



**Πανεπιστήμιο Κύπρου**

**Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών  
και Μηχανικών Περιβάλλοντος**

**Μεταπτυχιακή Εργασία**

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΟΥ ΑΝΤΙΚΤΥΠΟΥ ΤΗΣ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΕΔΑΦΟΥΣ-ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΣΤΗ  
ΦΑΣΜΑΤΙΚΗ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ**

**Έλενα Γεωργίου**

**Επιβλέπων**

**Δρ. Δημήτριος Λουκίδης**

**Λευκωσία, Μάιος 2023**

## Ευχαριστίες

Η Διπλωματική αυτή εργασία αποτελεί την κορύφωση των Μεταπτυχιακών μου σπουδών στο Πανεπιστήμιο Κύπρου, στο Τμήμα των Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Περιβάλλοντος και αποτελεί εργασία έρευνας και καταγραφής, στην οποία περιγράφονται αναλυτικά οι περιπτώσεις στις οποίες θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η αλληλεπίδραση του εδάφους – κατασκευής στις αναλύσεις.

Με την υποστήριξη του καθηγητή μου, Δρ. Δημήτριος Λουκίδης, και εδώ θα ήθελα να τον ευχαριστήσω πολύ για ακόμη μια φορά, μου δόθηκε η ευκαιρία να κάνω έρευνα αναλυτική η οποία αφορά ένα θέμα το οποίο δεν αναπτύσσεται σε βάθος στους Ευρωκώδικες.

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να τονίσω τον χαρακτήρα της εργασίας αυτής και να επισημάνω τον σκοπό της. Σαφώς η μελέτη στηρίχθηκε σε επιστημονικά κείμενα καθώς και στους Ευρωκώδικες, όμως το κυριότερο μέρος της στηρίχθηκε στην πρακτική εφαρμογή και στην υλοποίηση των θεωριών που προκύπτουν μέσα από τους Ευρωκώδικες με μεγαλύτερο βάθος και ανάλυση.

## Περίληψη

Αντικείμενο της εργασίας αποτέλεσε η διερεύνηση της αλληλεπίδρασης του εδάφους – κατασκευής και οι περιπτώσεις στις οποίες πρέπει να ληφθεί υπόψη στις σεισμικές αναλύσεις που εκτελούνται στην πράξη από μηχανικούς. Διερευνήθηκε, δηλαδή μέσω υπολογιστικών ελέγχων το ποιοι παράμετροι επηρεάζουν την φασματική επιτάχυνση ούτως ώστε, ο λόγος της φασματικής επιτάχυνσης με αλληλεπίδραση εδάφους – κατασκευής προς της φασματική επιτάχυνση χωρίς αλληλεπίδραση (πακτωμένη κατασκευή) να είναι μεγαλύτερος της μονάδας. Με τον όρο «φασματική επιτάχυνση με αλληλεπίδραση», εννοούμε την περίπτωση όπου έχουν θεωρηθεί ελατήρια στην βάση της κατασκευής.

Το μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε για σκοπούς μελέτης είναι μια κυκλική θεμελίωση η οποία στηρίζει μονοβάθμιο ταλαντωτή, τα χαρακτηριστικά των οποίων μεταβάλλονταν με σκοπό να προκύψουν οι περιπτώσεις κατά τις οποίες η τιμή του λόγου φασματικών επιταχύνσεων που αναφέρθηκε πιο πάνω να είναι μεγαλύτερος της μονάδας, δηλαδή περιπτώσεις όπου η αλληλεπίδραση εδάφους – κατασκευής έχει δυσμενή αντίδραση στην ασφάλεια της κατασκευής.

### ***Δυναμική αλληλεπίδραση εδάφους – θεμελίωσης – κατασκευής***

Το φαινόμενο της δυναμικής αλληλεπίδρασης εδάφους-θεμελίωσης-κατασκευής έχει αποδειχτεί, από εκτεταμένη επιστημονική έρευνα παγκοσμίως, ότι μπορεί να μεταβάλει σημαντικά τα δυναμικά χαρακτηριστικά και κατ' επέκταση τη σεισμική συμπεριφορά των κατασκευών. Υπάρχει η γενική αντίληψη, η οποία έχει υπεισέρθει και στους σύγχρονους αντισεισμικούς κανονισμούς, ότι η επιρροή του φαινομένου της αλληλεπίδρασης έχει γενικά ευμενή αποτελέσματα στη σεισμική συμπεριφορά των κατασκευών σε σχέση με τη θεώρηση ακλόνητης στήριξης (πάκτωση). Αυτό όμως δεν παύει να είναι μια γενίκευση που πρέπει να διερευνηθεί περαιτέρω ώστε να αποφευχθούν οι περιπτώσεις μη συντηρητικού αντισεισμικού σχεδιασμού.

### ***Σκοπός Εργασίας***

Στις πλείστες περιπτώσεις, οι Μηχανικοί δεν λαμβάνουν υπόψη την αλληλεπίδραση του εδάφους – κατασκευής στις αναλύσεις τους λόγω του ότι, το επιτρέπει γενικά ο Ευρωκώδικας, χωρίς όμως να δώσουν προσοχή στις περιπτώσεις που αναφέρει ότι απαιτείται να ληφθεί υπόψη. Αυτό είναι ένα αρκετά σημαντικό θέμα – πρόβλημα το οποίο ενδέχεται να επηρεάσει σημαντικά την ανάλυση, με το αποτέλεσμα που προκύπτει να μην είναι αντιπροσωπευτικό, αλλά και σε ορισμένες περιπτώσεις μη συντηρητικό.

Μέσω αυτής της εργασίας θα δοθεί η δυνατότητα στους Μηχανικούς να ενημερωθούν σε μεγαλύτερο βάθος για τις περιπτώσεις στις οποίες η αλληλεπίδραση του εδάφους με τη κατασκευή είναι δυσμενής, δηλαδή οδηγεί στην αύξηση των εντατικών μεγεθών, με σκοπό να γίνεται ασφαλέστερος αντισεισμικός σχεδιασμός. Το παραμετρικό πλαίσιο των αναλύσεων που πραγματοποιήθηκαν περιλαμβάνει τη θεώρηση διαφορετικών τιμών για τις ιδιότητες του εδάφους και τα χαρακτηριστικά της κατασκευής. Οι υπολογισμοί έγιναν στο πρόγραμμα Excel με κατάλληλο προγραμματισμό για ευκολία των διαφορετικών επαναλήψεων που εκτελέστηκαν. Τα αποτελέσματα των αναλύσεων παρουσιάζονται υπό τη μορφή διαγραμμάτων και πινάκων.

## Περιεχόμενα

Ευχαριστίες .....	1
Περίληψη .....	2
<i>Δυναμική αλληλεπίδραση εδάφους – θεμελίωσης – κατασκευής</i> .....	2
<i>Σκοπός Εργασίας</i> .....	2
1) Παραμετρικό Μοντέλο .....	4
Διατύπωση κεντρικού προβλήματος .....	4
Μεθοδολογία .....	4
2) Αποτελέσματα .....	12
3) Συμπεράσματα .....	18
Παράρτημα Α.....	19
Βιβλιογραφία.....	45

# 1) Παραμετρικό Μοντέλο

## Διατύπωση κεντρικού προβλήματος

Οι παραμετρικές αναλύσεις βασίζονται σε παραλλαγές μιας κεντρικής περίπτωσης προβλήματος αλληλεπίδρασης μεταξύ εδάφους και μιας κατασκευής που μπορεί να θεωρηθεί μονοβάθμιος ταλαντωτής. Ένας υδατόπυργος με μάζα 100ton, ύψος 20m και ιδιοπερίοδο 0.4s εδράζεται σε αβαθή κυκλική θεμελίωση με ακτίνα 4m. Ο λόγος απόσβεσης της ανωδομής είναι 5%. Το έδαφος θεμελίωσης είναι άργιλος με ταχύτητα διάδοσης διατμητικών κυμάτων 100m/s (απομειωμένη), λόγο του Poisson 0.5, και πυκνότητα 1.8t/m<sup>3</sup>. Το στρώμα της αργίλου είναι πάχους 10m και υπέρκειται βράχου. Ο λόγος υστερητικής απόσβεσης για τις διατμητικές παραμορφώσεις που δημιουργεί ο σεισμός θεωρείται ίσος με 3%. Ζητούμενο των υπολογισμών είναι να προσδιοριστεί η φασματική επιτάχυνση με βάση τα φάσματα του EC8 θεωρώντας αλληλεπίδραση εδάφους-κατασκευής, και να συγκριθεί η προκύπτουσα τιμή με αυτή αν η κατασκευή ήταν πακτωμένη.

## Μεθοδολογία

Για την ανάλυση του παραμετρικού μοντέλου χρησιμοποιήθηκαν μια σειρά τύπων οι οποίοι λήφθηκαν από τον Gazetas (1991). Οι τύποι καθώς και το τι αντιπροσωπεύει κάθε παράμετρος φαίνονται πιο κάτω:

Μέτρο διάτμησης G:

$$G = \rho V_s^2$$

όπου  $\rho$  η πυκνότητα του εδάφους και  $V_s$  η ταχύτητα διάδοσης διατμητικών κυμάτων.

Το μέτρο διάτμησης θεωρείται το απομειωμένο με τους συντελεστές του Table 4.1 του Eurocode 8 – Part 5. Για παράδειγμα, για σεισμική επιτάχυνση σχεδιασμού 0.3g, το μέτρο διάτμησης G είναι απομειωμένο με συντελεστή 0.35 σε σχέση με το μέγιστο μέτρο διάτμησης  $G_{max}$  και η αντίστοιχη τιμή ταχύτητας διάδοσης διατμητικών κυμάτων  $V_s$  είναι απομειωμένη στο 0.6 του  $V_{smax}$ .

## Δυσκαμψία ανωδομής:

Κυκλική (γωνιακή) ιδιοσυχνότητα της ανωδομής:  $\omega_{str} = \frac{2\pi}{T_{str}}$

όπου  $T_{str}$  η ιδιοπερίοδος της ανωδομής.

Συντελεστής δυσκαμψίας της ανωδομής:  $K_{str} = m\omega_{str}^2$

όπου  $m$  η μάζα της ανωδομής.

## Υπολογισμός ισοδύναμης ιδιοπεριόδου:

Δεδομένου ότι η άργιλος υπέρκειται βράχου, χρησιμοποιούμε τους τύπους και διαγράμματα του Γκαζέτα (1991) που βρίσκονται στις σελίδες 582-583 του Foundation Engineering Handbook. Συγκεκριμένα:

**Οριζόντια στατική δυσκαμψία κυκλικού θεμελίου:**

$$K_y = \frac{8GR}{2-\nu} \left( 1 + 0.5 \frac{R}{H} \right)$$

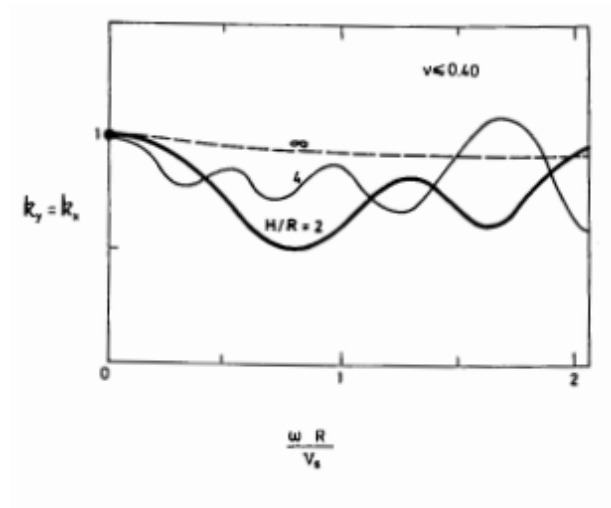
όπου, R ακτίνα θεμελίωσης,  $\nu$  λόγος Poisson, H ύψος κατασκευής.

**Δυναμικός συντελεστής οριζόντιας δυσκαμψίας θεμελίου:**

$$a_o = \frac{\omega R}{V_s}$$

Το σύστημα ανωδομής-θεμελίωσης-εδάφους θα τείνει να ταλαντωθεί με την ισοδύναμη ιδιοσυχνότητα  $W_e$  η οποία είναι το ζητούμενο και δεν είναι γνωστή σε αυτή τη φάση. Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε ως πρώτη προσέγγιση  $\omega = \omega_{str}$  για τον υπολογισμό του  $a_o$ .

Από το διάγραμμα που αποτελεί τον πίνακα 15.3, για κυκλική διατομή, III-1, για  $\nu < 0.40$ , υπολογίζεται ο συντελεστής  $k_y$ .



Γράφημα 1: Υπολογισμός παραμέτρου  $k_y$

Επομένως, προκύπτει η οριζόντια δυναμική δυσκαμψία ως:

$$K_y = K_y k_y$$

**Στατική στροφική δυσκαμψία θεμελίου:**

$$K_{rx} = \frac{8GR^3}{3(1-\nu)} \left( 1 + 0.17 \frac{R}{H} \right)$$

**Δυναμικός συντελεστής στροφικής δυσκαμψίας:**

$$k_{rx} = 1 - 0.2a_o$$

Δυναμική στροφική δυσκαμψία θεμελίου:

$$K_r = K_{rx}k_{rx}$$

Ισοδύναμη ιδιοπερίοδος ανωδομής – θεμελίωσης εδάφους:

$$T_e = T_{str} \sqrt{1 + \frac{K_{str}}{K_h} + \frac{H^2 K_{str}}{K_r}}$$

Ισοδύναμη κυκλική ιδιοσυχνότητα ανωδομής – θεμελίωσης – εδάφους:

$$W_e = \frac{2\pi}{T_e}$$

Επαναλαμβάνουμε τον υπολογισμό με  $W=W_e$  για τον υπολογισμό του  $k_y$ , σύμφωνα με το προηγούμενο διάγραμμα. Επομένως, προκύπτουν τιμές με τους ίδιους τύπους για τις παραμέτρους  $K_h, K_r, T_e, W_e$ .

Ακολούθως, υπολογίζεται ο ισοδύναμος λόγος απόσβεσης:

$$V_{La} = \frac{3.4V_s}{\pi(1-\nu)}$$

$$f_c = \frac{V_{La}}{4H}$$

$$f_s = \frac{V_s}{4H}$$

Σύμφωνα με τον πίνακα 15.3, στη σελίδα 582 του Foundation Engineering Handbook, γίνεται ο έλεγχος για τη επιλογή τύπων για την απόσβεση ακτινοβολίας για τον οριζόντιο μεταθετικό και στροφικό βαθμό ελευθερίας.

Συγκεκριμένα:

$C_r(H/B) \approx 0$  για συχνότητες ταλάντωσης  $f < f_c$

όπου,  $f_c = \frac{V_{La}}{4H}$ ,  $V_{La} = \frac{3.4V_s}{\pi(1-\nu)}$

Για συχνότητες  $f > f_c$ ,  $C_r(H/B) = C_r(\infty)$

$$C_y = (\rho V_s A_0) \cdot \dot{\xi}_y$$
$$\dot{\xi}_y = \dot{\xi}_y(L/B; \theta_0)$$

is plotted in Graph d

Συνολικός λόγος απόσβεσης για στρωφικό βαθμό ελευθερίας:

$$\xi_r = \frac{C_r W_e}{2K_r} + \xi_{hys}$$

$C_h(H/B) \approx 0$  για συχνότητες ταλάντωσης  $f < 3/4f_s$ , ενώ  $C_h(H/B) \approx C_h(\infty)$  at  $f > 4/3f_s$

όπου  $f_s = \frac{V_s}{4H}$

Για ενδιάμεσες τιμές του f, μπορεί να γίνει γραμμική παρεμβολή.

$$C_{rx} = (\rho V_{Lx} I_{bx}) \cdot \bar{c}_{rx}$$

$$\bar{c}_{rx} = \bar{c}_{rx}(L/B; a_0)$$

is plotted in Graphs e and f

$$C_{ry} = (\rho V_{Ly} I_{by}) \cdot \bar{c}_{ry}$$

$$\bar{c}_{ry} = \bar{c}_{ry}(L/B; a_0)$$

is plotted in Graph g

Συνολικός λόγος απόσβεσης για μεταθετικό βαθμό ελευθερίας:

$$\xi_h = \frac{C_h W_e}{2K_h} + \xi_{hys}$$

Ισοδύναμος λόγος απόσβεσης ανωδομής – θεμελίωσης – εδάφους:

$$\xi_e = \left(\frac{W_e}{W_{str}}\right)^2 \xi_{str} + \left(\frac{W_e}{W_h}\right)^2 \xi_h + \left(\frac{W_e}{W_r}\right)^2 \xi_r$$

όπου:

$$W_h = \sqrt{\frac{K_h}{m}}$$

$$W_r = \sqrt{\frac{K_r}{mH_{str}^2}}$$



## Φάσμα Απόκρισης

Η κατάταξη των εδαφών γίνεται με βάση την  $V_s$ , σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα:

### ΒΑΣΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑ 8

Κατάταξη εδαφών				
Κατηγορία εδάφους	Περιγραφή στρωματογραφίας	Παράμετροι		
		$V_{s,30}$	$N_{SPT}$	$c_u$ (kPa)
A	Βράχος ή άλλος βραχώδης γεωλογικός σχηματισμός που περιλαμβάνει το πολύ 5 m ασθενέστερου επιφανειακού υλικού	> 800	–	–
B	Αποθέσεις πολύ πυκνής άμμου, χαλίκων, ή πολύ σκληρής αργίλου, πάχους τουλάχιστον αρκετών δεκάδων μέτρων, που χαρακτηρίζονται από βαθμιαία βελτίωση των μηχανικών ιδιοτήτων με το βάθος	360 - 800	> 50	> 250
C	Βαθιές αποθέσεις πυκνής ή μετρίως πυκνής άμμου, χαλίκων ή σκληρής αργίλου πάχους από δεκάδες έως πολλές εκατοντάδες μέτρων	180 - 360	15 - 50	70 - 250
D	Αποθέσεις χαλαρών έως μετρίως χαλαρών μη συνεκτικών υλικών (με ή χωρίς κάποια μαλακά στρώματα συνεκτικών υλικών), ή κυρίως μαλακά έως μετρίως σκληρά συνεκτικά υλικά	< 180	< 15	< 70
E	Εδαφική τομή που αποτελείται από ένα επιφανειακό στρώμα ιλύος με τιμές $v_s$ κατηγορίας C ή D και πάχος που ποικίλλει μεταξύ περίπου 5 m και 20 m, με υπόστρωμα από πιο σκληρό υλικό με $v_s > 800$ m/s			
$S_1$	Αποθέσεις που αποτελούνται ή που περιέχουν ένα στρώμα πάχους τουλάχιστον 10 m μαλακών αργίλων/ιλών με υψηλό δείκτη πλαστικότητας (PI > 40) και υψηλή περιεκτικότητα σε νερό	< 100 (ενδεικτικό)	–	10 - 20
$S_2$	Στρώματα ρευστοποιήσιμων εδαφών, ευαίσθητων αργίλων, ή οποιαδήποτε άλλη εδαφική τομή που δεν περιλαμβάνεται στους τύπους A – E ή $S_1$			

Πίνακας 1: Προσδιορισμός κατηγορίας εδάφους

Σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 8, παράγραφος 3.2.1(3), η σεισμική δράση σε κάθε ζώνη χαρακτηρίζεται από την επιτάχυνση του εδάφους  $a_{gR}$ , η οποία αντιστοιχεί σε έδαφος κατηγορίας A.

Τιμές $a_{gR}/g$		
Ζώνη	Ελλάδα	Κύπρος
Z1	0.16	0.15
Z2	0.24	0.20
Z3	0.36	0.25

Πίνακας 2: Προσδιορισμός παραμέτρου  $a_{gR}/g$

Επίσης, σύμφωνα με τη παράγραφο 4.2.5 και τον Πίνακα 4.3, μπορούμε να προσδιορίσουμε το συντελεστή σπουδαιότητας της κατασκευής.

Κατηγορίες σπουδαιότητας για κτίρια		
Κατηγορία σπουδαιότητας	$\gamma_i$	Περιγραφή
I	0.80	Κτίρια δευτερεύουσας σημασίας για τη δημόσια ασφάλεια, π.χ. γεωργικά κτήρια, κλπ.
II	1.00	Συνήθη κτίρια, που δεν ανήκουν στις άλλες κατηγορίες.
III	1.20	Κτίρια των οποίων η σεισμική ασφάλεια είναι σημαντική, λαμβάνοντας υπόψη τις συνέπειες κατάρρευσης, π.χ. σχολεία, αίθουσες συνάθροισης, πολιτιστικά ιδρύματα κλπ.
IV	1.40	Κτίρια των οποίων η ακεραιότητα κατά τη διάρκεια σεισμών είναι ζωτικής σημασίας για τη προστασία των πολιτών, π.χ. νοσοκομεία, πυροσβεστικοί σταθμοί, σταθμοί παραγωγής ενέργειας, κλπ.

Πίνακας 3: Προσδιορισμός παραμέτρου  $\gamma_i$  με βάση τη κατηγορία σπουδαιότητας

Για κάθε περίπτωση κατηγορίας εδάφους, υπάρχουν οι αντίστοιχες χαρακτηριστικές περίοδοι και συντελεστής εδάφους  $S$  για την οριζόντια συνιστώσα της σεισμικής διέγερσης, που παρουσιάζονται στο πιο κάτω πίνακα:

Κατηγορία εδάφους	$S$	$T_B(\text{sec})$	$T_C(\text{sec})$	$T_D(\text{sec})$
A	1.00	0.15	0.40	2.50
B	1.20	0.15	0.50	2.50
C	1.15	0.20	0.60	2.50
D	1.35	0.20	0.80	2.50
E	1.40	0.15	0.50	2.50

Πίνακας 4: Προσδιορισμός συντελεστή εδάφους και περίοδοι

Η φασματική επιτάχυνση προσδιορίζεται με βάση τις σχέσεις (3.2) έως (3.5) EC8:

$$S_e(T) = agS \left[ 1 + \frac{T}{T_B} (\eta 2.5 - 1) \right], \text{ για } 0 \leq T \leq T_B$$

$$S_e(T) = agS\eta 2.5, \text{ για } T_B \leq T \leq T_C$$

$$S_e(T) = agS\eta 2.5 \left( \frac{T_B}{T} \right), \text{ για } T_C \leq T \leq T_D$$

$$S_e(T) = agS\eta 2.5 \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right), \text{ για } T_D \leq T \leq 4 \text{ sec}$$

όπου:

$$ag = \gamma_I \cdot a_{gR}$$

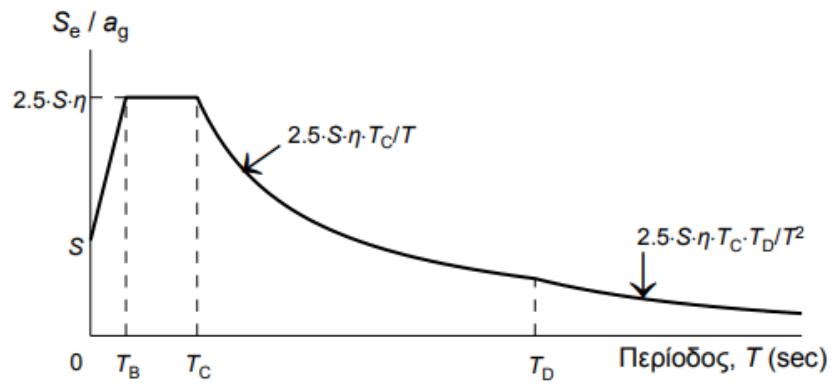
$S$  = συντελεστής εδάφους (βλ. Πίνακα 4)

$\eta$  = συντελεστής απόσβεσης που υπολογίζεται από τη σχέση 3.6 του Ευρωκώδικα 8:

$$\eta = \sqrt{\frac{10}{5+\xi}} \geq 0.55. \text{ Για } \xi=5\%,$$

Το ελαστικό φάσμα απόκρισης βρίσκει εφαρμογή στο σχεδιασμό κατασκευών, που θέλουμε να συμπεριφέρονται ελαστικά στο σεισμό σχεδιασμού, όπως γέφυρες και υδατόπυργοι χαμηλής πλαστιμότητας. Επίσης τα επιταχυνσιογραφήματα που χρησιμοποιούνται σε μη-γραμμικές αναλύσεις χρονοϊστορίας επιλέγονται με βάση το ελαστικό φάσμα απόκρισης. Η γενική μορφή του ελαστικού φάσματος επιταχύνσεων απεικονίζεται στο πιο κάτω γράφημα. Το γράφημα αποτελείται από 4 διαφορετικά πεδία:

- Για  $0 \leq T \leq T_B$ : Περιοχή σταθερής φασματικής επιτάχυνσης.
- Για  $T_B \leq T \leq T_C$ : Περιοχή σταθερής φασματικής επιτάχυνσης.
- Για  $T_C \leq T \leq T_D$ : Περιοχή σταθερής φασματικής ταχύτητας.
- Για  $T_D \leq T \leq 4 \text{ sec}$ : Περιοχή σταθερής φασματικής μετακίνησης.



Γενική μορφή ελαστικού φάσματος σχεδιασμού.

Γράφημα 2: Φάσμα Απόκρισης

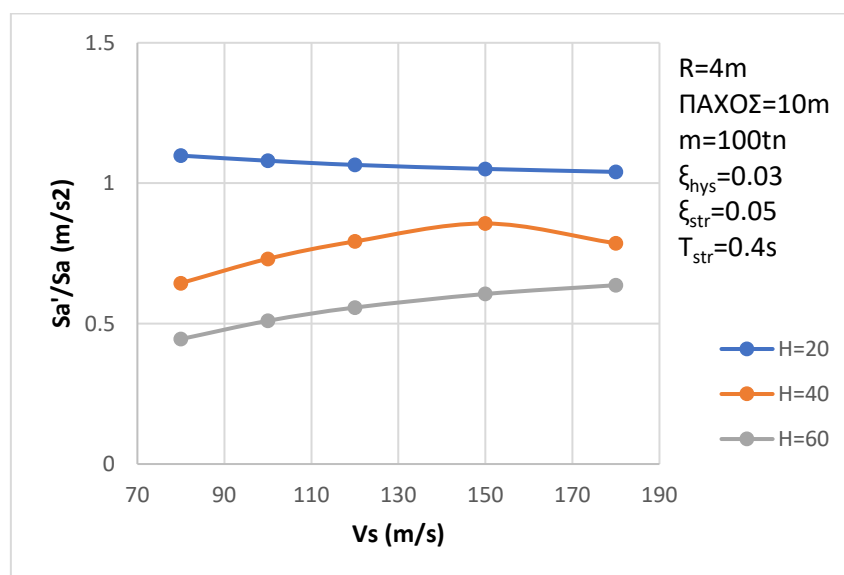
## 2) Αποτελέσματα

Με βάση τις εξισώσεις που παρουσιάστηκαν στην προηγούμενη ενότητα έγιναν υπολογισμοί της φασματικής επιτάχυνσης που προκύπτει θεωρώντας αλληλεπίδραση εδάφους – κατασκευής ( $S_a'$ ) για ένα μεγάλο εύρος τιμών των παραμέτρων του προβλήματος  $H_{STR}$ ,  $R$ ,  $H$ ,  $m$ ,  $\xi_{hys}$ ,  $V_s$  και  $T_{str}$  ( $H_{STR}=20,40,60$ ,  $R=4,8,10$ ,  $H=20,40,60$ ,  $m=80,100,120$ ,  $\xi_{hys}=0.03,0.06$ ,  $V_s=80,100,120,150,180$ ,  $T_{str}=0.25,0.5,0.75,\dots,4$ ). Στόχος είναι ο προσδιορισμός του λόγου  $S_a'$  προς τη φασματική επιτάχυνση αν αγνοηθεί η αλληλεπίδραση εδάφους – κατασκευής ( $S_a$ ). Στις περιπτώσεις που προκύπτει  $S_a'/S_a > 1$ , ο σχεδιασμός μιας κατασκευής θεωρώντας τη πακτωμένη αναμένεται να είναι μη συντηρητικός. Επομένως, σε αυτές τις περιπτώσεις η αλληλεπίδραση εδάφους – κατασκευής θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στην πράξη.

Τα αποτελέσματα όλων των υπολογισμών που πραγματοποιήθηκαν παρουσιάζονται σε πινακοποιημένη μορφή στο Παράρτημα. Στην παρούσα ενότητα, τα αποτελέσματα παρουσιάζονται συγκεντρωμένα σε συγκριτικά διαγράμματα με στόχο να δοθεί σαφής και αναλυτική εικόνα για την επιρροή της κάθε παραμέτρου και το σε ποιες περιπτώσεις είναι απαραίτητο να λαμβάνεται υπόψη η επίδραση εδάφους – κατασκευής. Συγκεκριμένα, τα διαγράμματα που θα παρουσιαστούν και θα συζητηθούν είναι:

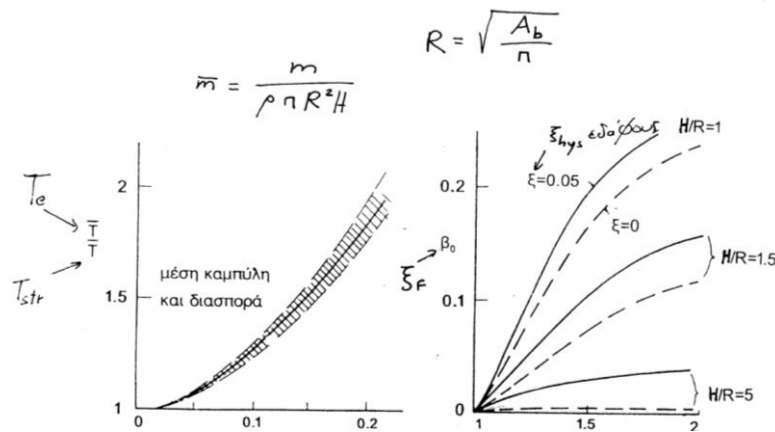
1.  $V_s - S_a'/S_a$  για διαφορετικές τιμές του ύψους κατασκευής  $H_{str}$ .
2.  $V_s - S_a'/S_a$  για διαφορετικές τιμές του  $\xi_{hys}$ .
3.  $V_s - S_a'/S_a$  για διαφορετικές τιμές του  $K_{str}$ .
4.  $V_s - S_a'/S_a$  για διαφορετικές τιμές του  $T_{str}$ .
5. Πάχος εδαφικού στρώματος  $H - S_a'/S_a$  για διαφορετικές τιμές του  $R$ .
6.  $K_{str} - S_a'/S_a$  για διαφορετικές τιμές του  $R$ .
7.  $T_{str} - S_a'/S_a$  για διαφορετικές τιμές του  $R$ .

### 1. $V_s - S_a'/S_a$ για διαφορετικές τιμές του ύψους κατασκευής $H_{str}$ .



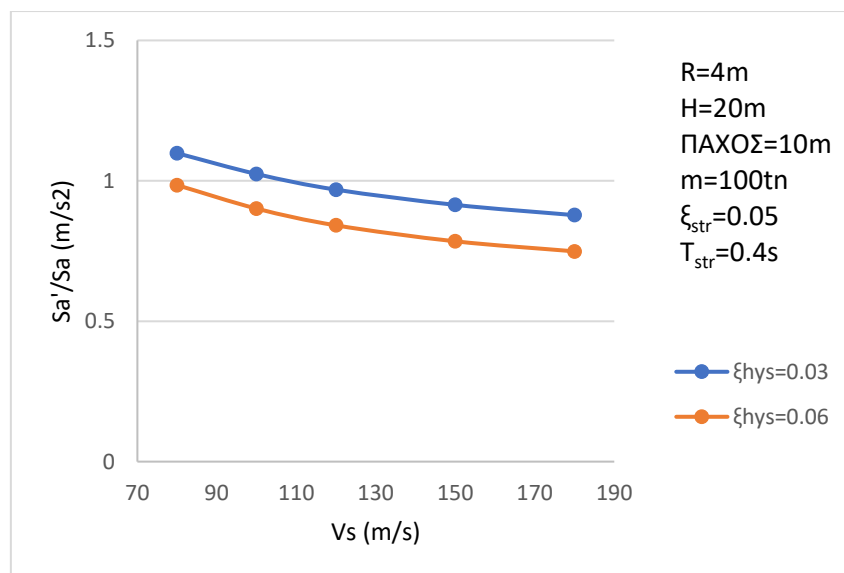
Γράφημα 3:  $S_a'/S_a$  με τη ταχύτητα  $V_s$  για διαφορετικές τιμές ύψους

Στο πιο πάνω γράφημα παρουσιάζονται οι τιμές  $S_a'/S_a$  με τη ταχύτητα  $V_s$  για διαφορετικές τιμές του ύψους. Συγκεκριμένα οι τιμές που χρησιμοποιήθηκαν είναι  $H_{str}=20, 40, 60m$ . Όσο μεγαλύτερο είναι το ύψος, τόσο μικρότερος είναι ο λόγος  $S_a'/S_a$ , μειώνεται αρκετά κάτω από το 1.0. Αυτό οφείλεται στο ότι όσο υψηλότερη είναι η κατασκευή τόσο μεγαλύτερη είναι η ισοδύναμη ιδιοπερίοδος του συστήματος σε σχέση με της ανωδομής, κάτι που μπορούμε να το διαπιστώσουμε και από το διάγραμμα Veletsos (1977), το οποίο παρουσιάζεται πιο κάτω. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η ισοδύναμη ιδιοπερίοδος να πέφτει στον φθίνοντα κλάδο του φάσματος σχεδιασμού.



Γράφημα 4: Γράφημα Veletsos (1977)

## 2. $V_s - S_a'/S_a$ για διαφορετικές τιμές του $\xi_{hys}$ .

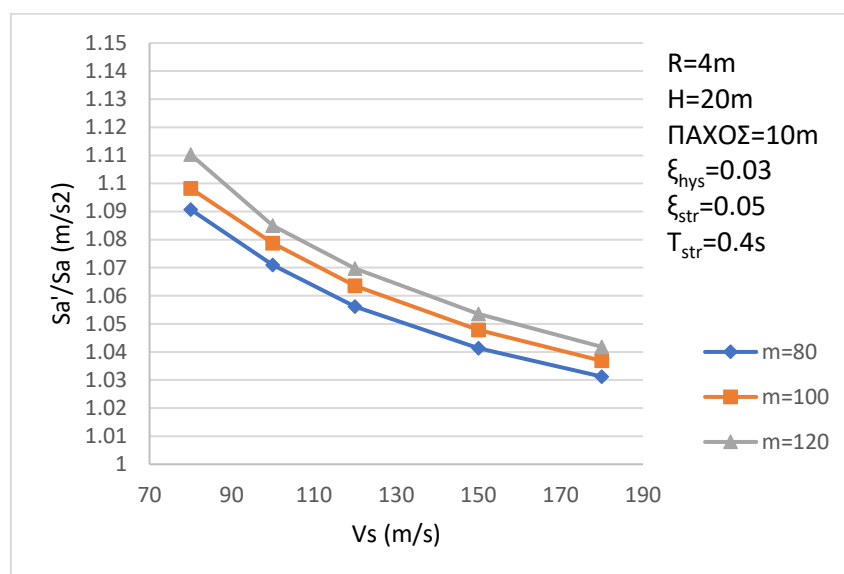


Γράφημα 5:  $S_a'/S_a$  με τη ταχύτητα  $V_s$  για διαφορετικές τιμές υστερητικής απόσβεσης

Στο πιο πάνω γράφημα παρουσιάζονται οι τιμές  $S_a'/S_a$  με τη ταχύτητα  $V_s$  για διαφορετικές τιμές της υστερητικής απόσβεσης του εδάφους. Συγκεκριμένα οι τιμές που χρησιμοποιήθηκαν είναι  $\xi_{hys}=0.03, \xi_{hys}=0.06$ . Όσο μεγαλύτερη είναι η υστερητική απόσβεση, τόσο μικρότερος είναι ο λόγος  $S_a'/S_a$ . Επομένως όσο

μεγαλύτερος ο λόγος υστερητικής απόσβεσης του εδάφους, τόσο η επίδραση στη αλληλεπίδραση εδάφους – κατασκευής είναι όλο και πιο ευμενής.

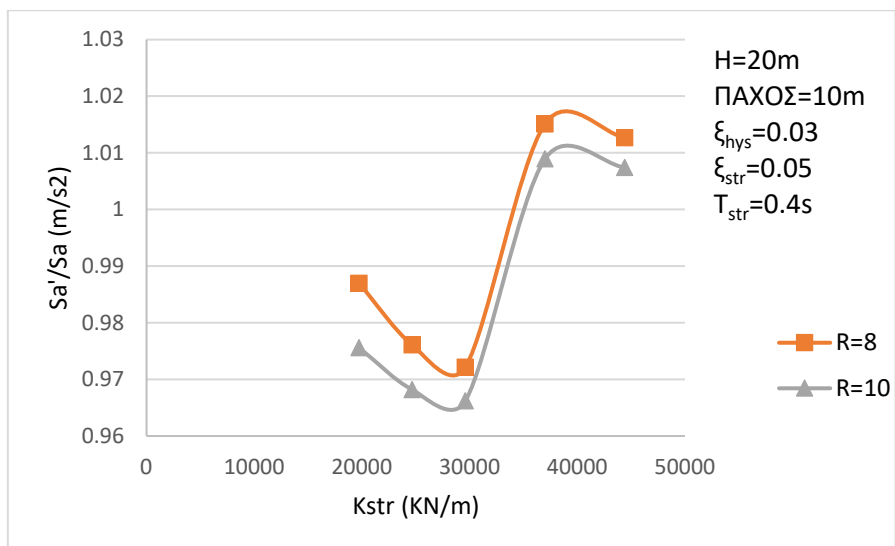
### 3. $V_s - S_a'/S_a$ για διαφορετικές τιμές του $K_{str}$ .



Γράφημα 6:  $S_a'/S_a$  με τη ταχύτητα  $V_s$  για διαφορετικές τιμές μάζας

Στο πιο πάνω γράφημα παρουσιάζονται οι τιμές  $S_a'/S_a$  με τη ταχύτητα  $V_s$  για διαφορετικές τιμές της μάζας. Συγκεκριμένα οι τιμές που χρησιμοποιήθηκαν είναι  $m=80, 100, 120$ tn. Όσο μεγαλύτερη είναι η μάζα, τόσο μεγαλύτερος είναι ο λόγος  $S_a'/S_a$ . Αυτό οφείλεται στο ότι αυξάνοντας την  $m$  κρατώντας το  $T_{str}$  σταθερό, αυξάνεται αναλόγως και η δυσκαμψία της ανωδομής  $K_{str}$ , η οποία με τη σειρά της οδηγεί σε μείωση της ισοδύναμης απόσβεσης  $\xi_e$  παρά την μείωση στις τιμές των  $\omega_r$  και  $\omega_h$ . Οπότε, αν η  $T_{str}$  έχει μια τιμή που αντιστοιχεί στον οριζόντιο κλάδο (οροφή) του φάσματος σχεδιασμού (π.χ. 0.4s), το αποτέλεσμα είναι η αλληλεπίδραση εδάφους – κατασκευής να γίνεται πιο δυσμενής αυξανόμενου του  $m$ . Παρατηρείται ότι για τις τιμές παραμέτρων του διαγράμματος, ο λόγος  $S_a'/S_a$  είναι μεγαλύτερος του 1.0 ανεξαρτήτως τιμής ταχύτητας  $V_s$ .

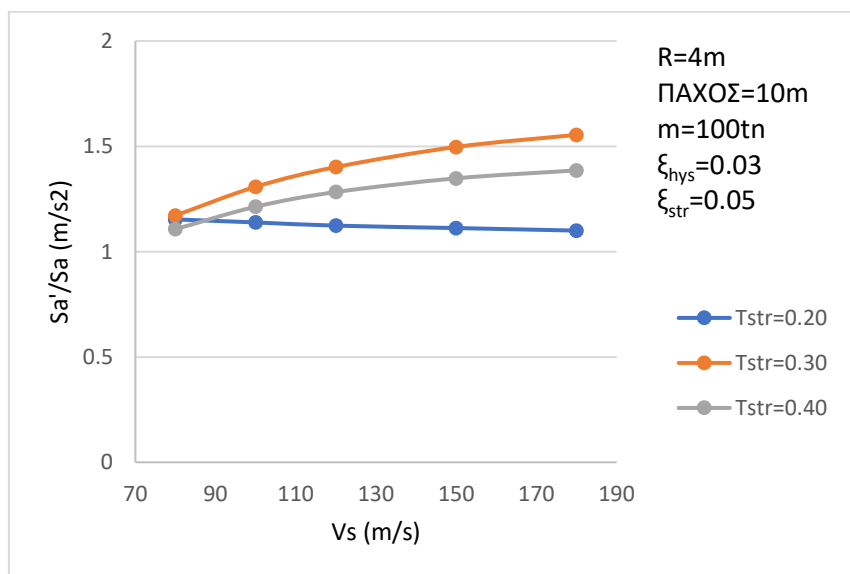
#### 4. $V_s - S_a'/S_a$ για διαφορετικές τιμές του $T_{str}$ .



Γράφημα 7:  $S_a'/S_a$  με τη δυσκαμψία  $K_{str}$  για διαφορετικές τιμές ακτίνας θεμελίωσης

Στο πιο πάνω γράφημα παρουσιάζονται οι τιμές  $S_a'/S_a$  με τη δυσκαμψία  $K_{str}$  για διαφορετικές τιμές της ακτίνας θεμελίωσης. Συγκεκριμένα οι τιμές που χρησιμοποιήθηκαν είναι  $R=8, 10m$ . Όσο μεγαλύτερη είναι η ακτίνα θεμελίωσης, τόσο πιο ευμενής γίνεται η αλληλεπίδραση εδάφους – κατασκευής. Όπως φαίνεται και στο διάγραμμα Veletsos (1977), όταν ο λόγος  $H_{str}/R$  είναι μεγάλος, έχουμε μειωμένο ισοδύναμο λόγο απόσβεσης  $\xi_e$ , η αλληλεπίδραση εδάφους – κατασκευής γίνεται πιο δυσμενής.

#### 5. Πάχος εδαφικού στρώματος $H - S_a'/S_a$ για διαφορετικές τιμές του $R$ .

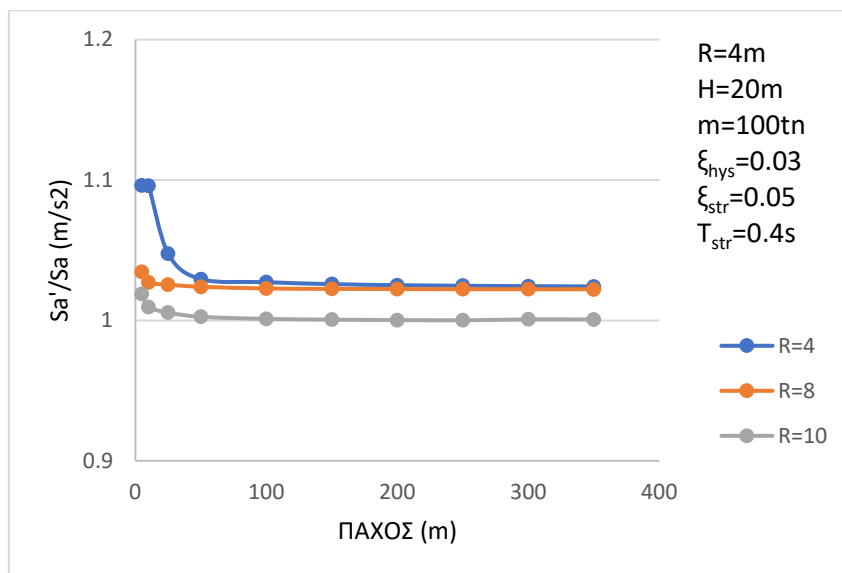


Γράφημα 8:  $S_a'/S_a$  με τη ταχύτητα  $V_s$  για διαφορετικές τιμές ιδιοπεριόδου



Στο πιο πάνω γράφημα παρουσιάζονται οι τιμές  $S_a'/S_a$  με τη ταχύτητα  $V_s$  για διαφορετικές τιμές της ιδιοπεριόδου  $T_{str}$  της ανωδομής. Συγκεκριμένα οι τιμές που χρησιμοποιήθηκαν είναι  $T_{str}=0.20, 0.30, 0.40s$ . Για πολύ χαμηλή ιδιοπερίοδο  $T_{str}$  ίση με  $0.2s$ , ο λόγος  $S_a'/S_a$  είναι σχεδόν σταθερός με το  $V_s$  και ελαφρά μεγαλύτερο του  $1.0$ . Αντίθετα, για  $T_{str}$   $0.3s$  και  $0.4s$ , ο λόγος  $S_a'/S_a$  γίνεται σαφώς μεγαλύτερος του  $1.0$ , και μάλιστα αυξάνεται όσο μεγαλώνει η τιμή της  $V_s$ .

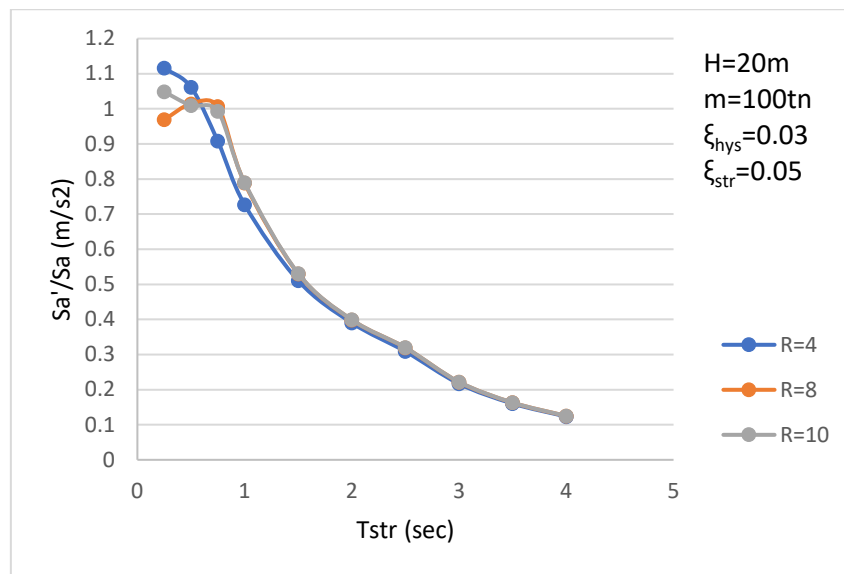
#### 6. $K_{str} - S_a'/S_a$ για διαφορετικές τιμές του $R$ .



Γράφημα 9:  $S_a'/S_a$  με το πάχος για διαφορετικές τιμές ακτίνας θεμελίωσης

Στο πιο πάνω γράφημα παρουσιάζονται οι τιμές  $S_a'/S_a$  με το πάχος για διαφορετικές τιμές της ακτίνας θεμελίωσης. Συγκεκριμένα οι τιμές που χρησιμοποιήθηκαν είναι  $R=4, 8, 10m$ . Όσο μεγαλύτερη είναι η ακτίνα θεμελίωσης, τόσο λιγότερο δυσμενής είναι η αλληλεπίδραση εδάφους – κατασκευής (το  $S_a'/S_a$  μειώνεται). Εντούτοις, αν το πάχος  $H$  του εδαφικού στρώματος μειωθεί πέραν ενός ορίου, το  $S_a'/S_a$  αυξάνεται σημαντικά.

## 7. $T_{str} - S_a'/S_a$ για διαφορετικές τιμές του R.



Γράφημα 10:  $S_a'/S_a$  με τη ιδιοπερίοδο για διαφορετικές τιμές ακτίνας θεμελίωσης

Στο πιο πάνω γράφημα παρουσιάζονται οι τιμές  $S_a'/S_a$  με την ιδιοπερίοδο  $T_{str}$  για διαφορετικές τιμές της ακτίνας θεμελίωσης. Όσο αυξάνεται η  $T_{str}$  μειώνεται ο λόγος  $S_a'/S_a$  και καθίσταται πολύ μικρότερος του 1.0. Αυτό οφείλεται στο ότι για  $T_{str}$  μεγαλύτερο του 0.8s, η ιδιοπερίοδος της κατασκευής βρίσκεται ήδη στον φθίνοντα κλάδο του φάσματος και συνεπώς η αλληλεπίδραση εδάφους – κατασκευής (που αυξάνει πάντα την ιδιοπερίοδο του συστήματος) συντελεί στην μείωση της φασματικής επιτάχυνσης. Επιπλέον για  $T_{str}$  μεγαλύτερο από 1.5s, η ακτίνα θεμελίωσης έχει αμελητέο ρόλο στον λόγο  $S_a'/S_a$ .

### 3) Συμπεράσματα

Με βάση τα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν παραπάνω, διαφαίνεται ότι υπάρχουν αρκετές περιπτώσεις όπου η αλληλεπίδραση εδάφους – κατασκευής μπορεί να είναι δυσμενής, δηλαδή  $S_a'/S_a > 1$ , ακόμη και για τιμές της ταχύτητας του εδάφους  $V_s$  που είναι σαφώς μεγαλύτερες από 100m/s και για σχετικά χαμηλό λόγο ύψους κατασκευής ως προς διάμετρο κάτοψης, με την προϋπόθεση όμως ότι η ιδιοπερίοδος της ανωδομής  $T_{str}$  είναι αρκετά χαμηλή (π.χ. 0.2s – 0.7s) ώστε η ισοδύναμη ιδιοπερίοδος του συστήματος να βρίσκεται στον οριζόντιο κλάδο του φάσματος σχεδιασμού. Αυτές οι διαπιστώσεις υποδεικνύουν ότι οι συστάσεις του τρέχοντος Ευρωκώδικα 8 – Μέρος 5 (παράγραφος 6 και Annex D) σχετικά με το θέμα, δηλαδή ότι η αλληλεπίδραση μπορεί να αγνοηθεί αν  $V_s > 100\text{m/s}$  και η κατασκευή δεν είναι υψίκορμη, μπορεί να οδηγήσουν σε μη συντηρητικό αντισεισμικό σχεδιασμό.

## Παράρτημα Α

$V_s - H_{str} = 20$

R	$H_{str}$	Πάχος	m	$\xi_{hys}$	$\xi_{str}$	v	$V_s$
4	20	10	100	0,03	0,05	0,5	80
							100
							120
							150
							180

G	$T_{str}$	W	$K_{str}$	$K_y$	$a_o$	$k_y$	$K_h$	$K_{rx}$	$k_{rx}$	$K_r$	$T_e$	$W_e$
11520	0,4	15,70796	24674,01	294912	0,785398	0,52	153354,2	4199546,88	0,84292	3539884	0,794885	7,904524
18000					0,628319	0,62	182845,4	6561792	0,874336	5737213	0,675896	9,29608
25920					0,523599	0,75	221184	9448980,48	0,89528	8459486	0,603754	10,40686
40500					0,418879	0,79	232980,5	14764032	0,916224	13527163	0,541925	11,59419
58320					0,349066	0,82	241827,8	21260206,1	0,930187	19775964	0,506139	12,41396

$a_o'$	$k_y'$	$K_h'$	$k_{rx}'$	$K_r'$	$T_e'$	$W_e'$	$f_e$	$V_{La}$	$f_c$	$1,5f_c$	$f_s$	$3/4f_s$	$4/3f_s$
0,395226	0,74	218234,9	0,920955	3867593	0,794885	7,904524	1,258044	173,1606	4,329014452	6,493522	2	1,5	2,666667
0,371843	0,77	227082,2	0,925631	6073800	0,675896	9,29608	1,479517	216,4507	5,411268065	8,116902	2,5	1,875	3,333333
0,346895	0,78	230031,4	0,930621	8793419	0,603754	10,40686	1,656303	259,7409	6,493521678	9,740283	3	2,25	4
0,309178	0,82	241827,8	0,938164	13851088	0,541925	11,59419	1,845272	324,6761	8,116902098	12,17535	3,75	2,8125	5
0,275866	0,8	235929,6	0,944827	20087213	0,506139	12,41396	1,975743	389,6113	9,740282517	14,61042	4,5	3,375	6

$W_h$	$W_r$	$\xi_e$	n	$n'$	ag	$S_a$	$T_e'$		$S_a'$	$S_a'/S_a$
46,71562	9,833098	0,032906	1	1,098262	0,25	0,84375	0,794885	Σχέση 2.19β	0,926658	1,098262
47,65315	12,32254	0,035727		1,080044		0,84375	0,675896	Σχέση 2.19β	0,911287	1,080044
47,96158	14,82685	0,038139		1,065164		0,84375	0,603754	Σχέση 2.19β	0,898732	1,065164
49,17599	18,60853	0,040554		1,050864		0,84375	0,541925	Σχέση 2.19β	0,886666	1,050864
48,57258	22,40938	0,042394		1,040345		0,84375	0,506139	Σχέση 2.19β	0,877791	1,040345

$V_s - H_{str}=40$

R	$H_{str}$	Πάχος	m	$\xi_{hys}$	$\xi_{str}$	v	$V_s$
4	40	10	100	0,03	0,05	0,5	80
							100
							120
							150
							180

G	$T_{str}$	W	$K_{str}$	$K_y$	$a_o$	$k_y$	$K_h$	$K_{rx}$	$k_{rx}$	$K_r$	$T_e$	$W_e$
11520	0,4	15,70796	24674,01	294912	0,785398	0,52	153354,2	4199546,88	0,84292	3539884	1,403616	4,476428
18000					0,628319	0,62	182845,4	6561792	0,874336	5737213	1,132506	5,548038
25920					0,523599	0,75	221184	9448980,48	0,89528	8459486	0,961525	6,534602
40500					0,418879	0,79	232980,5	14764032	0,916224	13527163	0,802432	7,830174
58320					0,349066	0,82	241827,8	21260206,1	0,930187	19775964	0,704081	8,92395

$a_o'$	$k_y'$	$K_h'$	$k_{rx}'$	$K_r'$	$T_e'$	$W_e'$	$f_e$	$V_{La}$	$f_c$	$1,5f_c$	$f_s$	$3/4f_s$	$4/3f_s$
0,223821	0,87	256573,4	0,955236	4011557	1,403616	4,476428	0,712446	173,1606	4,329014452	6,493522	2	1,5	2,666667
0,221922	0,87	256573,4	0,955616	4013153	1,132506	5,548038	0,882998	216,4507	5,411268065	8,116902	2,5	1,875	3,333333
0,21782	0,87	256573,4	0,956436	4016598	0,961525	6,534602	1,040014	259,7409	6,493521678	9,740283	3	2,25	4
0,208805	0,86	253624,3	0,958239	4024170	0,802432	7,830174	1,246211	324,6761	8,116902098	12,17535	3,75	2,8125	5
0,19831	0,85	250675,2	0,960338	4032984	0,704081	8,92395	1,420291	389,6113	9,740282517	14,61042	4,5	3,375	6

$W_h$	$W_r$	$\xi_e$	n	$n'$	ag	$S_a$	$T_e'$		$S_a'$	$S_a'/S_a$
50,65308	5,007218	0,028272	1	1,13031	0,25	0,84375	1,403616	Σχέση 2.19γ	0,543567	0,644227
50,65308	5,008214	0,043413		1,034656		0,84375	1,132506	Σχέση 2.19γ	0,616679	0,730879
50,65308	5,010363	0,060182		0,952676		0,84375	0,961525	Σχέση 2.19γ	0,668787	0,792637
50,36113	5,015083	0,086282		0,856607		0,84375	0,802432	Σχέση 2.19β	0,722762	0,856607
50,06747	5,020573	0,111874		0,785981		0,84375	0,704081	Σχέση 2.19β	0,663171	0,785981

$V_s - H_{str}=60$

R	$H_{str}$	Πάχος	m	$\xi_{hys}$	$\xi_{str}$	v	$V_s$
4	60	10	100	0,03	0,05	0,5	80
							100
							120
							150
							180

G	$T_{str}$	W	$K_{str}$	$K_y$	$a_o$	$k_y$	$K_h$	$K_{rx}$	$k_{rx}$	$K_r$	$T_e$	$W_e$
11520	0,4	15,70796	24674,01	294912	0,785398	0,52	153354,2	4199546,88	0,84292	3539884	2,049544	3,065651
18000					0,628319	0,62	182845,4	6561792	0,874336	5737213	1,63058	3,853343
25920					0,523599	0,75	221184	9448980,48	0,89528	8459486	1,363042	4,609678
40500					0,418879	0,79	232980,5	14764032	0,916224	13527163	1,107966	5,670919
58320					0,349066	0,82	241827,8	21260206,1	0,930187	19775964	0,946037	6,641582

$a_o'$	$k_y'$	$K_h'$	$k_{rx}'$	$K_r'$	$T_e'$	$W_e'$	$f_e$	$V_{La}$	$f_c$	$1,5f_c$	$f_s$	$3/4f_s$	$4/3f_s$
0,153283	0,93	274268,2	0,969343	4070803	2,049544	3,065651	0,487913	173,1606	4,329014452	6,493522	2	1,5	2,666667
0,154134	0,93	274268,2	0,969173	4070089	1,63058	3,853343	0,613279	216,4507	5,411268065	8,116902	2,5	1,875	3,333333
0,153656	0,93	274268,2	0,969269	4070490	1,363042	4,609678	0,733653	259,7409	6,493521678	9,740283	3	2,25	4
0,151224	0,93	274268,2	0,969755	4072532	1,107966	5,670919	0,902555	324,6761	8,116902098	12,17535	3,75	2,8125	5
0,147591	0,93	274268,2	0,970482	4075584	0,946037	6,641582	1,057041	389,6113	9,740282517	14,61042	4,5	3,375	6

$W_h$	$W_r$	$\xi_e$	n	$n'$	ag	$S_a$	$T_e'$		$S_{a'}$	$S_{a'}/S_a$
52,37062	3,362705	0,026941	1	1,140042	0,25	0,84375	2,049544	Σχέση 2.19γ	0,375463	0,444993
52,37062	3,36241	0,042571		1,039351		0,84375	1,63058	Σχέση 2.19γ	0,430253	0,509929
52,37062	3,362576	0,060918		0,949511		0,84375	1,363042	Σχέση 2.19γ	0,470213	0,557289
52,37062	3,363419	0,092152		0,838732		0,84375	1,107966	Σχέση 2.19γ	0,510976	0,605601
52,37062	3,364679	0,126311		0,753113		0,84375	0,946037	Σχέση 2.19γ	0,537348	0,636857

$V_s - \xi_{hys}=0.03$

R	H <sub>str</sub>	Πάχος	m	$\xi_{hys}$	$\xi_{str}$	v	V <sub>s</sub>
4	20	10	100	0,03	0,05	0,5	80
							100
							120
							150
							180

G	T <sub>str</sub>	W	K <sub>str</sub>	K <sub>y</sub>	a <sub>o</sub>	k <sub>y</sub>	K <sub>h</sub>	K <sub>rx</sub>	k <sub>rx</sub>	K <sub>r</sub>	T <sub>e</sub>	W <sub>e</sub>
11520	0.4	15.708	24674	294912	0.7854	0.52	153354	4199546.9	0.84292	3539884	0.79488	7.90452
18000					0.62832	0.62	182845	6561792	0.87434	5737213	0.6759	9.29608
25920					0.5236	0.75	221184	9448980.5	0.89528	8459486	0.60375	10.4069
40500					0.41888	0.75	221184	14764032	0.91622	1.4E+07	0.54276	11.5764
58320					0.34907	0.82	241828	21260206	0.93019	2E+07	0.50614	12.414

a <sub>o</sub> '	k <sub>y</sub> '	K <sub>h</sub> '	k <sub>rx</sub> '	K <sub>r</sub> '	T <sub>e</sub> '	W <sub>e</sub> '	f <sub>e</sub>	V <sub>La</sub>	f <sub>c</sub>	1,5f <sub>c</sub>	f <sub>s</sub>	3/4f <sub>s</sub>	4/3f <sub>s</sub>
0.39523	0.74	218235	0.92095	3867593	0.79488	7.90452	1.25804	173.161	4.329014452	6.49352	2	1.5	2.66667
0.37184	0.77	227082	0.92563	3887232	0.6759	9.29608	1.47952	216.451	5.411268065	8.1169	2.5	1.875	3.33333
0.3469	0.78	230031	0.93062	3908186	0.60375	10.4069	1.6563	259.741	6.493521678	9.74028	3	2.25	4
0.3087	0.82	241828	0.93826	3940264	0.54276	11.5764	1.84244	324.676	8.116902098	12.1754	3.75	2.8125	5
0.27587	0.8	235930	0.94483	3967845	0.50614	12.414	1.97574	389.611	9.740282517	14.6104	4.5	3.375	6

W <sub>h</sub>	W <sub>r</sub>	$\xi_e$	n	n'	ag	S <sub>a</sub>	T <sub>e</sub> '		S <sub>a</sub> '	S <sub>a</sub> '/S <sub>a</sub>
46.7156	9.8331	0.03291	1	1.09826	0.25	0.84375	0.79488	Σχέση 2.19β	0.92666	1.09826
47.6531	9.85803	0.04533		1.0242		0.84375	0.6759	Σχέση 2.19β	0.86417	1.0242
47.9616	9.88457	0.05661		0.96849		0.84375	0.60375	Σχέση 2.19β	0.81716	0.96849
49.176	9.92505	0.06963		0.91427		0.84375	0.54276	Σχέση 2.19β	0.77142	0.91427
48.5726	9.95972	0.07979		0.87775		0.84375	0.50614	Σχέση 2.19β	0.7406	0.87775

$V_s - \xi_{hys} = 0.06$

R	H <sub>str</sub>	Πάχος	m	$\xi_{hys}$	$\xi_{str}$	v	V <sub>s</sub>
4	20	10	100	0,06	0,05	0,5	80
							100
							120
							150
							180

G	T <sub>str</sub>	W	K <sub>str</sub>	K <sub>y</sub>	a <sub>o</sub>	k <sub>y</sub>	K <sub>h</sub>	K <sub>rx</sub>	k <sub>rx</sub>	K <sub>r</sub>	T <sub>e</sub>	W <sub>e</sub>
11520	0.4	15.708	24674	294912	0.7854	0.52	153354	4199546.9	0.84292	3539884	0.79488	7.90452
18000					0.62832	0.62	182845	6561792	0.87434	5737213	0.6759	9.29608
25920					0.5236	0.75	221184	9448980.5	0.89528	8459486	0.60375	10.4069
40500					0.41888	0.79	232980	14764032	0.91622	1.4E+07	0.54193	11.5942
58320					0.34907	0.82	241828	21260206	0.93019	2E+07	0.50614	12.414

a <sub>o</sub> '	k <sub>y</sub> '	K <sub>h</sub> '	k <sub>rx</sub> '	K <sub>r</sub> '	T <sub>e</sub> '	W <sub>e</sub> '	f <sub>e</sub>	V <sub>La</sub>	f <sub>c</sub>	1,5f <sub>c</sub>	f <sub>s</sub>	3/4f <sub>s</sub>	4/3f <sub>s</sub>
0.39523	0.74	218235	0.92095	3867593	0.79488	7.90452	1.25804	173.161	4.329014452	6.49352	2	1.5	2.66667
0.37184	0.77	227082	0.92563	3887232	0.6759	9.29608	1.47952	216.451	5.411268065	8.1169	2.5	1.875	3.33333
0.3469	0.78	230031	0.93062	3908186	0.60375	10.4069	1.6563	259.741	6.493521678	9.74028	3	2.25	4
0.30918	0.82	241828	0.93816	3939865	0.54193	11.5942	1.84527	324.676	8.116902098	12.1754	3.75	2.8125	5
0.27587	0.8	235930	0.94483	3967845	0.50614	12.414	1.97574	389.611	9.740282517	14.6104	4.5	3.375	6



$W_h$	$W_r$	$\xi_e$	$n$	$n'$	$ag$	$S_a$	$T_e'$		$S_{a'}$	$S_{a'}/S_a$
46.7156	9.8331	0.05315	1	0.98461	0.25	0.84375	0.79488	Σχέση 2.19β	0.83076	0.98461
47.6531	9.85803	0.07315		0.90112		0.84375	0.6759	Σχέση 2.19β	0.76032	0.90112
47.9616	9.88457	0.09128		0.84132		0.84375	0.60375	Σχέση 2.19β	0.70986	0.84132
49.176	9.92455	0.11246		0.78456		0.84375	0.54193	Σχέση 2.19β	0.66197	0.78456
48.5726	9.95972	0.12836		0.74877		0.84375	0.50614	Σχέση 2.19β	0.63178	0.74877

$V_s - m=80$

$R$	$H_{str}$	Πάχος	$m$	$\xi_{hys}$	$\xi_{str}$	$v$	$V_s$
4	20	10	80	0,03	0,05	0,5	80
							100
							120
							150
							180

$G$	$T_{str}$	$W$	$K_{str}$	$K_y$	$a_o$	$k_y$	$K_h$	$K_{rx}$	$k_{rx}$	$K_r$	$T_e$	$W_e$
11520	0.4	15.708	19739.2	294912	0.7854	0.52	153354	4199546.9	0.84292	3539884	0.73313	8.57041
18000				460800	0.62832	0.62	285696	6561792	0.87434	5737213	0.6255	10.0451
25920				663552	0.5236	0.75	497664	9448980.5	0.89528	8459486	0.56186	11.1829
40500				1036800	0.41888	0.79	819072	14764032	0.91622	1.4E+07	0.50719	12.3881
58320				1492992	0.34907	0.82	1224253	21260206	0.93019	2E+07	0.47588	13.2033

$a_o'$	$k_y'$	$K_h'$	$k_{rx}'$	$K_r'$	$T_e'$	$W_e'$	$f_e$	$V_{La}$	$f_c$	$1,5f_c$	$f_s$	$3/4f_s$	$4/3f_s$
0.42852	0.74	218235	0.9143	3839629	0.73313	8.57041	1.36402	173.161	4.329014452	6.49352	2	1.5	2.66667
0.4018	0.77	354816	0.91964	6034483	0.6255	10.0451	1.59872	216.451	5.411268065	8.1169	2.5	1.875	3.33333
0.37276	0.78	517571	0.92545	8744534	0.56186	11.1829	1.77981	259.741	6.493521678	9.74028	3	2.25	4
0.33035	0.82	850176	0.93393	1.4E+07	0.50719	12.3881	1.97163	324.676	8.116902098	12.1754	3.75	2.8125	5
0.29341	0.8	1194394	0.94132	2E+07	0.47588	13.2033	2.10137	389.611	9.740282517	14.6104	4.5	3.375	6

$W_h$	$W_r$	$\xi_e$	$n$	$n'$	$ag$	$S_a$	$T_e'$		$S_{a'}$	$S_{a'}/S_a$
52.2296	10.9539	0.03406	1	1.09072	0.25	0.84375	0.73313	Σχέση 2.19β	0.92029	1.09072
66.5973	13.7324	0.03718		1.07099		0.84375	0.6255	Σχέση 2.19β	0.90365	1.07099
80.434	16.5308	0.03965		1.05614		0.84375	0.56186	Σχέση 2.19β	0.89112	1.05614
103.088	20.758	0.04222		1.04135		0.84375	0.50719	Σχέση 2.19β	0.87864	1.04135
122.188	25.0079	0.04404		1.03121		0.84375	0.47588	Σχέση 2.19β	0.87008	1.03121

$V_s - m=100$

$R$	$H_{str}$	Πάχος	$m$	$\xi_{hys}$	$\xi_{str}$	$v$	$V_s$
4	20	10	100	0,03	0,05	0,5	80
							100
							120
							150
							180

$G$	$T_{str}$	$W$	$K_{str}$	$K_y$	$a_o$	$k_y$	$K_h$	$K_{rx}$	$k_{rx}$	$K_r$	$T_e$	$W_e$
11520	0.4	15.708	24674	294912	0.7854	0.52	153354	4199546.9	0.84292	3539884	0.79488	7.90452
18000				460800	0.62832	0.62	285696	6561792	0.87434	5737213	0.67012	9.37619
25920				663552	0.5236	0.75	497664	9448980.5	0.89528	8459486	0.59549	10.5514
40500				1036800	0.41888	0.79	819072	14764032	0.91622	1.4E+07	0.53062	11.8412
58320				1492992	0.34907	0.82	1224253	21260206	0.93019	2E+07	0.49303	12.7441

$a_o'$	$k_y'$	$K_h'$	$k_{rx}'$	$K_r'$	$T_e'$	$W_e'$	$f_e$	$V_{La}$	$f_c$	$1,5f_c$	$f_s$	$3/4f_s$	$4/3f_s$
0.39523	0.74	218235	0.92095	3867593	0.79488	7.90452	1.25804	173.161	4.329014452	6.49352	2	1.5	2.66667
0.37505	0.77	354816	0.92499	6069595	0.67012	9.37619	1.49227	216.451	5.411268065	8.1169	2.5	1.875	3.33333
0.35171	0.79	524206	0.92966	8784316	0.59549	10.5514	1.6793	259.741	6.493521678	9.74028	3	2.25	4
0.31577	0.82	850176	0.93685	1.4E+07	0.53062	11.8412	1.88459	324.676	8.116902098	12.1754	3.75	2.8125	5
0.2832	0.83	1239183	0.94336	2E+07	0.49303	12.7441	2.02828	389.611	9.740282517	14.6104	4.5	3.375	6

$W_h$	$W_r$	$\xi_e$	$n$	$n'$	$ag$	$S_a$	$T_e'$		$S_{a'}$	$S_{a'}/S_a$
46.7156	9.8331	0.03291	1	1.09826	0.25	0.84375	0.79488	Σχέση 2.19β	0.92666	1.09826
59.5664	12.3183	0.03594		1.07871		0.84375	0.67012	Σχέση 2.19β	0.91016	1.07871
72.4021	14.8192	0.03841		1.06355		0.84375	0.59549	Σχέση 2.19β	0.89737	1.06355
92.205	18.5955	0.04107		1.04787		0.84375	0.53062	Σχέση 2.19β	0.88414	1.04787
111.319	22.392	0.04302		1.03683		0.84375	0.49303	Σχέση 2.19β	0.87482	1.03683

$V_s - m=120$

R	$H_{str}$	Πάχος	m	$\xi_{hys}$	$\xi_{str}$	v	$V_s$
4	20	10	120	0,03	0,05	0,5	80
							100
							120
							150
							180

G	$T_{str}$	W	$K_{str}$	$K_y$	$a_o$	$k_y$	$K_h$	$K_{rx}$	$k_{rx}$	$K_r$	$T_e$	$W_e$
11520	0.4	15.708	29608.8	294912	0.7854	0.52	153354	4199546.9	0.84292	3539884	0.85218	7.37308
18000				460800	0.62832	0.62	285696	6561792	0.87434	5737213	0.71195	8.82529
25920				663552	0.5236	0.75	497664	9448980.5	0.89528	8459486	0.62731	10.016
40500				1036800	0.41888	0.79	819072	14764032	0.91622	1.4E+07	0.55305	11.3609
58320				1492992	0.34907	0.82	1224253	21260206	0.93019	2E+07	0.5096	12.3297

$a_o'$	$k_y'$	$K_h'$	$k_{rx}'$	$K_r'$	$T_e'$	$W_e'$	$f_e$	$V_{La}$	$f_c$	1,5 $f_c$	$f_s$	3/4 $f_s$	4/3 $f_s$
0.36865	0.78	230031	0.92627	3889911	0.85218	7.37308	1.17346	173.161	4.329014452	6.49352	2	1.5	2.66667
0.35301	0.79	364032	0.9294	6098514	0.71195	8.82529	1.40459	216.451	5.411268065	8.1169	2.5	1.875	3.33333
0.33387	0.81	537477	0.93323	8818041	0.62731	10.016	1.5941	259.741	6.493521678	9.74028	3	2.25	4
0.30296	0.83	860544	0.93941	1.4E+07	0.55305	11.3609	1.80814	324.676	8.116902098	12.1754	3.75	2.8125	5
0.27399	0.84	1254113	0.9452	2E+07	0.5096	12.3297	1.96233	389.611	9.740282517	14.6104	4.5	3.375	6

$W_h$	$W_r$	$\xi_e$	$n$	$n'$	$ag$	$S_a$	$T_e'$		$S_{a'}$	$S_{a'}/S_a$
43.7827	9.00221	0.03199	1	1.10437	0.25	0.84375	0.85218	Σχέση 2.19γ	0.87476	1.11031
55.0781	11.2718	0.03494		1.08501		0.84375	0.71195	Σχέση 2.19β	0.91548	1.08501
66.9252	13.5539	0.03738		1.06976		0.84375	0.62731	Σχέση 2.19β	0.90261	1.06976
84.6829	16.9984	0.0401		1.05353		0.84375	0.55305	Σχέση 2.19β	0.88892	1.05353
102.23	20.4609	0.04214		1.0418		0.84375	0.5096	Σχέση 2.19β	0.87902	1.0418

R=8

R	$H_{str}$	Πάχος	m	$\xi_{hys}$	$\xi_{str}$	v	$V_s$
8	20	10	80	0,03	0,05	0,5	80
			100				100
			120				120
			150				150
			180				180

G	$T_{str}$	W	$K_{str}$	$K_y$	$a_o$	$k_y$	$K_h$	$K_{rx}$	$k_{rx}$	$K_r$	$T_e$	$W_e$
11520	0,4	15,708	19739,2	688128	1,5708	0,63	433521	35735470,1	0,68584	2,5E+07	0,46779	13,4316
18000			24674	1075200	1,25664	0,75	806400	55836672	0,74867	4,2E+07	0,45019	13,9567
25920			29608,8	1548288	1,0472	0,55	851558	80404807,7	0,79056	6,4E+07	0,44201	14,215
40500			37011	2419200	0,83776	0,52	1257984	125632512	0,83245	1E+08	0,43285	14,516
58320			44413,2	3483648	0,69813	0,51	1776660	180910817	0,86037	1,6E+08	0,42692	14,7174

$a_o'$	$k_y'$	$K_h'$	$k_{rx}'$	$K_r'$	$T_e'$	$W_e'$	$f_e$	$V_{La}$	$f_c$	$1,5f_c$	$f_s$	$3/4f_s$	$4/3f_s$
1,34316	0,78	536740	0,73137	2,6E+07	0,46779	13,4316	2,1377	173,161	4,329014452	6,4935217	2	1,5	2,66667
1,11654	0,64	688128	0,77669	4,3E+07	0,45019	13,9567	2,22128	216,451	5,411268065	8,1169021	2,5	1,875	3,33333
0,94766	0,54	836076	0,81047	6,5E+07	0,44201	14,215	2,26238	259,741	6,493521678	9,7402825	3	2,25	4
0,77418	0,51	1233792	0,84516	1,1E+08	0,43285	14,516	2,31029	324,676	8,116902098	12,175353	3,75	2,8125	5
0,65411	0,52	1811497	0,86918	1,6E+08	0,42692	14,7174	2,34235	389,611	9,740282517	14,610424	4,5	3,375	6

$c_y$	$C_y$	$\xi_h$	$W_h$	$W_r$	$\xi_e$	$n$	$n'$	$a_g$	$S_a$	$T_{e'}$		$S_{a'}$	$S_{a'}/S_a$
0,89	25768,1	0,35241	81,91	28,5787	0,05266	1	0,98696	0,25	0,84375	0,46779	Σχέση 2.19β	0,83274	0,98696
0,89	32210,1	0,35665	82,9535	32,9272	0,05496		0,97609		0,84375	0,45019	Σχέση 2.19β	0,82358	0,97609
0,89	38652,1	0,35858	83,4703	36,8458	0,05581		0,97215		0,84375	0,44201	Σχέση 2.19β	0,82025	0,97215
0	0	0,03	90,6933	42,0674	0,04704		1,01514		0,84375	0,43285	Σχέση 2.19β	0,85652	1,01514
0	0	0,03	100,319	46,7327	0,04751		1,01267		0,84375	0,42692	Σχέση 2.19β	0,85444	1,01267

R=10

R	$H_{str}$	Πάχος	m	$\xi_{hys}$	$\xi_{str}$	v	$V_s$
10	20	10	80	0,03	0,05	0,5	80
			100				100
			120				120
			150				150
			180				180

G	$T_{str}$	W	$K_{str}$	$K_y$	$a_o$	$k_y$	$K_h$	$K_{rx}$	$k_{rx}$	$K_r$	$T_e$	$W_e$
11520	0,4	15,708	19739,2	921600	1,9635	0,63	580608	71884800	0,6073	4,4E+07	0,44088	14,2514
18000			24674	1440000	1,5708	0,75	1080000	112320000	0,68584	7,7E+07	0,42913	14,6416
25920			29608,8	2073600	1,309	0,55	1140480	161740800	0,7382	1,2E+08	0,42429	14,8086
40500			37011	3240000	1,0472	0,52	1684800	252720000	0,79056	2E+08	0,41877	15,0038
58320			44413,2	4665600	0,87266	0,51	2379456	363916800	0,82547	3E+08	0,41527	15,1304

$a_o'$	$k_y'$	$K_h'$	$k_{rx}'$	$K_r'$	$T_{e'}$	$W_e'$	$f_e$	$V_{La}$	$f_c$	$1,5f_c$	$f_s$	$3/4f_s$	$4/3f_s$
1,78142	0,78	718848	0,64372	4,6E+07	0,44088	14,2514	2,26818	173,161	4,329014452	6,4935217	2	1,5	2,66667
1,46416	0,64	921600	0,70717	7,9E+07	0,42913	14,6416	2,33028	216,451	5,411268065	8,1169021	2,5	1,875	3,33333
1,23405	0,54	1119744	0,75319	1,2E+08	0,42429	14,8086	2,35686	259,741	6,493521678	9,7402825	3	2,25	4
1,00025	0,51	1652400	0,79995	2E+08	0,41877	15,0038	2,38793	324,676	8,116902098	12,175353	3,75	2,8125	5
0,84058	0,52	2426112	0,83188	3E+08	0,41527	15,1304	2,40808	389,611	9,740282517	14,610424	4,5	3,375	6

$c_y$	$C_y$	$\xi_h$	$W_h$	$W_r$	$\xi_e$	$n$	$n'$	$a_g$	$S_a$	$T_{e'}$		$S_{a'}$	$S_{a'}/S_a$
0,89	40262,7	0,42911	94,7924	38,0269	0,05507	1	0,97558	0,25	0,84375	0,44088	Σχέση 2.19β	0,82314	0,97558
0,89	50328,3	0,42979	96	44,5615	0,05668		0,96819		0,84375	0,42913	Σχέση 2.19β	0,81691	0,96819
0,89	60394	0,42935	96,5981	50,3781	0,05712		0,96619		0,84375	0,42429	Σχέση 2.19β	0,81522	0,96619
0	0	0,03	104,957	58,0464	0,04824		1,00894		0,84375	0,41877	Σχέση 2.19β	0,8513	1,00894
0	0	0,03	116,097	64,8435	0,04853		1,00741		0,84375	0,41527	Σχέση 2.19β	0,85001	1,00741

$V_s - T_{str}=0.20$

R	$H_{str}$	Πάχος	m	$\xi_{hys}$	$\xi_{str}$	v	$V_s$
4	20	10	100	0,03	0,05	0,5	80
							100
							120
							150
							180

G	$T_{str}$	W	$K_{str}$	$K_y$	$a_o$	$k_y$	$K_h$	$K_{rx}$	$k_{rx}$	$K_r$	$T_e$	$W_e$
11520	0,2	31,4159	98696	294912	1,5708	60	1,8E+07	4199546,9	0,68584	2880220	0,76713	8,19048
18000					1,25664	0,62	182845	6561792	0,74867	4912634	0,6189	10,1522
25920					1,0472	0,63	185795	9448980,5	0,79056	7469991	0,52215	12,0332
40500					0,83776	0,54	159252	14764032	0,83245	1,2E+07	0,43963	14,2919
58320					0,69813	0,56	165151	21260206	0,86037	1,8E+07	0,3876	16,2104

$a_o'$	$k_y'$	$K_h'$	$k_{rx}'$	$K_r'$	$T_e'$	$W_e'$	$f_e$	$V_{La}$	$f_c$	$1,5f_c$	$f_s$	$3/4f_s$	$4/3f_s$
0,40952	0,74	218235	0,9181	3855584	0,76713	8,19048	1,30356	173,161	4,329014452	6,49352	2	1,5	2,66667
0,40609	0,77	227082	0,91878	6028859	0,6189	10,1522	1,61577	216,451	5,411268065	8,1169	2,5	1,875	3,33333
0,40111	0,78	230031	0,91978	8690972	0,52215	12,0332	1,91514	259,741	6,493521678	9,74028	3	2,25	4
0,38112	0,82	241828	0,92378	1,4E+07	0,43963	14,2919	2,27463	324,676	8,116902098	12,1754	3,75	2,8125	5
0,36023	0,8	235930	0,92795	2E+07	0,3876	16,2104	2,57997	389,611	9,740282517	14,6104	4,5	3,375	6

$W_h$	$W_r$	$\xi_e$	$n$	$n'$	$ag$	$S_a$	$T_e'$		$S_a'$	$S_a'/S_a$
46,7156	9,81782	0,0252	1	1,15317	0,25	0,84375	0,76713	Σχέση 2.19β	0,97298	1,15317
47,6531	12,2769	0,0271		1,13888		0,84375	0,6189	Σχέση 2.19β	0,96093	1,13888
47,9616	14,7402	0,02922		1,12355		0,84375	0,52215	Σχέση 2.19β	0,94799	1,12355
49,176	18,4653	0,03085		1,11212		0,84375	0,43963	Σχέση 2.19β	0,93835	1,11212
48,5726	22,2084	0,03264		1,10005		0,84375	0,3876	Σχέση 2.19β	0,92817	1,10005

**VS –  $T_{str}=0.30$**

$R$	$H_{str}$	Πάχος	$m$	$\xi_{hys}$	$\xi_{str}$	$v$	$V_s$
4	20	10	100	0,03	0,05	0,5	80
							100
							120
							150
							180

$G$	$T_{str}$	$W$	$K_{str}$	$K_y$	$a_o$	$k_y$	$K_h$	$K_{rx}$	$k_{rx}$	$K_r$	$T_e$	$W_e$
11520	0,3	20,944	43864,9	294912	1,0472	0,63	185795	4199546,9	0,79056	3319996	1,41909	4,42761
18000					0,83776	0,54	159252	6561792	0,83245	5462353	1,12746	5,57286
25920					0,69813	0,56	165151	9448980,5	0,86037	8129654	0,94386	6,65687
40500					0,55851	0,72	212337	14764032	0,8883	1,3E+07	0,76826	8,17845
58320					0,46542	0,78	230031	21260206	0,90692	1,9E+07	0,65937	9,52913

$a_o'$	$k_y'$	$K_h'$	$k_{rx}'$	$K_r'$	$T_e'$	$W_e'$	$f_e$	$V_{La}$	$f_c$	$1,5f_c$	$f_s$	$3/4f_s$	$4/3f_s$
0,22138	0,87	256573	0,95572	4013607	1,41909	4,42761	0,70468	173,161	4,329014452	6,49352	2	1,5	2,66667
0,22291	0,87	256573	0,95542	4012319	1,12746	5,57286	0,88695	216,451	5,411268065	8,1169	2,5	1,875	3,33333
0,2219	0,87	256573	0,95562	4013175	0,94386	6,65687	1,05947	259,741	6,493521678	9,74028	3	2,25	4
0,21809	0,86	253624	0,95638	4016369	0,76826	8,17845	1,30164	324,676	8,116902098	12,1754	3,75	2,8125	5
0,21176	0,86	253624	0,95765	4021689	0,65937	9,52913	1,51661	389,611	9,740282517	14,6104	4,5	3,375	6

$W_h$	$W_r$	$\xi_e$	$n$	$n'$	$ag$	$S_a$	$T_e'$		$S_{a'}$	$S_{a'}/S_a$
50,6531	5,0085	0,02591	1	1,14777	0,25	0,84375	1,41909	Σχέση 2.19γ	0,54594	0,64704
50,6531	5,00769	0,04106		1,04796		0,84375	1,12746	Σχέση 2.19γ	0,6274	0,74359
50,6531	5,00823	0,05857		0,95971		0,84375	0,94386	Σχέση 2.19γ	0,68634	0,81343
50,3611	5,01022	0,08835		0,85017		0,84375	0,76826	Σχέση 2.19γ	0,74697	0,88529
50,3611	5,01354	0,1198		0,76741		0,84375	0,65937	Σχέση 2.19γ	0,78561	0,93109

$V_s - T_{str}=0.40$

$R$	$H_{str}$	Πάχος	$m$	$\xi_{hys}$	$\xi_{str}$	$v$	$V_s$
4	20	10	100	0,03	0,05	0,5	80
							100
							120
							150
							180

$G$	$T_{str}$	$W$	$K_{str}$	$K_y$	$a_o$	$k_y$	$K_h$	$K_{rx}$	$k_{rx}$	$K_r$	$T_e$	$W_e$
11520	0,4	15,708	24674	294912	0,7854	0,54	159252	4199546,9	0,84292	3539884	2,04931	3,066
18000					0,62832	0,62	182845	6561792	0,87434	5737213	1,63058	3,85334
25920					0,5236	0,68	200540	9448980,5	0,89528	8459486	1,36372	4,6074
40500					0,41888	0,73	215286	14764032	0,91622	1,4E+07	1,10859	5,6677
58320					0,34907	0,7	206438	21260206	0,93019	2E+07	0,94752	6,63122

$a_o'$	$k_y'$	$K_h'$	$k_{rx}'$	$K_r'$	$T_e'$	$W_e'$	$f_e$	$V_{La}$	$f_c$	$1,5f_c$	$f_s$	$3/4f_s$	$4/3f_s$
0,1533	0,93	274268	0,96934	4070789	2,04931	3,066	0,48797	173,161	4,329014452	6,49352	2	1,5	2,66667
0,15413	0,93	274268	0,96917	4070089	1,63058	3,85334	0,61328	216,451	5,411268065	8,1169	2,5	1,875	3,33333
0,15358	0,93	274268	0,96928	4070554	1,36372	4,6074	0,73329	259,741	6,493521678	9,74028	3	2,25	4
0,15114	0,93	274268	0,96977	4072604	1,10859	5,6677	0,90204	324,676	8,116902098	12,1754	3,75	2,8125	5
0,14736	0,93	274268	0,97053	4075777	0,94752	6,63122	1,05539	389,611	9,740282517	14,6104	4,5	3,375	6



$W_h$	$W_r$	$\xi_e$	$n$	$n'$	$ag$	$S_a$	$T_e'$		$S_{a'}$	$S_{a'}/S_a$
52,3706	3,3627	0,02695	1	1,14	0,25	0,84375	2,04931	Σχέση 2.19γ	0,37549	0,44503
52,3706	3,36241	0,04257		1,03935		0,84375	1,63058	Σχέση 2.19γ	0,43025	0,50993
52,3706	3,3626	0,06086		0,94977		0,84375	1,36372	Σχέση 2.19γ	0,47011	0,55717
52,3706	3,36345	0,09205		0,83904		0,84375	1,10859	Σχέση 2.19γ	0,51088	0,60548
52,3706	3,36476	0,12591		0,75397		0,84375	0,94752	Σχέση 2.19γ	0,53712	0,63658

#### ΠΑΧΟΣ – R=4

R	$H_{str}$	Πάχος	m	$\xi_{hys}$	$\xi_{str}$	v	$V_s$
4	20	5	100	0,03	0,05	0,5	80
		10					
		25					
		50					
		100					
		150					
		200					
		250					
		300					
		350					

G	T <sub>str</sub>	W	K <sub>str</sub>	K <sub>y</sub>	a <sub>o</sub>	k <sub>y</sub>	K <sub>h</sub>	K <sub>rx</sub>	k <sub>rx</sub>	K <sub>r</sub>	T <sub>e</sub>	W <sub>e</sub>
11520	0,4	15,708	24674	344064	0,7854	0,52	178913	4466933,8	0,84292	3765269,446	0,77554	8,1017
				294912			153354	4199546,9		3539883,599	0,79488	7,90452
				265421			138019	4039114,8		3404652,09	0,80773	7,77886
				255590			132907	3985637,4		3359574,921	0,81225	7,73556
				250675			130351	3958898,7		3337036,336	0,81456	7,71363
				249037			129499	3949985,8		3329523,475	0,81533	7,70628
				248218			129073	3945529,3		3325767,044	0,81572	7,70259
				247726			128818	3942855,5		3323513,185	0,81596	7,70038
				247398			128647	3941072,9		3322010,613	0,81611	7,6989
				247164			128525	3939799,6		3320937,347	0,81623	7,69784

a <sub>o'</sub>	k <sub>y'</sub>	K <sub>h'</sub>	k <sub>rx'</sub>	K <sub>r'</sub>	T <sub>e'</sub>	W <sub>e'</sub>	f <sub>e</sub>	V <sub>La</sub>	f <sub>c</sub>	1,5f <sub>c</sub>	f <sub>s</sub>	3/4f <sub>s</sub>	4/3f <sub>s</sub>
0,40508	0,78	268370	0,91898	4105036,232	0,77554	8,1017	1,28943	173,161	8,658028904	12,98704336	4	3	5,33333
0,39523	0,52	153354	0,92095	3867592,704	0,79488	7,90452	1,25804		4,329014452		2	1,5	2,66667
0,38894	0,52	138019	0,92221	3724917,708	0,80773	7,77886	1,23804		1,731605781		0,8	0,6	1,06667
0,38678	0,52	132907	0,92264	3677325,83	0,81225	7,73556	1,23115		0,86580289		0,4	0,3	0,53333
0,38568	0,53	132858	0,92286	3653523,821	0,81456	7,71363	1,22766		0,432901445		0,2	0,15	0,26667
0,38531	0,53	131990	0,92294	3645588,935	0,81533	7,70628	1,22649		0,288600963		0,13333	0,1	0,17778
0,38513	0,53	131555	0,92297	3641621,327	0,81572	7,70259	1,22591		0,216450723		0,1	0,075	0,13333
0,38502	0,53	131295	0,923	3639240,711	0,81596	7,70038	1,22555		0,173160578		0,08	0,06	0,10667
0,38495	0,53	131121	0,92301	3637653,611	0,81611	7,6989	1,22532		0,144300482		0,06667	0,05	0,08889
0,38489	0,53	130997	0,92302	3636519,958	0,81623	7,69784	1,22515		0,123686127		0,05714	0,04286	0,07619

$c_y$	$C_y$	$\xi_h$	$W_h$	$W_r$	$\xi_e$	$n$	$n'$	$a_{gR}$	$ag$	$S_a$	$T_{e'}$		$S_{a'}$	$S_{a'}/S_a$
0	0	0,03	51,8044	10,1304	0,03322	1	1,09618	0,25	0,25	0,84375	0,77554	Σχέση 2.19β	0,9249	1,09618
0	0	0,03	39,1605	9,8331	0,03327		1,09586				0,79488	Σχέση 2.19β	0,92463	1,09586
0,9	6514,41	0,21358	37,1509	9,65002	0,04112		1,0476				0,80773	Σχέση 2.19β	0,88391	1,0476
0,9	6514,41	0,21958	36,4564	9,58818	0,04154		1,04519				0,81225	Σχέση 2.19γ	0,86859	1,02944
0,9	6514,41	0,21911	36,4497	9,5571	0,04141		1,04591				0,81456	Σχέση 2.19γ	0,86672	1,02722
0,9	6514,41	0,22017	36,3304	9,54671	0,04149		1,04548				0,81533	Σχέση 2.19γ	0,86554	1,02582
0,9	6514,41	0,22071	36,2706	9,54152	0,04153		1,04526				0,81572	Σχέση 2.19γ	0,86494	1,02511
0,9	6514,41	0,22103	36,2346	9,5384	0,04155		1,04513				0,81596	Σχέση 2.19γ	0,86458	1,02469
0,9	6514,41	0,22125	36,2107	9,53632	0,04157		1,04504				0,81611	Σχέση 2.19γ	0,86434	1,02441
0,9	6514,41	0,2214	36,1935	9,53483	0,04158		1,04498				0,81623	Σχέση 2.19γ	0,86417	1,0242

#### ΠΑΧΟΣ – R=8

R	$H_{str}$	Πάχος	m	$\xi_{hys}$	$\xi_{str}$	v	$V_s$
8	20	5	100	0,03	0,05	0,5	80
		10					
		25					
		50					
		100					
		150					
		200					
		250					
		300					
		350					

G	T <sub>str</sub>	W	K <sub>str</sub>	K <sub>y</sub>	a <sub>o</sub>	k <sub>y</sub>	K <sub>h</sub>	K <sub>rx</sub>	k <sub>rx</sub>	K <sub>r</sub>	T <sub>e</sub>	W <sub>e</sub>
11520	0,4	15,708	24674	884736	1,5708	0,6	530842	40013660	0,68584	27442998,08	0,47432	13,2467
				688128			412877	35735470		24508841,05	0,48373	12,9891
				570163			342098	33168556		22748346,84	0,49087	12,8
				530842			318505	32312918		22161515,43	0,49361	12,7291
				511181			306708	31885099		21868099,73	0,49506	12,6918
				504627			302776	31742493		21770294,49	0,49556	12,6791
				501350			300810	31671190		21721391,88	0,49581	12,6727
				499384			299631	31628408		21692050,31	0,49596	12,6688
				498074			298844	31599886		21672489,26	0,49606	12,6662
				497137			298282	31579514		21658517,08	0,49613	12,6644

a <sub>o'</sub>	k <sub>y'</sub>	K <sub>h'</sub>	k <sub>rx'</sub>	K <sub>r'</sub>	T <sub>e'</sub>	W <sub>e'</sub>	f <sub>e</sub>	V <sub>La</sub>	f <sub>c</sub>	1,5f <sub>c</sub>	f <sub>s</sub>	3/4f <sub>s</sub>	4/3f <sub>s</sub>
1,32467	0,86	760873	0,73507	29412661,25	0,47432	13,2467	2,10828	173,161	8,658028904	12,98704336	4	3	5,33333
1,29891	0,85	584909	0,74022	26452053,53	0,48373	12,9891	2,06728		4,329014452		2	1,5	2,66667
1,28	0,85	484639	0,744	24677416,27	0,49087	12,8	2,03718		1,731605781		0,8	0,6	1,06667
1,27291	0,84	445907	0,74542	24086662,59	0,49361	12,7291	2,02589		0,86580289		0,4	0,3	0,53333
1,26918	0,83	424280	0,74616	23791520,7	0,49506	12,6918	2,01996		0,432901445		0,2	0,15	0,26667
1,26791	0,83	418841	0,74642	23693181,48	0,49556	12,6791	2,01794		0,288600963		0,13333	0,1	0,17778
1,26727	0,83	416121	0,74655	23644020,27	0,49581	12,6727	2,01692		0,216450723		0,1	0,075	0,13333
1,26688	0,83	414489	0,74662	23614526,31	0,49596	12,6688	2,0163		0,173160578		0,08	0,06	0,10667
1,26662	0,83	413401	0,74668	23594864,86	0,49606	12,6662	2,01589		0,144300482		0,06667	0,05	0,08889
1,26644	0,83	412624	0,74671	23580821,54	0,49613	12,6644	2,0156		0,123686127		0,05714	0,04286	0,07619

$c_y$	$C_y$	$\xi_h$	$W_h$	$W_r$	$\xi_e$	$n$	$n'$	$a_{gR}$	$ag$	$S_a$	$T_{e'}$		$S_{a'}$	$S_{a'}/S_a$
0	0	0,03	87,228	27,1167	0,04341	1	1,03467	0,25	0,25	0,84375	0,47432	Σχέση 2.19β	0,87301	1,03467
0,9	6514,41	0,10233	76,4793	25,7158	0,04479		1,02709				0,48373	Σχέση 2.19β	0,86661	1,02709
0,9	6514,41	0,11603	69,616	24,8382	0,04509		1,02549				0,49087	Σχέση 2.19β	0,86526	1,02549
0,9	6514,41	0,12298	66,7763	24,5391	0,04537		1,02396				0,49361	Σχέση 2.19β	0,86397	1,02396
0,9	6514,41	0,12744	65,1368	24,3883	0,0456		1,02273				0,49506	Σχέση 2.19β	0,86293	1,02273
0,9	6514,41	0,1286	64,7179	24,3378	0,04565		1,02246				0,49556	Σχέση 2.19β	0,8627	1,02246
0,9	6514,41	0,1292	64,5074	24,3126	0,04568		1,02232				0,49581	Σχέση 2.19β	0,86259	1,02232
0,9	6514,41	0,12956	64,3808	24,2974	0,0457		1,02224				0,49596	Σχέση 2.19β	0,86251	1,02224
0,9	6514,41	0,1298	64,2963	24,2873	0,04571		1,02218				0,49606	Σχέση 2.19β	0,86247	1,02218
0,9	6514,41	0,12997	64,2358	24,28	0,04571		1,02214				0,49613	Σχέση 2.19β	0,86243	1,02214

**ΠΑΧΟΣ – R=10**

<b>R</b>	<b>H<sub>str</sub></b>	<b>Πάχος</b>	<b>m</b>	<b><math>\xi_{hys}</math></b>	<b><math>\xi_{str}</math></b>	<b>v</b>	<b>V<sub>s</sub></b>
10	20	5	100	0,03	0,05	0,5	80
		10					
		25					
		50					
		100					
		150					
		200					
		250					
		300					
		350					

G	T <sub>str</sub>	W	K <sub>str</sub>	K <sub>y</sub>	a <sub>o</sub>	k <sub>y</sub>	K <sub>h</sub>	K <sub>Rx</sub>	k <sub>Rx</sub>	K <sub>r</sub>	T <sub>e</sub>	W <sub>e</sub>
11520	0,4	15,708	24674	1228800	1,9635	0,98	1204224	82329600	0,6073	49998841,68	0,44143	14,2337
				921600			903168	71884800		43655705,05	0,44782	14,0306
				737280			722534	65617920		39849823,07	0,45287	13,8742
				675840			662323	63528960		38581195,75	0,45485	13,8137
				645120			632218	62484480		37946882,08	0,45592	13,7815
				634880			622182	62136320		37735444,2	0,45628	13,7704
				629760			617165	61962240		37629725,25	0,45647	13,7648
				626688			614154	61857792		37566293,89	0,45658	13,7615
				624640			612147	61788160		37524006,31	0,45665	13,7592
				623177			610714	61738423		37493800,9	0,45671	13,7576

a <sub>o'</sub>	k <sub>y'</sub>	K <sub>h'</sub>	k <sub>Rx'</sub>	K <sub>r'</sub>	T <sub>e'</sub>	W <sub>e'</sub>	f <sub>e</sub>	V <sub>La</sub>	f <sub>c</sub>	1,5f <sub>c</sub>	f <sub>s</sub>	3/4f <sub>s</sub>	4/3f <sub>s</sub>
1,77921	0,7	860160	0,64416	53033316,21	0,44143	14,2337	2,26536	173,161	8,658028904	12,98704336	4	3	5,33333
1,75382	0,69	635904	0,64924	46670174,64	0,44782	14,0306	2,23304		4,329014452		2	1,5	2,66667
1,73427	0,69	508723	0,65315	42858093,06	0,45287	13,8742	2,20814		1,731605781		0,8	0,6	1,06667
1,72671	0,68	459571	0,65466	41589748,3	0,45485	13,8137	2,19851		0,86580289		0,4	0,3	0,53333
1,72268	0,68	438682	0,65546	40956276,34	0,45592	13,7815	2,19339		0,432901445		0,2	0,15	0,26667
1,7213	0,68	431718	0,65574	40745243,91	0,45628	13,7704	2,19163		0,288600963		0,13333	0,1	0,17778
1,7206	0,68	428237	0,65588	40639753,2	0,45647	13,7648	2,19074		0,216450723		0,1	0,075	0,13333
1,72018	0,68	426148	0,65596	40576467,23	0,45658	13,7615	2,1902		0,173160578		0,08	0,06	0,10667
1,7199	0,69	431002	0,65602	40534280,18	0,45665	13,7592	2,18984		0,144300482		0,06667	0,05	0,08889
1,7197	0,69	429992	0,65606	40504148,35	0,45671	13,7576	2,18959		0,123686127		0,05714	0,04286	0,07619

$c_y$	$C_y$	$\xi_h$	$W_h$	$W_r$	$\xi_e$	$n$	$n'$	$a_{gR}$	$ag$	$S_a$	$T_{e'}$		$S_{a'}$	$S_{a'}/S_a$
0	0	0,03	92,7448	36,412	0,04635	1	1,01879	0,25	0,25	0,84375	0,44143	Σχέση 2.19β	0,8596	1,01879
0,9	6514,41	0,10187	79,7436	34,1578	0,04811		1,0096				0,44782	Σχέση 2.19β	0,85185	1,0096
0,9	6514,41	0,11883	71,3248	32,733	0,04889		1,00558				0,45287	Σχέση 2.19β	0,84846	1,00558
0,9	6514,41	0,1279	67,7917	32,2451	0,04948		1,00259				0,45485	Σχέση 2.19β	0,84593	1,00259
0,9	6514,41	0,13233	66,233	31,9985	0,04978		1,00109				0,45592	Σχέση 2.19β	0,84467	1,00109
0,9	6514,41	0,13389	65,7053	31,916	0,04989		1,00054				0,45628	Σχέση 2.19β	0,84421	1,00054
0,9	6514,41	0,1347	65,4398	31,8747	0,04995		1,00026				0,45647	Σχέση 2.19β	0,84397	1,00026
0,9	6514,41	0,13518	65,28	31,8498	0,04998		1,00008				0,45658	Σχέση 2.19β	0,84382	1,00008
0,9	6514,41	0,13398	65,6507	31,8333	0,04985		1,00074				0,45665	Σχέση 2.19β	0,84437	1,00074
0,9	6514,41	0,13421	65,5738	31,8214	0,04987		1,00065				0,45671	Σχέση 2.19β	0,8443	1,00065

$T_{str} - R=4$

<b>R</b>	<b>H<sub>str</sub></b>	<b>Πάχος</b>	<b>m</b>	<b><math>\xi_{hys}</math></b>	<b><math>\xi_{str}</math></b>	<b>v</b>	<b>V<sub>s</sub></b>	<b><math>\rho</math></b>	<b>G</b>	<b>T<sub>str</sub></b>
4	20	10	100	0,03	0,05	0,5	100	1,8	18000	0,25
										0,5
										0,75
										1
										1,5
										2
										2,5
										3
										3,5
										4

G	T <sub>str</sub>	W	K <sub>str</sub>	K <sub>y</sub>	a <sub>o</sub>	k <sub>y</sub>	K <sub>h</sub>	K <sub>rx</sub>	k <sub>rx</sub>	K <sub>r</sub>	T <sub>e</sub>	W <sub>e</sub>
18000	0,25	25,1327	63165,5	460800	1,00531	0,85	391680	6561792	0,79894	5242465,437	0,61139	10,2769
	0,5	12,5664	15791,4		0,50265	0,62	285696		0,89947	5902128,719	0,72895	8,61947
	0,75	8,37758	7018,39		0,3351	0,75	345600		0,93298	6122016,479	0,91207	6,88895
	1	6,28319	3947,84		0,25133	0,82	377856		0,94973	6231960,359	1,12421	5,58899
	1,5	4,18879	1754,6		0,16755	0,89	410112		0,96649	6341904,24	1,58386	3,967
	2	3,14159	986,96		0,12566	0,92	423936		0,97487	6396876,18	2,06305	3,04558
	2,5	2,51327	631,655		0,10053	0,95	437760		0,97989	6429859,344	2,55041	2,46359
	3	2,0944	438,649		0,08378	0,96	442368		0,98324	6451848,12	3,04199	2,06549
	3,5	1,7952	322,273		0,07181	1	460800		0,98564	6467554,388	3,53592	1,77696
	4	1,5708	246,74		0,06283	1	460800		0,98743	6479334,09	4,03141	1,55856

a <sub>o</sub> '	k <sub>y</sub> '	K <sub>h</sub> '	k <sub>rx</sub> '	K <sub>r</sub> '	T <sub>e</sub> '	W <sub>e</sub> '	f <sub>e</sub>	V <sub>La</sub>	f <sub>c</sub>	1,5f <sub>c</sub>	f <sub>s</sub>	3/4f <sub>s</sub>	4/3f <sub>s</sub>
0,41107	0,77	354816	0,91779	6022314,967	0,61139	10,2769	1,63561	216,451	5,411268065	8,116902098	2,5	1,875	3,33333
0,34478	0,74	340992	0,93104	6109318,711	0,72895	8,61947	1,37183					1,875	
0,27556	0,82	377856	0,94489	6200161,246	0,91207	6,88895	1,09641					1,875	
0,22356	0,76	350208	0,95529	6268401,498	1,12421	5,58899	0,88952					1,875	
0,15868	0,9	414720	0,96826	6353547,136	1,58386	3,967	0,63137					1,875	
0,12182	0,92	423936	0,97564	6401916,218	2,06305	3,04558	0,48472					1,875	
0,09854	0,95	437760	0,98029	6432467,265	2,55041	2,46359	0,39209					1,875	
0,08262	0,96	442368	0,98348	6453365,6	3,04199	2,06549	0,32873					1,875	
0,07108	1	460800	0,98578	6468511,711	3,53592	1,77696	0,28281					1,875	
0,06234	1	460800	0,98753	6479976,595	4,03141	1,55856	0,24805					1,875	



$W_h$	$W_r$	$\xi_e$	$n$	$n'$	$a_{gR}$	$ag$	$S_a$	$T_{e'}$		$S_{a'}$	$S_{a'}/S_a$
59,5664	12,2702	0,0303	1	1,11596	0,25	0,25	0,84375	0,61139	Σχέση 2.19β	0,94159	1,11596
58,3945	12,3585	0,03877		1,06137				0,72895	Σχέση 2.19β	0,89553	1,06137
61,47	12,4501	0,04337		1,03489				0,91207	Σχέση 2.19γ	0,7659	0,90773
59,1784	12,5184	0,04581		1,02164				1,12421	Σχέση 2.19γ	0,61341	0,72701
64,3988	12,6031	0,04793		1,01051				1,58386	Σχέση 2.19γ	0,43065	0,5104
65,1104	12,651	0,04879		1,00608				2,06305	Σχέση 2.19γ	0,32918	0,39013
66,1634	12,6812	0,04922		1,00394				2,55041	Σχέση 2.19δ	0,26045	0,30869
66,5108	12,7017	0,04945		1,00275				3,04199	Σχέση 2.19δ	0,18286	0,21673
67,8823	12,7166	0,0496		1,00203				3,53592	Σχέση 2.19δ	0,13524	0,16029
67,8823	12,7279	0,04969		1,00156				4,03141	Σχέση 2.19δ	0,10399	0,12325

$T_{str} - R=8$

$R$	$H_{str}$	Πάχος	$m$	$\xi_{hys}$	$\xi_{str}$	$v$	$V_s$	$\rho$	$G$	$T_{str}$
8	20	10	100	0,03	0,05	0,5	100	1,8	18000	0,25
										0,5
										0,75
										1
										1,5
										2
										2,5
										3
										3,5
										4

G	T <sub>str</sub>	W	K <sub>str</sub>	K <sub>y</sub>	a <sub>o</sub>	k <sub>y</sub>	K <sub>h</sub>	K <sub>rx</sub>	k <sub>rx</sub>	K <sub>r</sub>	T <sub>e</sub>	W <sub>e</sub>
18000	0,25	25,1327	63165,5	1075200	2,01062	0,99	1064448	55836672	0,59788	33383413,94	0,33692	18,6492
	0,5	12,5664	15791,4		1,00531	0,63	677376		0,79894	44610042,97	0,53965	11,643
	0,75	8,37758	7018,39		0,67021	0,57	612864		0,86596	48352252,65	0,77563	8,10076
	1	6,28319	3947,84		0,50265	0,68	731136		0,89947	50223357,49	1,01825	6,17055
	1,5	4,18879	1754,6		0,3351	0,72	774144		0,93298	52094462,32	1,51176	4,15621
	2	3,14159	986,96		0,25133	0,92	989184		0,94973	53030014,74	2,00842	3,12841
	2,5	2,51327	631,655		0,20106	0,88	946176		0,95979	53591346,19	2,50672	2,50654
	3	2,0944	438,649		0,16755	0,92	989184		0,96649	53965567,16	3,00554	2,09054
	3,5	1,7952	322,273		0,14362	0,95	1021440		0,97128	54232867,85	3,50471	1,79278
	4	1,5708	246,74		0,12566	0,97	1042944		0,97487	54433343,37	4,0041	1,56919

a <sub>o</sub> '	k <sub>y</sub> '	K <sub>h</sub> '	k <sub>rx</sub> '	K <sub>r</sub> '	T <sub>e</sub> '	W <sub>e</sub> '	f <sub>e</sub>	V <sub>La</sub>	f <sub>c</sub>	1,5f <sub>c</sub>	f <sub>s</sub>	3/4f <sub>s</sub>	4/3f <sub>s</sub>
1,49193	0,73	784896	0,70161	39175759,67	0,33692	18,6492	2,96811	216,451	5,411268065	8,116902098	2,5	1,875	3,33333
0,93144	0,52	559104	0,81371	45434987,14	0,53965	11,643	1,85304					1,875	
0,64806	0,55	591360	0,87039	48599561,02	0,77563	8,10076	1,28928					1,875	
0,49364	0,67	720384	0,90127	50323987,83	1,01825	6,17055	0,98207					1,875	
0,3325	0,72	774144	0,9335	52123568,37	1,51176	4,15621	0,66148					1,875	
0,25027	0,92	989184	0,94995	53041787,57	2,00842	3,12841	0,4979					1,875	
0,20052	0,88	946176	0,9599	53597364,3	2,50672	2,50654	0,39893					1,875	
0,16724	0,92	989184	0,96655	53969014,26	3,00554	2,09054	0,33272					1,875	
0,14342	0,95	1021440	0,97132	54235022,6	3,50471	1,79278	0,28533					1,875	
0,12554	0,97	1042944	0,97489	54434779,39	4,0041	1,56919	0,24974					1,875	

$\xi_h$	$W_h$	$W_r$	$\xi_e$	$n$	$n'$	$a_{gR}$	$ag$	$S_a$	$T_{e'}$		$S_{a'}$	$S_{a'}/S_a$
0,41266	88,5944	31,2953	0,05647	1	0,9691468	0,25	0,25	0,84375	0,33692	Σχέση 2.19β	0,81772	0,96915
0,03	74,7733	33,7027	0,04723		1,0141469				0,53965	Σχέση 2.19β	0,85569	1,01415
0,03	76,8999	34,8567	0,0487		1,0065462				0,77563	Σχέση 2.19β	0,84927	1,00655
0,03	84,8754	35,4697	0,04929		1,0035697				1,01825	Σχέση 2.19γ	0,66527	0,78846
0,03	87,9855	36,0983	0,04969		1,0015542				1,51176	Σχέση 2.19γ	0,44719	0,53001
0,03	99,4577	36,4149	0,04983		1,0008385				2,00842	Σχέση 2.19γ	0,33637	0,39866
0,03	97,2716	36,6051	0,04989		1,0005358				2,50672	Σχέση 2.19γ	0,26942	0,31931
0,03	99,4577	36,7318	0,04993		1,0003684				3,00554	Σχέση 2.19δ	0,18688	0,22149
0,03	101,066	36,8222	0,04995		1,0002686				3,50471	Σχέση 2.19δ	0,13742	0,16287
0,03	102,125	36,89	0,04996		1,0002046				4,0041	Σχέση 2.19δ	0,10527	0,12477

$T_{str} - R=10$

<b>R</b>	<b>H<sub>str</sub></b>	<b>Πάχος</b>	<b>m</b>	$\xi_{hys}$	$\xi_{str}$	<b>v</b>	$V_s$	<b>ρ</b>	<b>G</b>	<b>T<sub>str</sub></b>
10	20	10	100	0,03	0,05	0,5	100	1,8	18000	0,25
										0,5
										0,75
										1
										1,5
										2
										2,5
										3
										3,5
										4

G	T <sub>str</sub>	W	K <sub>str</sub>	K <sub>y</sub>	a <sub>o</sub>	k <sub>y</sub>	K <sub>h</sub>	K <sub>rx</sub>	k <sub>rx</sub>	K <sub>r</sub>	T <sub>e</sub>	W <sub>e</sub>
18000	0,25	25,1327	63165,5	1440000	2,51327	0,99	1425600	96000000	0,49735	47745136,84	0,3136	20,0358
	0,5	12,5664	15791,4		1,25664	0,78	1123200		0,74867	71872568,42	0,52487	11,971
	0,75	8,37758	7018,39		0,83776	0,56	806400		0,83245	79915045,61	0,76626	8,1998
	1	6,28319	3947,84		0,62832	0,62	892800		0,87434	83936284,21	1,01155	6,21144
	1,5	4,18879	1754,6		0,41888	0,77	1108800		0,91622	87957522,81	1,50715	4,16891
	2	3,14159	986,96		0,31416	0,73	1051200		0,93717	89968142,11	2,00532	3,13326
	2,5	2,51327	631,655		0,25133	0,92	1324800		0,94973	91174513,68	2,50406	2,5092
	3	2,0944	438,649		0,20944	0,88	1267200		0,95811	91978761,4	3,00338	2,09204
	3,5	1,7952	322,273		0,17952	0,93	1339200		0,9641	92553224,06	3,50286	1,79373
	4	1,5708	246,74		0,15708	0,9	1296000		0,96858	92984071,05	4,0025	1,56981

a <sub>o</sub> '	k <sub>y</sub> '	K <sub>h</sub> '	k <sub>rx</sub> '	K <sub>r</sub> '	T <sub>e</sub> '	W <sub>e</sub> '	f <sub>e</sub>	V <sub>La</sub>	f <sub>c</sub>	1,5f <sub>c</sub>	f <sub>s</sub>	3/4f <sub>s</sub>	4/3f <sub>s</sub>
2,00358	0,99	1425600	0,59928	57531241,49	0,3136	20,0358	3,1888	216,451	5,411268065	8,116902098	2,5	1,875	3,33333
1,1971	0,76	1094400	0,76058	73015703,98	0,52487	11,971	1,90524					1,875	
0,81998	0,55	792000	0,836	80256386,9	0,76626	8,1998	1,30504					1,875	
0,62114	0,65	936000	0,87577	84074040,71	1,01155	6,21144	0,98858					1,875	
0,41689	0,77	1108800	0,91662	87995699,2	1,50715	4,16891	0,6635					1,875	
0,31333	0,73	1051200	0,93733	89984143,86	2,00532	3,13326	0,49867					1,875	
0,25092	0,88	1267200	0,94982	91182331,19	2,50406	2,5092	0,39935					1,875	
0,2092	0,88	1267200	0,95816	91983285,22	3,00338	2,09204	0,33296					1,875	
0,17937	0,93	1339200	0,96413	92556035,7	3,50286	1,79373	0,28548					1,875	
0,15698	0,9	1296000	0,9686	92985956,98	4,0025	1,56981	0,24984					1,875	

$c_y$	$C_y$	$\xi_h$	$W_h$	$W_r$	$\xi_e$	$n$	$n'$	$a_{gR}$	$ag$	$S_a$	$T_{e'}$		$S_{a'}$	$S_{a'}/S_a$
0	0	0,03	119,398	37,9247	0,04099	1	1,0483175	0,25	0,25	0,84375	0,3136	Σχέση 2.19β	0,88452	1,04832
0	0	0,03	104,614	42,7246	0,04812		1,0095226				0,52487	Σχέση 2.19β	0,85178	1,00952
0,89	50328,3	0,29053	88,9944	44,793	0,05137		0,9932088				0,76626	Σχέση 2.19β	0,83802	0,99321
0,89	50328,3	0,19699	96,7471	45,8459	0,05023		0,9988654				1,01155	Σχέση 2.19γ	0,66654	0,78997
0,89	50328,3	0,12461	105,3	46,903	0,04996		1,0002062				1,50715	Σχέση 2.19γ	0,44796	0,53091
0,89	50328,3	0,10501	102,528	47,43	0,04996		1,0001798				2,00532	Σχέση 2.19γ	0,33667	0,39901
0,89	50328,3	0,07983	112,57	47,7447	0,04996		1,0001968				2,50406	Σχέση 2.19γ	0,26962	0,31954
0,89	50328,3	0,07154	112,57	47,954	0,04997		1,0001532				3,00338	Σχέση 2.19δ	0,18711	0,22176
0,89	50328,3	0,06371	115,724	48,103	0,04998		1,0001226				3,50286	Σχέση 2.19δ	0,13755	0,16302
0,89	50328,3	0,06048	113,842	48,2146	0,04998		1,0000961				4,0025	Σχέση 2.19δ	0,10535	0,12486

## Βιβλιογραφία

- Μύρων Οικονομάκης, Διπλωματική Εργασία «Αλληλεπίδραση εδάφους – θεμελίωσης – κατασκευής και ανελαστική συμπεριφορά πολυώροφων κτιρίων Ο/Σ», Θεσσαλονίκη, 2013.
- Γιάννης Ν. Ψυχράκης, «Βασικές Διατάξεις Ευρωκώδικα 8», Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Τομέας Δομοστατικής, Αθήνα, 2014.
- Μ. Ν. Φαρδής, «Το Ευρωπαϊκό Πρότυπο EN 1998 – 1:2004 – Ευρωκώδικας 8: Αντισεισμικός Σχεδιασμός Κατασκευών – Μέρος 1 Γενικοί Κανόνες, Σεισμικές Δράσεις, Κανόνες για Κτίρια».
- Διαλέξεις Δ. Λουκίδης, «Εδαφοδυναμική και Τεχνική Σεισμολογία», Πανεπιστήμιο Κύπρου, 2023.
- Ευρωκώδικας 8 – Πρότυπο EN 1998 – 1:2004.
- Gazetas, G. (1991). Foundation vibrations. Foundation engineering handbook, 553 – 593.