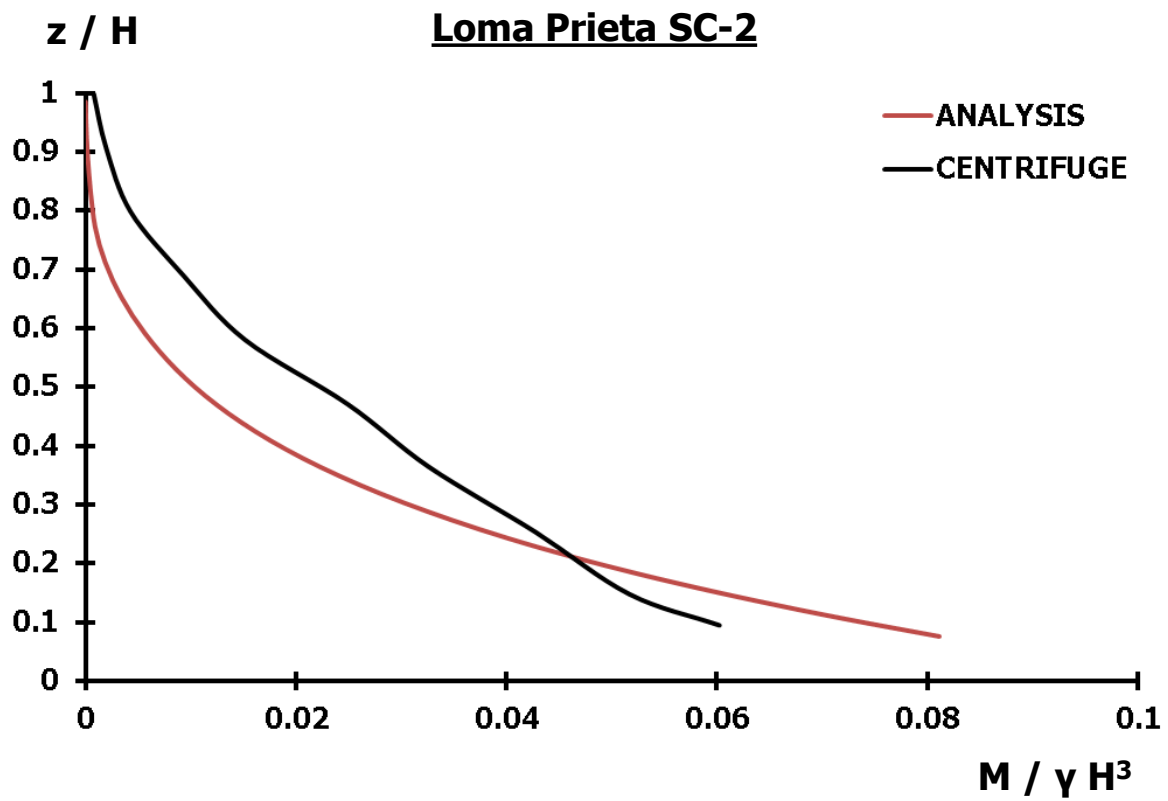
Διάγραμμα 3.64. Σύγκριση ελαστικών φασμάτων απόκρισης επιταχυνσιογραφημάτων Διαγράμματος 3.63, σε όρους φασματικής επιτάχυνσης – περιόδου, με συντελεστή απόσβεσης **5 %**



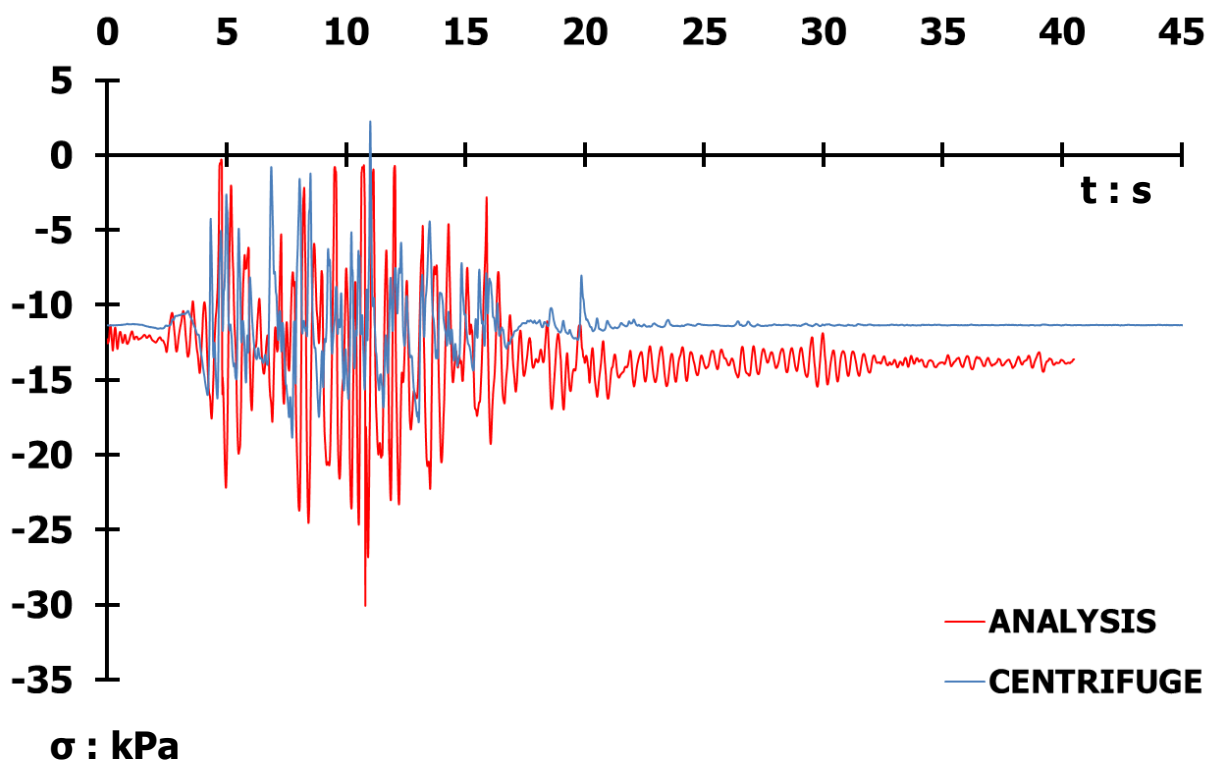
Διάγραμμα 3.65. Σύγκριση ελαστικών φασμάτων απόκρισης επιταχυνσιογραφημάτων πειράματος φυγοκεντριστή, Διαγραμμάτων 3.58, 3.60, 3.62 και 3.64



Διάγραμμα 3.66. Σύγκριση ελαστικών φασμάτων απόκρισης επιταχυνσιογραφημάτων αριθμητικών αναλύσεων, Διαγραμμάτων 3.58, 3.60, 3.62 και 3.64



Διάγραμμα 3.67. Σύγκριση ροπών ευκάμπτου τοίχου αντιστήριξης τύπου προβόλου, διατομής ανεστραμμένου T



Διάγραμμα 3.68. Σύγκριση ορθών οριζοντίων τάσεων εδαφικών ωθήσεων, στο σημείο του μετρητή πίεσης F1-4, αριθμητικής ανάλυσης (ερυθρή γραμμή) και πειράματος φυγοκεντριστή (κυανή γραμμή)

BΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

3.1 ΕΝΤΥΠΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Γκαζέτας Γ. (2006). "Σημειώσεις Εδαφομηχανικής", *Σημειώσεις Τομέα Γεωτεχνικής*, ΕΜΠ.

Γκαζέτας Γ. (2007). "Σημειώσεις Εδαφοδυναμικής", *Σημειώσεις Τομέα Γεωτεχνικής*, ΕΜΠ.

Δρόσος Β. (2001). "Αριθμητική Προσομοίωση Σεισμικής Απόκρισης Τοίχων Βαρύτητας", *Διπλωματική Εργασία*, ΕΜΠ.

Ανυφαντάκη Αν. και Λεάνδρου Χ. (2014). "Σεισμική Απόκριση Τοίχων Αντιστήριξης: Βαρύτητας και Μορφής Ανεστραμμένου T.", *Διπλωματική Εργασία*, ΕΜΠ.

Al Atik L. and Sitar N. (2010). "Seismic earth pressures on cantilever retaining structures." *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, Vol. 136, No. 10, p. 1324-1333, ASCE.

Al-Homoud A.S. and Whitman R.V. (1999). "Seismic analysis and design of rigid bridge abutments considering rotation and sliding incorporating non-linear soil behavior." *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, Vol. 18, p. 247-277, Elsevier.

Anastasopoulos I., Gelagoti F., Kourkoulis R. and Gazetas G. (2011). "Simplified constitutive model for simulation of cyclic response of shallow foundations: validation against laboratory tests." *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, Vol. 137, No. 12, p. 1154-1168, ASCE.

Clough G.W. and Fragaszy R.F. (1977). "A study of earth loadings on floodway retaining structures in the 1971 San Fernando Valley earthquake." *Proc., 6th World Conference on Earthquake Engineering*, Vol. 3, Sarita Prakashan, Meerut, India.

Gazetas G., Psarropoulos P.N., Anastasopoulos I. and Gerolymos N. (2004). "Seismic behavior of flexible retaining systems subjected to short-duration moderately strong excitation." *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, Vol. 24, is. 7, p. 537-550, Elsevier.

Gazetas G., Gerolymos N. and Anastasopoulos I. (2005). "Response of three Athens metro underground structures in the 1999 Parnitha earthquake." *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, Vol. 25, is. 7, p. 617-633, Elsevier.

Garini E., Gazetas G. and Anastasopoulos I. (2011). "Assymmetric 'Newmark' sliding caused by motions severe 'directivity' and 'fling' pulses." *Géotechnique*, Vol. 61, is. 9, p. 733-75617-633.

Green R.A., Olgun C.G., Ebeling R.M. and Cameron W.I. (2003). "Seismically induced lateral earth pressures on a cantilever retaining wall." *Proc., 6th U.S. Conf. and Workshop on Lifeline Earthquake Engineering*, Long Beach, Calif.

Mikola G.R. and Sitar N. (2013). "Seismic earth pressures on retaining structures in cohesionless soils." *Report submitted to the California Department of Transportation (Caltrans) under Contract No. 65A0367 and NSF-NEES-CR Grant No. CMMI-0936376: Seismic Earth Pressures on Retaining Structures*, Report No. UCB GT

13-01, Geotechnical Engineering, Dep. of Civil and Environ. Engineering, Univ. of California, Berkeley.

Mononobe N. and Matsuo M. (1929). "On the determination of earth pressures during earthquakes." *Proc., World Engineering Congress*, 133 (5), p. 539-549.

Mononobe N. and Matsuo M. (1932). *Experimental investigation of lateral earth pressure during earthquakes*, Earthquake Research Institute and Research Office of Public Works, p. 884-902.

Nakamura S. (2006). "Re-examination of Mononobe-Okabe theory of gravity retaining walls using centrifuge model tests." *Soils Found.*, 46 (2), p.135-146.

Okabe S. (1924). "General theory on earth pressure and seismic stability of retaining wall and dam." *J. Japan Society of Civil Engineers*, 10 (6), p.1277-1323, plus figures.

Okabe S. (1926). "General theory of earth pressures." *J. Japan Society of Civil Engineers*, 12 (1), p.123-134.

Psarropoulos P.N., Klonaris G. and Gazetas G. (2005). "Seismic earth pressures on rigid and flexible retaining walls." *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, Vol. 25, is. 7-10, p. 795-809, Elsevier.

Seed H.B. and Whitman R.V. (1970). "Design of earth retaining structures for dynamic loads." *Proc., ASCE Specialty Conference on Lateral Stresses in the Ground and Design of Earth Retaining Structures*, Vol. 1, Cornell Univ., Ithaca, N.Y., p. 103-147.

3.2 ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

<http://129.97.46.200:2080/v6.13/books/usb/default.htm>, 28.1.3 **Two-dimensional solid element library**, Abaqus Analysis User's Guide, Abaqus Documentation.

<https://nees.org/warehouse/experiment/3690/project/943>, Στοιχεία, πληροφορίες, δεδομένα και αποτελέσματα πειράματος φυγοκεντριστή **ROOZ02**.

<http://129.97.46.200:2080/v6.13/books/usb/default.htm?startat=pt06ch29s03alm10.html>, 29.3.8 **Beam element library**, Abaqus Analysis User's Guide, Abaqus Documentation.