

**ΔΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ Τ.Τ.**  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΕ

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ  
ΣΠΟΥΔΩΝ**  
ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ  
ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΚΑΙ ΔΕΙΦΟΡΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ  
ΚΤΙΡΙΩΝ ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΩΝ ΜΕΣΩ ΜΕΤΑΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ  
ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΔΙΣΚΩΝ**

**ΖΑΜΠΟΓΙΑΝΝΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ**

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ  
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΡΕΠΑΠΗΣ

ΑΘΗΝΑ 2016



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση της σεισμικής συμπεριφοράς κτιρίων ενισχυμένων μέσω μετατεταγμένων κατακόρυφων δίσκων. Η τεχνική αυτή προσφέρει ευελιξία κατά την εφαρμογή της, όμως έρχεται σε αντίθεση με τους ισχύοντες κανονισμούς, οι οποίοι επιβάλλουν η διάταξη των τοιχωμάτων να είναι συνεχής καθ' όλο το ύψος του κτιρίου. Η συνήθης μέθοδος προσθήκης τοιχωμάτων σε υφιστάμενο κτίριο είναι αυτή της τοιχωματοποίησης υπάρχοντος φατνώματος. Γίνεται βιβλιογραφική ανασκόπηση των ερευνών που αφορούν στην εμφάνιση τοιχωμάτων, των προβλέψεων του ΚΑΝ.ΕΠΕ. για την τοιχωματοποίηση πλαισίων καθώς και της υπάρχουσας έρευνας που σχετίζεται με την μη συνεχή καθ' ύψος διάταξη τοιχωμάτων. Παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των ελαστικών αναλύσεων χρονοϊστορίας που έγιναν σε επίπεδο πλαίσιο ωπλισμένου σκυροδέματος, εξετάζοντας διάφορες διατάξεις μετάταξης τοιχωμάτων. Γίνονται συγκρίσεις μεταξύ της συνεχούς καθ' ύψος διάταξης τοιχωμάτων και των διαφόρων μετατεταγμένων διατάξεων. Τα μεγέθη που εξετάζονται είναι η μέγιστη μετακίνηση οροφής, οι σχετικές μετακινήσεις ορόφων, καθώς και τα εντατικά μεγέθη των τοιχωμάτων. Παρατίθενται τα αποτελέσματα των πειραμάτων μικρής κλίμακας που έγιναν σε ομοίωμα επίπεδου πλαισίου. Το ομοίωμα υποβλήθηκε σε διέγερση βάσης με σάρωση ημιτόνου καθώς και προσομοίωση σεισμικών διεγέρσεων. Γίνεται αναλυτική προσομοίωση του ομοιώματος και σύγκριση των αποτελεσμάτων με τις πειραματικές μετρήσεις. Τα αποτελέσματα τόσο της αναλυτικής όσο και της πειραματικής διερεύνησης έδειξαν ότι οι μετατεταγμένες διατάξεις τοιχωμάτων, στις περισσότερες των περιπτώσεων, δεν υστερούν έναντι της συνεχούς καθ' ύψος διάταξης. Αντιθέτως κατά περίπτωση παρουσιάζουν μείωση της μέγιστης μετακίνησης οροφής, μείωση των σχετικών μετακινήσεων ορόφων καθώς και μείωση των ροπών στη βάση του τοιχώματος ισογείου. Ωστόσο κρίνεται σκόπιμο να γίνουν μη γραμμικές αναλύσεις χρονοϊστορίας για την επιβεβαίωση των συμπερασμάτων.





## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Καθηγητή μου κ. Κωνσταντίνο Ρεπαπή για την επιστημονική του καθοδήγηση, την διάθεση που επέδειξε κατά την διάρκεια των πειραματικών μετρήσεων, καθώς και τον πολύτιμο χρόνο που διέθεσε για την περαίωση της εργασίας. Τέλος, ευχαριστίες οφείλω στην οικογένειά μου και ιδιαίτερα στον ανιψιό μου Αρχοντή Ζαμπογιάννη για την φιλοξενία που μου προσέφερε, στον συνεργάτη μου Ιμπραήμ Κερατζή Ιμπράμ που όλο αυτό το διάστημα επωμίστηκε την λειτουργία του γραφείου, στον Αφεντούλη Κεχαγιά για της πρακτικές του συμβουλές κατά την κατασκευή του ομοιώματος και στον Κωνσταντίνο Παπαδόπουλο για την χορηγία υλικών που απαιτήθηκαν στην υλοποίηση του ομοιώματος.



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>Περιεχόμενα.....</b>	<b>v</b>
<b>Σχήματα.....</b>	<b>vii</b>
<b>Πίνακες.....</b>	<b>xvii</b>
<b>Κεφάλαιο 1.....</b>	<b>19</b>
Εισαγωγή.....	19
1.1 Γενικά.....	19
1.2 Στόχοι της εργασίας.....	19
<b>Κεφάλαιο 2.....</b>	<b>21</b>
Βιβλιογραφική Διερεύνηση.....	21
2.1 Υφιστάμενες κατασκευές ωπλισμένου σκυροδέματος.....	21
2.2 Ενίσχυση κατασκευών.....	27
2.3 Εμφάτνωση τοιχωμάτων.....	29
2.4 Η τεχνική των μετατεταγμένων κατακόρυφων δίσκων.....	43
2.5 Πειραματικές δόκιμες.....	51
2.6 Μονοβάθμιος ταλαντωτής.....	69
<b>Κεφάλαιο 3.....</b>	<b>73</b>
Αναλυτική διερεύνηση της μετάταξης κατακόρυφων δίσκων.....	73
3.1 Γενικά.....	73
3.2 Αποτελέσματα.....	74

<b>Κεφάλαιο 4.....</b>	<b>89</b>
Πειραματική διερεύνηση μικρής κλίμακας της μετάταξης κατακόρυφων δίσκων.....	89
4.1 Εξοπλισμός.....	89
4.2 Προσομοίωμα.....	93
4.3 Πειραματικό πρόγραμμα.....	102
4.4 Επεξεργασία μετρήσεων .....	104
4.5 Αποτελέσματα πειραμάτων μικρής κλίμακας.....	106
4.6 Αναλυτική διερεύνηση του προσομοιώματος.....	109
<b>Κεφάλαιο 5.....</b>	<b>115</b>
Συμπεράσματα .....	115
5.1 Περίληψη .....	115
5.2 Σύνοψη Συμπερασμάτων .....	115
5.3 Περαιτέρω Έρευνα.....	116
<b>Αναφορές.....</b>	<b>117</b>
<b>Παράρτημα .....</b>	<b>121</b>

## ΣΧΗΜΑΤΑ

Σχ. 1.1 Εμφάνωση τοιχώματος (α), Μετάταξη τοιχωμάτων (β).....	20
Σχ. 2.1 Ανομοιόμορφη κατανομή τοιχοπληρώσεων καθ' ύψος.....	22
Σχ. 2.2 Κατάρρευση «μαλακού» ισογείου.....	23
Σχ. 2.3 Αστοχία κόμβου λόγω απουσίας Ικανοτικού Σχεδιασμού.....	23
Σχ. 2.4 Ορισμός σταθμών επιτελεστικότητας πάνω στην καμπύλη ικανότητας.....	25
Σχ. 2.5 Διαδικασία υπολογισμού της ικανότητα, της απαίτησης και του ελέγχου συμπεριφοράς.....	26
Σχ. 2.6 Στρατηγικές ενίσχυσης.....	27
Σχ. 2.7 (α) Τοιχώματα εντός πλαισίων. (β) Δικτυωτά συστήματα.....	28
Σχ. 2.8 Θεμελίωση εμφανιζόμενου τοιχώματος εντός υφισταμένου πλαισίου.....	29
Σχ. 2.9 Ενδεικτική εμφάνωση με πάχος ίσο ή μικρότερο του πλάτους της δοκού.....	30
Σχ. 2.10 Τέμνουσα φατνώματος.....	31
Σχ. 2.11 Ενδεικτική εμφάνωση με πάχος μεγαλύτερο από το πλάτος της δοκού.....	33
Σχ. 2.12 Αποτελεσματικότητα διαφόρων τύπων εμφάνωσης.....	34
Σχ. 2.13 Τρισδιάστατη απεικόνιση πειραματικής διάταξης.....	37
Σχ. 2.14 Τρισδιάστατη απεικόνιση εμφανιζόμενου τοιχώματος.....	38
Σχ. 2.15 Εναλλακτικές στρατηγικές σύνδεσης εμφανιζόμενου τοιχώματος με το περιβάλλον πλαίσιο.....	38
Σχ. 2.16 Κάτοψη πειραματικής διάταξης.....	39
Σχ. 2.17 Τομή πειραματικής διάταξης.....	40
Σχ. 2.18 Δοκίμιο μετά την αστοχία.....	40
Σχ. 2.19 Απεικόνιση της φορτιστικής διάταξης και του δοκιμίου που διερευνάται πειραματικά.....	41
Σχ. 2.20 Ισοδύναμο πλάτος διαγώνιου θλιπτήρα πριν από την αποκόλληση τοιχώματος-πλαισίου και μετά την αποκόλληση τοιχώματος-πλαισίου.....	42
Σχ. 2.21 Εντατικά μεγέθη που δρουν στον κόμβο ενός πλαισίου όταν το τοίχωμα έχει υποκατασταθεί από θλιπτήρα (α) για μικρά φορτία προτού συμβεί σχετική μετακίνηση του τοιχώματος ως προς το πλαίσιο, (β) μετά την αποκόλληση του τοιχώματος από το πλαίσιο.....	43
Σχ. 2.22 Συνεχής καθ' ύψος διάταξη (K5) τυχαία καθ' ύψος διάταξη (T5).....	44
Σχ. 2.23 Συγκριτικά διαγράμματα μεγεθών απόκρισης των φορέων K5 και T5.....	45

Σχ. 2.24 Επίπεδος φορέας: Διερευνηθείσες διατάξεις. ....	46
Σχ. 2.25 Επίπεδος φορέας: Εντάσεις λόγω στατικών σεισμικών φορτίων. ....	46
Σχ. 2.26 Προσομοιώσεις μετατεταγμένων τοιχωμάτων & μετατεταγμένων μεταλλικών συνδέσμων. ....	47
Σχ. 2.27 Εξεταζόμενες διάταξης. ....	48
Σχ. 2.28 Εξεταζόμενες διάταξης και διαγράμματα μετακινήσεων. ....	48
Σχ. 2.29 Εξεταζόμενες διάταξης και διαγράμματα μεγεθών απόκρισης. ....	49
Σχ. 2.30 Εξεταζόμενες διατάξεις. ....	50
Σχ. 2.31 Εξεταζόμενη διάταξη. ....	50
Σχ. 2.32 Σεισμική τράπεζα Πολυτεχνικής Σχολής Πανεπ. Πατρών. ....	51
Σχ. 2.33 Ομοίωμα φράγματος. ....	51
Σχ. 2.34 Πειραματικές δοκιμές εμφάντωσης τοιχωμάτων. ....	56
Σχ. 2.35 Πειραματικές δοκιμές εμφάντωσης τοιχωμάτων. ....	56
Σχ. 2.36 Διερεύνηση της σεισμικής συμπεριφοράς βάσης αρχαιολογικών εκθεμάτων. ....	57
Σχ. 2.37 Σεισμική τράπεζα ΕΜΠ. ....	58
Σχ. 2.38 Ομοιότητα των μεγεθών κίνησης. ....	60
Σχ. 2.39 Προσδιορισμός ομοιότητας της διέγερσης. ....	60
Σχ. 2.40 Αρχή λειτουργίας επιταχυνσιογράφου. ....	62
Σχ. 2.41 Πιεζοηλεκτρικός επιταχυνσιογράφος αρχή λειτουργίας. ....	62
Σχ. 2.42 Πιεζοωμικός επιταχυνσιογράφος. ....	63
Σχ. 2.43 Επιμηκυνσιομετρικός επιταχυνσιογράφος. ....	63
Σχ. 2.44 Αρχή λειτουργίας επιταχυνσιογράφου τύπου MEMS. ....	64
Σχ. 2.45 Επιταχυνσιογράφος SeismoBug. ....	64
Σχ. 2.46 Επιλογές για προσδιορισμό γραμμής βάσης και ψηφιακών φίλτρων. ....	66
Σχ. 2.47 Σήματα στο πεδίο του χρόνου. ....	68
Σχ. 2.48 Σήματα στο πεδίο των συχνοτήτων (ανάλυση Fourier). ....	68
Σχ. 2.49 Δειγματοληψία σήματος. ....	69
Σχ. 2.50 Συντελεστής δυναμικής ενίσχυσης (D) και διαφορά φάσης ( $\varphi$ ). ....	71
Σχ. 2.51 Υπολογισμός ιδιοσυχνότητας και απόσβεσης από το πείραμα συντονισμού. ....	72
Σχ. 3.1 Ενισχυμένο πλαίσιο με συνεχή τοιχώματα και πλαίσια με διαφορετικές μετατάξεις τοιχωμάτων. ....	74
Σχ. 3.2 Ελαστικά φάσματα για $\zeta=5\%$ των σεισμικών διεγέρσεων. ....	74

Σχ. 3.3 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής ενισχυμένου κτιρίου με συνεχή καθ' ύψος τοιχώματα (BASE) και του κτιρίου με την διάταξη μετάταξης τοιχωμάτων STAG_STORY2 για τον σεισμό του Kobe (1995).....	75
Σχ. 3.4 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής ενισχυμένου κτιρίου με συνεχή καθ' ύψος τοιχώματα (BASE) και του κτιρίου με την διάταξη μετάταξης τοιχωμάτων STAG_STORY3 για τον σεισμό του Kobe (1995).....	76
Σχ. 3.5 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής ενισχυμένου κτιρίου με συνεχή καθ' ύψος τοιχώματα (BASE) και του κτιρίου με την διάταξη μετάταξης τοιχωμάτων STAG_STORY4 για τον σεισμό του Kobe (1995).....	76
Σχ. 3.6 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής ενισχυμένου κτιρίου με συνεχή καθ' ύψος τοιχώματα (BASE) και του κτιρίου με την διάταξη μετάταξης τοιχωμάτων STAG_STORY5 για τον σεισμό του Kobe (1995).....	76
Σχ. 3.7 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής ενισχυμένου κτιρίου με συνεχή καθ' ύψος τοιχώματα (BASE) και του κτιρίου με την διάταξη μετάταξης τοιχωμάτων STAG_WITH1 για τον σεισμό του Kobe (1995). ....	77
Σχ. 3.8 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής ενισχυμένου κτιρίου με συνεχή καθ' ύψος τοιχώματα (BASE) και του κτιρίου με την διάταξη μετάταξης τοιχωμάτων STAG_WITH2 για τον σεισμό του Kobe (1995). ....	77
Σχ. 3.9 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής ενισχυμένου κτιρίου με συνεχή καθ' ύψος τοιχώματα (BASE) και του κτιρίου με την διάταξη μετάταξης τοιχωμάτων STAG_DIAG1 για τον σεισμό του Kobe (1995).....	77
Σχ. 3.10 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής ενισχυμένου κτιρίου με συνεχή καθ' ύψος τοιχώματα (BASE) και του κτιρίου με την διάταξη μετάταξης τοιχωμάτων STAG_DIAG2 για τον σεισμό του Kobe (1995).....	78
Σχ. 3.11 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής ενισχυμένου κτιρίου με συνεχή καθ' ύψος τοιχώματα (BASE) και του κτιρίου με την διάταξη μετάταξης τοιχωμάτων STAG_RAND για τον σεισμό του Kobe (1995). ....	78
Σχ. 3.12 Ποσοστό μεταβολής της μέγιστης μετακίνησης οροφής των κτιρίων με διάφορες περιπτώσεις μετάταξης τοιχωμάτων σε σχέση με το κτίριο με την συνεχή καθ' ύψος διάταξη τοιχωμάτων (BASE). ....	79
Σχ. 3.13 Ενισχυμένο πλαίσιο με συνεχή τοιχώματα και πλαίσια με διαφορετικές μετατάξεις τοιχωμάτων. ....	80

Σχ. 3.14 Ποσοστό μεταβολής της μέγιστης μετακίνησης οροφής του κτιρίου με την τυχαία διάταξη τοιχωμάτων σε σχέση με το κτίριο με την συνεχή καθ' ύψος διάταξη τοιχωμάτων για τις παραλλαγές (α) και (β) πρόσθετης μάζας. ....	80
Σχ. 3.15 Ποσοστό μεταβολής της μέγιστης μετακίνησης οροφής του κτιρίου με την τυχαία διάταξη τοιχωμάτων σε σχέση με το κτίριο με την συνεχή καθ' ύψος διάταξη τοιχωμάτων για τις παραλλαγές (γ) και (δ) πρόσθετης μάζας. ....	81
Σχ. 3.16 Ποσοστό μεταβολής της μέγιστης μετακίνησης οροφής του κτιρίου με την τυχαία διάταξη τοιχωμάτων σε σχέση με το κτίριο με την συνεχή καθ' ύψος διάταξη τοιχωμάτων για την παραλλαγή γεωμετρίας καθ' ύψος. ....	82
Σχ. 3.17 Ποσοστό μεταβολής των σχετικών μετακινήσεων των ορόφων του κτιρίου με διαγώνια μορφή μετάταξης τοιχωμάτων (STAG_DIAG) σε σχέση με το κτίριο με την συνεχή καθ' ύψος διάταξη τοιχωμάτων (BASE). ....	83
Σχ. 3.18 Ποσοστό μεταβολής των σχετικών μετακινήσεων των ορόφων του κτιρίου με την διάταξη (STAG_WITH2) σε σχέση με το κτίριο με την συνεχή καθ' ύψος διάταξη τοιχωμάτων (BASE). ....	83
Σχ. 3.19 Ποσοστό μεταβολής των σχετικών μετακινήσεων των ορόφων του κτιρίου με την διάταξη (STAG_RANDOM) σε σχέση με το κτίριο με την συνεχή καθ' ύψος διάταξη τοιχωμάτων (BASE). ....	84
Σχ. 3.20 Ποσοστό μεταβολής της ροπής στην βάση του τοιχώματος ισογείου του κτιρίου με τυχαία μορφή μετάταξης τοιχωμάτων (STAG_RANDOM) σε σχέση με το κτίριο με την συνεχή καθ' ύψος διάταξη τοιχωμάτων (BASE). ....	85
Σχ. 3.21 Ποσοστό μεταβολής της τέμνουσας στην βάση του τοιχώματος ισογείου του κτιρίου με τυχαία μορφή μετάταξης τοιχωμάτων (STAG_RANDOM) σε σχέση με το κτίριο με την συνεχή καθ' ύψος διάταξη τοιχωμάτων (BASE). ....	85
Σχ. 3.22 Μέγιστες τιμές ροπών στα τοιχώματα του ενισχυμένου πλαισίου με συνεχή τοιχώματα (BASE) και στα ενισχυμένα πλαίσια με δύο διαφορετικές μετατάξεις τοιχωμάτων (STAG_DIAG και STAG_RANDOM) από τις δυναμικές αναλύσεις με την καταγραφή του Kobe (1995). ....	86
Σχ. 3.23 Μέγιστες τιμές τεμνουσών στα τοιχώματα του ενισχυμένου πλαισίου με συνεχή τοιχώματα (BASE) και στα ενισχυμένα πλαίσια με δύο διαφορετικές μετατάξεις τοιχωμάτων (STAG_DIAG και STAG_RANDOM) από τις δυναμικές αναλύσεις με την καταγραφή του Kobe (1995). ....	86
Σχ. 3.24 Εικονικό ποιοτικό διάγραμμα δυνατών έργων .....	87
Σχ. 4.1 Η σεισμική τράπεζα. ....	89



Σχ. 4.2 Γενική διάταξη εξοπλισμού σεισμικής τράπεζας. ....	90
Σχ. 4.3 Επιταχυνσιογράφος. ....	90
Σχ. 4.4 Προσομοίωμα κατασκευής στην σεισμική τράπεζα μικρής κλίμακας.....	93
Σχ. 4.5 Λεπτομέρεια συνδέσεων, επιταχυνσιογράφου και πρόσθετων μαζών.....	94
Σχ. 4.6 Λεπτομέρεια πρόσθετων κατακόρυφων στοιχείων από αλουμίνιο. ....	94
Σχ. 4.7 Λεπτομέρεια χιαστί συνδέσεων με χρήση πετονιάς.....	95
Σχ. 4.8 Λεπτομέρεια χιαστί συνδέσεων με χρήση συρματόσχοινου.....	95
Σχ. 4.9 Λεπτομέρεια αστοχίας πρόσθετου κατακόρυφου στοιχείου από αλουμίνιο. ....	96
Σχ. 4.10 Ανάλυση Fourier καταγράφων επιτάχυνσης στο προσομοίωμα με διαγώνια στοιχεία από συρματόσχοινο. ....	96
Σχ. 4.11 Πρωτότυπη καταγραφή σεισμού EL CENTRO. ....	98
Σχ. 4.12 Κλιμάκωση καταγραφής σεισμού EL CENTRO.....	98
Σχ. 4.13 Συχνотικό περιεχόμενο της πρωτότυπης καταγραφής του σεισμού EL CENTRO.....	99
Σχ. 4.14 Συχνотικό περιεχόμενο της κλιμακωμένης καταγραφής του σεισμού EL CENTRO.....	99
Σχ. 4.15 Φάσματα πρωτότυπης και κλιμακωμένης καταγραφής του σεισμού EL CENTRO.....	100
Σχ. 4.16 Σύγκριση επιθυμητού φάσματος και φάσματος από την καταγραφή επιταχύνσεων βάσης για τον σεισμό EL CENTRO.....	100
Σχ. 4.17 Σύγκριση επιθυμητού φάσματος και φάσματος από την καταγραφή επιταχύνσεων βάσης για τον σεισμό KOBE.....	101
Σχ. 4.18 Σύγκριση επιθυμητού φάσματος και φάσματος από την καταγραφή επιταχύνσεων βάσης για τον σεισμό NORTHRIDGE.....	101
Σχ. 4.19 Διατάξεις που διερευνήθηκαν πειραματικά.....	102
Σχ. 4.20 Καταγεγραμμένες επιταχύνσεις οροφής στα προσομοιώματα BASE και STAG_STORY2 για την καταγραφή του EL CENTRO.....	102
Σχ. 4.21 Καταγεγραμμένες επιταχύνσεις οροφής στα προσομοιώματα BASE και STAG_RAND για την καταγραφή του EL CENTRO.....	103
Σχ. 4.22 Καταγεγραμμένες επιταχύνσεις οροφής στα προσομοιώματα BASE και STAG_STORY2 για την καταγραφή του KOBE.....	103
Σχ. 4.23 Καταγεγραμμένες επιταχύνσεις οροφής στα προσομοιώματα BASE και STAG_RAND για την καταγραφή του KOBE.....	103

Σχ. 4.24	Καταγεγραμμένες επιταχύνσεις οροφής στα προσομοιώματα BASE και STAG_STORY2 για την καταγραφή του NORTHRIDGE .....	104
Σχ. 4.25	Καταγεγραμμένες επιταχύνσεις οροφής στα προσομοιώματα BASE και STAG_RAND για την καταγραφή του NORTHRIDGE. ....	104
Σχ. 4.26	Αποτελεσματικότητα διόρθωσης γραμμής βάσης επιταχύνσεων (EL CENTRO) με πολυώνυμο 1 <sup>ου</sup> βαθμού. ....	105
Σχ. 4.27	Αποτελεσματικότητα διόρθωσης γραμμής βάσης επιταχύνσεων (EL CENTRO) με πολυώνυμο 2 <sup>ου</sup> βαθμού. ....	105
Σχ. 4.28	Αποτελεσματικότητα διόρθωσης γραμμής βάσης επιταχύνσεων (EL CENTRO) με πολυώνυμο 2 <sup>ου</sup> βαθμού. ....	106
Σχ. 4.29	Ανάλυση Fourier της καταγεγραμμένης επιτάχυνσης στην οροφή του πλαισίου BASE.....	107
Σχ. 4.30	Ανάλυση Fourier της καταγεγραμμένης επιτάχυνσης στην οροφή του πλαισίου STAG_STORY2. ....	107
Σχ. 4.31	Ανάλυση Fourier της καταγεγραμμένης επιτάχυνσης στην οροφή του πλαισίου STAG_RAND. ....	107
Σχ. 4.32	Υπολογισμός ποσοστού απόσβεσης προσομοιωμένος για την διάταξη BASE..	108
Σχ. 4.33	Υπολογισμός ποσοστού απόσβεσης προσομοιωμένος για την διάταξη STAG_STORY2. ....	108
Σχ. 4.34	Υπολογισμός ποσοστού απόσβεσης προσομοιωμένος για την διάταξη STAG_RAND. ....	109
Σχ. 4.35	Προσομοιώματα των ομοιωμάτων (α)BASE (β)STAG_STORY2 (γ)STAG_RAND.....	110
Σχ. 4.36	Σύγκριση μετρούμενης πειραματικά και αναλυτικά υπολογιζόμενης χρονοϊστορίας επιταχύνσεων στην οροφή του ομοιώματος της διάταξης BASE για την διέγερση του σεισμού EL CENTRO. ....	112
Σχ. 4.37	Σύγκριση μετρούμενης πειραματικά και αναλυτικά υπολογιζόμενης χρονοϊστορίας επιταχύνσεων στην οροφή του ομοιώματος της διάταξης BASE για την διέγερση του σεισμού KOBE. ....	112
Σχ. 4.38	Σύγκριση μετρούμενης πειραματικά και αναλυτικά υπολογιζόμενης χρονοϊστορίας επιταχύνσεων στην οροφή του ομοιώματος της διάταξης BASE για την διέγερση του σεισμού NORTHRIDGE. ....	112

Σχ. 4.39	Σύγκριση μετρούμενης πειραματικά και αναλυτικά υπολογιζόμενης χρονοϊστορίας επιταχύνσεων στην οροφή του ομοιώματος της διάταξης STAG_STORY2 για την διέγερση του σεισμού EL CENTRO.....	113
Σχ. 4.40	Σύγκριση μετρούμενης πειραματικά και αναλυτικά υπολογιζόμενης χρονοϊστορίας επιταχύνσεων στην οροφή του ομοιώματος της διάταξης STAG_STORY2 για την διέγερση του σεισμού KOBE.....	113
Σχ. 4.41	Σύγκριση μετρούμενης πειραματικά και αναλυτικά υπολογιζόμενης χρονοϊστορίας επιταχύνσεων στην οροφή του ομοιώματος της διάταξης STAG_STORY2 για την διέγερση του σεισμού NORTHRIDGE. ....	113
Σχ. 4.42	Σύγκριση μετρούμενης πειραματικά και αναλυτικά υπολογιζόμενης χρονοϊστορίας επιταχύνσεων στην οροφή του ομοιώματος της διάταξης STAG_RAND για την διέγερση του σεισμού EL CENTRO. ....	114
Σχ. 4.43	Σύγκριση μετρούμενης πειραματικά και αναλυτικά υπολογιζόμενης χρονοϊστορίας επιταχύνσεων στην οροφή του ομοιώματος της διάταξης STAG_RAND για την διέγερση του σεισμού KOBE. ....	114
Σχ. 4.44	Σύγκριση μετρούμενης πειραματικά και αναλυτικά υπολογιζόμενης χρονοϊστορίας επιταχύνσεων στην οροφή του ομοιώματος της διάταξης STAG_RAND για την διέγερση του σεισμού NORTHRIDGE. ....	114
Σχ. A-1	Ξυλότυπος 1 <sup>ο</sup> ορόφου τυπικού κτιρίου.(Ρεπαπής 2007).....	127
Σχ. A-2	Ξυλότυπος 2 <sup>ο</sup> ορόφου τυπικού κτιρίου.(Ρεπαπής 2007).....	128
Σχ. A-3	Ξυλότυπος 3 <sup>ο</sup> ορόφου τυπικού κτιρίου.(Ρεπαπής 2007).....	129
Σχ. A-4	Ξυλότυπος 4 <sup>ο</sup> ορόφου τυπικού κτιρίου.(Ρεπαπής 2007).....	130
Σχ. A-5	Ξυλότυπος 5 <sup>ο</sup> ορόφου τυπικού κτιρίου.(Ρεπαπής 2007).....	131
Σχ. A-6	Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων BASE & STAG_STORY2 για τις διεγέρσεις CHICHI, ΘΕΣ/ΝΙΚΗ, ΛΕΥΚΑΔΑ, ΚΟΡΙΝΘΟΣ.....	133
Σχ. A-7	Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων BASE & STAG_STORY2 για τις διεγέρσεις ΑΙΓΙΟ, NORTHRIDGE, KOBE. ....	134
Σχ. A-8	Ποσοστό μεταβολής της μέγιστης μετακίνησης της διάταξης (STAG_STORY2) σε σχέση με την διάταξη (BASE) .....	134
Σχ. A-9	Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων BASE & STAG_STORY3 για τις διεγέρσεις CHICHI, ΘΕΣ/ΝΙΚΗ, ΛΕΥΚΑΔΑ, ΚΟΡΙΝΘΟΣ.....	135
Σχ. A-10	Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων BASE & STAG_STORY3 για τις διεγέρσεις ΑΙΓΙΟ, NORTHRIDGE, KOBE. ....	136

Σχ. A-11 Ποσοστό μεταβολής της μέγιστης μετακίνησης της διάταξης (STAG_STORY3) σε σχέση με την διάταξη (BASE). .....	136
Σχ. A-12 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων BASE & STAG_STORY4 για τις διεγέρσεις CHICHI, ΘΕΣ/ΝΙΚΗ, ΛΕΥΚΑΔΑ, ΚΟΡΙΝΘΟΣ. ....	137
Σχ. A-13 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων BASE & STAG_STORY4 για τις διεγέρσεις ΑΙΓΙΟ, NORTHBRIDGE, ΚΟΒΕ. ....	138
Σχ. A-14 Ποσοστό μεταβολής της μέγιστης μετακίνησης της διάταξης (STAG_STORY4) σε σχέση με την διάταξη (BASE). .....	138
Σχ. A-15 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων BASE & STAG_STORY5 για τις διεγέρσεις CHICHI, ΘΕΣ/ΝΙΚΗ, ΛΕΥΚΑΔΑ, ΚΟΡΙΝΘΟΣ. ....	139
Σχ. A-16 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων BASE & STAG_STORY5 για τις διεγέρσεις ΑΙΓΙΟ, NORTHBRIDGE, ΚΟΒΕ. ....	140
Σχ. A-17 Ποσοστό μεταβολής της μέγιστης μετακίνησης της διάταξης (STAG_STORY5) σε σχέση με την διάταξη (BASE). .....	140
Σχ. A-18 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων BASE & STAG_WITH1 για τις διεγέρσεις CHICHI, ΘΕΣ/ΝΙΚΗ, ΛΕΥΚΑΔΑ, ΚΟΡΙΝΘΟΣ. ....	141
Σχ. A-19 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων BASE & STAG_WITH1 για τις διεγέρσεις ΑΙΓΙΟ, NORTHBRIDGE, ΚΟΒΕ. ....	142
Σχ. A-20 Ποσοστό μεταβολής της μέγιστης μετακίνησης της διάταξης (STAG_WITH1) σε σχέση με την διάταξη (BASE). .....	142
Σχ. A-21 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων BASE & STAG_WITH2 για τις διεγέρσεις CHICHI, ΘΕΣ/ΝΙΚΗ, ΛΕΥΚΑΔΑ, ΚΟΡΙΝΘΟΣ. ....	143
Σχ. A-22 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων BASE & STAG_WITH2 για τις διεγέρσεις ΑΙΓΙΟ, NORTHBRIDGE, ΚΟΒΕ. ....	144
Σχ. A-23 Ποσοστό μεταβολής της μέγιστης μετακίνησης της διάταξης (STAG_WITH2) σε σχέση με την διάταξη (BASE). .....	144
Σχ. A-24 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων BASE & STAG_DIAG για τις διεγέρσεις CHICHI, ΘΕΣ/ΝΙΚΗ, ΛΕΥΚΑΔΑ, ΚΟΡΙΝΘΟΣ. ....	145
Σχ. A-25 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων BASE & STAG_DIAG για τις διεγέρσεις ΑΙΓΙΟ, NORTHBRIDGE, ΚΟΒΕ. ....	146
Σχ. A-26 Ποσοστό μεταβολής της μέγιστης μετακίνησης της διάταξης (STAG_DIAG) σε σχέση με την διάταξη (BASE). ....	146
Σχ. A-27 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων BASE & STAG_DIAG2 για τις διεγέρσεις CHICHI, ΘΕΣ/ΝΙΚΗ, ΛΕΥΚΑΔΑ, ΚΟΡΙΝΘΟΣ. ....	147

Σχ. A-28 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων BASE & STAG_DIAG2 για τις διεγέρσεις ΑΙΓΙΟ, NORTHRIDGE, KOBE. ....	148
Σχ. A-29 Ποσοστό μεταβολής της μέγιστης μετακίνησης της διάταξης (STAG_DIAG2) σε σχέση με την διάταξη (BASE). ....	148
Σχ. A-30 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων BASE & STAG_RAND για τις διεγέρσεις CHICHI, ΘΕΣ/ΝΙΚΗ, ΛΕΥΚΑΔΑ, ΚΟΡΙΝΘΟΣ.....	149
Σχ. A-31 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων BASE & STAG_RAND για τις διεγέρσεις ΑΙΓΙΟ, NORTHRIDGE, KOBE. ....	150
Σχ. A-32 Ποσοστό μεταβολής της μέγιστης μετακίνησης της διάταξης (STAG_RAND) σε σχέση με την διάταξη (BASE). ....	150
Σχ. A-33 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων BASE_G & STAG_RAND_G για τις διεγέρσεις CHICHI, ΘΕΣ/ΝΙΚΗ, ΛΕΥΚΑΔΑ, ΚΟΡΙΝΘΟΣ.....	151
Σχ. A-34 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων BASE_G & STAG_RAND_G για τις διεγέρσεις ΑΙΓΙΟ, NORTHRIDGE, KOBE.....	152
Σχ. A-35 Ποσοστό μεταβολής της μέγιστης μετακίνησης της διάταξης (STAG_DIAG_G) σε σχέση με την διάταξη (BASE_G). ....	152
Σχ. A-36 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων BASE_M_1_2 & STAG_RAND_M_1_2 για τις διεγέρσεις CHICHI, ΘΕΣ/ΝΙΚΗ, ΛΕΥΚΑΔΑ, ΚΟΡΙΝΘΟΣ.....	153
Σχ. A-37 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων BASE_M_1_2 & STAG_RAND_M_1_2 για τις διεγέρσεις ΑΙΓΙΟ, NORTHRIDGE, KOBE ...	154
Σχ. A-38 Ποσοστό μεταβολής της μέγιστης μετακίνησης της διάταξης (STAG_DIAG_M_1_2) σε σχέση με την διάταξη (BASE_M_1_2). ....	154
Σχ. A-39 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων BASE_M_1_3_5 & STAG_RAND_M_1_3_5 για τις διεγέρσεις CHICHI, ΘΕΣ/ΝΙΚΗ, ΛΕΥΚΑΔΑ, ΚΟΡΙΝΘΟΣ. ....	155
Σχ. A-40 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων BASE_M_1_3_5 & STAG_RAND_M_1_3_5 για τις διεγέρσεις ΑΙΓΙΟ, NORTHRIDGE, KOBE .....	156
Σχ. A-41 Ποσοστό μεταβολής της μέγιστης μετακίνησης της διάταξης (STAG_DIAG_M_1_3_5) σε σχέση με την διάταξη (BASE_M_1_3_5). ....	156

Σχ. A-42	Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων BASE_M_3_5 & STAG_RAND_M_3_5 για τις διεγέρσεις CHICHI, ΘΕΣ/ΝΙΚΗ, ΛΕΥΚΑΔΑ, ΚΟΡΙΝΘΟΣ.....	157
Σχ. A-43	Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων BASE_M_3_5 & STAG_RAND_M_3_5 για τις διεγέρσεις ΑΙΓΙΟ, NORTHBRIDGE, KOBE.....	158
Σχ. A-44	Ποσοστό μεταβολής της μέγιστης μετακίνησης της διάταξης (STAG_DIAG_M_3_5) σε σχέση με την διάταξη (BASE_M_3_5).....	158
Σχ. A-45	Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων BASE_M_4_5 & STAG_RAND_M_4_5 για τις διεγέρσεις CHICHI, ΘΕΣ/ΝΙΚΗ, ΛΕΥΚΑΔΑ, ΚΟΡΙΝΘΟΣ.....	159
Σχ. A-46	Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων BASE_M_4_5 & STAG_RAND_M_4_5 για τις διεγέρσεις ΑΙΓΙΟ, NORTHBRIDGE, KOBE.....	160
Σχ. A-47	Ποσοστό μεταβολής της μέγιστης μετακίνησης της διάταξης (STAG_DIAG_M_4_5) σε σχέση με την διάταξη (BASE_M_4_5).....	160

## ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 2.1	Στάθμη Αξιοπιστίας Γεωμετρικών Δεδομένων.....	24
Πίνακας 2.2	Σύγκριση διαφόρων τύπων εμφάνισης. ....	34
Πίνακας 2.3	Σύνοψη πειραματικών ερευνών σε εμφανωμένα πλαίσια. ....	35
Πίνακας 2.4	Γενικές σχέσεις μεταξύ κλίμακας και ρυθμοί επιβάλλεις φόρτισης. ....	53
Πίνακας 2.5	Συντελεστές κλίμακας για στατικά ελαστικά ομοιώματα.....	55
Πίνακας 2.6	Απαιτήσεις ομοιότητας για ελαστική ταλάντωση.....	58
Πίνακας 2.7	Συντελεστές κλίμακας για σεισμική απόκριση κατασκευών.....	59
Πίνακας 2.8	Τυπικοί συντελεστές κλίμακας. ....	61
Πίνακας 3.1	Τιμές ιδιοπεριόδου για τα εξεταζόμενα πλαίσια. ....	75
Πίνακας 3.2	Ποσοστό μεταβολής (%) της μέγιστης μετακίνησης οροφής των κτιρίων με διάφορες περιπτώσεις μετάταξης τοιχωμάτων σε σχέση με το κτίριο με την συνεχή καθ' ύψος διάταξη τοιχωμάτων (BASE).....	78
Πίνακας 4.1	Τεχνικά χαρακτηριστικά σεισμικής τράπεζας.....	91
Πίνακας 4.2	Διαθέσιμες καταγραφές μεταβλητών εισόδου. ....	91
Πίνακας 4.3	Διαθέσιμες καταγραφές μεταβλητών εξόδου.....	92
Πίνακας 4.4	Μάζα ομοιώματος. ....	97
Πίνακας 4.5	Τιμές ιδιοπεριόδου για τα εξεταζόμενα πλαίσια. ....	107
Πίνακας 4.6	Τιμές ποσοστού απόσβεσης για τα εξεταζόμενα πλαίσια.....	109
Πίνακας 4.7	Καταγεγραμμένες μέγιστες επιταχύνσεις οροφής και υπολογιζόμενη μετακίνηση οροφής. ....	109
Πίνακας 4.8	Τιμές πειραματικά και αναλυτικά υπολογιζόμενων ιδιοπεριόδων. ....	111
Πίνακας 4.9	Πειραματικές και αναλυτικά υπολογιζόμενες τιμές μέγιστης επιτάχυνσης για τον σεισμό του NORTHRIDGE.....	111
Πίνακας A-1	Ποσοστό κτιρίων ανά νομό και περίοδο κατασκευής. ....	123
Πίνακας A-2	Ενδεικτική περιγραφή αναμενόμενων βλαβών σε κτίρια από Ω.Σ. για διάφορες στάθμες επιτελεστικότητας. ....	125
Πίνακας A-3	Σχετική μετακίνηση ορόφων των διατάξεων STAG_STORY2, STAG_STORY3, STAG_STORY4 και σύγκριση με την διάταξη BASE.....	161
Πίνακας A-4	Σχετική μετακίνηση ορόφων των διατάξεων STAG_STORY5, STAG_WITH1, STAG_WITH2 και σύγκριση με την διάταξη BASE.....	165

Πίνακας A-5	Σχετική μετακίνηση ορόφων των διατάξεων STAG_DIAG, STAG_DIAG2, STAG_RAND και σύγκριση με την διάταξη BASE..	169
Πίνακας A-6	Εντατικά μεγέθη τοιχωμάτων διάταξης BASE.....	173
Πίνακας A-7	Εντατικά μεγέθη τοιχωμάτων διάταξης STAG_STORY2.....	176
Πίνακας A-8	Εντατικά μεγέθη τοιχωμάτων διάταξης STAG_STORY3.....	180
Πίνακας A-9	Εντατικά μεγέθη τοιχωμάτων διάταξης STAG_STORY4.....	184
Πίνακας A-10	Εντατικά μεγέθη τοιχωμάτων διάταξης STAG_STORY5.....	188
Πίνακας A-11	Εντατικά μεγέθη τοιχωμάτων διάταξης STAG_WITH1. ....	192
Πίνακας A-12	Εντατικά μεγέθη τοιχωμάτων διάταξης STAG_WITH2. ....	196
Πίνακας A-13	Εντατικά μεγέθη τοιχωμάτων διάταξης STAG_DIAG.....	200
Πίνακας A-14	Εντατικά μεγέθη τοιχωμάτων διάταξης STAG_DIAG2.....	204
Πίνακας A-15	Εντατικά μεγέθη τοιχωμάτων διάταξης STAG_RAND.....	208



# Κεφάλαιο 1

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 ΓΕΝΙΚΑ

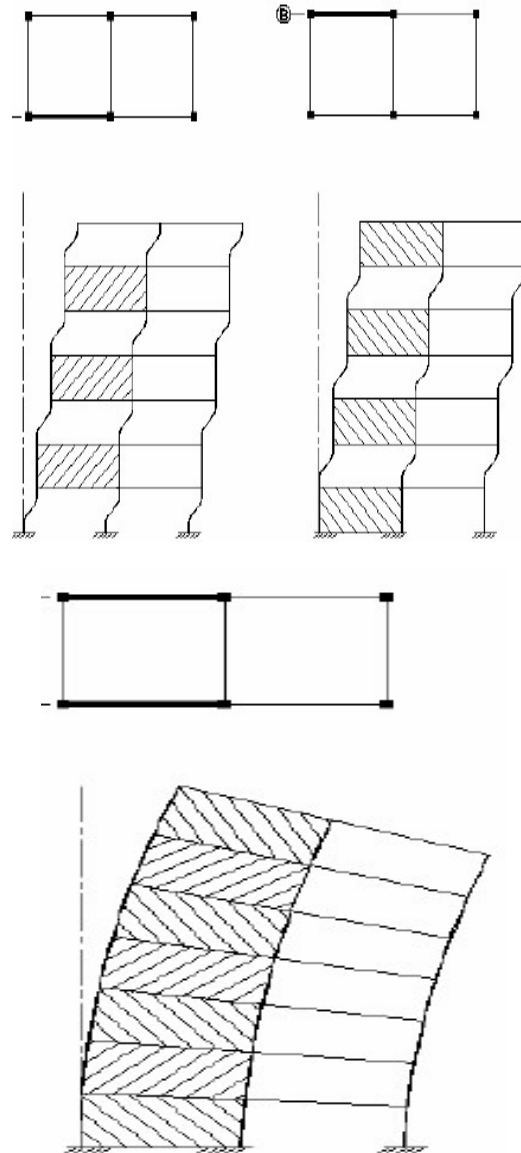
Σε σεισμογενείς περιοχές όπως η Ελλάδα, κυρίαρχος παράγοντας για τον σχεδιασμό των κατασκευών είναι η κατά το δυνατόν καλύτερη αντισεισμική τους συμπεριφορά. Η εμπειρία από τη αξιολόγηση βλαβών και αστοχιών στα κτίρια μετά από μεγάλους σεισμούς καθώς και η μεγάλη ανάπτυξη της αντισεισμικής μηχανικής, οδήγησαν σε σύγχρονους και αυστηρότερους κανονισμούς. Η εφαρμογή αυτών των κανονισμών σε υφιστάμενα κτίρια αναδεικνύει την ανεπάρκεια αυτών των κτιρίων έναντι σεισμικών δράσεων. Μεγάλο ποσοστό του κτιριακού πλούτου της χώρας μας έχει μελετηθεί και κατασκευαστεί πριν το 1990, δηλαδή πριν την εφαρμογή των σύγχρονων κανονισμών. Τα αποτελέσματα των σεισμών της τελευταίας 20ετίας τονίζουν την άμεση ανάγκη αποτελεσματικών μεθόδων ενίσχυσης αυτών ειδικά των κατασκευών για την αποφυγή βλαβών σε περίπτωση ισχυρού σεισμού που ενδέχεται να προκαλέσει σοβαρές οικονομικές απώλειες και απώλειες ανθρωπίνων ζωών. Ακολουθώντας τις μεθόδους αποτίμησης της συμπεριφοράς υφιστάμενων κατασκευών που προβλέπουν οι κανονισμοί, εκτιμούμε την σεισμική συμπεριφορά του φέροντος οργανισμού των κτιρίων άλλα και των επί μέρους στοιχείων τους. Ανάλογα με την επιθυμητή συμπεριφορά καταλήγουμε στον βέλτιστο τρόπο ενίσχυσης των κτιρίων αυτών. Η ενίσχυση αυτή μπορεί να είναι μικρής κλίμακας με επεμβάσεις σε επί μέρους στοιχεία του κτιρίου ή μεγάλης κλίμακας με ολιστική αντιμετώπιση της συμπεριφοράς του κτιρίου. Μια αποτελεσματική μορφή ενίσχυσης είναι αυτή της προσθήκης τοιχωμάτων.

### 1.2 ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η προσθήκη τοιχωμάτων η οποία συνήθως έχει την μορφή εμφάντωσης (Σχ. 1.1 (α)) τοιχώματος στο υπάρχον πλαίσιο, σύμφωνα με τους κανονισμούς πρέπει να είναι συνεχής καθ' όλο το ύψος του κτιρίου. Η παραπάνω απαίτηση πολλές φορές προσκρούει τόσο σε αρχιτεκτονικούς όσο και σε κατασκευαστικούς περιορισμούς.



(α)



(β)

Σχ. 1.1 Εμφάνιση τοιχώματος (α), Μετάταξη τοιχωμάτων (β). ( [www.episkeves2.civil.upatras.gr](http://www.episkeves2.civil.upatras.gr), Μπάμουκας κ.α.2008)

Στην βιβλιογραφία έχει προταθεί η τεχνική της μετατεταγμένης καθ' ύψος τοπολογίας (Σχ. 1.1 (β)) για την προσθήκη τοιχωμάτων η οποία προσφέρει ευελιξία. Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η διερεύνηση και η επιβεβαίωση της αποτελεσματικότητας της ενίσχυσης με την μέθοδο των μετατεταγμένων δίσκων. Γι' αυτό τον λόγο εξετάστηκε επίπεδο πλαίσιο ωπλισμένου σκυροδέματος, το οποίο αντιστοιχεί σε τυπικό υφιστάμενο κτίριο της δεκαετίας του '60. Πραγματοποιήθηκαν ελαστικές αναλύσεις σε ενισχυμένα πλαίσια με τοιχώματα διαφόρων καθ' ύψος τοπολογιών καθώς και πειράματα μικρής κλίμακας σε ομοίωμα επίπεδου πλαισίου κατασκευασμένου από αλουμίνιο, χάλυβα και ξύλο, με την χρήση της σεισμικής τράπεζα Quanser Shake Table II.

## Κεφάλαιο 2

# ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΉ ΔΙΕΡΕΨΝΗΣΗ

### 2.1 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΩΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

#### 2.1.1 Γενικά

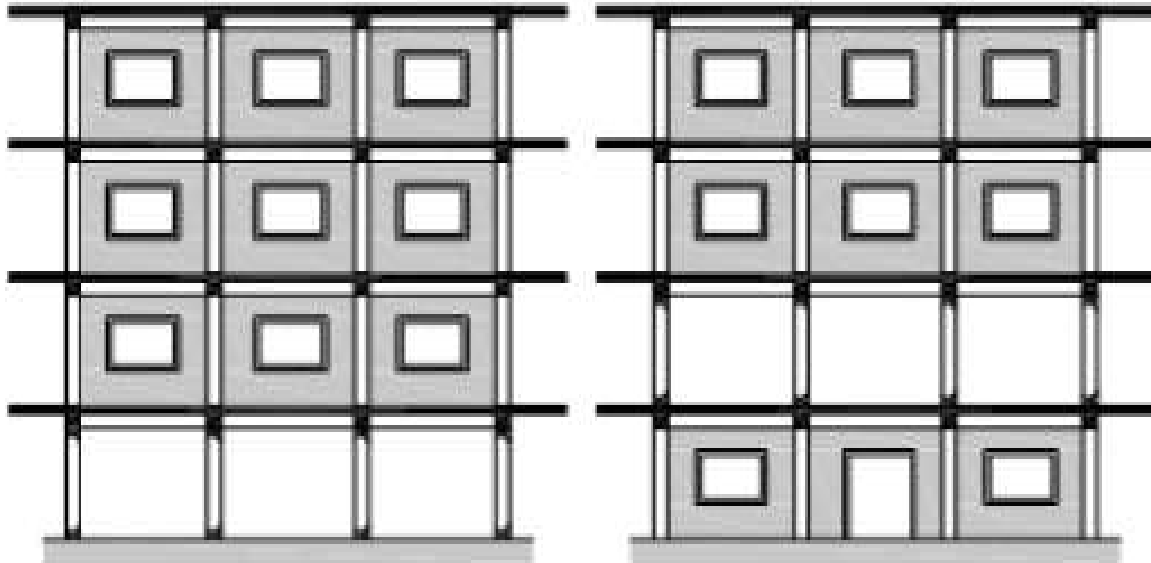
Ένα σημαντικό ποσοστό των υφισταμένων κτιρίων στην χώρα μας έχουν μελετηθεί και κατασκευαστεί πριν από το 1985 σύμφωνα με τους Παλαιούς Κανονισμούς. Σύμφωνα με στοιχεία της καταγραφής που έγινε μέσω του προγράμματος ΕΠΑΝΤΥΚ το 2005 τα κτίρια που είναι κατασκευασμένα πριν το 1985 ανέρχονται σε ποσοστό 79% του συνόλου του κτιριακού πλούτου της χώρας μας. Στον Πίνακα Α-1 του Παραρτήματος Α φαίνονται αναλυτικά στοιχεία για την περίοδο κατασκευής των κτιρίων ανά νομό.

#### 2.1.2 Ατέλειες φέροντος οργανισμού

Ο φέρων οργανισμός των κτιρίων αυτών έχει μορφωθεί με την φιλοσοφία των παλαιών κανονισμών και είναι συνήθως πλαισιακής μορφής με ελάχιστα, ή καθόλου, φέροντα τοιχώματα και έχει κατασκευαστεί με την συνήθη για περίοδο αυτή πρακτική των κατασκευαστών. Πολλές φορές υπάρχουν αρχιτεκτονικές υπερβολές οι οποίες οδηγούν σε ακανονικότητες του κτιρίου τόσο σε κάτοψη όσο και καθ' ύψος. Η απουσία κανονικότητας σε κάτοψη απομακρύνει το κέντρο βάρους από το κέντρο στροφής με αποτέλεσμα κατά τον σεισμό να εμφανίζονται έντονα στεπτικά φαινόμενα τα οποία αποτελούν προσθετή καταπόνηση για τα υποστυλώματα. Η διακοπή των τοιχοπληρώσεων κυρίως στο ισόγειο αλλά και σε οποιοδήποτε όροφο (Σχ. 2.1), δημιουργεί «μαλακό» όροφο, με αποτέλεσμα την συγκέντρωση των ανελαστικών παραμορφώσεων στον όροφο αυτό (Σχ. 2.2). Επιπλέον η εφαρμογή έμμεσων στηρίξεων δοκού

επί δοκού, η παρουσία φυτευτών υποστυλωμάτων καθώς και η ύπαρξη κοντών υποστυλωμάτων ιδιαίτερα στο ισόγειο, αποτελούν ευπαθή σημεία των κατασκευών αυτών.

Τα κτίρια αυτά έχουν μελετηθεί με επιτρεπόμενες τάσεις, η διαστασιολόγησή τους έχει προκύψει κυρίως από τα κατακόρυφα βαρυντικά φορτία δεδομένου ότι οι σεισμικοί συντελεστές είναι πολύ χαμηλοί και με απλοποιημένα προσομοιώματα για την ανάλυση και τον προσδιορισμό των εντατικών μεγεθών.



Σχ. 2.1 Ανομοιόμορφη κατανομή τοιχοπληρώσεων καθ' ύψος. (Λίτσος 2012)

Η απουσία ικανοτικού σχεδιασμού είναι ένα πρόσθετο σημαντικό πρόβλημα των κτιρίων αυτών. Η πρακτική ισχυρής δοκού επί ασθενούς υποστυλώματος έχει ως αποτέλεσμα μετά από ένα σεισμό οι βλάβες να εμφανίζονται στην κεφαλή (Σχ. 2.3) και στον πόδα του υποστυλώματος και όχι στα άκρα της δοκού. Επιπρόσθετα, ο ελλιπής οπλισμός διάτμησης οδηγεί σε πρόωρη ψαθυρή αστοχία λόγω υπέρβασης των διατμητικών αντοχών, πριν τα στοιχεία αναπτύξουν την ικανότητα τους για καμπτικές παραμορφώσεις. Τα παραπάνω έχουν ως αποτέλεσμα την μειωμένη πλαστιμότητα τόσο σε τοπικό επίπεδο όσο και στο σύνολο του φορέα.

Στα υποστυλώματα παρατηρούνται χαμηλά ποσοστά διαμήκους οπλισμού λόγω των χαμηλών σεισμικών συντελεστών και των απλοποιημένων προσομοιωμάτων ανάλυσης. Οι οπλισμοί αυτοί συχνά δεν είναι επαρκώς αγκυρωμένοι με αποτέλεσμα η ολίσθηση τους να προκαλεί μείωση της καμπτικής τους αντοχής. Εξίσου σημαντική ατέλεια αποτελεί και η ανεπάρκεια των εγκάρσιων οπλισμών. Οι συνδετήρες είναι τοποθετημένοι σε μεγάλες αποστάσεις και με ανεπαρκή αγκύρωση. Η απουσία αποτελεσματικής περίσφιξης μειώνει τις αντοχές και την πλαστιμότητα σε ανακυκλιζόμενες σεισμικές δράσεις και οδηγεί σε ψαθυρές μορφές αστοχίας.



*Σχ. 2.2 Κατάρρευση «μαλακού» ισογείου. (Λίτσος 2012)*



*Σχ. 2.3 Αστοχία κόμβου λόγω απουσίας Ικανοτικού Σχεδιασμού. (Λίτσος 2012)*



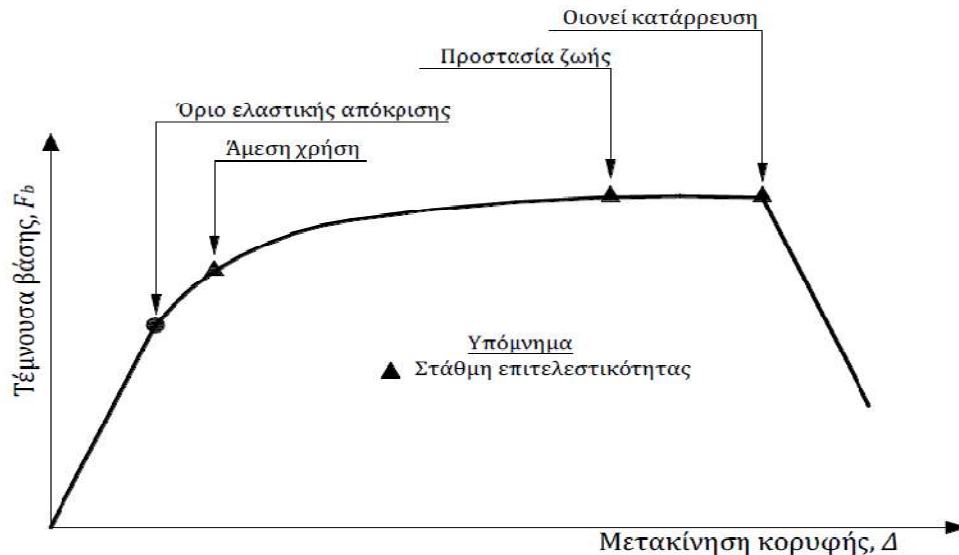
### 2.1.3 Ανασχεδιασμός υφιστάμενων κατασκευών

Το πρώτο βήμα για τον αντισεισμικό ανασχεδιασμό ενός υφιστάμενου κτιρίου είναι η αποτίμηση της υπάρχουσας σεισμικής ικανότητάς του. Είναι προφανές ότι μια εσφαλμένη εικόνα της διαθέσιμης ικανότητας της κατασκευής θα οδηγήσει σε λανθασμένα συμπεράσματα και άστοχες δράσεις. Αρχικά γίνεται πλήρης αποτύπωση του φέροντος οργανισμού του κτιρίου. Η αποτύπωση αυτή αφορά, την γεωμετρία του φορέα, την διάταξη και το είδος των οπλισμών των μελών του, τα μηχανικά χαρακτηριστικά των υλικών, και τις πιθανές βλάβες. Η αξιοπιστία των δεδομένων λαμβάνεται υπόψη κατά την αποτίμηση μέσω συντελεστών ασφαλείας. Σε περιπτώσεως που η αξιοπιστία των δεδομένων είναι χαμηλή, προκύπτουν αυξημένοι συντελεστές ασφαλείας. Ο ΚΑΝ.ΕΠΕ. εισάγει τρεις στάθμες αξιοπιστίας δεδομένων (Υψηλή, Ικανοποιητική, Ανεκτή), ανάλογα με την έκταση και την ακρίβεια της πληροφορίας. Στον Πίνακα 2.1 φαίνεται η διαφοροποίηση της στάθμης αξιοπιστίας γεωμετρικών δεδομένων ανάλογα με την προέλευσή τους.

Πίνακας 2.1 Στάθμη Αξιοπιστίας Γεωμετρικών Δεδομένων. (ΚΑΝ.ΕΠΕ.)

ΣΧΕΔΙΑ ΑΡΧΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ		ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΟΥ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΔΕΔΟΜΕΝΑ									
				ΕΙΔΟΣ ΚΑΙ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΦΟΡΕΑ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ Η ΑΝΩΔΟΜΗΣ			ΠΑΧΗ, ΒΑΡΗ Κ.ΛΠ. ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΩΝ, ΕΠΙΣΤΡΩΣΕΩΝ, ΕΠΙΕΝΔΥΣΕΩΝ κ.ΛΠ.			ΔΙΑΤΑΞΗ ΚΑΙ ΔΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΟΠΛΙΣΗΣ			
ΥΠΑΡΧΟΥΝ	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΟΥΝ			Ανεκτή	Ικανοποιητική	Υψηλή	Ανεκτή	Ικανοποιητική	Υψηλή	Ανεκτή	Ικανοποιητική	Υψηλή	
✓		1	Δεδομένο που προέρχεται από σχέδιο της αρχικής μελέτης η οποία έχει αποδεδειγμένα εφαρμοστεί, χωρίς τροποποιήσεις	(1)			✓			✓			✓
✓		2	Δεδομένο που προέρχεται από σχέδιο της αρχικής μελέτης η οποία έχει εφαρμοστεί με λίγες τροποποιήσεις	(2)			✓			✓			✓
✓		3	Δεδομένο που προέρχεται από αναφορά (π.χ. υπόμνημα σε σχέδιο της αρχικής μελέτης)	(3)	✓			✓			✓		
	✓	4	Δεδομένο που έχει διαπιστωθεί ή/και μετρηθεί ή/και αποτυπωθεί αξιόπιστα	(4)		✓			✓			✓	
	✓	5	Δεδομένο που έχει προσδιοριστεί με έμμεσον αλλά επαρκώς αξιόπιστον τρόπο	(5)	✓			✓			✓		
	✓	6	Δεδομένο που έχει ευλόγως θεωρηθεί κατά την κρίση Μηχανικού	(6)	✓	✓		✓	✓		✓	✓	

Στη συνέχεια με εφαρμογή στατικών ή δυναμικών αναλύσεων κατασκευάζουμε την καμπύλη ικανότητας του κτιρίου. Η μέγιστη ικανότητα του κτιρίου εξαρτάται τόσο από την φέρουσα ικανότητά του όσο και από την δυνατότητα παραμόρφωσης των επί μέρους μελών του. Επόμενο στάδιο ο υπολογισμός της σεισμικής απαίτησης. Για δεδομένη περίοδο επαναφοράς του σεισμού σχεδιασμού υπολογίζουμε την αναμενόμενη μετακίνηση του κτιρίου. Οι στόχοι αποτίμησης και ανασχεδιασμού μπορεί να διαφέρουν. Κατά τον ανασχεδιασμό ενός κτιρίου θα μπορούσαν να τεθούν υψηλότεροι στόχοι. Με γνώμονα κοινωνικό-οικονομικά κριτήρια ορίζεται η επιθυμητή συμπεριφορά (στάθμη επιτελεστικότητας) των κατασκευών. Όλοι οι σύγχρονοι κανονισμοί (και ο ΚΑΝ.ΕΠΕ.) με μικροδιαφορές θεσπίζουν τρεις στάθμες επιτελεστικότητας ανάλογα με το επίπεδο βλαβών, τόσο για τον φέροντα οργανισμό όσο και για τα μη φέροντα στοιχεία. Η συσχέτιση των σταθμών επιτελεστικότητας και της καμπύλη ικανότητας φαίνεται στο Σχ. 2.4.



Σχ. 2.4 Ορισμός σταθμών επιτελεστικότητας πάνω στην καμπύλη ικανότητας. (Ψυχάρης 2016)

Οι στάθμες αυτές είναι:

1) Άμεση χρήση μετά τον σεισμό

Στη στάθμη αυτή καμιά λειτουργία του κτιρίου δεν διακόπτεται κατά τη διάρκεια και μετά τον σεισμό σχεδιασμού, εκτός ίσως από κάποιες σπάνιες δευτερεύουσας σημασίας λειτουργίες. Παρατηρούνται μερικές πολύ αραιές τριχοειδείς ρωγμές καμπτικού χαρακτήρα στον φέροντα οργανισμό. Όλα τα στοιχεία της κατασκευής παραμένουν στην ελαστική περιοχή. Στα μη φέροντα στοιχεία επιτρέπονται μικρές βλάβες οι οποίες δεν επηρεάζουν τις βασικές λειτουργίες του κτιρίου.

2) Προστασία ζωής

Στη στάθμη αυτή κατά τον σεισμό σχεδιασμού αναμένεται να παρουσιασθούν βλάβες στον φέροντα οργανισμό του κτιρίου, δεν αποτελούν όμως αιτία θανάτου ή τραυματισμού. Οι βλάβες αυτές είναι επισκευάσιμες και δεν προκαλούν απώλεια της στατικής ευστάθειας του κτιρίου, γίνεται αποκατάστασή τους μετά τον σεισμό. Στα μη φέροντα στοιχεία οι βλάβες είναι τέτοιες που δεν αποτελούν κίνδυνο για άτομα εντός ή εκτός του κτιρίου.

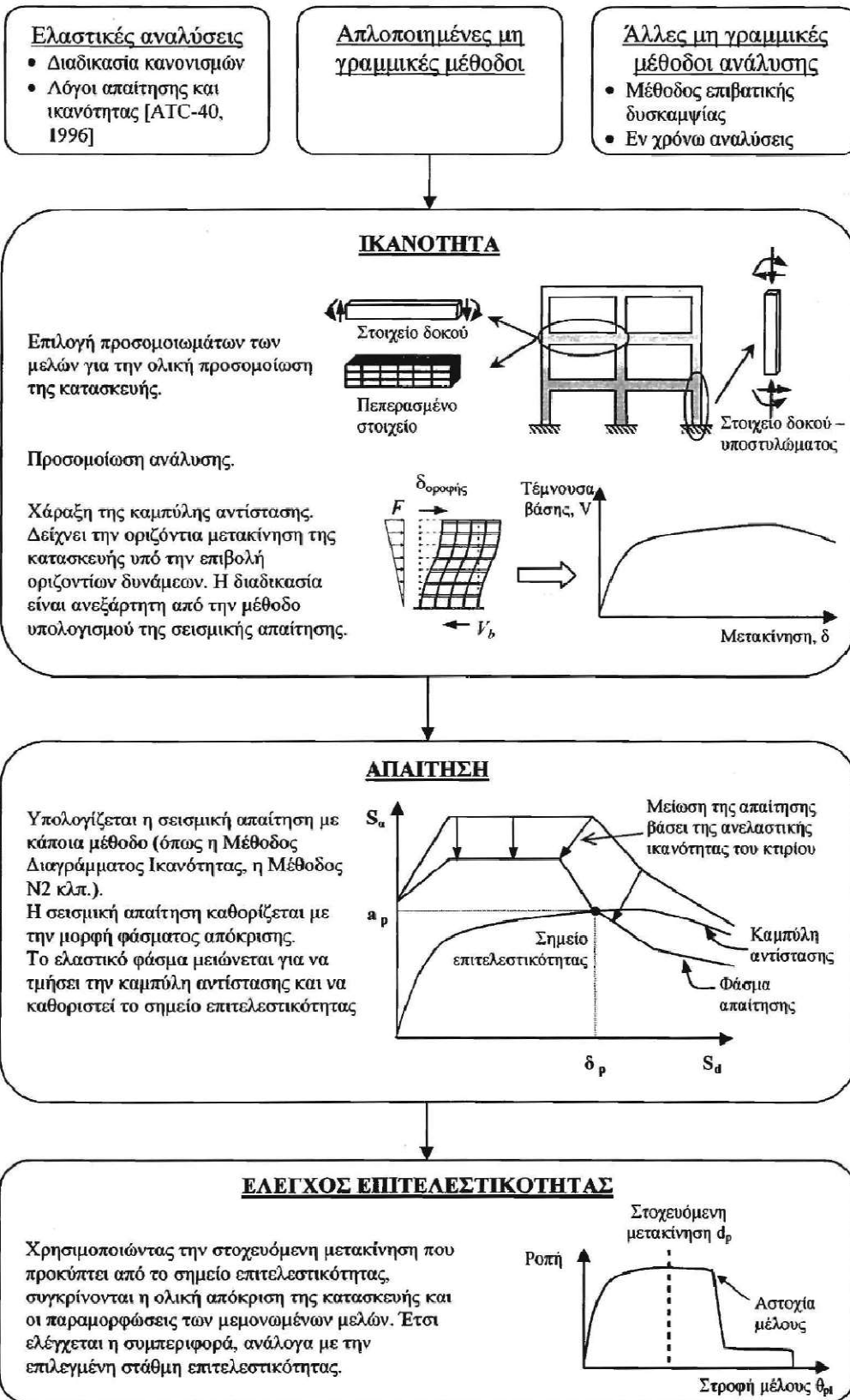
3) Οιονεί κατάρρευση

Στη στάθμη αυτή κατά τον σεισμό σχεδιασμού αναμένεται να παρουσιασθούν εκτεταμένες σοβαρές βλάβες. Οι βλάβες αυτές δεν είναι επισκευάσιμες, ωστόσο το κτίριο έχει ακόμη την ικανότητα να φέρει τα κατακόρυφα φορτία. Στην κατάσταση αυτή υπάρχει πιθανότητα τραυματισμού ατόμων. Στα μη φέροντα στοιχεία οι βλάβες είναι εκτεταμένες.

Στον Πίνακα A-2 του παραρτήματος A γίνεται ενδεικτική περιγραφή των αναμενόμενων βλαβών σε κτίρια από Ω.Σ. για διάφορες στάθμες επιτελεστικότητας σύμφωνα με τον κανονισμό ATC-40.

Στο Σχ. 2.5 βλέπουμε σχηματοποιημένη την διαδικασία υπολογισμού της φέρουσας ικανότητα, της απαίτησης και του ελέγχου συμπεριφοράς της κατασκευής.

### Μέθοδοι Ανάλυσης



Σχ. 2.5 Διαδικασία υπολογισμού της ικανότητα, της απαίτησης και του ελέγχου συμπεριφοράς. (Ρεπαπής 2007)



## 2.2 ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

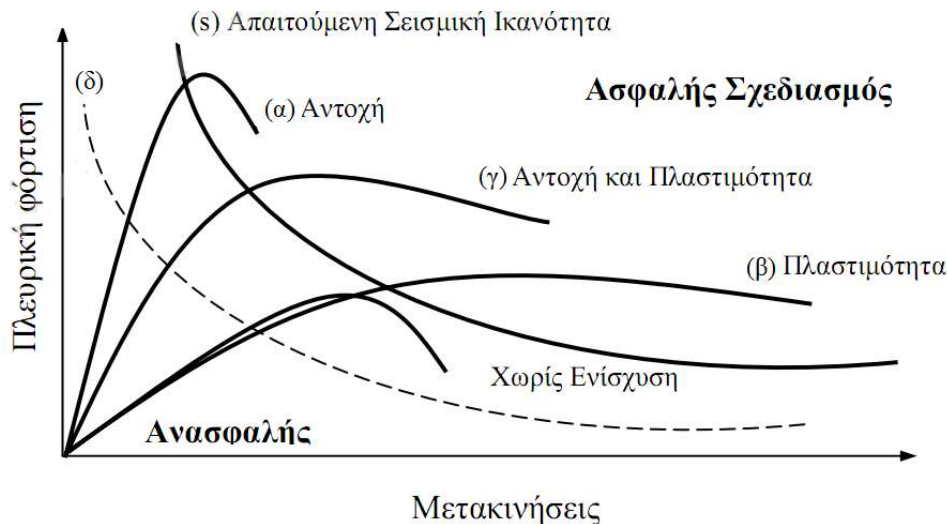
### 2.2.1 Γενικά

Στόχος μιας ενίσχυσης είναι να τροποποιήσει την σεισμική ικανότητα ή την σεισμική απαίτηση έτσι ώστε σε όλα τα μέλη του ενισχυμένου κτιρίου τα μεγέθη έντασης επανασχεδιασμού να είναι μικρότερα από τα αντίστοιχα μεγέθη αντοχής στα επισκευασμένα ή ενισχυμένα μέλη του φορέα.

### 2.2.2 Στρατηγικές ενίσχυσης

Η απαιτούμενη σεισμική ικανότητα μιας κατασκευής μπορεί να παραστηθεί σε ένα «ποιοτικό» διάγραμμα τέμνουσα βάσης – μετακίνησης (Σχ. 2.6) με μια καμπύλη (s) υπερβολικής μορφής. Η καμπύλη αυτή προσδιορίζει το όριο μεταξύ ασφαλούς και ανασφαλούς σχεδιασμού των ενισχύσεων. Στο Σχ. 2.6 παρουσιάζονται επίσης και οι αντίστοιχες «ποιοτικές» καμπύλες για τις τέσσερις βασικές στρατηγικές ενίσχυσης κατασκευών. Οι στρατηγικές αυτές είναι:

- Αύξηση της αντοχής και της δυσκαμψίας του φορέα (καμπύλη α).
- Αύξηση της πλαστιμότητας του φορέα για άρση των προώρων ψαθυρών τρόπων αστοχίας (καμπύλη β).
- Αύξηση αντοχής, δυσκαμψίας και πλαστιμότητας (καμπύλη γ).
- Μείωση σεισμικής δράσης στην κατασκευή (καμπύλη δ).



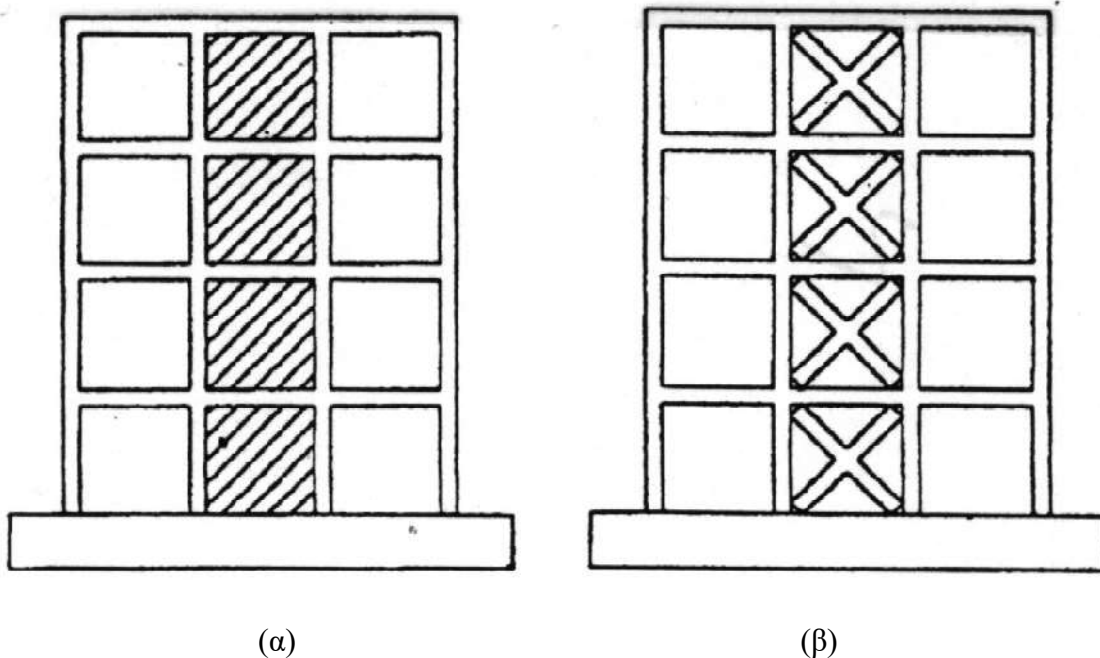
Σχ. 2.6 Στρατηγικές ενίσχυσης. (Σπυράκος 2004)

Η μέθοδος ενίσχυσης που θα επιλεγεί εξαρτάται από το είδος της κατασκευής και τον επιδιωκόμενο στόχο. Η ενίσχυση μπορεί να στοχεύει στην τοπική ενίσχυση μεμονωμένων μελών της κατασκευής ή να στοχεύει στην ενίσχυση ολόκληρης της κατασκευής. Η ενίσχυση μπορεί να στοχεύει στην αύξηση της δυσκαμψίας, της αντοχής, της πλαστιμότητας ή συνδυασμό αυτών.

### 2.2.3 Μέθοδοι ενίσχυσης

Οι μέθοδοι ενίσχυσης ποικίλουν, η ενίσχυση της κατασκευής ωπλισμένου σκυροδέματος μπορεί μεταξύ άλλων να γίνει με :

- Κατασκευή τοιχωμάτων εντός των πλαισίων του φέροντα οργανισμού (εμφάτνωση) της κατασκευής, με αποτέλεσμα την μεγάλη αύξηση της δυσκαμψίας και της αντοχής της κατασκευής (Σχ. 2.7α).
- Κατασκευή δικτυωτών συστημάτων εντός των πλαισίων του φέροντα οργανισμού της κατασκευής, με αποτέλεσμα κύριος την αύξηση της δυσκαμψίας και της πλαστιμότητας και λιγότερο την αύξηση της αντοχής (Σχ. 2.7β).
- Κατασκευή περιμετρικών τοιχωμάτων από οπλισμένο σκυρόδεμα κατ' επέκταση υπάρχοντων υποστρωμάτων της κατασκευής, με κύριο στόχο την βελτίωση της πλαστιμότητας της κατασκευής και μερικώς την αύξηση της αντοχής και της δυσκαμψίας.
- Κατασκευή μανδύων σε κατακόρυφα στοιχεία της κατασκευής, στοχεύοντας βασικά στην αύξηση της πλαστιμότητας της κατασκευής.
- Προσθήκη νέων κατακόρυφων στοιχείων στην κατασκευή, στοχεύοντας σε μεγάλη αύξηση της δυσκαμψίας, αντοχής και πλαστιμότητας της κατασκευής.
- Ενσωμάτωση στην κατασκευή συστημάτων απορρόφησης ενέργειας ιξώδους ή υστερητικής συμπεριφοράς, στοχεύοντας στη μείωση της εισαγόμενης σεισμικής έντασης της κατασκευής.



Σχ. 2.7 (α) Τοιχώματα εντός πλαισίων. (β) Δικτυωτά συστήματα.

## 2.3 ΕΜΦΑΤΝΩΣΗ ΤΟΙΧΩΜΑΤΩΝ

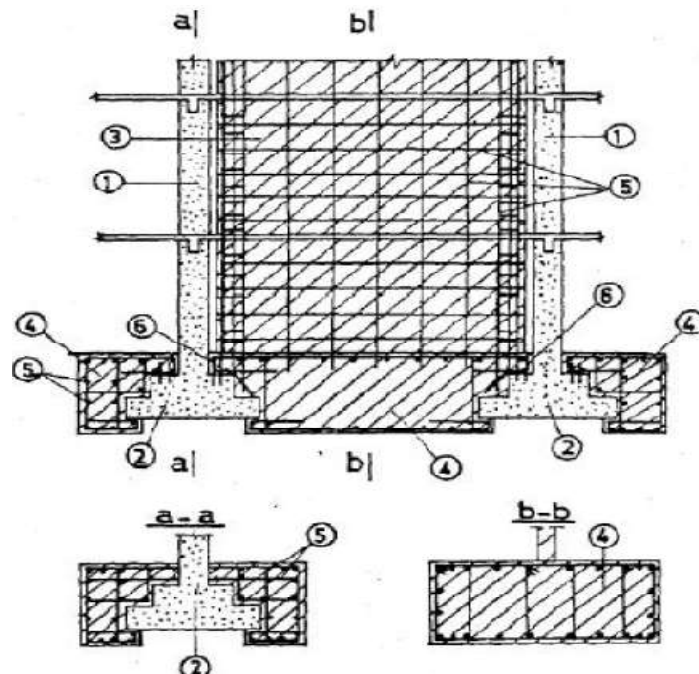
### 2.3.1 Γενικά

Μια συνήθης μορφή ενίσχυσης των υφισταμένων κτιρίων, τα οποία έχουν συνήθως φέρων οργανισμό πλαισιακής μορφής, είναι η προσθήκη τοιχωμάτων. Η προσθήκη τοιχωμάτων βελτιώνει συνολικά την σεισμική συμπεριφορά της κατασκευής, μειώνει πιθανά προβλήματα λόγω ακανονικότητας σε κάτοψη ή καθ' ύψος, αυξάνει σημαντικά την δυσκαμψία και την αντοχή της, μειώνει τις μετακινήσεις και ανακουφίζει τα υπόλοιπα στοιχεία της κατασκευής. Τα τοιχώματα αυτά σύμφωνα με τους σύγχρονους κανονισμούς πρέπει να είναι συνεχή καθ' ύψος.

Αντίθετα, μέθοδοι ενίσχυσης μεμονωμένων μελών, π.χ. με μανδύες ωπλισμένου σκυροδέματος, ενισχύουν τοπικά τα επιμέρους στοιχεία, ωστόσο δεν βελτιώνουν σημαντικά την σεισμική συμπεριφορά ολόκληρης της κατασκευής.

Η ενίσχυση κτιρίων με εμφαντούμενα τοιχώματα έχει διερευνηθεί διεξοδικά και έχει αποδειχθεί αποτελεσματική μέθοδος ενίσχυσης μιας κατασκευής.

Ένα σημείο που απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή και πρέπει να μελετηθεί κατά το σχεδιασμό της ενίσχυσης μέσω εμφαντούμενων τοιχωμάτων είναι η σύνδεση τους με την υπάρχουσα θεμελίωση (Σχ. 2.8) και η ενίσχυση της. Η ενίσχυση της θεμελίωσης μπορεί να είναι εκτεταμένη, κάτι που αυξάνει το κόστος της επέμβασης και αποτελεί μειονέκτημα της εν λόγω μεθόδου.



1. Υφιστάμενα υποστυλώματα, 2. Υφιστάμενα θεμέλια, 3. Νέο τοίχωμα, 4. Νέο οπλισμένο σκυρόδεμα,
5. Πρόσθετοι οπλισμοί, 6. Πρόσθετα στοιχεία για την αγκύρωση των νέων οπλισμών.

Σχ. 2.8 Θεμελίωση εμφαντούμενου τοιχώματος εντός υφισταμένου πλαισίου. (Δρίτσος 2005)

### 2.3.2 Εμφάνωση πλαισίων κατά ΚΑΝ.ΕΠΕ.

Η υποενότητα 8.5.3 του ΚΑΝ.ΕΠΕ. πραγματεύεται την τοιχοματοποίηση πλαισίων. Η τοιχοματοποίηση φανωμάτων πλαισίων (με οπλισμένο σκυρόδεμα) απαιτεί εξασφάλιση της σύνδεσης του εμφαντούμενου τοιχώματος με το περιβάλλον πλαίσιο, ώστε να διασφαλίζεται και η καθ' ύψος καμπτική συνέχεια του δημιουργούμενου νέου πολυωρόφου τοιχώματος.

Προτείνεται το φάτνωμα να επιμηκύνεται οριζοντίως ώστε να γίνεται μανδύωση των εκατέρωθεν υποστυλωμάτων. Σε περίπτωση αδυναμίας εφαρμογής κλειστών μανδύων, η επέκταση του φαντώματος μπορεί να περιβάλλει μόνο τις τρεις πλευρές του υποστυλώματος με εφαρμογή κατάλληλων κατασκευαστικών μέτρων που εξασφαλίζουν την επάρκεια της σύνδεσης μεταξύ φαντώματος και υποστυλώματος.

Ο ΚΑΝ.ΕΠΕ. διακρίνει δύο περιπτώσεις εμφαντώσεων:

- Εμφαντώσεις με πάχος μικρότερο ή ίσο με το πλάτος της δοκού
- Εμφαντώσεις με πάχος μεγαλύτερο από το πλάτος της δοκού

**Εμφαντώσεις με πάχος μικρότερο ή ίσο με το πλάτος της δοκού. (Σχ. 2.9)**



- Ράβδοι που συνεχίζουν στους γειτονικούς ορόφους
- Ράβδοι που αγκυρώνονται στις δοκούς

Σχ. 2.9 Ενδεικτική εμφάνωση με πάχος ίσο ή μικρότερο του πλάτους της δοκού. (ΚΑΝ.ΕΠΕ.)

Όταν δεν γίνει λεπτομερής ανάλυση, η ασκούμενη στο φάτνωμα τέμνουσα επιτρέπεται να υπολογίζεται από τον τύπο:

$$F_s = V_s - \frac{2V_{Rc}}{\gamma_{sd}} \quad (2.1)$$

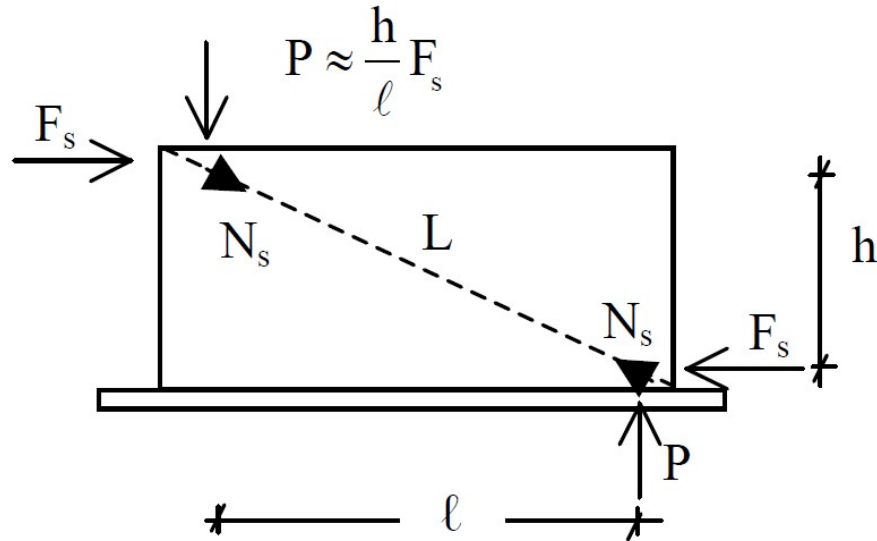
όπου:

$V_s$  είναι η συνολική τέμνουσα δύναμη του εμφαντούμενου πλαισίου,

$V_{Rc}$  είναι η αντοχή σε τέμνουσα του κάθε υποστυλώματος που διαμορφώνεται στα άκρα του τοιχώματος,

$\gamma_{sd} = 1.3$  είναι συντελεστής αβεβαιότητας του προσομοιώματος

Εξαιτίας της παραμόρφωσης του πλαισίου λόγω σεισμού, στα άκρα του τοιχώματος ασκούνται κατακόρυφες δυνάμεις  $P$  που μαζί με τις τέμνουσες  $F_s$  προκαλούν θλίψη του διαγώνιου θλιπτήρα.



Σχ. 2.10 Τέμνουσα φατνώματος.(ΚΑΝ.ΕΠΕ.)

Η αντίσταση του φατνώματος πρέπει να ελέγχεται αρχικά σε θλίψη του διαγώνιου θλιπτήρα σκυροδέματος και στη συνέχεια σε διάτμηση κατά μήκος των διεπιφανειών του φατνώματος με τα υποστυλώματα και τη δοκό.

Όσον αφορά το διαγώνιο θλιπτήρα σκυροδέματος, όπως φαίνεται και στο Σχ. 2.10, θεωρείται πως ένα μέρος της τέμνουσας φατνώματος  $F_s$  και των κατακόρυφων δυνάμεων  $P$ , ίσο με  $N_s = \frac{l}{L} F_s$  αναλαμβάνεται από αυτόν. Η δύναμη αυτή  $N_s$  δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από την αντοχή του διαγώνιου θλιπτήρα που υπολογίζεται σύμφωνα με τη σχέση:

$$N_R = \lambda f_c t_w b_w \quad (2.2)$$

όπου:

$N_R$ = η απομένουσα αντίσταση του διαγώνιου θλιπτήρα, μετά την κρίσιμη παραμόρφωσή του  $\varepsilon_{co} = 2 \times 10^{-3}$

$L, l$ = το μήκος της διαγωνίου και το οριζόντιο μήκος του φατνώματος, αντίστοιχα,

$f_c' = 0.6 f_c$ , η θλιπτική αντοχή του σκυροδέματος υπό εγκάρσιο εφελκυσμό,

$t_w$ = το πάχος του φατνώματος,

$b_w$ = ενεργό πλάτος του διαγώνιου θλιπτήρα που λαμβάνεται είτε  $0.2L$  για στάθμη επιτελεστικότητας Α είτε  $0.1L$  για στάθμη επιτελεστικότητας Β ή Γ,

$\lambda$ = συντελεστής απομένουσας απόκρισης του διαγώνιου θλιπτήρα μετά την υπέρβαση της κρίσιμης παραμόρφωσής του. Μπορεί να λαμβάνεται  $\lambda = 0,4$

Το υπόλοιπο της διατμητικής έντασης  $F_s = \frac{l}{L} N_R$  αναλαμβάνεται από βλήτρα διατασσόμενα κατά την περίμετρο του φατνώματος.

Η δύναμη που αναλαμβάνουν τα βλήτρα διατασσόμενα στη δοκό είναι:

$$F_{\beta\lambda\text{...}\sigma\alpha\zeta} = F_s - \frac{l}{L} N_R \quad (2.3)$$

Ενώ η δύναμη που αναλαμβάνουν τα βλήτρα διατασσόμενα στα υποστυλώματα είναι

$$F_{\beta\lambda\text{...}\kappa\alpha\tau} = \frac{h}{l} F_{\beta\lambda\text{...}\sigma\alpha\zeta} \quad (2.4)$$

Ο έλεγχος που πρέπει να γίνεται για τις δυνάμεις αυτές είναι:

$$\begin{aligned} F_{\beta\lambda\text{...}\sigma\alpha\zeta} &\leq \frac{1}{2} n_\delta F_{ud} \\ F_{\beta\lambda\text{...}\kappa\alpha\tau} &\leq \frac{1}{2} n_u F_{ud} \end{aligned} \quad (2.5)$$

$n_\delta, n_u$  : ο αριθμός των βλήτρων κατά μήκος της δοκού και κατά μήκος κάθε υποστυλώματος, αντίστοιχα.

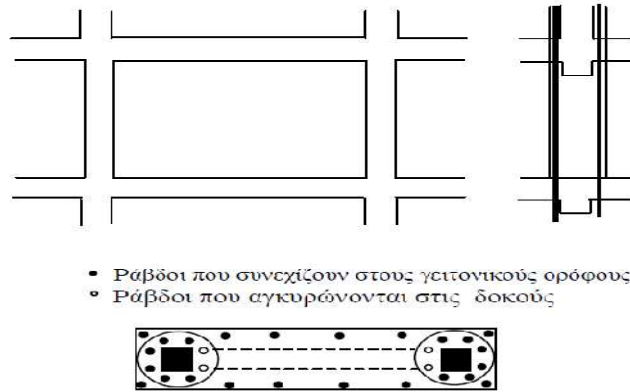
$F_{ud}$  : η αντοχή βλήτρου, συνεκτιμώντας την επιρροή της ανακύκλισης της φόρτισης, υπολογιζόμενη με την αντοχή του ασθενέστερου απ' τα σκυροδέματα πλαισίου και φατνώματος (§ 6.1.2.2 του ΚΑΝ.ΕΠΕ.)

Σε κάθε περίπτωση πρέπει πάντα να διατάσσεται μια ελάχιστη ποσότητα βλήτρων κατά μήκος της περιμέτρου, όχι λιγότερο από 3Φ16 ανά μέτρο της περιμέτρου. Η όπλιση του κορμού και των ακραίων περιοχών του τοιχώματος γίνεται βάσει του αντίστοιχου κανονισμού κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα ( Ευρωκώδικας 2)".

### **Εμφαντώσεις με πάχος μεγαλύτερο από το πλάτος της δοκού (Σχ. 2.11)**

Στην περίπτωση αυτή επιλέγεται πάχος τοιχώματος μεγαλύτερο του πλάτους της δοκού του εμφαννόμενου πλαισίου, έτσι ώστε:

- να είναι δυνατή και η διαμέσου των πλαισίων δίοδος των κατακορύφων οπλισμών του κορμού του τοιχώματος.
- να είναι δυνατή η διάταξη των βλήτρων σύνδεσης κατά την οριζόντια διεύθυνση, κάθετα προς τις κατακόρυφες παρειές των δοκών.



Σχ. 2.11 Ενδεικτική εμφάνιση με πάχος μεγαλύτερο από το πλάτος της δοκού. (ΚΑΝ.ΕΠΕ.)

Η κατακόρυφη διατμητική δύναμη στη διεπιφάνεια υποστρώματος και μανδύα, μπορεί να λαμβάνεται κατά προσέγγιση υπόψη ως εξής:

$$F_{\text{διατ.}} \cong \frac{A_{c,\text{υπ.}} \cdot f_{c,\text{υπ.}}}{A_{c\chi} \cdot f_{c,\text{μανδ.}}} \left( \frac{M'}{z} + \frac{N'}{2} \right) \quad (2.6)$$

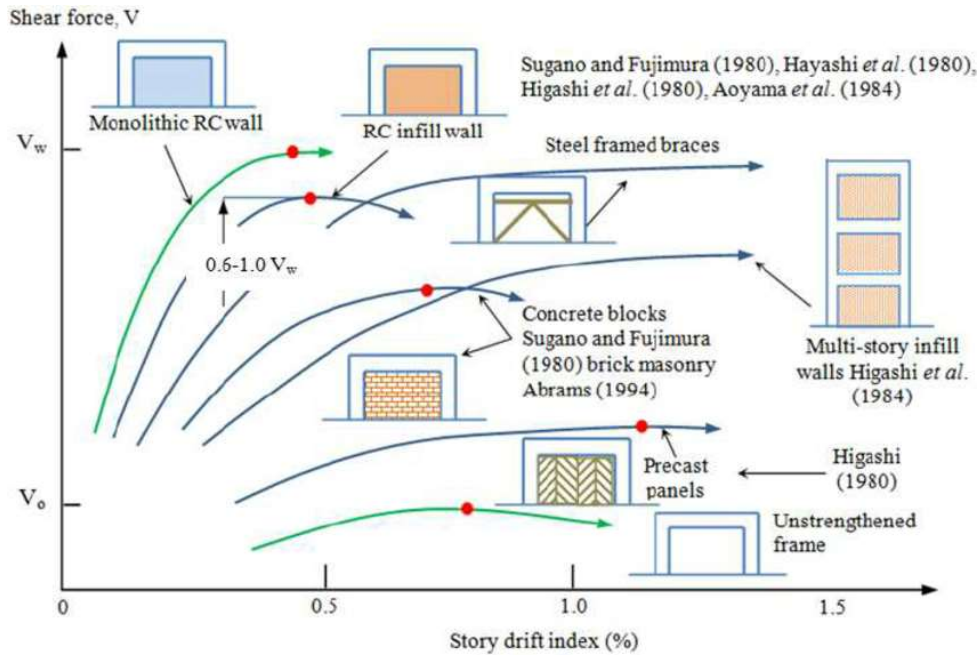
όπου:  $A_{c,\text{υπ.}}$ ,  $f_{c,\text{υπ.}}$  είναι η διατομή και θλιπτική αντοχή σκυροδέματος του (αρχικού) υποστρώματος,  $A_{c\chi}$ ,  $f_{c,\text{μανδ.}}$  είναι η θλιβόμενη διατομή και αντοχή σκυροδέματος του μανδύα,  $M'$ ,  $N'$  είναι η ροπή και αξονική δύναμη που ασκούνται στο τοίχωμα μετά την επέμβαση και  $z$  είναι ο καμπτικός μοχλοβραχίονας της διατομής του τοιχώματος κατά την έννοια του μήκους του.

Τα υποστρώματα του πλαισίου τα οποία περιβάλλονται με μανδύα λαμβάνονται πλήρως υπόψη στην ανάληψη των νέων (μετά την επέμβαση) εντατικών καταστάσεων του προκύπτοντος τοιχώματος. Προς τούτο, ελέγχεται και (εάν απαιτείται) οπλίζεται καταλλήλως η διεπιφάνεια του κάθε υποστρώματος με τον μανδύα του.

### 2.3.3 Ανασκόπηση των πειραματικών διερευνήσεων της εμφάνισης τοιχωμάτων από Ω/Σ

Η εμφάνιση τοιχωμάτων σε μια υφιστάμενη κατασκευή αλλάζει ριζικά το στατικό της σύστημα. Σημαντικό στοιχείο στην μελέτη και εφαρμογή μιας εμφάνισης είναι η γνώση της συμπεριφοράς ενός τέτοιου στοιχείου. Στο διεθνή χώρο πειραματικές έρευνες για εμφάνιση τοιχωμάτων σε υφιστάμενα πλαίσια σκυροδέματος έχουν κυρίως διεξαχθεί στις ΗΠΑ Ιαπωνία και Τουρκία, με πρώτες αυτές στην Ιαπωνία. Στο Σχ. 2.12 και στον Πίνακα 2.2 παρουσιάζεται η αποτελεσματικότητα διαφόρων τύπων εμφάνισης από πειραματικές έρευνες που έγιναν στη Ιαπωνία. Παρατηρούμε ότι μεγάλες αυξήσεις αντοχής και δυσκαμψίας συνοδεύονται συνήθως από μικρές ανελαστικές παραμορφώσεις της κατασκευής, ενώ το αντίστροφο ισχύει για μικρές αυξήσεις αντοχής.





Σχ. 2.12 Αποτελεσματικότητα διαφόρων τύπων εμφάντωσης. (Sugano 1996, Moretti 2015)

Πίνακας 2.2 Σύγκριση διαφόρων τύπων εμφάντωσης. (Δρίτσος 2005)

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ	Αντοχή		Δυσκαμψία		Πλαστιμότητα	
	$V_u' / V_{u,m}$	$V_u' / V_{u,f}$	$K' / K_m$	$K' / K_f$	$\mu' / \mu_m$	$\mu' / \mu_f$
Τοιχώματα από έγχυτο σκυρόδεμα	0,50~1,0	3,5~5,5	0,75~1,0	12,5~25,5	0,85~0,95	0,90
Προκατασκευασμένα τοιχώματα	0,20~0,80	1,20~4,20	0,15~0,85	3,5~20,5	0,70~3,95	0,70~3,80
Οπλισμένη τοιχοποιία	0,60	3,50	0,35	7,30	0,50	—
Μεταλλικά πλαίσια και δικτυώματα	0,35~0,65	1,70~3,70	0,05~0,30	1,60~6,50	0,50~4,35	1,45~4,25

Όπου  $V_u'$ ,  $K'$  και  $\mu'$  είναι αντιστοίχως η τέμνουσα αντοχής, η ελαστική δυσκαμψία και η πλαστιμότητα του ενισχυμένου πλαισίου, ενώ  $V_u$ ,  $K$  και  $\mu$  είναι τα αντίστοιχα μεγέθη των πλαισίων αναφοράς. Ο δείκτης  $f$  υποδηλώνει το αρχικό πλαίσιο, ενώ ο δείκτης  $m$  υποδηλώνει ένα πλαίσιο αναφοράς όπου το τοίχωμα έχει σκυροδετηθεί συγχρόνως (δηλαδή έχει μονολιθική σύνδεση) με το πλαίσιο.

Στον Πίνακα 2.3 (Στρεπέλιας 2012) γίνεται ανασκόπηση των πειραματικών ερευνών από το διεθνή χώρο. Συγκεντρώνονται πληροφορίες που αφορούν την κλίμακα του δοκιμίου, το είδος της φόρτισης, τον τύπο εμφάντωσης, τον τρόπο σύνδεσης με το υπάρχον πλαίσιο και την παρατηρούμενη αστοχία.



Πίνακας 2.3 Σύνοψη πειραματικών ερευνών σε εμφανωμένα πλαίσια. (Στρεπέλιας 2012)

Ερευνητής	Δοκίμο	Κλίμακα	Αριθμός ορόφων	Είδος έντασης	Εμφάνωση	Πάχος - % πάχους δοκού	Σύνδεση με πλαίσιο	Αστοχία
Sugano and Fujimura (1980)	10	1:3	1	Στατική κυκλική	1. οπλισμένο σκυρόδεμα 2. μεταλλικό φάτνωμα 3. προκ/να στοιχεία 4. αύξηση πάχους προϋπάρχοντας φατώματος 5. μεταλλικό δικτύωμα	40%	Μηχανικά αγκύρια Διατμητικοί σύνδεσμοι	Διατμητική
Ohki and Bessho (1980)	5	1:2	1	Στατική κυκλική	1. οπλισμένο σκυρόδεμα	37.5%	Μηχανικά αγκύρια	Διατμητική
Higashi et al (1980)	10	1:3	1	Στατική κυκλική	1. Οπλισμένο σκυρόδεμα 2. με προκ/να στοιχεία 3. μεταλλικό πλαίσιο 4. μεταλλικό δικτύωμα 5. μεταλλικοί σύνδεσμοι	37.5	Σύνδεση στις δοκούς με μηχανικά αγκύρια	Διατμητική
Higashi et al (1984),	6	1:7	3	Στατική κυκλική	1. οπλισμένο σκυρόδεμα 2. προκ/να στοιχεία 3. μεταλλικό πλαίσιο 4. μεταλλικοί σύνδεσμοι	37.5%	Σύνδεση στις δοκούς με μηχανικά αγκύρια	Καμπτική
Aoyama et al (1984)	12	1:3	1	Στατική κυκλική	1. οπλισμένο σκυρόδεμα	50%	Μηχανικά αγκύρια Χημικά αγκύρια	Διατμητική
Altin et al (1992)	14	-	2	Στατική κυκλική	1. οπλισμένο σκυρόδεμα	30%	Χημικά αγκύρια Συγκόλληση ράβδων Απλή επαφή	Κάμπτική - διατμητική ολίσθηση
Canbay et al (2003)	1	1:3	2	Στατική κυκλική	1. οπλισμένο σκυρόδεμα	64%	Χημικά αγκύρια	Αστοχία μάτισης υποστυλωμάτων

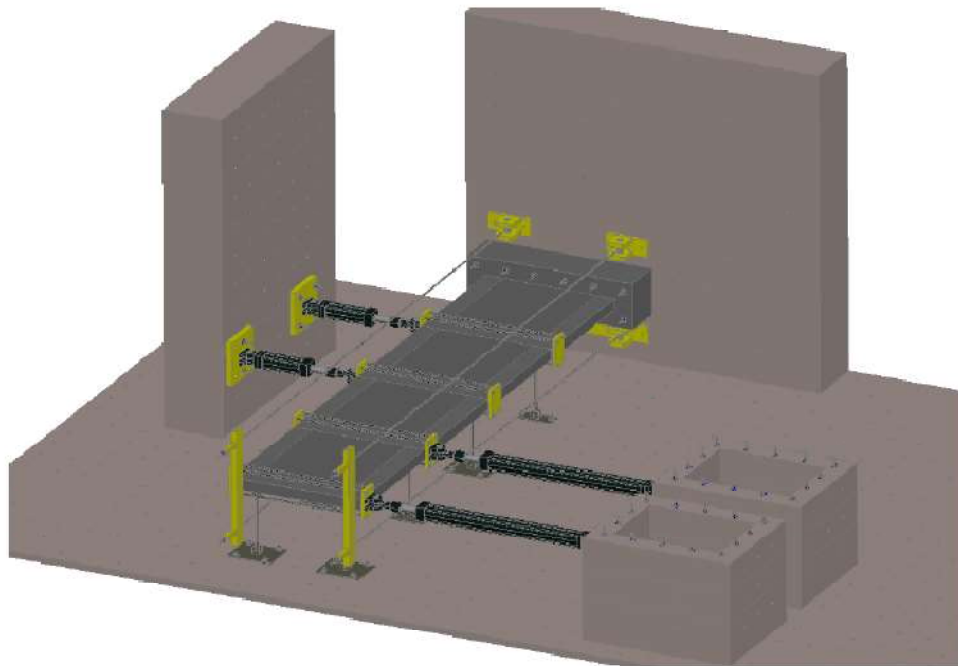
Πίνακας 2.3( Συνέχεια) Σύνοψη πειραματικών ερευνών σε εμφανωμένα πλαίσια. (Στρεπέλιας 2012)

Ερευνητής	Δοκίμο	Κλίμακα	Αριθμός ορόφων	Είδος έντασης	Εμφάνωση	Πάχος - % πάχους δοκού	Σύνδεση με πλαίσιο	Αστοχία
Sonuvar et al (2004)	5	1:3	2	Στατική κυκλική	1. Οπλισμένο σκυρόδεμα	30%	Χημικά αγκύρια	Διατμητική ολίσθηση
Erdem et al (2006)	2	1:3	2	Στατική κυκλική	1. Οπλισμένο σκυρόδεμα 2. Τοιχοποιία ενισχυμένη με FRP	64%	Χημικά αγκύρια	Καμπτική
Kara et al (2006)	7	1:3	2	Στατική κυκλική	1. Οπλισμένο σκυρόδεμα 2. Οπλισμένο σκυρόδεμα με παρουσία ανοίγματος	50%	Χημικά αγκύρια	Διατμητική, διατμητική ολίσθηση
Anil et al (2007)	9	1:3	1	Στατική κυκλική	1. Οπλισμένο σκυρόδεμα 2. Οπλισμένο σκυρόδεμα με παρουσία ανοίγματος	30%	Χημικά αγκύρια	Διατμητική
Altin et al (2008)	6	1:3	2	Στατική κυκλική	1. Οπλισμένο σκυρόδεμα	30%	Χημικά αγκύρια	Διατμητική
Teymur et al (2008)	3	-	1	Στατική κυκλική	1. Εκτοξευόμενο σκυρόδεμα	20%	Σύνδεση στις δοκούς με χημικά αγκύρια, κενό μεταξύ φανώματος - υποστρωμάτων	Διατμητική
Pulido et al (2004)	1	1:4	1	Δυναμική	1. Οπλισμένο σκυρόδεμα	50%	Χημικά αγκύρια, κενό μεταξύ φανώματος – δοκού οροφής	Διατμητική
Klingner and Bertero (1978)	1	1:3	3	Στατική κυκλική	Με τσιμεντόπλινθους	50%	Αγκύρια	Αστοχία διαγώνιου θλιπτήρα

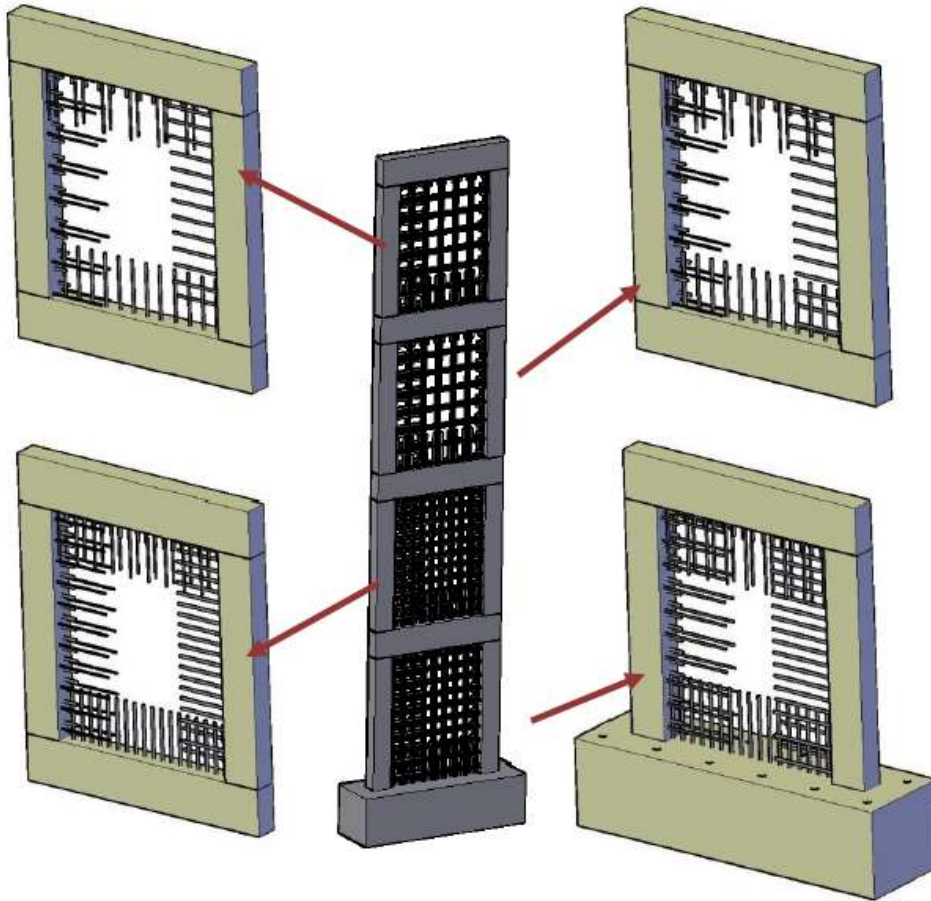
Η κατανόηση της λειτουργιάς και συμπεριφοράς των εμφατνωμένων τοιχωμάτων, η επίδραση τους στο υπάρχον πλαίσιο καθώς και ο τρόπος αριθμητικής τους προσομοίωσης απασχόλησε και Έλληνες ερευνητές.

Ο Στρεπέλιας (2012) σε πειραματική (Σχ. 2.13) και αναλυτική διερεύνηση της ενίσχυσης υφιστάμενου πλαισίου με εμφάτνωση από ωπλισμένο σκυρόδεμα έκανε δοκιμές σε τετραώροφα πλαίσια (Σχ. 2.14) ωπλισμένου σκυροδέματος κλίμακας 3:4. Εξετάστηκαν δυο τρόποι σύνδεσης (Σχ. 2.15) του τοιχώματος με το περιβάλλον πλαίσιο. Ο πρώτος τρόπος σύνδεσης κάνει χρήση βλήτρων για την ανάληψη της διάτμησης και αγκυρίων για την αγκύρωση του οπλισμού των φατνωμάτων. Ο δεύτερος τρόπος κάνει χρήση βλήτρων με τρόπο ώστε να ικανοποιούνται και οι δυο απαιτήσεις. Με βάση τα αποτελέσματα των πειραμάτων, μεταξύ των άλλων συμπεράνε ότι :

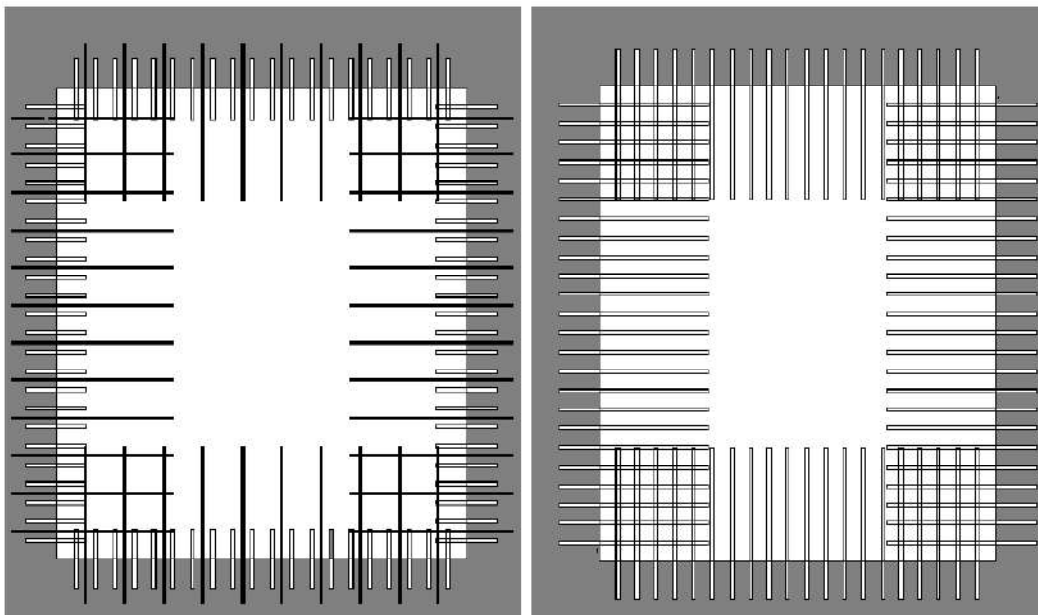
- Η ύπαρξη ανεπαρκών ματίσεων οπλισμού στη βάση των υποστυλώματος του 1<sup>ου</sup> ορόφου οδηγεί σε πρόωρη αστοχία στην περιοχή των ματίσεων πριν το τοίχωμα αναπτύξει την αντοχή του.
- Αμφότεροι οι τρόποι σύνδεσης κρίθηκε ότι οδηγούν σε σχεδόν μονολιθική συμπεριφορά του φατνώματος με το περιβάλλον πλαίσιο.
- Η διαστασιολόγηση του φατνώματος ως κορμό μονολιθικού τοιχώματος σύμφωνα με τους κανονισμούς οδηγεί σε ικανοποιητική συμπεριφορά.
- Η σύγκλιση των αναλυτικών με τα πειραματικά αποτελέσματα εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την επιλογή των χαρακτηριστήκαν μεγεθών του τοιχώματος, όπως είναι η ενεργός δυσκαμψία, ροπή αντοχής, ικανότητα παραμόρφωσης, κλπ.



Σχ. 2.13 Τρισδιάστατη απεικόνιση πειραματικής διάταξης. (Στρεπέλιας 2012)



Σχ. 2.14 Τρισδιάστατη απεικόνιση εμφανιζόμενου τοιχώματος. (Στρεπέλιας 2012)

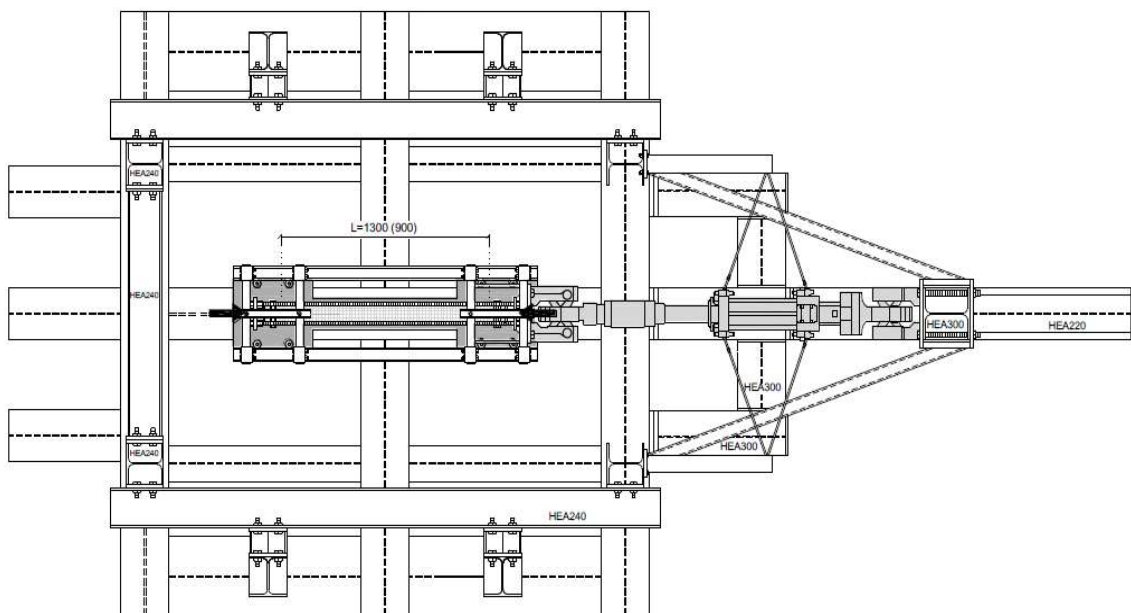


Σχ. 2.15 Εναλλακτικές στρατηγικές σύνδεσης εμφανιζόμενου τοιχώματος με το περιβάλλον πλαίσιο (Στρεπέλιας 2012)

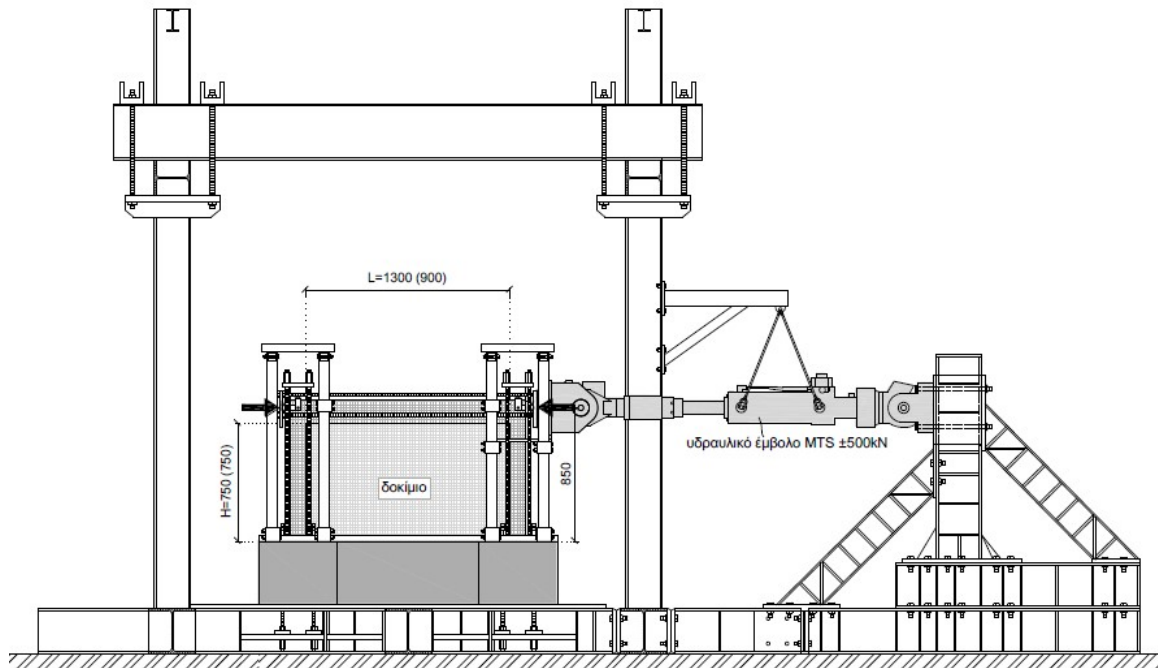


Οι Περδικάρης κ.α. (2012) διερεύνησαν πειραματικά (Σχ. 2.16, 2.17) την συμπεριφορά πλαισίων ωπλισμένου σκυροδέματος ενισχυμένων με εμφαντούμενα τοιχώματα ωπλισμένου σκυροδέματος. Τα πειράματα έγιναν σε δοκίμια μονόροφου πλαισίου (Σχ. 2.18) με λόγο οριζόντιας πλευράς προς ύψος  $l/h = 1.73$  και  $l/h = 1.20$  κλίμακας 1:3. Εξετάστηκαν διάφοροι τρόποι σύνδεσης του εμφαντούμενου τοιχώματος με το περιβάλλον πλαίσιο χρησιμοποιώντας «μακριά» και «κοντά» βλήτρα. Στόχος τους ήταν η διερεύνηση της αξιοπιστίας των σχέσεων του ΚΑΝ.ΕΠΕ. για την εκτίμηση της φέρουσας ικανότητας των εμφαντούμενων τοιχωμάτων σε οριζόντια φόρτιση και μεταξύ άλλων καταλήγουν:

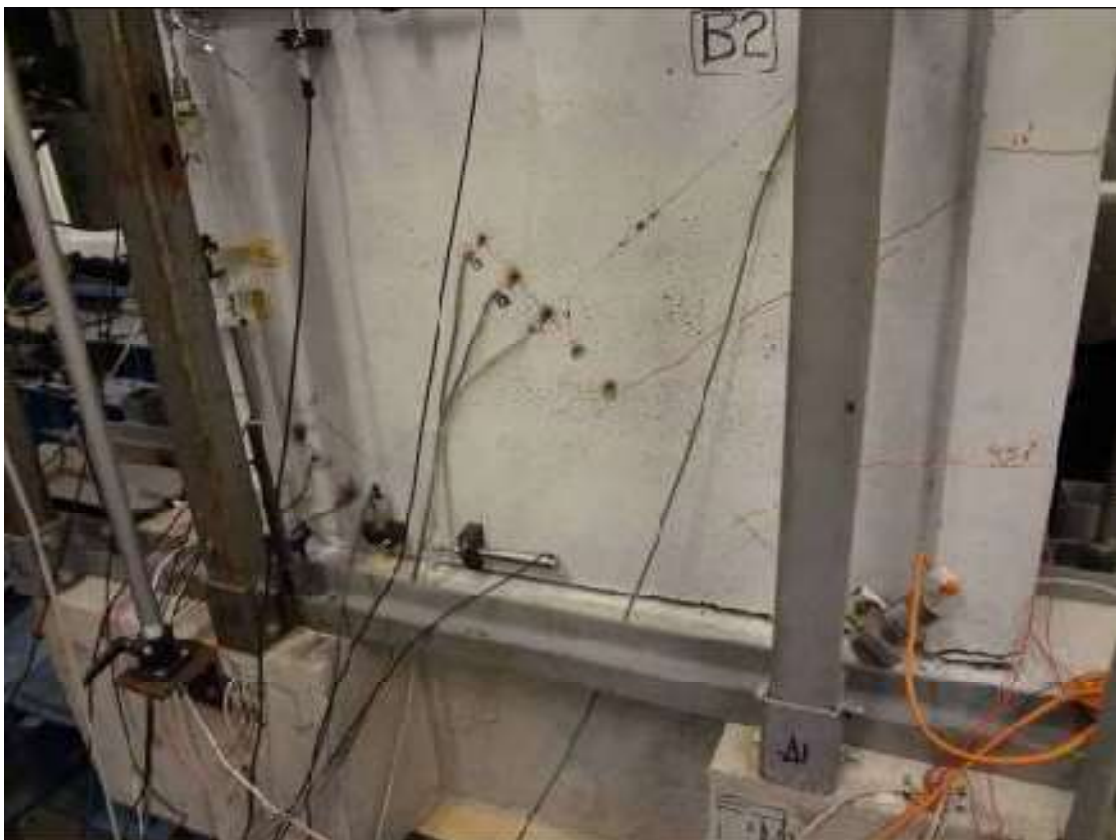
- ότι η εμφάντωση τοιχώματος με ταυτόχρονη μανδύωση υποστυλωμάτων και κόμβων του υπάρχοντος πλαισίου που προτείνει ο ΚΑΝ.ΕΠΕ. είναι αποτελεσματική λόγω του ότι προσφέρει σημαντική διατμητική ενίσχυση στα υποστυλώματα και τους κόμβους.
- ότι το μήκος έμπηξης των βλήτρων με ρητίνη που θέτει ο ΚΑΝ.ΕΠΕ. ως κάτω όριο σε ορισμένες περιπτώσεις αποδείχθηκε ανεπαρκές.
- ότι η χρήση μεγαλύτερου μήκους βλήτρων συμβάλει στην μεγαλύτερη ενεργοποίηση του τοιχώματος.
- Η προσομοίωση που προτείνει ο ΚΑΝ.ΕΠΕ. οδηγεί σε συντηρητικά αποτελέσματα εκτίμησης της φέρουσας ικανότητας του ενισχυμένου πλαισίου, γεγονός το οποίο δεν είναι πάντα υπέρ της ασφαλείας.



Σχ. 2.16 Κάτοψη πειραματικής διάταξης. (Περδικάρης κ.α. 2012)

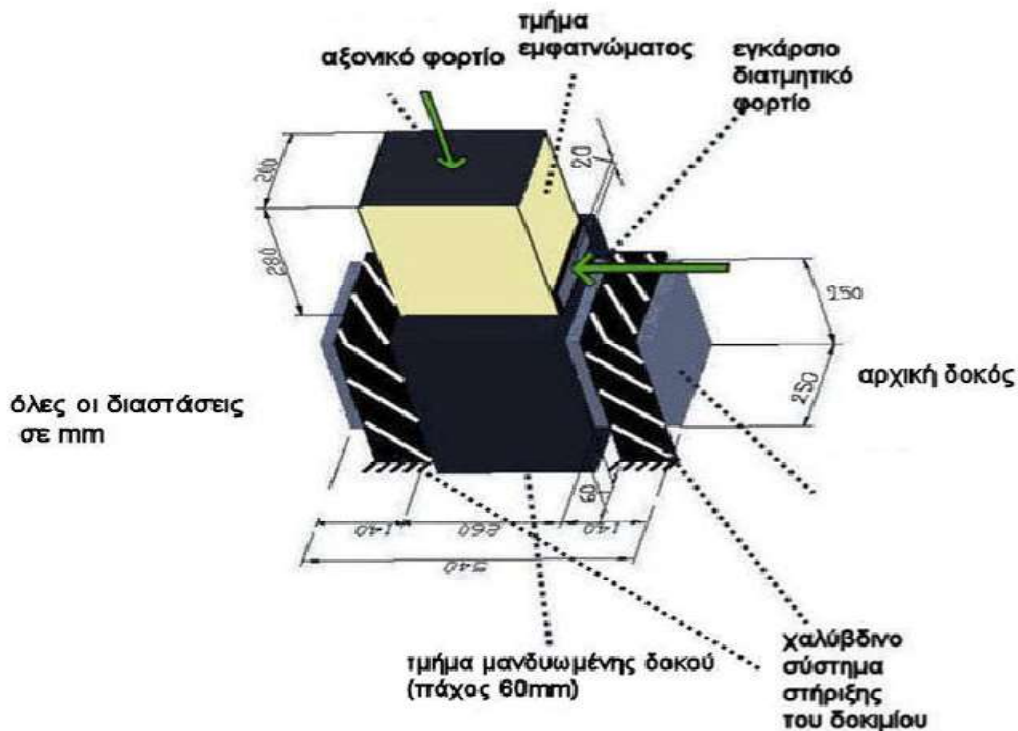


Σχ. 2.17 Τομή πειραματικής διάταξης. (Περδικάρης κ.α. 2012)



Σχ. 2.18 Δοκίμιο μετά την αστοχία. (Περδικάρης κ.α. 2012)

Οι Μάνος κ.α (2016) διερεύνησαν την συμπεριφορά εμφαντωμένων πλαισίων Ο/Σ (Σχ. 2.19) στην πυλωτή κτιριακών κατασκευών σε ανακυκλιζόμενες σεισμικού τύπου φορτίσεις.



Σχ. 2.19 Απεικόνιση της φορτιστικής διάταξης και του δοκιμίου που διερευνάται πειραματικά. (Μάνος κ.α. 2016)

Η διερεύνηση έγινε αναλυτικά και πειραματικά. Σύμφωνα με τα συμπεράσματά τους:

- η προσθήκη κατάλληλα σχεδιασμένου εμφαντώματος που χρησιμοποιεί μεταλλικούς συνδέσμους για την σύνδεσή του με το περιβάλλον πλαίσιο προκαλεί αύξηση της δυσκαμψίας και της φέρουσας ικανότητας του συνολικού φορέα σε οριζόντιες σεισμικού τύπου φορτίσεις.
- η παρουσία μεταλλικών συνδέσμων που μπορούν να αναπτύξουν λειτουργία βλήτρου και αγκυρίου και να συμμετέχουν με αυτόν τον τρόπο στην μεταφορά δυνάμεων μεταξύ εμφαντώματος και υπάρχοντος πλαισίου κατά την αλληλεπίδρασή τους, προσφέρει μεγάλη αύξηση της δυσκαμψίας και της φέρουσας ικανότητας του σύνθετου φορέα.
- θα πρέπει να αποφευχθούν οι ανεπιθύμητες μορφές αστοχίας από την λειτουργία βλήτρου ή αγκυρίου.
- θα πρέπει να ληφθούν μέτρα για την αποφυγή τοπικών αστοχιών σε θέσεις που συγκεντρώνεται μεγάλη θλιπτική ένταση από την σύνθλιψη του σκυροδέματος τόσο στις γωνίες του εμφαντώματος όσο και του υπάρχοντος πλαισίου.

Η Μωρέττη (2016) διερευνώντας τους τρόπους προσομοίωση και τους απαιτούμενους ελέγχους επάρκειας πλαισίου λόγω εμφάνισης τοιχώματος από ωπλισμένο σκυρόδεμα συμπέρανε ότι:

- Το συνηθέστερο προσομοίωμα για την περιγραφή του εμφανιζόμενου τοιχώματος είναι αυτό του ισοδύναμου διαγώνιου θλιπτήρα.
- Η επιλογή του ισοδύναμου πλάτους θλιπτήρα είναι κρίσιμης σημασίας.
- Μεταξύ των διαφόρων κανονισμών υπάρχει σημαντική διαφορά στο προτεινόμενο πλάτος διαγώνιου θλιπτήρα.
- Το φορτίο αστοχίας και η δυσκαμψία του σύνθετου στοιχείου εξαρτάται από το μέγεθος της σχετικής ολίσθησης υπάρχοντος πλαισίου και τοιχώματος.
- Ο προσδιορισμός του μεγέθους της ολίσθησης μέσω των χαρακτηριστικών σύνδεσης τοιχώματος και πλαισίου δεν μπορεί να είναι αξιόπιστος.
- Σε υφιστάμενα πλαίσια κατασκευασμένα σύμφωνα με παλαιούς κανονισμούς, πιθανότερη είναι η αστοχία λόγω διάτμησης των μελών του πλαισίου και ιδιαίτερα των κόμβων. Βλάβες στο τοίχωμα εμφανίζονται στη περίπτωση ισχυρής σύνδεσης μέσω διατρητικών συνδέσεων με το υπάρχον πλαίσιο και ταυτόχρονη μανδύωση των υποστυλωμάτων.

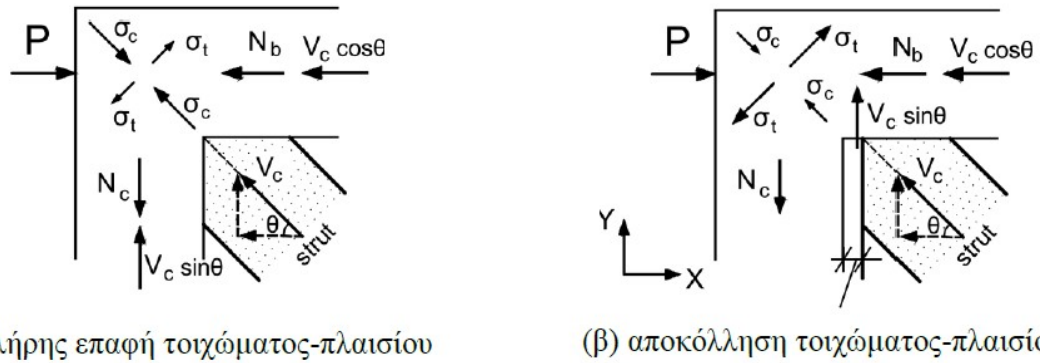
Προτείνει την χρήση μεγαλύτερου πλάτους διαγώνιου θλιπτήρα για μικρά φορτία στα πρώτα στάδια φόρτισης όπου δεν υπάρχουν σημαντικές μετακινήσεις μεταξύ τοιχώματος και πλαισίου και μικρότερο πλάτος κατά τον έλεγχο αστοχίας (Σχ. 2.20).



Σχ. 2.20 Ισοδύναμο πλάτος διαγώνιου θλιπτήρα πριν από την αποκόλληση τοιχώματος-πλαισίου και μετά την αποκόλληση τοιχώματος-πλαισίου. (Μωρέττη 2016)

Ως όριο των πρώτων σταδίων φόρτισης πρότείνει να ορίζεται το 50% της φέρουσας ικανότητας του εμφανιζόμενου πλαισίου. Το όριο αυτό από μικρό αριθμό δοκίμων φαίνεται να αντιστοιχεί με σχετική μετακίνηση οροφής του πλαισίου ως προς τη βάση του ίση με 0,30mm.





(α) πλήρης επαφή τοιχώματος-πλαisiού

(β) αποκόλληση τοιχώματος-πλαisiού

Σχ. 2.21 Εντατικά μεγέθη που δρουν στον κόμβο ενός πλαisiού όταν το τοίχωμα έχει υποκατασταθεί από θλιπτήρα (α) για μικρά φορτία προτού συμβεί σχετική μετακίνηση του τοιχώματος ως προς το πλαisiο, (β) μετά την αποκόλληση του τοιχώματος από το πλαisiο. (Μωρέττη 2016)

Επίσης, προτείνει μεθοδολογία για τον προσδιορισμό των εντατικών μεγεθών που δρουν στον κόμβο, πριν και αφού συμβεί αποκόλληση πλαisiού και τοιχώματος (Σχ. 2.21).

## 2.4 Η ΤΕΧΝΙΚΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΔΙΣΚΩΝ

### 2.4.1 Γενικά

Η τοποθέτηση τοιχωμάτων καθ' ύψος μπορεί να προκαλεί λειτουργικά προβλήματα και να μην είναι εφικτή τόσο από αρχιτεκτονικής πλευράς όσο και κατασκευαστικής. Πολλές φορές παρουσιάζονται λειτουργικά προβλήματα λόγω των διαφορετικών χρήσεων και αρχιτεκτονικών διατάξεων στις διάφορες στάθμες του κτιρίου (π.χ. ελεύθεροι χώροι καταστημάτων στο ισόγειο, μικροί χώροι γραφείων στους μεσαίους ορόφους, μεγάλοι χώροι κατοικιών στους ανώτερους ορόφους). Επιπροσθέτως, η θεμελίωση αυτών των τοιχωμάτων είναι ιδιαίτερα δύσκολη σε υφιστάμενες κατασκευές καθώς πρέπει να είναι ικανή να παραλάβει πολύ μεγάλες ροπές.

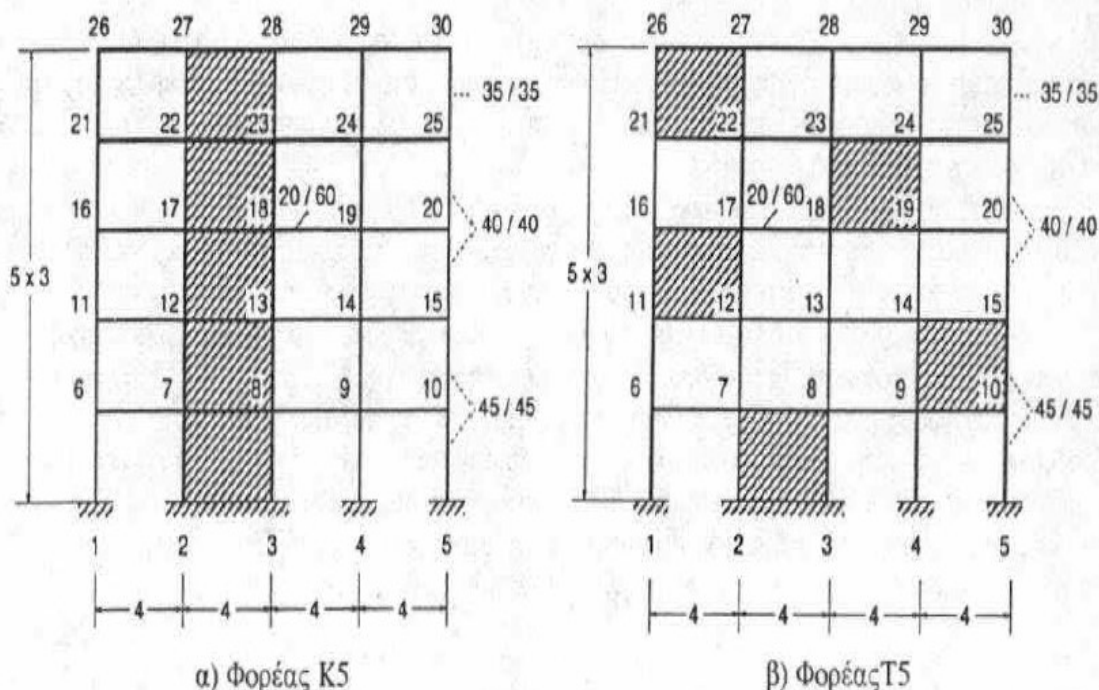
Η τοποθέτηση μη συνεχών καθ' ύψος τοιχωμάτων (μετατεταγμένων κατακόρυφων δίσκων) αποτελεί μία εναλλακτική λύση ενίσχυσης που υπερτερεί καθώς ξεπερνά τα παραπάνω προβλήματα.

Ωστόσο, η τοποθέτηση τοιχωμάτων Ω.Σ. τυχαίας καθ' ύψος διάταξης βρίσκεται σε αντίθεση με την ισχύουσα πρακτική και την απαίτηση των κανονισμών για την αποφυγή δημιουργίας μαλακού ορόφου και την εξομάλυνση εντατικών μεγεθών και μετακινήσεων καθ' ύψος.

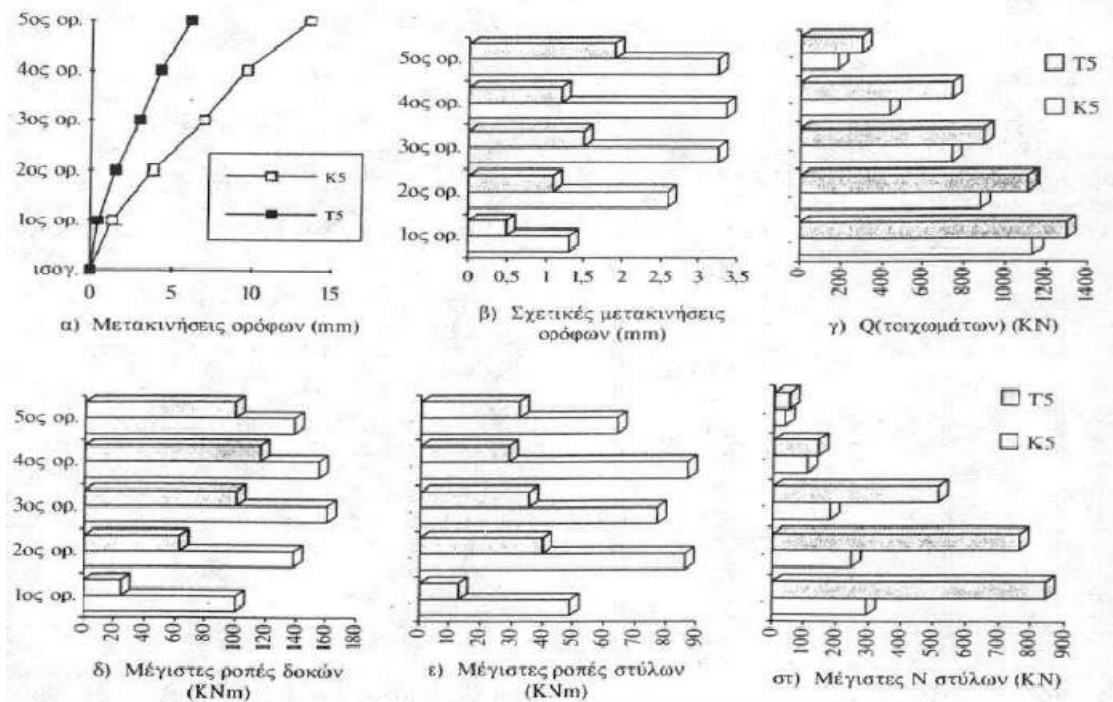
## 2.4.2 Βιβλιογραφική ανασκόπηση της τεχνικής των μετατεταγμένων κατακόρυφων δίσκων

Στην βιβλιογραφία έχει προταθεί η λύση της ενίσχυσης μέσω κατακόρυφων μετατεταγμένων δίσκων κατασκευασμένων από τοιχώματα Ω.Σ. ή μέσω μεταλλικών δικτυωτών συνδέσμων. Η συνεχής καθ' ύψος διάταξη τοιχωμάτων δημιουργεί λειτουργία καμπτικού προβόλου. Έτσι στη περίπτωση σύζευξης τοιχώματος με πλαίσιο (διαμητικός πρόβολος) έχουμε ως αποτέλεσμα την μειωμένη συμμετοχή στην ακαμψία των τοιχωμάτων στους ανώτερους ορόφους. Μια μετατεταγμένη διάταξη των τοιχωμάτων καθ' ύψος αναμένεται να αλλάξει την εικόνα αυτή. Η μετάταξη των τοιχωμάτων καθ' ύψος προσφέρει ευελιξία και με αυτόν τον τρόπο μπορούν να αρθούν λειτουργικοί και αρχιτεκτονικοί περιορισμοί πετυχαίνοντας ταυτόχρονα βελτίωση της σεισμικής συμπεριφοράς της κατασκευής.

Οι Αθανατοπούλου και Παπαδόπουλος (1996) εξέτασαν την σεισμική συμπεριφορά κτιρίων με αντισεισμικά τοιχώματα τυχαίας καθ' ύψος τοπολογίας. Διεξήγαγαν ελαστικές αναλύσεις σε πρότυπο πεντάωροφο κτίριο, καθώς και ανελαστικές αναλύσεις σε επίπεδο πλαίσιο 5 ορόφων (Σχ. 2.22) και 10 ορόφων. Σε όλες τις περιπτώσεις η τυχαία καθ' ύψος διάταξη πλεονεκτεί έναντι της συνεχούς, με μείωση των ολικών και σχετικών μετακινήσεων (Σχ. 2.23) και βελτίωση των δεικτών ανελαστικής συμπεριφοράς.



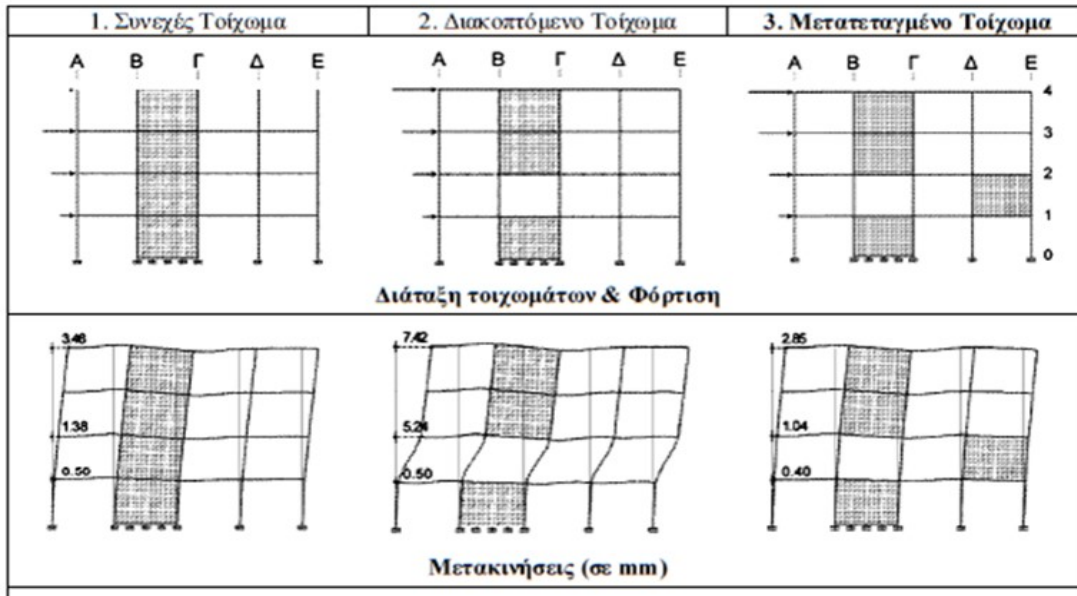
Σχ. 2.22 Συνεχής καθ' ύψος διάταξη (K5) τυχαία καθ' ύψος διάταξη (T5). (Αθανατοπούλου και Παπαδόπουλος 1996)



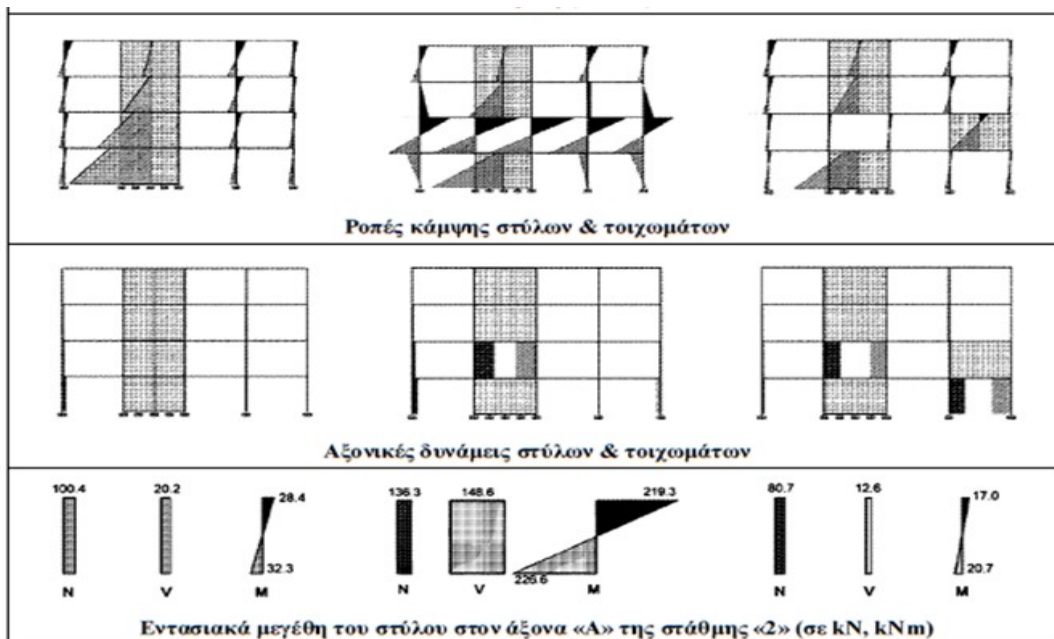
Σχ. 2.23 Συγκριτικά διαγράμματα μεγεθών απόκρισης των φορέων K5 και T5. (Αθανατοπούλου και Παπαδόπουλος 1996)

Οι Μπάμπουκας και Αβραμίδης (2006) παρουσίασαν μια σειρά στατικών αναλύσεων σε ένα επίπεδο τετραώροφο πλαίσιο (Σχ. 2.24) ωπλισμένου σκυροδέματος τεσσάρων φατνωμάτων, με εφαρμογή οριζόντιας φόρτισης με τριγωνική καθ' ύψος κατανομή. Αρχικά, στο μεσαίο φάτνωμα τοποθετήθηκε τοίχωμα ωπλισμένου σκυροδέματος σε συνεχή καθ' ύψος διάταξη και στην συνέχεια το τοίχωμα στην 2<sup>η</sup> στάθμη τοποθετήθηκε σε μετατάξη. Τα αποτελέσματα (Σχ. 2.25) των αναλύσεων έδειξαν ότι στην μετατεταγμένη διάταξη παρουσιάζεται μείωση στην μετακίνηση οροφής κατά 25%, μείωση των εντατικών μεγεθών τέμνουσας κατά 37.6% και ροπής κατά 40.1%, αλλά και αύξηση των αξονικών δυνάμεων στη στάθμη μετάταξης των στύλων που στηρίζουν τα υπερκείμενα τοιχώματα με ταυτόχρονη μείωση των καμπτικών ροπών. Στην συνέχεια παρουσίασαν στατικές αναλύσεις σε δεκαώροφο κτίριο 5x4 ανοιγμάτων. Το κτίριο ήταν ενισχυμένο αρχικά με τοιχώματα συνεχούς διάταξης και στην συνέχεια με τοιχώματα μετατεταγμένης διάταξης σε τυχαίες θέσεις, με την προϋπόθεση σε κάθε στάθμη να υπάρχουν δυο τοιχώματα τοποθετημένα σε συμμετρικές θέσεις σε σχέση με τον κεντρικό άξονα του κτιρίου. Τα αποτελέσματα των αναλύσεων έδειξαν ότι τα κτίριο με τα μετατεταγμένα τοιχώματα παρουσίασαν μείωση των μετακινήσεων από 35% έως 116% και μείωση των ροπών βάσης στο τοίχωμα του ισογείου της τάξεως του 400%, σε σχέση με την περίπτωση του κτιρίου με συνεχή τοιχώματα καθ' ύψος. Παρουσιάστηκε επίσης ομαλότερη κατανομή των ροπών καθ' ύψος στην μετατεταγμένη διάταξη σε αντίθεση με την μεγάλη μείωση των ροπών που παρουσιάστηκε σε μεσαίους και υψηλούς ορόφους στο κτίριο με την συνεχή διάταξη των τοιχωμάτων. Οι τέμνουσες των τοιχωμάτων ενίσχυσης δεν παρουσίασαν ιδιαίτερη διαφοροποίηση μεταξύ των διατάξεων.

Τα υποστυλώματα στις στάθμες κάτω από τις μετατάξεις παρουσίασαν αυξημένες τιμές αξονικών δυνάμεων, με ταυτόχρονη όμως μείωση των καμπτικών ροπών. Αυτό έχει ως συνέπεια κατά την διαστασιολόγηση των υποστυλωμάτων σε κάμψη με ορθή δύναμη να προκύπτει σημαντική μείωση του απαιτούμενου οπλισμού στην μετατεταγμένη διάταξη έναντι της συνεχούς. Τέλος, παρουσιάστηκε αύξηση των εφελκυστικών κύριων δυνάμεων των πλακών στην μετατεταγμένη διάταξη, γεγονός που αναδεικνύει τον κρίσιμο ρόλο των πλακών για την μεταφορά των οριζώντιων δυνάμεων στην μετατεταγμένη διάταξη.

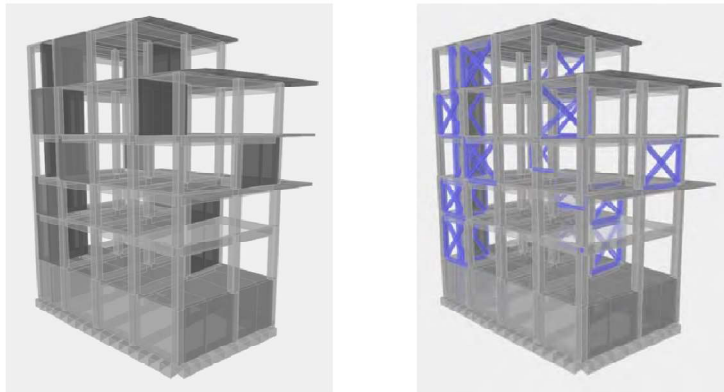


Σχ. 2.24 Επίπεδος φορέας: Διερευνηθείσες διατάξεις. (Μπάμπουκας και Αβραμίδης 2006)



Σχ. 2.25 Επίπεδος φορέας: Εντάσεις λόγω στατικών σεισμικών φορτίων. (Μπάμπουκας και Αβραμίδης 2006)

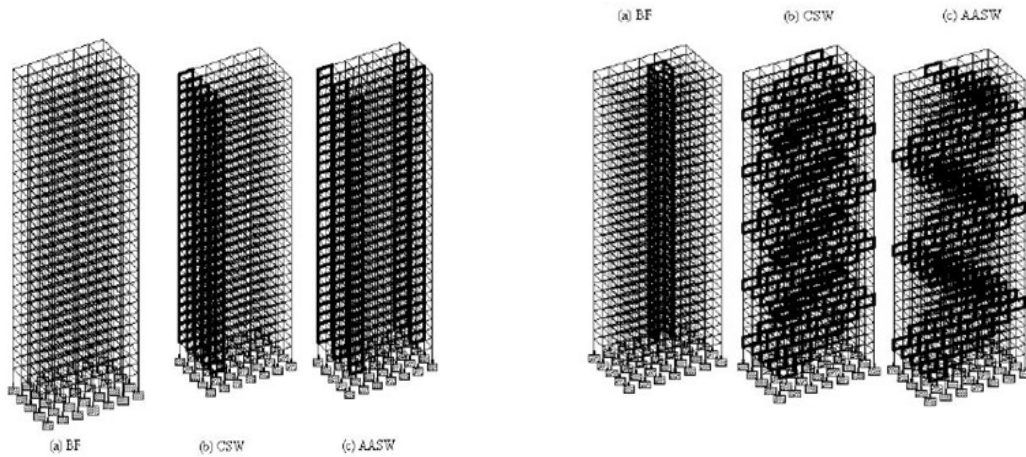
Οι Μπάμπουκας κ.α. (2008) έκαναν εφαρμογή της μεθόδου των μετατεταγμένων κατακόρυφων δίσκων και της ενίσχυσης με μανδύες του πλαισιακού σκελετού σε πενταώροφο κτίριο με υπόγειο, κατασκευής 1978 (Σχ. 2.26), το οποίο παρουσίαζε δυσμενή αντισεισμική μορφολογία. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι μετακινήσεις του ενισχυμένου κτιρίου με μανδύες μειώθηκαν 40% κατά μέσο όρο έναντι του αρχικού, ενώ η μείωση στην περίπτωση της εφαρμογής των μετατεταγμένων δίσκων ήταν της τάξεως του 75%-80%. Επιπροσθέτως, στο πλέον καταπονούμενο υποστύλωμα του κτιρίου οι καμπτικές ροπές, στην περίπτωση της ενίσχυσης με μανδύες παρουσιάζουν αύξηση ενώ στην περίπτωση των μετατάξεων εμφανίζουν μείωση από 50% έως 80% σε σχέση με το αρχικό κτίριο. Ομοίως, οι διατμητικές δυνάμεις στην περίπτωση της ενίσχυσης με μανδύες παρουσιάζουν αύξηση, ενώ στην περίπτωση των μετατάξεων εμφανίζουν μείωση από 40% έως 70% σε σχέση με το αρχικό κτίριο. Στο ίδιο εξεταζόμενο υποστύλωμα, οι αξονικές δυνάμεις κατά την ενίσχυση με μανδύες εμφανίζουν αύξηση κατά 47% στο ισόγειο στην δε περίπτωση των μετατεταγμένων δίσκων η αύξηση φτάνει στο 102%, συγχρόνως όμως οι καμπτικές ροπές παρουσιάζουν σημαντική μείωση. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα κατά τον έλεγχο σε διαξονική κάμψη με ορθή δύναμη η διατομή του αρχικού κτιρίου να επαρκεί. Τέλος, υπάρχει αύξηση των εφελκυστικών δυνάμεων στις πλάκες στις περιοχές των μετατάξεων, οι διατομές όμως με τον υπάρχοντα οπλισμό επαρκούν. Επιπλέον, το κόστος της μεθόδου των μετατεταγμένων δίσκων είναι σημαντικά μειωμένο έναντι εκείνου της ενίσχυσης με μανδύες. Σε επόμενη εργασία τους, οι Μπάμπουκας κ.α. (2009) επιβεβαίωσαν την αποτελεσματικότητα της ενίσχυσης με την μέθοδο των μετατεταγμένων κατακόρυφων δίσκων και με ανελαστικές στατικές αναλύσεις.



Σχ. 2.26 Προσομοιώσεις μετατεταγμένων τοιχωμάτων & μετατεταγμένων μεταλλικών συνδέσμων. (Μπάμπουκας κ.α. 2008)

Οι Kameshwari *et al.* (2011) διερεύνησαν την επιρροή διαφόρων μετατάξεων τοιχωμάτων (Σχ. 2.27) για την ενίσχυση ενός κτιρίου 30 ορόφων, 6x4 ανοιγμάτων. Πραγματοποίησαν δυναμικές αναλύσεις σύμφωνα με τον Ινδικό κανονισμό και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι μετακινήσεις και οι σχετικές μετακινήσεις των ορόφων παρουσιάζουν την μεγαλύτερη μείωση όταν τα τοιχώματα τοποθετούνται σε μορφή ζιγκ ζαγκ, ενώ και η διαγώνια διάταξη παρουσιάζει πολύ καλή συμπεριφορά.





Σχ. 2.27 Εξεταζόμενες διάταξης. (Kameshwari et al. 2011)

Οι Shamsai et al. (2012) διερεύνησαν την επιρροή της διάταξης των τοιχωμάτων στις πλευρικές μετακινήσεις σε πλαίσια 16 και 32 ορόφων. Τα αποτελέσματα των αναλύσεων έδειξαν ότι περισσότερα διατμητικά τοιχώματα δεν είναι απαραίτητως πιο αποτελεσματικά στην μείωση της μετακίνησης οροφής των κατασκευών. Αντίθετα, η διάταξη των τοιχωμάτων έχει σημαντική επιρροή (Σχ. 2.28), με την μετατεταγμένη διάταξη τοιχωμάτων σε μορφή X να παρουσιάζει τις μικρότερες μετακινήσεις.

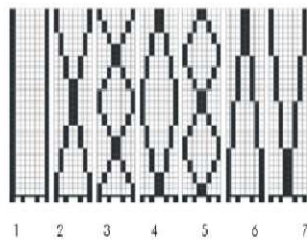


Fig. 2: Different figures of shear panel arrangements

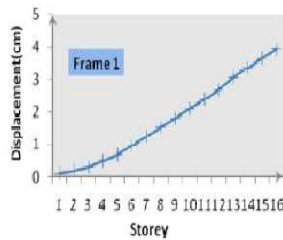


Fig. 3: Diagram of Displacement for 16-Storey Frame - Type 1

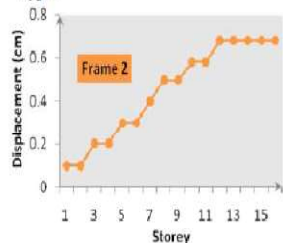


Fig. 4: Diagram of Displacement for 16-Storey Frame - Type 2

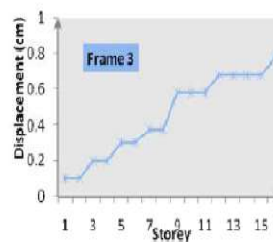


Fig. 5: Diagram of Displacement for 16-Storey Frame - Type 3

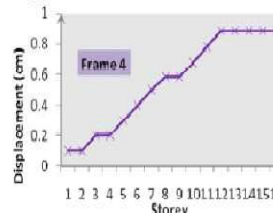


Fig. 6: Diagram of Displacement for 16-Storey Frame - Type 4

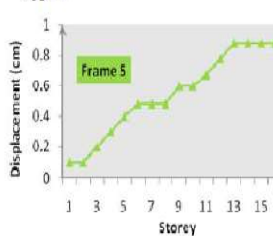
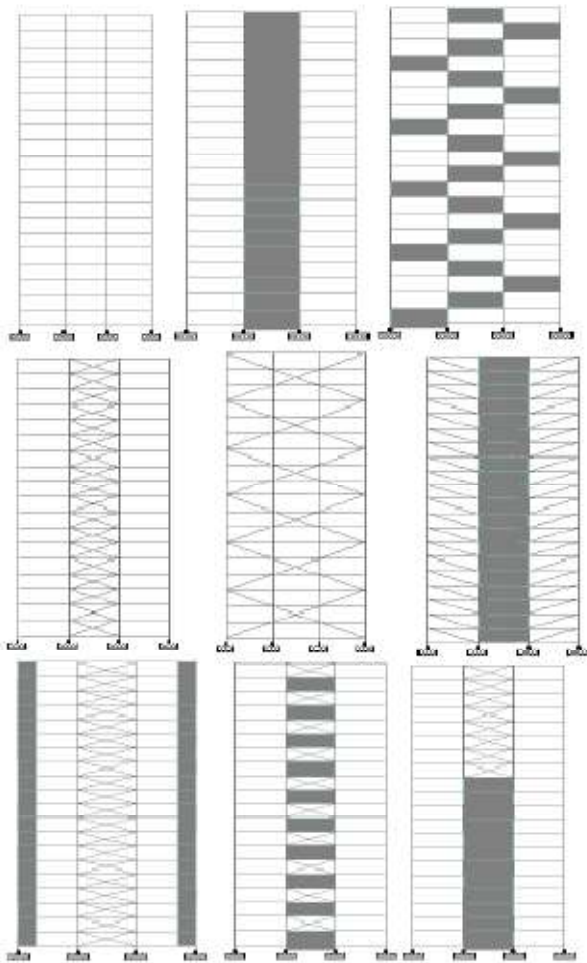


Fig. 7: Diagram of Displacement for 16-Storey Frame - Type 5

Σχ. 2.28 Εξεταζόμενες διατάξεις και διαγράμματα μετακινήσεων. (Shamsai et al. 2012)

Οι Madan *et al.* (2015) εξέτασαν την αποδοτικότητα της ενίσχυσης πλαισίων ωπλισμένου σκυροδέματος με διατμητικά τοιχώματα, διαγώνιους μεταλλικούς συνδέσμους ή συνδυασμό αυτών. Από τις ελαστικές αναλύσεις που διεξήγαγαν σε 10, 20 και 30 ορόφων πλαίσια (Σχ. 2.29) με διάφορες διατάξεις τοιχωμάτων έδειξαν ότι υπάρχει σημαντική μείωση στις μετακινήσεις στην περίπτωση μετατεταγμένων δίσκων σε μορφή Z. Επίσης, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η πιο αποδοτική μορφή ενίσχυσης περιλαμβάνει συνδυασμό διατμητικών τοιχωμάτων σκυροδέματος και διαγώνιων μεταλλικών συνδέσμων.



Σχ. 2.29 Εξεταζόμενες διατάξεις και διαγράμματα μεγεθών απόκρισης. (Madan *et al.* 2015)

Οι Gupta & Madan (2015) παρουσίασαν τα αποτελέσματα δυναμικών αναλύσεων σύμφωνα με τον Ινδικό Κανονισμό σε κτίριο 30 ορόφων από ωπλισμένο σκυρόδεμα, 8x6 ανοιγμάτων με διάταξη υποστυλωμάτων σε κάρναβο 5m x 4m. Το αρχικό κτίριο ενισχύθηκε με τοιχώματα με διάφορα σενάρια μετάταξης των τοιχωμάτων (Σχ. 2.30). Η βελτίωση των μετακινήσεων οροφής στις μετατεταγμένες διατάξεις έναντι της συνεχούς καθ' ύψος ενίσχυσης κυμαίνεται από 6.14% έως 44.24%, ενώ το σενάριο μετάταξης των τοιχωμάτων σε μορφή X που εκτείνεται σε όλο το πλάτος του κτιρίου είναι το πλέον αποδοτικό.

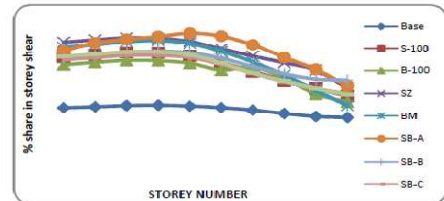


Fig. 6 Share of two exterior frames in storey shear in 10 storey buildings

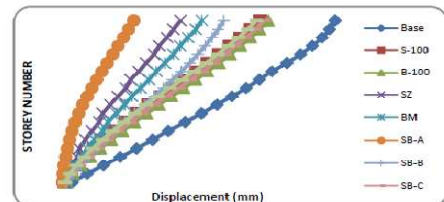


Fig. 7 Lateral displacement of end frames of 20 storey buildings

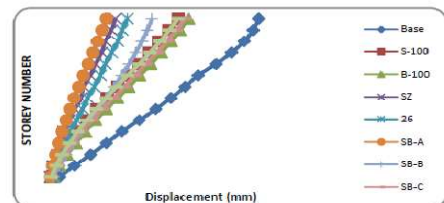
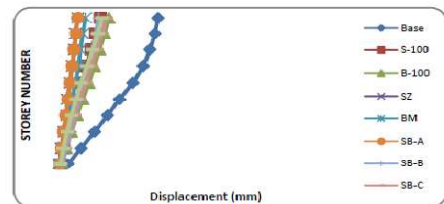
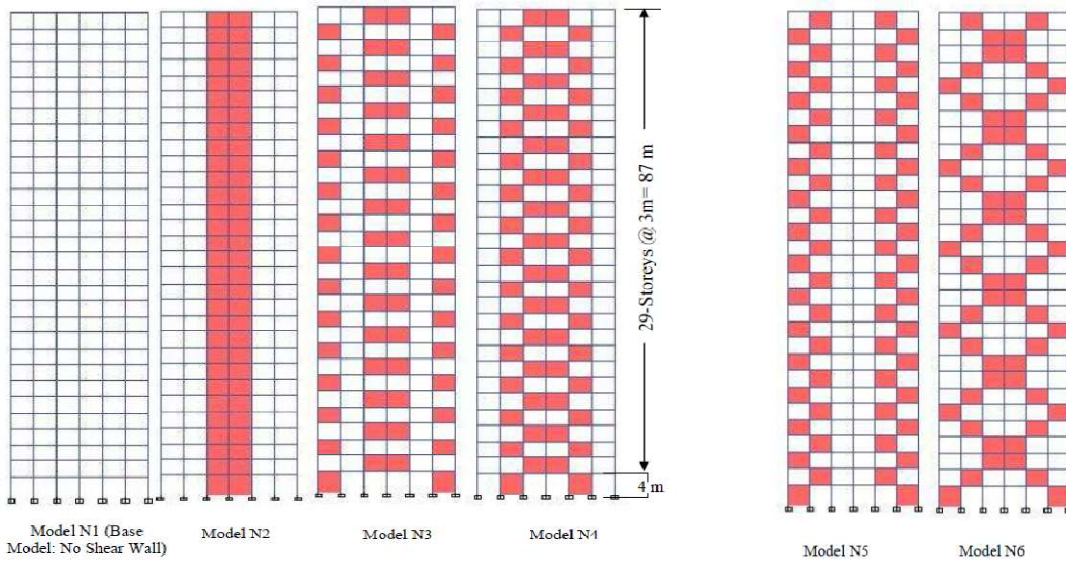


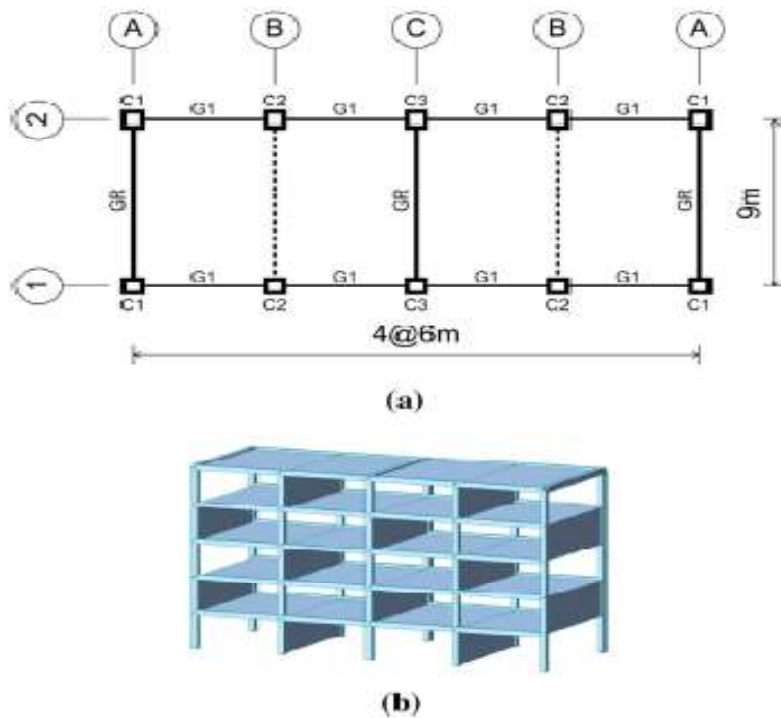
Fig. 8 Lateral displacement of end frames of 15 storey buildings





Σχ. 2.30 Εξεταζόμενες διατάξεις. (Gupta & Madan 2015)

Οι Kim *et al.* (2016) παρουσίασαν στατικές και δυναμικές ανελαστικές αναλύσεις αυξανόμενης έντασης σε κτίρια 5, 9, 15 και 25 ορόφων, ενισχυμένα με μετατεταγμένα τοιχώματα (Σχ. 2.31). Από τις αναλύσεις υπολόγισαν τον δείκτη συμπεριφοράς ως το γινόμενο του συντελεστή υπεραντοχής και πλαστιμότητας. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο διατιθέμενος συντελεστής συμπεριφοράς στις περισσότερες περιπτώσεις είχε τιμές μεγαλύτερες από εκείνες που χρησιμοποιήθηκαν κατά τον σχεδιασμό και αυτό οφειλόταν κυρίως στις μεγάλες τιμές υπεραντοχής.



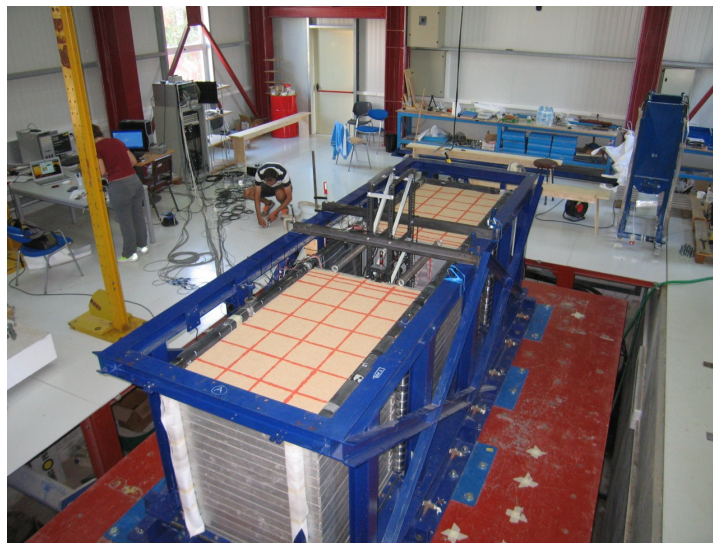
Σχ. 2.31 Εξεταζόμενη διάταξη. (Kim *et al.* 2016)



## 2.5 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ

### 2.5.1 Γενικά

Οι πειραματικές δόκιμες με χρήση δοκιμίων υπό κλίμακα είναι μια συνήθης και αποτελεσματική πρακτική που εφαρμόζεται σε πολλά αντικείμενα της Μηχανικής (ομοιώματα κατασκευών σε σεισμική τράπεζα (Σχ. 2.32), υδραυλικά ομοιώματα ταμιευτήρων, ομοιώματα φραγμάτων (Σχ. 2.33), κ.ά). Το θεωρητικό υπόβαθρο των υπό κλίμακα δοκιμών είναι η Διαστατική Ανάλυση, η οποία αποτελεί ένα ισχυρό εργαλείο για την αρχική μελέτη φαινομένων τα οποία παρουσιάζουν δυσκολίες στην καθαρά θεωρητική προσέγγισή τους.



Σχ. 2.32 Σεισμική τράπεζα Πολυτεχνικής Σχολής Πανεπ. Πατρών.  
([www.seisim.civil.upatras.gr/](http://www.seisim.civil.upatras.gr/))



Σχ. 2.33 Ομοίωμα φράγματος. (Μπούσιας 2015)

Μια πειραματική δοκιμή για να είναι επιτυχής απαιτείται προσεκτικός σχεδιασμός. Ο ακριβής και με πληρότητα σχεδιασμός ενός πειράματος είναι πολύ σημαντικότερος από αυτόν μιας αναλυτικής προσομοίωσης. Οι αλλαγές στη μορφή του δοκιμίου και την πειραματική διαδικασία είναι πολύ δύσκολες. Για να έχει την επιθυμητή έκβαση μια πειραματική δοκιμή θα πρέπει:

- Να οριστεί ο σκοπός του πειράματος και οι απαιτήσεις από το δοκίμιο
- Να οριστεί το απαιτούμενο επίπεδο ακρίβειας
- Να προσδιοριστούν οι απαιτήσεις ομοιότητας για τη γεωμετρία, τα υλικά, τη φόρτιση και την επεξεργασία των αποτελεσμάτων.
- Να επιλεγούν τα υλικά του ομοιώματος
- Να προετοιμαστεί ο εξοπλισμός φόρτισης του δοκιμίου.
- Να γίνει βαθμονόμηση και έλεγχος του συστήματος.
- Να επιλεγεί το είδος των αισθητήρων και του εξοπλισμού καταγραφής των μετατοπίσεων, επιταχύνσεων, κ.ά.
- Να γίνει παρατήρηση της συμπεριφοράς του δοκιμίου κατά τη διάρκεια της φόρτισης (σημειώσεις, φωτογράφιση, βιντεοσκόπηση).

### 2.5.2 Μετρήσεις και Σφάλματα

Στόχος ενός πειράματος είναι ο ποιοτικός και ποσοτικός προσδιορισμός κάποιων φυσικών μεγεθών που περιγράφουν το εξεταζόμενο φαινόμενο. Για τον ποσοτικό προσδιορισμό ενός μεγέθους απαιτείται κάποιου είδους μέτρηση. Η διάφορα μεταξύ πραγματικής τιμής ενός μεγέθους και της τιμής που προκύπτει πειραματικά ονομάζεται πειραματικό σφάλμα. Τα σφάλματα διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

- Ακούσια σφάλματα
- Συστηματικά σφάλματα
- Στατιστικά ή τυχαία σφάλματα

Τα ακούσια σφάλματα οφείλονται σε λανθασμένη ανάγνωση αποτελεσμάτων, εσφαλμένη καταγραφή μετρήσεων ή στην κακή επεξεργασία τους. Είναι προφανές ότι τέτοιου είδους σφάλματα πρέπει να αποφεύγονται.

Τα συστηματικά σφάλματα είναι αυτά τα οποία επιδρούν με τον ίδιο τρόπο σε όλες τις μετρήσεις που εκτελούνται κάτω από τις ίδιες συνθήκες. Τα σφάλματα αυτά οφείλονται:

- σε λανθασμένη βαθμονόμηση των οργάνων μέτρησης
- στην μέθοδο μέτρησης που χρησιμοποιούμε
- σε περιβαλλοντικούς παράγοντες

Τα συστηματικά σφάλματα συνήθως μπορούν να εντοπιστούν κατά την ανάλυση των μετρήσεων και να διορθωθούν.

Τα τυχαία σφάλματα επηρεάζουν τις μετρήσεις με μη επαναλαμβανόμενο τρόπο και οφείλονται κυρίως :

- σε ατέλειες της πειραματικής διάταξης
- στην ακρίβεια των οργάνων μέτρησης
- σε τυχαίες και μη ελεγχόμενες μεταβολές των περιβαλλοντικών συνθηκών

Τα τυχαία σφάλματα δεν είναι δυνατόν να διορθωθούν πάρα μονό να περιοριστούν. Η επίδραση των τυχαίων σφάλματα στο μετρούμενο μέγεθος δεν είναι γνωστή. Αν επαναλάβουμε την μέτρηση του ίδιου μεγέθους πολλές φορές μπορούμε να εκτιμήσουμε την πραγματική τιμή του μεγέθους υπολογίζοντας την μέση τιμή και την τυπική απόκλιση των μετρήσεων. Ένα δείγμα δέκα μετρήσεων είναι ικανό για να έχουμε μια καλή προσέγγιση της πραγματικής τιμής του μεγέθους. Η διασπορά των μετρήσεων η οποία εκφράζεται από την τυπική απόκλιση μας δίνει μια εκτίμηση του μεγάλους των τυχαίων σφαλμάτων.

### 2.5.3 Δοκιμές υπό κλίμακα

#### 2.5.3.1 Γενικά

Η φυσική αναπαράσταση μιας κατασκευής ή μέρους αυτής η οποία συνήθως κατασκευάζεται υπό κλίμακας, καλείται «φυσικό ομοίωμα». Η κατηγοριοποίηση των φυσικών ομοιωμάτων που συσχετίζουν κλίμακα ομοιώματος και ρυθμό επιβολής φορτίου φαίνεται στον Πίνακα 2.4. Ο ρόλος των δοκιμών υπό κλίμακα είναι σημαντικός τόσο για τον σχεδιασμό μιας κατασκευής όσο και για την διδασκαλία και έρευνα. Οι σπουδαιότεροι λόγοι που μας οδηγούν σε δοκιμές ομοιωμάτων υπό κλίμακας είναι:

- η εύκολη κατασκευή τους και τοποθέτησή τους στο εργαστήριο
- το μικρότερο κόστος κατασκευής τους
- η ακρίβεια των αποτελεσμάτων στην ελαστική περιοχή
- η ευκολία επιβολής φορτίσεων
- διευκολύνουν την κατανόηση της συμπεριφοράς δομών για τις οποίες δεν υπάρχουν αναφορές ή δοκιμές σε πρωτότυπα

Πίνακας 2.4 Γενικές σχέσεις μεταξύ κλίμακας και ρυθμοί επιβολής φόρτισης. (Μπούσιας 2015)

Φόρτιση	Μικρής κλίμακας	Πλήρους κλίμακας
Δυναμική	Δοκιμές σε σεισμική τράπεζα	Δοκιμές πραγματικών κτιρίων
Στατική	Συγκριτικές δοκιμές	Δοκιμές σε τοίχο αντίδρασης

Για να είναι εφικτή η αναγωγή των πειραματικών αποτελεσμάτων του ομοιώματος στην πραγματική κατασκευή θα πρέπει να ικανοποιούνται οι συνθήκες ομοιότητας. Ο προσδιορισμός των συντελεστών ομοιότητας για όλες τις ανεξάρτητες παραμέτρους που επηρεάζουν το εξεταζόμενο φαινόμενο, γίνεται με εφαρμογή της διαστατικής ανάλυσης. Ένα ομοίωμα που ικανοποιεί όλες τις συνθήκες ομοιότητας καλείται «πλήρες» ομοίωμα. Πολλές φορές υπάρχουν πρακτικές δυσκολίες στην επίτευξη πλήρους ομοιότητας.

Η χαλάρωση των απαιτήσεων σε συντελεστές ομοιότητας δευτερεύουσας σημασίας για το εξεταζόμενο πρόβλημα οδηγεί σε «επαρκή» ομοιώματα. Τα επαρκή ομοιώματα διατηρούν την ομοιότητα πρώτης τάξεως την ομοιότητα, δηλαδή ομοιότατα των σημαντικών παραμέτρων του προβλήματος. Αν για παράδειγμα το ζητούμενο στην εξέταση ενός προβλήματος είναι η ροπή κάμψης, σε ένα επαρκές ομοίωμα μπορεί να τηρούνται οι συνθήκες ομοιότητας για την ροπή αδρανείας της διατομής αλλά όχι απαραίτητα και οι συνθήκες ομοιότητας για την επιφάνεια της διατομής.

Τα στρεβλά ομοιώματα δεν πληρούν μια ή περισσότερες συνθήκες πρώτης τάξεως, λόγω τυχαίας παράληψης, ηθελημένης παράληψης αν μια παράμετρος θεωρηθεί μη κρίσιμη, η αναγκαστικής απόκλισης εξ αιτίας περιορισμών που προκύπτουν από τον εξοπλισμό που διαθέτουμε.

### 2.5.3.2 *Είδη ομοιωμάτων*

Ανάλογα με την προβλεπόμενη χρήση αλλά και από το τι επιδιώκουμε να προσδιορίσουμε από την πειραματική δόκιμη, τα ομοιώματα μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε:

#### Ελαστικά ομοιώματα

Τα ομοιώματα αυτά χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για την μελέτη της ελαστικής συμπεριφοράς των κατασκευών. Υλοποιούνται από ομογενές υλικό το οποίο δεν ομοιάζει απαραίτητα με το υλικό της πρωτότυπης κατασκευής. Τηρούν πλήρη γεωμετρική ομοιότητα με την πρωτότυπη κατασκευή. Κατασκευάζονται συνήθως από υλικά όπως plexiglas pvc κλπ.

Οι απαιτήσεις ομοιότητες για στατικά ελαστικά ομοιώματα συνοψίζονται στον Πίνακα 2.5. Οι ανεξάρτητες παράμετροι του Πίνακα 2.5 που έχουν επιλεγεί είναι το μέτρο ελαστικότητας ( $E$ ) και το μήκος ( $L$ ). Ο συντελεστής κλίμακας κάθε μιας των ανεξαρτήτων παραμέτρων είναι ο λόγος του μεγέθους πρωτοτύπου προς το μεγέθους ομοιώματος. Όλοι οι υπόλοιποι συντελεστές είναι ίσοι με την μονάδα ή συναρτήσεις του συντελεστή μήκους ( $S_L$ ) και του συντελεστή μέτρου ελαστικότητας ( $S_E$ ).

Πίνακας 2.5 Συντελεστές κλίμακας για στατικά ελαστικά ομοιώματα. (Μπούσιας 2015)

Ποσότητες	Διαστάσεις	Συντελεστής κλίμακας
<b>Ιδιότητες Υλικού</b>		
Τάση	$FL^{-2}$	$S_E$
Μέτρο ελαστικότητας	$FL^{-2}$	$S_E$
Λόγος Poisson	-	1
Πυκνότητα	$FL^{-3}$	$S_E/S_L$
Παραμόρφωση	-	1
<b>Γεωμετρία</b>		
Γραμμικές διαστάσεις	L	$S_L$
Γραμμικές μετακινήσεις	L	$S_L$
Γωνιακές μετακινήσεις	-	1
Επιφάνεια	$L^2$	$S_L^2$
Ροπή αδράνειας	$L^4$	$S_L^4$
<b>Φόρτιση</b>		
Συγκεντρωμένο φορτίο	F	$S_E S_L^2$
Γραμμικό φορτίο	$FL^{-1}$	$S_E S_L$
Ομοιόμορφο φορτίο	$FL^{-2}$	$S_E$
Ροπή	FL	$S_E S_L^3$
Διαμητική δύναμη	F	$S_E S_L^2$

Έμμεσα ομοιώματα

Τα έμμεσα ομοιώματα αποτελούν μια υποκατηγορία των ελαστικών ομοιωμάτων. Είναι κατάλληλα για τον προσδιορισμό των γραμμών επιρροής, των αντιδράσεων στήριξης, των εσωτερικών δυνάμεων (διαμητικών καμπτικών αξονικών). Στα ομοιώματα αυτά μπορεί να μην έχουμε φυσική ομοιότητα με το πρωτότυπο, τόσο σε επίπεδα γεωμετρίας, όσο και σε επίπεδο φόρτισης. Σε ένα έμμεσο ομοίωμα μπορεί η καμπτική δυσκαμψία ( $EI$ ) να προσομοιωθεί χωρίς την τήρηση της ομοιότητας στην μορφή της διατομής. Τα αποτελέσματα στα έμμεσα ομοιώματα στηρίζονται στην αρχή της επαλληλίας η οποία έχει εφαρμογή στη γραμμική ελαστική περιοχή συμπεριφοράς των κατασκευών.



### Άμεσα ομοιώματα

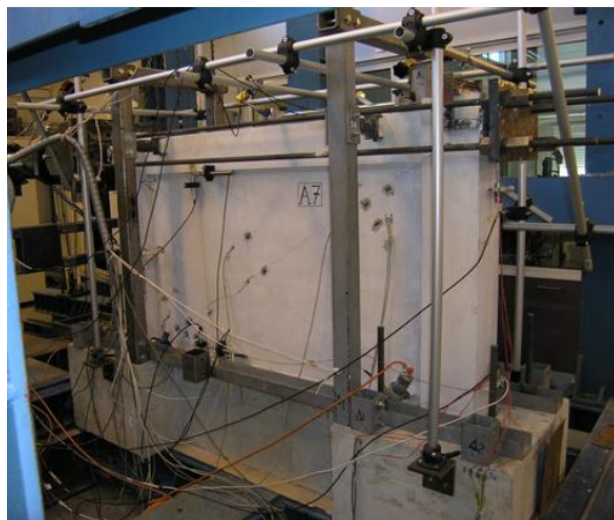
Τα άμεσα ομοιώματα είναι κατάλληλα για τον προσδιορισμό τάσεων, παραμορφώσεων, μετακινήσεων. Στα ομοιώματα αυτά πρέπει να τηρείται η γεωμετρική ομοιότητα με το πρωτότυπο και τα φορτία πρέπει να εφαρμόζονται με τον ίδιο τρόπο όπως στην πρωτότυπη κατασκευή.

### Ομοιώματα αντοχής

Τα ομοιώματα αντοχής (Σχ. 2.34, 2.35) ή ρεαλιστικά ομοιώματα όπως ονομάζονται, πρέπει να είναι κατασκευασμένα με υλικά παρόμοια του πρωτοτύπου ώστε η συμπεριφορά του ομοιώματος να αναπαράγει αυτήν του πρωτοτύπου για φόρτιση μέχρι την αστοχία. Εξ ορισμού τα ομοιώματα αντοχής πρέπει να είναι άμεσα ομοιώματα γιατί αυτά εισέρχονται στην ανελαστική περιοχή της απόκρισής τους.



Σχ. 2.34 Πειραματικές δοκιμές εμφάντωσης τοιχωμάτων. (Στρεπέλιας 2012)



Σχ. 2.35 Πειραματικές δοκιμές εμφάντωσης τοιχωμάτων. (Περδικαρης κ.α. 2012)

### Άλλα ομοιώματα

Όταν η προσομοίωση στοχεύει στη διερεύνηση της δυναμικής συμπεριφοράς των κατασκευών σε χρονικά μεταβαλλόμενα φορτία (άνεμος, φορτία κυκλοφορίας, εκρήξεις, κρουστικά φόρτια, σεισμικά φορτία κ.α.) κατασκευάζονται και τα ανάλογα ομοιώματα. Άλλες κατηγορίας είναι τα θερμικά και φωτορεαλιστικά ομοιώματα. Επίσης, για την διερεύνηση ειδικών κατασκευών, των οποίων θέλουμε να εκτιμήσουμε την συμπεριφορά, υλοποιούνται τα κατάλληλα ομοιώματα και πειραματικές διατάξεις. (Σχ. 2.36)



Σχ. 2.36 Διερεύνηση της σεισμικής συμπεριφοράς βάσης αρχαιολογικών εκθεμάτων. ([//lee.civil.ntua.gr](http://lee.civil.ntua.gr))

### Ομοιώματα ταλαντούμενων ελαστικών κατασκευών

Στην προσομοίωση ελαστικών κατασκευών οι μεταβλητές που επηρεάζουν την συμπεριφορά τους ως δονούμενες κατασκευές και αποτελούν τις θεμελιώδεις ποσότητες είναι το μήκος ( $L$ ) η δύναμη ( $F$ ) και ο χρόνος ( $T$ ). Η επιτάχυνση της βαρύτητας πρέπει επίσης να ληφθεί υπόψη δεδομένου ότι είναι κοινή και στο ομοίωμα και στο πρωτότυπο. Τα χαρακτηριστικά των υλικών ομοιώματος και πρωτότυπου είναι το μέτρο ελαστικότητας ( $E$ ), ο λόγος *Poisson*  $\nu$  και η πυκνότητα ( $\rho$ ). Με την βοήθεια στις διαστατικής ανάλυσης προκύπτουν οι απαιτήσεις ομοιότητας για ελαστικά ταλαντούμενες κατασκευές οι οποίες φαίνονται στον Πίνακα 2.6

Πίνακας 2.6 Απαιτήσεις ομοιότητας για ελαστική ταλάντωση. (Μπούσιας 2015)

Συντελεστές κλίμακας				
Ομάδα (1)	Ποσότητα (2)	Διάσταση (3)	Ακριβές ομοίωμα (4)	Ομοίωμα χωρίς δυνάμεις βαρύτητας (5)
Φόρτιση	Δύναμη, Q	F	$S_E S_L^2$	$S_E S_L^2$
	Βαρύτητα, g	$LT^{-2}$	1	1
	Χρόνος, t	T	$\sqrt{S_L}$	$S_L$
Γεωμετρία	Γραμ.διάσταση, L	L	$S_L$	$S_L$
	Μετακίνηση, δ	L	$S_L$	$S_L$
	Συχνότητα, f	$T^{-1}$	$1/\sqrt{S_L}$	$1/S_L$
Ιδιότητες	Ελαστικότητα, E	$FL^{-2}$	$S_E$	$S_E$
	Τάσεις, σ	$FL^{-2}$	$S_E$	$S_E$
Υλικών	Λόγος Poisson,		1	1
	Πυκνότητα, ρ	$FL^{-3}$	$S_E/S_L$	αγνοείται

### 2.5.3.3 Ομοιώματα για δοκιμές σε σεισμική τράπεζα

Η σεισμική διέγερση αποτελεί σημαντική φόρτιση για τον σχεδιασμό των κατασκευών. Σε πειραματικές δόκιμες αυτού του είδους το προσομοίωμα πρέπει να μπορεί να εισέρχεται στη μη γραμμική περιοχή της απόκρισής του. Οι συνθήκες ομοιότητας που πρέπει να τηρούνται αφορούν τον λόγο των δυνάμεων αδράνειας προς τις ελαστικές δυνάμεις, αλλά και τον λόγο των δυνάμεων αδράνειας προς τις βαρυτικές δυνάμεις. Για μια όσο το δυνατόν ακριβέστερη προσομοίωση της μη γραμμικής δυναμικής συμπεριφοράς των κατασκευών πρέπει να ικανοποιούνται και οι δυο παραπάνω συνθήκες ομοιότητας. Οι συντελεστές ομοιότητας, σύμφωνα με τα παραπάνω, οι οποίοι προκύπτουν με εφαρμογή της διαστατικής ανάλυσης συνοψίζονται στον Πίνακα 2.7



Σχ. 2.37 Σεισμική τράπεζα EMPI. (<http://lee.civil.ntua.gr>)



Πίνακας 2.7 Συντελεστές κλίμακας για σεισμική απόκριση κατασκευών. (Μπούσιας 2015)

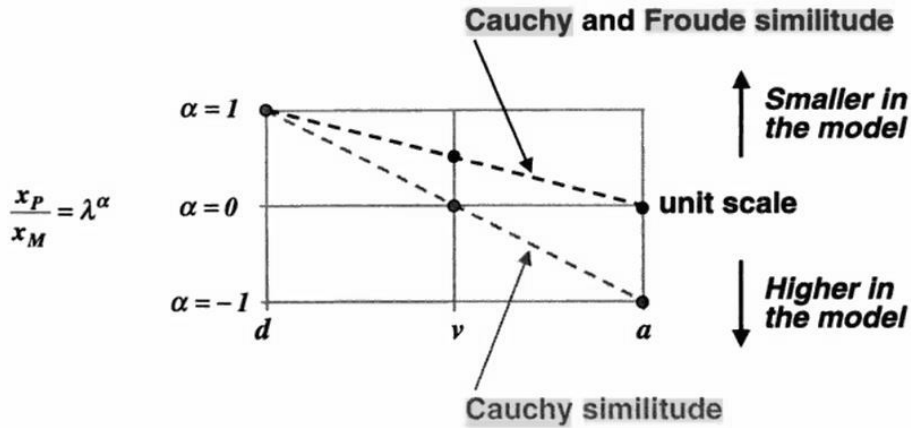
		Συντελεστές κλίμακας			
(1)	(2)	Διάσταση	Ακριβής κλίμακα	Προσομοίωση πρόσθετης μάζας	Χωρίς δυνάμεις βαρύτητας
		(3)	(4)	(5)	(6)
Φόρτιση	Δύναμη	F	$S_E S_L^2$	$S_E S_L^2$	$S_E S_L^2$
	Επιτάχυνση	$LT^{-2}$	1	1	$1/S_L$
	Βαρύτητα	$LT^{-2}$	1	1	1
	Ταχύτητα	$LT^{-1}$	$S_L^{1/2}$	$S_L^{1/2}$	$S_L$
	Χρόνος	T	$S_L^{1/2}$	$S_L^{1/2}$	$S_L$
Γεωμετρία	Μετακίνηση	L	$S_L$	$S_L$	$S_L$
	Συχνότητα	$T^{-1}$	$1/(S_L^{1/2})$	$1/(S_L^{1/2})$	$1/S_L$
Ιδιότητες Υλικών	Ελαστικότητα	$FL^{-2}$	$S_E$	$S_E$	1
	Τάσεις	$FL^{-2}$	$S_E$	$S_E$	1
	Παραμόρφωση	—	1	1	1
	Λόγος Poisson	—	1	1	1
	Πυκνότητα	$FL^{-4}T^2$	$S_E/S_L$	*	1

(\*)  $(\rho g L/E)_m = (\rho g L/E)_p$

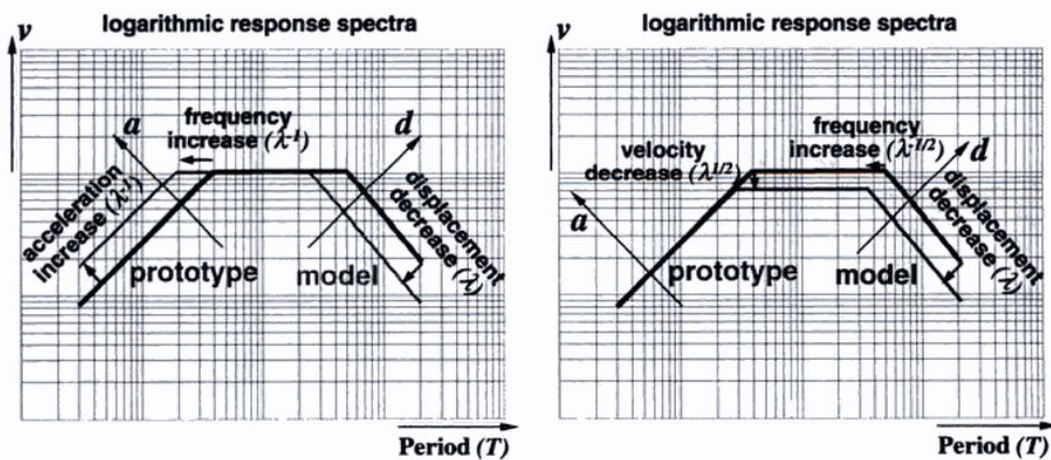
Αν υπάρχει ανάγκη για χρήση του υλικού της πρωτότυπης κατασκευής και στο ομοίωμα, τότε ο συντελεστής ομοιότητας της πυκνότητας του υλικού του ομοιώματος είναι αντιστρόφως ανάλογος της γραμμικής κλίμακας. Για παράδειγμα σε ομοίωμα κατασκευασμένο από σκυρόδεμα που αφορά πρωτότυπη κατασκευή σκυροδέματος, με γραμμική κλίμακα  $S_L=5$  ο συντελεστής πυκνότητας είναι  $S_E/S_L=1/5$ . Προκύπτει δηλαδή πυκνότητα υλικού ομοιώματος 5πλάσια του πρωτοτύπου. Τέτοιο σκυρόδεμα δεν μπορεί να παρασκευαστεί. Για να ξεπεράσουμε το πρόβλημα αυτό προσθέτουμε μάζα στο δοκίμιο σε μορφή πλακών μολύβδου ή χάλυβα. Με τον τρόπο αυτό ικανοποιείται η ομοιότητα πυκνοτήτων με ισοδύναμο τρόπο. Οι συντελεστές ομοιότητας με προσομοίωση πρόσθετης μάζας φαίνονται στη στήλη (5) του Πίνακα 2.7

Πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι στα ομοιώματα για δοκιμές σε σεισμική τράπεζα ο συντελεστής ομοιότητας για τη επιτάχυνση είναι μονάδα η δε κλίμακα του χρόνου ισούται με την ρίζα της γεωμετρικής κλίμακας  $((S_L)^{0.5})$ . Τα επιταχυνσιογραφήματα που εφαρμόζονται στο δοκίμιο παρουσιάζουν τις ίδιες επιταχύνσεις με τα πρωτότυπα, ο δε χρόνος συμπίεζεται με συντελεστή  $1/(S_L)^{0.5}$ . Από την συμπίεση του χρόνου προκύπτει μικρότερη διάρκεια διέγερσης και υψηλότερο συχνοτικό περιεχόμενο σε σχέση με την πρωτότυπη.

Οι συντελεστές ομοιότητας έχουν επίπτωση στα μεγέθη κίνησης (επιτάχυνση, ταχύτητα, μετακίνηση) καθώς και στο φάσμα απόκρισης. Ο συντελεστής ( $\alpha$ ) στο Σχ. 2.38 είναι ο εκθέτης της γεωμετρικής κλίμακας που παρέχει τις κατάλληλες τιμές συντελεστών κλίμακας για ένα από τα μεγέθη κίνησης ( $a$  (επιτάχυνση),  $v$  (ταχύτητα),  $d$  (μετακίνηση)) Σχ. 2.39.



Σχ. 2.38 Ομοιότητα των μεγεθών κίνησης. (Μπούσιας 2015)



Σχ. 2.39 Προσδιορισμός ομοιότητας της διέγερσης. (Μπούσιας 2015)

Στη στήλη (6) του Πίνακα 2.7 φαίνονται οι συντελεστές ομοιότητας για την ειδική περίπτωση ομοιώματος το οποίο είναι κατασκευασμένο με το υλικό του πρωτοτύπου και στο οποίο αγνοούνται οι δυνάμεις βαρύτητας.

Ένα σημείο που χρήζει ιδιαίτερης προσοχής είναι η ενδεχόμενη αλληλεπίδραση ομοιώματος σεισμικής τράπεζας όταν χρησιμοποιούνται δοκίμια με μάζα που πλησιάζει αυτήν της τράπεζας.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί και στο σύστημα καταγραφής δεδομένων. Κατά τη διάρκεια των πειραμάτων συλλέγονται δεδομένα από αισθητήρες όπως μηκυνσιόμετρα, αισθητήρες μετατοπίσεων, αισθητήρες δυνάμεων, επιταχυνσιόμετρα, κ.α.. Τα δεδομένα αυτά έχουν την μορφή αναλογικών σημάτων, τα οποία στη συνέχεια μετατρέπονται σε ψηφιακή μορφή και αποθηκεύονται για περαιτέρω επεξεργασία. Λόγω του ότι οι δοκιμές σε σεισμική τράπεζα γίνονται σε πραγματικό χρόνο, οι καταγραφές των σημάτων πρέπει να γίνονται με υψηλή συχνότητα δειγματοληψίας ώστε να είναι εφικτή η ανακατασκευή τους.

#### 2.5.3.4 Επιλογή γεωμετρικής κλίμακας δοκιμίων.

Τα μεγάλου μεγέθους ομοιώματα απαιτούν διατάξεις φόρτισης που διαθέτουν μεγάλη ικανότητα επιβολής φορτίου. Τα μικρού μεγέθους ομοιώματα απαιτούν μικρό φορτίο αλλά εμφανίζουν δυσκολίες στη κατασκευή τους (επιλογή κατάλληλου υλικού), τη φόρτιση και την τοποθέτηση των αισθητήρων. Για κάθε δοκίμιο, ανάλογα του σκοπού για τον οποίο κατασκευάζεται, υπάρχει ένας ιδανικός συντελεστής κλίμακας. Τυπικοί ενδεικτικοί συντελεστές κλίμακας για διαφόρους τύπους κατασκευών συνοψίζονται στον Πίνακα 2.8

Πίνακας 2.8 Τυπικοί συντελεστές κλίμακας. (Μπούσιας 2015)

Είδος Κατασκευής	Ελαστικό ομοίωμα	Ομοίωμα αντοχής
Στέγη κέλυφος	1/200 έως 1/50	1/30 έως 1/10
Οδογέφυρα	1/25	1/20 έως ¼
Πυρηνικός Αντιδραστήρας	1/100 έως 1/50	1/20 έως ¼
Πλάκα	1/25	1/20 έως ¼
Φράγμα	1/400	1/75

Τα στοιχεία του Πίνακα 2.8 είναι υπό αναθεώρηση δεδομένου ότι με την πρόοδο της τεχνολογίας ο διαθέσιμος εξοπλισμός στα σύγχρονα εργαστήρια δοκιμών μας επιτρέπει τη χρήση ομοιωμάτων σε μικρότερη κλίμακα.

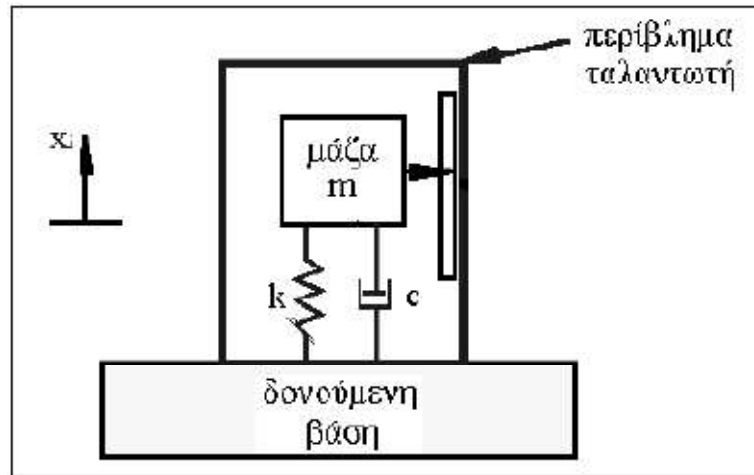
### 2.5.4 Επιταχυνσιογράφοι

#### 2.5.4.1 Γενικά

Οι επιταχυνσιογράφοι είναι κατά βάση όργανα που καταγράφουν εδαφικές επιταχύνσεις λόγω σεισμού. Παράλληλα μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην παρακολούθηση εύκαμπτων κατασκευών. Η επεξεργασία (αριθμητική ολοκλήρωση) των καταγεγραμμένων τιμών επιτάχυνσης μας επιτρέπει τον υπολογισμό των τιμών ταχύτητας και μετακίνησης οι οποίες οφείλονται σε δυναμικές φορτίσεις.

#### 2.5.4.2 Είδη επιταχυνσιογράφων

Η καταγραφή της επιτάχυνσης και των μεταβολών της αποτελεί σημαντικό στοιχείο για την ανάλυση της δυναμικής απόκρισης των κατασκευών υπό σεισμική φόρτιση. Ο επιταχυνσιογράφος είναι μια συσκευή που χρησιμοποιείται εδώ και πολλές δεκαετίες για την καταγραφή τέτοιου είδους μετρήσεων. Στη βασική του μορφή (Σχ. 2.40) αποτελείται από ένα σύστημα μάζας – ελατηρίου – αποσβεστήρα και λειτουργεί με βάση τις αρχές του μονοβάθμιου ταλαντωτή.



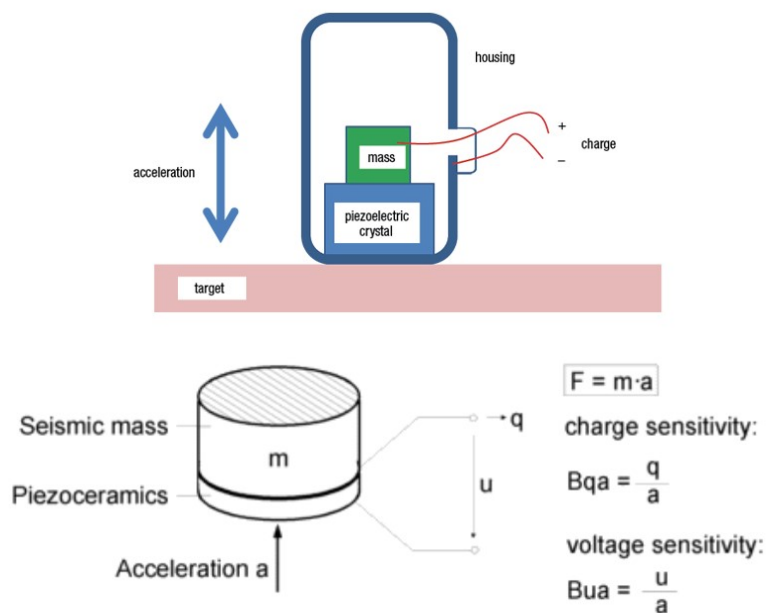
Σχ. 2.40 Αρχή λειτουργίας επιταχυνσιογράφου. (Ψιμούλης 2005)

Τα κυριότερα είδη επιταχυνσιογράφων είναι:

- Πιεζοηλεκτρικός επιταχυνσιογράφος
- Πιεζοωμικός επιταχυνσιογράφος
- Επιμηκυνσιομετρικός επιταχυνσιογράφος
- Επιταχυνσιογράφος τύπου MEMS

Πιεζοηλεκτρικός επιταχυνσιογράφος (Σχ. 2.41)

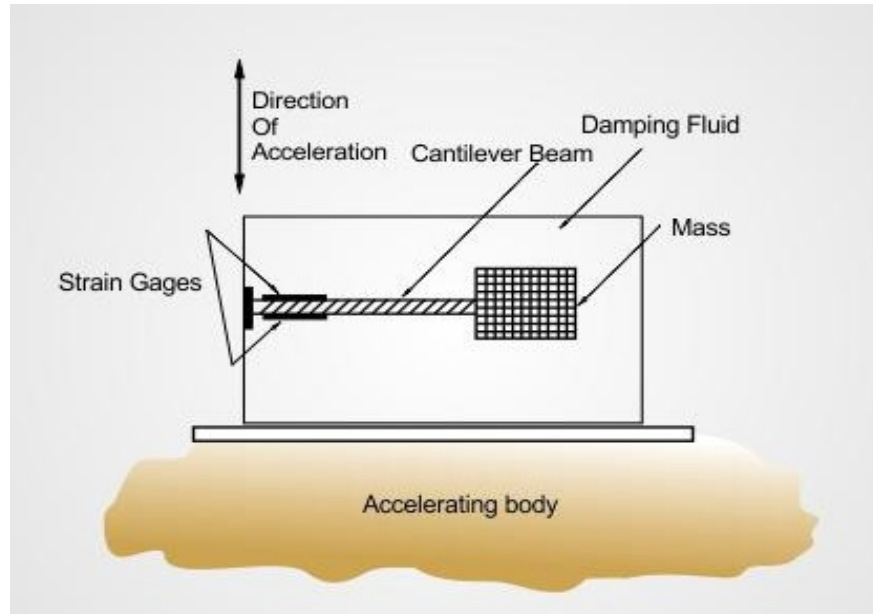
Βασίζονται στο ευθύ πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο κατά το οποίο εφαρμόζοντας πίεση ή ταλάντωση σε κρυσταλλικά ή σύνθετα κεραμικά υλικά αυτά παράγουν ηλεκτρική τάση. Η τάση αυτή είναι ανάλογη της επιτάχυνσης που έχει επιβληθεί.



Σχ. 2.41 Πιεζοηλεκτρικός επιταχυνσιογράφος αρχή λειτουργίας. (<http://www.mmf.de>), ([www.ctemag.com](http://www.ctemag.com))

### Πιεζοωμικός επιταχυνσιογράφος (Σχ. 2.42)

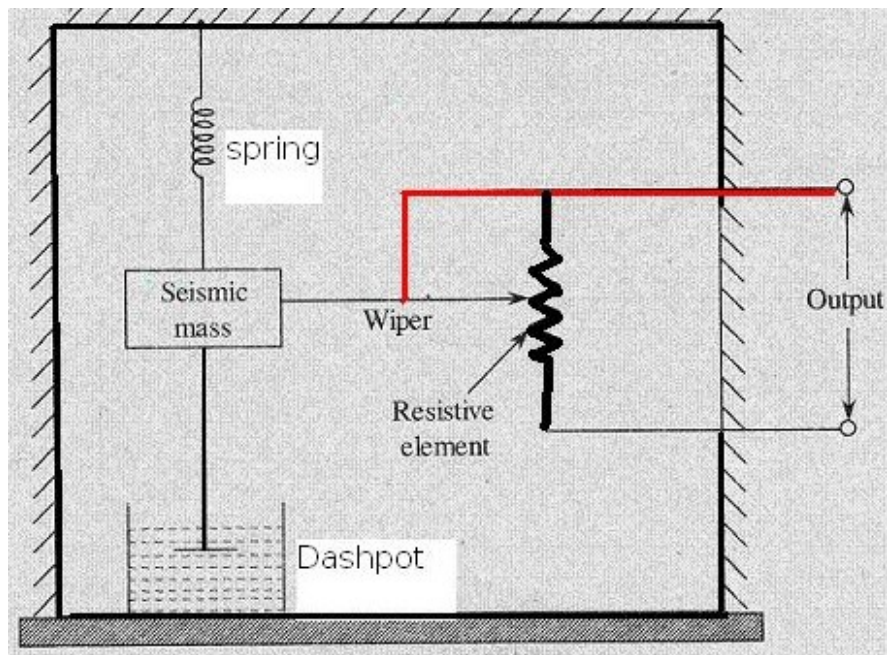
Οι αισθητήρες αυτοί δεν χρησιμοποιούν ελατήριο. Στο ηλεκτρικό τους κύκλωμα η μάζα λειτουργεί ως διακόπτης. Οποιαδήποτε ταλάντωση διεγείρει την μάζα-διακόπτη και το κύκλωμα ανοιγοκλείνει. Η παραγόμενη τάση είναι ανάλογη της επιτάχυνσης.



Σχ. 2.42 Πιεζοωμικός επιταχυνσιογράφος. ([//wiki.metropolisia.fi](http://wiki.metropolisia.fi))

### Επιμηκνσιομετρικός επιταχυνσιογράφος (Σχ. 2.43)

Πρόκειται για την πιο απλή μορφή επιταχυνσιογράφου. Αποτελείται από μια μάζα συνδεδεμένη με ελατήριο και αποσβεστήρα.

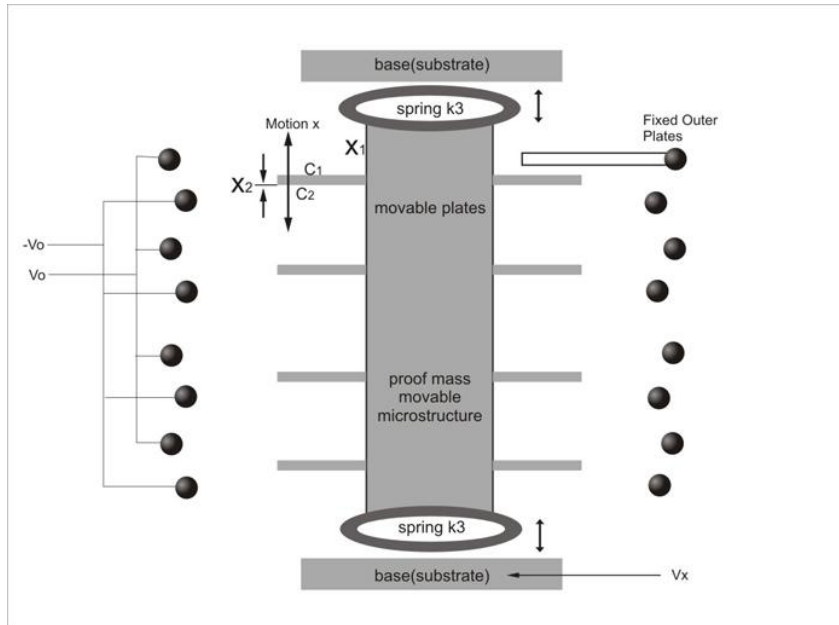


Σχ. 2.43 Επιμηκνσιομετρικός επιταχυνσιογράφος. ([//wiki.metropolisia.fi](http://wiki.metropolisia.fi))



### Επιταχυνσιογράφος τύπου MEMS (Σχ. 2.44)

Η ραγδαία ανάπτυξη της μικροηλεκτρονικής επέτρεψε την κατασκευή ηλεκτρομηχανικών ολοκληρωμάτων κυκλωμάτων χαμηλού κόστους. Στους επιταχυνσιογράφους αυτού του είδους κατά την κίνηση της μάζας του αισθητήρα προκαλείται μεταβολή στην χωρητικότητα των πυκνωτών του κυκλώματος. Η επιτάχυνση είναι ανάλογη της μεταβολής της χωρητικότητας.



Σχ. 2.44 Αρχή λειτουργίας επιταχυνσιογράφου τύπου MEMS. ([//wiki.metropolisia.fi](http://wiki.metropolisia.fi))

Το SeismoBug που φαίνεται στο Σχ. 2.45 είναι ένας αυτόνομος διαξονικός επιταχυνσιογράφος χαμηλού κόστους τύπου MEMS που αναπτύχθηκε από τον ΟΑΣΠ-ΙΤΣΑΚ.



Σχ. 2.45 Επιταχυνσιογράφος SeismoBug. ([www.seismobug.com](http://www.seismobug.com))

### 2.5.4.3 Μειονεκτήματα επιταχυνσιογράφων

Η παρακολούθηση κατασκευών μέσω καταγραφής της επιτάχυνσης έχει αρκετά μειονεκτήματα όπως είναι τα εξής:

- Οι καταγραφές απαιτούν επεξεργασία, έτσι δεν είναι δυνατή η παρακολούθηση της κατασκευής σε πραγματικό χρόνο.
- Ταλαντώσεις που χαρακτηρίζονται από μικρή συχνότητα ή μικρό εύρος γίνονται δύσκολα αντιληπτές. Η χρήση επιταχυνσιογράφων για την παρακολούθηση της δυναμικής συμπεριφοράς κατασκευών από φορτίσεις ανέμου ή θερμοκρασιακής μεταβολής κρίνεται ακατάλληλη.
- Οι ταχύτητες και μετακινήσεις προκύπτουν από τις καταγεγραμμένες επιταχύνσεις με αριθμητική ολοκλήρωση των τιμών της επιτάχυνσης. Λόγω του νόμου της μετάδοσης των σφαλμάτων κατά τον υπολογισμό ταχύτητας και μετακίνησης παρατηρείται συσσώρευση σφαλμάτων.

### 2.5.4.4 Διόρθωση καταγράφων επιτάχυνσης

Σε μια ιδανική καταγραφή επιταχύνσεων θα υπήρχε μια γραμμή βάσης όπου δεν παρατηρούνται σήματα. Λόγω των συνθηκών κατά τη διάρκεια των πειραματικών μετρήσεων η γραμμή βάσης εκτρέπεται από το αρχικό της επίπεδο. Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι για τον υπολογισμό της γραμμής βάσης. Μια από αυτές είναι ο υπολογισμός του πολωνύμου που περιγράφει την γραμμή βάσης με την μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων. Η διόρθωση της γραμμής βάσης συνίσταται στον υπολογισμό του κατάλληλου πολωνύμου και αφαίρεσής του από την αρχική καταγραφή. Μια μικρή εκτροπή της γραμμής βάσης στις καταγεγραμμένες επιταχύνσεις προκαλεί μια γραμμική εκτροπή της καμπύλης των υπολογιζόμενων ταχυτήτων, ενώ η εκτροπή στην κυματομορφή των υπολογιζόμενων μετακινήσεων έχει συμπεριφορά καμπύλης δευτέρου βαθμού.

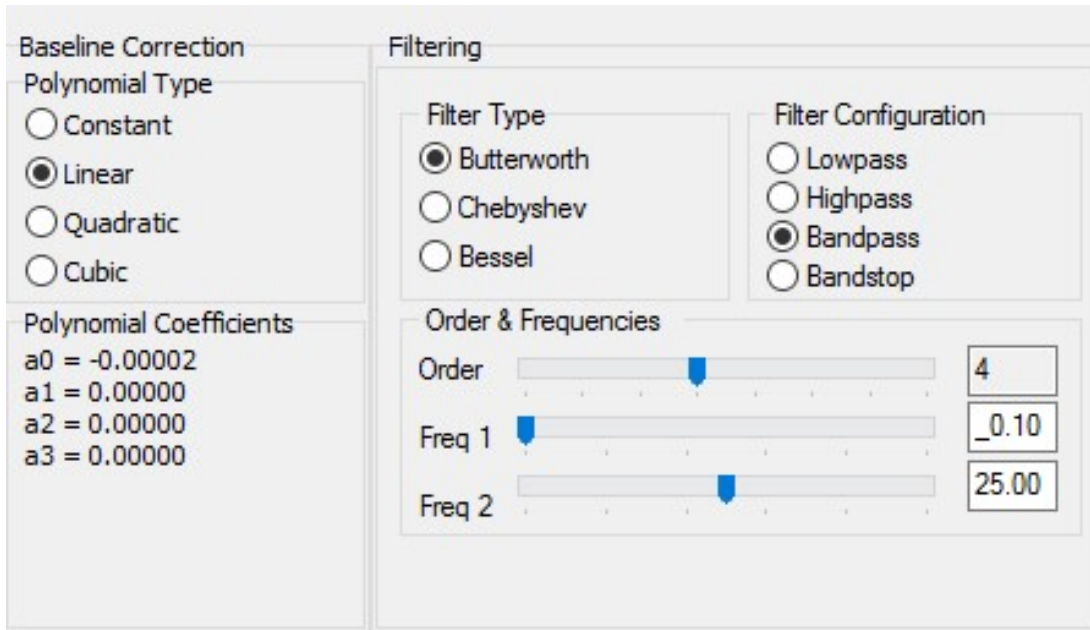
Το λογισμικό SeismoSignal 2016 προσφέρει την δυνατότητα χρησιμοποίησης πολωνύμων:

- Συνεχών  $y = a_0$
- Γραμμικών  $y = a_0 + a_1x$
- Τετραγωνικών  $y = a_0 + a_1x + a_2x^2$
- Κυβικών  $y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3$

Για την απομάκρυνση ανεπιθύμητων συχνοτήτων από τις καταγραφές των επιταχύνσεων μπορούν να χρησιμοποιηθούν και κατάλληλα ψηφιακά φίλτρα. Τα φίλτρα αυτά χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

- Χαμηλοπερατά
- Υψηλοπερατά
- Ζωνοπερατά

Στο λογισμικό SeismoSignal 2016 υπάρχει η δυνατότητα εφαρμογής των παραπάνω φίλτρων σε τρεις κλασικούς τύπους Butterworth, Chebyshev, Bessel. Στο Σχ. 2.46 φαίνονται οι διαθέσιμες επιλογές παραμέτρων για τον προσδιορισμό της συνάρτησης της γραμμής βάσης (Baseline) και των τύπων ψηφιακών φίλτρων.



Σχ. 2.46 Επιλογές για προσδιορισμό γραμμής βάσης και ψηφιακών φίλτρων.

Η χρήση των ψηφιακών φίλτρων πρέπει να γίνεται με μεγάλη προσοχή. Η επιλογή του τύπου, των συχνοτήτων αποκοπής, καθώς και η τάξη του φίλτρου, μπορούν να επηρεάσουν τα εν συνεχεία υπολογιζόμενα μεγέθη ταχύτητας και μετακίνησης. Από μια προκαταρκτική ανάλυση Fourier της καταγεγραμμένης επιτάχυνσης, προσδιορίζουμε την περιοχή των συχνοτήτων που μας ενδιαφέρει, καθώς και το συχνοτικό περιεχόμενο του θορύβου. Για την πλειονότητα των εφαρμογών από το λογισμικό SeismoSignal 2016 προτείνεται η χρήση φίλτρων τύπου Butterworth λόγω της επίπεδης απόκρισής τους στη ζώνη διέλευσης.

Ένας πιο σύνθετος τρόπος διόρθωσης καταγράφων επιτάχυνσης είναι ο συνδυασμός των παραπάνω. Σε πρώτη φάση γίνεται διόρθωση της γραμμής βάσεως της καταγραφής, σε δεύτερη φάση γίνεται διόρθωση με εφαρμογή του κατάλληλου ψηφιακού φίλτρου. Ακολουθεί η αριθμητική ολοκλήρωση της χρονοϊστορίας επιταχύνσεων για τον υπολογισμό των ταχυτήτων. Τρίτο βήμα η αφαίρεση της αρχικής ταχύτητας από τη παραπάνω προκύπτουσα κυματομορφή ταχυτήτων. Τέλος, με αριθμητική ολοκλήρωση της διορθωμένης χρονοϊστορίας ταχυτήτων προκύπτει η κυματομορφή μετακινήσεων.



### 2.5.4.5 Μετασχηματισμός Fourier

Μετά την ψηφιοποίηση των δεδομένων, αυτά υπόκεινται στο πρώτο στάδιο της αριθμητικής τους επεξεργασίας που είναι ο υπολογισμός του φάσματος συχνοτήτων τους. Για μια πιο εποπτική περιγραφή του περιεχομένου των συχνοτήτων της καταγεγραμμένης επιτάχυνσης χρειάζεται κάποια μορφή καμπύλης του φάσματος συχνοτήτων. Η πιο συνηθισμένη μορφή καμπύλης είναι το φάσμα πλάτους Fourier. Για να υπολογίσουμε το φάσμα πλάτους Fourier θα πρέπει να εφαρμόσουμε στα δεδομένα το μετασχηματισμό Fourier (Fourier Transformation, FT). Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή, μια φυσική ποσότητα μπορεί να παρασταθεί είτε στο πεδίο των χρόνων από τις τιμές μιας συνάρτησης  $f(t)$ , είτε στο πεδίο των συχνοτήτων, όπου η ποσότητα αυτή μπορεί να παρασταθεί από το πλάτος της  $H(f)$ . Θεωρούμε τις  $f(t)$  και  $H(f)$  σαν διαφορετικές παραστάσεις της ίδιας συνάρτησης. Οι δύο αυτές ισοδύναμες παραστάσεις δίνονται από τις εξισώσεις του μετασχηματισμού Fourier που είναι:

$$H(f) = \int_{-\infty}^{\infty} h(t)e^{2\pi ift} dt \quad (2.7)$$

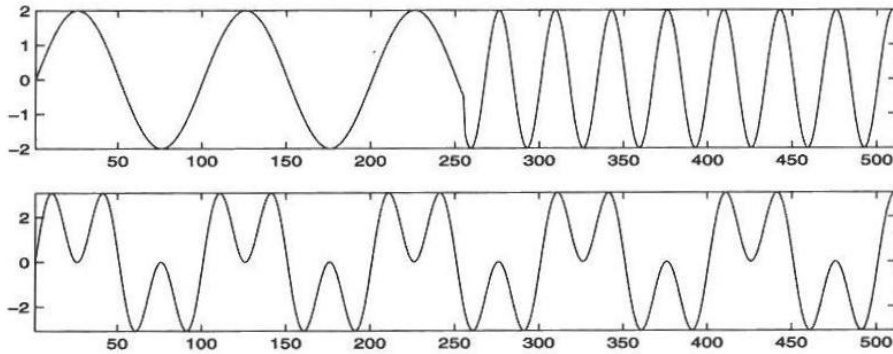
$$h(t) = \int_{-\infty}^{\infty} H(f)e^{-2\pi ift} df$$

Οι καταγεγραμμένες επιταχύνσεις δεν αποτελούν συνεχείς συναρτήσεις αλλά διακριτά σημεία. Οι προηγούμενες σχέσεις (2.7) ισχύουν μόνο για μετασχηματισμό συνεχών συναρτήσεων. Για να μπορέσουν να μετασχηματιστούν τα διακριτά σημεία των ψηφιοποιημένων καταγραφών θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν οι αντίστοιχοι τύποι του μετασχηματισμού Fourier που είναι :

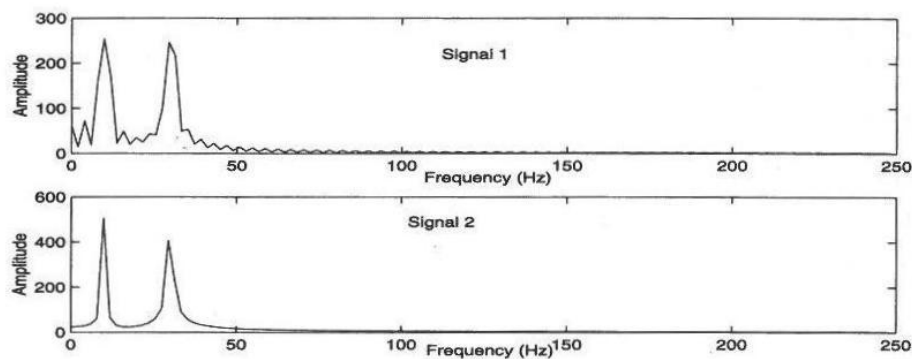
$$H_n \equiv \sum_{k=0}^{N-1} h_k e^{2\pi i kn / N} \quad (2.8)$$

$$h_k = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} H_n e^{-2\pi i kn / N}$$

Όπως είναι γνωστό με την ανάλυση Fourier στο μετασχηματισμένο σήμα δεν υπάρχει η πληροφορία του χρόνου. Στα σήματα που φαίνονται στο Σχ. 2.47 στο μεν πρώτο οι δυο συνιστώσες συχνότητες διαδέχονται η μια την άλλη, στο δε δεύτερο συνυπάρχουν. Η απεικόνιση των κυματομορφών στο πεδίο των συχνοτήτων των δυο σημάτων (Σχ. 2.48) είναι ίδιες.



Σχ. 2.47 Σήματα στο πεδίο του χρόνου.



Σχ. 2.48 Σήματα στο πεδίο των συχνοτήτων (ανάλυση Fourier).

Δηλαδή δεν είναι γνωστό πότε εμφανίζεται η κάθε συχνότητα. Αυτό σημαίνει ότι δεν γνωρίζουμε αν οι συνιστώσες συχνότητες συνυπάρχουν στο σήμα ή αν κάποια προηγείται και κάποια έπεται. Λύση στο παραπάνω πρόβλημα αποτελεί ο τμηματικός μετασχηματισμός Fourier του σήματος, τεμαχίζοντάς το σε ίσα τμήματα μικρής χρονικής διάρκειας.

#### 2.5.4.6 Συχνότητα δειγματοληψίας

Όταν γίνεται δειγματοληψία ενός αναλογικού σήματος με μια συχνότητα  $f_s$  το συχνοτικό του περιεχόμενο είναι πιθανό να αλλοιωθεί κατά την ανακατασκευή του λόγω του φαινομένου της αναδίπλωσης συχνοτήτων. Η αναδίπλωση συχνοτήτων γίνεται με βάση δυο κανόνες:

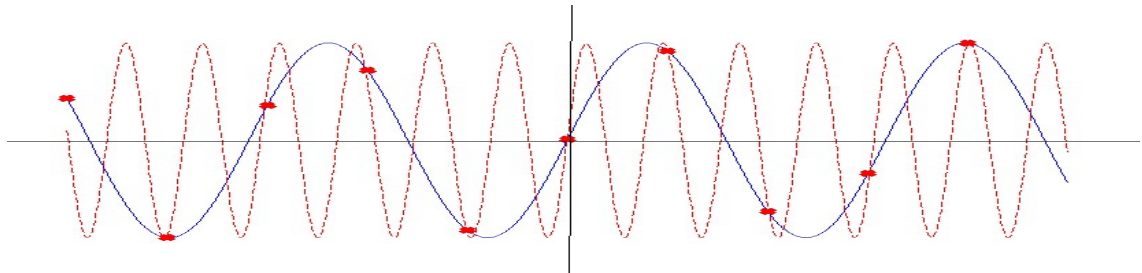
1<sup>ος</sup> κανόνας.

Συχνότητες οι οποίες στο αρχικό σήμα είναι μεγαλύτερες από τη συχνότητα δειγματοληψίας χάνουν ακέραια πολλαπλάσια της συχνότητας δειγματοληψίας και εμφανίζονται στο διάστημα  $[0, f_s)$ . Αν για παράδειγμα μια συχνότητα  $f_a$  στο αρχικό σήμα είναι ίση με  $f_a = k * f_s + f_a'$  τότε αυτή θα αναδιπλωθεί στη συχνότητα  $f_a'$  η οποία ανήκει στο διάστημα  $[0, f_s)$  και έχει χάσει  $k$  ακέραια πολλαπλάσια.

2<sup>ος</sup> κανόνας.

Επιπρόσθετα, αν η συχνότητα  $f_a$  ανήκει στο διάστημα  $(f_s/2, f_s)$  τότε αυτή υφίσταται επιπλέον αναδίπλωση και μάλιστα αντικατοπτρίζεται στη συμμετρική της ως προς την συχνότητα  $f_s/2$ .

Στο Σχ. 2.49 φαίνεται με την μπλε συνεχή γραμμή ένα ημιτονικό σήμα. Το σήμα αυτό δειγματοληπτείται με τα σημεία που εμφανίζονται οι κόκκινες κουκίδες. Παρατηρούμε ότι από τα σημεία δειγματοληψίας διέρχεται και άλλης συχνότητας ημιτονικό σήμα. Επομένως με την δεδομένη δειγματοληψία δεν είναι δυνατή η ανακατασκευή του αρχικού σήματος.



Σχ. 2.49 Δειγματοληψία σήματος.

Έτσι προκύπτει το Θεώρημα Δειγματοληψίας Shannon, σύμφωνα με το οποίο:

Ένα σήμα  $x_a(t)$  συνεχούς χρόνου το οποίο δεν περιέχει συχνότητες μεγαλύτερες της  $f_m$  μπορεί να ανακατασκευαστεί ακριβώς από τα δείγματα  $x_n = x_a(nT_s)$ , εάν η συχνότητα δειγματοληψίας ικανοποιεί  $f_s \geq 2f_m$ .

Η τιμή  $f_s = 2f_m$  καλείται *όριο Nyquist* και αποτελεί τη μικρότερη δυνατή συχνότητα δειγματοληψίας που επιτρέπει την ακριβή ανακατασκευή ενός αναλογικού σήματος, πεπερασμένου εύρους ζώνης, από τα δείγματά του.

## 2.6 ΜΟΝΟΒΑΘΜΙΟΣ ΤΑΛΑΝΤΩΤΗΣ

### 2.6.1 Ταλάντωση λόγω αρμονικής διέγερσης

Η μάζα του μονοβάθμιου ταλαντωτή διεγείρεται από μια αρμονική ημιτονοειδή επιτάχυνση της μορφής  $\ddot{u}_g(t) \sin(\Omega t)$ .

Η εξίσωση που περιγράφει την ταλάντωση του ταλαντωτή μπορεί να προσδιοριστεί κάνοντας χρήση της αρχής d'Alembert :

$$m\ddot{u}(t) + c\dot{u}(t) + ku(t) = -m\ddot{u}_g(t) \sin(\Omega t) \quad (2.9)$$

όπου :

$\ddot{u}_g$  : Η επιτάχυνση του εδάφους

$\ddot{u}(t)$ : Η επιτάχυνση της μάζας συναρτήσει του χρόνου

$\dot{u}(t)$ : Η ταχύτητα της μάζας συναρτήσει του χρόνου

$u(t)$ : Η μετακίνηση της μάζας συναρτήσει του χρόνου

$\Omega$  : Η κυκλική συχνότητα διέγερσης

Η επίλυση της παραπάνω διαφορικής εξίσωσης προσδιορίζεται ως άθροισμα της γενικής λύσης (κίνηση του ταλαντωτή λόγω ελεύθερης ταλάντωσης) και της ειδικής λύσης (κίνηση του ταλαντωτή εξαιτίας της εξαναγκασμένης αρμονικής διέγερσης) σύμφωνα με την οποία :

$$u(t) = e^{-\zeta\omega t}(C_1 \cos\omega_D t + C_2 \sin\omega_D t) + (C_3 \sin\Omega t + C_4 \cos\Omega t) \quad (2.10)$$

όπου :

$C_1, C_2$  : Σταθερές που εξαρτώνται από τις αρχικές συνθήκες

$C_3, C_4$  : Σταθερές που υπολογίζονται από τα χαρακτηριστικά της εφαρμοζόμενης δύναμης

$\omega_D$  : Η ιδιοσυχνότητα του ταλαντωτή

$\zeta$  : Ο λόγος απόσβεσης

Η τελική σχέση που δίνει την μετακίνηση λόγω της αρμονικής διέγερσης είναι:

$$u(t) = D \frac{m\ddot{u}_g}{k} \cos(\Omega t - \varphi) \quad (2.11)$$

όπου

$\varphi$ : η διαφορά φάσης η οποία ορίζεται από την σχέση:

$$\tan \varphi = \frac{2\zeta\beta}{1 - \beta^2} \quad (2.12)$$

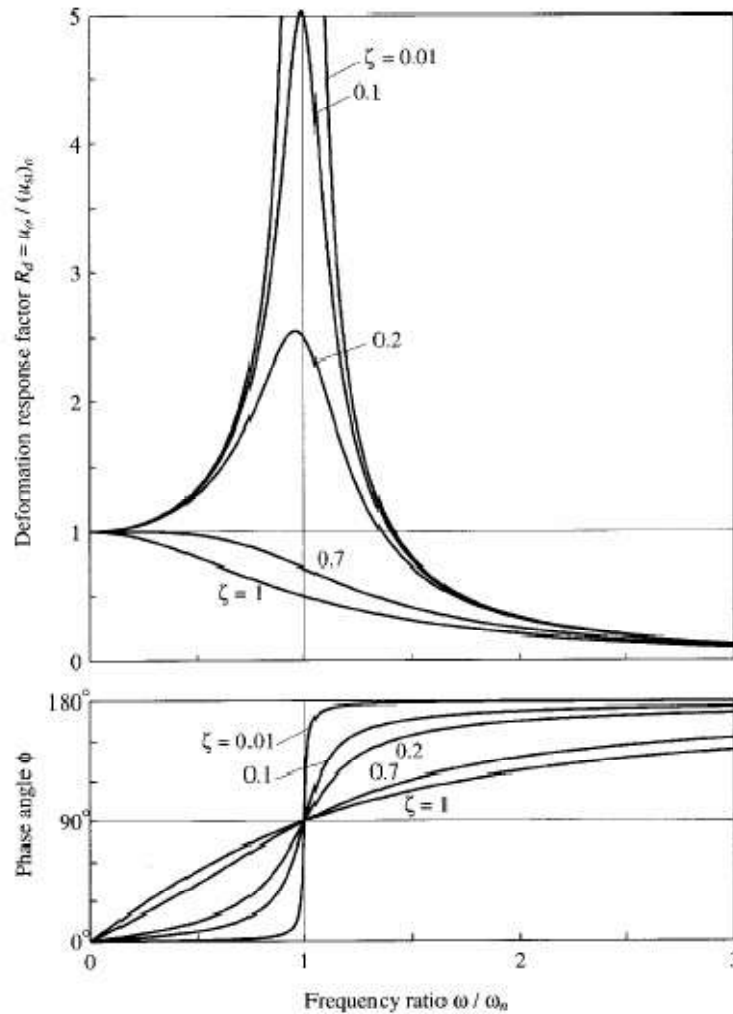
$D$ : ο συντελεστής δυναμικής ενίσχυσης, είναι ένας μεγεθυντικός παράγοντας, ο οποίος μεγεθύνει την στατική μετατόπιση δεδομένου ότι η φόρτιση του ταλαντωτή είναι δυναμική και προκύπτει από τη σχέση:

$$D = [(1 - \beta^2)^2 + (2\zeta\beta)^2]^{-1/2} \quad (2.13)$$

όπου:

$\beta$  ο λόγος της συχνότητας διέγερσης  $\Omega$  προς την ιδιοσυχνότητα  $\omega$  του μονοβάθμιου ταλαντωτή

Ο όρος  $m \ddot{u}_g / k$  εκφράζει την μετατόπιση του ταλαντωτή εάν η δύναμη της διέγερσης ήταν στατική.



Σχ. 2.50 Συντελεστής δυναμικής ενίσχυσης ( $D$ ) και διαφορά φάσης ( $\phi$ ).

Παρατηρώντας το Σχ. 2.50 βλέπουμε ότι:

- Όταν η συχνότητα διέγερσης τείνει στο μηδέν ( $\beta \rightarrow 0$ ) τότε η διέγερση εκφυλίζεται σε στατική ( $D \rightarrow 1$ ).
- Όταν η συχνότητα διέγερσης τείνει στην ιδιοσυχνότητα του ταλαντωτή ( $\beta \rightarrow 1$ ) τότε παρουσιάζονται το φαινόμενο του συντονισμού.
- Όταν η συχνότητα διέγερσης υπερβεί κατά πολύ την ιδιοσυχνότητα του ταλαντωτή ( $\beta > 2$ ) τότε ο ταλαντωτής δεν μπορεί να παρακολουθήσει τις εναλλαγές της διέγερσης με συνέπεια το εύρος ταλάντωσης να είναι μικρότερη του στατικού.

Η τιμή του λόγου ( $\beta$ ) η οποία μεγιστοποιεί τον συντελεστή δυναμικής ενίσχυσης ( $D$ ) δεν είναι η τιμή ( $\beta = 1$ ) αλλά:

$$\beta = \beta_0 = \sqrt{1 - 2\zeta^2} \quad (2.14)$$

Εάν  $D_{max}$  είναι η μέγιστη τιμή του συντελεστή δυναμικής ενίσχυσης για δεδομένη τιμή του λόγου απόσβεσης ( $\zeta$ ), οι τιμές του λόγου  $\beta_1$  και  $\beta_2$  που αντιστοιχούν στην τιμή  $D(\beta_1) = D(\beta_2) = D_{max}/\sqrt{2}$ , (με  $\beta_1 < \beta < \beta_2$ ) έχουν μεταξύ τους συχνοτική απόσταση:

$$\Delta\beta = \beta_2 - \beta_1 = \frac{\Omega_2 - \Omega_1}{\omega} \approx 2\zeta \quad (2.15)$$

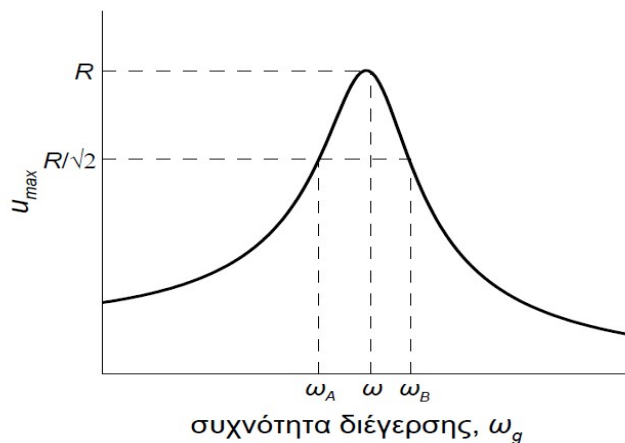
Η συχνοτική αυτή απόσταση  $\Delta\beta$  ονομάζεται διάστημα υποδιπλασιασμού ισχύος.

## 2.6.2 Πείραμα συντονισμού

Σύμφωνα με τα παραπάνω με το πείραμα συντονισμού μπορεί να υπολογιστεί η ιδιοσυχνότητα και η απόσβεση μιας κατασκευής. Το πείραμα συντονισμού εκτελείται ως εξής:

Επιβάλλονται ημιτονικές διεγέρσεις για διάφορες συχνότητες διέγερσης και για κάθε συχνότητα υπολογίζεται το πλάτος ταλάντωσης της κατασκευής.

Κατασκευάζεται η καμπύλη συντονισμού, η οποία δίνει το πλάτος απόκρισης ανάλογα με τη συχνότητα διέγερσης, όπως φαίνεται στο Σχ. 2.51



Σχ. 2.51 Υπολογισμός ιδιοσυχνότητας και απόσβεσης από το πείραμα συντονισμού. (Ψυχάρης 2015)

### Υπολογισμός ιδιοσυχνότητας

Για συνήθεις τιμές αποσβέσεων ( $\zeta \leq 0.20$ ), η μέγιστη τιμή της καμπύλης συντονισμού αντιστοιχεί προσεγγιστικά στην ιδιοσυχνότητα της κατασκευής.

### Υπολογισμός απόσβεσης

Από την καμπύλη συντονισμού υπολογίζονται οι συχνότητες  $\omega_A$  και  $\omega_B$  που αντιστοιχούν σε τιμή  $R/\sqrt{2}$ , όπου  $R$  η μέγιστη τιμή της καμπύλης. Ο συντελεστής απόσβεσης δίνεται από τη σχέση:

$$\zeta = \frac{\omega_B - \omega_A}{\omega_B + \omega_A} \quad (2.16)$$

## Κεφάλαιο 3

# ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΤΑΞΗΣ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΔΙΣΚΩΝ

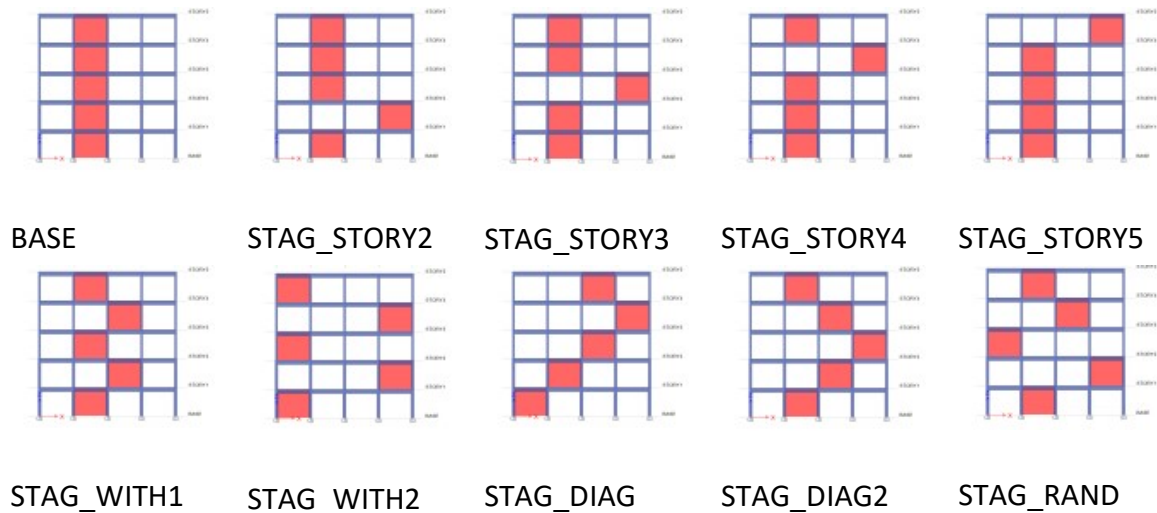
### 3.1 ΓΕΝΙΚΑ

Για να διερευνηθεί η αποτελεσματικότητα της ενίσχυσης ενός κτιρίου με την μέθοδο των μετατεταγμένων δίσκων επιλέχθηκε ένα τυπικό υφιστάμενο κτίριο ωπλισμένου σκυροδέματος της δεκαετίας του '60. Το κτίριο αυτό έχει μελετηθεί σύμφωνα με το Β.Δ.26/19-2-1959, είναι πενταώροφο με ύψος ορόφων 3.0 m και μήκος φατνωμάτων 3.5 m. Τα υποστυλώματά είναι 35x35 cm στο ισόγειο, 30x30 cm στον 1<sup>ο</sup> όροφο και 25x25 στις υπόλοιπες στάθμες, ενώ οι δοκοί έχουν διαστάσεις 20/50 cm. Στα Σχ. Α-1 έως Α-5 του Παραρτήματος Α φαίνονται οι ξυλότυποι όλων των ορόφων. Λόγω συμμετρίας για τις αναλύσεις επιλέχθηκε ένα μεσαίο πλαίσιο του κτιρίου με τέσσερα φατνώματα. Το κτίριο ενισχύθηκε με εμφανιζόμενα τοιχώματα σε ένα φάτνωμα κάθε ορόφου. Πραγματοποιήθηκαν ελαστικές αναλύσεις χρονοϊστορίας με χρήση του λογισμικού ETABS 2015. Η προσομοίωση των δοκών και των υποστυλωμάτων έγινε με γραμμικά στοιχεία, ενώ των τοιχωμάτων με επιφανειακά πεπερασμένα στοιχεία.

Οι διατάξεις που εξετάστηκαν και φαίνονται στο Σχ. 3.1 είναι:

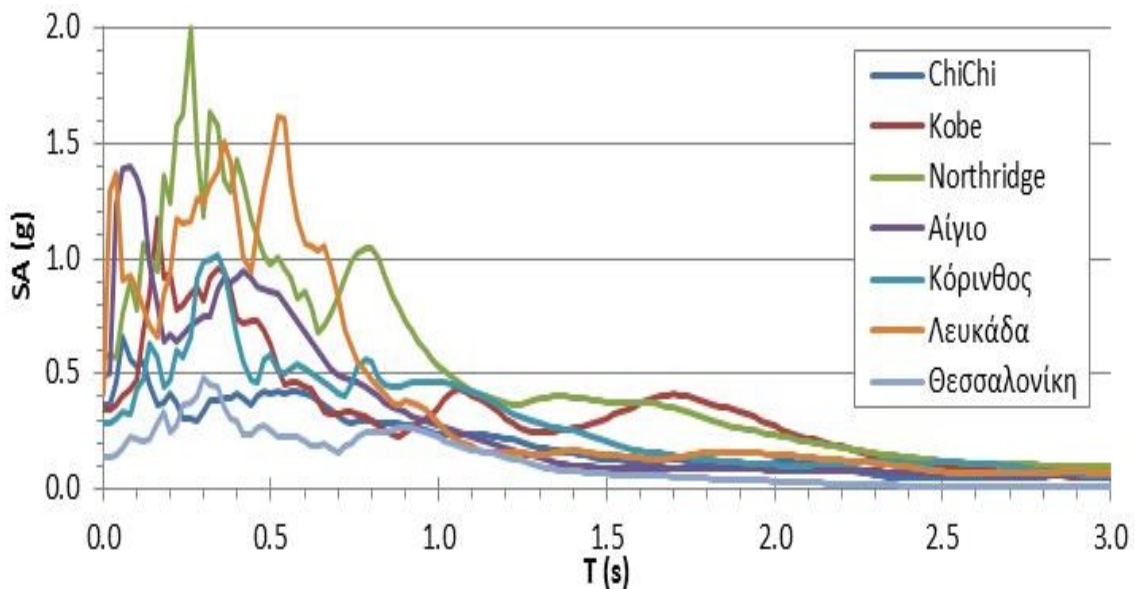
- η συνεχής καθ' ύψος διάταξη (BASE)
- διατάξεις με μια μόνο μετάταξη ανά όροφο (STAG\_STORY2,3,4,5)
- δυο διατάξεις μορφής Z (STAG\_WITH1,2)
- δυο διατάξεις μορφής διαγωνίου (STAG\_DIAG, STAG\_DIAG2)
- μετάταξη τυχαίας μορφής (STAG\_RAND)





Σχ. 3.1 Ενισχυμένο πλαίσιο με συνεχή τοιχώματα και πλαίσια με διαφορετικές μετατάξεις τοιχωμάτων.

Για τις δυναμικές αναλύσεις χρησιμοποιήθηκαν επτά καταγραφές σεισμών τόσο του Ελλαδικού χώρου (Θεσσαλονίκη 1978, Κόρινθος 1981, Αίγιο 1985, Λευκάδα 1999) όσο και διεθνείς (Northridge 1994, Kobe 1995, ChiChi 1999). Τα ελαστικά φάσματα αυτών των καταγραφών για ποσοστό απόσβεσης  $\zeta=5\%$  φαίνονται στο Σχ. 3.2.



Σχ. 3.2 Ελαστικά φάσματα για  $\zeta=5\%$  των σεισμικών διεγέρσεων.

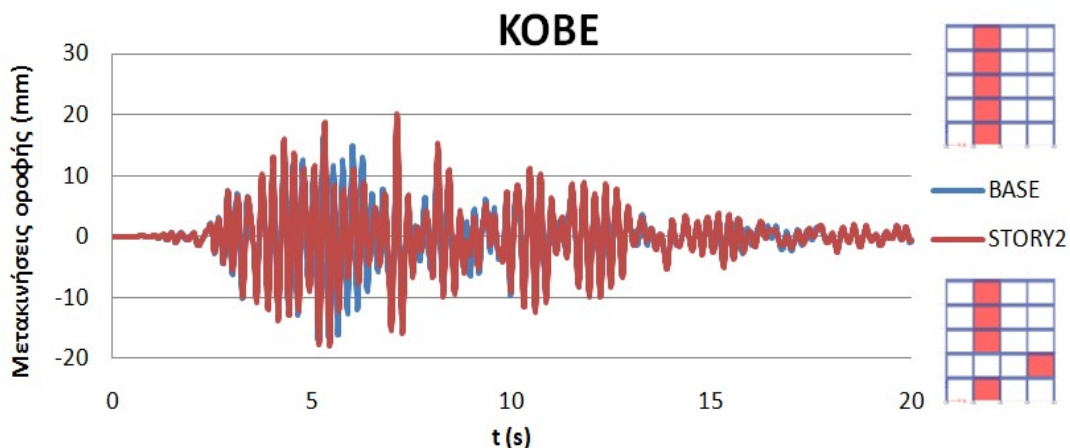
### 3.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Από την ιδιομορφική ανάλυση προκύπτουν οι ιδιοπερίοδοι των εξεταζομένων πλαισίων για τις πέντε ιδιομορφές και οι οποίες παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.1.

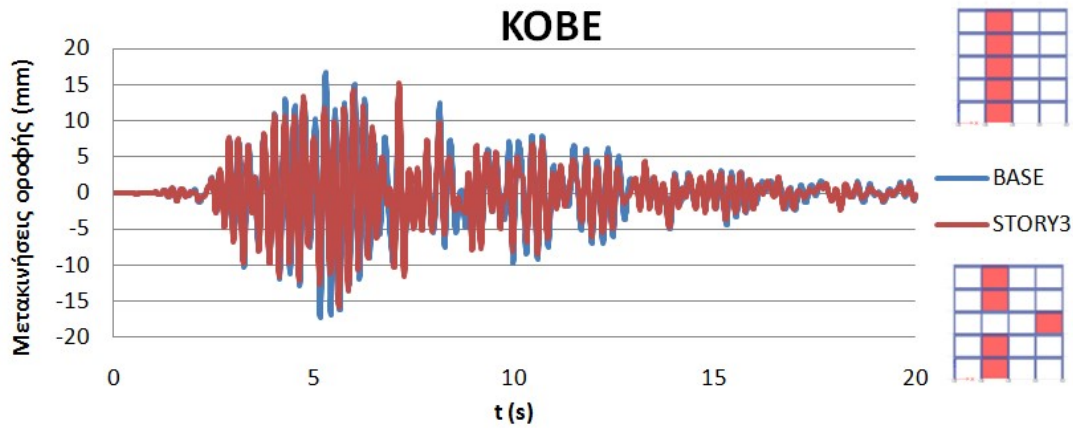
Πίνακας 3.1 Τιμές ιδιοπεριόδου για τα εξεταζόμενα πλαίσια.

Ιδιομορφή	1 <sup>η</sup>	2 <sup>η</sup>	3 <sup>η</sup>	4 <sup>η</sup>	5 <sup>η</sup>
Πλαίσιο	T (s)	T (s)	T (s)	T (s)	T (s)
BASE	0.250	0.058	0.031	0.027	0.025
STAG_STORY 2	0.261	0.083	0.034	0.028	0.025
STAG_STORY 3	0.239	0.072	0.047	0.028	0.026
STAG_STORY 4	0.227	0.070	0.045	0.032	0.026
STAG_STORY 5	0.230	0.076	0.043	0.028	0.026
STAG_WITH 1	0.187	0.057	0.044	0.031	0.025
STAG_WITH 2	0.286	0.086	0.049	0.043	0.030
STAG_DIAG	0.155	0.069	0.050	0.037	0.029

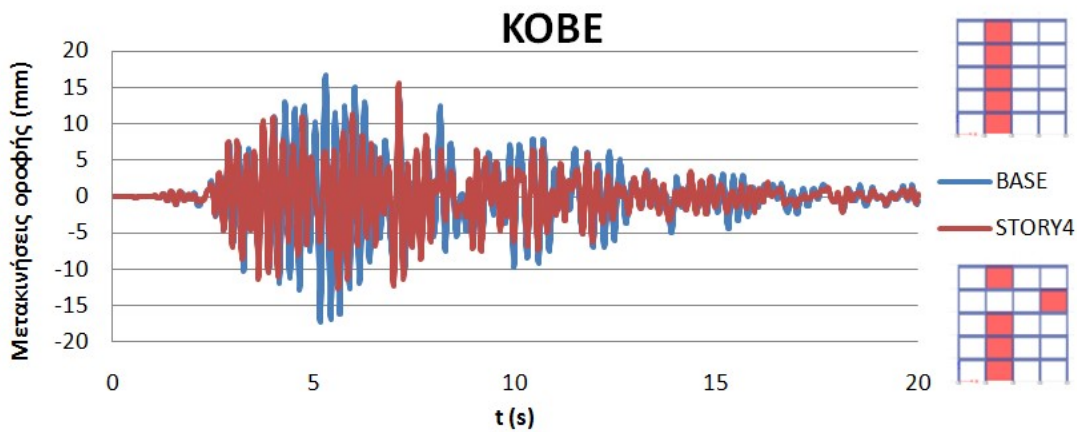
Στα Σχ. 3.3 έως 3.11 συγκρίνεται η χρονοϊστορία μετακινήσεων οροφής του ενισχυμένου κτιρίου με συνεχή καθ' ύψος τοιχώματα (BASE) και όλων των εξεταζόμενων διατάξεων μετάταξης τοιχωμάτων, για την σεισμική διέγερση του Kobe (1995). Όπως φαίνεται στο Σχ. 3.3 οι μετακινήσεις οροφής του κτιρίου με μια μετάταξη στο 2<sup>ο</sup> όροφο (STAG\_STORY2) είναι μεγαλύτερες από αυτές της διάταξης (BASE). Στις διατάξεις με μια μετάταξη σε 3<sup>ο</sup> 4<sup>ο</sup> ή 5<sup>ο</sup> όροφο (Σχ. 3.4, 3.5, 3.6) εμφανίζεται μικρή μείωση των μετακίνησης έναντι της διάταξης (BASE). Οι μετακινήσεις του κτιρίου με μετάταξη των τοιχωμάτων εναλλάξ στις δύο άκρες του πλαισίου παρουσιάζουν μεγάλη αύξηση σε σχέση με το κτίριο με συνεχές καθ' ύψος τοίχωμα (Σχ. 3.7). Οι μετακινήσεις του κτιρίου με μετάταξη των τοιχωμάτων σε διαγώνια μορφή (Σχ. 3.9, 3.10) είναι αισθητά μικρότερες από τις μετακινήσεις οροφής του ενισχυμένου κτιρίου με συνεχή καθ' ύψος τοιχώματα. Σημαντική είναι επίσης η μείωση της μέγιστης μετακίνησης οροφής και στην περίπτωση της τυχαίας καθ' ύψος διάταξης (Σχ. 3.11).



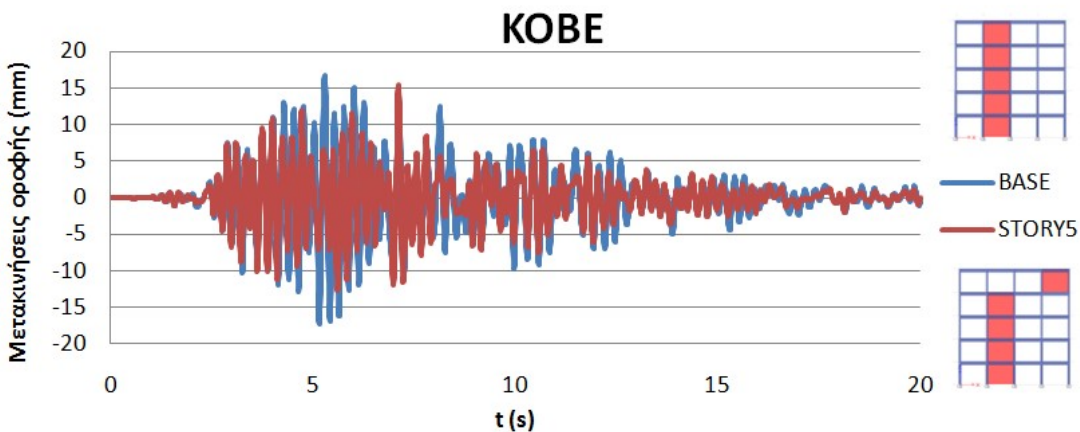
Σχ. 3.3 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής ενισχυμένου κτιρίου με συνεχή καθ' ύψος τοιχώματα (BASE) και του κτιρίου με την διάταξη μετάταξης τοιχωμάτων STAG\_STORY2 για τον σεισμό του Kobe (1995).



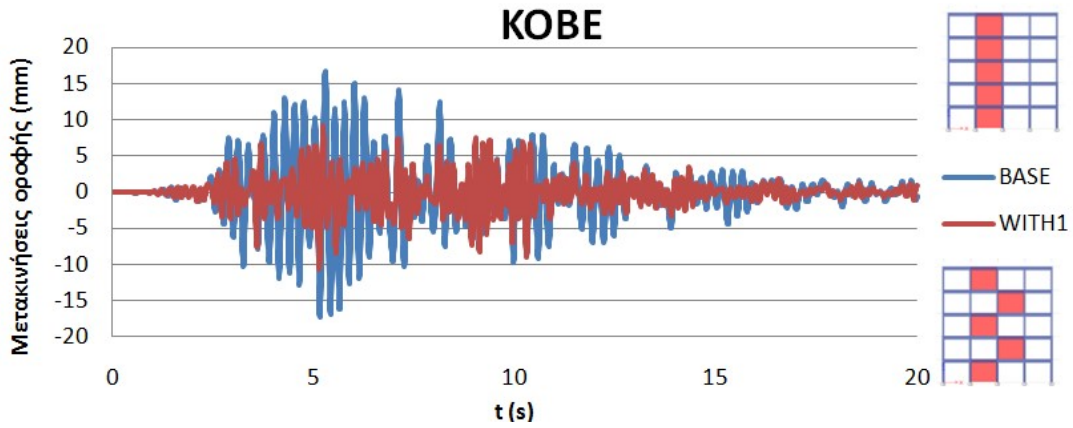
Σχ. 3.4 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής ενισχυμένου κτιρίου με συνεχή καθ' ύψος τοιχώματα (BASE) και του κτιρίου με την διάταξη μετάταξης τοιχωμάτων STAG\_STORY3 για τον σεισμό του Kobe (1995).



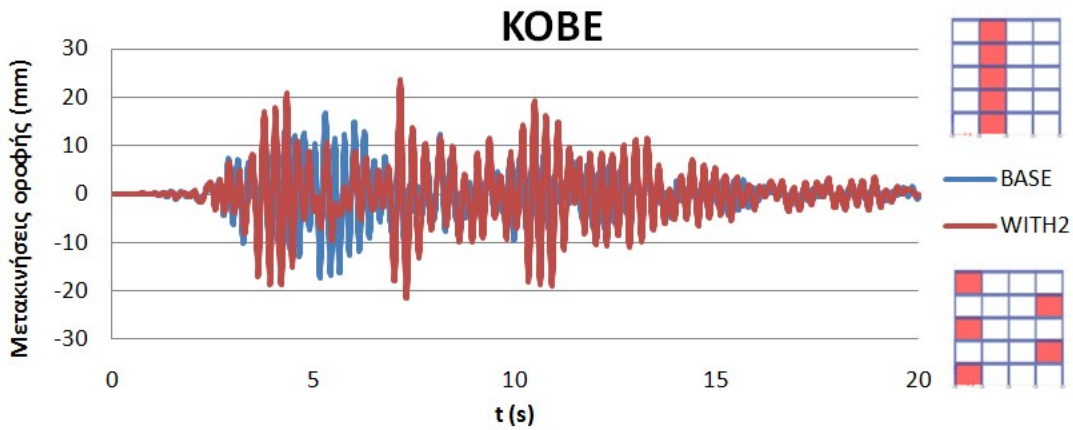
Σχ. 3.5 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής ενισχυμένου κτιρίου με συνεχή καθ' ύψος τοιχώματα (BASE) και του κτιρίου με την διάταξη μετάταξης τοιχωμάτων STAG\_STORY4 για τον σεισμό του Kobe (1995).



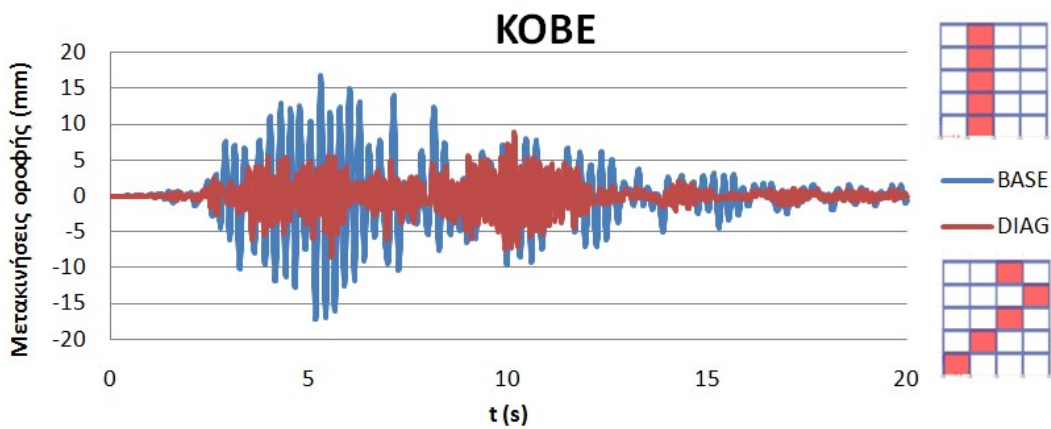
Σχ. 3.6 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής ενισχυμένου κτιρίου με συνεχή καθ' ύψος τοιχώματα (BASE) και του κτιρίου με την διάταξη μετάταξης τοιχωμάτων STAG\_STORY5 για τον σεισμό του Kobe (1995).



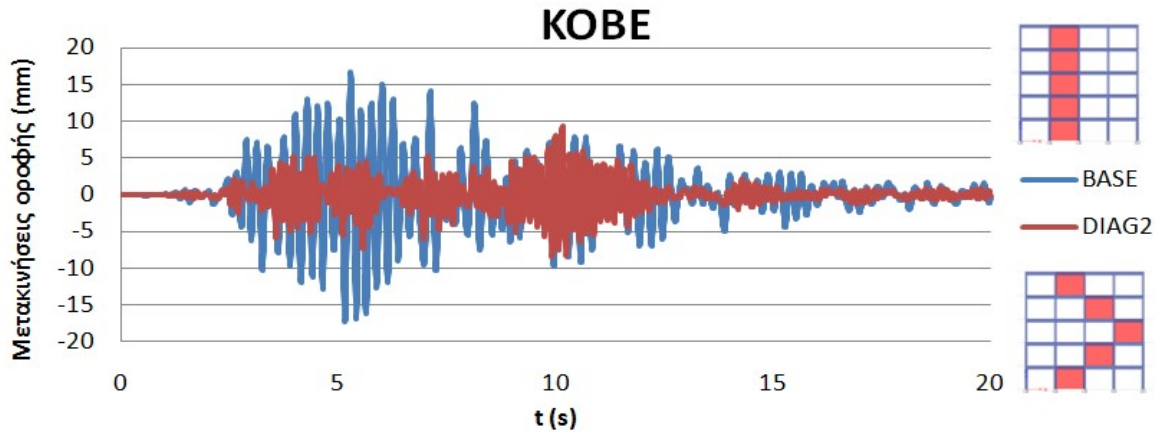
Σχ. 3.7 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής ενισχυμένου κτιρίου με συνεχή καθ' ύψος τοιχώματα (BASE) και του κτιρίου με την διάταξη μετάταξης τοιχωμάτων STAG\_WITH1 για τον σεισμό του Kobe (1995).



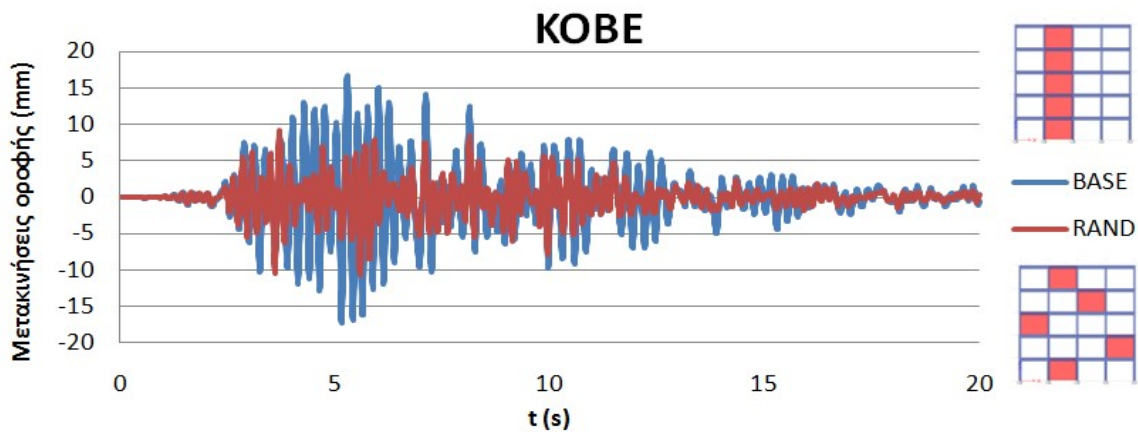
Σχ. 3.8 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής ενισχυμένου κτιρίου με συνεχή καθ' ύψος τοιχώματα (BASE) και του κτιρίου με την διάταξη μετάταξης τοιχωμάτων STAG\_WITH2 για τον σεισμό του Kobe (1995).



Σχ. 3.9 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής ενισχυμένου κτιρίου με συνεχή καθ' ύψος τοιχώματα (BASE) και του κτιρίου με την διάταξη μετάταξης τοιχωμάτων STAG\_DIAG1 για τον σεισμό του Kobe (1995).



Σχ. 3.10 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής ενισχυμένου κτιρίου με συνεχή καθ' ύψος τοιχώματα (BASE) και του κτιρίου με την διάταξη μετάταξης τοιχωμάτων STAG\_DIAG2 για τον σεισμό του Kobe (1995).

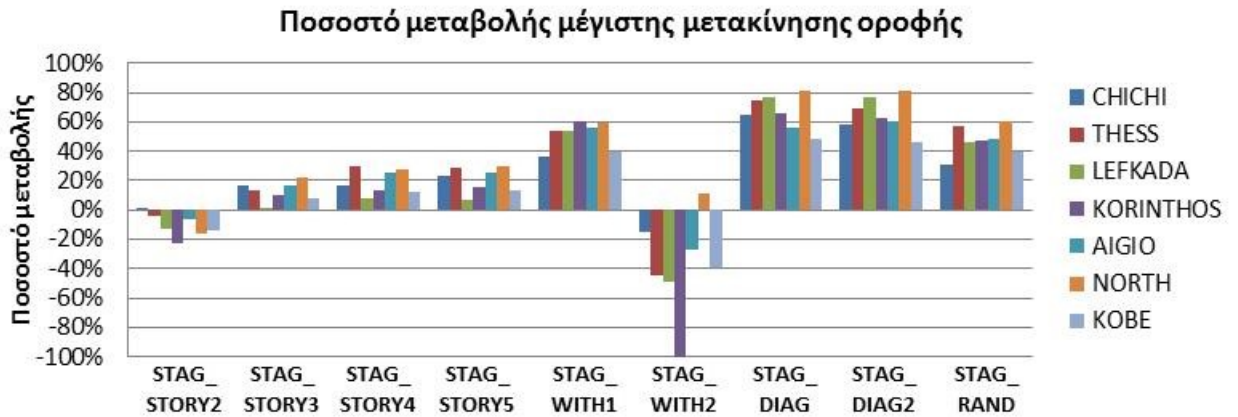


Σχ. 3.11 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής ενισχυμένου κτιρίου με συνεχή καθ' ύψος τοιχώματα (BASE) και του κτιρίου με την διάταξη μετάταξης τοιχωμάτων STAG\_RANDOM για τον σεισμό του Kobe (1995).

Πίνακας 3.2 Ποσοστό μεταβολής (%) της μέγιστης μετακίνησης οροφής των κτιρίων με διάφορες περιπτώσεις μετάταξης τοιχωμάτων σε σχέση με το κτίριο με την συνεχή καθ' ύψος διάταξη τοιχωμάτων (BASE). (θετικές τιμές για μείωση).

Σεισμική διέγερση	Stag_ Story2	Stag_ Story3	Stag_ Story4	Stag_ Story5	Stag_ With1	Stag_ With2	Stag_ Diag	Stag_ Diag2	Stag_ Rand
ChiChi	0.27	16.11	16.64	23.62	36.78	-14.63	64.30	57.99	30.87
Θεσσαλον.	-4.69	13.84	30.20	29.00	53.91	-44.77	74.61	69.55	57.04
Λευκάδα	-13.28	1.67	7.54	6.91	54.20	-48.71	77.10	76.48	46.71
Κόρινθος	-22.23	9.77	13.31	15.46	60.38	-102.69	66.38	62.08	47.23
Αίγιο	-6.82	16.23	25.02	25.33	56.48	-27.35	56.03	60.27	48.26
Northridge	-16.16	21.72	28.01	30.27	59.74	11.42	81.03	80.83	60.91
Kobe	-14.50	7.59	12.10	13.13	39.27	-38.93	48.34	46.23	39.10





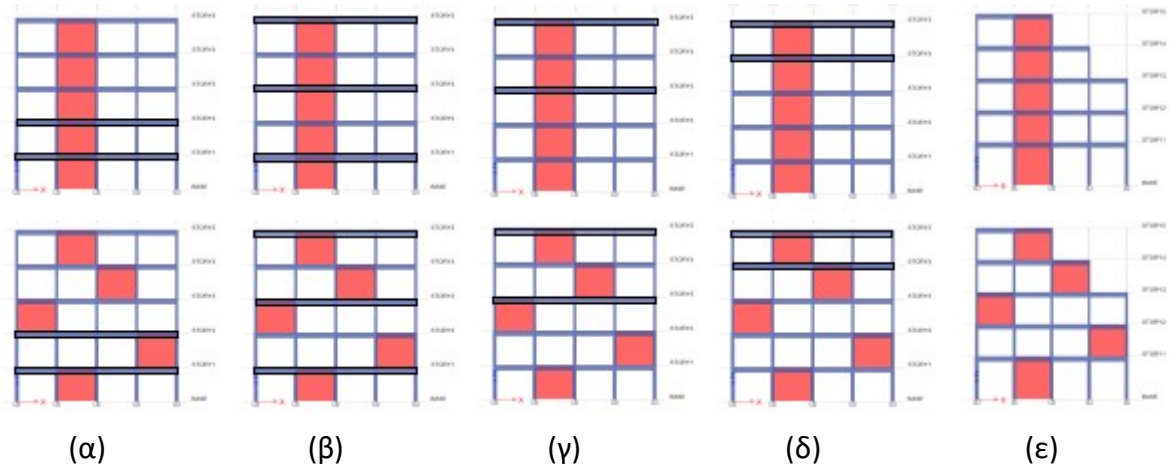
Σχ. 3.12 Ποσοστό μεταβολής της μέγιστης μετακίνησης οροφής των κτιρίων με διάφορες περιπτώσεις μετάταξης τοιχωμάτων σε σχέση με το κτίριο με την συνεχή καθ' ύψος διάταξη τοιχωμάτων (BASE).

Στον Πίνακα 3.2 και το Σχ. 3.12 παρουσιάζεται το ποσοστό μεταβολής της μέγιστης μετακίνησης οροφής των κτιρίων με διάφορες περιπτώσεις μετάταξης τοιχωμάτων σε σχέση με το κτίριο με την συνεχή καθ' ύψος διάταξη τοιχωμάτων (BASE), για τις 7 σεισμικές διεγέρσεις. Οι θετικές τιμές του ποσοστού δείχνουν μείωση των μετακινήσεων. Παρατηρούμε ότι:

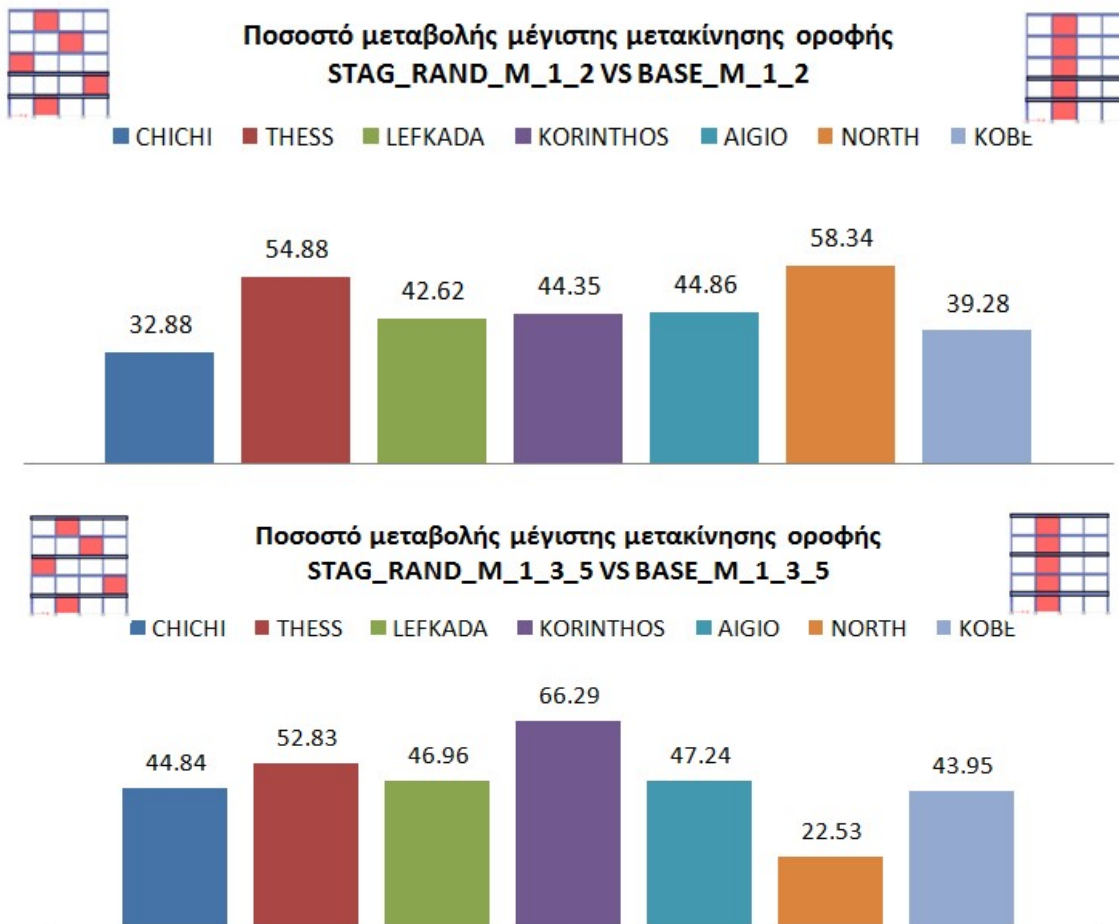
- στις περιπτώσεις κτιρίων που έχουν μόνο μια μετάταξη τοιχώματος έχουμε μείωση των μετακινήσεων σε ποσοστό από 2% έως 30% για τις διατάξεις με την μετάταξη στους 3 ανώτερους ορόφους (STAG\_STORY3, STAG\_STORY4 και STAG\_STORY5).
- αντίθετα έχουμε αύξηση έως 22% στην διάταξη με την μετάταξη στην 2<sup>η</sup> στάθμη (STAG\_STORY2).
- Δυσμενέστερη μορφή μετάταξης είναι η STAG\_WITH2 στη οποία τα τοιχώματα μετατάσσονται εναλλάξ στις δύο άκρες του πλαισίου. Σ' αυτή την περίπτωση η αύξηση των μετακινήσεων φτάνει έως 103% για τον σεισμό της Κορίνθου.
- Οι αποδοτικότερες μορφές μετάταξης είναι εκείνες στις οποίες τα τοιχώματα τοποθετούνται σε μορφή διαγωνίου (STAG\_DIAG και STAG\_DIAG2) με μείωση των μετακινήσεων που φτάνει το 81%.
- Σημαντική μείωση της μετακίνησης οροφής που κυμαίνεται από 31% έως 61% παρουσιάζει και η «τυχαία» διάταξη μετάταξης των τοιχωμάτων STAG\_RAND.

Για την τυχαία διάταξη μετάταξης τοιχωμάτων STAG\_RAND έγιναν πρόσθετες αναλύσεις σε παραλλαγές του πλαισίου (Σχ. 3.13) με διπλασιασμό της μάζας στον:

- (i) 1<sup>ο</sup> και 2<sup>ο</sup> όροφο (Σχ. 3.13α),
- (ii) 1<sup>ο</sup>, 3<sup>ο</sup> και 5<sup>ο</sup> όροφο (Σχ. 3.13β),
- (iii) 3<sup>ο</sup> και 5<sup>ο</sup> όροφο (Σχ. 3.13γ) ή
- (iv) 4<sup>ο</sup> και 5<sup>ο</sup> όροφο (Σχ. 3.13δ).

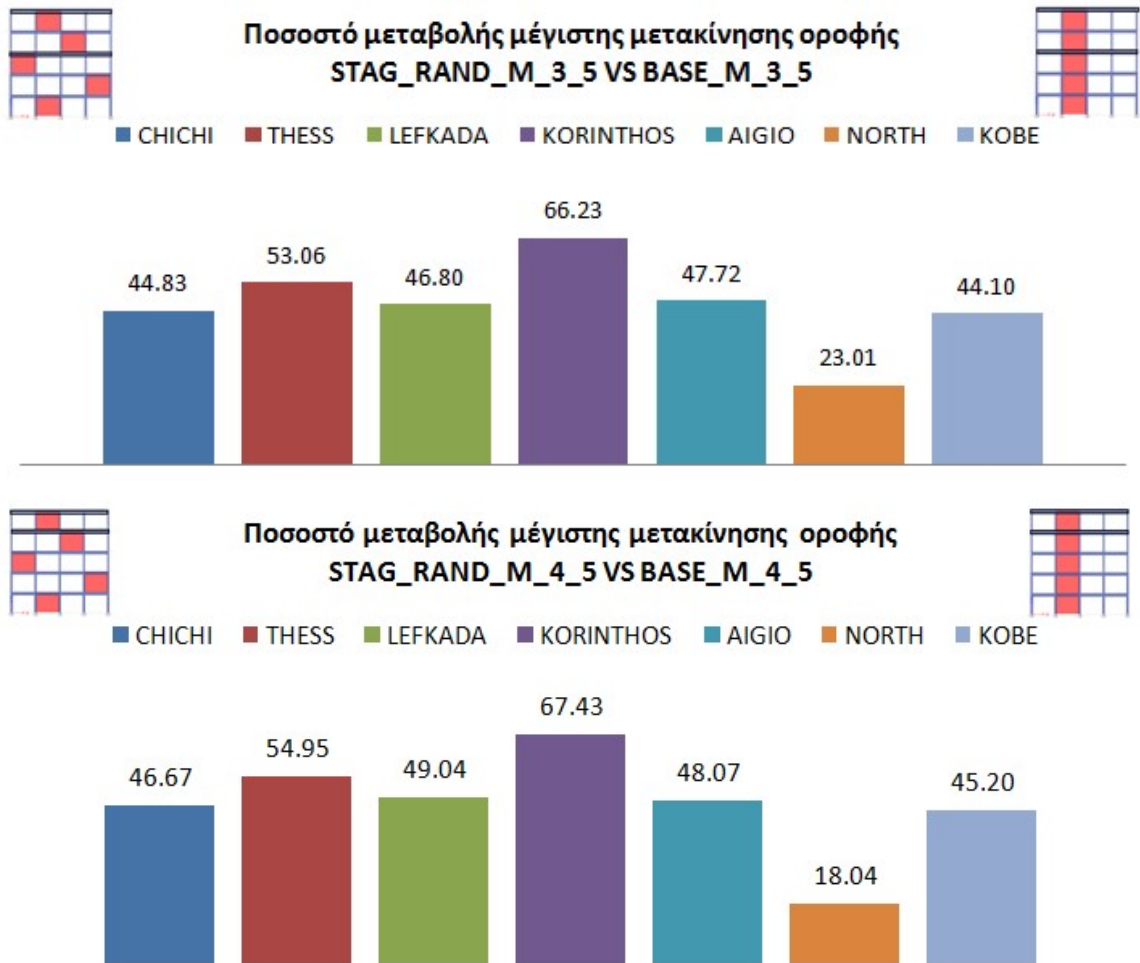


Σχ. 3.13 Ενισχυμένο πλαίσιο με συνεχή τοιχώματα και πλαίσια με διαφορετικές μετατάξεις τοιχωμάτων.



Σχ. 3.14 Ποσοστό μεταβολής της μέγιστης μετακίνησης οροφής του κτιρίου με την τυχαία διάταξη τοιχωμάτων σε σχέση με το κτίριο με την συνεχή καθ' ύψος διάταξη τοιχωμάτων για τις παραλλαγές (α) και (β) πρόσθετης μάζας. (θετικές τιμές για μείωση).



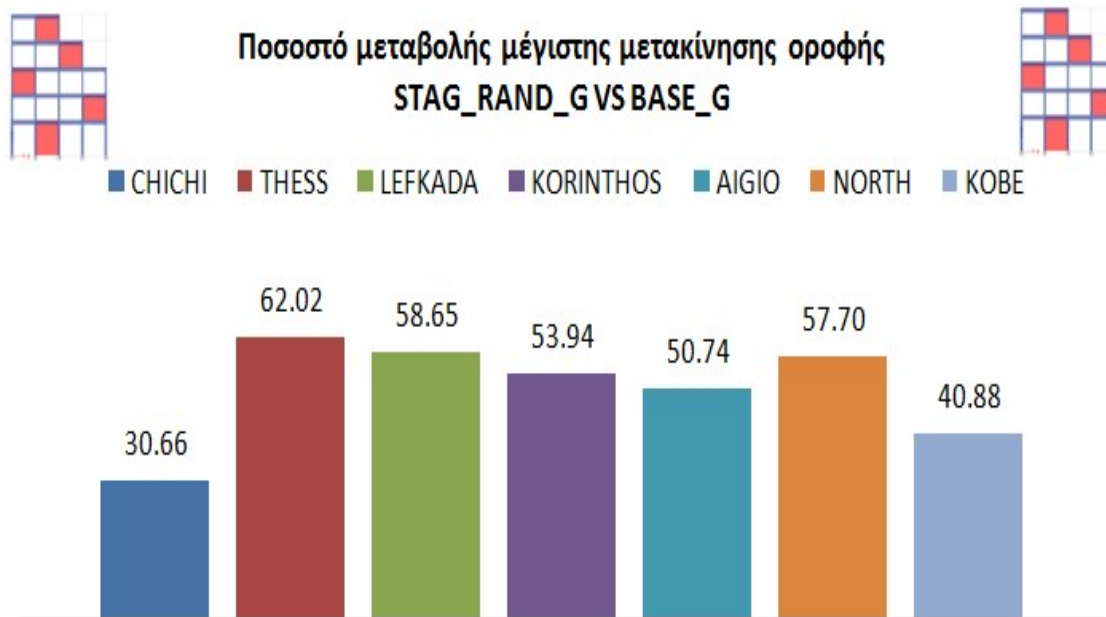


Σχ. 3.15 Ποσοστό μεταβολής της μέγιστης μετακίνησης οροφής του κτιρίου με την τυχαία διάταξη τοιχωμάτων σε σχέση με το κτίριο με την συνεχή καθ' ύψος διάταξη τοιχωμάτων για τις παραλλαγές (γ) και (δ) πρόσθετης μάζας. (θετικές τιμές για μείωση).

Στις παραλλαγές με πρόσθετη μάζα η μείωση της μέγιστης μετακίνησης οροφής (Σχ. 3.14, 3.15) του κτιρίου με την τυχαία διάταξη τοιχωμάτων σε σχέση με το κτίριο με την συνεχή καθ' ύψος διάταξη τοιχωμάτων:

- για την περίπτωση με πρόσθετη μάζα στον 1<sup>ο</sup> και 2<sup>ο</sup> όροφο η μείωση κυμαίνεται από 33% για τον σεισμό του CHiChi έως 58% για τον σεισμό του Northridge.
- για την περίπτωση με πρόσθετη μάζα στον 1<sup>ο</sup>, 3<sup>ο</sup>, 5<sup>ο</sup> όροφο η μείωση κυμαίνεται από 23% για τον σεισμό του Northridge έως 66% για τον σεισμό της Κορίνθου.
- για την περίπτωση με πρόσθετη μάζα στον 3<sup>ο</sup> και 5<sup>ο</sup> όροφο η μείωση κυμαίνεται από 23% για τον σεισμό του Northridge έως 66% για τον σεισμό της Κορίνθου.
- για την περίπτωση με πρόσθετη μάζα στον 4<sup>ο</sup> και 5<sup>ο</sup> όροφο η μείωση κυμαίνεται από 18% για τον σεισμό του Northridge έως 67% για τον σεισμό της Κορίνθου.

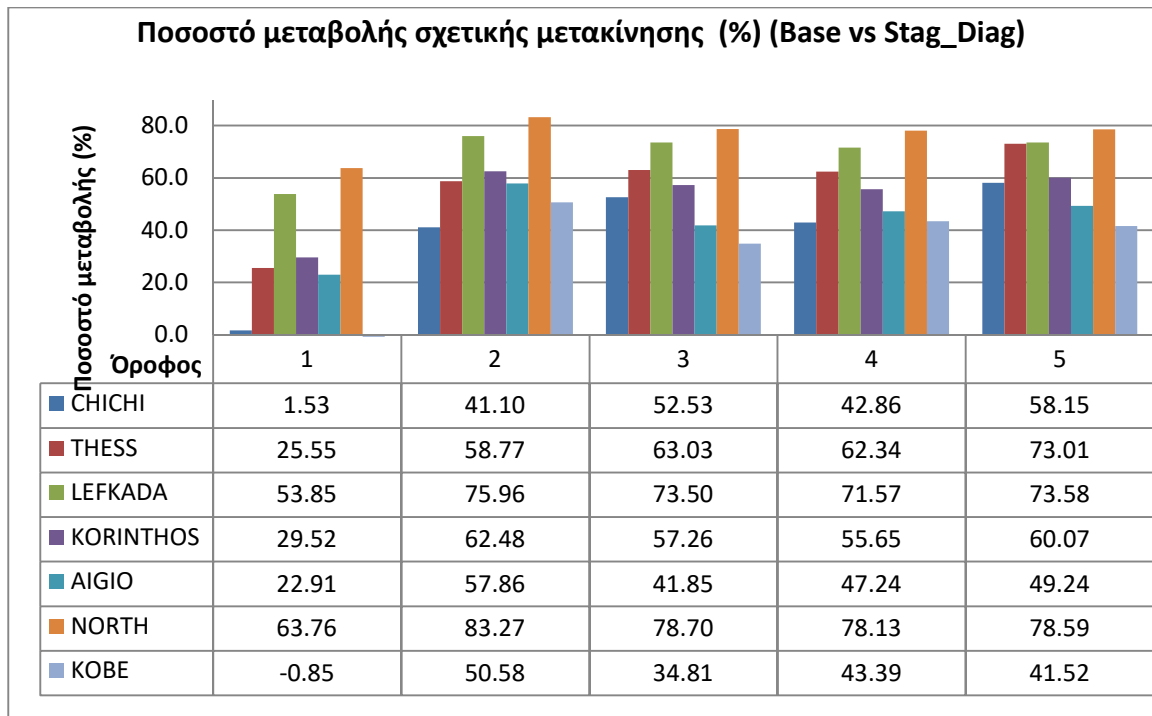
Επίσης, έγινε μία ανάλυση με παραλλαγή της γεωμετρίας του αρχικού κτιρίου με ακανονικότητες καθ' ύψος. Το νέο κτίριο έχει ύψος ισογείου 4.0 m, και εσοχή στους ανώτερους ορόφους (Σχ. 3.13ε).



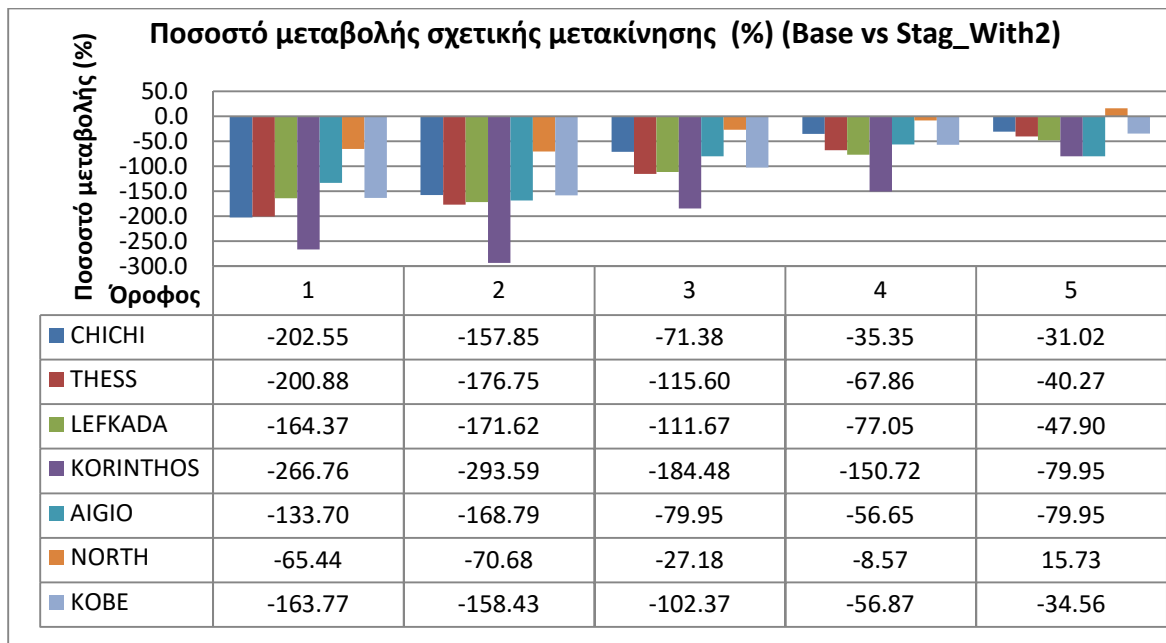
Σχ. 3.16 Ποσοστό μεταβολής της μέγιστης μετακίνησης οροφής του κτιρίου με την τυχαία διάταξη τοιχωμάτων σε σχέση με το κτίριο με την συνεχή καθ' ύψος διάταξη τοιχωμάτων για την παραλλαγή γεωμετρίας καθ' ύψος. (θετικές τιμές για μείωση).

Ομοίως, η μέγιστη μετακίνηση οροφής για την τυχαία διάταξη μετάταξης τοιχωμάτων παρουσιάζει μείωση από 31% τον σεισμό του CHiChi έως 62% για τον σεισμό της Θεσσαλονίκης έναντι του ενισχυμένου κτιρίου με συνεχή διάταξη τοιχωμάτων καθ' ύψος (Σχ. 3.16). Από τις παραπάνω αναλύσεις προκύπτει ότι σε κτίρια με ακανονικότητες καθ' ύψος λόγω αυξημένης μάζας, εσοχής στους ανώτερους ορόφους ή ισογείου μεγαλύτερου ύψους, η ενίσχυση μέσω μετάταξης τοιχωμάτων παραμένει εξίσου αποδοτική σε ότι αφορά στην μέγιστη μετακίνηση οροφής.

Στο Σχ. 3.17 παρουσιάζεται το ποσοστό μεταβολής των σχετικών μετακινήσεων των ορόφων του κτιρίου με διαγώνια μορφή μετάταξης τοιχωμάτων (STAG\_DIAG) σε σχέση με το κτίριο με την συνεχή καθ' ύψος διάταξη τοιχωμάτων (BASE), για τις 7 σεισμικές καταγραφές. Οι θετικές τιμές του ποσοστού δείχνουν μείωση των σχετικών μετακινήσεων. Η μείωση της σχετικής μετακίνησης φτάνει έως το 64% στον 1<sup>ο</sup> όροφο για τον σεισμό του Northridge. Από το Σχ. 3.17 φαίνεται ότι στο ισόγειο παρατηρούνται οι μικρότερες τιμές μείωσης της σχετικής μετακίνησης με τιμές που κυμαίνονται από 2% έως 64%, με εξαίρεση τον σεισμό του Kobe για τον οποίο στο ισόγειο παρατηρείται οριακή αύξηση κατά 1% στην σχετική μετακίνηση.



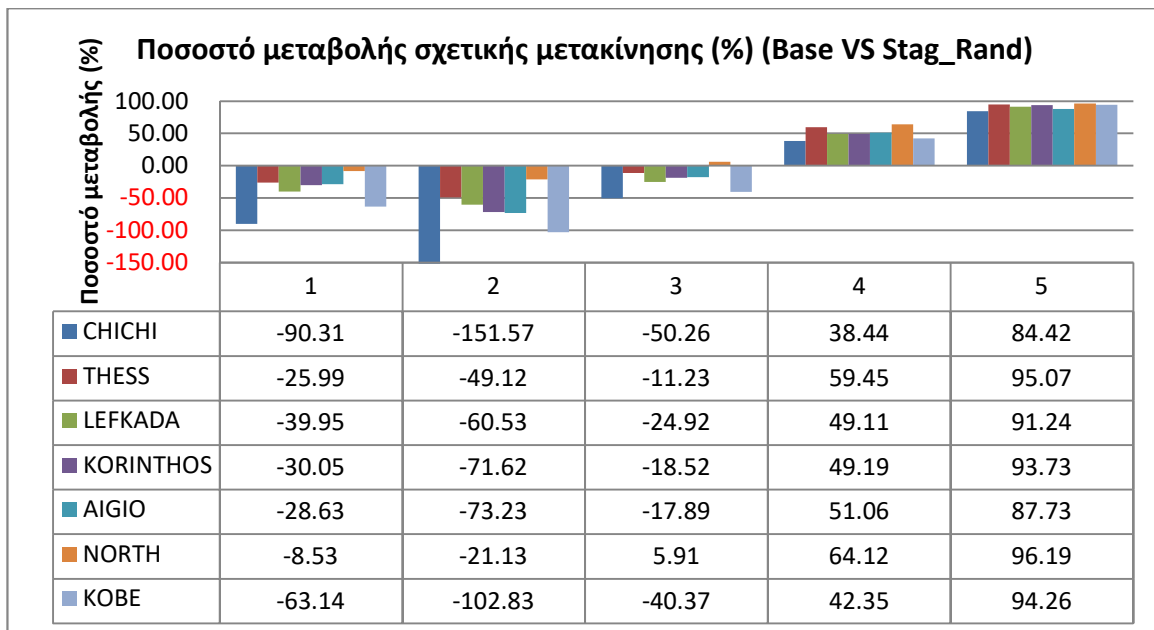
Σχ. 3.17 Ποσοστό μεταβολής των σχετικών μετακινήσεων των ορόφων του κτιρίου με διαγώνια μορφή μετάταξης τοιχωμάτων (STAG\_DIAG) σε σχέση με το κτίριο με την συνεχή καθ' ύψος διάταξη τοιχωμάτων (BASE). (θετικές τιμές για μείωση).



Σχ. 3.18 Ποσοστό μεταβολής των σχετικών μετακινήσεων των ορόφων του κτιρίου με την διάταξη (STAG\_WITH2) σε σχέση με το κτίριο με την συνεχή καθ' ύψος διάταξη τοιχωμάτων (BASE).

(αρνητικές τιμές για αύξηση).

Στο Σχ. 3.18 παρουσιάζεται το ποσοστό μεταβολής των σχετικών μετακινήσεων των ορόφων του κτιρίου με την εναλλάξ διάταξη τοιχωμάτων ανά όροφο στα άκρα του πλαισίου (STAG\_WITH2) σε σχέση με το κτίριο με την συνεχή καθ' ύψος διάταξη τοιχωμάτων (BASE). Οι αρνητικές τιμές του ποσοστού δείχνουν αύξηση των σχετικών μετακινήσεων. Οι σχετικές μετακινήσεις όπως ήταν αναμενόμενο, λόγω της μεγάλης αύξησης της μέγιστης μετακίνησης οροφής, παρουσιάζουν αύξηση. Η αύξηση αυτή στον 2<sup>ο</sup> όροφο ανέρχεται σε ποσοστό 294% για το σεισμό της Κορίνθου. Το δυσμενέστερο είναι ότι οι μεγαλύτερες αυξήσεις των σχετικών μετακινήσεων παρουσιάζονται στον 1<sup>ο</sup> και 2<sup>ο</sup> όροφο. Στην περίπτωση της τυχαίας καθ' ύψος διάταξης τοιχωμάτων (STAG\_RANDOM) το ποσοστό μεταβολής της σχετικής μετακίνησης έναντι της συνεχούς διάταξης (Σχ. 3.19), παρουσιάζει μειώσεις και αυξήσεις. Στον 1<sup>ο</sup> όροφο το ποσοστό αύξησης κυμαίνεται από 9% (NORTHRIDGE), έως 90% (CHICHI). Δυσμενέστερη είναι η εικόνα στο 2<sup>ο</sup> όροφο όπου το ποσοστό αύξησης φτάνει στο 152% για τον σεισμό του CHICHI. Στον 4<sup>ο</sup> και 5<sup>ο</sup> όροφο παρουσιάζονται ομοιόμορφες μειώσεις της σχετικής μετακίνησης των ορόφων, για τις εξεταζόμενες σεισμικές διεγέρσεις, που κατά μέσο όρο κυμαίνονται στο 51% για τον 4<sup>ο</sup> όροφο και στο 92% για τον 5<sup>ο</sup> όροφο. Η μείωση της μέγιστης μετακίνησης οροφής που κατά μέσο όρο κυμαίνεται στο 47% οφείλεται κυρίως στις μειωμένες σχετικές μετακινήσεις του 4<sup>ου</sup> και 5<sup>ου</sup> ορόφου.

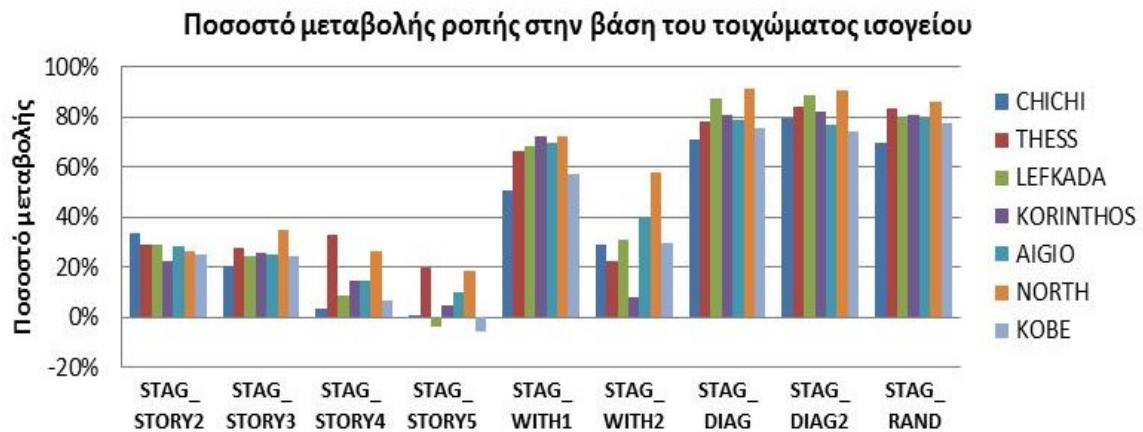


Σχ. 3.19 Ποσοστό μεταβολής των σχετικών μετακινήσεων των ορόφων του κτιρίου με την διάταξη (STAG\_RANDOM) σε σχέση με το κτίριο με την συνεχή καθ' ύψος διάταξη τοιχωμάτων (BASE).

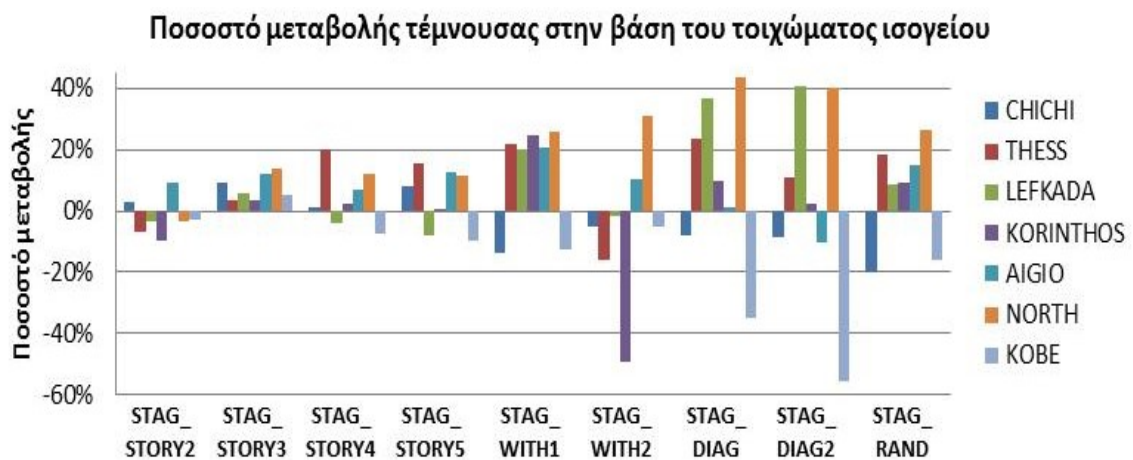
(αρνητικές τιμές για αύξηση).

Στα Σχ. 3.20, 3.21 παρουσιάζεται το ποσοστό μεταβολής της ροπής και της τέμνουσας στην βάση του τοιχώματος ισογείου του κτιρίων με μετατεταγμένα τοιχώματα σε σχέση με το κτίριο με την συνεχή καθ' ύψος διάταξη τοιχωμάτων (BASE). Παρατηρείται ότι:

- Οι ροπές στην βάση του τοιχώματος ισογείου, με δυο εξαιρέσεις, μειώνονται σε ποσοστό έως 92%.
- Αποδοτικότερες εμφανίζονται οι διατάξεις με μορφή διαγωνίου (STAG\_DIAG και STAG\_DIAG2) όπου η μείωση της ροπής κυμαίνεται από 71% έως 92%.
- Περιπτώσεις που περιέχουν μόνο μια μετάταξη τοιχώματος παρουσιάζουν πολύ μικρή απόδοση, με ακραία περίπτωση την διάταξη STAG\_STORY5 όπου εμφανίζεται μέχρι και οριακή αύξηση στις ροπές της τάξεως του 6% για την περίπτωση της διέγερσης του Kobe.
- Οι τέμνουσες στην βάση του τοιχώματος του ισογείου παρουσιάζουν μειώσεις και αυξήσεις, οι οποίες εξαρτώνται από την διάταξη των τοιχωμάτων αλλά και από την σεισμική διέγερση. Οι διατάξεις με μορφή διαγωνίου (STAG\_DIAG και STAG\_DIAG2) παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες μειώσεις (43%), ωστόσο για κάποιες σεισμικές διεγέρσεις παρουσιάζεται αύξηση της τιμής έως 56% (Kobe 1995).



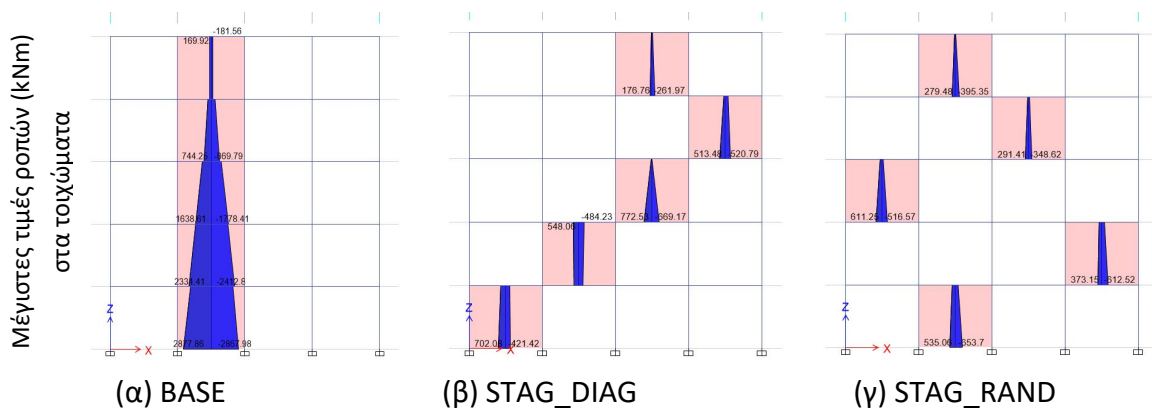
Σχ. 3.20 Ποσοστό μεταβολής της ροπής στην βάση του τοιχώματος ισογείου του κτιρίου με τυχαία μορφή μετάταξης τοιχωμάτων (STAG\_RAND) σε σχέση με το κτίριο με την συνεχή καθ' ύψος διάταξη τοιχωμάτων (BASE).



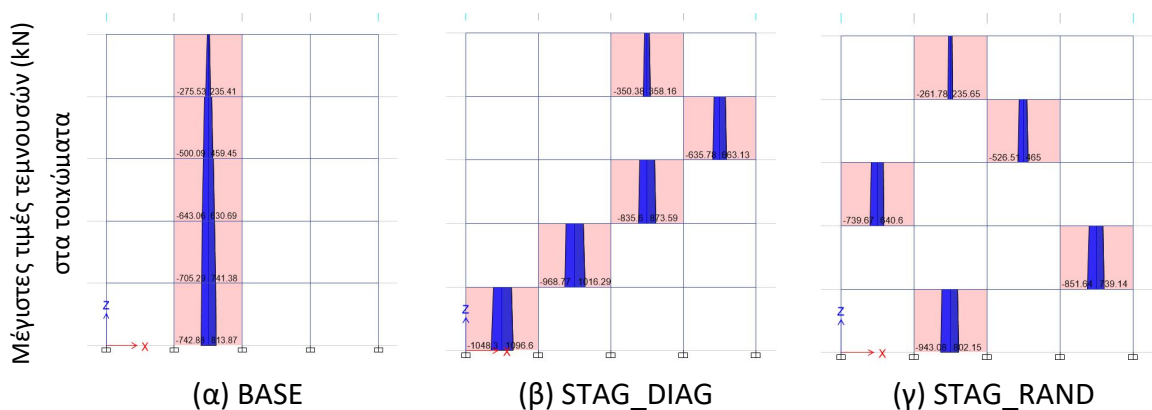
Σχ. 3.21 Ποσοστό μεταβολής της τέμνουσας στην βάση του τοιχώματος ισογείου του κτιρίου με τυχαία μορφή μετάταξης τοιχωμάτων (STAG\_RAND) σε σχέση με το κτίριο με την συνεχή καθ' ύψος διάταξη τοιχωμάτων (BASE).

Στο Σχ. 3.22 παρουσιάζονται οι μέγιστες τιμές των ροπών στα τοιχώματα του ενισχυμένου πλαισίου με συνεχή τοιχώματα (BASE) και στα ενισχυμένα πλαίσια με δύο διαφορετικές μετατάξεις τοιχωμάτων (STAG\_DIAG και STAG RAND), από τις δυναμικές αναλύσεις με την καταγραφή του Kobe (1995). Όπως φαίνεται στο σχήμα:

- Η ροπή στην βάση του τοιχώματος του ισογείου είναι σημαντικά μεγαλύτερη στην περίπτωση του συνεχούς καθ' ύψος τοιχώματος σε σχέση με τα κτίρια με τα μετατεταγμένα τοιχώματα.
- Οι ροπές κατανέμονται ομοιόμορφα καθ' ύψος στις μετατεταγμένες διατάξεις, σε αντίθεση με το συνεχές καθ' ύψος τοίχωμα στο οποίο οι ροπές είναι μεγάλες στην βάση και μειώνονται σημαντικά στους ανωτέρους ορόφους



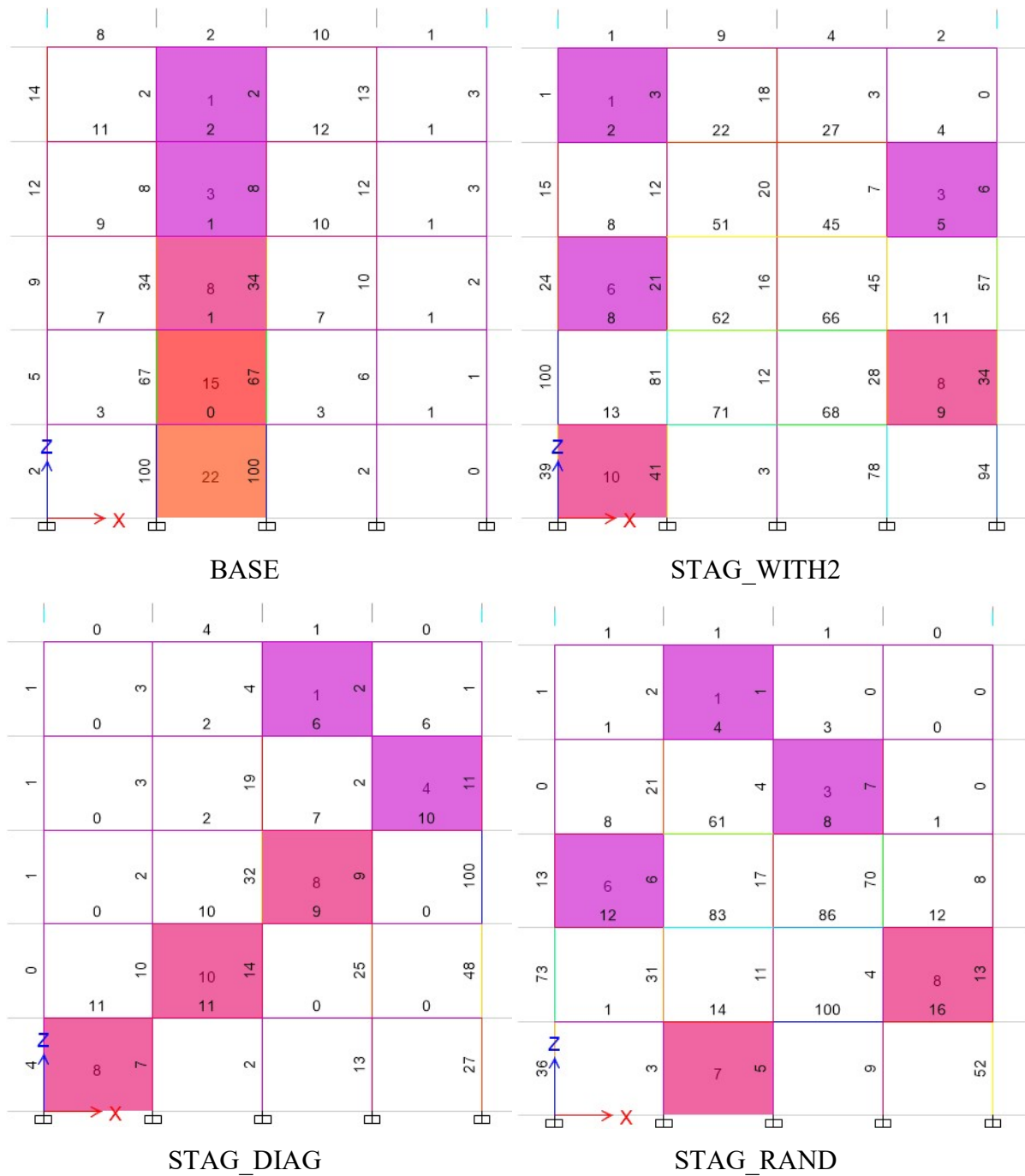
Σχ. 3.22 Μέγιστες τιμές ροπών στα τοιχώματα του ενισχυμένου πλαισίου με συνεχή τοιχώματα (BASE) και στα ενισχυμένα πλαίσια με δύο διαφορετικές μετατάξεις τοιχωμάτων (STAG\_DIAG και STAG\_RAND) από τις δυναμικές αναλύσεις με την καταγραφή του Kobe (1995).



Σχ. 3.23 Μέγιστες τιμές τεμνουσών στα τοιχώματα του ενισχυμένου πλαισίου με συνεχή τοιχώματα (BASE) και στα ενισχυμένα πλαίσια με δύο διαφορετικές μετατάξεις τοιχωμάτων (STAG\_DIAG και STAG\_RAND) από τις δυναμικές αναλύσεις με την καταγραφή του Kobe (1995).



Αντίθετα, οι τέμνουσες δυνάμεις (Σχ. 3.23) αυξάνονται στην περίπτωση της σεισμικής διέγερσης του Kobe (1995). Ωστόσο, οι τέμνουσες των υποστυλωμάτων είναι μικρότερες από τις αρχικές τέμνουσες στο κτίριο χωρίς ενίσχυση με τοιχώματα.



Σχ. 3.24 Εικονικό ποιοτικό διάγραμμα δυνατών έργων

Στο Σχ. 3.24 φαίνεται το εικονικό διάγραμμα δυνατών έργων για τις διατάξεις BASE, STAG\_WITH2, STAG\_DIAG και STAG\_RAND και οριζόντια φόρτιση με κατανομή καθ' ύψος σύμφωνα με την πρώτη ιδιόμορφη. Τα διαγράμματα αυτά παρουσιάζουν το ποσοστό των δυνατών έργων κάθε τμήματος του πλαισίου, σε σχέση με το σύνολο. Οι



τιμές που αναφέρονται είναι ανηγμένες ως προς το μέλος του πλαισίου που καταπονείται περισσότερο. Όπως γίνεται κατανοητό δεν μπορεί να υπάρξει άμεση σύγκριση μεταξύ των διαγραμμάτων των διαφόρων διατάξεων. Η σύγκριση γίνεται μεταξύ των μελών του κάθε πλαισίου και έχουμε μια εποπτική εικόνα των μελών που καταπονούνται περισσότερο. Στη συνεχή καθ' ύψος διάταξη τα πλέον καταπονούμενα μέρη είναι το εμφανωμένο τοίχωμα στον 1<sup>ο</sup> όροφο και τα υποστυλώματα που το περιβάλλουν. Στην διάταξη STAG\_WITH2 καθώς και στην τυχαία διάταξη STAG\_RAND καταπονούνται περισσότερο τα υποστυλώματα που στηρίζουν μετατεταγμένα τοιχώματα και οι δοκοί στα μεσαία φανώματα. Στην διαγώνια διάταξη STAG\_DIAG η μέγιστη καταπόνηση περιορίζεται υποστυλώματα που στηρίζουν μετατεταγμένα τοιχώματα

Σύμφωνα και με τα παραπάνω ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στα υποστυλώματα που στηρίζουν μετατεταγμένα τοιχώματα στα οποία είναι προφανής η αύξηση του αξονικού τους φορτίου, καθώς και στις δοκούς στα επίπεδα μετάταξης οι οποίες συμμετέχουν στη μεταβίβαση των οριζόντιων δυνάμεων. Η διερεύνηση των παραπάνω είναι σκόπιμο να γίνει λαμβάνοντας υπόψη την μετελαστική συμπεριφορά των πλαισίων.

Στα Σχ. A-6 έως A-46 του Παραρτήματος A παρουσιάζονται οι αναλυτικά υπολογιζόμενες ιστορίες μετακινήσεων οροφής για όλες τις εξεταζόμενες διατάξεις μετάταξης τοιχωμάτων, καθώς και των παραλλαγών του πλαισίου τυχαίας διάταξης με αυξημένη μάζα και ακανονικότητες καθ' ύψος και όλες τις σεισμικές διεγέρσεις.

Στους Πίνακες A-3 έως A-5 του Παραρτήματος A εμφανίζονται για όλες τις σεισμικές διεγέρσεις οι σχετικές μετακινήσεις των ορόφων των εξεταζόμενων διατάξεων μετάταξης τοιχωμάτων καθώς και οι μεταβολές αυτών σε σχέση την συνεχή καθ' ύψος διάταξη. Τέλος, στους Πίνακες A-6 έως A-15 του Παραρτήματος A παρατίθενται τα εντατικά μεγέθη αξονικών τεμνουσών και ροπών στην κεφαλή και στον πόδα των τοιχωμάτων όλων των εξεταζόμενων διατάξεων μετάταξης τοιχωμάτων για όλες τις εξεταζόμενες σεισμικές διεγέρσεις.

## Κεφάλαιο 4

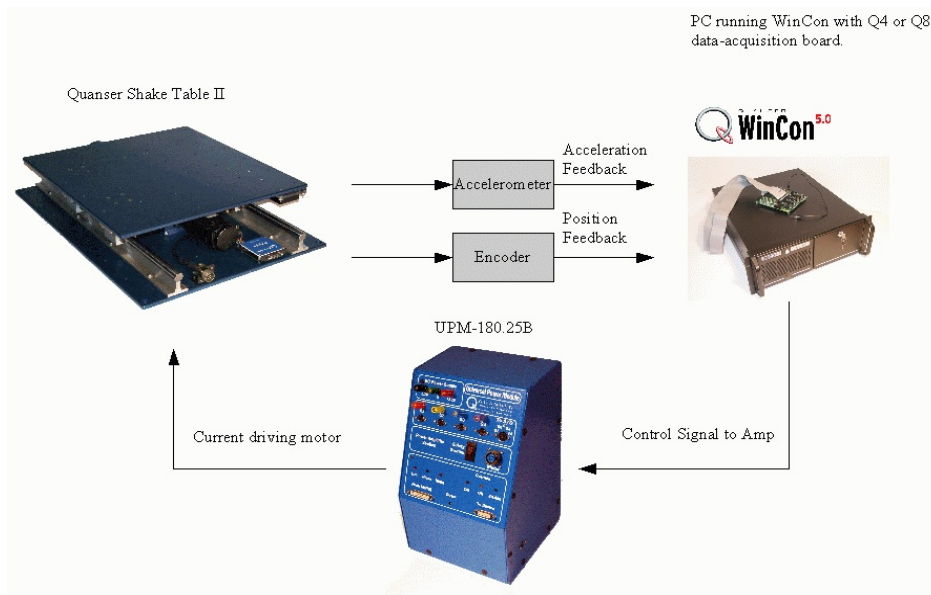
# ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΜΙΚΡΗΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ ΤΗΣ ΜΕΤΑΤΑΞΗΣ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΔΙΣΚΩΝ

### 4.1 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

Για την επιβεβαίωση των αναλύσεων πραγματοποιήθηκαν πειράματα μικρής κλίμακας στην σεισμική τράπεζα Shake Table II της εταιρείας Quanser η οποία αρχικά αναπτύχθηκε για λογαριασμό της κοινοπραξίας Πανεπιστημίων UCIST. Το σύστημα της σεισμικής τράπεζας Quanser Shake Table II αποτελείται από την σεισμική τράπεζα (Σχ. 4.1), την μονάδα ισχύος (UPM), την κάρτα αποστολής και λήψης δεδομένων (DAS\_Q4), ηλεκτρονικό υπολογιστή και το λογισμικό έλεγχου (WinCon). Η γενική διάταξη του εξοπλισμού φαίνεται στο Σχ. 4.2. Η σεισμική τράπεζα είναι μιας διεύθυνσης με μέγιστη επιτάχυνση 2.5g, μέγιστο φορτίο 15 kg, συχνότητες 0-20Hz, μέγιστη ταχύτητα 83.8 cm/s και μέγιστη μετακίνηση βάσης +/- 7.5 cm. Η σεισμική τράπεζα διαθέτει σερβοκινητήρα 1Hp ο οποίος κινεί την τελική επιφάνεια της τράπεζας με κοχλία και κατάλληλη διάταξη ρουλεμάν χαμηλής τριβής. Περιέχει αισθητήρα και κωδικοποιητή υψηλής ανάλυσης που επιτρέπει την μέτρηση θέσης της κινούμενης επιφάνειας με ακρίβεια 3.1μm. Οι ωφέλιμες διαστάσεις της είναι 45.7x45.7cm. Τα πλήρη τεχνικά χαρακτηριστικά της σεισμικής τράπεζας φαίνονται στον Πίνακα 4.1



Σχ. 4.1 Η σεισμική τράπεζα.



Σχ. 4.2 Γενική διάταξη εξοπλισμού σεισμικής τράπεζας.

Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής με την χρήση του λογισμικού (WinCon) αποστέλλει και λαμβάνει σήματα μέσω της κάρτας δεδομένων (DAS\_Q4). Τα σήματα προτού φτάσουν στη σεισμική τράπεζα ενισχύονται από την μονάδα ισχύος (UPM) και κατόπιν εφαρμόζονται στον σερβοκινητήρα της τράπεζας.

Η τράπεζα περιέχει αισθητήρα και κωδικοποιητή υψηλής ανάλυσης που επιτρέπει την μέτρηση θέσης της κινούμενης επιφάνειας με ακρίβεια 3,1μm. Οι επιταχύνσεις μετρώνται με επιταχυνσιόμετρα τόσο στην βάση της σεισμικής τράπεζας όσο και σε επιλεγμένες θέσεις της κατασκευής. Το επιταχυνσιόμετρο έχει εύρος μέτρησης επιτάχυνσης +/- 5g και φαίνεται στο Σχ. 4.3. Ορίστηκε συχνότητα δειγματοληψίας  $fs=1000\text{Hz}$  (0.001s) η οποία εξασφαλίζει ανακατασκευή σήματος με συχνοτικό περιεχόμενο έως 500Hz, συχνότητα κατά πολύ μεγαλύτερη της μέγιστης συχνότητας που μπορεί να εμφανιστεί στις καταγραφές μας. Οι καταγραφές εμφανίζονται σε πραγματικό χρόνο στην οθόνη του υπολογιστή άλλα και αποθηκεύονται για περαιτέρω επεξεργασία. Στον Πίνακα 4.2 φαίνονται οι μεταβλητές εισόδου και στον Πίνακα 4.3 οι μεταβλητές εξόδου που έχει την δυνατότητα να καταγράφει και να αποθηκεύει το σύστημα.



Σχ. 4.3 Επιταχυνσιογράφος.

Πίνακας 4.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά σεισμικής τράπεζας.

Parameter	Matlab Notation	Parameter Description	SI Value	Units	IM Value	Units
$R_m$	Rm	Motor armature resistance.	2.94	ohm		
$K_t$	Kt	Motor current-torque constant.	0.360	N.m/A	3.2	lb.in/A
$K_m$	Km	Motor back-emf constant.	0.2034	V/(rad/s)	23.4	V/k <sub>rpm</sub>
$P_b$	Pb	Ball-screw pitch.	0.0127	m/rev	0.5	in/rev
$M_p$	Mp	Preload mass.	7.74	kg	17.1	lb
$M_{l\_max}$	MI_max	Maximum total load mass.	15.0	kg	33.0	lb
$M_s$	Ms	Mass of Shake Table II system.	27.2	kg	60.0	lb
		Dimension of top stage.	0.46 ×0.46	m <sup>2</sup>	18.0 ×18.0	in <sup>2</sup>
		Dimension of bottom stage.	0.61 ×0.46	m <sup>2</sup>	24.0 ×18.0	in <sup>2</sup>
		Height from bottom to top stage.	12.4	cm	4.875	in
$x_{max}$	P_MAX	Maximum stroke position.	76.2	mm	3.0	in
$v_{max}$	VEL_M AX	Maximum linear velocity of stage.	664.9	mm/s	26.18	in/s
$F_{max}$	F_MAX	Maximum linear force of stage.	708.7	N	159.3	lb
$a_{max}$	ACC_M AX	Maximum linear acceleration of stage for 0 kg load.	24.5	m/s <sup>2</sup>		
$g_{max}$	G_MAX	Maximum linear acceleration of stage for 0 kg load.	2.50	g		
$K_{ENC}$	K_ENC	Encoder sensitivity gain	3.1006	μm/count	1.22E-004	in/count
$K_{ACC}$	K_ACC	Accelerometer sensitivity gain	-1	g/V		
		Dynamic load capacity of ball nut.	12000	N	2697.6	lb
		Life expectancy of ball nut at full load.	6.35E+08	m	2.50E+01	in
		Life expectancy of linear bearing.	6.35E+06	m	2.50E+00	in
		Load carrying capacity of linear bearings.	131.5	kg	290	lb

Πίνακας 4.2 Διαθέσιμες καταγραφές μεταβλητών εισόδου.

Input Variables	
Table Command Position (in)	Commanded position in inches.
Table Command Position (cm)	Commanded position in centimeters.
Desired Accel (g) <workspace>	Scaled acceleration from real earthquake data generated by $q\_scale$ and stored in Matlab workspace in units relative to the Earth's gravity.
Desired Accel (m/sec <sup>2</sup> ) <workspace>	Same as variable above except accelerations are stored in m/s <sup>2</sup> .
Current Command (A)	Current outputted to shake table from controller in amps.



Πίνακας 4.3 Διαθέσιμες καταγραφές μεταβλητών εξόδου.

Output Variables	
Table Position (in) <encoder>	Shake table position measured in inches using table encoder.
Table Position (cm) <encoder>	Same as above variable except units are in centimeters.
Table Speed (in/s) <encoder>	Shake table speed measured in inches per second using table encoder.
Table Speed (cm/s) <encoder>	Same as above variable except units are in centimeters.
Ball Screw Position (deg) <encoder>	Angle of ball screw measured in inches using table encoder.
Position Error (in) <encoder>	Control error in inches between reference position and actual position measured using the table encoder.
Position Error (cm) <encoder>	Same as above variable except units are in centimeters.
Table Accel (g) <accelerometer 0>	Acceleration of the shake table relative to Earth's gravity measured using accelerometer.
Table Accel (m/sec <sup>2</sup> ) <accelerometer 0>	Same as above variable except units are in m/s <sup>2</sup> .
Table Accel (g) <encoder>	Acceleration of the shake table relative to Earth's gravity measured using encoder (double derivative).
Table Accel (m/sec <sup>2</sup> ) <encoder>	Same as above variable except units are in m/s <sup>2</sup> .
Floor 1 Accel (g) <accelerometer 1>	Acceleration of structure's first floor relative to Earth's gravity measured using accelerometer fastened to that floor.
Floor 1 Accel (m/sec <sup>2</sup> ) <accelerometer 1>	Same as above variable except units are in m/s <sup>2</sup> .
Floor 2 Accel (g) <accelerometer 2>	Acceleration of structure's second floor relative to Earth's gravity measured using accelerometer fastened to that floor.
Floor 2 Accel (m/sec <sup>2</sup> ) <accelerometer 2>	Same as above variable except units are in m/s <sup>2</sup> .

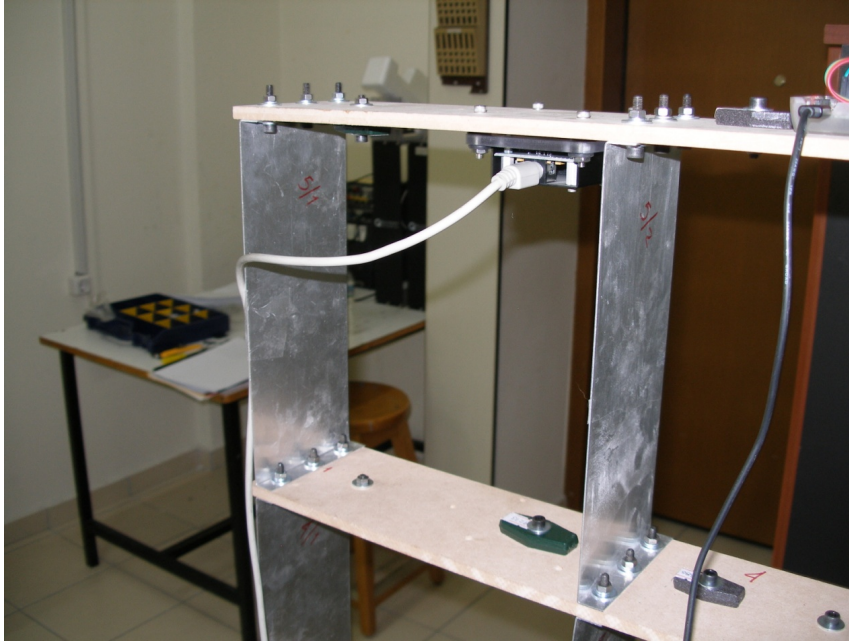
## 4.2 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑ

Για την πραγματοποίηση των πειραμάτων στην σεισμική τράπεζα κατασκευάστηκε μικρής κλίμακας προσομοίωμα επιπέδου πλαισίου 5 ορόφων και 4 φατνωμάτων. Το προσομοίωμα έχει μήκος 100 cm και ύψος 129 cm. Τα κατακόρυφα στοιχεία είναι κατασκευασμένα από αλουμίνιο διατομής 100mm x 1mm και ύψους 250mm, αλλά και από χάλυβα διατομής 100mm x 2mm και ύψους 250mm, τα δε οριζόντια στοιχεία από μοριοσανίδα (MDF) πάχους 8mm. Η σύνδεση των επί μέρους στοιχείων έγινε με κοχλίες και περικόχλια M5. Υπάρχει πρόβλεψη για τοποθέτηση πρόσθετων κατακόρυφων στοιχείων, χιαστί συνδέσμων σε όλα τα φατνώματα και πρόσθετης μάζας στους ορόφους. Το προσομοίωμα στην σεισμική τράπεζα φαίνεται στο Σχ. 4.4. Στο Σχ. 4.5 φαίνονται οι λεπτομέρειες σύνδεσης των μελών του προσομοιώματος, του επιταχυνσιογράφου και των πρόσθετων μαζών.



Σχ. 4.4 Προσομοίωμα κατασκευής στην σεισμική τράπεζα μικρής κλίμακας.

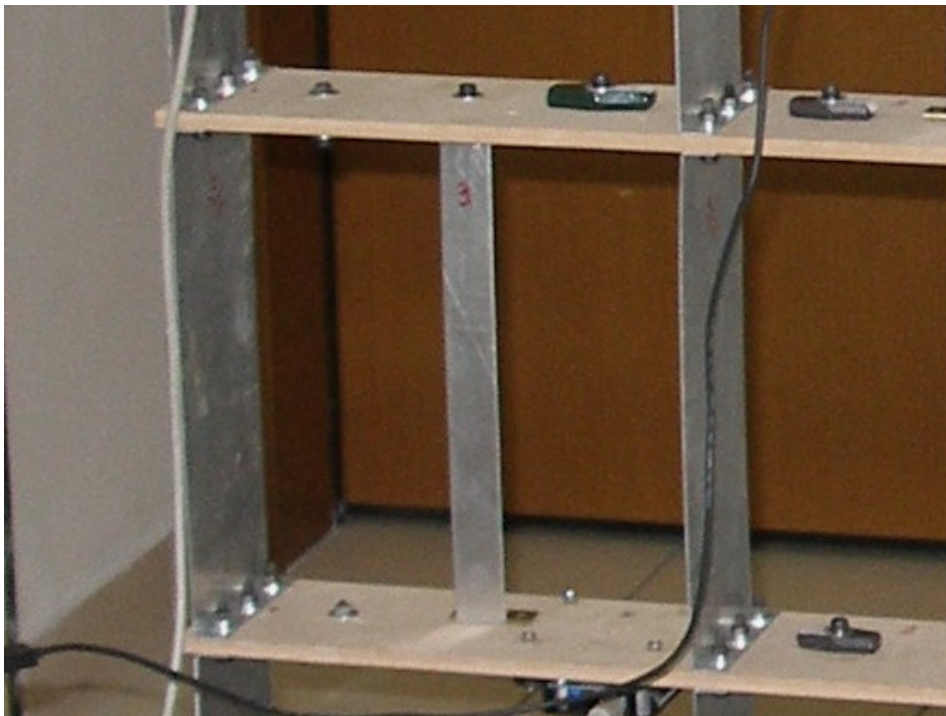




Σχ. 4.5 Λεπτομέρεια συνδέσεων, επιταχυνσιογράφου και πρόσθετων μαζών.

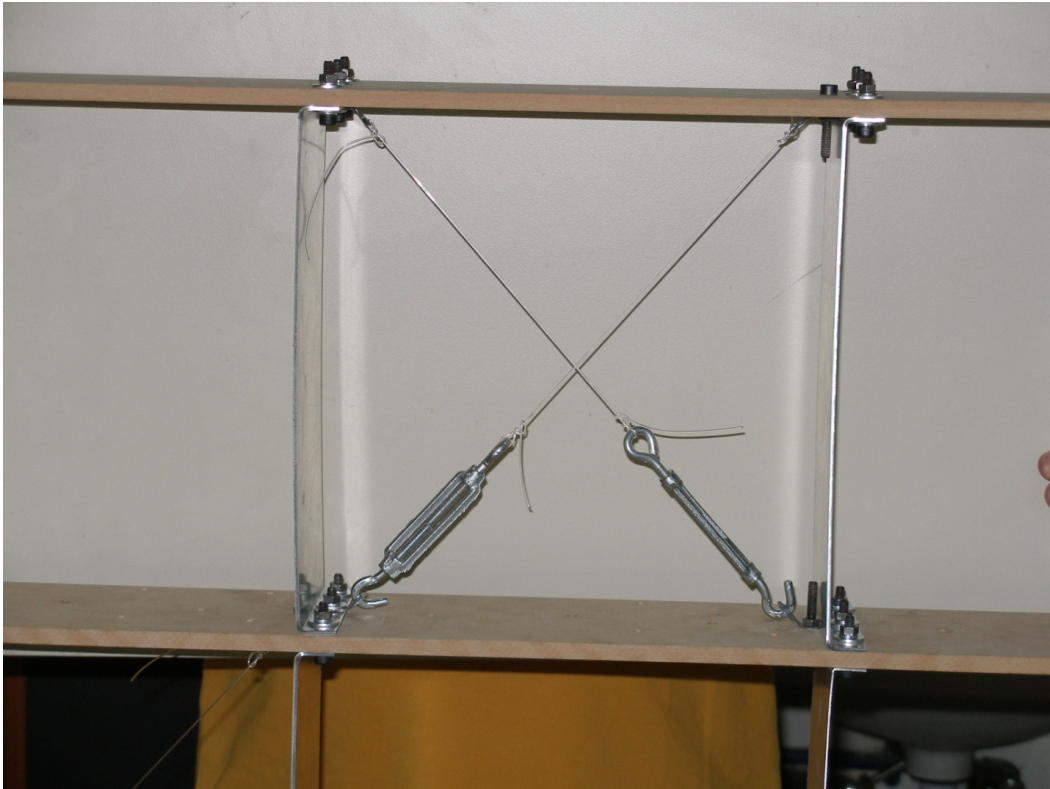
Προκειμένου να επιλεγθεί ο τρόπος προσομοίωσης της εμφάντωσης τοιχώματος στο προσομοίωμα, πραγματοποιήθηκαν διάφορες δοκιμές.

Αρχικά τοποθετήθηκαν πρόσθετα κατακόρυφα στοιχεία από αλουμίνιο (Σχ. 4.6), ενώ στην συνέχεια τοποθετήθηκαν χιαστί σύνδεσμοι με χρήση πετονιάς (Σχ. 4.7) και στην συνέχεια με χρήση συρματόσχοινου (Σχ. 4.8) το οποίο εντάθηκε με εντατήρες.

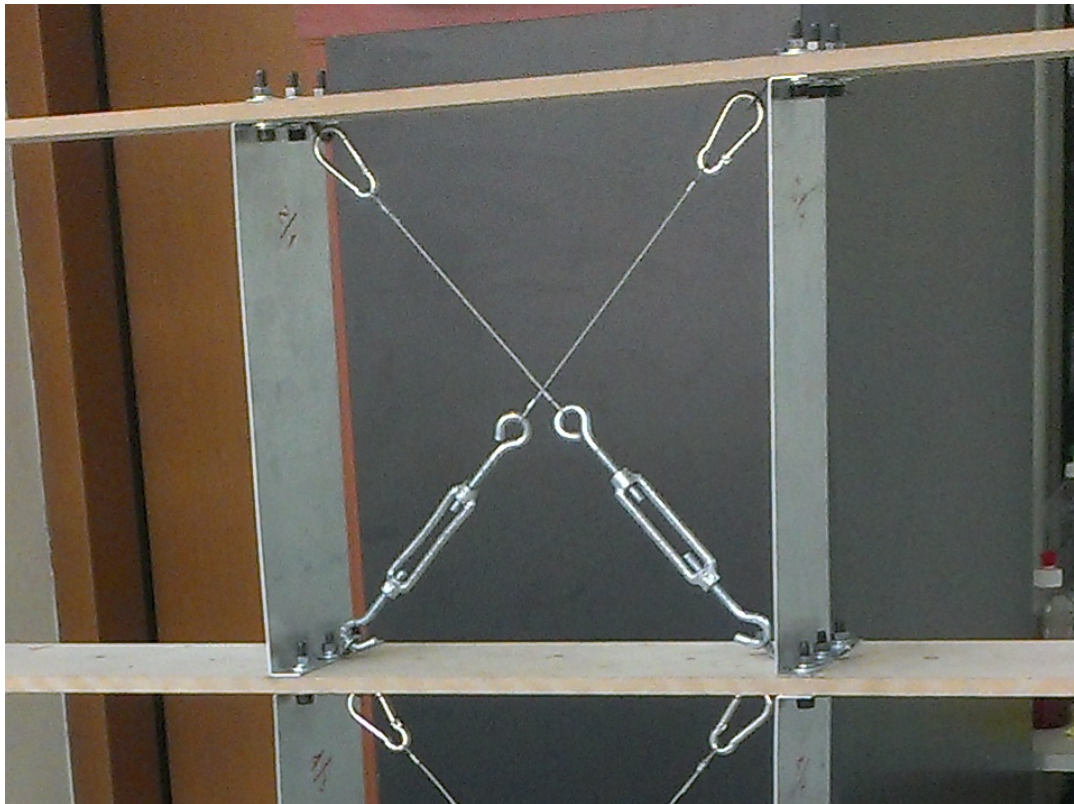


Σχ. 4.6 Λεπτομέρεια πρόσθετων κατακόρυφων στοιχείων από αλουμίνιο.



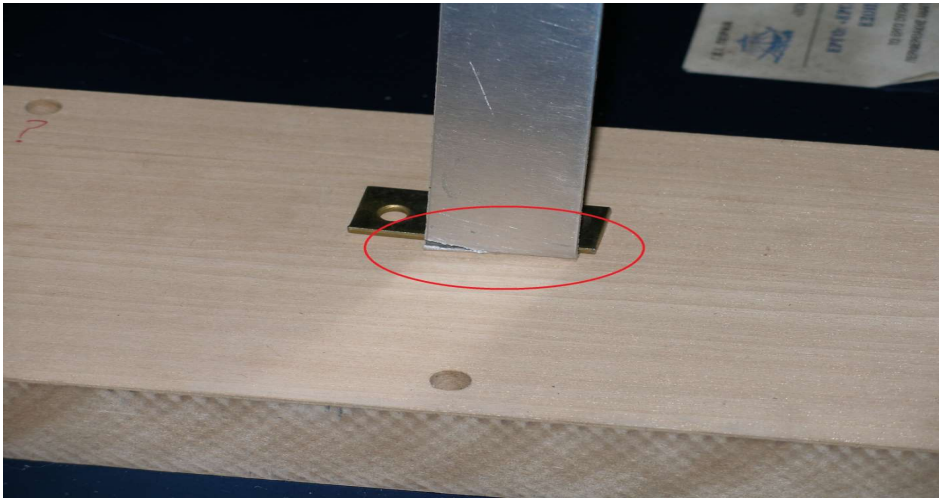


*Σχ. 4.7 Λεπτομέρεια χιαστί συνδέσεων με χρήση πετονιάς.*

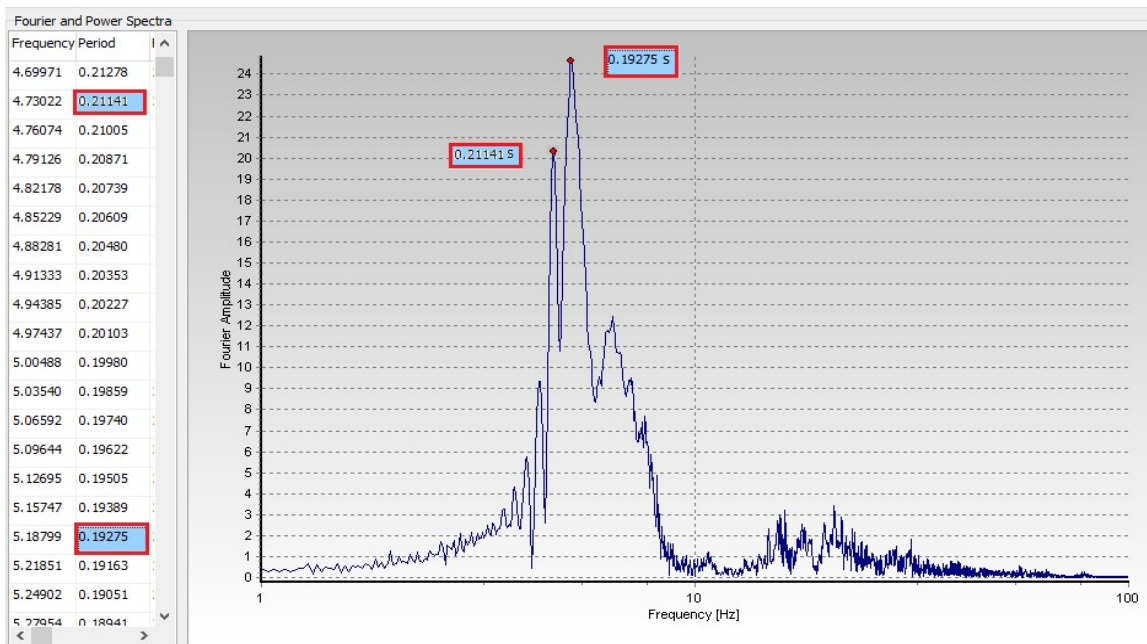


*Σχ. 4.8 Λεπτομέρεια χιαστί συνδέσεων με χρήση συρματοσχοινου.*

Οι παραπάνω υλοποιήσεις παρουσιάζουν σχετικά προβληματική και ασταθή συμπεριφορά. Στην προσομοίωση με πρόσθετα κατακόρυφα στοιχεία αλουμινίου είχαμε αστοχία του στοιχείου ενίσχυσης ισογείου στη βάση του (Σχ. 4.9). Η αστοχία αυτή προήρθε εξ αιτίας του ακατάλληλου τρόπου στήριξης στη βάση του ομοιώματος (θεμελίωσης) του στοιχείου αυτού. Στις υλοποιήσεις της εμφάντωσης με διαγώνια στοιχεία από πετονιά ή συρματόσχοινο παρατηρήθηκε ασταθής συμπεριφορά του προσομοιώματος. Το προσομοίωμα με διαγώνια στοιχεία συρματόσχοινο υποβλήθηκε σε διέγερση βάσης με σάρωση ημιτόνου. Έγινε ανάλυση Fourier της καταγραφής επιτάχυνσης στην οροφή του ομοιώματος. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης φαίνονται στο Σχ. 4.10.



Σχ. 4.9 Λεπτομέρεια αστοχίας πρόσθετου κατακόρυφου στοιχείου από αλουμίνιο.



Σχ. 4.10 Ανάλυση Fourier καταγράφων επιτάχυνσης στο προσομοίωμα με διαγώνια στοιχεία από συρματόσχοινο.

Η θεμελιώδης ιδιοπερίοδος της κατασκευής δεν προκύπτει με σαφή τρόπο. Εμφανίζονται δυο δίδυμες κορυφές στην περιοχή της πρώτης ιδιοπεριόδου με περίοδο  $T_1 = 0.19275s$  και  $T_2 = 0.21414s$ . Η διακύμανση αυτή προδίδει μεταβολή στην δυσκαμψία της κατασκευής και οφείλεται στον τρόπο υλοποίησης των διαγωνίων ενισχύσεων. Με την επιβολή της φόρτισης κάποια στοιχεία σύνδεσης (σφικτήρες) ολισθαίνουν με αποτέλεσμα την αλλαγή στην δυσκαμψία του ομοιώματος με μη προβλέψιμο τρόπο.

Για την περαιτέρω διερεύνηση του φαινομένου των δίδυμων κορυφών στα διαγράμματα των αναλύσεων Fourier, είναι σκόπιμο να γίνει τμηματικός μετασχηματισμός Fourier της καταγεγραμμένης επιτάχυνσης, τεμαχίζοντάς την σε ίσα τμήματα μικρής χρονικής διάρκειας. Οι αναλύσεις αυτές θα πραγματοποιηθούν σε μελλοντική έρευνα.

Τελικά, για την προσομοίωση της εμφάνισης επελέγη η πρακτική της αντικατάστασης των κατακόρυφων στοιχείων αλουμινίου που ορίζουν το φάτνωμα με το νέο τοίχωμα, με χαλύβδινα στοιχεία. Σε αυτήν την μορφή η μάζα κάθε ορόφου όπως αναλυτικά υπολογίζεται στον Πίνακα 4.4 είναι 1867gr και η συνολική μάζα του προσομοιώματος, συμπεριλαμβανόμενων των επιταχυνσιογράφων, είναι 9547gr.

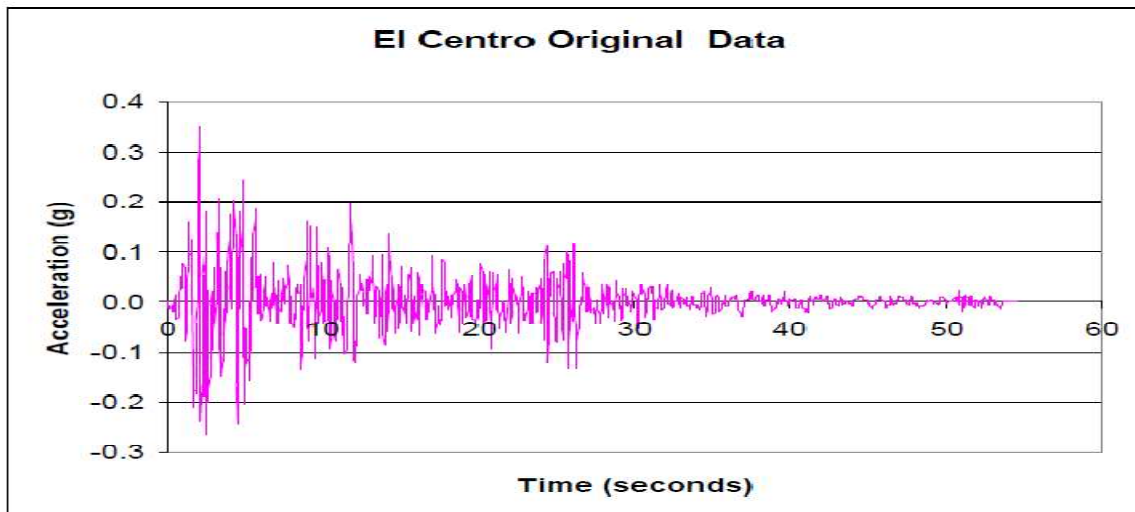
Πίνακας 4.4 Μάζα ομοιώματος.

	<b>ΜΑΖΑ</b>	<b>ΤΕΜ</b>	<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>
	(gr)		(gr)
Δοκός MDF 100 X 8 mm	640.00	1	640.00
Στύλος αλουμινίου 1 X 100 mm	72.00	3	216.00
Στύλος χάλυβα 2 X 100 mm	433.50	2	867.00
Κοχλίες και περικόχλια	9.60	15	144.00
Σύνολο ορόφου			1867.00
Σύνολο ομοιώματος	1867.00	5	9335.00
Μάζα επιταχυνσιογράφου	106.00	2	212.00
Σύνολο			9547.00

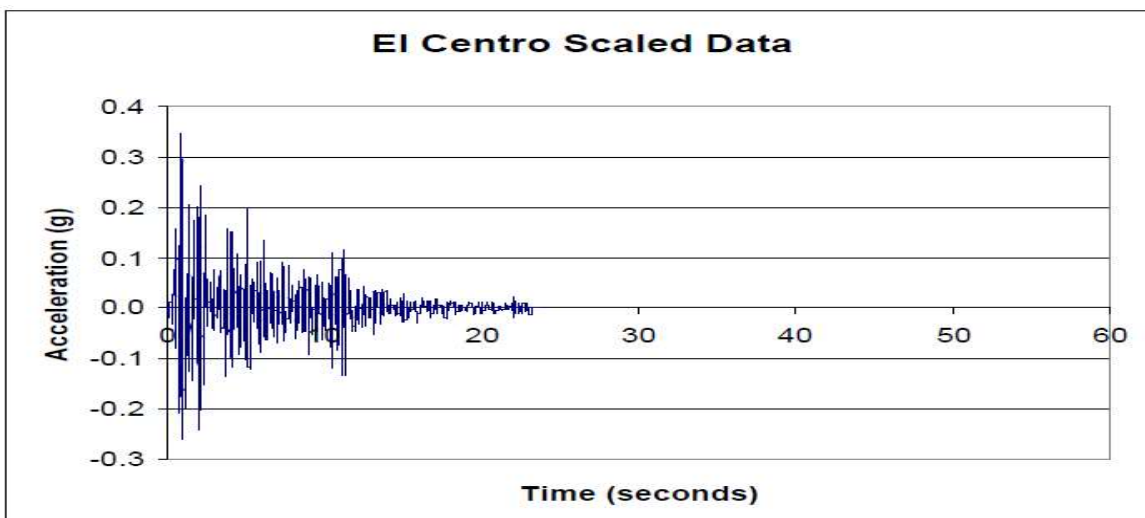
Στο παραπάνω προσομοίωμα δεν έχουν εφαρμογή οι απαιτήσεις ομοιότητας σύμφωνα με την διαστατική ανάλυση (Harris and Sabnis 1999; Μπούσιας 2015) ώστε να μπορεί να χαρακτηριστεί ως ακριβές ομοίωμα, ή έστω σαν ομοίωμα με προσομοίωση πρόσθετης μάζας, ενός πενταώροφου πλαισίου τεσσάρων φατνωμάτων από ωπλισμένο σκυρόδεμα. Στόχος των πειραματικών μετρήσεων στο προσομοίωμα δεν είναι ο προσδιορισμός των παραμορφώσεων, μετακινήσεων και επιταχύνσεων στην πρωτότυπη κατασκευή. Στόχος είναι η σύγκριση των μεγεθών αυτών μεταξύ των διαφόρων περιπτώσεων μετάταξης, η

κατανόηση του τρόπου λειτουργίας της μετάταξης και ο εντοπισμός των παραγόντων που την επηρεάζουν.

Το σύστημα της σεισμικής τράπεζας μπορεί να προσομοιώσει οποιοδήποτε επιταχυνσιογράφημα, για να συμβεί αυτό είναι αναγκαία η κλιμάκωση των δεδομένων με τρόπο ώστε κατά τη εφαρμογή τους η σεισμική τράπεζα να μην ξεπεράσει τα όρια ασφαλούς λειτουργίας της (μέγιστη μετακίνηση βάσης  $\pm 7.5\text{cm}$ ). Η κλιμάκωση αυτή προκαλεί μεταξύ των άλλων και συμπίκνωση της διάρκειας της διέγερσης. Για παράδειγμα στην περίπτωση του σεισμού El Centro (1940) από την πρωτότυπη καταγραφή προκύπτει διάρκειά σεισμού 54.6s (Σχ. 4.11) μετά την κλιμάκωση προκύπτει διάρκειά σεισμού 23.59s (Σχ. 4.12). Η κλίμακα χρόνου είναι  $S_T = 54.6/23.59 = 2.31$ . Σύμφωνα με την διαστατική ανάλυση ο συντελεστής κλίμακας γραμμικών διαστάσεων ( $S_L$ ) με βάση τις απαιτήσεις ομοιότητας κατά Cauchy/Froude προκύπτει από την σχέση  $S_T = S_L^{0.5}$ . Στην περίπτωση αυτή ο συντελεστής κλίμακας γραμμικών διαστάσεων είναι  $S_L=5.3$ .

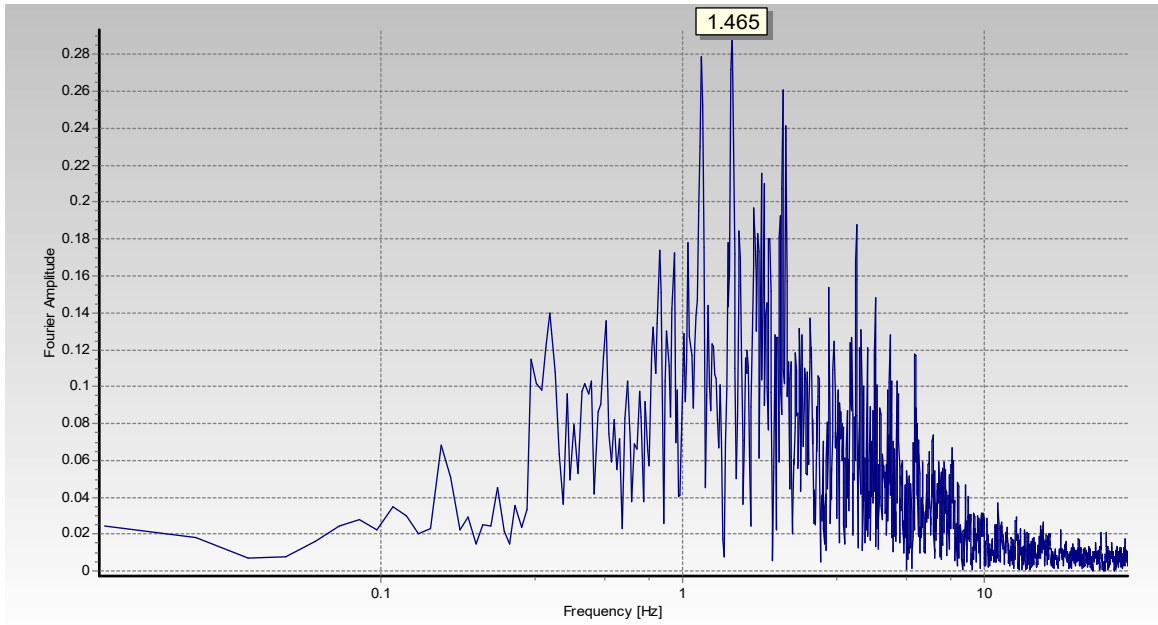


Σχ. 4.11 Πρωτότυπη καταγραφή σεισμού EL CENTRO.

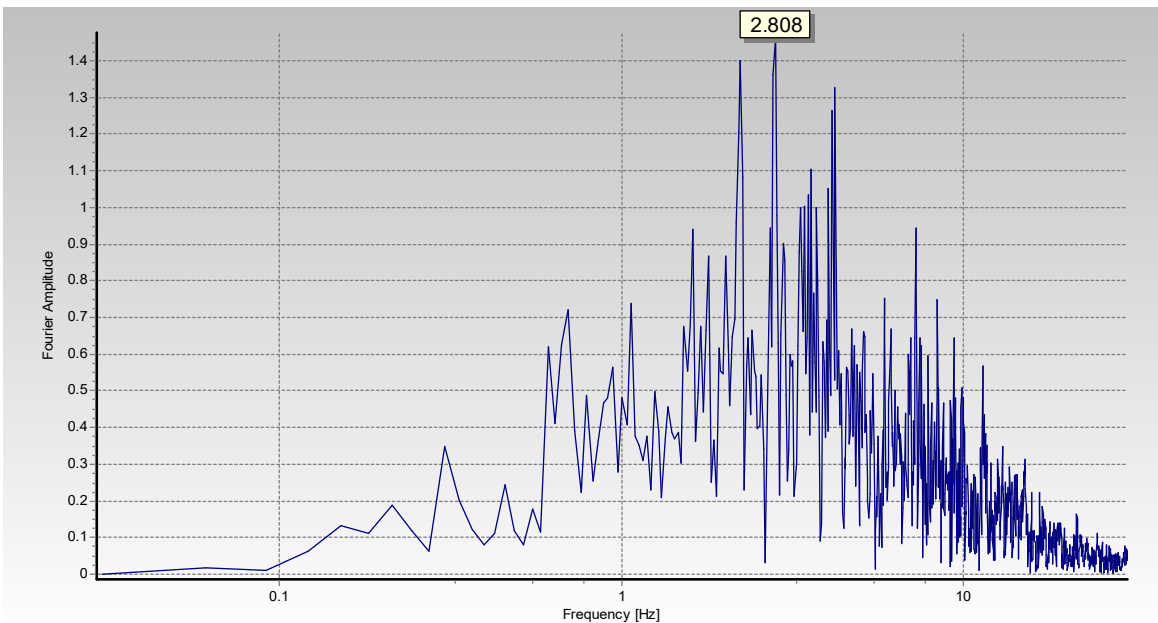


Σχ. 4.12 Κλιμάκωση καταγραφής σεισμού EL CENTRO.



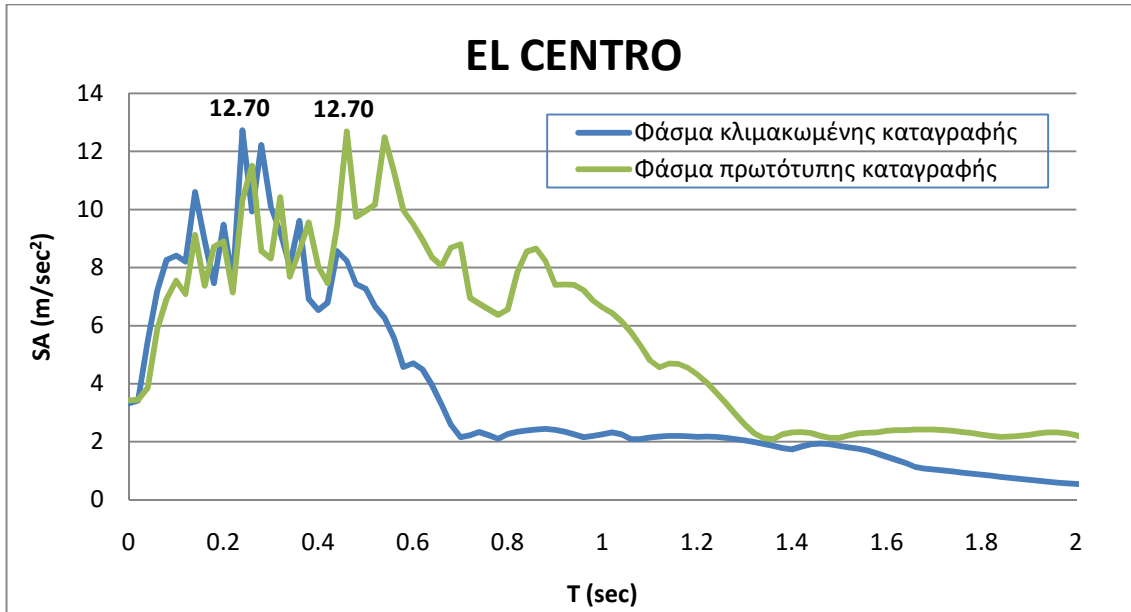


Σχ. 4.13 Συχνολογικό περιεχόμενο της πρωτότυπης καταγραφής του σεισμού EL CENTRO.



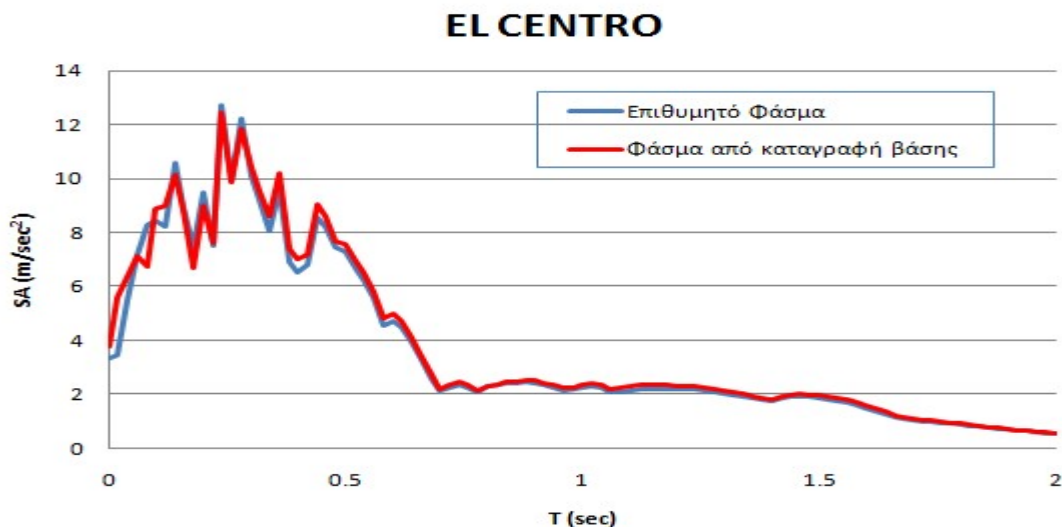
Σχ. 4.14 Συχνολογικό περιεχόμενο της κλιμακωμένης καταγραφής του σεισμού EL CENTRO.

Στα Σχ. 4.13 και 4.14 φαίνονται οι επιπτώσεις της κλιμάκωσης του χρόνου στο συχνολογικό περιεχόμενο της κλιμακωμένης καταγραφής του σεισμού EL CENTRO. Παρατηρούμε την αύξηση του συχνολογικού περιεχομένου στην κλιμακωμένη καταγραφή (κορυφή 2.808Hz) έναντι της πρωτότυπης καταγραφής (κορυφή 1.465Hz). Στο Σχ. 4.15 φαίνονται οι επιπτώσεις της συμπίεσης του χρόνου στο ελαστικό φάσμα. Η μέγιστη φασματική επιτάχυνση παραμένει σταθερή ( $12.70\text{m/s}^2$ ) αλλά αυτή εμφανίζεται όπως είναι αναμενόμενο σε μικρότερη ιδιοπερίοδο.

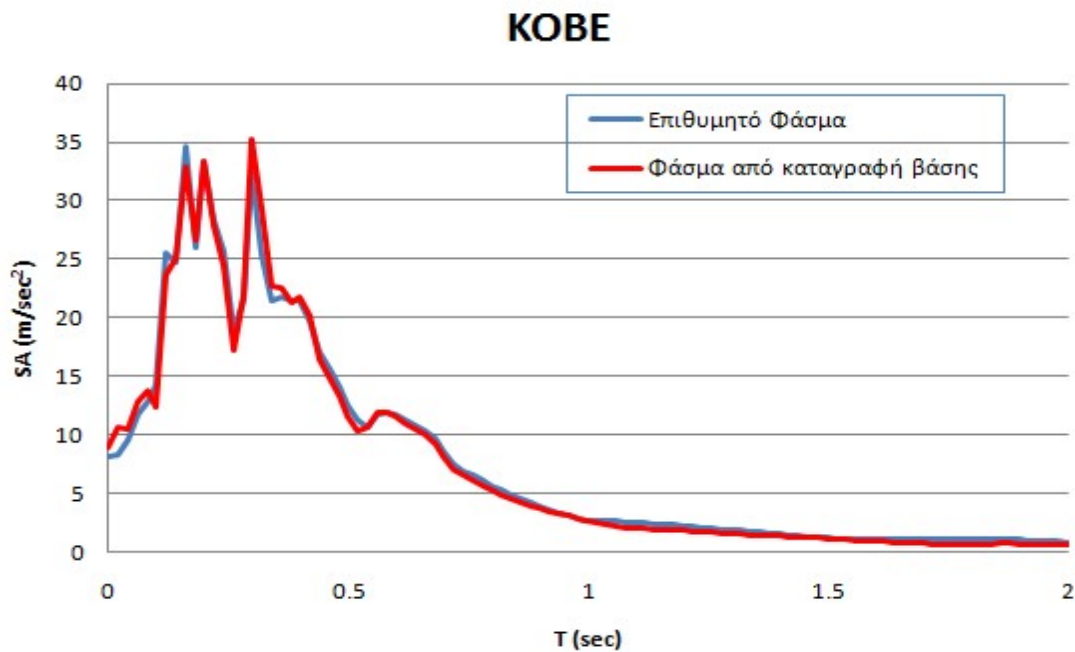


Σχ. 4.15 Φάσματα πρωτότυπης και κλιμακωμένης καταγραφής του σεισμού *EL CENTRO*.

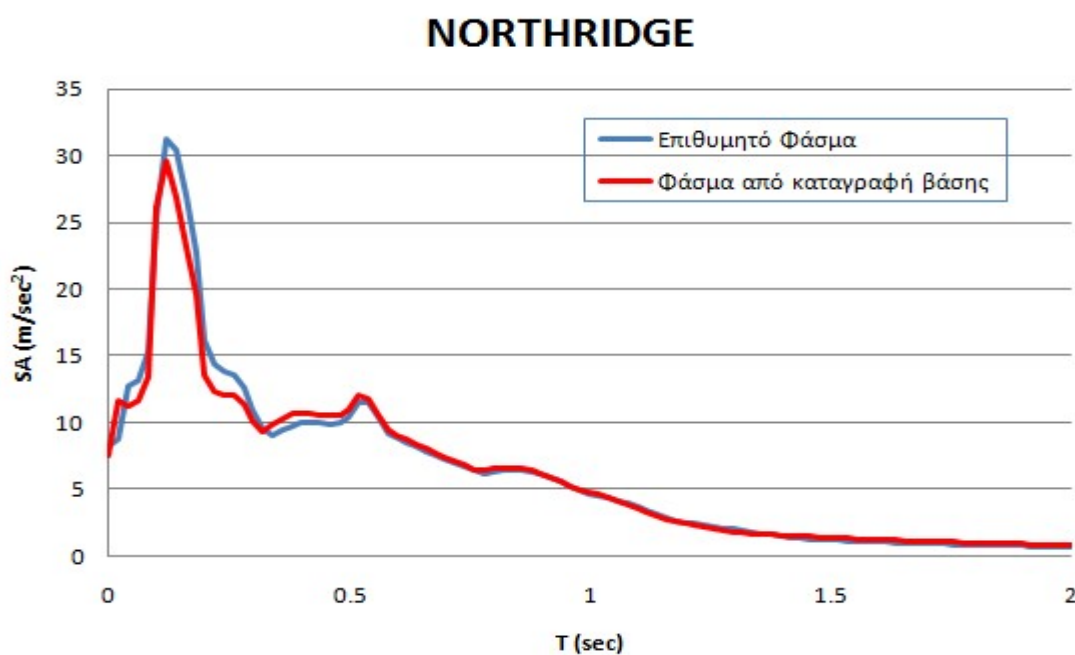
Από τις κλιμακωμένες χρονοϊστορίες επιταχύνσεων για τους σεισμούς (*El Centro*, *Kobe*, *Northridge*), οι οποίες αποτελούν πλέον τις επιθυμητές διεγέρσεις, υπολογίστηκαν τα ελαστικά φάσματα επιταχύνσεων. Από τις καταγεγραμμένες επιταχύνσεις βάσης υπολογίστηκαν επίσης τα ελαστικά φάσματα επιταχύνσεων. Στα Σχ. 4.16, 4.17 και 4.18 φαίνεται η σύγκριση των παραπάνω φασμάτων. Παρατηρούμε ικανοποιητική ταύτιση των φασμάτων αυτών. Οι μικροδιαφορές μπορεί να οφείλονται στην αλληλεπίδραση σεισμικής τράπεζας ομοιώματος, σε τριβές των μηχανικών μερών της τράπεζας ή στην απόδοση της συνάρτησης μεταφοράς που χρησιμοποιεί το λογισμικό για τον έλεγχο του σερβοκινητήρα.



Σχ. 4.16 Σύγκριση επιθυμητού φάσματος και φάσματος από την καταγραφή επιταχύνσεων βάσης για τον σεισμό *EL CENTRO*.



Σχ. 4.17 Σύγκριση επιθυμητού φάσματος και φάσματος από την καταγραφή επιταχύνσεων βάσης για τον σεισμό ΚΟΒΕ.

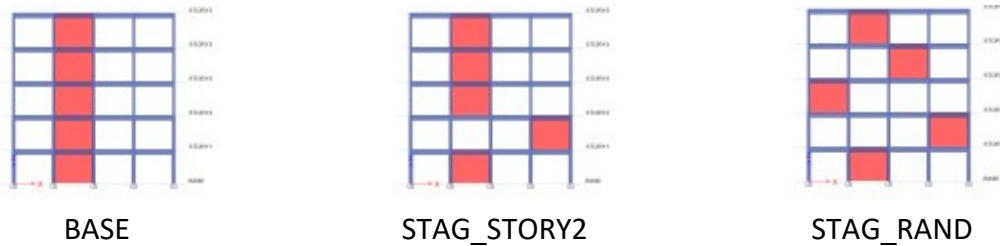


Σχ. 4.18 Σύγκριση επιθυμητού φάσματος και φάσματος από την καταγραφή επιταχύνσεων βάσης για τον σεισμό NORTHRIDGE.



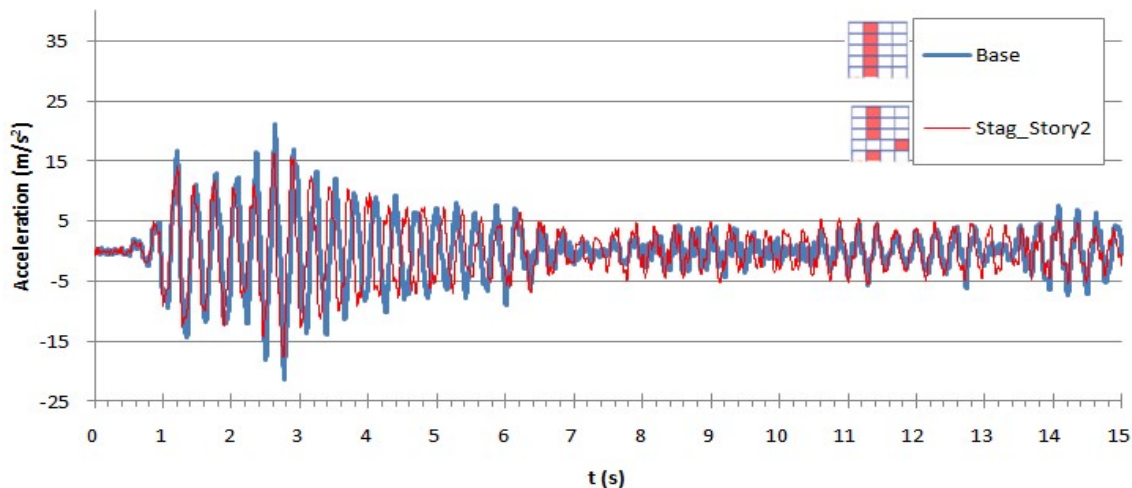
### 4.3 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ

Η πειραματική διερεύνηση βρίσκεται σε εξέλιξη. Η πρώτη φάση που παρουσιάζεται σ' αυτή την εργασία περιλαμβάνει την διερεύνηση των διατάξεων BASE, STAG\_STORY2 και STAG\_RANDOM. (Σχ. 4.19).

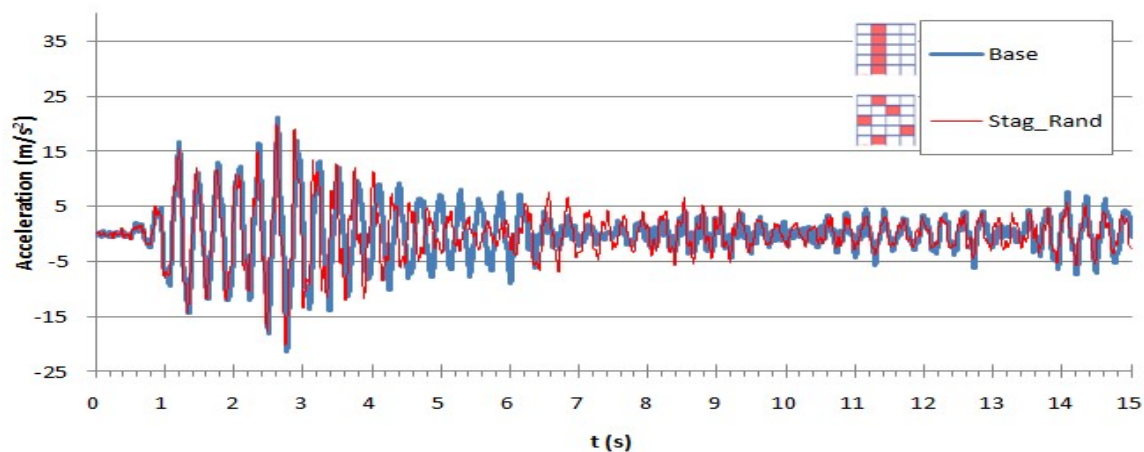


Σχ. 4.19 Διατάξεις που διερευνήθηκαν πειραματικά.

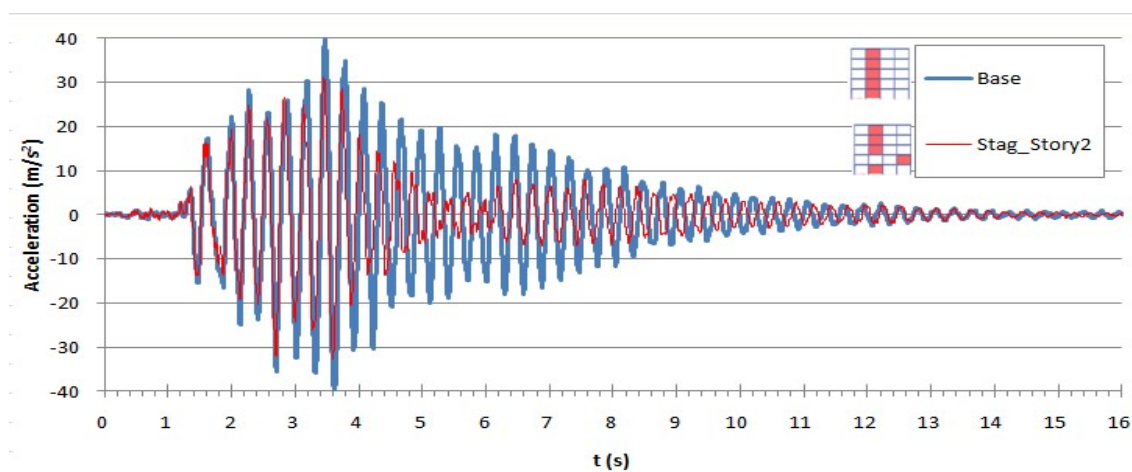
Η κάθε παραλλαγή του προσομοιώματος υποβλήθηκε σε διέγερση βάσης με σάρωση ημιτόνου καθώς και προσομοίωση των σεισμικών διεγέρσεων του El Centro (1940), Kobe (1995) και Northridge (1994). Κατά την διάρκεια των πειραμάτων, τρεις επιταχυνσιογράφοι κατέγραφαν τις επιταχύνσεις. Οι επιταχυνσιογράφοι ήταν τοποθετημένοι στην βάση της κατασκευής, στην οροφή του κτιρίου και στην οροφή του 2<sup>ου</sup> ορόφου. Στα Σχ. 4.20 έως 4.25 φαίνονται οι καταγεγραμμένες επιταχύνσεις στην οροφή του 2<sup>ου</sup> ορόφου των διατάξεων STAG\_STORY2 και STAG\_RANDOM για τις διεγέρσεις El Centro, Kobe και Northridge, συγκρινόμενες κάθε φορά με την καταγεγραμμένη επιτάχυνση στην οροφή του 2<sup>ου</sup> της διάταξης BASE.



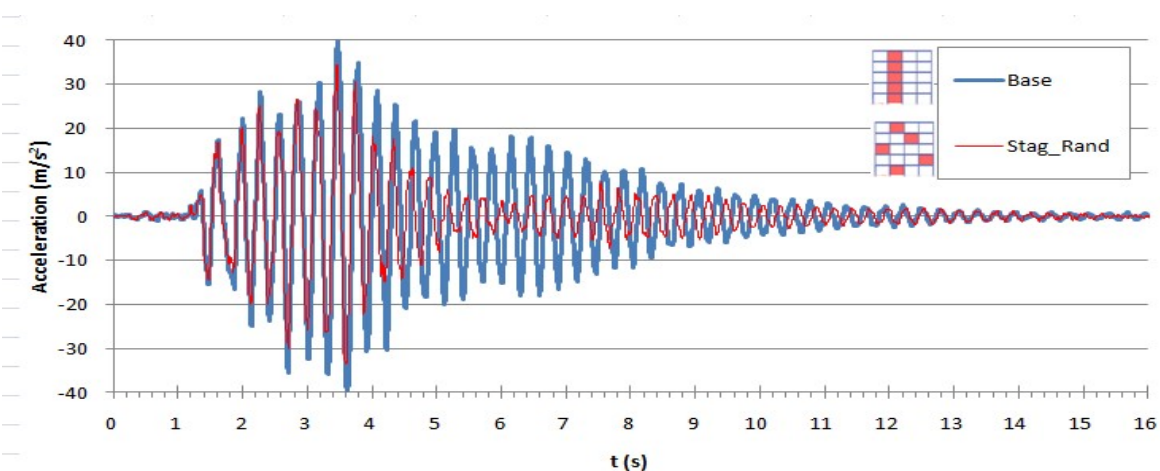
Σχ. 4.20 Καταγεγραμμένες επιταχύνσεις οροφής στα προσομοιώματα BASE και STAG\_STORY2 για την καταγραφή του EL CENTRO.



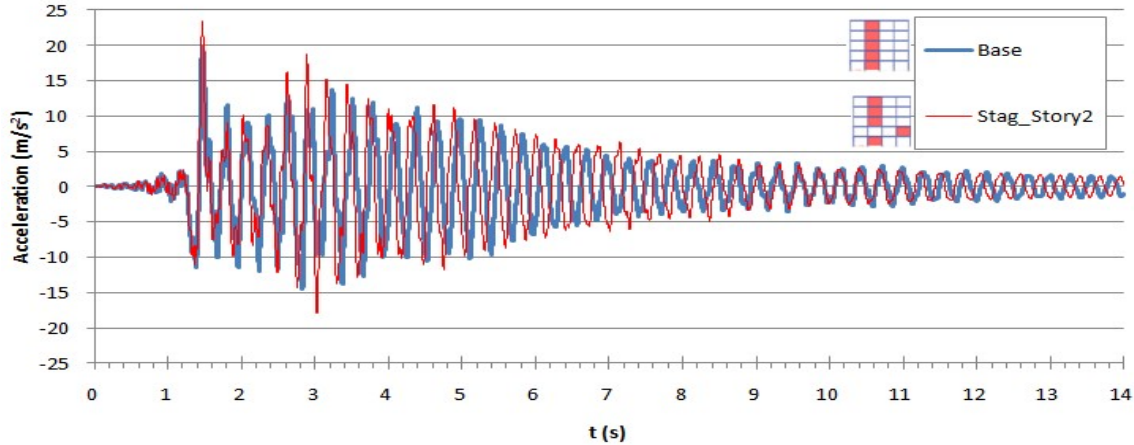
Σχ. 4.21 Καταγεγραμμένες επιταχύνσεις οροφής στα προσομοιώματα *BASE* και *STAG\_RAND* για την καταγραφή του *EL CENTRO*.



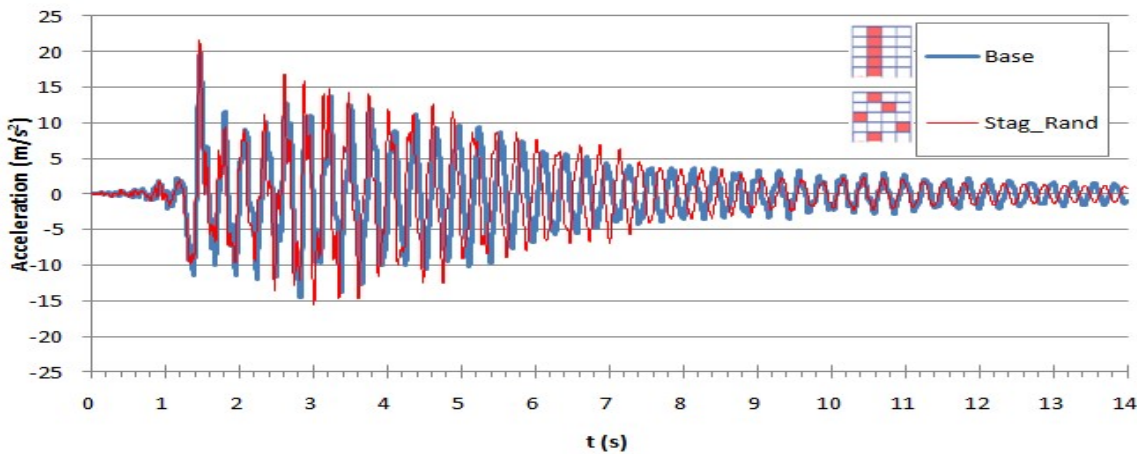
Σχ. 4.22 Καταγεγραμμένες επιταχύνσεις οροφής στα προσομοιώματα *BASE* και *STAG\_STORY2* για την καταγραφή του *KOBE*.



Σχ. 4.23 Καταγεγραμμένες επιταχύνσεις οροφής στα προσομοιώματα *BASE* και *STAG\_RAND* για την καταγραφή του *KOBE*.



Σχ. 4.24 Καταγεγραμμένες επιταχύνσεις οροφής στα προσομοιώματα *BASE* και *STAG\_STORY2* για την καταγραφή του *NORTHRIDGE*



Σχ. 4.25 Καταγεγραμμένες επιταχύνσεις οροφής στα προσομοιώματα *BASE* και *STAG\_RAND* για την καταγραφή του *NORTHRIDGE*.

#### 4.4 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

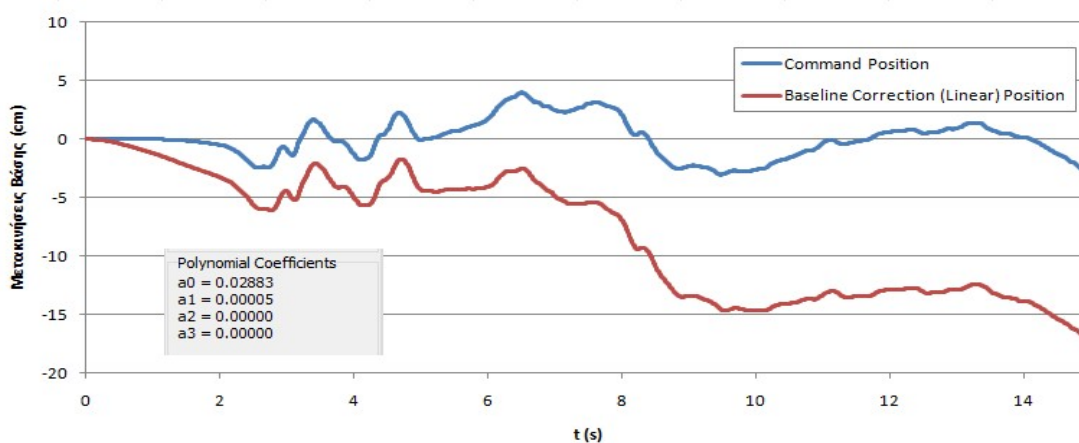
Η επεξεργασία των καταγράφων (διόρθωση γραμμής βάσης, αναλύσεις Fourier, αριθμητική ολοκλήρωση), έγινε με τη χρήση του λογισμικού SeismoSignal 2016. Η χρονική ολοκλήρωση για τον υπολογισμό της μετακίνησης έγινε με την μέθοδο Newmark με την παραδοχή της σταθερής μέσης επιτάχυνσης (συντελεστές  $\gamma=0.5$  και  $\beta=0.25$ ), δηλαδή με την παραδοχή ότι η επιτάχυνση εντός του χρονικού βήματος ολοκλήρωσης είναι σταθερή και ίση με τον μέσο όρο της αρχικής και της τελικής τιμής της.

Προκειμένου να επιλεγεί ο καταλληλότερος βαθμός πολυωνύμου που θα χρησιμοποιηθεί για την διόρθωση της γραμμής βάσης των καταγραφών επιτάχυνσης, έγινε σύγκριση της καταγεγραμμένης χρονοϊστορίας μετακινήσεων βάσης και των υπολογιζόμενων μετακινήσεων με τρεις τρόπους διόρθωσης των επιταχύνσεων (με πολώνυμο 1<sup>ου</sup> βαθμού Σχ. 4., με πολώνυμο 2<sup>ου</sup> βαθμού Σχ. 4., με πολώνυμο 3<sup>ου</sup> βαθμού Σχ. 4.).

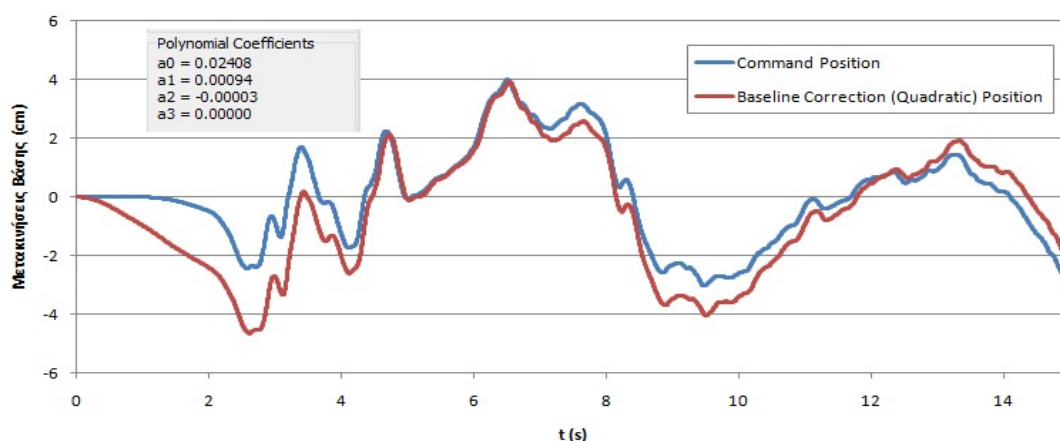
Από τη παρατήρηση των Σχ. 4.26 , 4.27 και 4.28 πρόκύπτει ότι:

- Η χρήση πολωνύμου 1<sup>ου</sup> βαθμού αδυνατεί να προσφέρει ουσιαστική διόρθωση της γραμμής βάσης των καταγραφών επιτάχυνσης.
- Η χρήση πολωνύμου 2<sup>ου</sup> ή 3<sup>ου</sup> βαθμού προσφέρει ικανοποιητική διόρθωση της γραμμής βάσης των καταγραφών επιτάχυνσης.
- Στο αρχικό χρονικό διάστημα της καταγραφής επιταχύνσεων καμία από τις διορθώσεις δεν προσφέρει ικανοποιητικό αποτέλεσμα, πιθανότατα λόγω του πολύ χαμηλού λόγου σήματος προς θόρυβο (S/N) στις καταγραφές του διαστήματος αυτού.

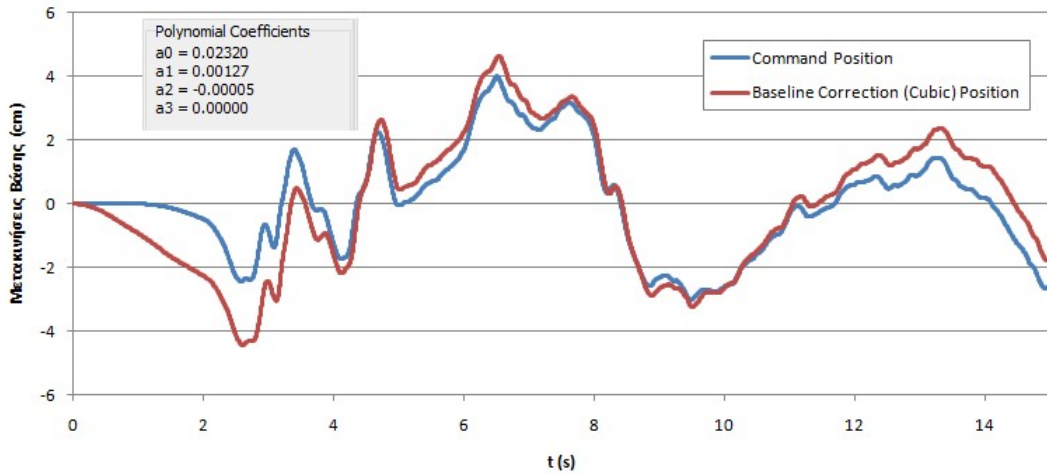
Για την διόρθωση γραμμής βάσης των καταγραφών επιτάχυνσης οροφής από τις σεισμικές διεγέρσεις επιλέχθηκε η χρήση πολωνύμων 3<sup>ου</sup> βαθμού, λόγω της αποτελεσματικότερης συμπεριφοράς τους στο χρονικό διάστημα που εμφανίζονται οι μέγιστες επιταχύνσεις.



Σχ. 4.26 Αποτελεσματικότητα διόρθωσης γραμμής βάσης επιταχύνσεων (EL CENTRO) με πολώνυμο 1<sup>ου</sup> βαθμού.



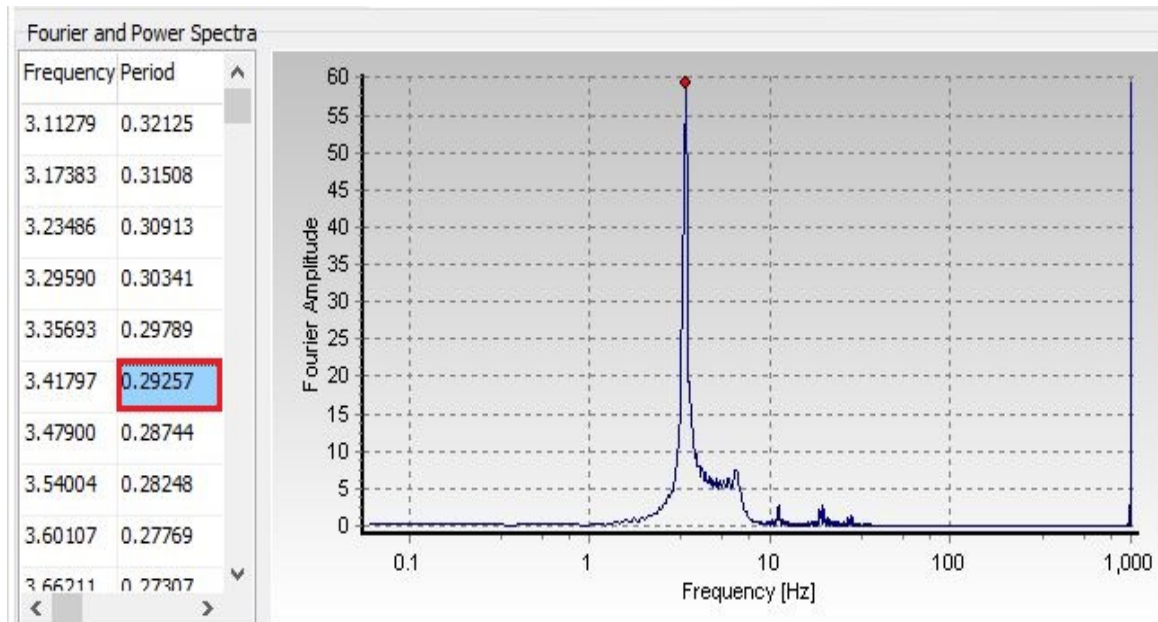
Σχ. 4.27 Αποτελεσματικότητα διόρθωσης γραμμής βάσης επιταχύνσεων (EL CENTRO) με πολώνυμο 2<sup>ου</sup> βαθμού.



Σχ. 4.28 Αποτελεσματικότητα διόρθωσης γραμμής βάσης επιταχύνσεων (EL CENTRO) με πολυώνυμο 3<sup>ο</sup> βαθμού.

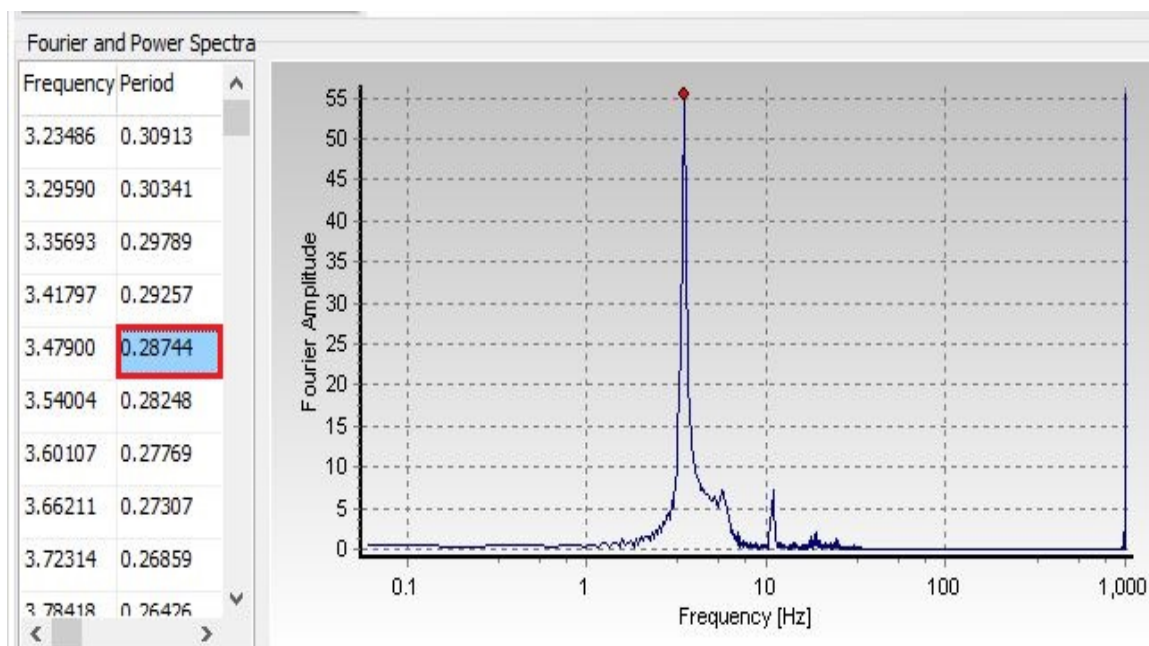
#### 4.5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ ΜΙΚΡΗΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ.

Από την επεξεργασία των καταγραφών της επιτάχυνσης στην οροφή του πλαισίου, κατά την διέγερση με σάρωση ημιτόνου, με ανάλυση Fourier (Σχ. 4.29, 4.30 και 4.31), υπολογίστηκε η θεμελιώδης ιδιοπερίοδος του προσομοιώματος για τα εξεταζόμενα σενάρια μετάταξης (Πίνακας 4.5). Από περαιτέρω επεξεργασία των διαγραμμάτων ανάλυσης Fourier (Σχ. 4.32, 4.33 και 4.34) υπολογίστηκε το ποσοστό απόσβεσης του προσομοιώματος για τα εξεταζόμενα σενάρια μετάταξης (Πίνακας 4.6).

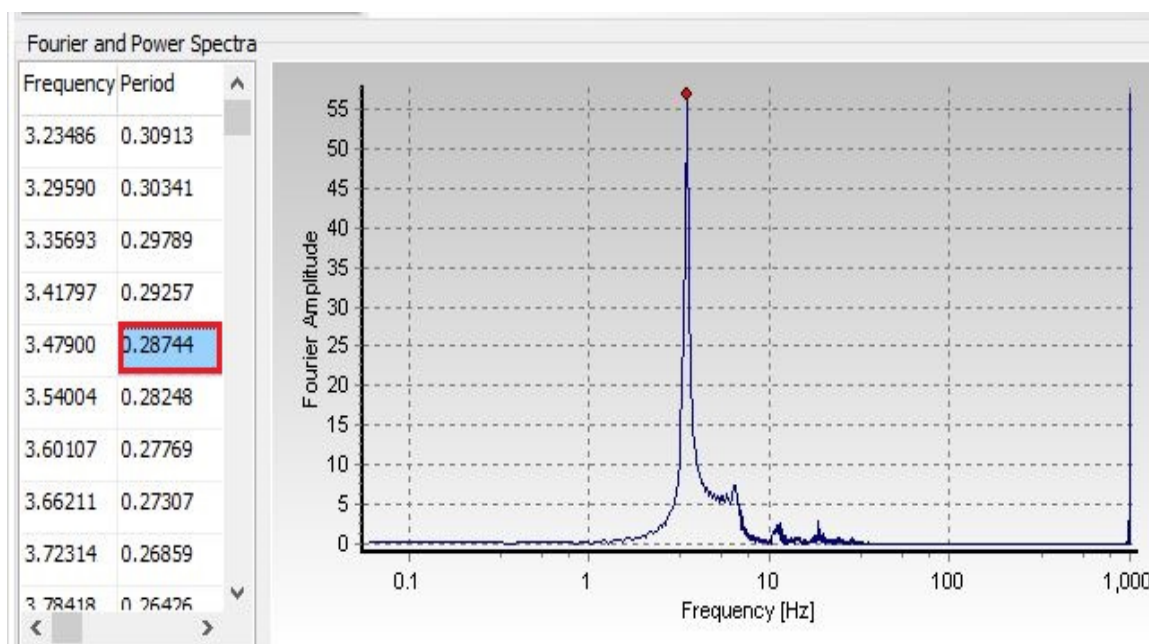


Σχ. 4.29 Ανάλυση Fourier της καταγεγραμμένης επιτάχυνσης στην οροφή του πλαισίου BASE.





Σχ. 4.30 Ανάλυση Fourier της καταγεγραμμένης επιτάχυνσης στην οροφή του πλαισίου STAG\_STORY2.

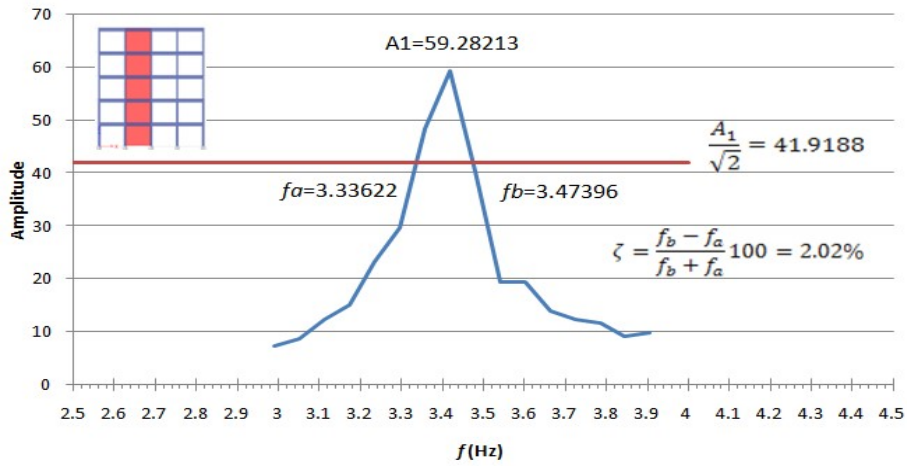


Σχ. 4.31 Ανάλυση Fourier της καταγεγραμμένης επιτάχυνσης στην οροφή του πλαισίου STAG RAND.

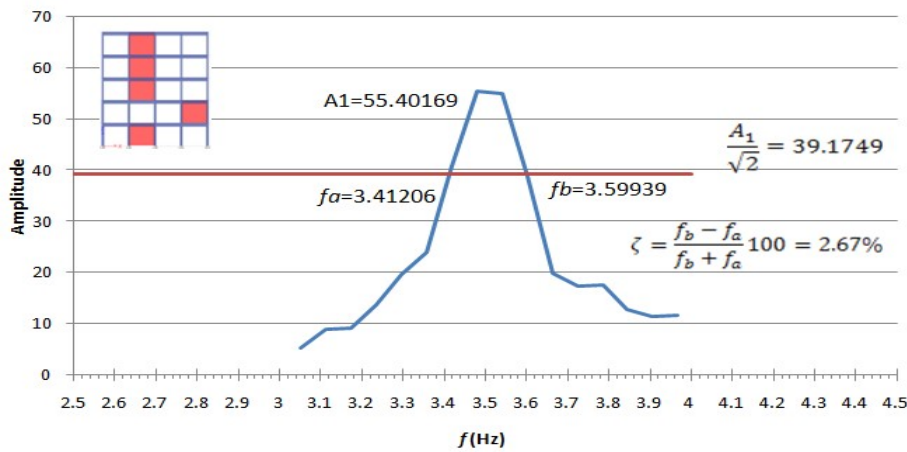
Πίνακας 4.5 Τιμές ιδιοπεριόδου για τα εξεταζόμενα πλαίσια.

Τύπος πλαισίου	BASE	STAG_STORY2	STAG RAND
Ιδιοπερίοδος (s)	0.29257	0.28744	0.28744

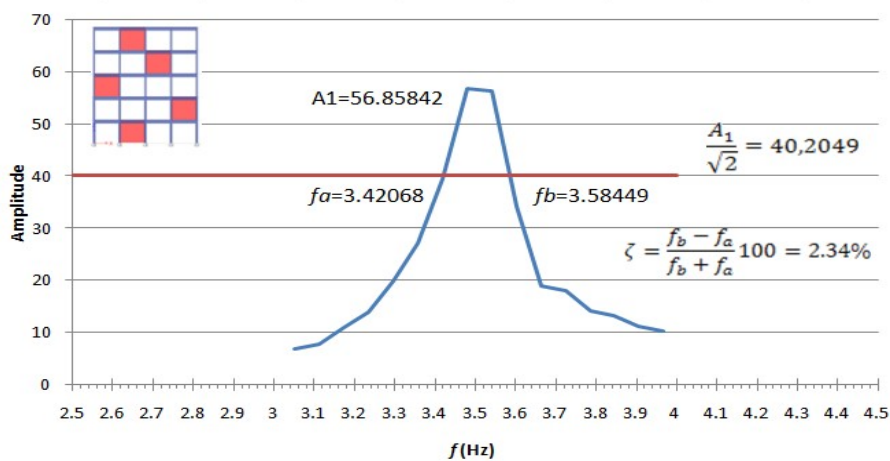




Σχ. 4.32 Υπολογισμός ποσοστού απόσβεσης προσομοιωμένος για την διάταξη BASE.






Σχ. 4.33 Υπολογισμός ποσοστού απόσβεσης προσομοιωμένος για την διάταξη STAG\_STORY2.






Σχ. 4.34 Υπολογισμός ποσοστού απόσβεσης προσομοιωμένος για την διάταξη STAG\_RAND.

Πίνακας 4.6 Τιμές ποσοστού απόσβεσης για τα εξεταζόμενα πλαίσια.

			
Τύπος πλαισίου	<b>BASE</b>	<b>STAG_STORY2</b>	<b>STAG_RAND</b>
Ποσοστό απόσβεσης(%)	2.02	2.67	2.34

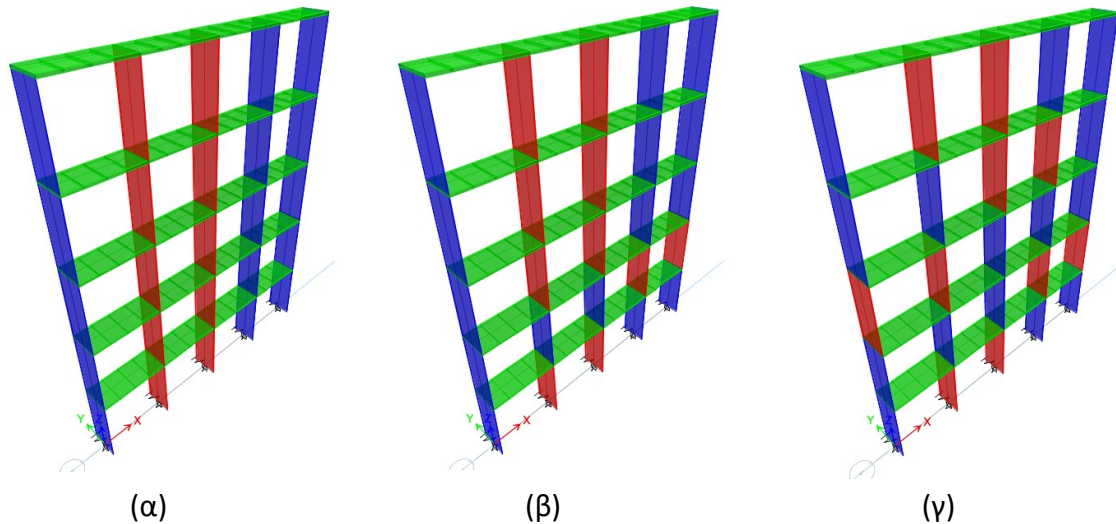
Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.7. Στις διεγέρσεις του El Centro (Σχ. 4.20, 4.21) και Kobe (Σχ. 4.22, 4.23), στις μετατεταγμένες διατάξεις παρουσιάζεται μείωση των μέγιστων καταγεγραμμένων επιταχύνσεων από 4.9% έως 18.4% και των αντίστοιχων μέγιστων υπολογιζόμενων μετακινήσεων από 22.6% έως 39.8% σε σχέση με την περίπτωση Base στην οποία η ενίσχυση είναι συνεχής καθ' ύψος. Αντίθετα για την περίπτωση της καταγραφής του Northridge (Σχ. 4.24 και 4.25 ) παρουσιάζεται αύξηση των επιταχύνσεων στις μετατεταγμένες διατάξεις.

Πίνακας 4.7 Καταγεγραμμένες μέγιστες επιταχύνσεις οροφής και υπολογιζόμενη μετακίνηση οροφής.

						
	<b>BASE</b>		<b>STAG_STORY2</b>		<b>STAG_RAND</b>	
	Μέγιστη	Μέγιστη	Μέγιστη	Μέγιστη	Μέγιστη	Μέγιστη
<b>Σεισμική</b>	επιτάχυνση	μετακίνηση	επιτάχυνση	μετακίνηση	επιτάχυνση	μετακίνηση
<b>διέγερση</b>	οροφής	οροφής	οροφής	οροφής	οροφής	οροφής
	(m/s <sup>2</sup> )	(cm)	(m/s <sup>2</sup> )	(cm)	(m/s <sup>2</sup> )	(cm)
<b>El Centro</b>	21.40	9.05	17.60	5.91	20.35	5.45
<b>Kobe</b>	39.94	18.24	32.60	14.12	34.41	13.51
<b>North</b>	19.87	9.31	23.51	10.43	21.60	6.78

#### 4.6 ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑΤΟΣ

Έγινε αναλυτική προσομοίωση του ομοιώματος με την χρήση του λογισμικού ETABS 2015. Τόσο τα κατακόρυφα όσο και τα οριζόντια μέρη του ομοιώματος προσομοιώθηκαν με γραμμικά στοιχεία. Για τα βασικά χαρακτηριστικά (μέτρο ελαστικότητας, ίδιο βάρος) των υλικών (αλουμίνιο, χάλυβας), εφαρμόστηκαν οι αρχικές τιμές του λογισμικού. Ως ποσοστό απόσβεσης των ομοιωμάτων ελήφθη αυτό που υπολογίστηκε από την επεξεργασία των πειραματικών δεδομένων. Για τις γραμμικές αναλύσεις χρονοϊστορίας χρησιμοποιήθηκαν οι καταγραφές του επιταχυνσιογράφου βάσης της σεισμικής τράπεζας κατά την προσομοίωση των σεισμικών διεγέρσεων EL CENTRO, KOBE και NORTHRIDGE.



Σχ. 4.35 Προσομοιώματα των ομοιωμάτων (α) BASE, (β) STAG\_STORY2 και (γ) STAG\_RAND.

Η στήριξη του ομοιώματος στη βάση του δεν μπορεί να θεωρηθεί πάκτωση. Παρουσιάζει μια μικρή ενδοτικότητα στροφής περί τον άξονα (Y) κάθετο στο επίπεδο του ομοιώματος (X-Z). Για τον λόγο αυτό στο αναλυτικό προσομοίωμα οι στηρίξεις θεωρήθηκε ότι δεσμεύουν τις μετακινήσεις (Ux, Uz) στους άξονες X και Z και επιτρέπουν την στροφή (Ry) περί τον άξονα Y. Έγινε η παραδοχή ότι η σταθερά του στροφικού ελατηρίου που περιγράφει αυτή τη στροφή, για την προσομοίωση της στήριξης των στύλων αλουμίνιου και χάλυβα, είναι ανάλογη της δυσκαμψίας τους.

Οι στύλοι έχουν το ίδιο πλάτος (100mm), το ίδιο ύψος (250mm), το πάχος των στύλων αλουμίνιου είναι 1mm και των στύλων χάλυβα 2mm. Ο λόγος της δυσκαμψίας στύλου χάλυβα προς την δυσκαμψία στύλου αλουμίνιου είναι  $\frac{E_{\chi\alpha\lambda} \cdot d_{\chi\alpha\lambda}^3}{E_{\alpha\lambda\omicron\mu} \cdot d_{\alpha\lambda\omicron\mu}^3} = \frac{210 \cdot 2^3}{70 \cdot 1^3} = 24$ . Έτσι και ο λόγος των δυο σταθερών ελατηρίου είναι  $\frac{K_{\chi\alpha\lambda}}{K_{\alpha\lambda\omicron\mu}} = 24$ .

Έγιναν επαναληπτικές επιλύσεις στο προσομοίωμα του ομοιώματος της συνεχούς καθ' ύψος διατάξεις τοιχωμάτων (BASE), προκειμένου να προσδιοριστούν οι σταθερές ελατηρίου που αφορούν την στήριξη στύλων αλουμίνιου και χάλυβα, με στόχο, η αναλυτικά υπολογιζόμενη θεμελιώδης ιδιοπερίοδος του ομοιώματος, να προσεγγίζει αυτήν που υπολογίστηκε ( $T_1=0.29275s$ ) από την επεξεργασία των καταγεγραμμένων επιταχύνσεων οροφής κατά την διέγερση βάσης με σάρωση ημιτόνου. Για  $K_{\alpha\lambda\omicron\mu}=65 \text{ Nm/rad}$  και  $K_{\chi\alpha\lambda}=1560 \text{ Nm/rad}$ , η αναλυτικά υπολογιζόμενη ιδιοπερίοδος προκύπτει  $T_1 = 0.293s \approx 0.29257s$ . Στον Πίνακα 4.8 παρουσιάζονται τόσο οι αναλυτικά όσο και πειραματικά υπολογιζόμενες τιμές ιδιοπεριόδων για τα εξεταζόμενα πλαίσια.

Η απόσβεση του πλαισίου από την ερμηνεία των αναλυτικών καμπυλών φαίνεται να είναι μεγαλύτερη από αυτή που δείχνουν οι πειραματικές καμπύλες. Το ποσοστό απόσβεσης

που υπολογίστηκε από την επεξεργασία των πειραματικών δεδομένων και χρησιμοποιήθηκε στις αναλυτικές προσομοιώσεις ίσως έχει υπερεκτιμήσει την πραγματική απόσβεση του ομοιώματος.

*Πίνακας 4.8 Τιμές πειραματικά και αναλυτικά υπολογιζόμενων ιδιοπεριόδων.*

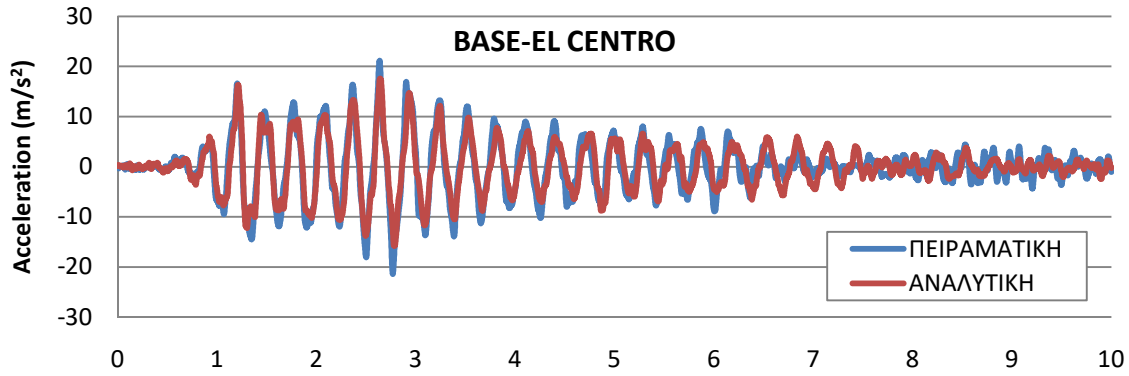
Τύπος πλαισίου	BASE	STAG_STORY2	STAG_RAND
Ιδιοπερίοδος (s) (Πειραματικά)	0.29257	0.28744	0.28744
Ιδιοπερίοδος (s) (Αναλυτικά)	0.293	0.272	0.269

Παρατηρείται ότι οι αναλυτικά υπολογιζόμενες τιμές ιδιοπεριόδων για τις διατάξεις STAG\_STORY2 και STAG\_RAND είναι μικρότερες από αυτές που προσδιορίστηκαν από την επεξεργασία των πειραματικών δεδομένων.

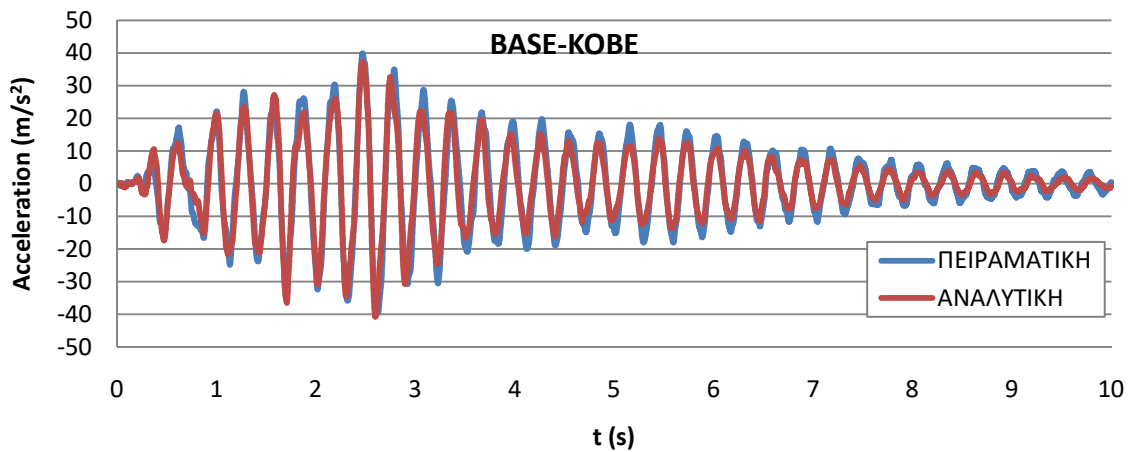
Στα Σχ. 4.36 έως 4.44 παρουσιάζονται συγκριτικά διαγράμματα της μετρούμενης πειραματικά και της αναλυτικά υπολογιζόμενης χρονοϊστορίας επιταχύνσεων στην οροφή του ομοιώματος, για τις εξεταζόμενες διατάξεις (BASE, STAG\_STORY2, STAG\_RAND) και τις σεισμικές διεγέρσεις ( EL CENTRO, KOBE, NORTHRIDGE). Από την παρατήρηση των συγκριτικών διαγραμμάτων επιτάχυνσης οροφής διαπιστώνουμε ότι τα αποτελέσματα με εφαρμογή ελαστικής ανάλυσης χρονοϊστορίας στις περισσότερες των περιπτώσεων δεν ταυτίζονται σε υψηλό βαθμό με τις καταγεγραμμένες κατά την διάρκεια των πειραμάτων επιταχύνσεις οροφής. Κατά την προσομοίωση του σεισμού EL CENTRO και στις τρεις εξεταζόμενες διατάξεις η αναλυτικά υπολογιζόμενη επιτάχυνση οροφής είναι μικρότερη από τη καταγεγραμμένη (Σχ. 4.36, 4.39 και 4.42). Ανεκτή είναι η σύγκλιση των επιταχύνσεων κατά την προσομοίωση του σεισμού του KOBE, ιδιαίτερα στη περιοχή των μέγιστων επιταχύνσεων (Σχ. 4.37, 4.40 και 4.43). Στην περίπτωση της προσομοίωσης του σεισμού του NORTHRIDGE (Σχ. 4.38, 4.41 και 4.44), για τις εξεταζόμενες διατάξεις, η μέγιστη καταγεγραμμένη επιτάχυνση είναι μικρότερη από την αναλυτικά υπολογιζόμενη (Πίνακας 4.9). Το ομοίωμα κατά την προσομοίωση του σεισμού του NORTHRIDGE εκτιμάται ότι ξεπέρασε την ελαστική περιοχή συμπεριφοράς του.

*Πίνακας 4.9 Πειραματικές και αναλυτικά υπολογιζόμενες τιμές μέγιστης επιτάχυνσης για τον σεισμό του NORTHRIDGE*

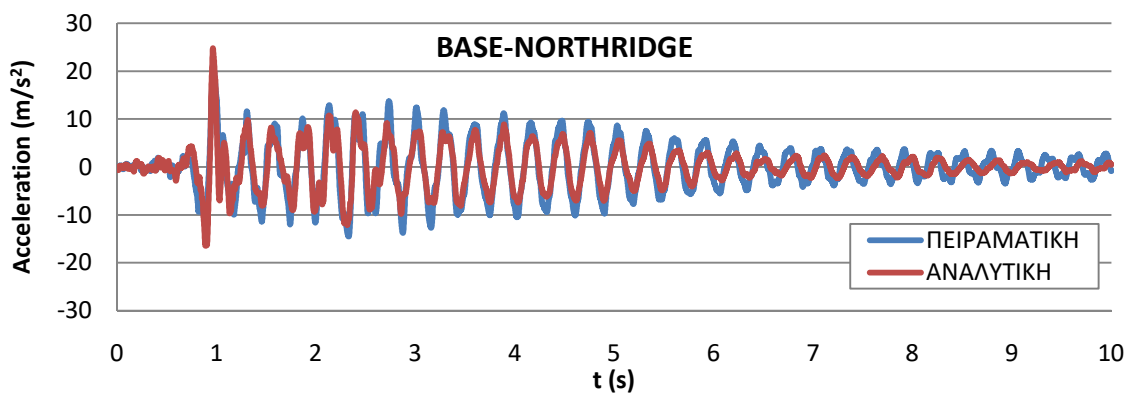
Τύπος πλαισίου	BASE	STAG_STORY2	STAG_RAND
Μέγιστη Επιτάχυνση(m/s <sup>2</sup> ) (Πειραματικά)	19.87	23.51	21.60
Μέγιστη Επιτάχυνση(m/s <sup>2</sup> ) (Αναλυτικά)	24.78	26.35	27.79



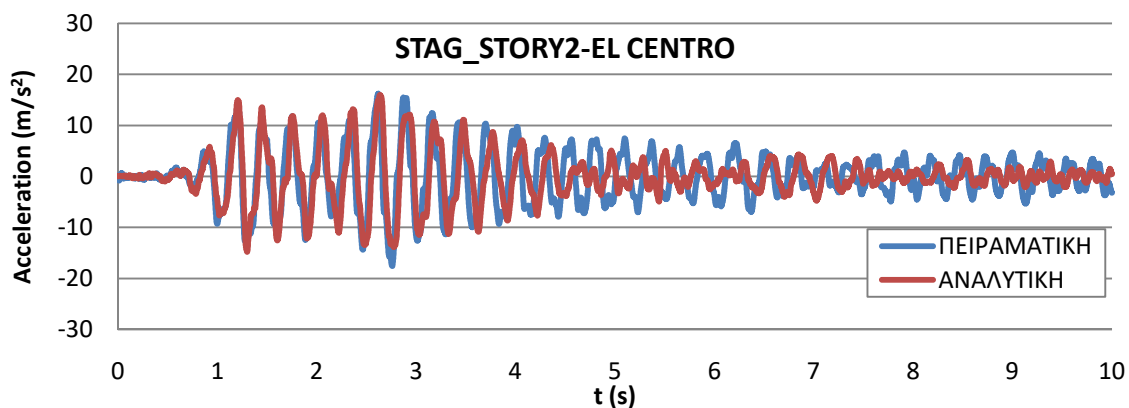
Σχ. 4.36 Σύγκριση μετρούμενης πειραματικά και αναλυτικά υπολογιζόμενης χρονοϊστορίας επιταχύνσεων στην οροφή του ομοιώματος της διάταξης BASE για την διέγερση του σεισμού EL CENTRO.



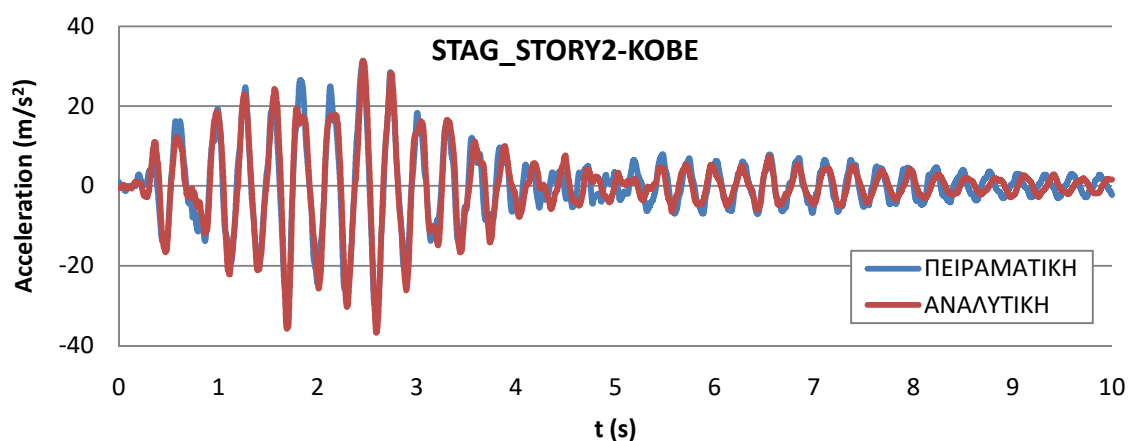
Σχ. 4.37 Σύγκριση μετρούμενης πειραματικά και αναλυτικά υπολογιζόμενης χρονοϊστορίας επιταχύνσεων στην οροφή του ομοιώματος της διάταξης BASE για την διέγερση του σεισμού KOBE.



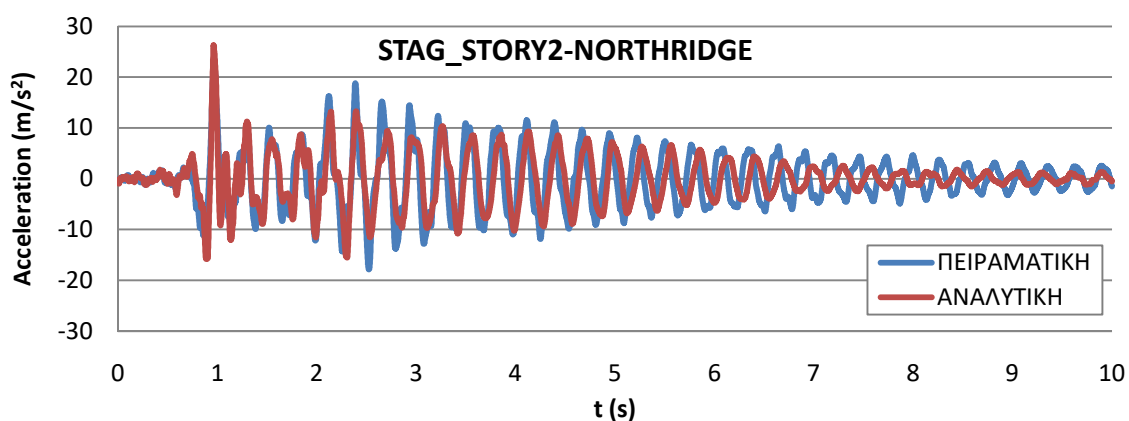
Σχ. 4.38 Σύγκριση μετρούμενης πειραματικά και αναλυτικά υπολογιζόμενης χρονοϊστορίας επιταχύνσεων στην οροφή του ομοιώματος της διάταξης BASE για την διέγερση του σεισμού NORTHRIDGE.



Σχ. 4.39 Σύγκριση μετρούμενης πειραματικά και αναλυτικά υπολογιζόμενης χρονοϊστορίας επιταχύνσεων στην οροφή του ομοιώματος της διάταξης STAG\_STORY2 για την διέγερση του σεισμού EL CENTRO.

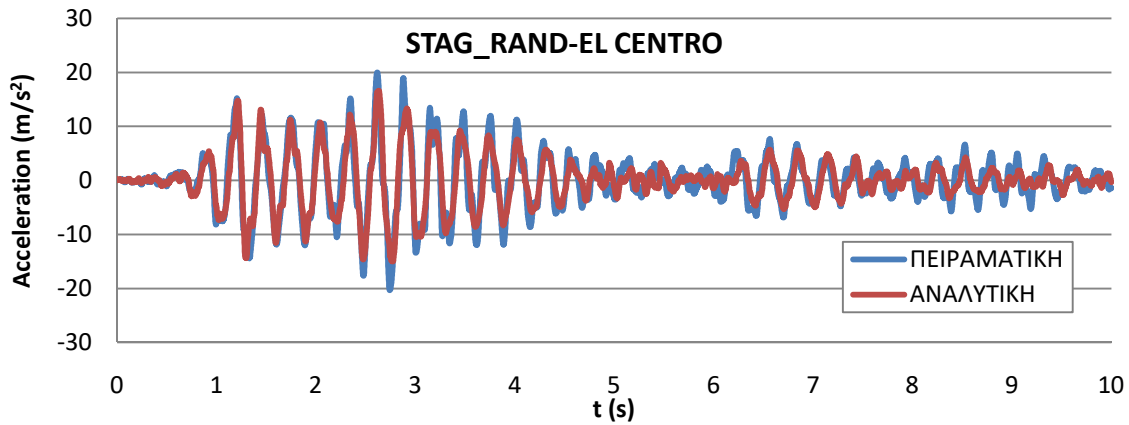


Σχ. 4.40 Σύγκριση μετρούμενης πειραματικά και αναλυτικά υπολογιζόμενης χρονοϊστορίας επιταχύνσεων στην οροφή του ομοιώματος της διάταξης STAG\_STORY2 για την διέγερση του σεισμού KOBE.

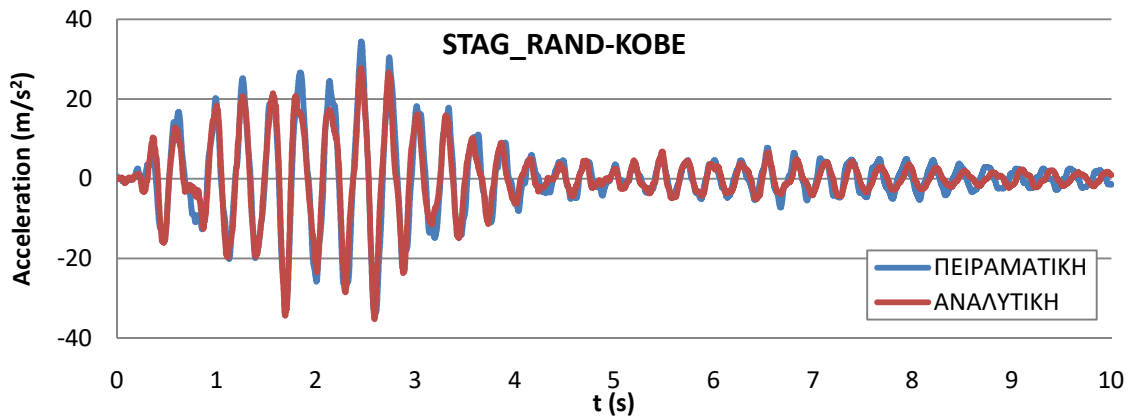


Σχ. 4.41 Σύγκριση μετρούμενης πειραματικά και αναλυτικά υπολογιζόμενης χρονοϊστορίας επιταχύνσεων στην οροφή του ομοιώματος της διάταξης STAG\_STORY2 για την διέγερση του σεισμού NORTHRIDGE.

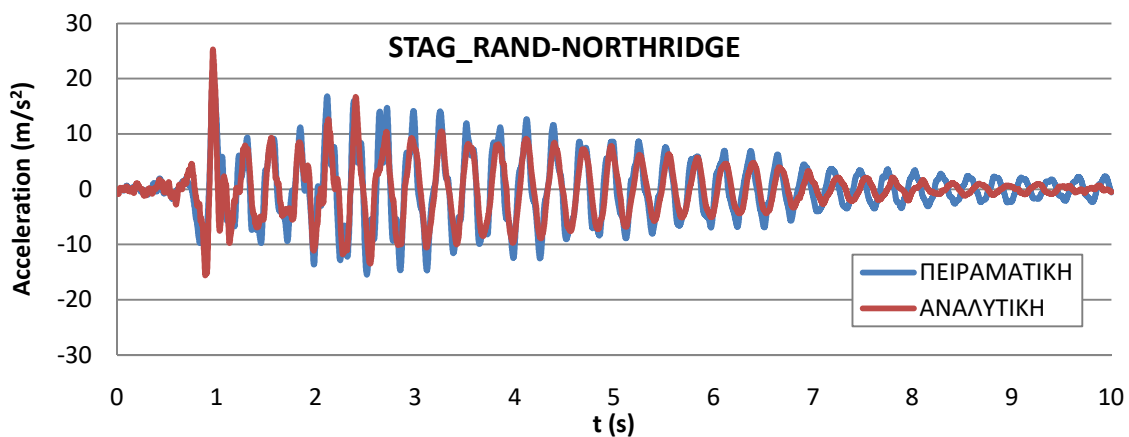




Σχ. 4.42 Σύγκριση μετρούμενης πειραματικά και αναλυτικά υπολογιζόμενης χρονοϊστορίας επιταχύνσεων στην οροφή του ομοιώματος της διάταξης STAG\_RAND για την διέγερση του σεισμού EL CENTRO.



Σχ. 4.43 Σύγκριση μετρούμενης πειραματικά και αναλυτικά υπολογιζόμενης χρονοϊστορίας επιταχύνσεων στην οροφή του ομοιώματος της διάταξης STAG\_RAND για την διέγερση του σεισμού KOBE.



Σχ. 4.44 Σύγκριση μετρούμενης πειραματικά και αναλυτικά υπολογιζόμενης χρονοϊστορίας επιταχύνσεων στην οροφή του ομοιώματος της διάταξης STAG\_RAND για την διέγερση του σεισμού NORTHRIDGE.

## Κεφάλαιο 5

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

#### 5.1 ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Μια συνήθης μορφή ενίσχυσης των υφισταμένων κτιρίων, τα οποία συνήθως έχουν φέρων οργανισμό πλαισιακής μορφής, είναι η προσθήκη τοιχωμάτων. Η εμφάνιση πλαισίων με προσθήκη νέων τοιχωμάτων είναι μια ιδιαίτερα αποτελεσματική μέθοδος, ωστόσο ενδέχεται να παρουσιάζει προβλήματα στην πράξη καθώς η τοποθέτηση συνεχών τοιχωμάτων καθ' ύψος δεν είναι πάντα εφικτή, τόσο από αρχιτεκτονικής πλευράς όσο και κατασκευαστικής. Η τοποθέτηση μη συνεχών καθ' ύψος τοιχωμάτων (μετατεταγμένων κατακόρυφων δίσκων) αποτελεί μία εναλλακτική λύση ενίσχυσης που υπερτερεί καθώς ξεπερνά τα παραπάνω προβλήματα. Στην παρούσα εργασία εξετάζεται η αποτελεσματικότητα της ενίσχυσης ενός πλαισίου με τοιχώματα τυχαίας καθ' ύψος τοπολογίας σε σχέση με την τοποθέτηση συνεχών καθ' ύψος τοιχωμάτων.

#### 5.2 ΣΥΝΟΨΗ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΩΝ

Με βάση τα αποτελέσματα των αναλύσεων των ενισχυμένων πλαισίων με εμφανιζόμενα τοιχώματα, με συνεχή καθ' ύψος διάταξη τοιχωμάτων και με μετατεταγμένη διάταξη προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Στις μετατεταγμένες διατάξεις οι μετακινήσεις των ορόφων είναι μικρότερες από τις αντίστοιχες μετακινήσεις της συνεχούς διάταξης στις περισσότερες περιπτώσεις. Η μείωση εξαρτάται εκτός από την διάταξη των δίσκων και από την σεισμική διέγερση.
- Στα ενισχυμένα πλαίσια με τοιχώματα σε μετατεταγμένες διατάξεις προκύπτει μείωση στις ροπές των τοιχωμάτων στην βάση σε σχέση με το ενισχυμένο πλαίσιο

με συνεχές καθ' ύψος τοίχωμα. Επίσης οι ροπές κατανέμονται ομοιόμορφα καθ' ύψος, σε αντίθεση με το συνεχές καθ' ύψος τοίχωμα στο οποίο οι ροπές είναι μεγάλες στην βάση και μειώνονται σημαντικά στους ανωτέρους ορόφους.

- Η μετάταξη των δίσκων προκαλεί αύξηση στις αξονικές δυνάμεις των υποστλωμάτων που στηρίζουν μετατεταγμένους δίσκους.
- Η μετάταξη τοιχωμάτων προκαλεί πρόσθετη καταπόνηση των δοκών στα επίπεδα μετάταξης.
- Η μετάταξη των τοιχωμάτων σε διαγώνια μορφή παρουσιάζει την μεγαλύτερη βελτίωση στην συμπεριφορά των ενισχυμένων πλαισίων.
- Η μετάταξη των τοιχωμάτων στα δύο άκρα του πλαισίου, εναλλάξ ανά στάθμη, οδηγεί στην δυσμενέστερη συμπεριφορά σε σχέση με την αρχική κατάσταση και τις υπόλοιπες περιπτώσεις μετάταξης των δίσκων.
- Η μετάταξη τυχαίας καθ' ύψος τοπολογίας παρουσιάζει βελτίωση σε ότι αφορά την μέγιστη μετακίνηση οροφής, ωστόσο οι σχετικές μετακινήσεις σε 1<sup>ο</sup>, 2<sup>ο</sup> και 3<sup>ο</sup> όροφο εμφανίζουν αύξηση.
- Σε κτίρια με ακανονικότητες καθ' ύψος λόγω αυξημένης μάζας, εσοχής στους ανωτέρους ορόφους ή ισογείου μεγαλύτερου ύψους, η ενίσχυση μέσω μετάταξης τοιχωμάτων παραμένει εξίσου αποδοτική σε ότι αφορά στην μέγιστη μετακίνηση οροφής.
- Τα αποτελέσματα των πειραμάτων μικρής κλίμακας στην σεισμική τράπεζα επιβεβαιώνουν την βελτίωση της συμπεριφοράς στην περίπτωση ενίσχυσης ενός πλαισίου με την μέθοδο των μετατεταγμένων δίσκων σε σχέση με την ενίσχυση με συνεχή καθ' ύψος διάταξη τοιχωμάτων.

### 5.3 ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΈΡΕΥΝΑ

Κρίνεται αναγκαίο να γίνουν ανελαστικές αναλύσεις χρονοϊστορίας για να επιβεβαιωθούν τα παραπάνω συμπεράσματα. Πρέπει να διεξαχθούν περισσότερα πειράματα σε επιπλέον διατάξεις μετάταξης και πρόσθετες προσομοιώσεις σεισμικής διέγερσης. Οι παραδοχές της αναλυτικής προσομοίωσης του ομοιώματος πρέπει να διερευνηθούν περαιτέρω. Πρέπει να γίνει πιο λεπτομερής εξέταση των μεθόδων επεξεργασίας των καταγράφων επιτάχυνσης (διόρθωση γραμμής βάσης, ψηφιακά φίλτρα) και βαθύτερη διερεύνηση των επιπτώσεων τους στα υπολογιζόμενα μεγέθη ταχύτητας και μετακίνησης.

## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Αθανατοπούλου Α. και Παπαδόπουλος Π. (1996), «Σεισμική συμπεριφορά κτιρίων με αντισεισμικά τοιχώματα τυχαίας καθ' ύψος τοπολογίας», *Πρακτικά 12<sup>ο</sup> Ελληνικού Συνεδρίου Σκυροδέματος*, Λεμεσός, Τόμος II, 295 - 305.
- Δρίτσος Σ. (2005) «Επισκευές και Ενισχύσεις Κατασκευών από Οπλισμένο Σκυρόδεμα» *Εκδόσεις Παν. Πατρών*.
- ΚΑΝ.ΕΠΕ (2013), Κανονισμός Επεμβάσεων, Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας, 1η Αναθεώρηση, ΦΕΚ2187/5.09.2013.
- Λίτσος Θ. (2012), “Αναλυτική διερεύνηση της ενίσχυσης υφιστάμενου πλαισίου Ω/Σ με εμφαντούμενα τοιχώματα”, Διπλωματική Εργασία, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ.
- Μάνος Γ., Κατάκαλος Κ., Σούλης Β., Κοϊδης Γ. (2016) «Διερεύνηση της συμπεριφοράς εμφαντούμενων πλαισίων Ο/Σ στην πυλωτή κτιριακών κατασκευών σε ανακυκλιζόμενες σεισμικού τύπου φορτίσεις», *Πρακτικά 17<sup>ο</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Σκυροδέματος*, Θεσσαλονίκη
- Μπάμπουκας Ε.Ν. και Αβραμίδης Ι.Ε. (2006), «Ενισχύσεις υφιστάμενων κτιρίων μέσω μετατεταγμένων κατακόρυφων δίσκων», *Πρακτικά 15<sup>ο</sup> Ελληνικού Συνεδρίου Σκυροδέματος*, Αλεξανδρούπολη.
- Μπάμπουκας Ε.Ν., Αβραμίδης Ι.Ε. και Μορφίδης Κ.Ε. (2009), «Ανελαστική συμπεριφορά κτιρίων προσεισμικά ενισχυμένων με την τεχνική των μετατεταγμένων δίσκων», *Πρακτικά 16<sup>ο</sup> Ελληνικού Συνεδρίου Σκυροδέματος*, Πάφος, Κύπρος.
- Μπάμπουκας Ε.Ν., Μορφίδης Κ.Ε. και Αβραμίδης Ι.Ε. (2008), «Εφαρμογή της μεθόδου των μετατεταγμένων κατακόρυφων δίσκων για την ενίσχυση υφισταμένων κτιρίων με ανεπαρκή αντισεισμική μορφολογία», *Πρακτικά 3<sup>ο</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Αντισεισμικής Μηχανικής & Τεχνικής Σεισμολογίας*, Αθήνα.
- Μπούσιας Ε. (2015), Σημειώσεις μαθήματος «Πειραματικές Μέθοδοι Σεισμικής Μηχανικής», Πανεπιστήμιο Πατρών.
- Μωρεττή Μ, (2016) «Προσομοίωση και Έλεγχοι Επάρκειας Πλαισίου λόγω Εμφάνωσης Τοιχώματος από Οπλισμένο Σκυρόδεμα», *Πρακτικά 17<sup>ο</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Σκυροδέματος*, Θεσσαλονίκη

- Περδικάρης Φ., Μωρέττη Μ., Παπαθεοχάρης Θ. (2012), «Διερεύνηση της συμπεριφοράς πλαισίων Ο.Σ. Ενισχυμένων με εμφατινόμενα τοιχώματα Ο.Σ.», Τελική Έκθεση Ερευνητικού Προγράμματος, Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας, Αθήνα.
- Ρεπαπής Κ. (2007), Διδακτορική Διατριβή: «Αποτίμηση της Σεισμικής Συμπεριφοράς Υφισταμένων Κτιρίων από Ωπλισμένο Σκυρόδεμα».
- Σπυράκος Κ. (2004) «Ενίσχυση κατασκευών για σεισμικά φόρτια » ΤΕΕ
- Στρεπέλιας Η. (2012), «Ενίσχυση υφισταμένων πλαισιακών κατασκευών με εμφάτνωση από Ο.Σ. – Πειραματική και αναλυτική διερεύνηση», Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Πατρών.
- Σύρκος Γ. (2000) «Ψηφιακή Επεξεργασία Σήματος» Εκδ. Παπασωτηρίου
- Ψιμούλης Π. (2005), «Συμβολή στη διερεύνηση της δυνατότητας καταγραφής ταλαντώσεων με τα γεωδαιτικά όργανα GPS-RTS», διατριβή για την απόκτηση Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης, Πανεπιστήμιο Πατρών Τμήμα Πολιτικών μηχανικών.
- Ψυχάρης Γ. (2015 2016), Σημειώσεις μαθήματος «Αντισεισμική Τεχνολογία», Τεύχος 1&2 ΕΜΠ.
- Brenda E. Shonkwiler Thomas H. Miller “Small-Scale Shake Table Experiments and Comparison to Analytical Predictions”, Oregon State University.
- ETABS (2015), User’s Guide, Computers and Structures, Inc. (CSI), Berkeley, California, USA.
- Gupta, B. and Madan, S. K. (2015), “Study of Different Staggered Shear Wall Configurations on Seismic Performance of RCC Framed Buildings”, *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> World Congress on Disaster Management (WCDM)*, Visakhapatnam, India.
- Harris, H. and Sabnis, G. (1999), “Structural Modeling and Experimental Techniques”, CRC Press.
- Kameshwari, B., Elangovan, G., Sivabala, P. and Vaisakh, G. (2011), “Dynamic response of high rise structures under the influence of discrete staggered shear walls”, *International Journal of Engineering Science and Technology*, 3(10), pp, 7789-7798.
- Kim, J., Jun, Y. and Kang, H. (2016), “Seismic Behavior Factors of RC Staggered Wall Buildings”, *International Journal of Concrete Structures and Materials*, 10(3), pp. 355–371.

Madan, S. K., Malik, R. S. and Sehgal, V. K. (2015), Seismic Evaluation with Shear Walls and Braces for Buildings, World Academy of Science, Engineering and Technology, *International Journal of Civil, Environmental, Structural, Construction and Architectural Engineering*, 9(2), pp. 185-188.

Moretti M. L. (2015), “Seismic Design of Masonry and Reinforced Concrete Infilled Frames: A Comprehensive Overview”, *American Journal of Engineering and Applied Sciences*, 8 (4), pp 748-766 DOI: 10.3844/ajeassp.2015.748.766.

Seismosignal (2016), Seismosoft, L.T.D. Pavia, Italy.

Shake Table II (2007), User Manual, Quanser Inc., Canada.

Shamsai, A., Rahemi, L., Rahmani, K. and Peroti, S. (2012), “Arrangements of Shear Walls in Control of Lateral Displacement of Concrete Frames”, *World Applied Sciences Journal*, 17(10), pp. 1324-1330.

Sugano, S., (1996), “State-of-the-art in techniques for rehabilitation of buildings”, *Proceedings of the 11th World Conference on Earthquake Engineering*, Jun. 23-28, Pergamon, Elsevier Science Ltd, Mexico.

Διαδίκτυο

<https://www.ctemag.com/news-videos/articles/measuring-machine-vibration>

<http://www.episkeves2.civil.upatras.gr>

<http://lee.civil.ntua.gr/index.html>

[http://www.mmf.de/piezoelectric\\_principle.htm](http://www.mmf.de/piezoelectric_principle.htm)

[http://www.seisim.civil.upatras.gr/?page\\_id=148](http://www.seisim.civil.upatras.gr/?page_id=148)

<http://www.seismobug.com/the-concept.html>

<https://wiki.metropolia.fi/display/sensor/Acceleration+sensors>





## Παράρτημα Α



Πίνακας Α-1 Ποσοστό κτιρίων ανά νομό και περίοδο κατασκευής. (ΕΠΑΝΤΥΚ 2005)

	Αριθμός Κτιρίων	Πριν το 1919	1920-1945	1946-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1985	1986-1990	1991-1995	1996 +	Υπό Κατασκευή	Δεν Δηλώθηκε
ΑΙΤΩΛΙΑΣ ΚΑΙ ΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	100433	3	13	18	20	19	11	7	5	3	1	1
ΒΟΙΩΤΙΑΣ	59648	2	9	15	17	20	16	9	6	4	1	0
ΕΥΒΟΙΑΣ	119819	6	12	14	16	18	13	10	7	4	1	1
ΕΥΡΥΤΑΝΙΑΣ	17688	4	17	24	14	12	9	6	7	5	1	1
ΦΘΙΩΤΙΔΟΣ	81251	2	9	23	18	18	12	7	5	4	2	1
ΦΩΚΙΔΟΣ	31569	9	17	17	15	14	8	7	5	5	2	1
ΑΡΓΟΛΙΔΟΣ	46451	5	13	14	16	18	11	9	7	5	2	1
ΑΡΚΑΔΙΑΣ	66582	20	21	13	15	12	6	4	4	3	1	1
ΑΧΑΪΑΣ	113232	7	11	15	19	19	9	7	6	5	1	1
ΗΛΕΙΑΣ	88617	3	8	12	19	19	14	9	7	5	2	1
ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ	82769	2	9	11	16	20	16	10	8	5	2	1
ΛΑΚΩΝΙΑΣ	64062	20	23	15	11	11	6	5	5	4	1	0
ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ	93466	12	18	14	17	13	8	8	6	4	1	0
ΖΑΚΥΝΘΟΥ	24277	1	4	34	11	12	10	11	9	5	2	1
ΚΕΡΚΥΡΑΣ	61505	17	14	12	11	14	11	9	5	3	1	4
ΚΕΦΑΛΛΗΝΙΑΣ	27397	3	3	44	12	10	6	8	6	5	2	1
ΛΕΥΚΑΔΟΣ	15683	19	14	12	14	14	7	7	6	5	1	0
ΑΡΤΗΣ	37717	1	7	23	25	21	9	5	4	3	1	1
ΘΕΣΠΡΩΤΙΑΣ	22341	3	7	14	18	25	13	6	6	6	1	0
ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	81827	6	14	21	18	17	8	6	5	4	1	1
ΠΡΕΒΕΖΗΣ	29182	2	4	12	21	23	14	9	7	5	2	1
ΚΑΡΔΙΤΣΗΣ	68283	2	8	25	24	21	8	5	4	3	1	1
ΛΑΡΙΣΗΣ	113344	2	7	22	23	21	9	6	5	4	1	0
ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ	93493	7	11	25	14	15	11	6	6	4	1	0
ΤΡΙΚΑΛΩΝ	74492	1	6	20	23	24	10	6	5	3	1	1
ΓΡΕΒΕΝΩΝ	19891	1	5	16	17	19	10	6	5	19	2	0
ΔΡΑΜΑΣ	43112	2	17	21	19	17	7	6	5	4	1	1
ΗΜΑΘΙΑΣ	56073	1	4	19	28	22	9	6	5	4	2	1
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	195532	1	4	13	21	22	12	10	8	8	1	0
ΚΑΒΑΛΑΣ	62158	4	13	18	19	15	8	8	7	6	1	1
ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	22148	4	15	20	17	19	9	5	4	3	2	0
ΚΙΛΚΙΣ	45039	0	9	21	23	23	9	6	5	4	1	0
ΚΟΖΑΝΗΣ	71141	2	6	19	19	18	10	6	6	11	2	0
ΠΕΛΛΗΣ	60759	1	6	18	27	20	9	6	5	4	2	0

Πίνακας Α-1 (Συνέχεια) Ποσοστό κτιρίων ανά νομό και περίοδο κατασκευής. (ΕΠΑΝΤΥΚ 2005)

	Αριθμός Κτιρίων	Πριν το 1919	1920-1945	1946-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1985	1986-1990	1991-1995	1996 +	Υπό Κατασκευή	Δεν Δηλώθηκε
ΠΙΕΡΙΑΣ	49689	1	3	17	23	21	11	9	8	6	1	1
ΣΕΡΡΩΝ	100219	1	12	23	27	17	7	4	4	3	1	0
ΦΛΩΡΙΝΗΣ	29307	3	16	18	20	16	7	5	4	7	2	1
ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ	74730	2	9	8	10	19	18	13	11	7	2	1
ΑΓΙΟΝ ΟΡΟΣ	1095	88	4	1	1	1	0	2	1	2	0	0
ΕΒΡΟΥ	73055	1	6	18	30	23	8	5	4	4	1	0
ΞΑΝΘΗΣ	34123	6	16	15	19	18	9	6	6	5	1	1
ΡΟΔΟΠΗΣ	51980	4	19	27	22	12	5	3	4	4	0	1
ΔΩΔΕΚΑΝΗΣΟΥ	84510	7	18	13	13	16	10	9	8	6	1	1
ΚΥΚΛΑΔΩΝ	103461	16	14	12	10	13	10	9	8	5	1	2
ΛΕΣΒΟΥ	81329	16	31	15	11	9	5	4	4	3	1	1
ΣΑΜΟΥ	37788	19	23	14	10	10	7	6	6	3	1	1
ΧΙΟΥ	36326	23	23	15	10	10	6	5	4	3	1	1
ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	124354	4	14	17	17	17	10	8	6	4	2	1
ΛΑΣΙΘΙΟΥ	56070	10	19	20	14	13	8	6	5	4	1	1
ΡΕΘΥΜΝΗΣ	41566	12	20	18	10	11	7	7	7	6	2	1
ΧΑΝΙΩΝ	65235	13	18	15	12	12	8	8	7	6	1	1
ΝΟΜΑΡΧΙΑ ΑΘΗΝΩΝ	356319	1	6	19	24	23	9	7	6	5	2	1
ΝΟΜΑΡΧΙΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ	190458	0	2	6	13	26	18	14	10	7	3	1
ΝΟΜΑΡΧΙΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ	63647	1	3	9	16	22	16	11	9	11	3	0
ΝΟΜΑΡΧΙΑ ΠΕΙΡΑΙΩΣ	144270	3	10	16	23	25	9	5	4	3	1	0
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΕΛΛΑΔΟΣ</b>	<b>3990512</b>	<b>5</b>	<b>11</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

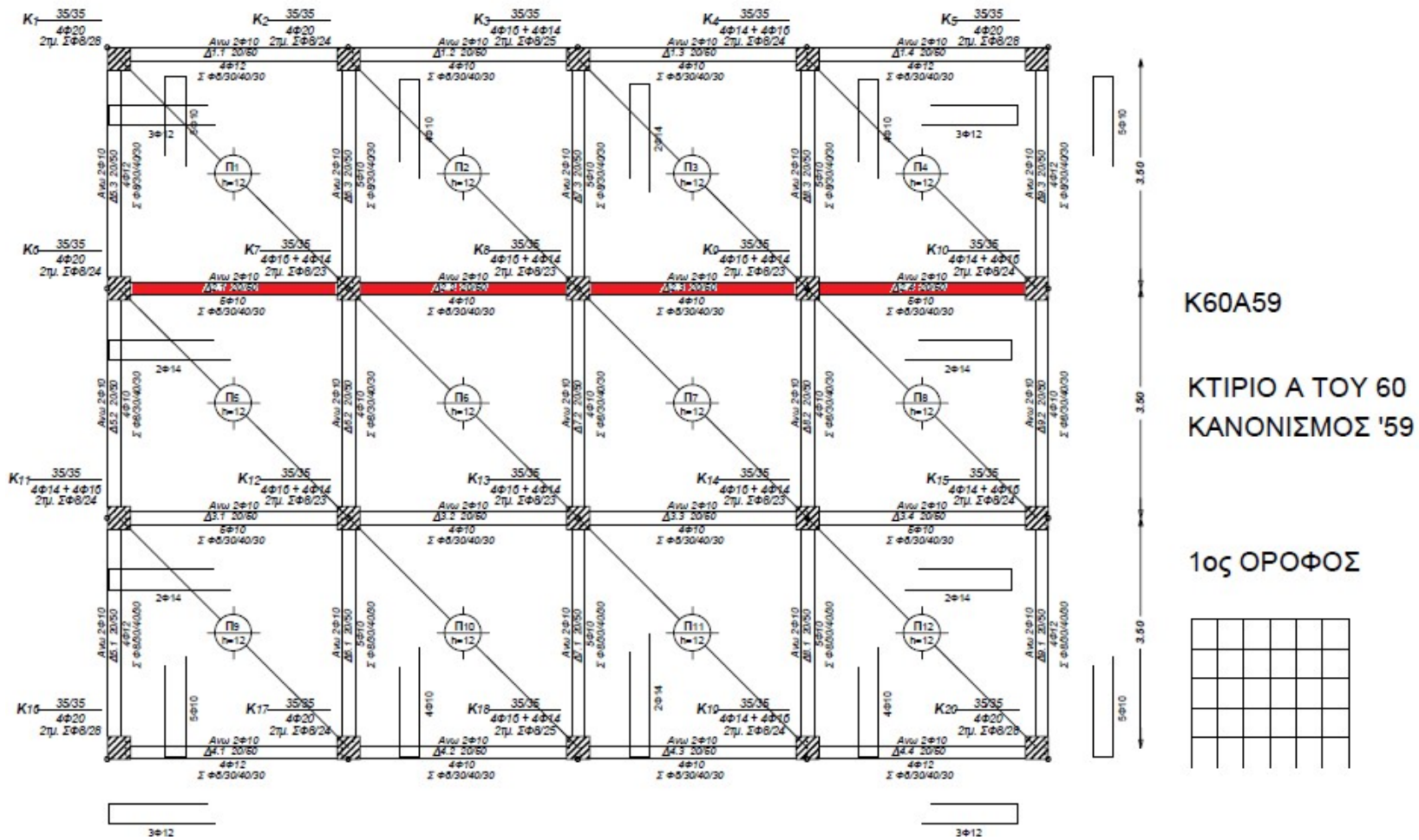
Πίνακας Α-2 Ενδεικτική περιγραφή αναμενόμενων βλαβών σε κτίρια από Ω.Σ. για διάφορες στάθμες επιτελεστικότητας (πηγή: ATC-40). (Ψυχάρης 2016)

Στοιχείο	Άμεση χρήση	Περιορισμός βλαβών	Προστασία ζωής	Οιονεί κατάρρευση
Υποστυλώματα	<p>Πολύ περιορισμένες καμπτικές και διατμητικές ρηγματώσεις χωρίς αποκόλληση του σκυροδέματος επικάλυψης.</p> <p>Καμμία μόνιμη οριζόντια παραμόρφωση.</p> <p>Διατηρείται η ικανότητα παραλαβής των κατακορύφων φορτίων.</p>	<p>Περιορισμένες καμπτικές και διατμητικές ρηγματώσεις χωρίς ή πολύ μικρή αποκόλληση του σκυροδέματος επικάλυψης.</p> <p>Καμμία μόνιμη οριζόντια παραμόρφωση.</p> <p>Διατηρείται η ικανότητα παραλαβής των κατακορύφων φορτίων.</p>	<p>Πλαστικές αρθρώσεις σχηματίζονται στο κατώτερο τμήμα του κτιρίου που προκαλούν αποκόλληση του σκυροδέματος επικάλυψης πάνω και κάτω από τους κόμβους.</p> <p>Δημιουργούνται μόνιμες οριζόντιες παραμορφώσεις που αντιστοιχούν σε οριζόντια παραμόρφωση ορόφου (interstory drift) 2.0%, που μπορεί να είναι και οριακά μεγαλύτερες σε ορισμένες περιοχές.</p> <p>Διατηρείται η ικανότητα παραλαβής των κατακορύφων φορτίων.</p>	<p>Πλαστικές αρθρώσεις σχηματίζονται στο κατώτερο τμήμα του κτιρίου που προκαλούν σημαντική αποκόλληση του σκυροδέματος επικάλυψης πάνω και κάτω από τους κόμβους και αποδιοργάνωση του σκυροδέματος στο εσωτερικό των κόμβων.</p> <p>Δημιουργούνται μόνιμες οριζόντιες παραμορφώσεις που αντιστοιχούν σε οριζόντια παραμόρφωση ορόφου (interstory drift) 3.5%, που μπορεί να είναι και οριακά μεγαλύτερες σε υρωμένες περιοχές.</p> <p>Η ικανότητα παραλαβής των κατακορύφων φορτίων διατηρείται σχεδόν σε όλα τα υποστυλώματα της κατασκευής.</p>
Τοιχώματα	<p>Ασήμαντες διατμητικές ρηγματώσεις στο επίπεδο του τοιχώματος. Καθόλου ή πολύ μικρές ρηγματώσεις στη βάση του τοιχώματος.</p> <p>Καμμία μόνιμη παραμόρφωση.</p> <p>Διατηρείται η ικανότητα παραλαβής των κατακορύφων φορτίων.</p>	<p>Ελάχιστες διατμητικές ρηγματώσεις στο επίπεδο του τοιχώματος. Καθόλου ή πολύ μικρές ρηγματώσεις στη βάση του τοιχώματος.</p> <p>Καμμία μόνιμη παραμόρφωση.</p> <p>Διατηρείται η ικανότητα παραλαβής των κατακορύφων φορτίων.</p>	<p>Εκτεταμένες αποκολλήσεις του σκυροδέματος επικάλυψης και διατμητικές και καμπτικές ρηγματώσεις στη βάση του τοιχώματος.</p> <p>Ενδείξεις αστοχιών λόγω διατμητικής ολίσθησης.</p> <p>Δημιουργούνται μόνιμες οριζόντιες παραμορφώσεις που αντιστοιχούν σε οριζόντια παραμόρφωση ορόφου (interstory drift) 2.0%, που μπορεί να είναι και οριακά μεγαλύτερες σε ορισμένες περιοχές.</p> <p>Διατηρείται η ικανότητα παραλαβής των κατακορύφων φορτίων.</p>	<p>Εκτεταμένες αποκολλήσεις του σκυροδέματος επικάλυψης και διατμητικές και καμπτικές ρηγματώσεις σε όλο το ύψος του τοιχώματος και ειδικά στις περιοχές με τη μεγαλύτερη μόνιμη παραμόρφωση. Ενδείξεις λυγισμού διαμήκων ράβδων οπλισμού. Ενδείξεις αστοχιών λόγω διατμητικής ολίσθησης στις θέσεις των αρμών σκυροδέτησης και στη βάση του τοιχώματος.</p> <p>Δημιουργούνται μόνιμες οριζόντιες παραμορφώσεις που αντιστοιχούν σε οριζόντια παραμόρφωση ορόφου (interstory drift) 3.5%, που μπορεί να είναι και οριακά μεγαλύτερες σε ορισμένες περιοχές.</p> <p>Η ικανότητα παραλαβής των κατακορύφων φορτίων διατηρείται σχεδόν σε όλα τα τοιχώματα της κατασκευής.</p>

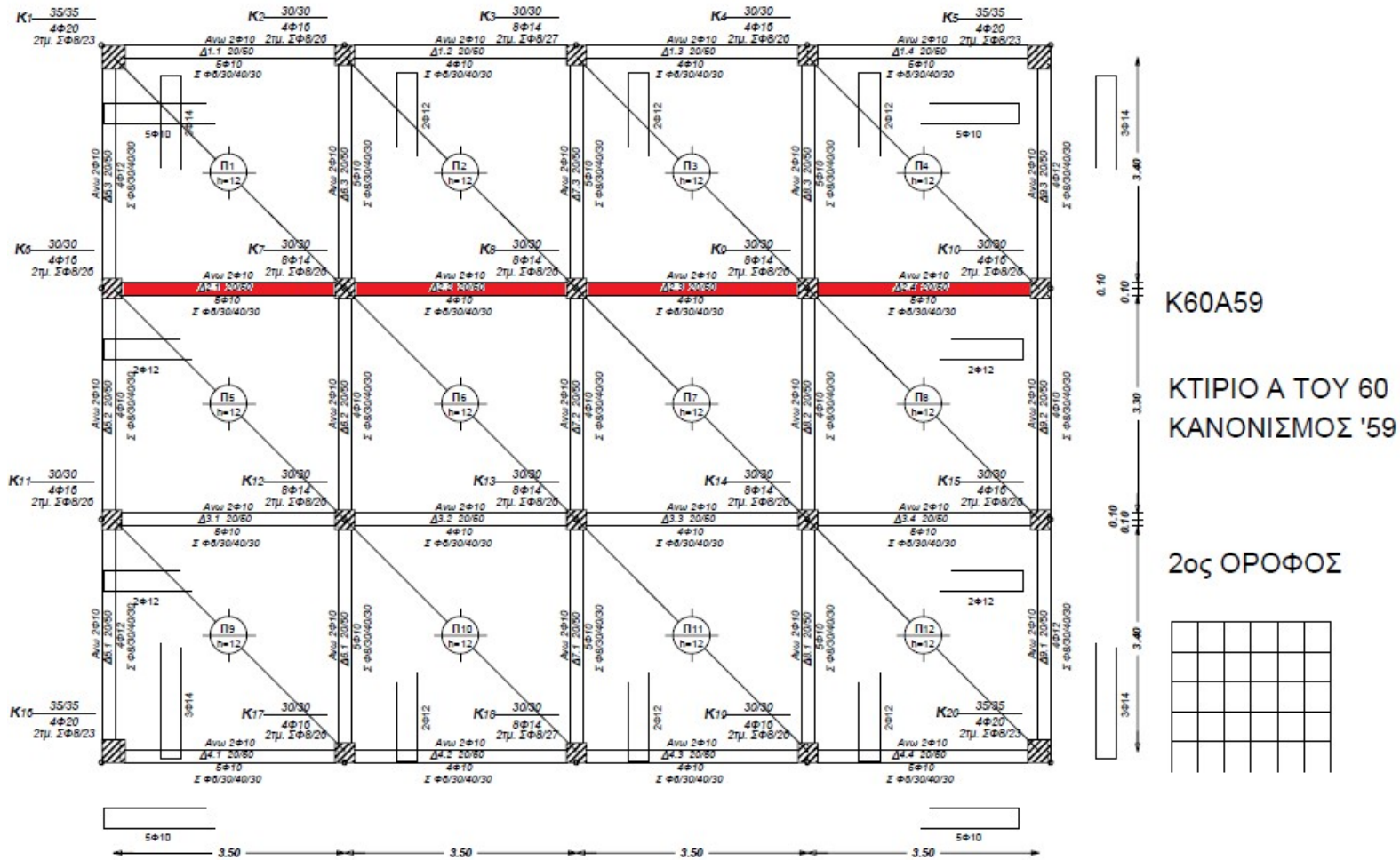


Πίνακας Α-2 (Συνέχεια) Ενδεικτική περιγραφή αναμενόμενων βλαβών σε κτίρια από Ω.Σ. για διάφορες στάθμες επιτελεστικότητας (πηγή: ΑΤC-40). (Ψυχάρης 2016)

Στοιχείο	Άμεση χρήση	Περιορισμός βλαβών	Προστασία ζωής	Οιονειά κατάρρευση
Δοκοί	Πολύ περιορισμένες αποκολλήσεις του σκυροδέματος επικάλυψης γύρω από τους κόμβους. Πολύ περιορισμένες καμπτικές ρηγματώσεις στις περιοχές των πλαστικών αρθρώσεων. Καμμία μόνιμη παραμόρφωση. Διατηρείται η ικανότητα παραλαβής των κατακορύφων φορτίων.	Περιορισμένες αποκολλήσεις του σκυροδέματος επικάλυψης γύρω από τους κόμβους. Περιορισμένες καμπτικές ρηγματώσεις στις περιοχές των πλαστικών αρθρώσεων. Καμμία μόνιμη παραμόρφωση. Διατηρείται η ικανότητα παραλαβής των κατακορύφων φορτίων.	Αποκολλήσεις του σκυροδέματος επικάλυψης στους κόμβους και τις περιοχές πλαστικών αρθρώσεων. Καμπτικές και διαμητικές ρηγματώσεις στις περιοχές των πλαστικών αρθρώσεων, που επεκτείνονται και μέσα στους κόμβους. Επιμήκυνση των συνδετήρων κοντά στους κόμβους. Μόνιμες κατακόρυφες παραμορφώσεις της τάξης του L/175. Διατηρείται η ικανότητα παραλαβής των κατακορύφων φορτίων.	Εκτεταμένες αποκολλήσεις του σκυροδέματος επικάλυψης στους κόμβους και τις περιοχές πλαστικών αρθρώσεων. Εκτεταμένες καμπτικές και διαμητικές ρηγματώσεις στις περιοχές των πλαστικών αρθρώσεων, που επεκτείνονται και μέσα στους κόμβους. Θραύση των συνδετήρων κοντά στους κόμβους. Μόνιμες κατακόρυφες παραμορφώσεις της τάξης του L/75. Διατηρείται η ικανότητα παραλαβής των κατακορύφων φορτίων.
Πλάκες	Πολύ περιορισμένες ρηγματώσεις κοντά στις στηρίξεις. Διατηρείται η ικανότητα παραλαβής των κατακορύφων φορτίων.	Περιορισμένες ρηγματώσεις κοντά στις στηρίξεις. Διατηρείται η ικανότητα παραλαβής των κατακορύφων φορτίων.	Ρηγματώσεις κοντά στις στηρίξεις. Διατηρείται η ικανότητα παραλαβής των κατακορύφων φορτίων.	Εκτεταμένες ρηγματώσεις κοντά στις στηρίξεις. Αποκολλήσεις τμημάτων σκυροδέματος μεταξύ των οπλισμών. Κατακόρυφες παραμορφώσεις κοντά στις στηρίξεις της τάξης του $d/4$ ( $d$ =πάχος πλάκας). Όχι κατάρρευση της πλάκας.
Θεμελιώσεις	Καμμία ένδειξη διαφορικής καθίζησης μεταξύ γειτονικών υποστρωμάτων	Καμμία ένδειξη διαφορικής καθίζησης μεταξύ γειτονικών υποστρωμάτων	Διαφορικές καθιζήσεις της τάξης του L/150 μεταξύ γειτονικών υποστρωμάτων	Διαφορικές καθιζήσεις της τάξης του L/60 μεταξύ γειτονικών υποστρωμάτων
Μη-φέροντα στοιχεία	Δεν υπάρχουν θραύσεις εξωτερικών υαλοπινάκων. Όλες οι πόρτες (εσωτερικές και εξωτερικές) παραμένουν σε λειτουργία. Πολύ περιορισμένες ζημιές σε ψευδοροφές και φωτιστικά σώματα χωρίς καταπτώσεις. Ελάχιστα έπιπλα ανατρέπονται. Πολύ περιορισμένες ρηγματώσεις σε εσωτερικά χωρίσματα και επικαλύψεις κλιμάκων. Οι ανελκυστήρες και ο υπόλοιπος μηχανολογικός εξοπλισμός παραμένουν σε λειτουργία. Πολύ περιορισμένες βλάβες σε σοφίτες.	Πολύ περιορισμένες θραύσεις εξωτερικών υαλοπινάκων. Όλες οι πόρτες (εσωτερικές και εξωτερικές) παραμένουν σε λειτουργία. Πολύ περιορισμένες ζημιές σε ψευδοροφές και φωτιστικά σώματα χωρίς καταπτώσεις. Μεμονωμένες ανατροπές επίπλων. Περιορισμένες ρηγματώσεις σε εσωτερικά χωρίσματα και επικαλύψεις κλιμάκων. Οι ανελκυστήρες και ο υπόλοιπος μηχανολογικός εξοπλισμός παραμένουν σε λειτουργία. Περιορισμένες βλάβες σε σοφίτες.	Μερικές θραύσεις υαλοπινάκων. Οι περισσότερες εξωτερικές πόρτες παραμένουν σε λειτουργία, αλλά μερικές εσωτερικές πόρτες μπλοκάρουν. Μερικές ψευδοροφές καταρρέουν και φωτιστικά σώματα καταστρέφονται. Ανατροπές επίπλων. Εκτεταμένες ρηγματώσεις σε εσωτερικά χωρίσματα και ορισμένες ανατροπές. Εκτεταμένες ρηγματώσεις των τοίχων που περικλείουν το κλιμακοστάσιο. Οι ανελκυστήρες και ο υπόλοιπος μηχανολογικός εξοπλισμός τίθενται εκτός λειτουργίας. Εκτεταμένες βλάβες σε σοφίτες.	Οι περισσότεροι υαλοπίνακες θραύονται. Οι εξωτερικές και εσωτερικές πόρτες μπλοκάρουν. Οι περισσότερες ψευδοροφές και φωτιστικά σώματα καταρρέουν. Ανατροπές επίπλων. Εκτεταμένες ρηγματώσεις σε εσωτερικά χωρίσματα που ανατρέπονται μερικώς. Εκτεταμένες ρηγματώσεις των τοίχων που περικλείουν το κλιμακοστάσιο. Οι ανελκυστήρες και ο υπόλοιπος μηχανολογικός εξοπλισμός τίθενται εκτός λειτουργίας. Μερική κατάρρευση σε σοφίτες.

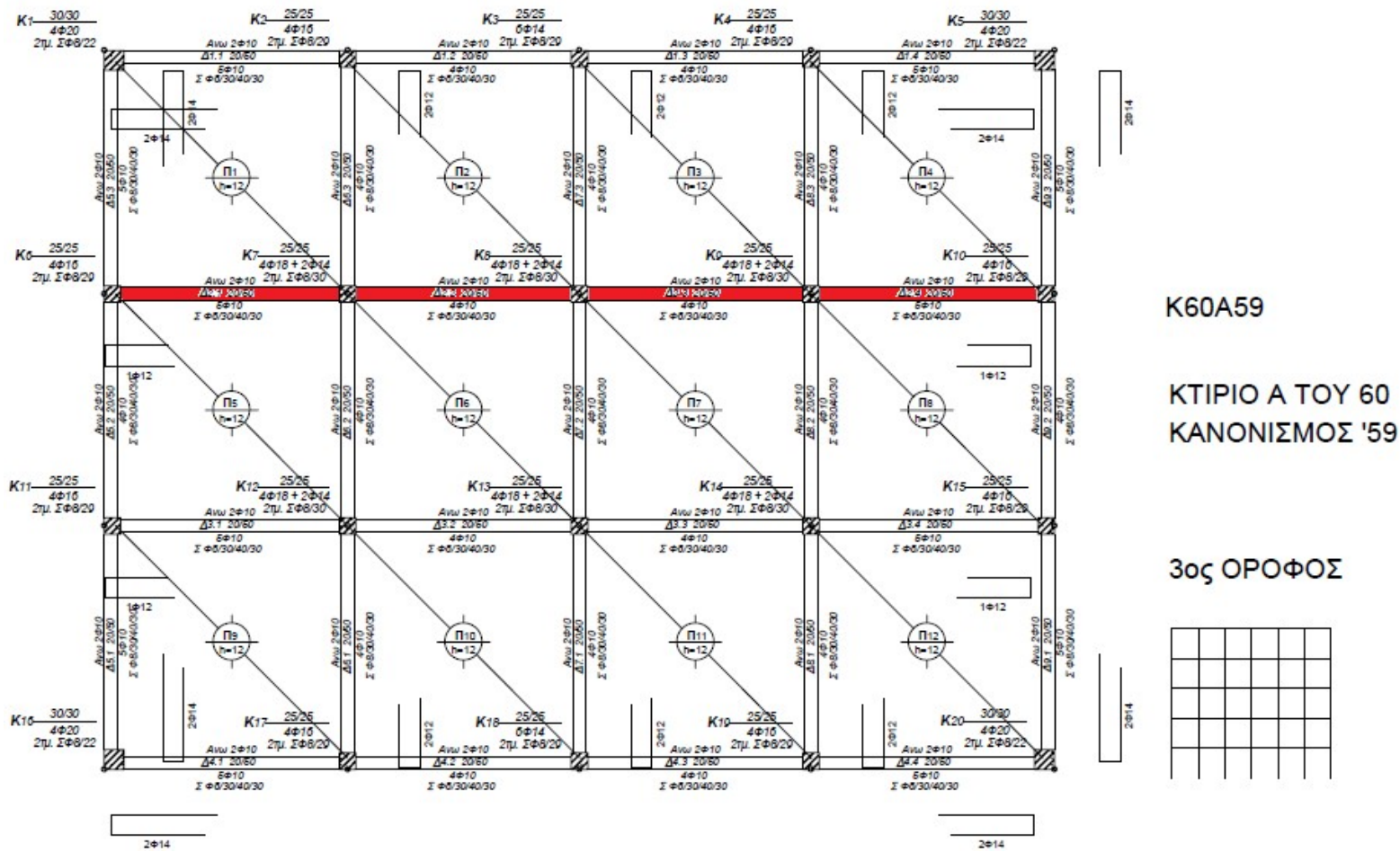


Σχ. Α-1 Ξυλότυπος 1<sup>ου</sup> ορόφου τυπικού κτιρίου. (Ρεπαπής 2007)

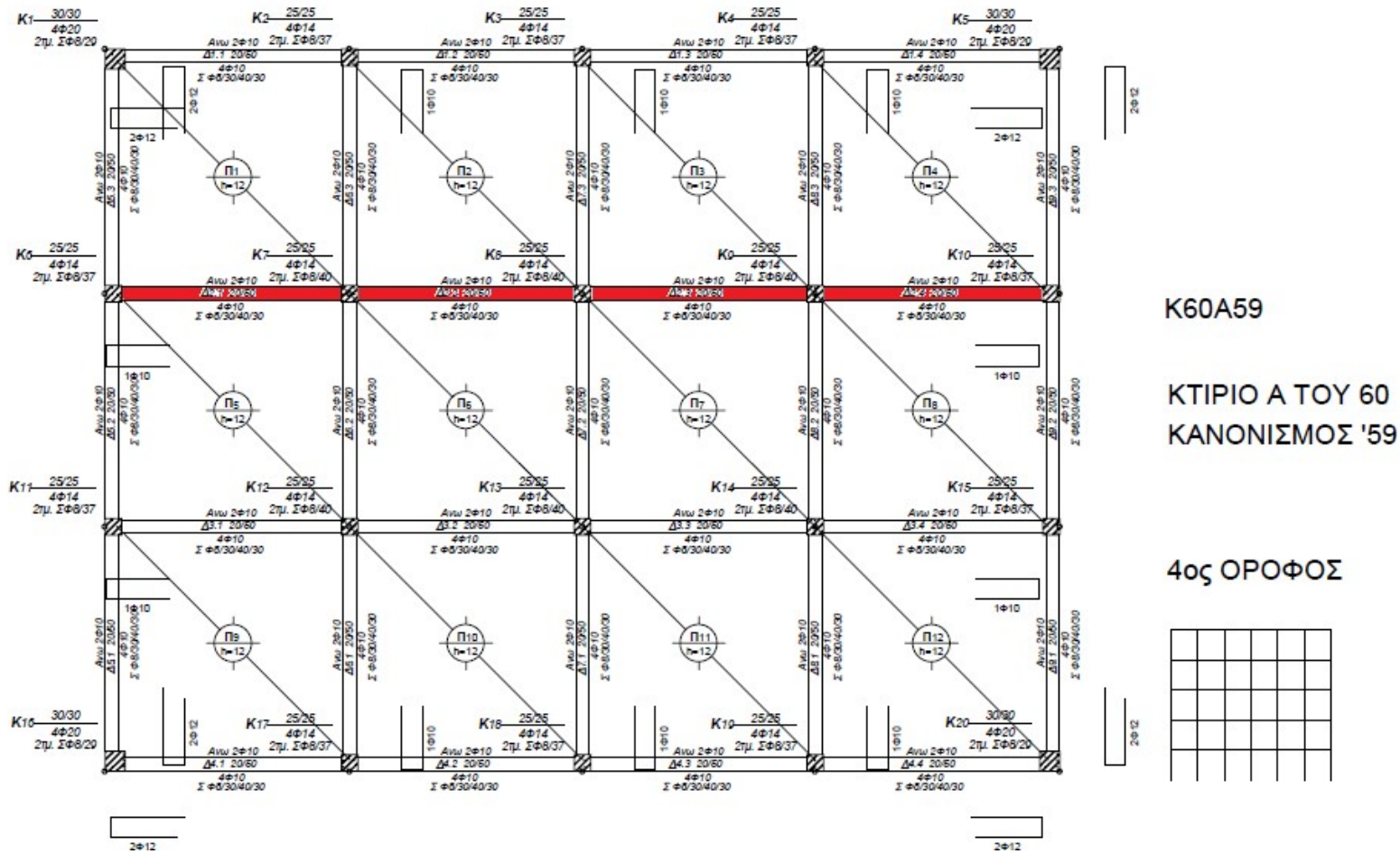


Σχ. Α-2 Ενλότυπος 2<sup>ου</sup> ορόφου τυπικού κτιρίου. (Ρεπαπής 2007)

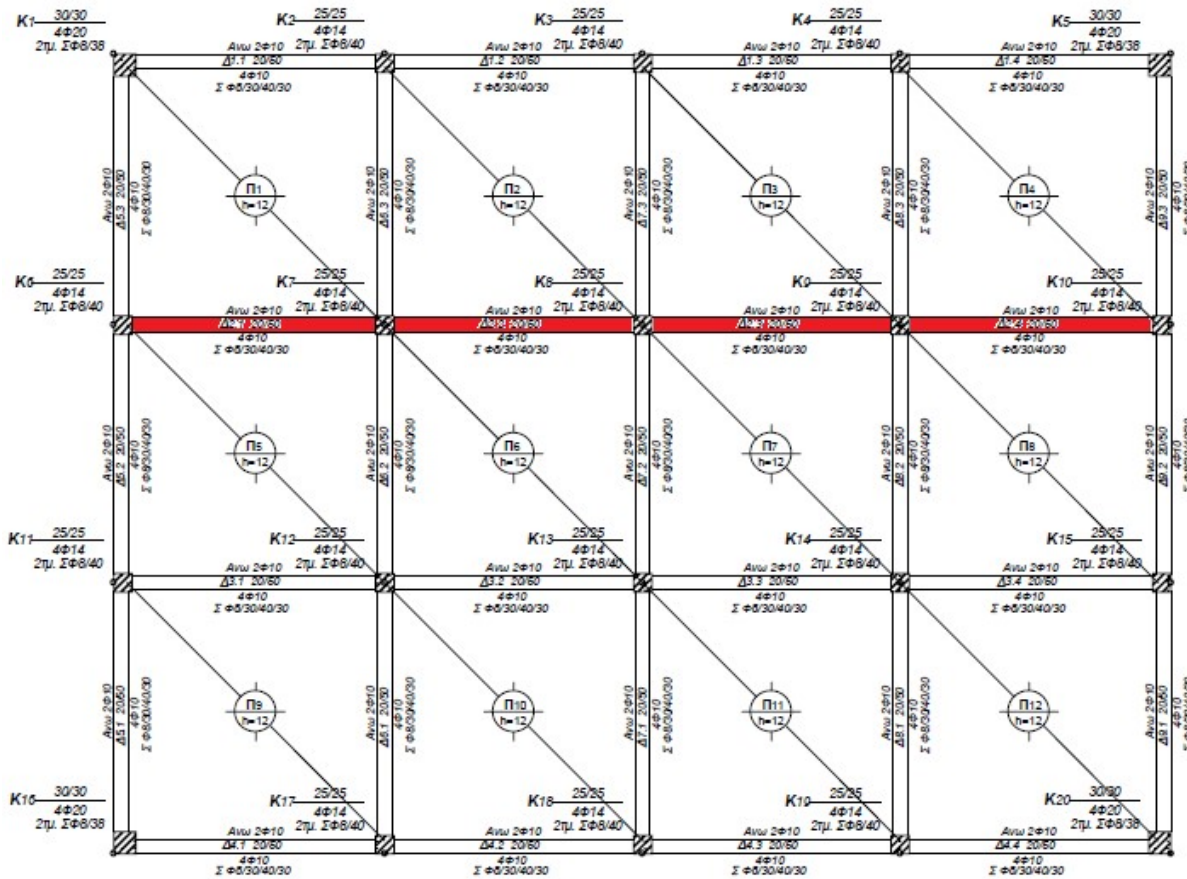




Σχ. Α-3 Ξυλότυπος 3<sup>ου</sup> ορόφου τυπικού κτιρίου. (Ρεπαπής 2007)



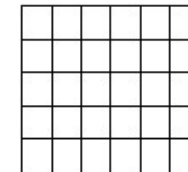
Σχ. Α-4 Ξυλότυπος 4<sup>ου</sup> ορόφου τυπικού κτιρίου. (Ρεπαπής 2007)



K60A59

ΚΤΙΡΙΟ Α ΤΟΥ 60  
ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ '59

5ος ΟΡΟΦΟΣ

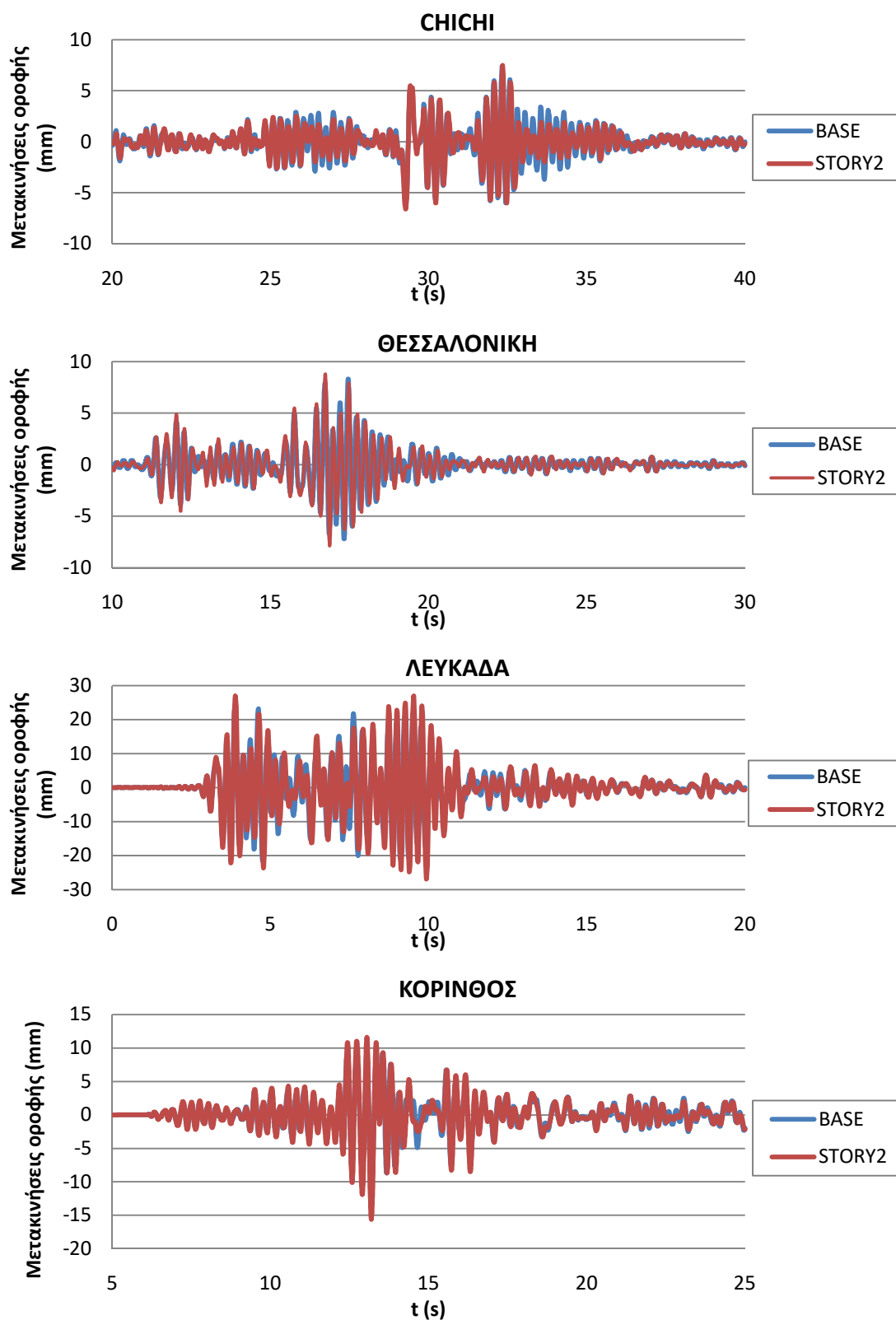


Σχ. Α-5 Ξυλότυπος 5<sup>ου</sup> ορόφου τυπικού κτιρίου. (Ρεπαπής 2007)

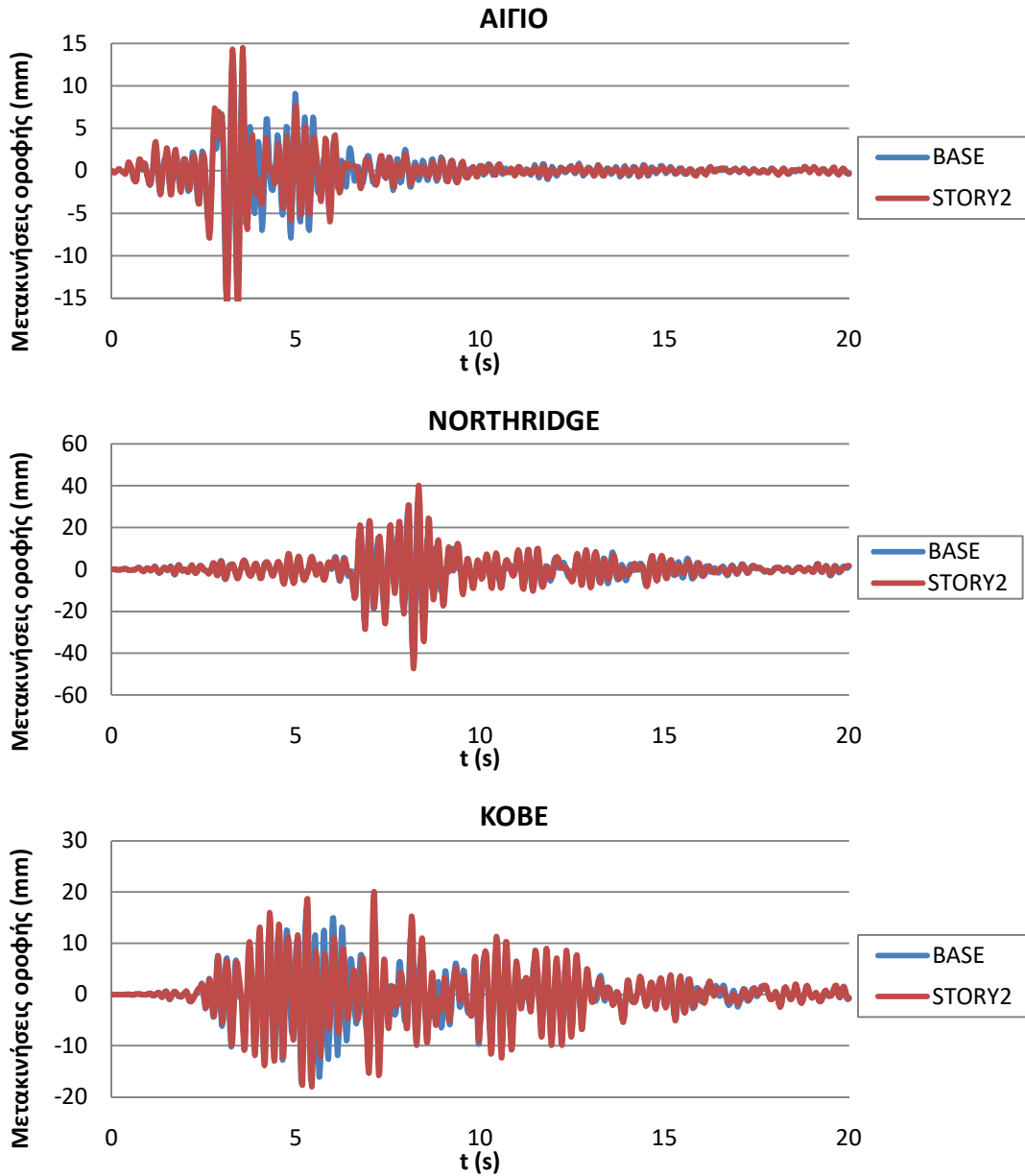




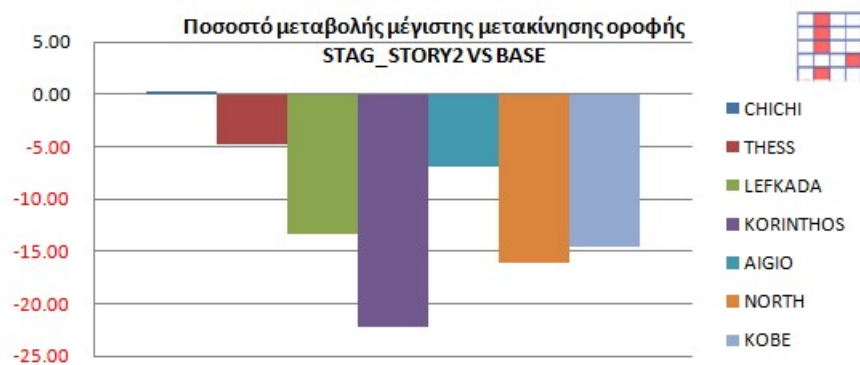
Στα Σχ. A-6 έως Σχ. A-46 παρουσιάζονται οι αναλυτικά υπολογιζόμενες χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής για όλες τις εξεταζόμενες διατάξεις μετάταξης τοιχωμάτων και όλες τις σεισμικές διεγέρσεις.



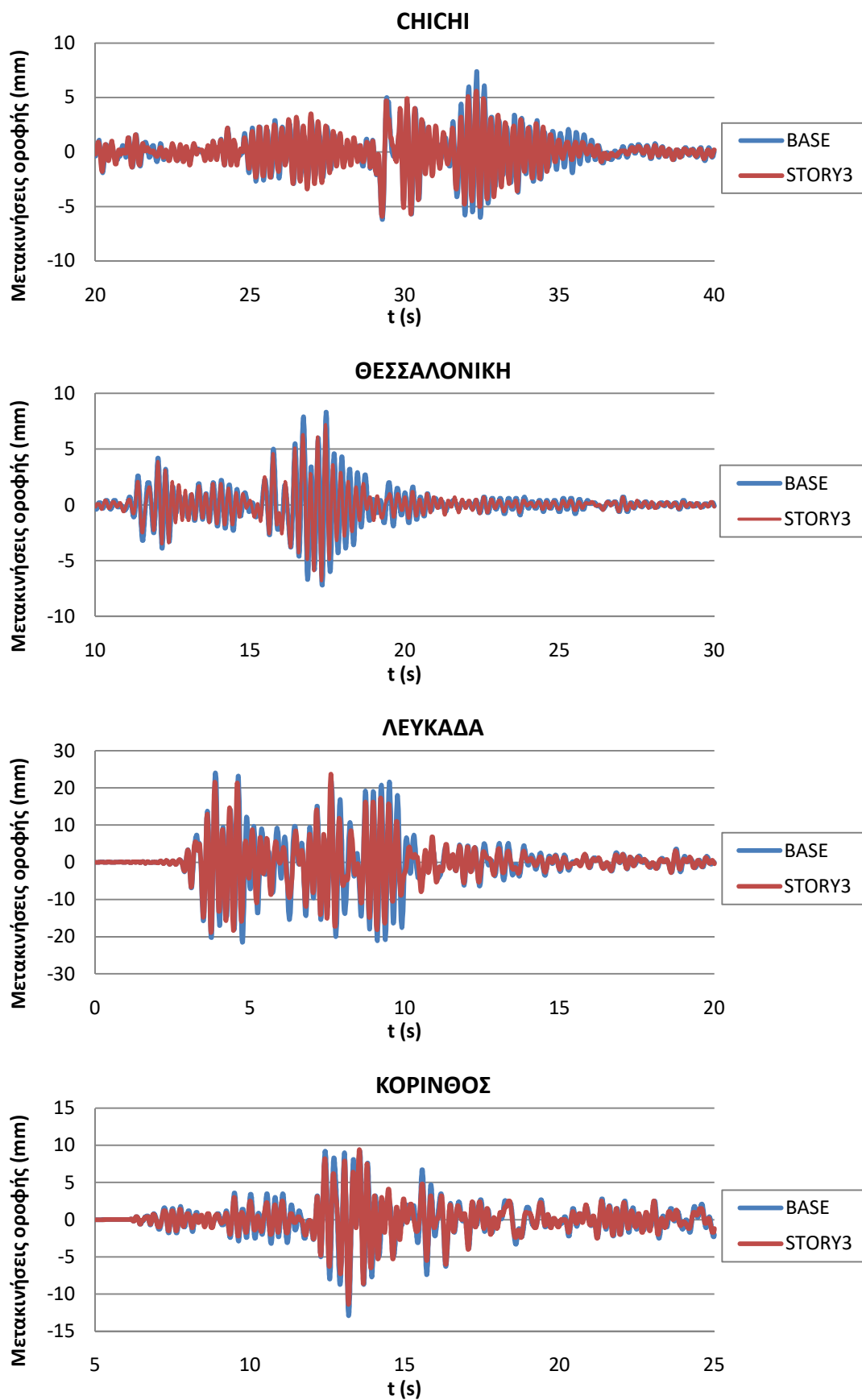
Σχ. A-6 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων BASE & STAG\_STORY2 για τις διεγέρσεις CHICHI, ΘΕΣ/ΝΙΚΗ, ΛΕΥΚΑΔΑ, ΚΟΡΙΝΘΟΣ.



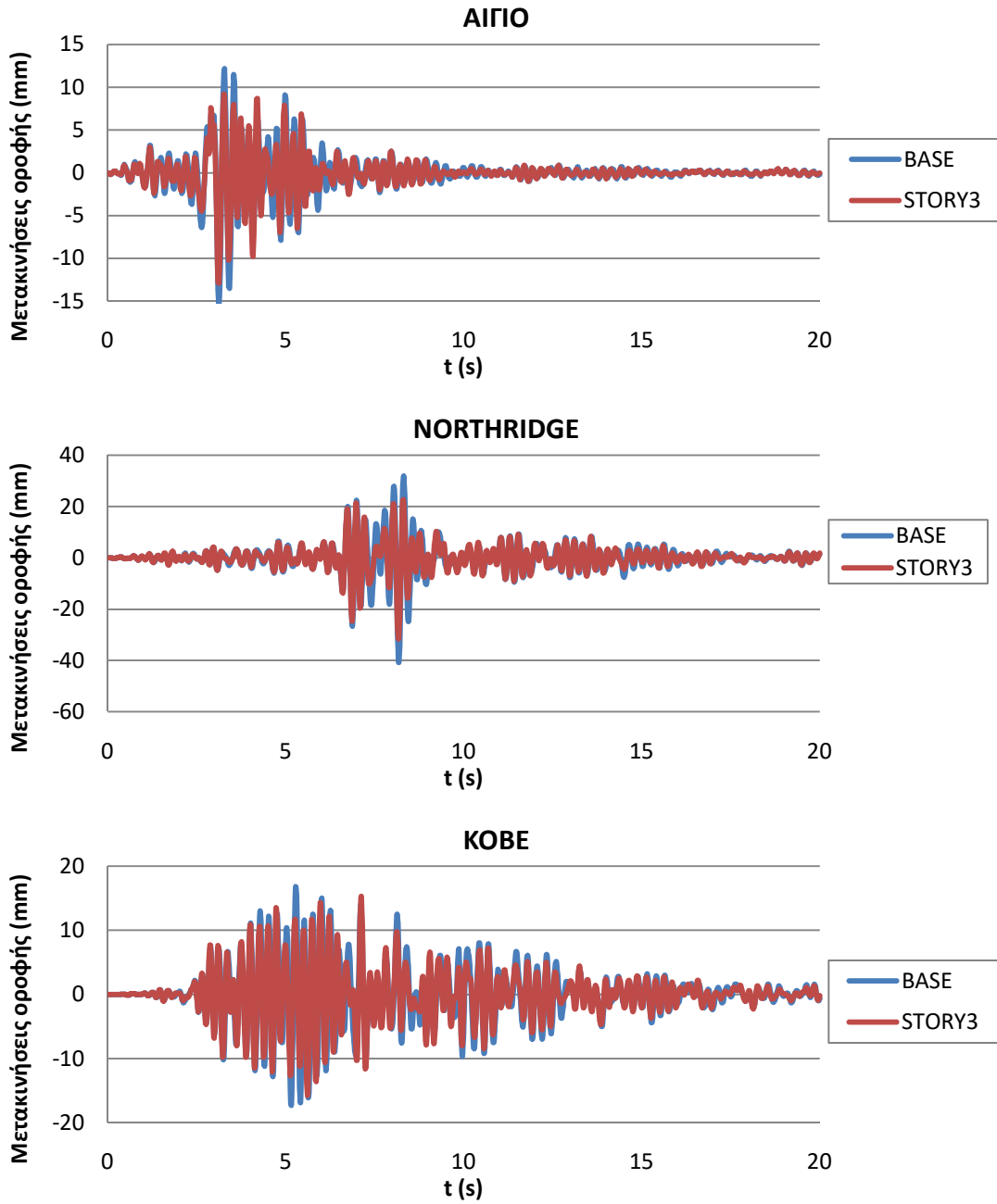
Σχ. A-7 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων BASE & STAG\_STORY2 για τις διεγέρσεις AIGIO, NORTHRIDGE, KOBE.



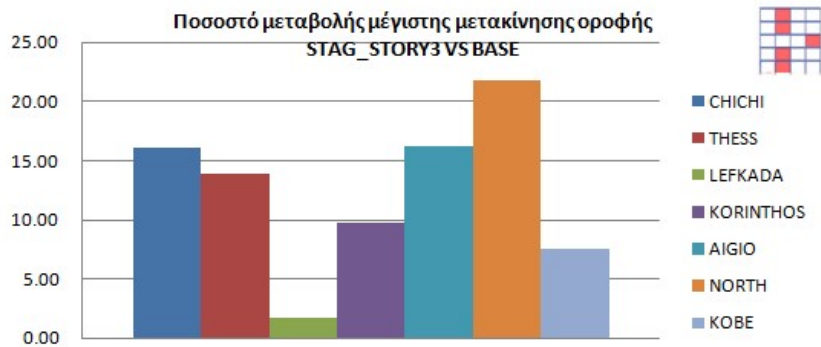
Σχ. A-8 Ποσοστό μεταβολής της μέγιστης μετακίνησης της διάταξης (STAG\_STORY2) σε σχέση με την διάταξη (BASE)



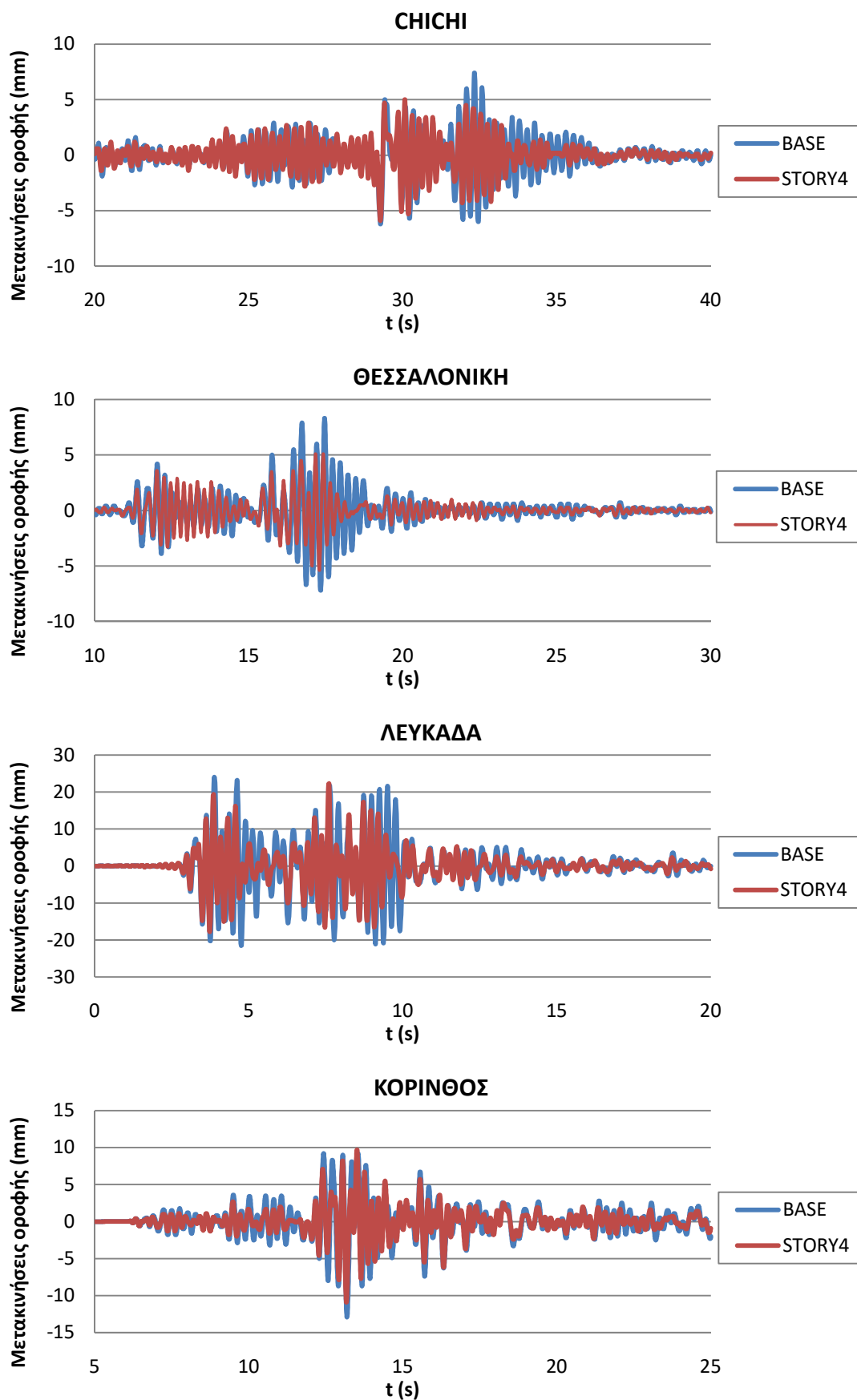
Σχ. Α-9 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων BASE & STAG\_STORY3 για τις διεγέρσεις CHICHI, ΘΕΣ/ΝΙΚΗ, ΛΕΥΚΑΔΑ, ΚΟΡΙΝΘΟΣ.



Σχ. A-10 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων BASE & STAG\_STORY3 για τις διεγέρσεις AIGIO, NORTHRIDGE, KOBE.

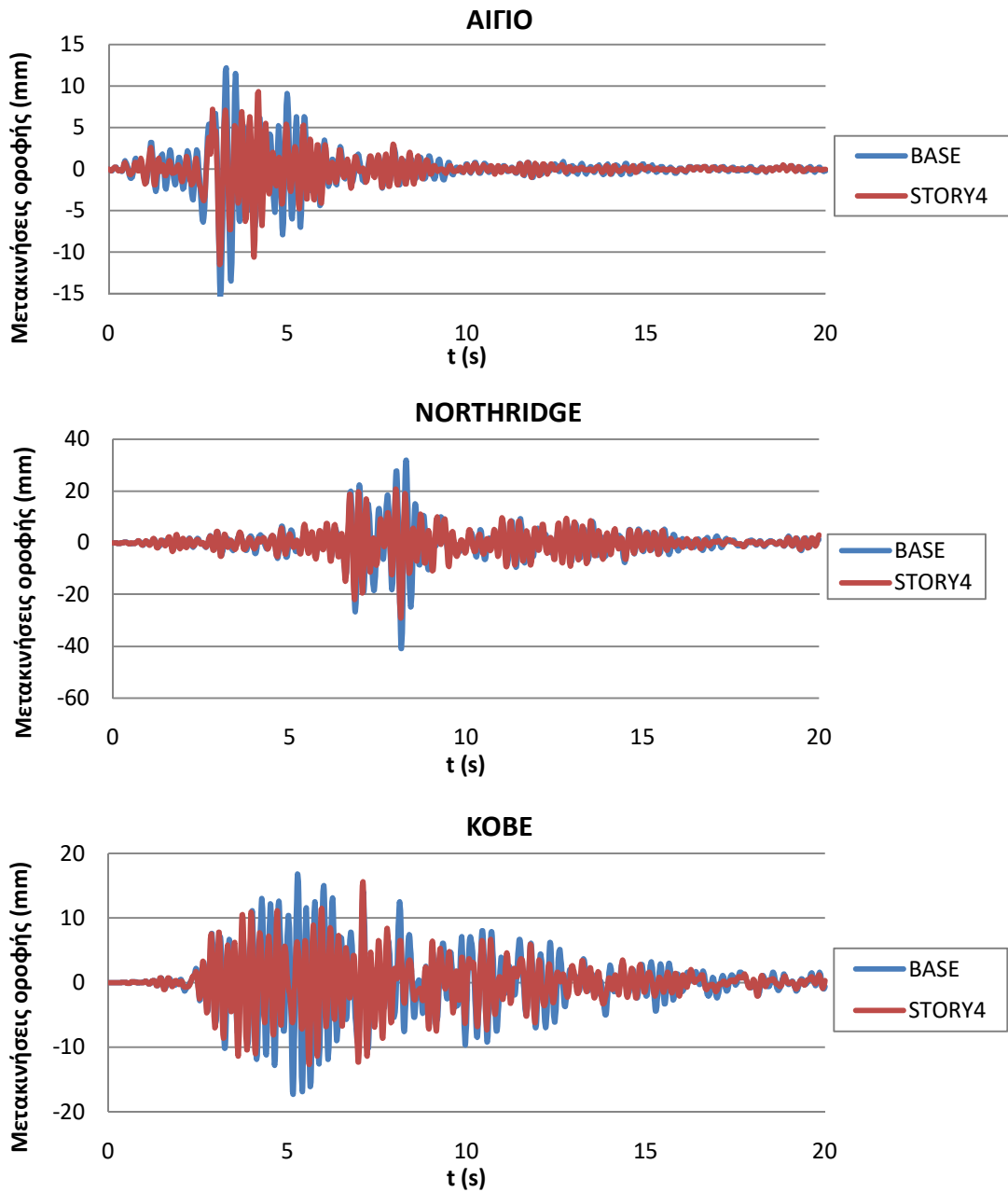


Σχ. A-11 Ποσοστό μεταβολής της μέγιστης μετακίνησης της διάταξης (STAG\_STORY3) σε σχέση με την διάταξη (BASE).

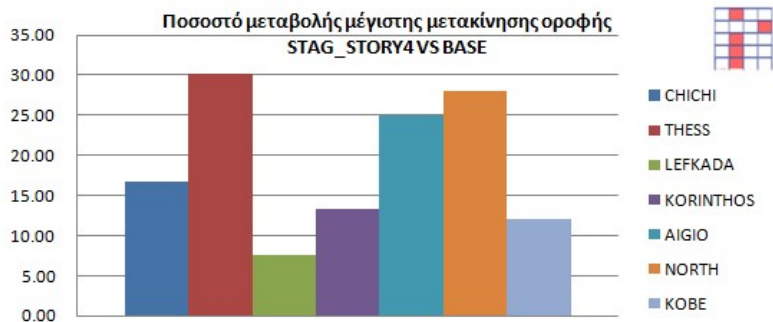


Σχ. Α-12 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων BASE & STAG\_STORY4 για τις διεγέρσεις CHICHI, ΘΕΣ/ΝΙΚΗ, ΛΕΥΚΑΔΑ, ΚΟΡΙΝΘΟΣ.

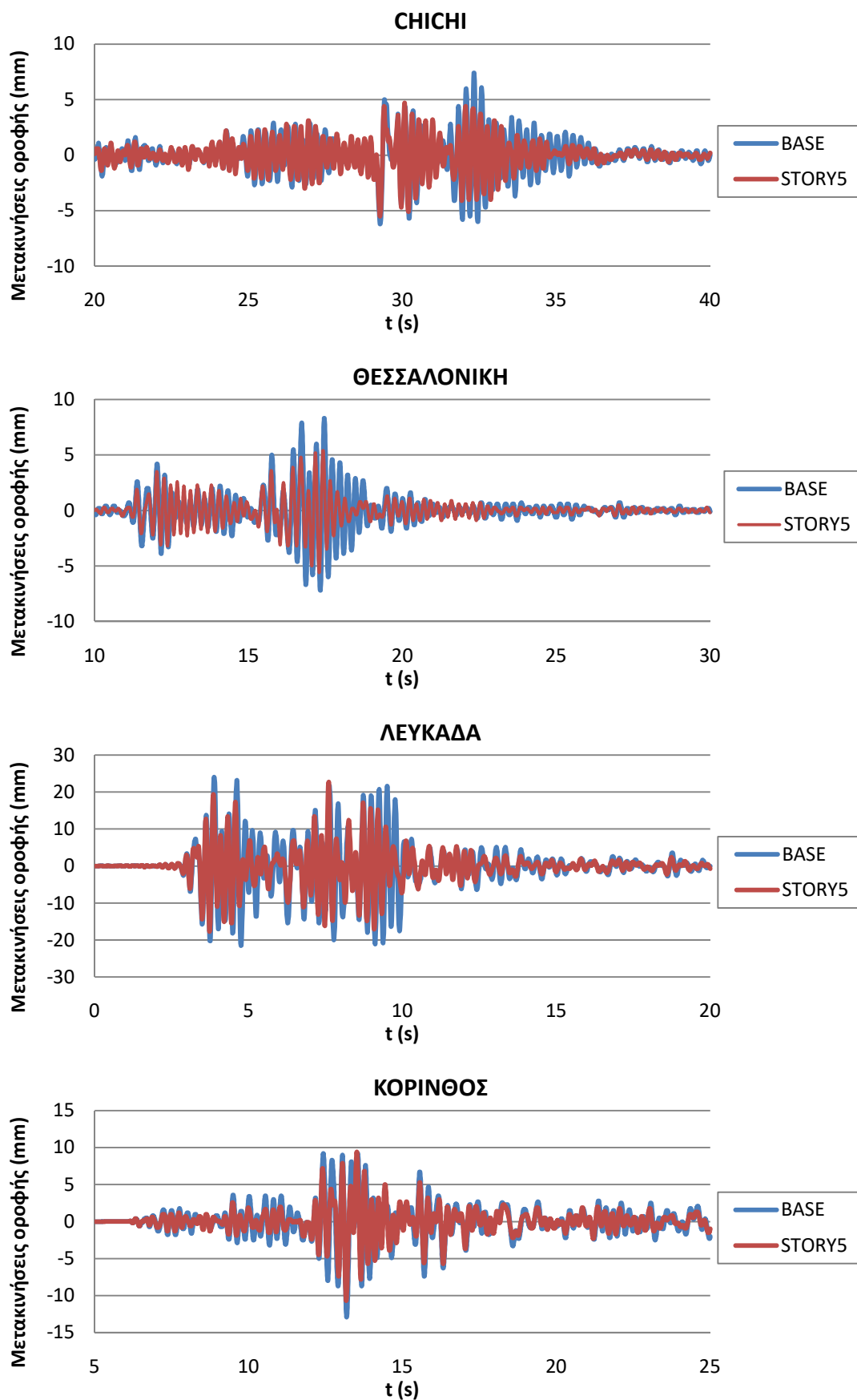




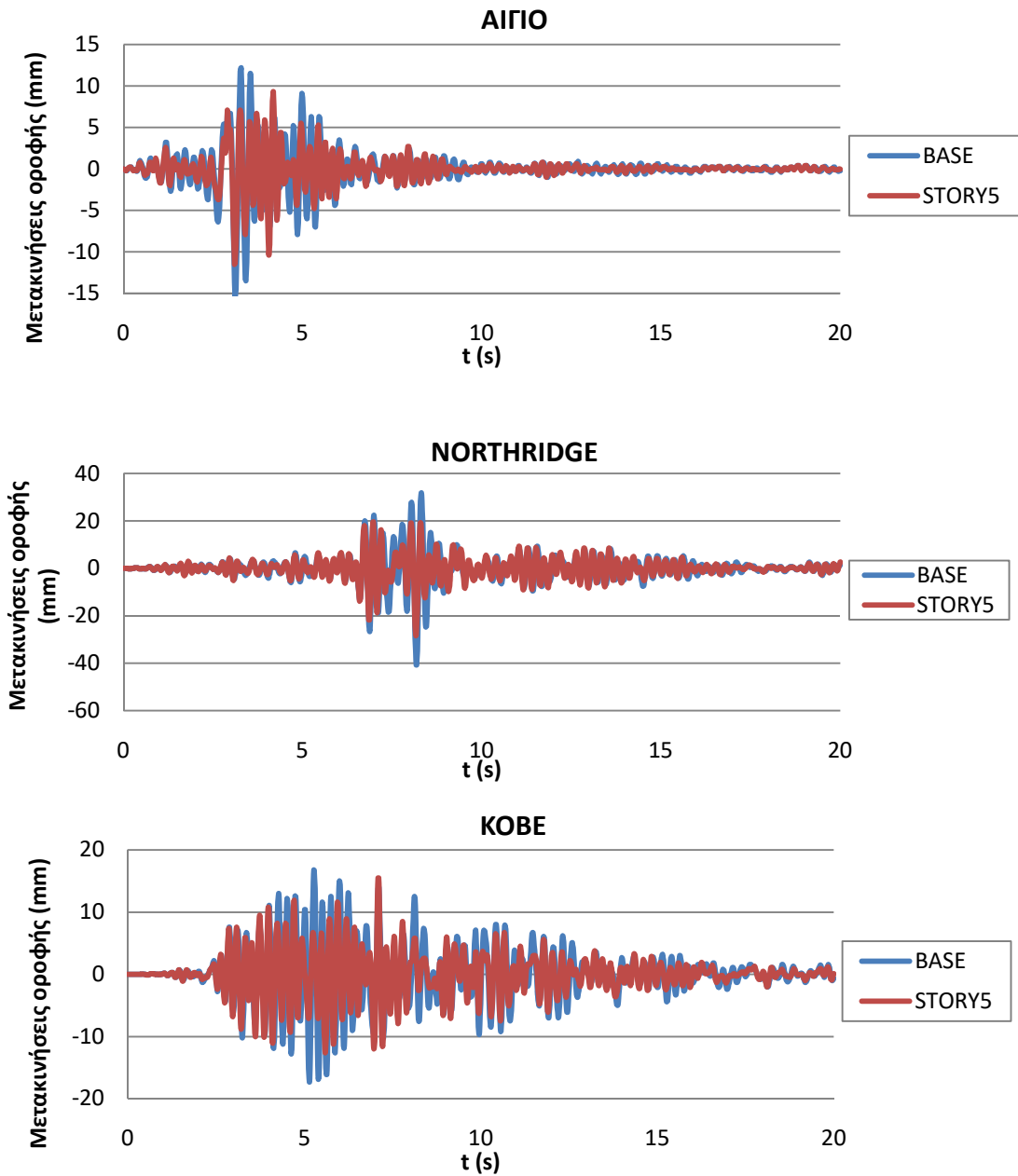
Σχ. A-13 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων BASE & STAG\_STORY4 για τις διεγέρσεις AIGIO, NORTHRIDGE, KOBE.



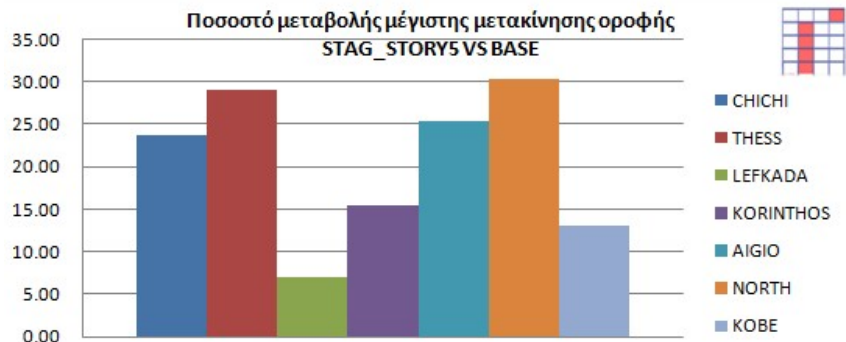
Σχ. A-14 Ποσοστό μεταβολής της μέγιστης μετακίνησης της διάταξης (STAG\_STORY4) σε σχέση με την διάταξη (BASE).



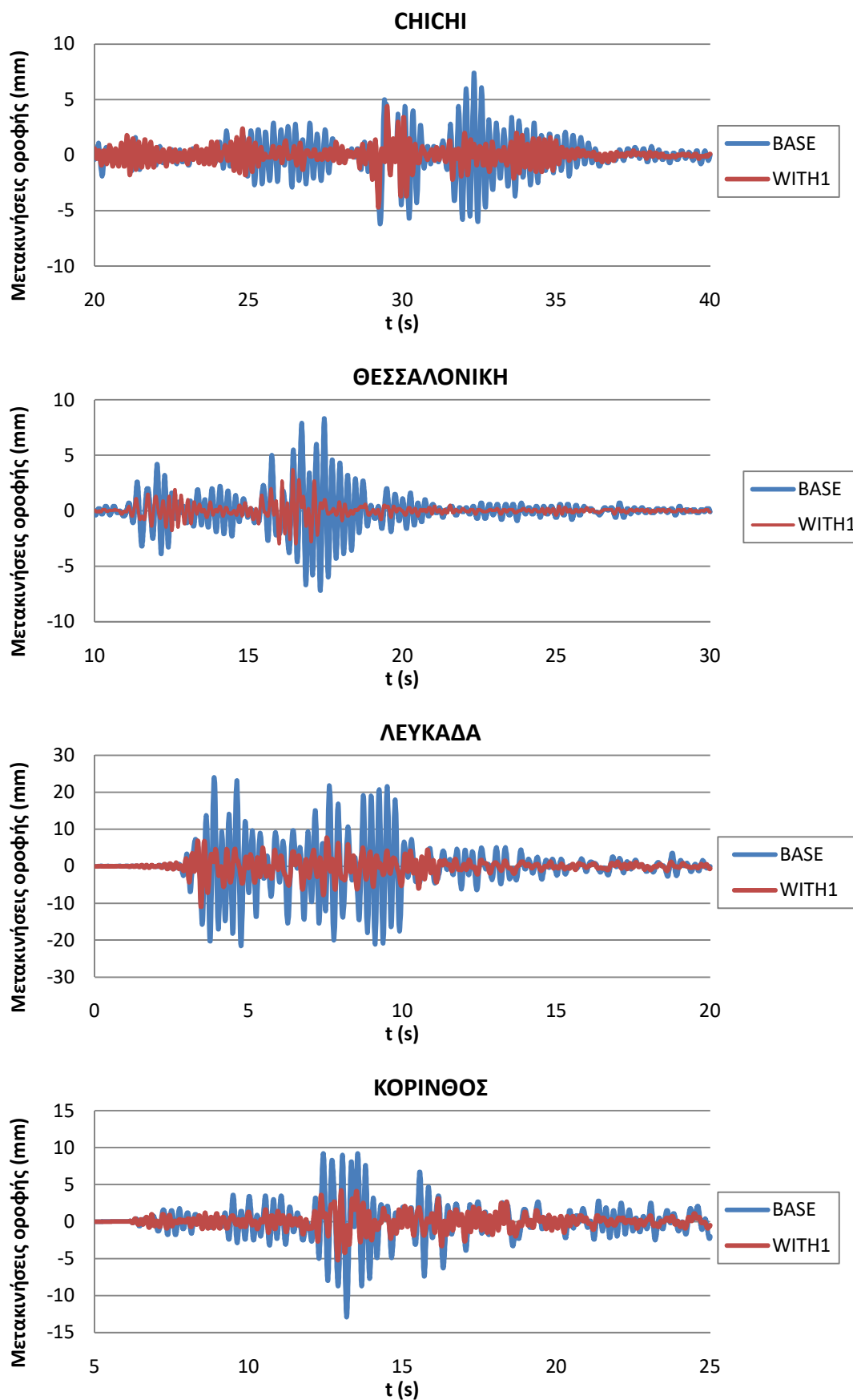
Σχ. Α-15 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων BASE & STAG\_STORY5 για τις διεγέρσεις CHICHI, ΘΕΣ/ΝΙΚΗ, ΛΕΥΚΑΔΑ, ΚΟΡΙΝΘΟΣ.



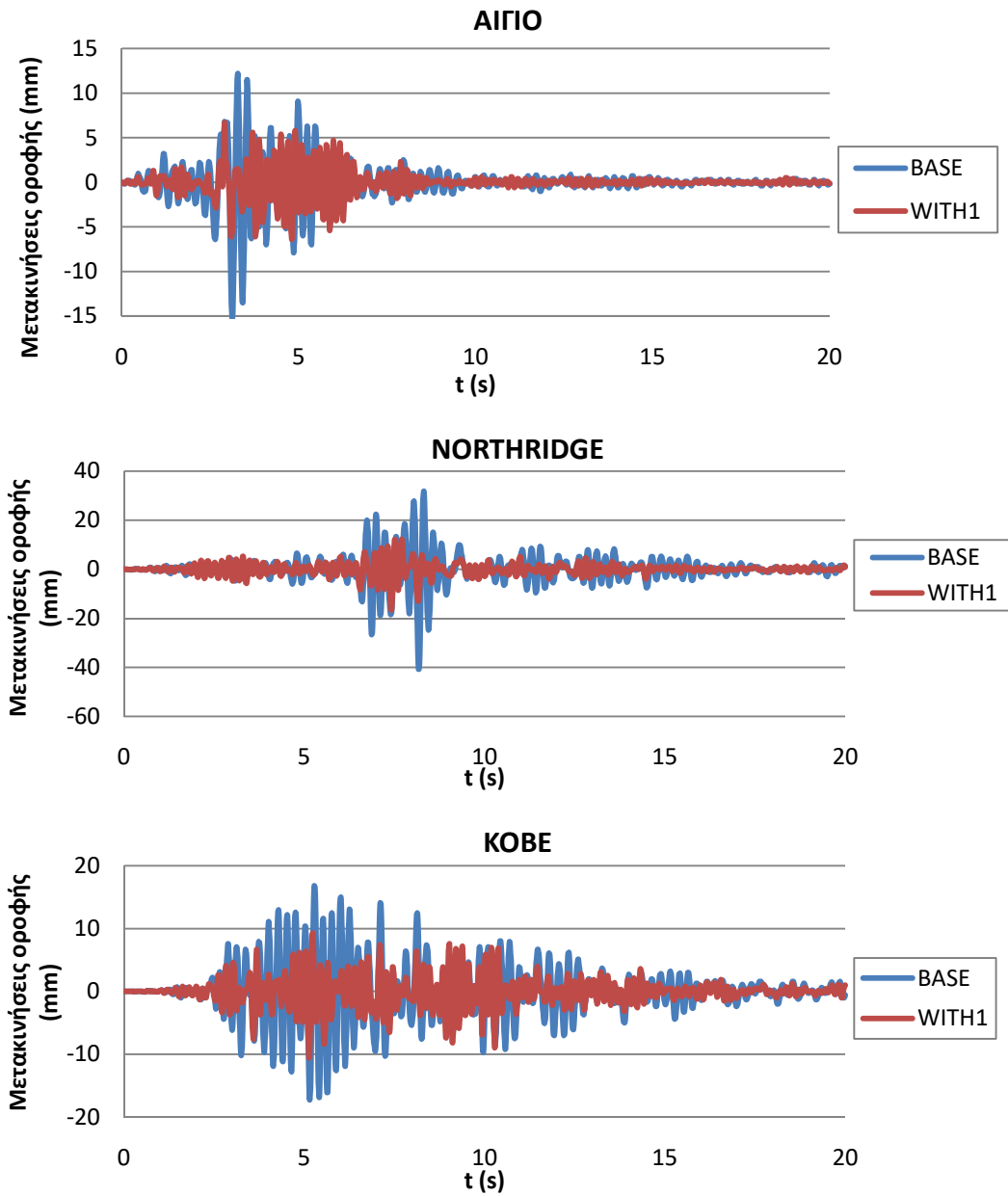
Σχ. A-16 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων BASE & STAG\_STORY5 για τις διεγέρσεις AIGIO, NORTHRIDGE, KOBE.



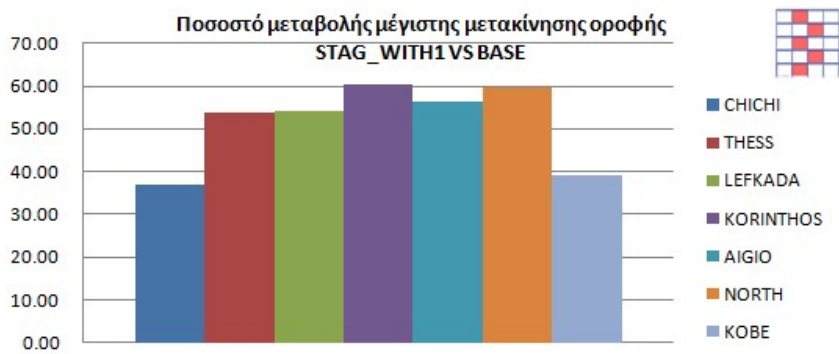
Σχ. A-17 Ποσοστό μεταβολής της μέγιστης μετακίνησης της διάταξης (STAG\_STORY5) σε σχέση με την διάταξη (BASE).



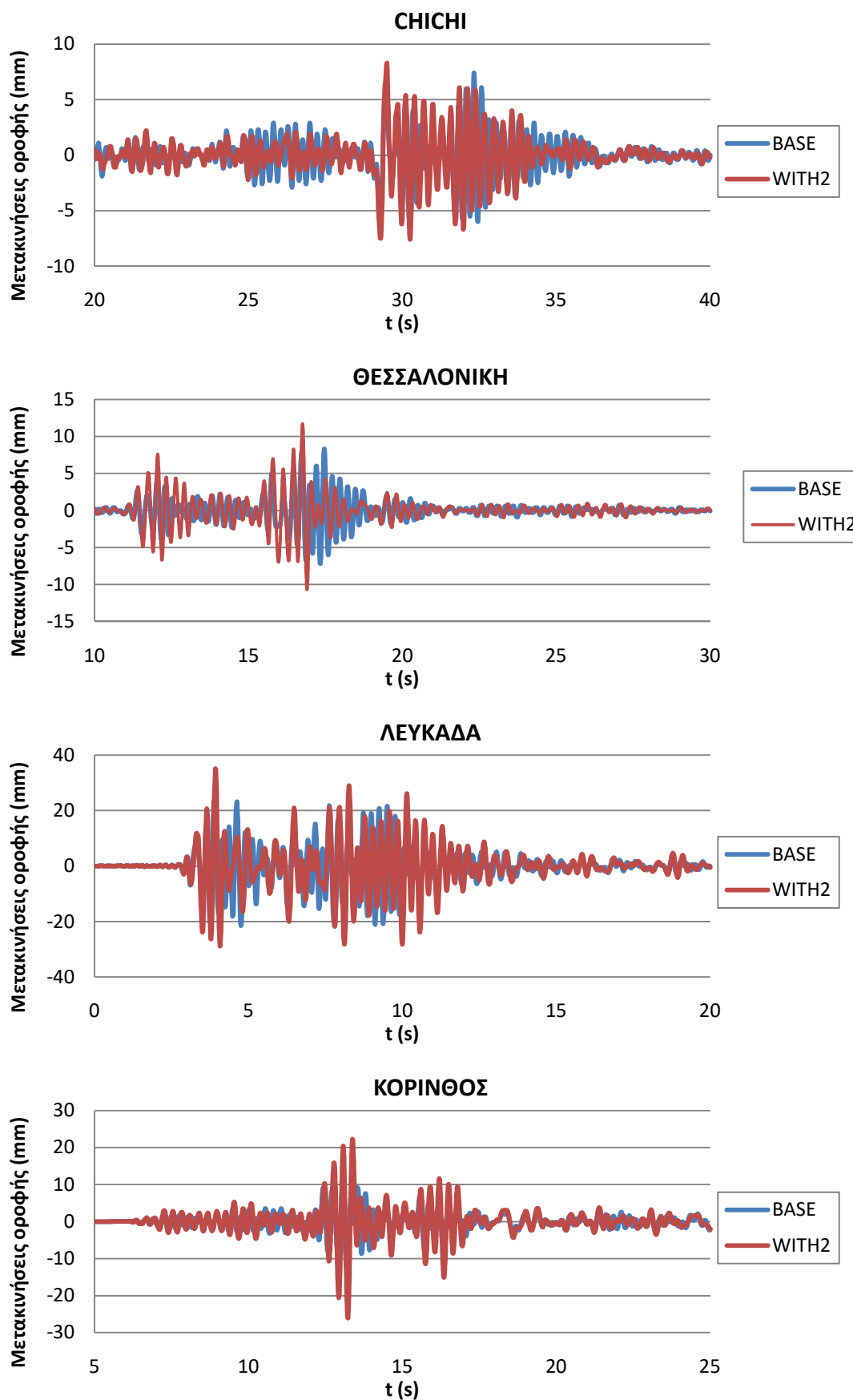
Σχ. Α-18 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων BASE & STAG\_WITH1 για τις διεγέρσεις CHICHI, ΘΕΣ/ΝΙΚΗ, ΛΕΥΚΑΔΑ, ΚΟΡΙΝΘΟΣ.



Σχ. A-19 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων BASE & STAG\_WITH1 για τις διεγέρσεις AIGIO, NORTHRIDGE, KOBE.

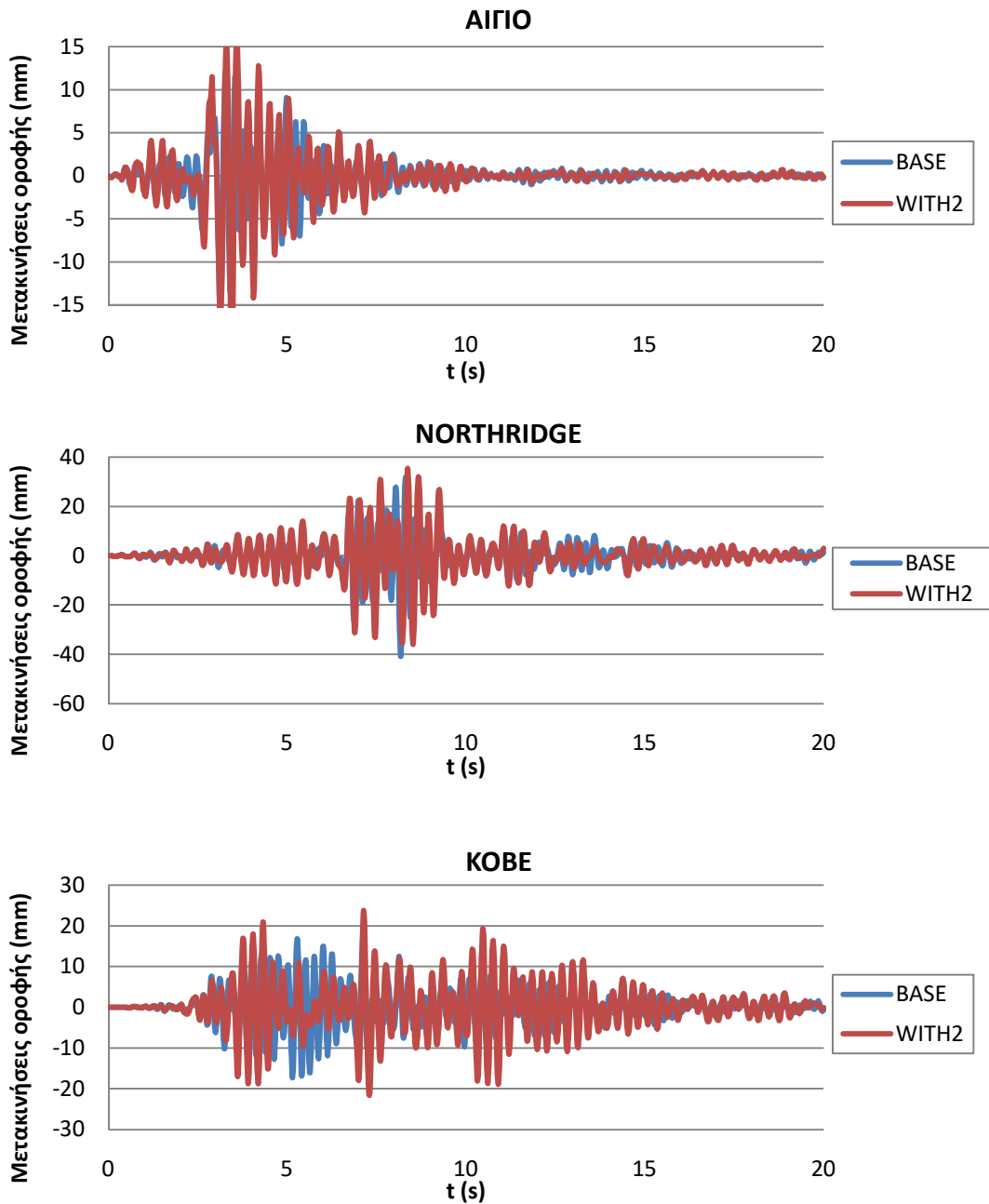


Σχ. A-20 Ποσοστό μεταβολής της μέγιστης μετακίνησης της διάταξης (STAG\_WITH1) σε σχέση με την διάταξη (BASE).

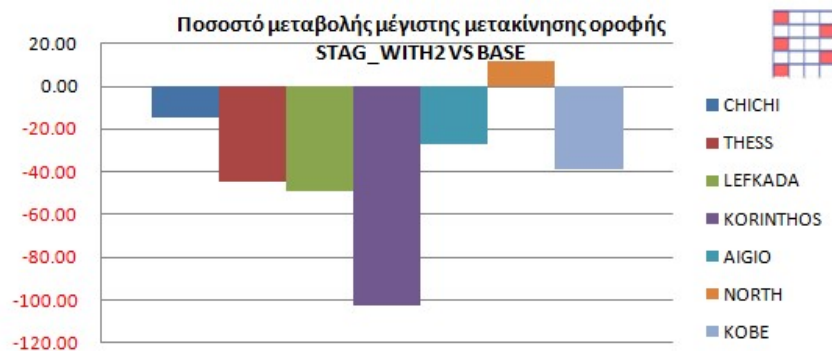


Σχ. Α-21 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων BASE & STAG\_WITH2 για τις διεγέρσεις CHICHI, ΘΕΣ/ΝΙΚΗ, ΛΕΥΚΑΔΑ, ΚΟΡΙΝΘΟΣ.

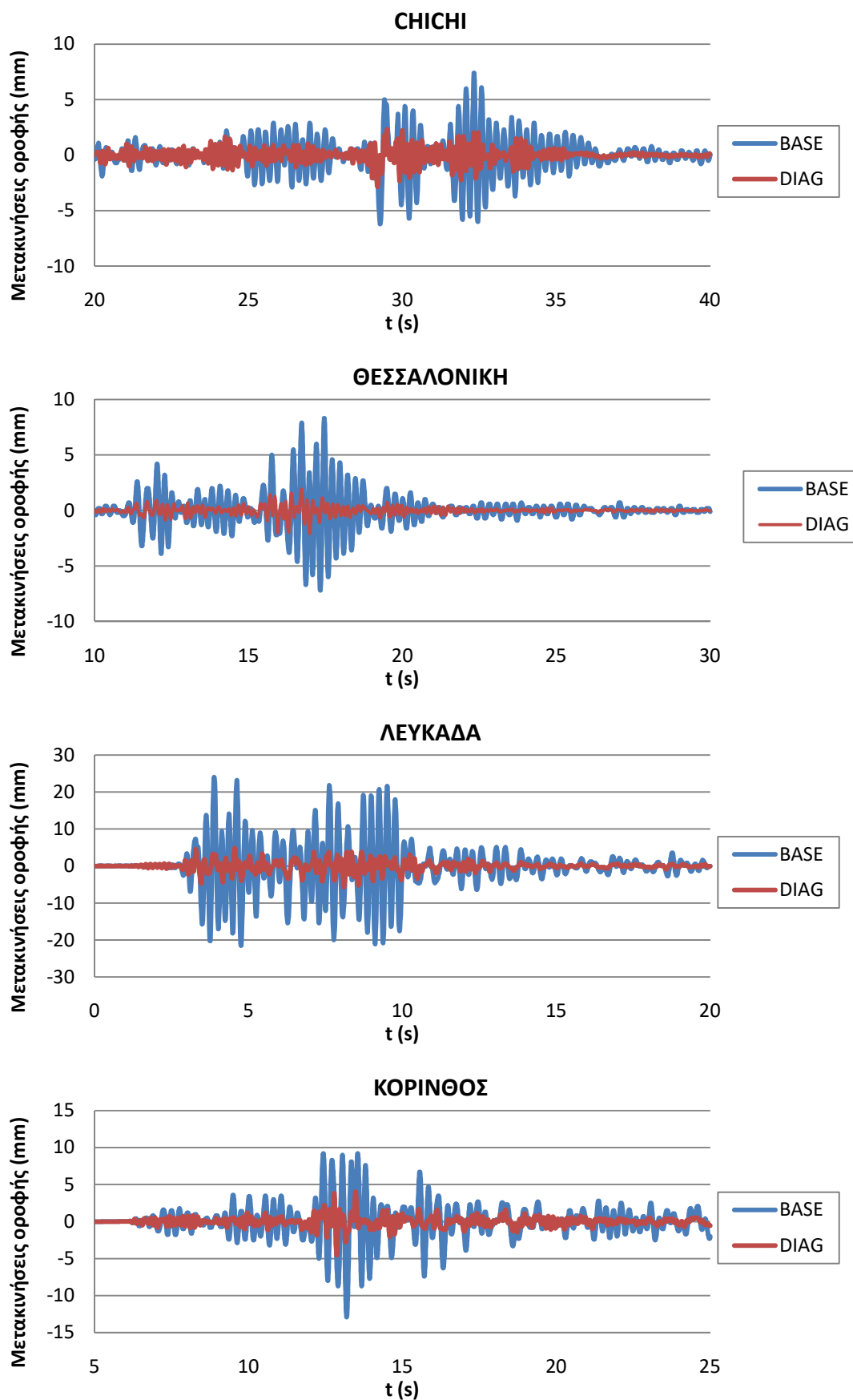




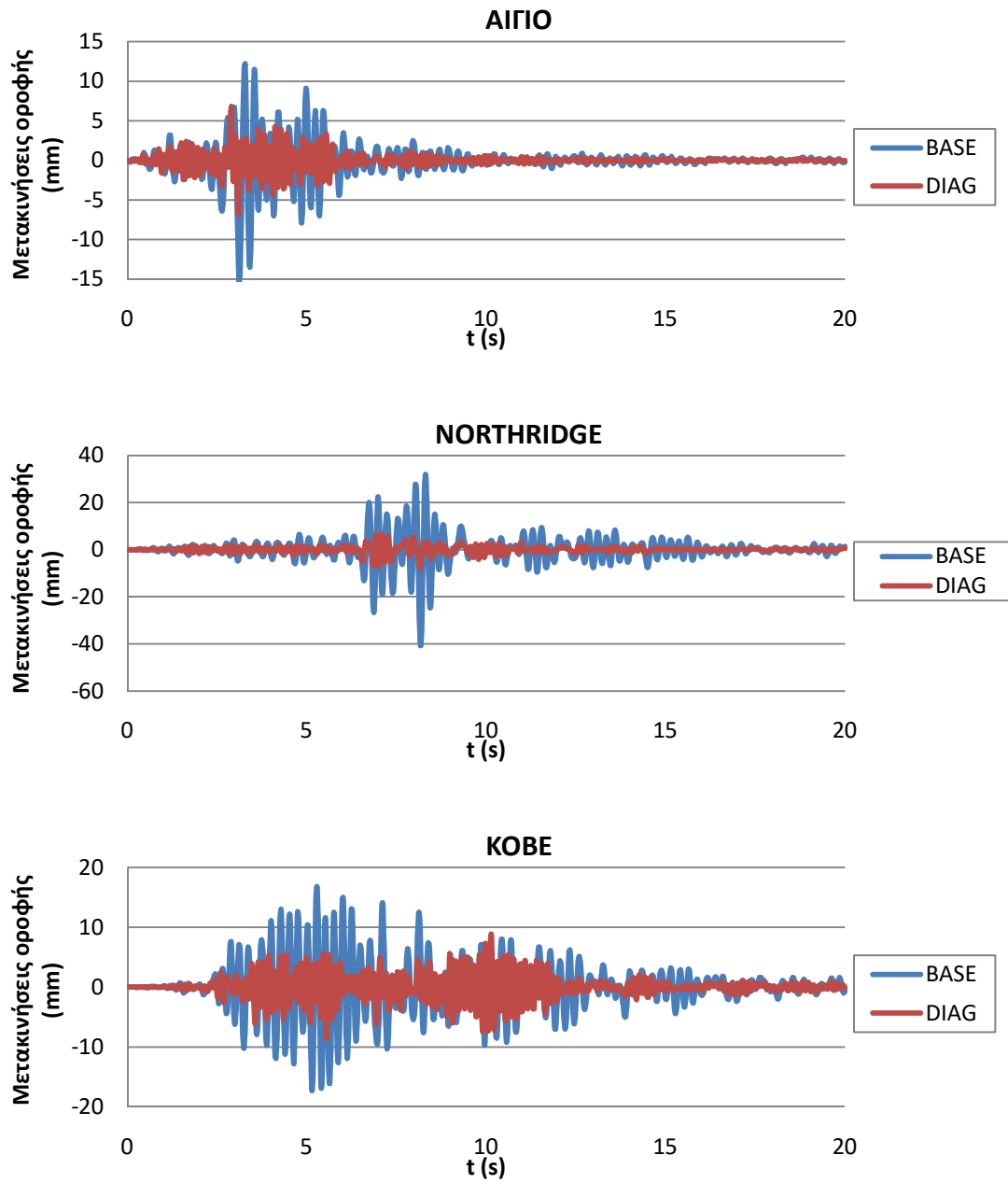
Σχ. A-22 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων *BASE* & *STAG\_WITH2* για τις διεγέρσεις *AIGIO*, *NORTHRIDGE*, *KOBE*.



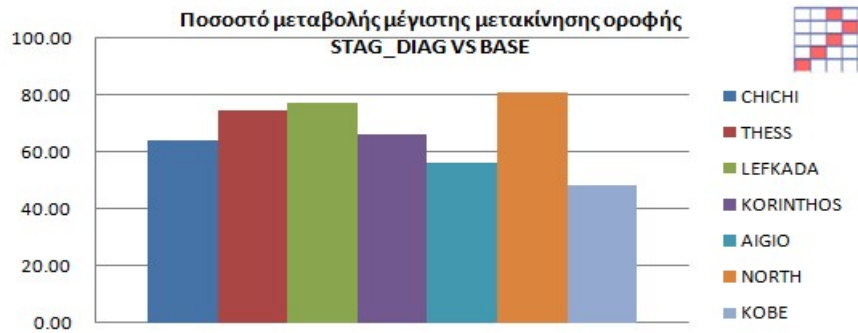
Σχ. A-23 Ποσοστό μεταβολής της μέγιστης μετακίνησης της διάταξης (*STAG\_WITH2*) σε σχέση με την διάταξη (*BASE*).



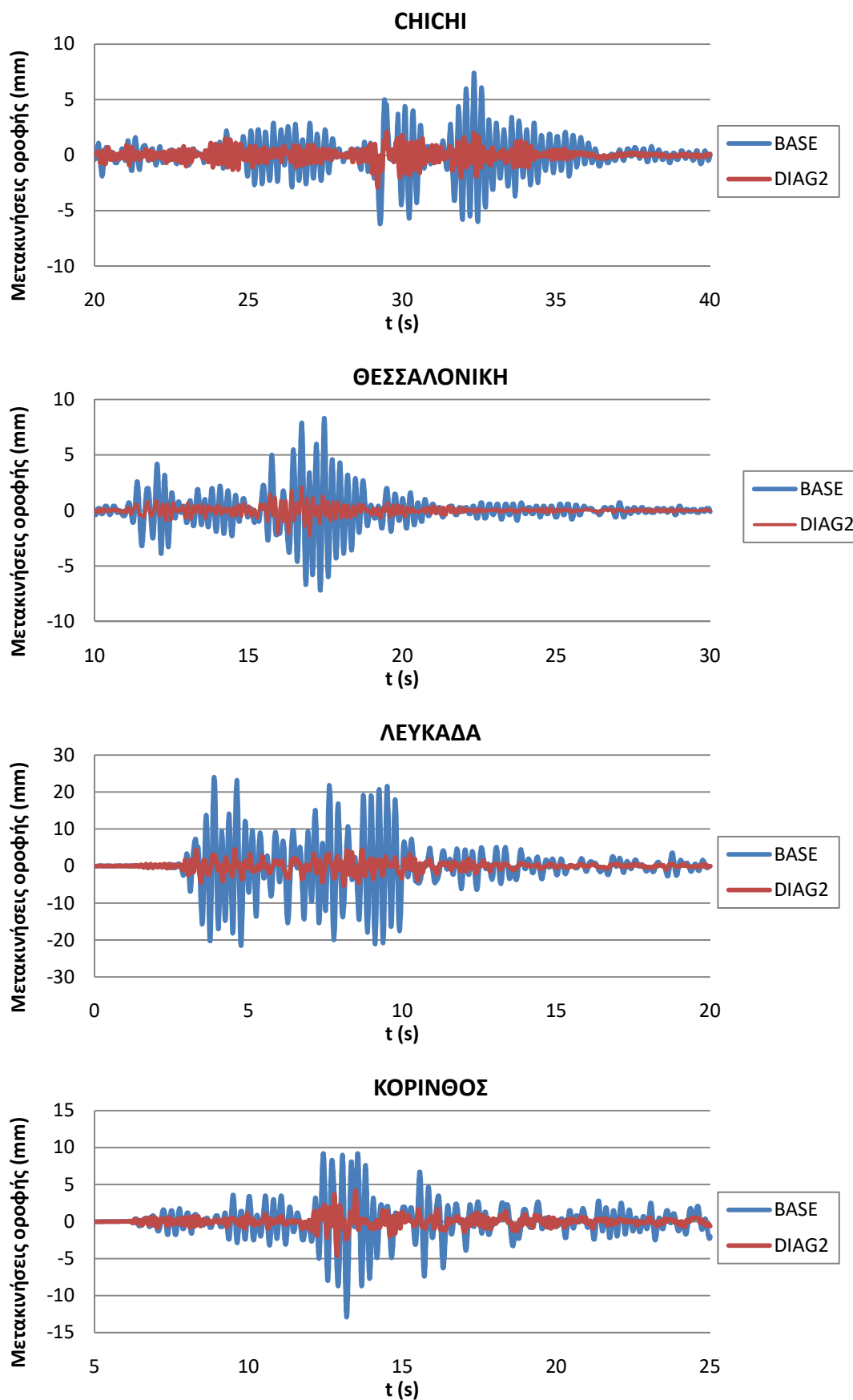
Σχ. Α-24 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων BASE & STAG\_DIAG για τις διεγέρσεις CHICHI, ΘΕΣ/ΝΙΚΗ, ΛΕΥΚΑΔΑ, ΚΟΡΙΝΘΟΣ.



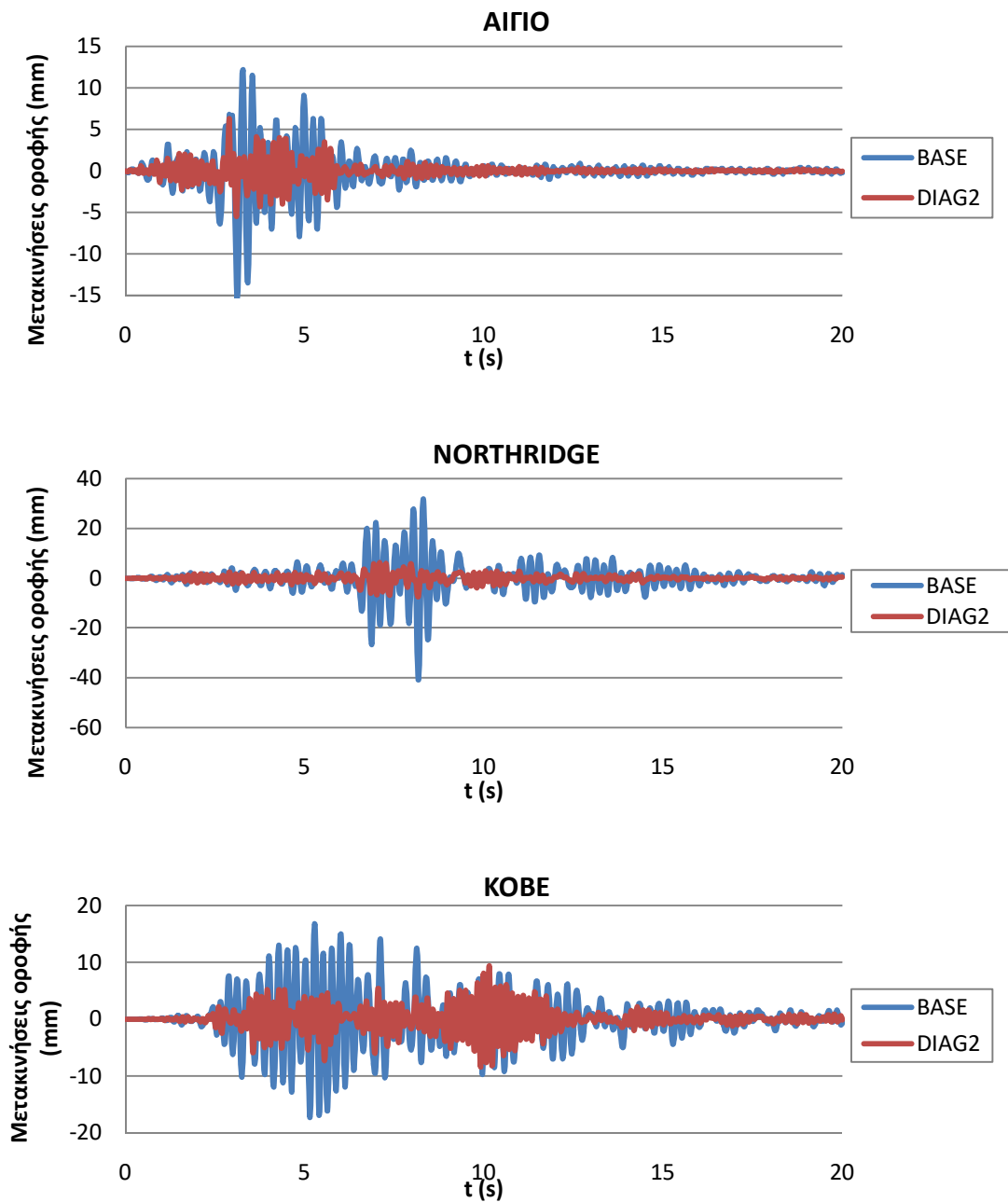
Σχ. A-25 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων BASE & STAG\_DIAG για τις διεγέρσεις AIGIO, NORTHRIDGE, KOBE.



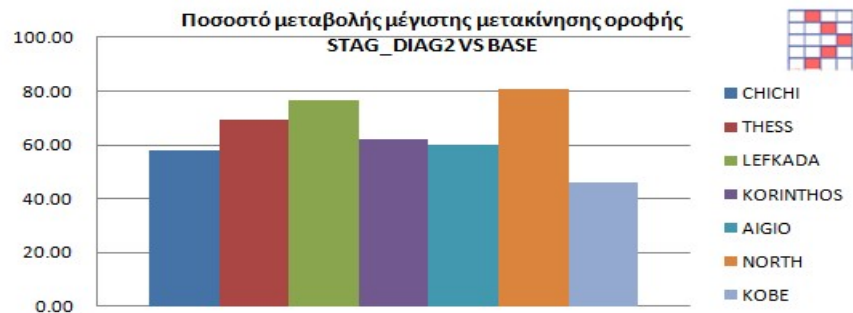
Σχ. A-26 Ποσοστό μεταβολής της μέγιστης μετακίνησης της διάταξης (STAG\_DIAG) σε σχέση με την διάταξη (BASE).



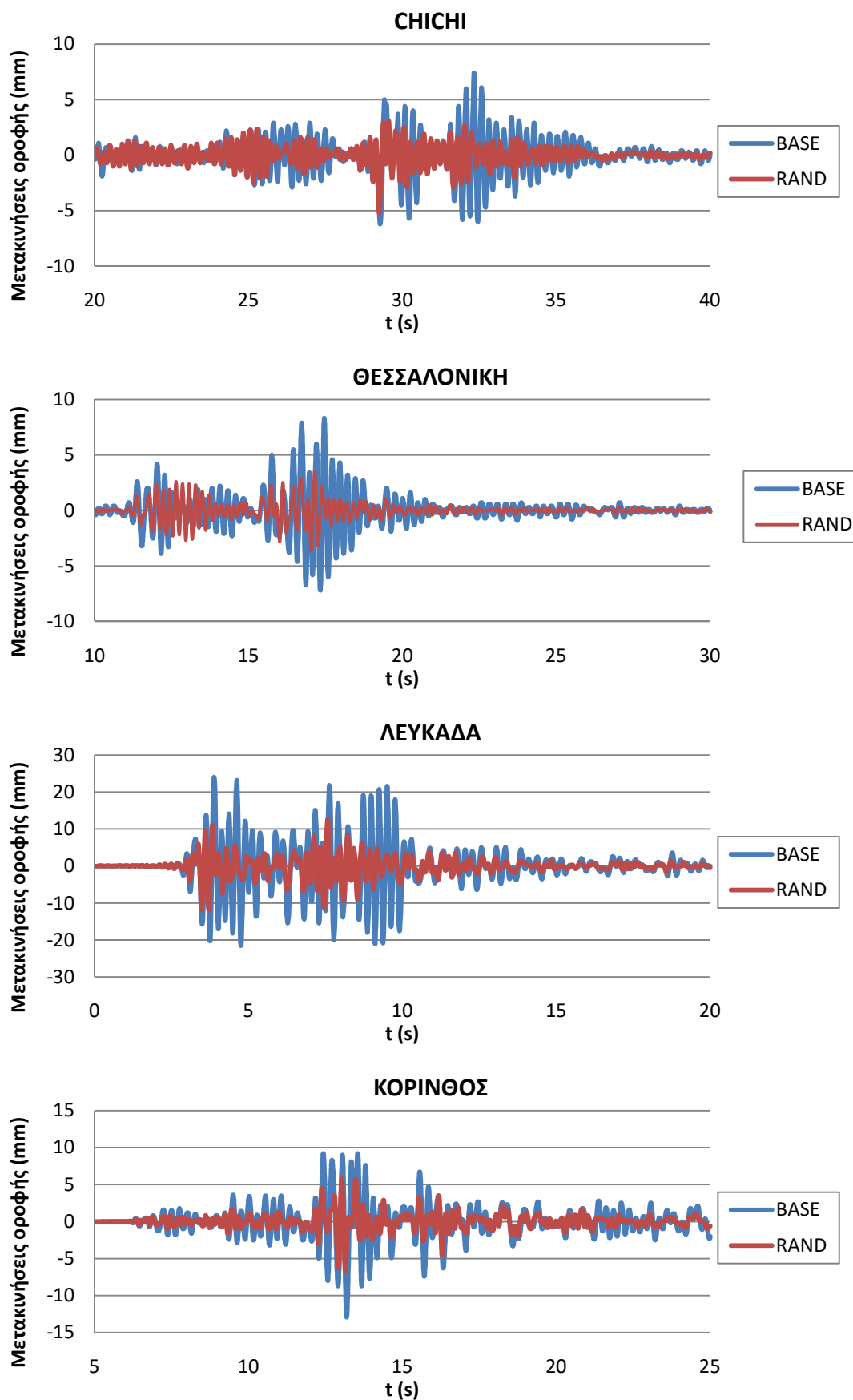
Σχ. Α-27 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων BASE & STAG\_DIAG2 για τις διεγέρσεις CHICHI, ΘΕΣ/ΝΙΚΗ, ΛΕΥΚΑΔΑ, ΚΟΡΙΝΘΟΣ.



Σχ. A-28 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων BASE & STAG\_DIAG2 για τις διεγέρσεις AIGIO, NORTHRIDGE, KOBE.

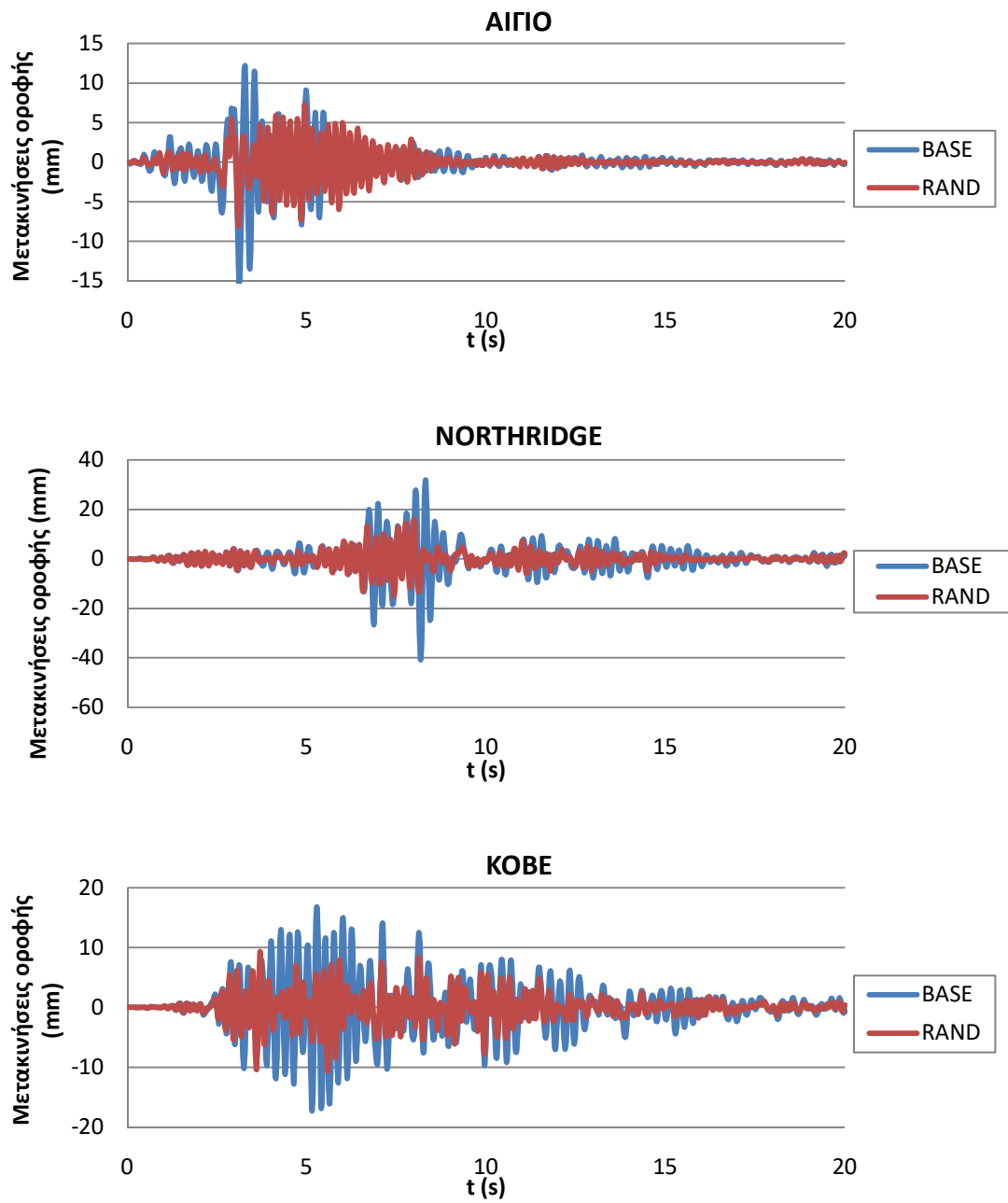


Σχ. A-29 Ποσοστό μεταβολής της μέγιστης μετακίνησης της διάταξης (STAG\_DIAG2) σε σχέση με την διάταξη (BASE).

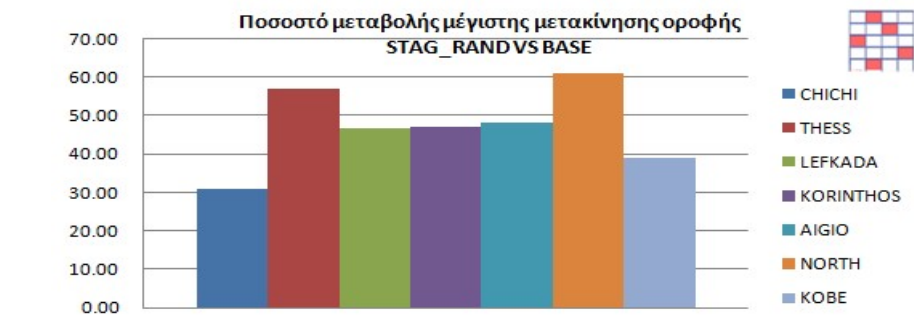


Σχ. Α-30 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων BASE & STAG RAND για τις διεγέρσεις CHICHI, ΘΕΣ/ΝΙΚΗ, ΛΕΥΚΑΔΑ, ΚΟΡΙΝΘΟΣ.

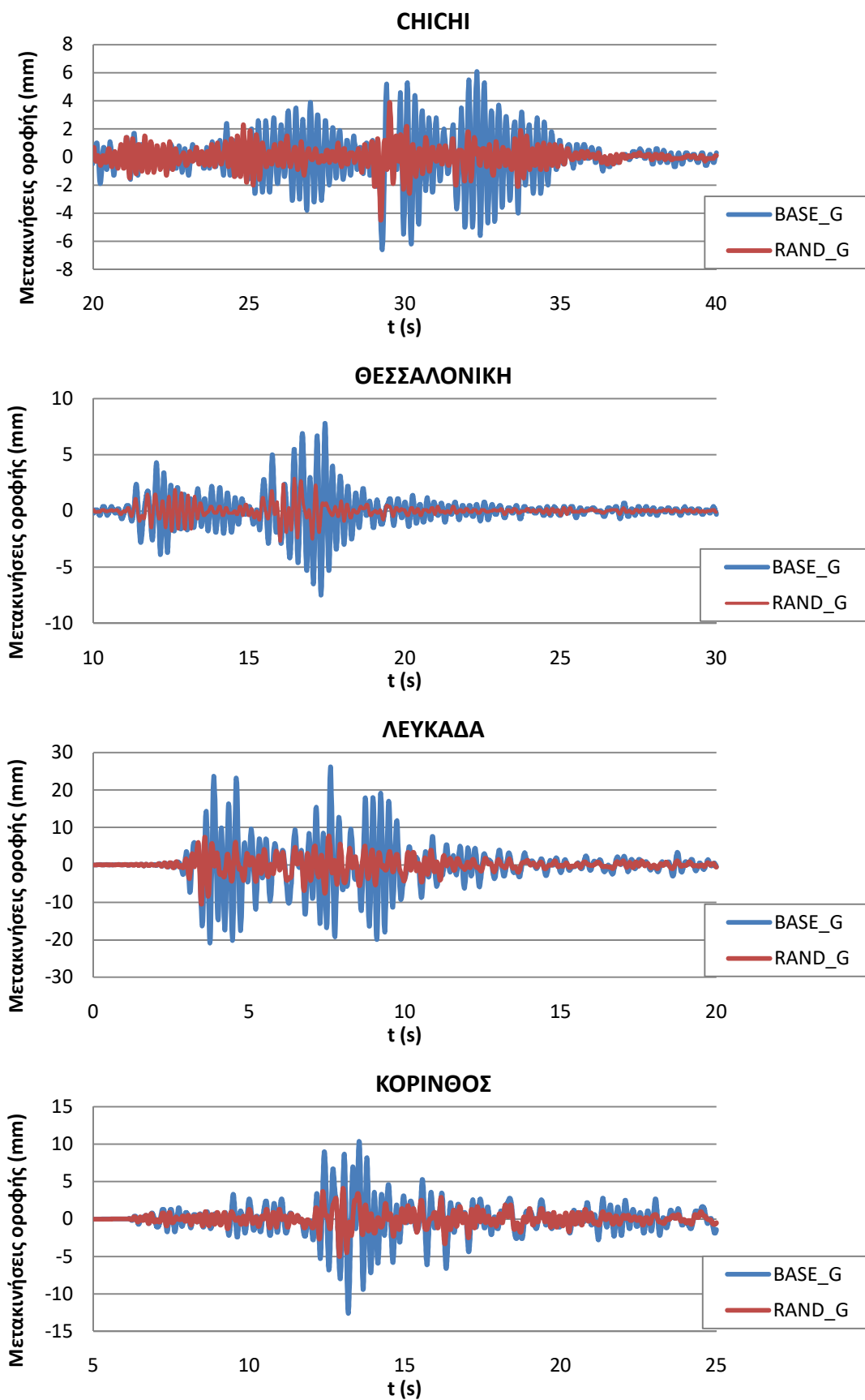




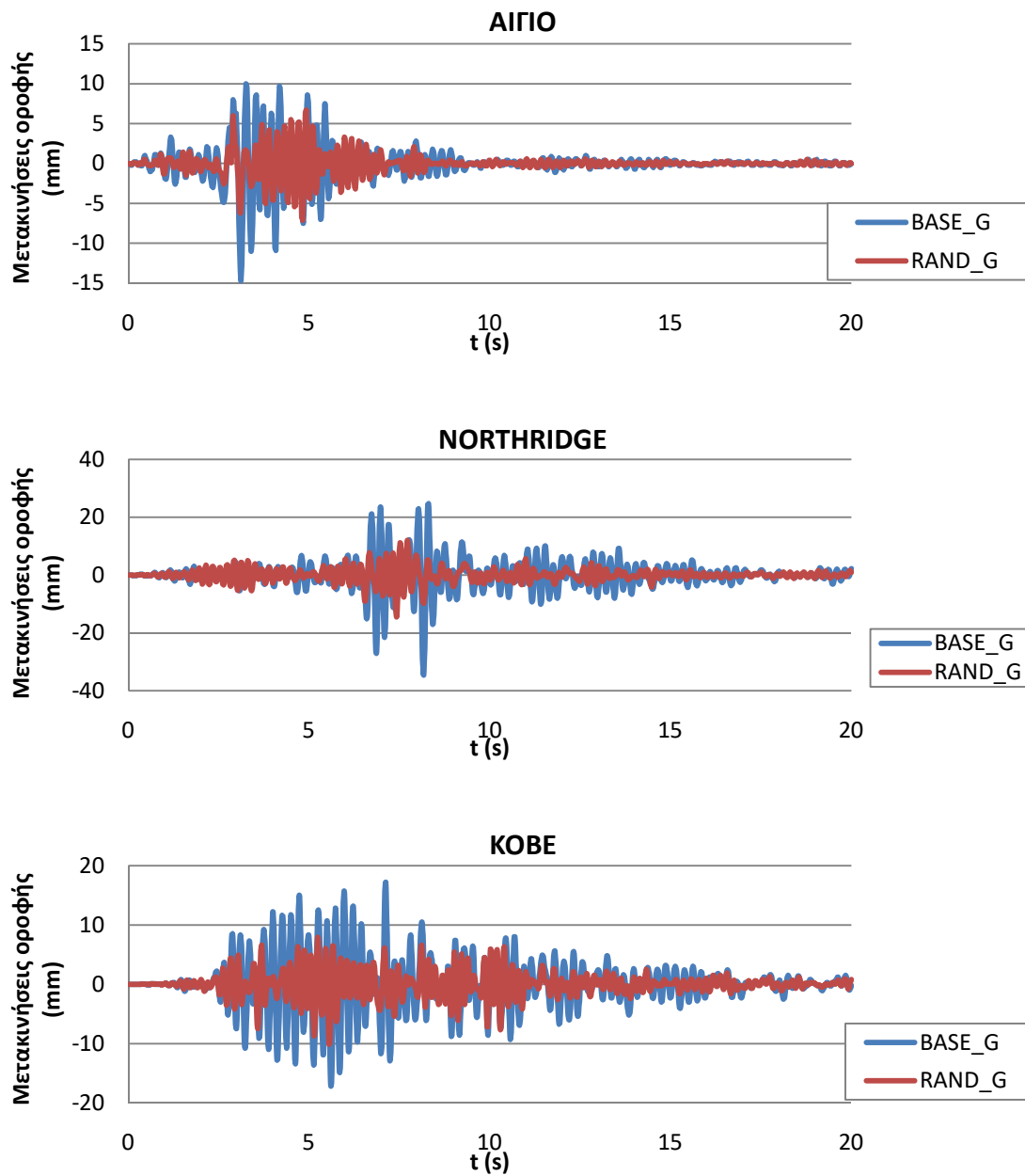
Σχ. A-31 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων BASE & STAG\_RAND για τις διεγέρσεις AIGIO, NORTHRIDGE, KOBE.



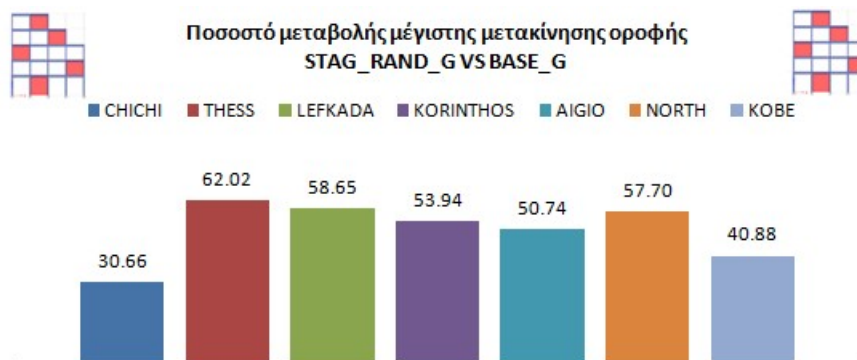
Σχ. A-32 Ποσοστό μεταβολής της μέγιστης μετακίνησης της διάταξης (STAG\_RAND) σε σχέση με την διάταξη (BASE).



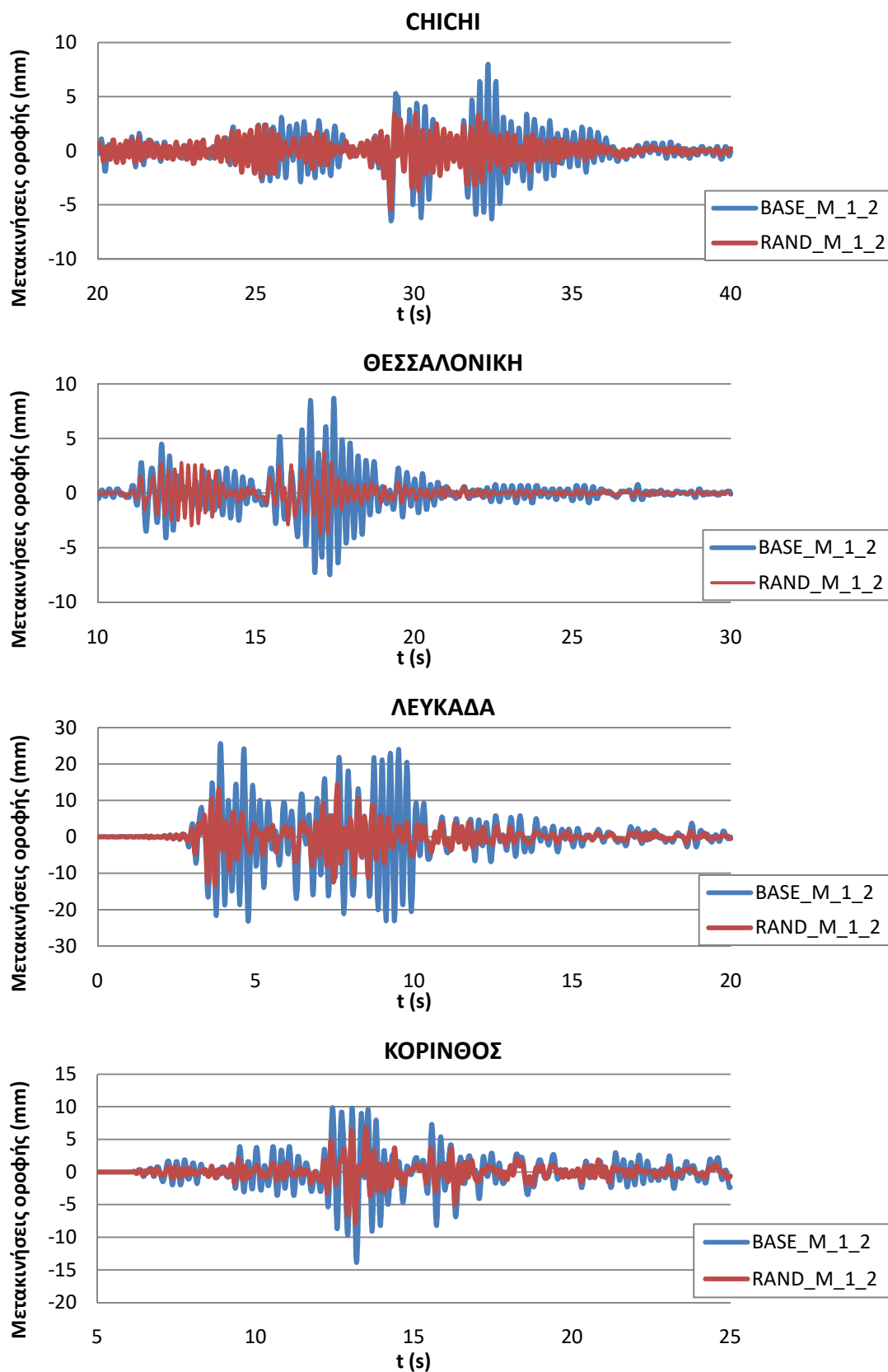
Σχ. Α-33 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων *BASE\_G* & *STAG\_RAND\_G* για τις διεγέρσεις *CHICHI*, *ΘΕΣ/ΝΙΚΗ*, *ΛΕΥΚΑΔΑ*, *ΚΟΡΙΝΘΟΣ*.



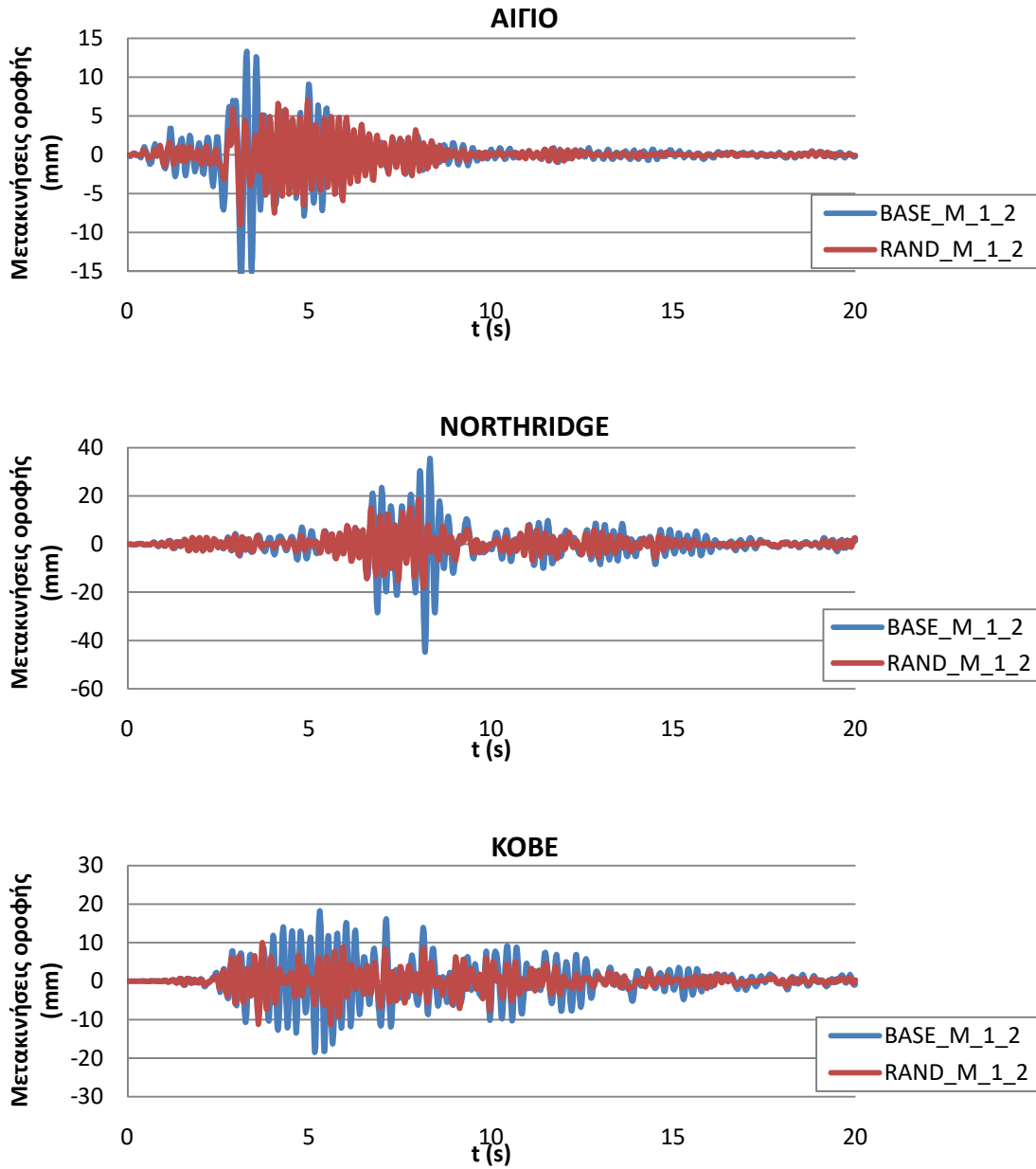
Σχ. A-34 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων *BASE\_G* & *STAG\_RAND\_G* για τις διεγέρσεις *AIGIO*, *NORTHRIDGE*, *KOBE*.



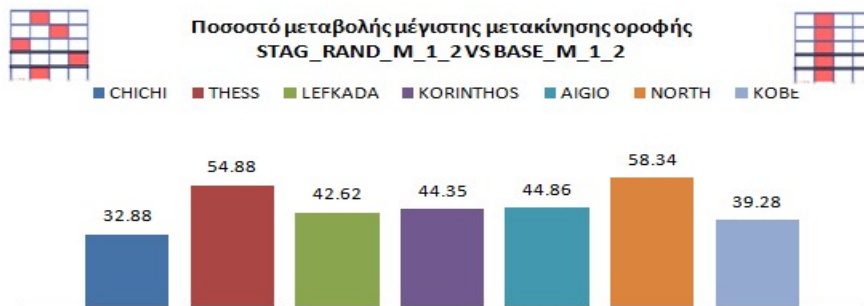
Σχ. A-35 Ποσοστό μεταβολής της μέγιστης μετακίνησης της διάταξης (*STAG\_DIAG\_G*) σε σχέση με την διάταξη (*BASE\_G*).



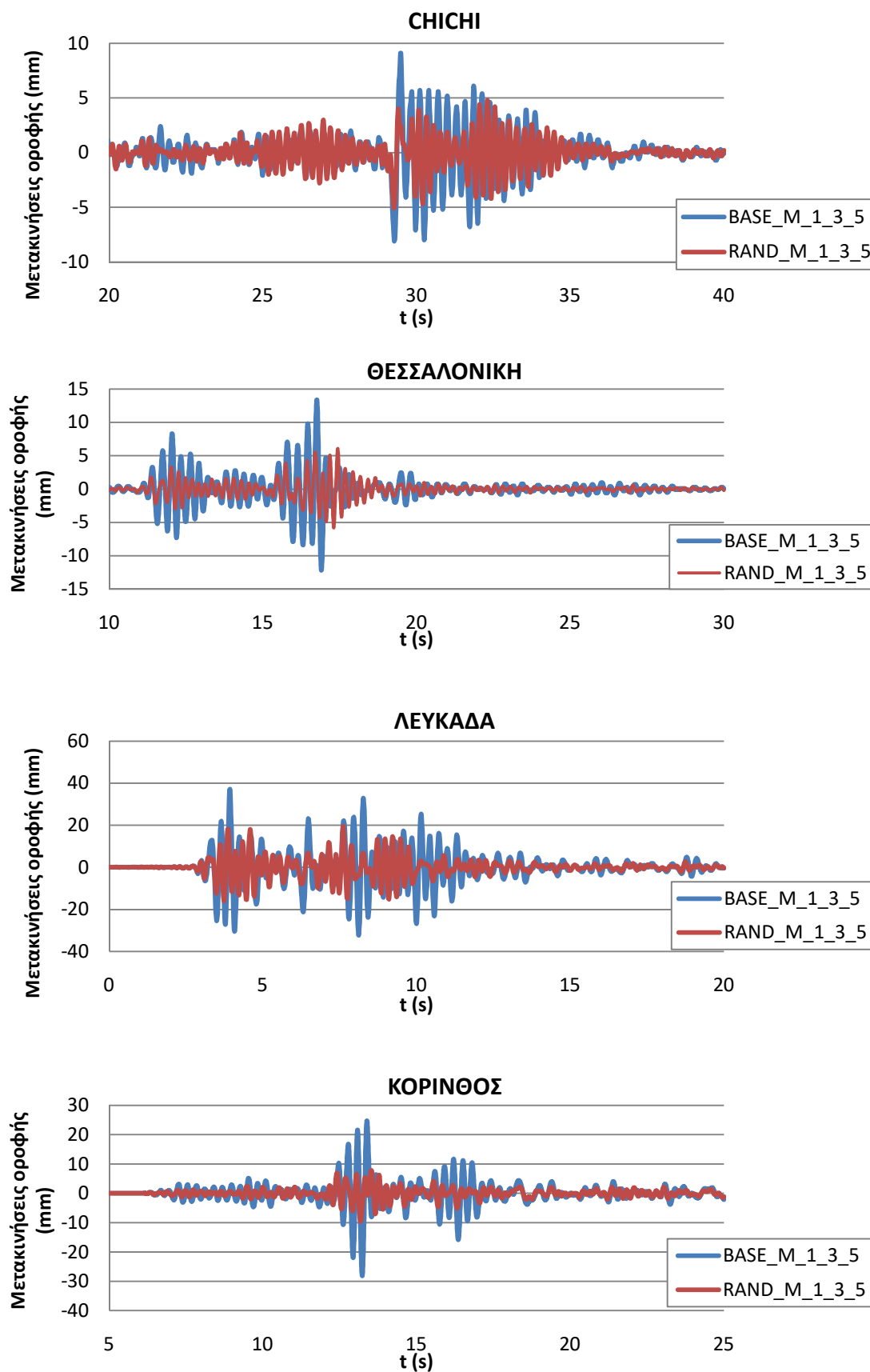
Σχ. Α-36 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων *BASE\_M\_1\_2* & *STAG\_RAND\_M\_1\_2* για τις διεγέρσεις *CHICHI*, *ΘΕΣ/ΝΙΚΗ*, *ΛΕΥΚΑΔΑ*, *ΚΟΡΙΝΘΟΣ*.



Σχ. A-37 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων *BASE\_M\_1\_2* & *STAG\_RAND\_M\_1\_2* για τις διεγέρσεις *AIGIO*, *NORTHRIDGE*, *KOBE*

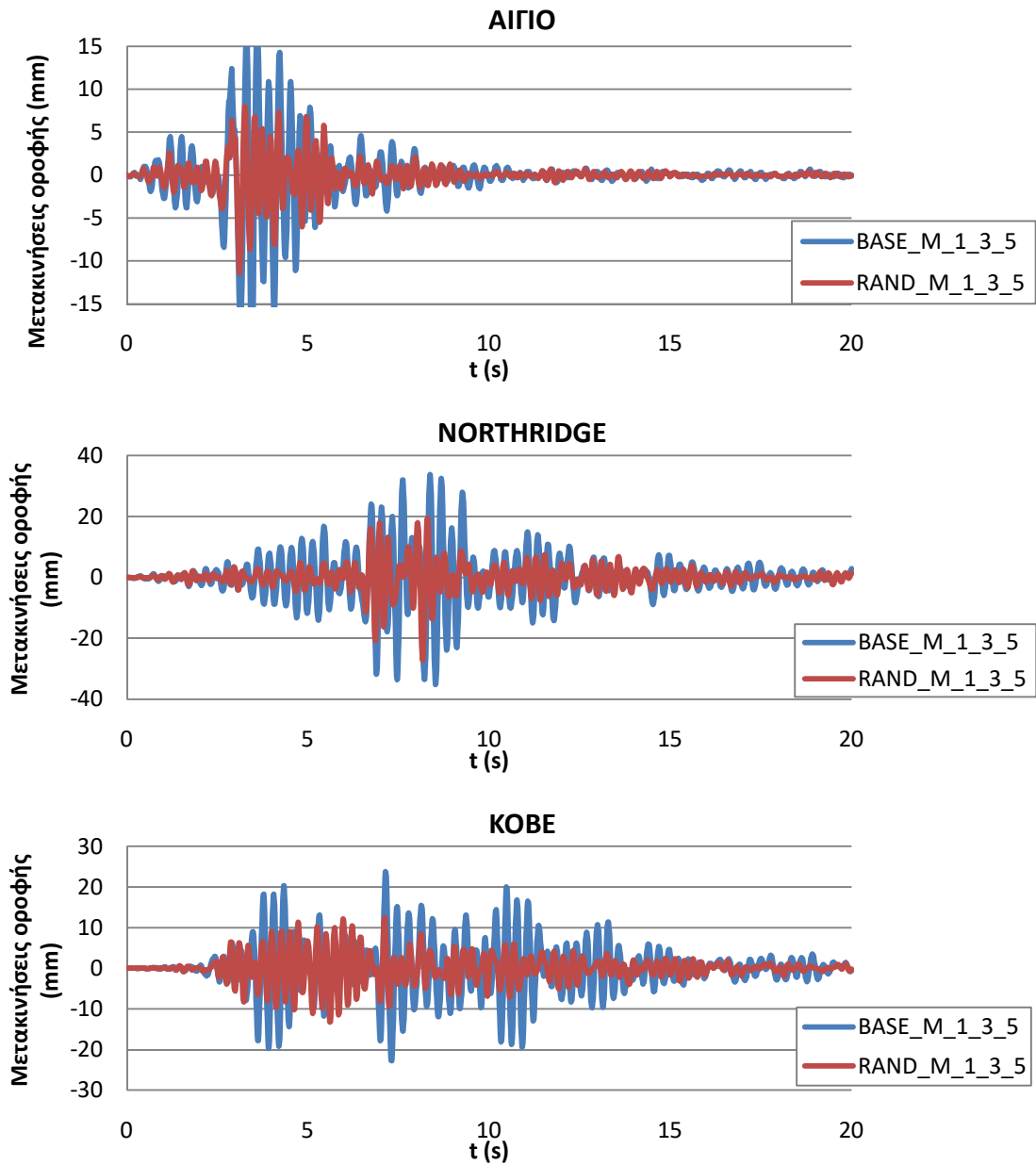


Σχ. A-38 Ποσοστό μεταβολής της μέγιστης μετακίνησης της διάταξης (*STAG\_DIAG\_M\_1\_2*) σε σχέση με την διάταξη (*BASE\_M\_1\_2*).

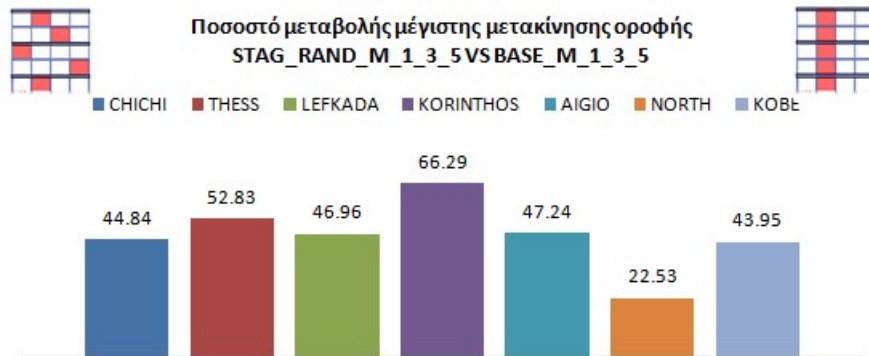


Σχ. A-39 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων *BASE\_M\_1\_3\_5* & *STAG\_RAND\_M\_1\_3\_5* για τις διεγέρσεις *CHICHI*, *ΘΕΣ/ΝΙΚΗ*, *ΛΕΥΚΑΔΑ*, *ΚΟΡΙΝΘΟΣ*.

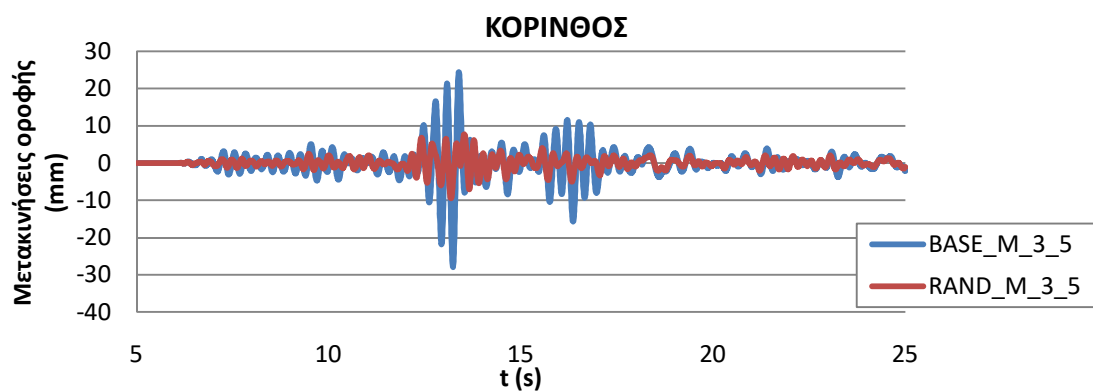
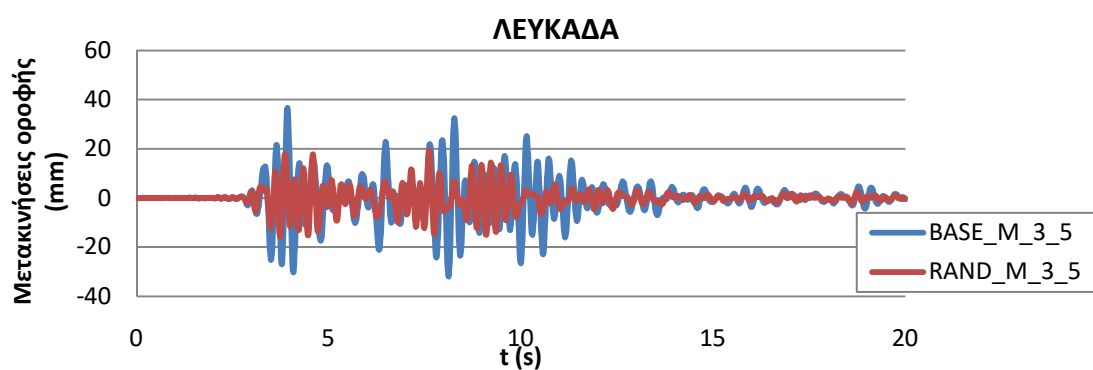
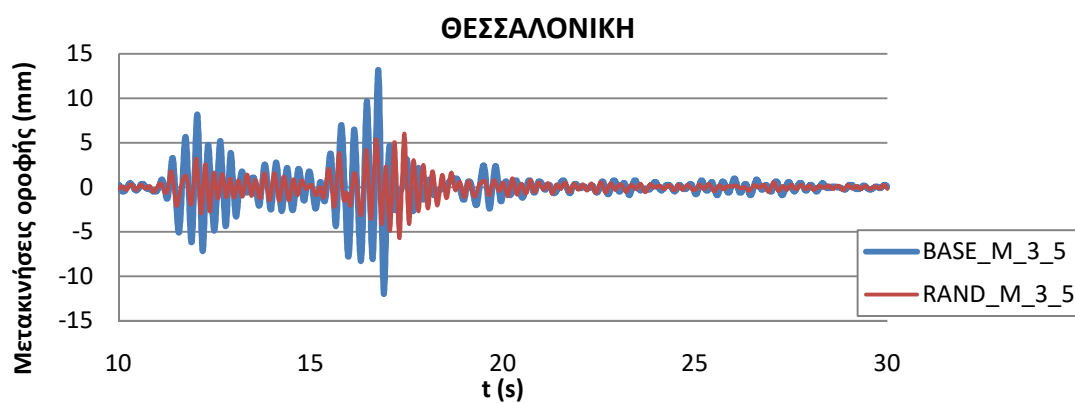
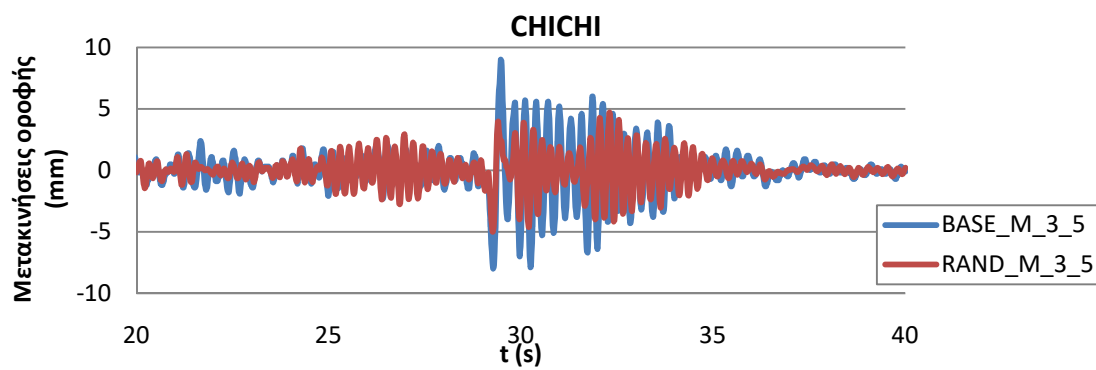




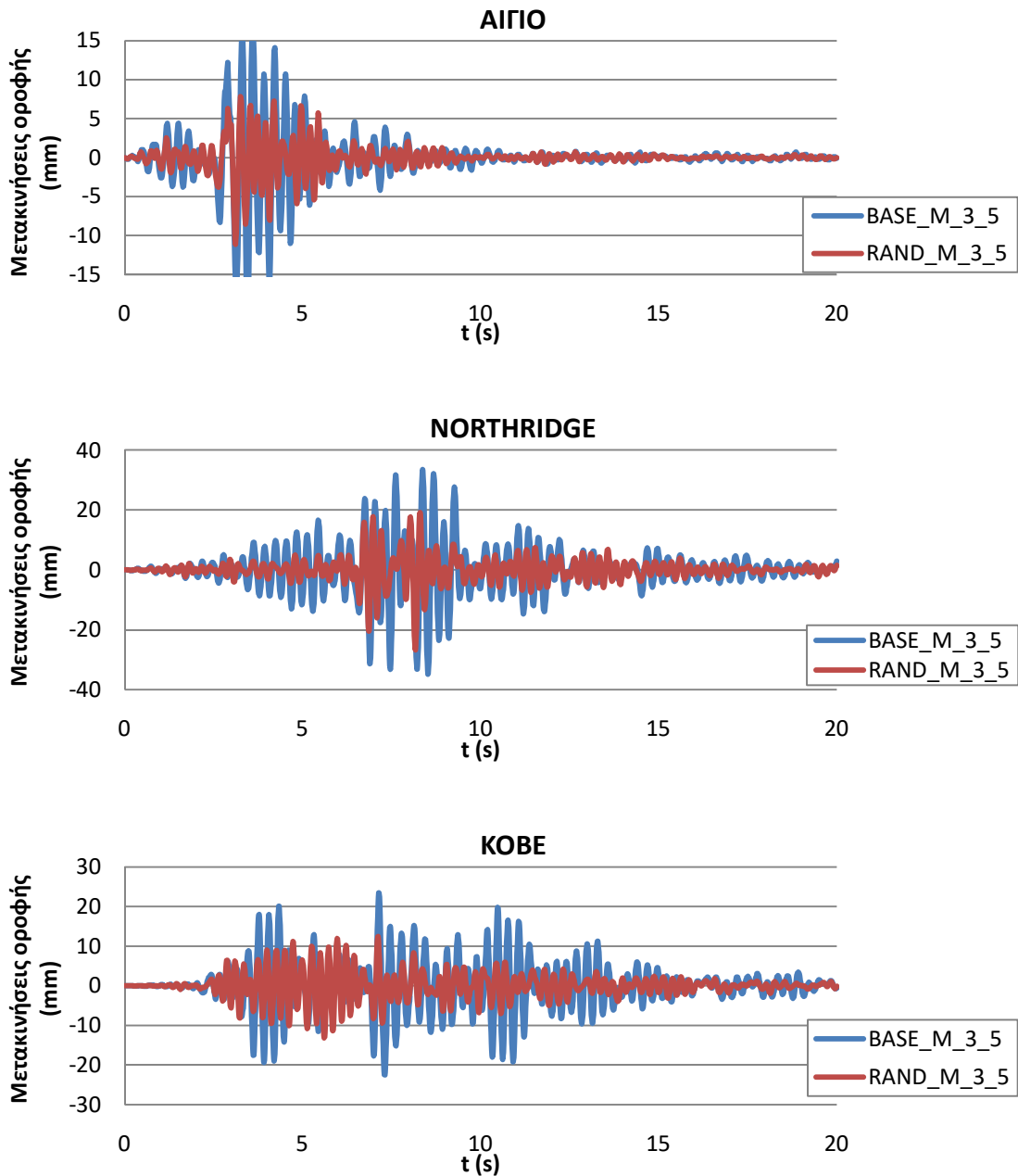
Σχ. A-40 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων *BASE\_M\_1\_3\_5* & *STAG\_RANDOM\_M\_1\_3\_5* για τις διεγέρσεις *AIGIO*, *NORTHRIDGE*, *KOBE*



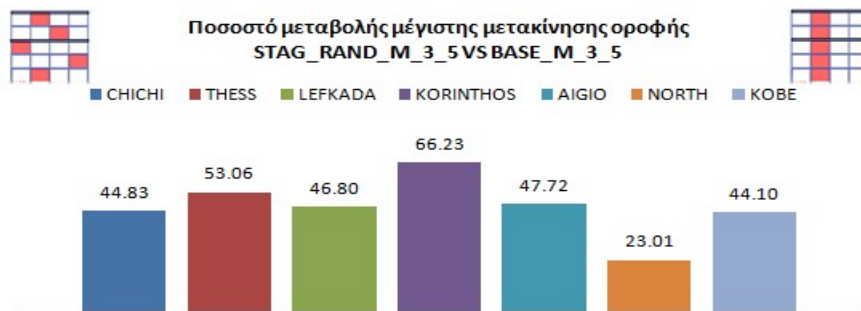
Σχ. A-41 Ποσοστό μεταβολής της μέγιστης μετακίνησης της διάταξης (*STAG\_DIAG\_M\_1\_3\_5*) σε σχέση με την διάταξη (*BASE\_M\_1\_3\_5*).



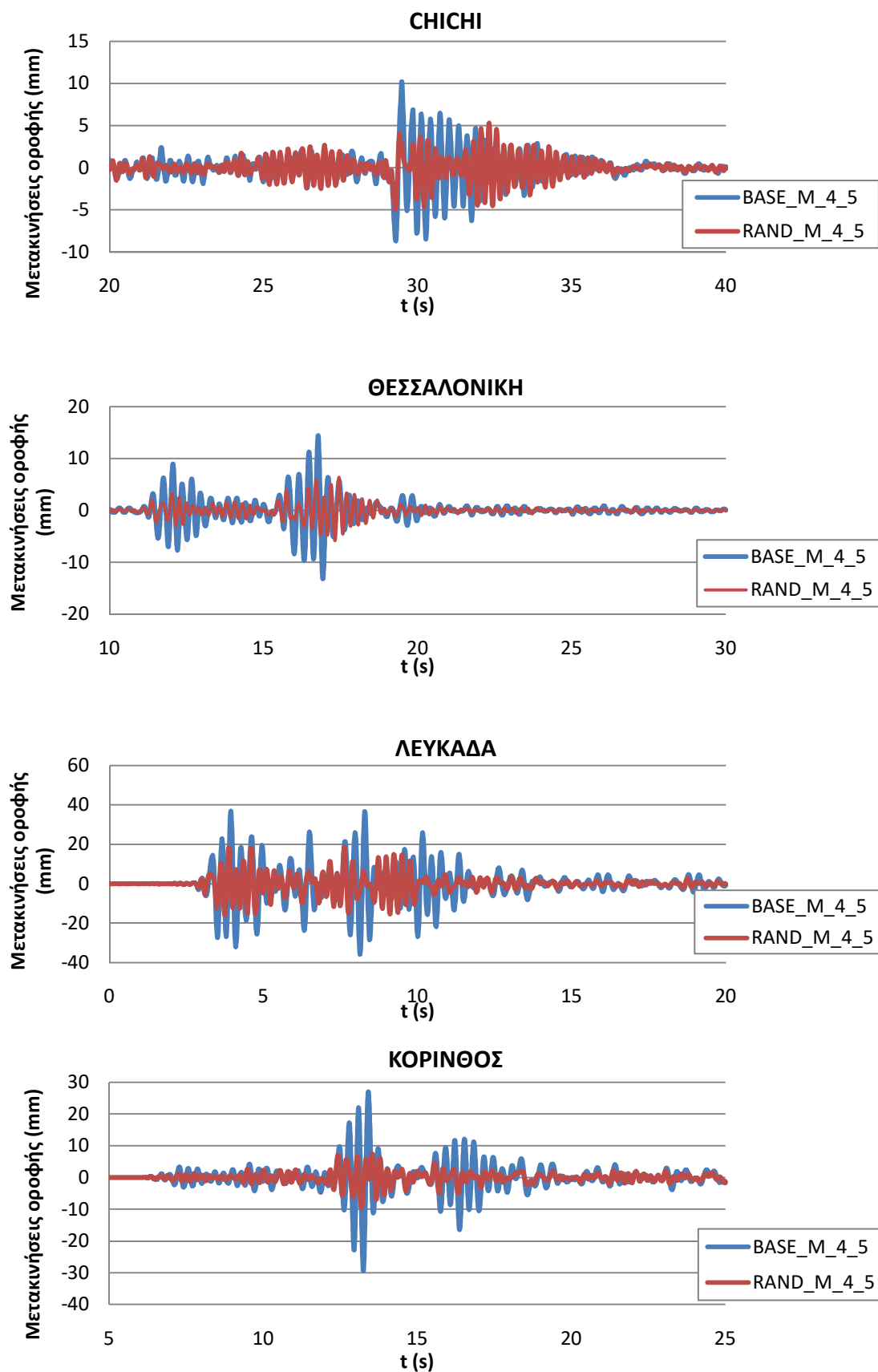
Σχ. A-42 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων *BASE\_M\_3\_5* & *STAG\_RANDOM\_M\_3\_5* για τις διεγέρσεις *CHICHI*, *ΘΕΣ/ΝΙΚΗ*, *ΛΕΥΚΑΔΑ*, *ΚΟΡΙΝΘΟΣ*.



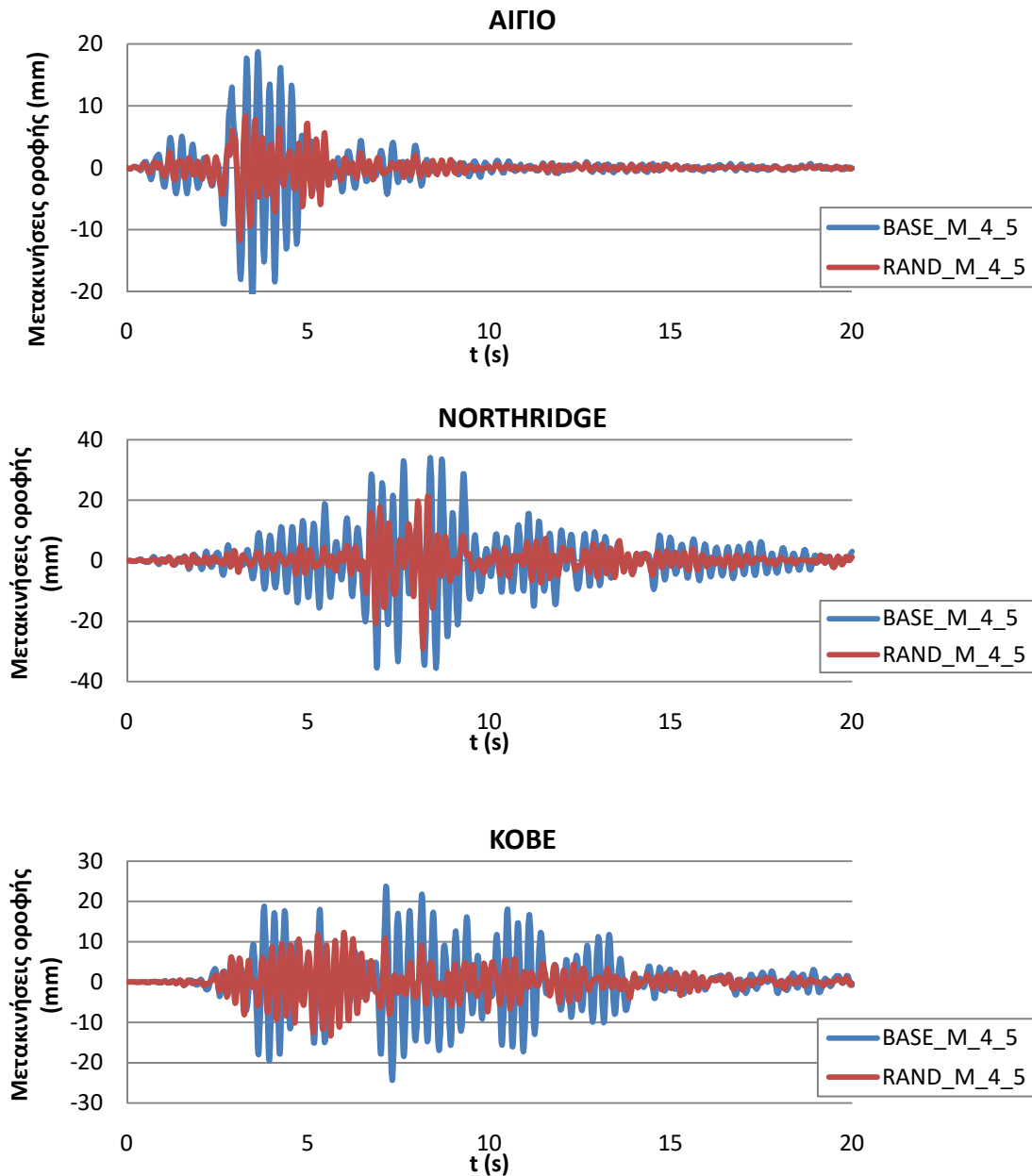
Σχ. A-43 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων BASE\_M\_3\_5 & STAG\_RAND\_M\_3\_5 για τις διεγέρσεις AIGIO, NORTHRIDGE, KOBE.



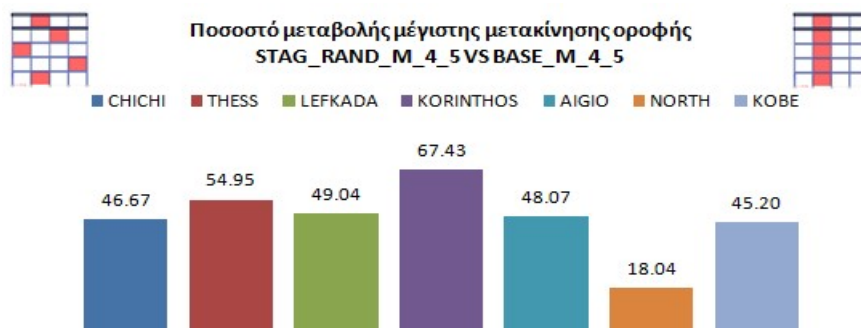
Σχ. A-44 Ποσοστό μεταβολής της μέγιστης μετακίνησης της διάταξης (STAG\_DIAG\_M\_3\_5) σε σχέση με την διάταξη (BASE\_M\_3\_5).



Σχ. A-45 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων *BASE\_M\_4\_5* & *STAG\_RANDOM\_M\_4\_5* για τις διεγέρσεις *CHICHI*, *ΘΕΣ/ΝΙΚΗ*, *ΛΕΥΚΑΔΑ*, *ΚΟΡΙΝΘΟΣ*.



Σχ. A-46 Χρονοϊστορίες μετακινήσεων οροφής διατάξεων BASE\_M\_4\_5 & STAG\_RAND\_M\_4\_5 για τις διεγέρσεις AIGIO, NORTHRIDGE, KOBE.



Σχ. A-47 Ποσοστό μεταβολής της μέγιστης μετακίνησης της διάταξης (STAG\_DIAG\_M\_4\_5) σε σχέση με την διάταξη (BASE\_M\_4\_5)

Στους Πίνακες A-3 έως A-5 εμφανίζονται για όλες τις σεισμικές διεγέρσεις οι σχετικές μετακινήσεις των ορόφων των εξεταζόμενων διατάξεων μετάταξης τοιχωμάτων καθώς και οι μεταβολές αυτών σε σχέση την συνεχή καθ' ύψος διάταξη. Οι αρνητικές τιμές (κόκκινο χρώμα) δηλώνουν αύξηση της σχετικής μετακίνησης.

*Πίνακας A-3 Σχετική μετακίνηση ορόφων των διατάξεων STAG\_STORY2, STAG\_STORY3, STAG\_STORY4 και σύγκριση με την διάταξη BASE.*

TABLE: Story Drifts		BASE		STAG_STORY2			STAG_STORY3			STAG_STORY4		
Story	Load Case/Combo	Drift		Drift		METABOΛΗ	Drift		METABOΛΗ	Drift		METABOΛΗ
			max		max	%		max	%		max	%
STORY5	CHICHI Max	0.000693		0.000695			0.000503			0.000541		
STORY5	CHICHI Min	0.00054	0.000693	0.000553	0.000695	-0.29	0.000536	0.000536	22.66	0.000566	0.000566	18.33
STORY5	THESS Max	0.00073		0.00071			0.000602			0.00051		
STORY5	THESS Min	0.000647	0.00073	0.00067	0.00071	2.74	0.000602	0.000602	17.53	0.000549	0.000549	24.79
STORY5	LEFKADA Max	0.002067		0.002279			0.00214			0.002203		
STORY5	LEFKADA Min	0.001875	0.002067	0.002241	0.002279	-10.26	0.001633	0.00214	-3.53	0.001775	0.002203	-6.58
STORY5	KORINTHOS Max	0.000798		0.00096			0.000778			0.000936		
STORY5	KORINTHOS Min	0.001117	0.001117	0.001286	0.001286	-15.13	0.000957	0.000957	14.32	0.001074	0.001074	3.85
STORY5	AIGIO Max	0.00107		0.001246			0.000801			0.000939		
STORY5	AIGIO Min	0.001442	0.001442	0.001424	0.001424	1.25	0.001196	0.001196	17.06	0.001142	0.001142	20.80
STORY5	NORTH Max	0.002798		0.003363			0.001947			0.002043		
STORY5	NORTH Min	0.003592	0.003592	0.003957	0.003957	-10.16	0.002688	0.002688	25.17	0.002865	0.002865	20.24
STORY5	KOBE Max	0.001457		0.001703			0.001336			0.001544		
STORY5	KOBE Min	0.001551	0.001551	0.001581	0.001703	-9.80	0.001384	0.001384	10.77	0.001272	0.001544	0.45
STORY4	CHICHI Max	0.000679		0.000687			0.000612			0.000565		
STORY4	CHICHI Min	0.000538	0.000679	0.000547	0.000687	-1.18	0.000645	0.000645	5.01	0.000755	0.000755	-11.19



TABLE: Story Drifts		BASE		STAG_STORY2			STAG_STORY3			STAG_STORY4		
Story	Load Case/Combo	Drift		Drift		METABOΛH	Drift		METABOΛH	Drift		METABOΛH
			max		max	%		max	%		max	%
STORY4	THESS Max	0.000725		0.000712			0.000768			0.000447		
STORY4	THESS Min	0.000643	0.000725	0.000671	0.000712	1.79	0.000771	0.000771	-6.34	0.000661	0.000661	8.83
STORY4	LEFKADA Max	0.002026		0.002282			0.002646			0.00224		
STORY4	LEFKADA Min	0.001876	0.002026	0.002247	0.002282	-12.64	0.002097	0.002646	-30.60	0.001918	0.00224	-10.56
STORY4	KORINTHOS Max	0.000794		0.000961			0.000997			0.000852		
STORY4	KORINTHOS Min	0.001116	0.001116	0.00129	0.00129	-15.59	0.001241	0.001241	-11.20	0.001189	0.001189	-6.54
STORY4	AIGIO Max	0.001065		0.001247			0.000991			0.000948		
STORY4	AIGIO Min	0.001414	0.001414	0.001408	0.001408	0.42	0.00142	0.00142	-0.42	0.001308	0.001308	7.50
STORY4	NORTH Max	0.002788		0.00337			0.002486			0.002042		
STORY4	NORTH Min	0.003581	0.003581	0.00397	0.00397	-10.86	0.003471	0.003471	3.07	0.003016	0.003016	15.78
STORY4	KOBE Max	0.001453		0.001705			0.001682			0.001507		
STORY4	KOBE Min	0.001542	0.001542	0.001576	0.001705	-10.57	0.001763	0.001763	-14.33	0.001407	0.001507	2.27
STORY3	CHICHI Max	0.000573		0.000715			0.000542			0.000491		
STORY3	CHICHI Min	0.000479	0.000573	0.00067	0.000715	-24.78	0.000675	0.000675	-17.80	0.000535	0.000535	6.63
STORY3	THESS Max	0.000641		0.000856			0.000645			0.000506		
STORY3	THESS Min	0.000564	0.000641	0.000803	0.000856	-33.54	0.000744	0.000744	-16.07	0.000492	0.000506	21.06
STORY3	LEFKADA Max	0.001894		0.002665			0.002215			0.002144		
STORY3	LEFKADA Min	0.001673	0.001894	0.002667	0.002667	-40.81	0.001948	0.002215	-16.95	0.001663	0.002144	-13.20
STORY3	KORINTHOS Max	0.00071		0.001128			0.000868			0.000935		
STORY3	KORINTHOS Min	0.000999	0.000999	0.001561	0.001561	-56.26	0.001204	0.001204	-20.52	0.001004	0.001004	-0.50
STORY3	AIGIO Max	0.00094		0.001417			0.00082			0.000892		

TABLE: Story Drifts		BASE		STAG_STORY2			STAG_STORY3			STAG_STORY4		
Story	Load Case/Combo	Drift		Drift		METABOΛH	Drift		METABOΛH	Drift		METABOΛH
			max		max	%		max	%		max	%
STORY3	AIGIO Min	0.001202	0.001202	0.00167	0.00167	-38.94	0.001526	0.001526	-26.96	0.001052	0.001052	12.48
STORY3	NORTH Max	0.002473		0.003957			0.002181			0.001965		
STORY3	NORTH Min	0.003164	0.003164	0.004699	0.004699	-48.51	0.003251	0.003251	-2.75	0.002724	0.002724	13.91
STORY3	KOBE Max	0.001296		0.001966			0.001414			0.001487		
STORY3	KOBE Min	0.00135	0.00135	0.001798	0.001966	-45.63	0.001616	0.001616	-19.70	0.001177	0.001487	-10.15
STORY2	CHICHI Max	0.000382		0.00058			0.000448			0.000271		
STORY2	CHICHI Min	0.000353	0.000382	0.000592	0.000592	-54.97	0.000423	0.000448	-17.28	0.000354	0.000354	7.33
STORY2	THESS Max	0.000456		0.000683			0.000537			0.000289		
STORY2	THESS Min	0.000403	0.000456	0.000643	0.000683	-49.78	0.000463	0.000537	-17.76	0.000304	0.000304	33.33
STORY2	LEFKADA Max	0.001406		0.002274			0.001673			0.001264		
STORY2	LEFKADA Min	0.001213	0.001406	0.002133	0.002274	-61.74	0.001331	0.001673	-18.99	0.001004	0.001264	10.10
STORY2	KORINTHOS Max	0.000518		0.000873			0.000704			0.000558		
STORY2	KORINTHOS Min	0.000733	0.000733	0.001289	0.001289	-75.85	0.00081	0.00081	-10.50	0.000623	0.000623	15.01
STORY2	AIGIO Max	0.000667		0.001128			0.000679			0.000525		
STORY2	AIGIO Min	0.000833	0.000833	0.001411	0.001411	-69.39	0.000958	0.000958	-15.01	0.00071	0.00071	14.77
STORY2	NORTH Max	0.001774		0.003027			0.001642			0.001153		
STORY2	NORTH Min	0.002295	0.002295	0.003677	0.003677	-60.22	0.002272	0.002272	1.00	0.001653	0.001653	27.97
STORY2	KOBE Max	0.000937		0.00147			0.001098			0.000866		
STORY2	KOBE Min	0.000955	0.000955	0.001316	0.00147	-53.93	0.001094	0.001098	-14.97	0.00071	0.000866	9.32
STORY1	CHICHI Max	0.000196		0.000383			0.000163			0.000165		
STORY1	CHICHI Min	0.000183	0.000196	0.000311	0.000383	-95.41	0.00017	0.00017	13.27	0.000194	0.000194	1.02

TABLE: Story Drifts		BASE		STAG_STORY2			STAG_STORY3			STAG_STORY4		
Story	Load Case/Combo	Drift		Drift		METABOΛH	Drift		METABOΛH	Drift		METABOΛH
			max		max	%		max	%		max	%
STORY1	THESS Max	0.000227		0.00046			0.000179			0.000158		
STORY1	THESS Min	0.000191	0.000227	0.000331	0.00046	-102.64	0.000163	0.000179	21.15	0.000158	0.000158	30.40
STORY1	LEFKADA Max	0.000741		0.001422			0.000592			0.000693		
STORY1	LEFKADA Min	0.000609	0.000741	0.001236	0.001422	-91.90	0.000482	0.000592	20.11	0.000518	0.000693	6.48
STORY1	KORINTHOS Max	0.000275		0.000579			0.000251			0.000309		
STORY1	KORINTHOS Min	0.000376	0.000376	0.000732	0.000732	-94.68	0.000307	0.000307	18.35	0.00033	0.00033	12.23
STORY1	AIGIO Max	0.000324		0.000718			0.000314			0.000278		
STORY1	AIGIO Min	0.000454	0.000454	0.000793	0.000793	-74.67	0.00037	0.00037	18.50	0.000392	0.000392	13.66
STORY1	NORTH Max	0.000865		0.001858			0.000553			0.000613		
STORY1	NORTH Min	0.001137	0.001137	0.002154	0.002154	-89.45	0.000818	0.000818	28.06	0.000874	0.000874	23.13
STORY1	KOBE Max	0.000472		0.000929			0.000367			0.000452		
STORY1	KOBE Min	0.000445	0.000472	0.000734	0.000929	-96.82	0.000377	0.000377	20.13	0.000375	0.000452	4.24

Πίνακας Α-4 Σχετική μετακίνηση ορόφων των διατάξεων STAG\_STORY5, STAG\_WITH1, STAG\_WITH2 και σύγκριση με την διάταξη BASE.

TABLE: Story Drifts		BASE		STAG_STORY5			STAG_WITH1			STAG_WITH2		
Story	Load Case/Combo	Drift		Drift		METABΟΛΗ	Drift		METABΟΛΗ	Drift		METABΟΛΗ
			max		max	%		max	%		max	%
STORY5	CHICHI Max	0.000693		0.00032			0.000364			0.000908		
STORY5	CHICHI Min	0.00054	0.000693	0.000463	0.000463	33.19	0.000482	0.000482	30.45	0.00057	0.000908	-31.02
STORY5	THESS Max	0.00073		0.00022			0.000273			0.001024		
STORY5	THESS Min	0.000647	0.00073	0.000435	0.000435	40.41	0.000328	0.000328	55.07	0.000776	0.001024	-40.27
STORY5	LEFKADA Max	0.002067		0.001305			0.000689			0.003057		
STORY5	LEFKADA Min	0.001875	0.002067	0.001184	0.001305	36.87	0.001024	0.001024	50.46	0.002418	0.003057	-47.90
STORY5	KORINTHOS Max	0.000798		0.000421			0.000312			0.001941		
STORY5	KORINTHOS Min	0.001117	0.001117	0.000725	0.000725	35.09	0.0005	0.0005	55.24	0.00201	0.00201	-79.95
STORY5	AIGIO Max	0.00107		0.000525			0.000678			0.001469		
STORY5	AIGIO Min	0.001442	0.001442	0.000858	0.000858	40.50	0.000623	0.000678	52.98	0.001573	0.001573	-9.08
STORY5	NORTH Max	0.002798		0.001175			0.001041			0.003027		
STORY5	NORTH Min	0.003592	0.003592	0.001752	0.001752	51.22	0.001513	0.001513	57.88	0.00288	0.003027	15.73
STORY5	KOBE Max	0.001457		0.000848			0.000771			0.002087		
STORY5	KOBE Min	0.001551	0.001551	0.000838	0.000848	45.33	0.000993	0.000993	35.98	0.001637	0.002087	-34.56
STORY4	CHICHI Max	0.000679		0.000515			0.000459			0.000813		
STORY4	CHICHI Min	0.000538	0.000679	0.000552	0.000552	18.70	0.000361	0.000459	32.40	0.000919	0.000919	-35.35
STORY4	THESS Max	0.000725		0.000587			0.000407			0.001104		
STORY4	THESS Min	0.000643	0.000725	0.000572	0.000587	19.03	0.000213	0.000407	43.86	0.001217	0.001217	-67.86
STORY4	LEFKADA Max	0.002026		0.002381			0.000786			0.003587		

TABLE: Story Drifts		BASE		STAG_STORY5			STAG_WITH1			STAG_WITH2		
Story	Load Case/Combo	Drift		Drift		METABOAH	Drift		METABOAH	Drift		METABOAH
			max		max	%		max	%		max	%
STORY4	LEFKADA Min	0.001876	0.002026	0.001845	0.002381	-17.52	0.000928	0.000928	54.20	0.003243	0.003587	-77.05
STORY4	KORINTHOS Max	0.000794		0.000997			0.000444			0.002232		
STORY4	KORINTHOS Min	0.001116	0.001116	0.001096	0.001096	1.79	0.000399	0.000444	60.22	0.002798	0.002798	-150.72
STORY4	AIGIO Max	0.001065		0.000989			0.000734			0.001649		
STORY4	AIGIO Min	0.001414	0.001414	0.001201	0.001201	15.06	0.000523	0.000734	48.09	0.002215	0.002215	-56.65
STORY4	NORTH Max	0.002788		0.002098			0.001192			0.003623		
STORY4	NORTH Min	0.003581	0.003581	0.002955	0.002955	17.48	0.001461	0.001461	59.20	0.003888	0.003888	-8.57
STORY4	KOBE Max	0.001453		0.001653			0.000925			0.002419		
STORY4	KOBE Min	0.001542	0.001542	0.001313	0.001653	-7.20	0.000907	0.000925	40.01	0.002317	0.002419	-56.87
STORY3	CHICHI Max	0.000573		0.000417			0.000409			0.000982		
STORY3	CHICHI Min	0.000479	0.000573	0.000477	0.000477	16.75	0.000487	0.000487	15.01	0.000779	0.000982	-71.38
STORY3	THESS Max	0.000641		0.000474			0.000338			0.001382		
STORY3	THESS Min	0.000564	0.000641	0.000485	0.000485	24.34	0.000318	0.000338	47.27	0.001125	0.001382	-115.60
STORY3	LEFKADA Max	0.001894		0.001936			0.00071			0.004009		
STORY3	LEFKADA Min	0.001673	0.001894	0.001526	0.001936	-2.22	0.001097	0.001097	42.08	0.003144	0.004009	-111.67
STORY3	KORINTHOS Max	0.00071		0.000822			0.000386			0.002555		
STORY3	KORINTHOS Min	0.000999	0.000999	0.000928	0.000928	7.11	0.00053	0.00053	46.95	0.002842	0.002842	-184.48
STORY3	AIGIO Max	0.00094		0.000789			0.000653			0.001916		
STORY3	AIGIO Min	0.001202	0.001202	0.000981	0.000981	18.39	0.000652	0.000653	45.67	0.002163	0.002163	-79.95
STORY3	NORTH Max	0.002473		0.00169			0.001175			0.004024		
STORY3	NORTH Min	0.003164	0.003164	0.002468	0.002468	22.00	0.001654	0.001654	47.72	0.003952	0.004024	-27.18

TABLE: Story Drifts		BASE		STAG_STORY5			STAG_WITH1			STAG_WITH2		
Story	Load Case/Combo	Drift		Drift		METABOAH	Drift		METABOAH	Drift		METABOAH
			max		max	%		max	%		max	%
STORY3	KOBE Max	0.001296		0.001352			0.000888			0.002732		
STORY3	KOBE Min	0.00135	0.00135	0.001102	0.001352	-0.15	0.001064	0.001064	21.19	0.002333	0.002732	-102.37
STORY2	CHICHI Max	0.000382		0.000306			0.000414			0.000985		
STORY2	CHICHI Min	0.000353	0.000382	0.000364	0.000364	4.71	0.000363	0.000414	-8.38	0.000886	0.000985	-157.85
STORY2	THESS Max	0.000456		0.000352			0.000334			0.001262		
STORY2	THESS Min	0.000403	0.000456	0.000362	0.000362	20.61	0.000217	0.000334	26.75	0.001194	0.001262	-176.75
STORY2	LEFKADA Max	0.001406		0.001466			0.000719			0.003819		
STORY2	LEFKADA Min	0.001213	0.001406	0.001127	0.001466	-4.27	0.000891	0.000891	36.63	0.003152	0.003819	-171.62
STORY2	KORINTHOS Max	0.000518		0.000612			0.000392			0.002341		
STORY2	KORINTHOS Min	0.000733	0.000733	0.000698	0.000698	4.77	0.000403	0.000403	45.02	0.002885	0.002885	-293.59
STORY2	AIGIO Max	0.000667		0.000583			0.000664			0.001739		
STORY2	AIGIO Min	0.000833	0.000833	0.000752	0.000752	9.72	0.000534	0.000664	20.29	0.002239	0.002239	-168.79
STORY2	NORTH Max	0.001774		0.001242			0.001054			0.003719		
STORY2	NORTH Min	0.002295	0.002295	0.001843	0.001843	19.69	0.001332	0.001332	41.96	0.003917	0.003917	-70.68
STORY2	KOBE Max	0.000937		0.000995			0.000787			0.002468		
STORY2	KOBE Min	0.000955	0.000955	0.000818	0.000995	-4.19	0.00083	0.00083	13.09	0.002416	0.002468	-158.43
STORY1	CHICHI Max	0.000196		0.000174			0.000262			0.000593		
STORY1	CHICHI Min	0.000183	0.000196	0.000194	0.000194	1.02	0.000206	0.000262	-33.67	0.000405	0.000593	-202.55
STORY1	THESS Max	0.000227		0.000183			0.000203			0.000683		
STORY1	THESS Min	0.000191	0.000227	0.000182	0.000183	19.38	0.000118	0.000203	10.57	0.000529	0.000683	-200.88
STORY1	LEFKADA Max	0.000741		0.000774			0.000487			0.001959		



TABLE: Story Drifts		BASE		STAG_STORY5			STAG_WITH1			STAG_WITH2		
Story	Load Case/Combo	Drift		Drift		METABOΛΗ	Drift		METABOΛΗ	Drift		METABOΛΗ
			max		max	%		max	%		max	%
STORY1	LEFKADA Min	0.000609	0.000741	0.000555	0.000774	-4.45	0.000529	0.000529	28.61	0.001514	0.001959	-164.37
STORY1	KORINTHOS Max	0.000275		0.000322			0.000257			0.001201		
STORY1	KORINTHOS Min	0.000376	0.000376	0.00036	0.00036	4.26	0.000232	0.000257	31.65	0.001379	0.001379	-266.76
STORY1	AIGIO Max	0.000324		0.000293			0.000346			0.000906		
STORY1	AIGIO Min	0.000454	0.000454	0.000399	0.000399	12.11	0.000317	0.000346	23.79	0.001061	0.001061	-133.70
STORY1	NORTH Max	0.000865		0.000632			0.000639			0.001859		
STORY1	NORTH Min	0.001137	0.001137	0.000947	0.000947	16.71	0.000756	0.000756	33.51	0.001881	0.001881	-65.44
STORY1	KOBE Max	0.000472		0.000499			0.000458			0.001245		
STORY1	KOBE Min	0.000445	0.000472	0.000404	0.000499	-5.72	0.000462	0.000462	2.12	0.001155	0.001245	-163.77

Πίνακας Α-5 Σχετική μετακίνηση ορόφων των διατάξεων STAG\_DIAG, STAG\_DIAG2, STAG\_RAND και σύγκριση με την διάταξη BASE.

TABLE: Story Drifts		BASE		STAG_DIAG_DIAG			STAG_DIAG2			STAG_RAND		
Story	Load Case/Combo	Drift		Drift		METABOΛΗ	Drift		METABOΛΗ	Drift		METABOΛΗ
			max		max	%		max	%		max	%
STORY5	CHICHI Max	0.000693		0.00029			0.000094			0.000092		
STORY5	CHICHI Min	0.00054	0.000693	0.000283	0.00029	58.15	0.000216	0.000216	68.83	0.000108	0.000108	84.42
STORY5	THESS Max	0.00073		0.000185			0.000034			0.000033		
STORY5	THESS Min	0.000647	0.00073	0.000197	0.000197	73.01	0.000154	0.000154	78.90	0.000036	0.000036	95.07
STORY5	LEFKADA Max	0.002067		0.000494			0.000174			0.00016		
STORY5	LEFKADA Min	0.001875	0.002067	0.000546	0.000546	73.58	0.000275	0.000275	86.70	0.000181	0.000181	91.24
STORY5	KORINTHOS Max	0.000798		0.00041			0.000125			0.000054		
STORY5	KORINTHOS Min	0.001117	0.001117	0.000446	0.000446	60.07	0.000247	0.000247	77.89	0.00007	0.00007	93.73
STORY5	AIGIO Max	0.00107		0.000732			0.000248			0.000177		
STORY5	AIGIO Min	0.001442	0.001442	0.000726	0.000732	49.24	0.000313	0.000313	78.29	0.000137	0.000177	87.73
STORY5	NORTH Max	0.002798		0.000683			0.000225			0.000137		
STORY5	NORTH Min	0.003592	0.003592	0.000769	0.000769	78.59	0.000347	0.000347	90.34	0.000134	0.000137	96.19
STORY5	KOBE Max	0.001457		0.000907			0.000354			0.000075		
STORY5	KOBE Min	0.001551	0.001551	0.000868	0.000907	41.52	0.000428	0.000428	72.40	0.000089	0.000089	94.26
STORY4	CHICHI Max	0.000679		0.000177			0.000211			0.000289		
STORY4	CHICHI Min	0.000538	0.000679	0.000388	0.000388	42.86	0.000341	0.000341	49.78	0.000418	0.000418	38.44
STORY4	THESS Max	0.000725		0.000066			0.000198			0.000279		
STORY4	THESS Min	0.000643	0.000725	0.000273	0.000273	62.34	0.000271	0.000271	62.62	0.000294	0.000294	59.45

TABLE: Story Drifts		BASE		STAG_DIAG_DIAG			STAG_DIAG2			STAG_RAND		
Story	Load Case/Combo	Drift		Drift		METABOAH	Drift		METABOAH	Drift		METABOAH
			max		max	%		max	%		max	%
STORY4	LEFKADA Max	0.002026		0.000339			0.000497			0.000979		
STORY4	LEFKADA Min	0.001876	0.002026	0.000576	0.000576	71.57	0.000614	0.000614	69.69	0.001031	0.001031	49.11
STORY4	KORINTHOS Max	0.000794		0.00027			0.000421			0.000483		
STORY4	KORINTHOS Min	0.001116	0.001116	0.000495	0.000495	55.65	0.000533	0.000533	52.24	0.000567	0.000567	49.19
STORY4	AIGIO Max	0.001065		0.000551			0.000736			0.000606		
STORY4	AIGIO Min	0.001414	0.001414	0.000746	0.000746	47.24	0.000607	0.000736	47.95	0.000692	0.000692	51.06
STORY4	NORTH Max	0.002788		0.000511			0.000674			0.00128		
STORY4	NORTH Min	0.003581	0.003581	0.000783	0.000783	78.13	0.000852	0.000852	76.21	0.001285	0.001285	64.12
STORY4	KOBE Max	0.001453		0.000706			0.001015			0.000782		
STORY4	KOBE Min	0.001542	0.001542	0.000873	0.000873	43.39	0.000963	0.001015	34.18	0.000889	0.000889	42.35
STORY3	CHICHI Max	0.000573		0.000272			0.000169			0.000674		
STORY3	CHICHI Min	0.000479	0.000573	0.000209	0.000272	52.53	0.000368	0.000368	35.78	0.000861	0.000861	-50.26
STORY3	THESS Max	0.000641		0.000237			0.000145			0.000713		
STORY3	THESS Min	0.000564	0.000641	0.000133	0.000237	63.03	0.000297	0.000297	53.67	0.000579	0.000713	-11.23
STORY3	LEFKADA Max	0.001894		0.000502			0.000438			0.002366		
STORY3	LEFKADA Min	0.001673	0.001894	0.000472	0.000502	73.50	0.00063	0.00063	66.74	0.002116	0.002366	-24.92
STORY3	KORINTHOS Max	0.00071		0.000427			0.000353			0.001146		
STORY3	KORINTHOS Min	0.000999	0.000999	0.000364	0.000427	57.26	0.000546	0.000546	45.35	0.001184	0.001184	-18.52
STORY3	AIGIO Max	0.00094		0.000699			0.00068			0.001417		
STORY3	AIGIO Min	0.001202	0.001202	0.000556	0.000699	41.85	0.000655	0.00068	43.43	0.001377	0.001417	-17.89

TABLE: Story Drifts		BASE		STAG_DIAG_DIAG			STAG_DIAG2			STAG_RAND		
Story	Load Case/Combo	Drift		Drift		METABOAH	Drift		METABOAH	Drift		METABOAH
			max		max	%		max	%		max	%
STORY3	NORTH Max	0.002473		0.000664			0.000598			0.002977		
STORY3	NORTH Min	0.003164	0.003164	0.000674	0.000674	78.70	0.000856	0.000856	72.95	0.002715	0.002977	5.91
STORY3	KOBE Max	0.001296		0.00088			0.000921			0.001786		
STORY3	KOBE Min	0.00135	0.00135	0.00073	0.00088	34.81	0.000953	0.000953	29.41	0.001895	0.001895	-40.37
STORY2	CHICHI Max	0.000382		0.000225			0.000248			0.000567		
STORY2	CHICHI Min	0.000353	0.000382	0.000099	0.000225	41.10	0.000195	0.000248	35.08	0.000961	0.000961	-151.57
STORY2	THESS Max	0.000456		0.000188			0.000257			0.000571		
STORY2	THESS Min	0.000403	0.000456	0.000041	0.000188	58.77	0.000142	0.000257	43.64	0.00068	0.00068	-49.12
STORY2	LEFKADA Max	0.001406		0.000338			0.000495			0.002257		
STORY2	LEFKADA Min	0.001213	0.001406	0.000256	0.000338	75.96	0.000407	0.000495	64.79	0.002163	0.002257	-60.53
STORY2	KORINTHOS Max	0.000518		0.000275			0.000443			0.000977		
STORY2	KORINTHOS Min	0.000733	0.000733	0.000158	0.000275	62.48	0.000344	0.000443	39.56	0.001258	0.001258	-71.62
STORY2	AIGIO Max	0.000667		0.000351			0.000639			0.001236		
STORY2	AIGIO Min	0.000833	0.000833	0.000246	0.000351	57.86	0.000503	0.000639	23.29	0.001443	0.001443	-73.23
STORY2	NORTH Max	0.001774		0.000384			0.000599			0.00278		
STORY2	NORTH Min	0.002295	0.002295	0.000344	0.000384	83.27	0.000629	0.000629	72.59	0.002691	0.00278	-21.13
STORY2	KOBE Max	0.000937		0.000472			0.000875			0.001577		
STORY2	KOBE Min	0.000955	0.000955	0.000308	0.000472	50.58	0.000672	0.000875	8.38	0.001937	0.001937	-102.83
STORY1	CHICHI Max	0.000196		0.000193			0.000168			0.000297		
STORY1	CHICHI Min	0.000183	0.000196	0.000138	0.000193	1.53	0.000139	0.000168	14.29	0.000373	0.000373	-90.31

TABLE: Story Drifts		BASE		STAG_DIAG_DIAG			STAG_DIAG2			STAG_RAND		
Story	Load Case/Combo	Drift		Drift		METABOΛH	Drift		METABOΛH	Drift		METABOΛH
			max		max	%		max	%		max	%
STORY1	THESS Max	0.000227		0.000169			0.000162			0.000286		
STORY1	THESS Min	0.000191	0.000227	0.00008	0.000169	25.55	0.000104	0.000162	28.63	0.000243	0.000286	-25.99
STORY1	LEFKADA Max	0.000741		0.000342			0.000337			0.001037		
STORY1	LEFKADA Min	0.000609	0.000741	0.000315	0.000342	53.85	0.000279	0.000337	54.52	0.000878	0.001037	-39.95
STORY1	KORINTHOS Max	0.000275		0.000265			0.000284			0.000474		
STORY1	KORINTHOS Min	0.000376	0.000376	0.000202	0.000265	29.52	0.000225	0.000284	24.47	0.000489	0.000489	-30.05
STORY1	AIGIO Max	0.000324		0.00035			0.000398			0.000561		
STORY1	AIGIO Min	0.000454	0.000454	0.000301	0.00035	22.91	0.000352	0.000398	12.33	0.000584	0.000584	-28.63
STORY1	NORTH Max	0.000865		0.000381			0.000379			0.001234		
STORY1	NORTH Min	0.001137	0.001137	0.000412	0.000412	63.76	0.000431	0.000431	62.09	0.001079	0.001234	-8.53
STORY1	KOBE Max	0.000472		0.000476			0.000532			0.000705		
STORY1	KOBE Min	0.000445	0.000472	0.00037	0.000476	-0.85	0.000403	0.000532	-12.71	0.00077	0.00077	-63.14

Στους Πίνακες A-6 έως A-15 παρατίθενται τα εντατικά μεγέθη αξονικών τεμνουσών και ροπών στην κεφαλή και στον πόδα των τοιχωμάτων όλων των εξεταζόμενων διατάξεων μετάταξης τοιχωμάτων για όλες τις εξεταζόμενες σεισμικές διεγέρσεις.

*Πίνακας A-6 Εντατικά μεγέθη τοιχωμάτων διάταξης BASE.*

TABLE: Pier Forces						
Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P	V2	M3
				kN	kN	kN-m
STORY5	T1-5	CHICHI G 03Q Max	Top	-7.25	81.37	77.71
STORY5	T1-5	CHICHI G 03Q Max	Bottom	-181.81	148.89	139.33
STORY5	T1-5	CHICHI G 03Q Min	Top	-9.29	-68.51	-64.37
STORY5	T1-5	CHICHI G 03Q Min	Bottom	-183.61	-114.96	-114.62
STORY5	T1-5	THESS G 03Q Max	Top	-7.18	53.05	84.10
STORY5	T1-5	THESS G 03Q Max	Bottom	-182.51	124.34	64.77
STORY5	T1-5	THESS G 03Q Min	Top	-9.49	-47.94	-76.41
STORY5	T1-5	THESS G 03Q Min	Bottom	-183.07	-110.48	-61.10
STORY5	T1-5	LEFKADA G 03Q Max	Top	-4.91	182.61	238.61
STORY5	T1-5	LEFKADA G 03Q Max	Bottom	-179.99	380.78	247.24
STORY5	T1-5	LEFKADA G 03Q Min	Top	-12.40	-150.19	-221.50
STORY5	T1-5	LEFKADA G 03Q Min	Bottom	-185.47	-330.96	-197.85
STORY5	T1-5	KORINTHOS G 03Q Max	Top	-6.24	54.84	92.50
STORY5	T1-5	KORINTHOS G 03Q Max	Bottom	-182.23	128.44	73.79
STORY5	T1-5	KORINTHOS G 03Q Min	Top	-9.69	-71.75	-132.45
STORY5	T1-5	KORINTHOS G 03Q Min	Bottom	-183.16	-175.07	-84.36
STORY5	T1-5	AIGIO G 03Q Max	Top	-5.84	153.79	123.89
STORY5	T1-5	AIGIO G 03Q Max	Bottom	-180.59	237.14	258.08
STORY5	T1-5	AIGIO G 03Q Min	Top	-10.07	-136.44	-165.67
STORY5	T1-5	AIGIO G 03Q Min	Bottom	-185.59	-279.71	-221.25
STORY5	T1-5	NORTH G 03Q Max	Top	-1.99	192.60	326.56
STORY5	T1-5	NORTH G 03Q Max	Bottom	-180.81	462.94	235.65
STORY5	T1-5	NORTH G 03Q Min	Top	-13.08	-253.71	-421.55
STORY5	T1-5	NORTH G 03Q Min	Bottom	-184.04	-600.31	-310.28
STORY5	T1-5	KOBE G 03Q Max	Top	-5.70	99.20	169.92
STORY5	T1-5	KOBE G 03Q Max	Bottom	-182.10	235.41	141.82
STORY5	T1-5	KOBE G 03Q Min	Top	-10.83	-124.16	-181.56
STORY5	T1-5	KOBE G 03Q Min	Bottom	-183.52	-275.53	-165.11
STORY4	T1-4	CHICHI G 03Q Max	Top	-183.93	185.19	213.00
STORY4	T1-4	CHICHI G 03Q Max	Bottom	-323.19	235.79	446.78
STORY4	T1-4	CHICHI G 03Q Min	Top	-185.68	-136.24	-175.16
STORY4	T1-4	CHICHI G 03Q Min	Bottom	-326.73	-174.35	-338.65
STORY4	T1-4	THESS G 03Q Max	Top	-184.32	173.71	173.40
STORY4	T1-4	THESS G 03Q Max	Bottom	-324.71	234.63	389.44
STORY4	T1-4	THESS G 03Q Min	Top	-185.32	-152.12	-162.41
STORY4	T1-4	THESS G 03Q Min	Bottom	-325.53	-206.35	-351.65

<b>TABLE: Pier Forces</b>						
<b>Story</b>	<b>Pier</b>	<b>Load Case/Combo</b>	<b>Location</b>	<b>P</b>	<b>V2</b>	<b>M3</b>
				kN	kN	kN-m
STORY4	T1-4	LEFKADA G 03Q Max	Top	-182.05	499.23	546.74
STORY4	T1-4	LEFKADA G 03Q Max	Bottom	-321.68	662.46	1146.28
STORY4	T1-4	LEFKADA G 03Q Min	Top	-188.04	-443.24	-480.18
STORY4	T1-4	LEFKADA G 03Q Min	Bottom	-328.21	-599.19	-1031.77
STORY4	T1-4	KORINTHOS G 03Q Max	Top	-183.91	182.75	178.71
STORY4	T1-4	KORINTHOS G 03Q Max	Bottom	-324.54	251.27	404.27
STORY4	T1-4	KORINTHOS G 03Q Min	Top	-185.43	-248.78	-253.27
STORY4	T1-4	KORINTHOS G 03Q Min	Bottom	-325.87	-345.51	-558.05
STORY4	T1-4	AIGIO G 03Q Max	Top	-183.07	254.86	352.25
STORY4	T1-4	AIGIO G 03Q Max	Bottom	-320.38	344.38	631.49
STORY4	T1-4	AIGIO G 03Q Min	Top	-187.44	-357.27	-409.88
STORY4	T1-4	AIGIO G 03Q Min	Bottom	-330.08	-466.10	-854.04
STORY4	T1-4	NORTH G 03Q Max	Top	-181.80	653.38	655.59
STORY4	T1-4	NORTH G 03Q Max	Bottom	-323.51	891.43	1466.27
STORY4	T1-4	NORTH G 03Q Min	Top	-186.96	-836.14	-861.37
STORY4	T1-4	NORTH G 03Q Min	Bottom	-326.61	-1139.60	-1895.71
STORY4	T1-4	KOBE G 03Q Max	Top	-183.68	334.31	330.85
STORY4	T1-4	KOBE G 03Q Max	Bottom	-323.95	459.45	744.25
STORY4	T1-4	KOBE G 03Q Min	Top	-185.94	-374.06	-400.17
STORY4	T1-4	KOBE G 03Q Min	Bottom	-326.26	-500.09	-869.79
STORY3	T1-3	CHICHI G 03Q Max	Top	-327.24	231.38	532.78
STORY3	T1-3	CHICHI G 03Q Max	Bottom	-445.64	262.09	812.37
STORY3	T1-3	CHICHI G 03Q Min	Top	-330.73	-190.62	-400.97
STORY3	T1-3	CHICHI G 03Q Min	Bottom	-450.12	-231.33	-610.52
STORY3	T1-3	THESS G 03Q Max	Top	-328.59	260.57	485.50
STORY3	T1-3	THESS G 03Q Max	Bottom	-447.26	309.34	828.67
STORY3	T1-3	THESS G 03Q Min	Top	-329.57	-227.72	-436.86
STORY3	T1-3	THESS G 03Q Min	Bottom	-448.56	-269.17	-739.06
STORY3	T1-3	LEFKADA G 03Q Max	Top	-326.29	794.54	1406.19
STORY3	T1-3	LEFKADA G 03Q Max	Bottom	-443.80	974.85	2317.27
STORY3	T1-3	LEFKADA G 03Q Min	Top	-332.89	-675.88	-1271.85
STORY3	T1-3	LEFKADA G 03Q Min	Bottom	-451.48	-812.85	-2135.68
STORY3	T1-3	KORINTHOS G 03Q Max	Top	-328.19	288.38	508.17
STORY3	T1-3	KORINTHOS G 03Q Max	Bottom	-447.09	346.75	893.98
STORY3	T1-3	KORINTHOS G 03Q Min	Top	-329.92	-400.91	-705.98
STORY3	T1-3	KORINTHOS G 03Q Min	Bottom	-449.24	-485.19	-1245.59
STORY3	T1-3	AIGIO G 03Q Max	Top	-324.61	382.09	714.40
STORY3	T1-3	AIGIO G 03Q Max	Bottom	-444.78	453.11	1218.09
STORY3	T1-3	AIGIO G 03Q Min	Top	-334.46	-471.81	-1038.38
STORY3	T1-3	AIGIO G 03Q Min	Bottom	-451.44	-553.67	-1640.00
STORY3	T1-3	NORTH G 03Q Max	Top	-326.56	1004.88	1837.18
STORY3	T1-3	NORTH G 03Q Max	Bottom	-445.59	1197.58	3174.14



<b>TABLE: Pier Forces</b>						
<b>Story</b>	<b>Pier</b>	<b>Load Case/Combo</b>	<b>Location</b>	<b>P</b>	<b>V2</b>	<b>M3</b>
				kN	kN	kN-m
STORY3	T1-3	NORTH G 03Q Min	Top	-330.43	-1279.71	-2372.30
STORY3	T1-3	NORTH G 03Q Min	Bottom	-450.15	-1534.86	-4070.24
STORY3	T1-3	KOBE G 03Q Max	Top	-328.02	525.43	936.23
STORY3	T1-3	KOBE G 03Q Max	Bottom	-446.06	630.69	1638.61
STORY3	T1-3	KOBE G 03Q Min	Top	-330.17	-546.09	-1068.80
STORY3	T1-3	KOBE G 03Q Min	Bottom	-449.80	-643.06	-1778.41
STORY2	T1-2	CHICHI G 03Q Max	Top	-442.24	265.50	796.22
STORY2	T1-2	CHICHI G 03Q Max	Bottom	-533.59	314.80	999.96
STORY2	T1-2	CHICHI G 03Q Min	Top	-446.59	-242.33	-596.23
STORY2	T1-2	CHICHI G 03Q Min	Bottom	-537.40	-285.60	-870.24
STORY2	T1-2	THESS G 03Q Max	Top	-443.79	301.65	816.12
STORY2	T1-2	THESS G 03Q Max	Bottom	-534.69	349.96	1146.78
STORY2	T1-2	THESS G 03Q Min	Top	-445.40	-261.38	-724.88
STORY2	T1-2	THESS G 03Q Min	Bottom	-535.90	-300.53	-1012.62
STORY2	T1-2	LEFKADA G 03Q Max	Top	-439.73	1018.10	2274.63
STORY2	T1-2	LEFKADA G 03Q Max	Bottom	-529.49	1190.61	3415.65
STORY2	T1-2	LEFKADA G 03Q Min	Top	-447.80	-823.88	-2097.63
STORY2	T1-2	LEFKADA G 03Q Min	Bottom	-542.15	-960.61	-3019.22
STORY2	T1-2	KORINTHOS G 03Q Max	Top	-443.52	359.24	881.75
STORY2	T1-2	KORINTHOS G 03Q Max	Bottom	-534.36	423.89	1279.14
STORY2	T1-2	KORINTHOS G 03Q Min	Top	-445.85	-503.66	-1225.97
STORY2	T1-2	KORINTHOS G 03Q Min	Bottom	-536.76	-591.74	-1810.23
STORY2	T1-2	AIGIO G 03Q Max	Top	-441.28	440.33	1198.84
STORY2	T1-2	AIGIO G 03Q Max	Bottom	-532.55	520.94	1681.49
STORY2	T1-2	AIGIO G 03Q Min	Top	-447.84	-621.22	-1608.30
STORY2	T1-2	AIGIO G 03Q Min	Bottom	-537.78	-739.34	-2141.25
STORY2	T1-2	NORTH G 03Q Max	Top	-441.74	1183.46	3123.49
STORY2	T1-2	NORTH G 03Q Max	Bottom	-532.31	1370.64	4441.21
STORY2	T1-2	NORTH G 03Q Min	Top	-448.24	-1546.80	-4002.79
STORY2	T1-2	NORTH G 03Q Min	Bottom	-537.14	-1800.35	-5707.61
STORY2	T1-2	KOBE G 03Q Max	Top	-442.33	635.62	1614.69
STORY2	T1-2	KOBE G 03Q Max	Bottom	-533.87	741.38	2334.41
STORY2	T1-2	KOBE G 03Q Min	Top	-446.92	-615.16	-1745.46
STORY2	T1-2	KOBE G 03Q Min	Bottom	-536.64	-705.29	-2412.80
STORY1	T1-1	CHICHI G 03Q Max	Top	-537.86	358.18	934.23
STORY1	T1-1	CHICHI G 03Q Max	Bottom	-594.99	402.94	1150.81
STORY1	T1-1	CHICHI G 03Q Min	Top	-541.44	-302.24	-801.05
STORY1	T1-1	CHICHI G 03Q Min	Bottom	-596.15	-332.06	-1099.17
STORY1	T1-1	THESS G 03Q Max	Top	-538.87	356.31	1063.63
STORY1	T1-1	THESS G 03Q Max	Bottom	-595.09	392.76	1386.37
STORY1	T1-1	THESS G 03Q Min	Top	-540.55	-293.39	-936.23
STORY1	T1-1	THESS G 03Q Min	Bottom	-596.07	-317.47	-1211.04

TABLE: Pier Forces						
Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P	V2	M3
				kN	kN	kN-m
STORY1	T1-1	LEFKADA G 03Q Max	Top	-532.31	1208.77	3149.18
STORY1	T1-1	LEFKADA G 03Q Max	Bottom	-592.58	1335.79	4333.73
STORY1	T1-1	LEFKADA G 03Q Min	Top	-544.96	-973.19	-2787.55
STORY1	T1-1	LEFKADA G 03Q Min	Bottom	-597.21	-1064.34	-3733.62
STORY1	T1-1	KORINTHOS G 03Q Max	Top	-538.70	438.69	1183.78
STORY1	T1-1	KORINTHOS G 03Q Max	Bottom	-594.95	484.51	1609.91
STORY1	T1-1	KORINTHOS G 03Q Min	Top	-541.10	-614.43	-1668.80
STORY1	T1-1	KORINTHOS G 03Q Min	Bottom	-596.61	-674.55	-2269.71
STORY1	T1-1	AIGIO G 03Q Max	Top	-537.25	584.71	1558.92
STORY1	T1-1	AIGIO G 03Q Max	Bottom	-594.27	651.50	2028.49
STORY1	T1-1	AIGIO G 03Q Min	Top	-541.61	-787.68	-1985.50
STORY1	T1-1	AIGIO G 03Q Min	Bottom	-596.80	-867.76	-2608.14
STORY1	T1-1	NORTH G 03Q Max	Top	-536.72	1344.98	4111.43
STORY1	T1-1	NORTH G 03Q Max	Bottom	-593.68	1466.73	5395.53
STORY1	T1-1	NORTH G 03Q Min	Top	-543.12	-1805.18	-5273.82
STORY1	T1-1	NORTH G 03Q Min	Bottom	-598.35	-1972.42	-7019.54
STORY1	T1-1	KOBE G 03Q Max	Top	-537.42	742.62	2159.41
STORY1	T1-1	KOBE G 03Q Max	Bottom	-594.53	813.87	2877.86
STORY1	T1-1	KOBE G 03Q Min	Top	-542.17	-682.93	-2234.74
STORY1	T1-1	KOBE G 03Q Min	Bottom	-596.64	-742.88	-2867.98

Πίνακας A-7 Εντατικά μεγέθη τοιχωμάτων διάταξης STAG STORY2.

TABLE: Pier Forces						
Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P	V2	M3
				kN	kN	kN-m
STORY5	T1-5	CHICHI G 03Q Max	Top	-12.72	62.63	84.40
STORY5	T1-5	CHICHI G 03Q Max	Bottom	-169.66	134.34	78.44
STORY5	T1-5	CHICHI G 03Q Min	Top	-22.39	-44.80	-68.20
STORY5	T1-5	CHICHI G 03Q Min	Bottom	-177.87	-98.72	-58.17
STORY5	T1-5	THESS G 03Q Max	Top	-12.13	42.47	90.57
STORY5	T1-5	THESS G 03Q Max	Bottom	-168.50	111.28	40.37
STORY5	T1-5	THESS G 03Q Min	Top	-23.64	-41.93	-83.43
STORY5	T1-5	THESS G 03Q Min	Bottom	-178.32	-106.29	-46.43
STORY5	T1-5	LEFKADA G 03Q Max	Top	0.76	173.70	285.58
STORY5	T1-5	LEFKADA G 03Q Max	Bottom	-154.56	386.44	202.78
STORY5	T1-5	LEFKADA G 03Q Min	Top	-36.95	-152.73	-281.23
STORY5	T1-5	LEFKADA G 03Q Min	Bottom	-189.36	-357.78	-178.09
STORY5	T1-5	KORINTHOS G 03Q Max	Top	-6.64	63.94	121.26

<b>TABLE: Pier Forces</b>						
<b>Story</b>	<b>Pier</b>	<b>Load Case/Combo</b>	<b>Location</b>	<b>P</b>	<b>V2</b>	<b>M3</b>
				kN	kN	kN-m
STORY5	T1-5	KORINTHOS G 03Q Max	Bottom	-167.12	156.54	66.22
STORY5	T1-5	KORINTHOS G 03Q Min	Top	-25.24	-74.66	-161.89
STORY5	T1-5	KORINTHOS G 03Q Min	Bottom	-183.09	-198.76	-68.63
STORY5	T1-5	AIGIO G 03Q Max	Top	-5.63	115.81	155.64
STORY5	T1-5	AIGIO G 03Q Max	Bottom	-165.31	211.53	180.89
STORY5	T1-5	AIGIO G 03Q Min	Top	-27.50	-112.75	-173.43
STORY5	T1-5	AIGIO G 03Q Min	Bottom	-183.95	-253.01	-134.92
STORY5	T1-5	NORTH G 03Q Max	Top	14.33	210.74	422.81
STORY5	T1-5	NORTH G 03Q Max	Bottom	-150.90	543.43	200.51
STORY5	T1-5	NORTH G 03Q Min	Top	-44.23	-250.84	-497.04
STORY5	T1-5	NORTH G 03Q Min	Bottom	-200.93	-633.46	-249.83
STORY5	T1-5	KOBE G 03Q Max	Top	-6.11	113.14	213.38
STORY5	T1-5	KOBE G 03Q Max	Bottom	-162.51	283.10	116.96
STORY5	T1-5	KOBE G 03Q Min	Top	-30.63	-115.39	-194.83
STORY5	T1-5	KOBE G 03Q Min	Bottom	-183.49	-270.09	-133.69
STORY4	T1-4	CHICHI G 03Q Max	Top	-186.43	167.65	187.56
STORY4	T1-4	CHICHI G 03Q Max	Bottom	-303.80	219.70	379.60
STORY4	T1-4	CHICHI G 03Q Min	Top	-188.11	-126.52	-146.02
STORY4	T1-4	CHICHI G 03Q Min	Bottom	-308.71	-169.26	-294.30
STORY4	T1-4	THESS G 03Q Max	Top	-186.39	156.09	150.58
STORY4	T1-4	THESS G 03Q Max	Bottom	-303.84	220.82	326.28
STORY4	T1-4	THESS G 03Q Min	Top	-188.06	-147.39	-154.26
STORY4	T1-4	THESS G 03Q Min	Bottom	-309.02	-205.82	-326.56
STORY4	T1-4	LEFKADA G 03Q Max	Top	-183.58	514.87	545.94
STORY4	T1-4	LEFKADA G 03Q Max	Bottom	-295.99	711.30	1117.27
STORY4	T1-4	LEFKADA G 03Q Min	Top	-192.35	-494.27	-507.58
STORY4	T1-4	LEFKADA G 03Q Min	Bottom	-315.20	-690.67	-1076.27
STORY4	T1-4	KORINTHOS G 03Q Max	Top	-185.62	215.77	215.88
STORY4	T1-4	KORINTHOS G 03Q Max	Bottom	-302.95	300.12	459.88
STORY4	T1-4	KORINTHOS G 03Q Min	Top	-188.29	-278.86	-282.80
STORY4	T1-4	KORINTHOS G 03Q Min	Bottom	-311.53	-393.73	-604.54
STORY4	T1-4	AIGIO G 03Q Max	Top	-185.26	286.56	293.44
STORY4	T1-4	AIGIO G 03Q Max	Bottom	-302.00	392.25	623.13
STORY4	T1-4	AIGIO G 03Q Min	Top	-189.31	-323.38	-365.38
STORY4	T1-4	AIGIO G 03Q Min	Bottom	-312.41	-435.42	-738.18
STORY4	T1-4	NORTH G 03Q Max	Top	-182.61	751.65	757.27
STORY4	T1-4	NORTH G 03Q Max	Bottom	-293.93	1046.44	1621.06
STORY4	T1-4	NORTH G 03Q Min	Top	-190.91	-878.39	-895.37

<b>TABLE: Pier Forces</b>						
<b>Story</b>	<b>Pier</b>	<b>Load Case/Combo</b>	<b>Location</b>	<b>P</b>	<b>V2</b>	<b>M3</b>
				kN	kN	kN-m
STORY4	T1-4	NORTH G 03Q Min	Bottom	-321.59	-1226.06	-1906.58
STORY4	T1-4	KOBE G 03Q Max	Top	-185.61	386.07	393.47
STORY4	T1-4	KOBE G 03Q Max	Bottom	-300.19	532.53	836.74
STORY4	T1-4	KOBE G 03Q Min	Top	-188.97	-360.84	-387.50
STORY4	T1-4	KOBE G 03Q Min	Bottom	-312.34	-491.70	-807.95
STORY3	T1-3	CHICHI G 03Q Max	Top	-314.49	210.14	478.01
STORY3	T1-3	CHICHI G 03Q Max	Bottom	-187.79	242.88	386.12
STORY3	T1-3	CHICHI G 03Q Min	Top	-325.75	-189.37	-369.16
STORY3	T1-3	CHICHI G 03Q Min	Bottom	-197.20	-231.62	-309.76
STORY3	T1-3	THESS G 03Q Max	Top	-314.13	255.42	432.30
STORY3	T1-3	THESS G 03Q Max	Bottom	-186.27	313.05	407.87
STORY3	T1-3	THESS G 03Q Min	Top	-325.46	-229.68	-421.42
STORY3	T1-3	THESS G 03Q Min	Bottom	-197.70	-275.61	-384.04
STORY3	T1-3	LEFKADA G 03Q Max	Top	-301.62	793.84	1449.35
STORY3	T1-3	LEFKADA G 03Q Max	Bottom	-172.72	968.16	1301.62
STORY3	T1-3	LEFKADA G 03Q Min	Top	-340.62	-769.86	-1400.71
STORY3	T1-3	LEFKADA G 03Q Min	Bottom	-210.63	-929.53	-1278.61
STORY3	T1-3	KORINTHOS G 03Q Max	Top	-308.74	335.16	601.69
STORY3	T1-3	KORINTHOS G 03Q Max	Bottom	-184.65	405.51	550.43
STORY3	T1-3	KORINTHOS G 03Q Min	Top	-327.05	-448.57	-790.34
STORY3	T1-3	KORINTHOS G 03Q Min	Bottom	-203.30	-544.71	-735.00
STORY3	T1-3	AIGIO G 03Q Max	Top	-307.41	419.99	804.48
STORY3	T1-3	AIGIO G 03Q Max	Bottom	-182.53	510.85	711.90
STORY3	T1-3	AIGIO G 03Q Min	Top	-329.42	-482.49	-936.47
STORY3	T1-3	AIGIO G 03Q Min	Bottom	-204.20	-589.59	-788.53
STORY3	T1-3	NORTH G 03Q Max	Top	-288.91	1161.22	2112.54
STORY3	T1-3	NORTH G 03Q Max	Bottom	-165.77	1399.12	1926.22
STORY3	T1-3	NORTH G 03Q Min	Top	-344.83	-1365.64	-2480.85
STORY3	T1-3	NORTH G 03Q Min	Bottom	-224.12	-1646.11	-2266.40
STORY3	T1-3	KOBE G 03Q Max	Top	-308.82	579.02	1085.22
STORY3	T1-3	KOBE G 03Q Max	Bottom	-179.30	693.59	972.33
STORY3	T1-3	KOBE G 03Q Min	Top	-331.76	-519.95	-1030.74
STORY3	T1-3	KOBE G 03Q Min	Bottom	-203.73	-614.21	-898.35
STORY2	T1-2	CHICHI G 03Q Max	Top	-97.81	252.87	-10.33
STORY2	T1-2	CHICHI G 03Q Max	Bottom	-76.49	331.01	171.90
STORY2	T1-2	CHICHI G 03Q Min	Top	-104.73	-239.18	-61.63
STORY2	T1-2	CHICHI G 03Q Min	Bottom	-116.73	-286.41	-281.07
STORY2	T1-2	THESS G 03Q Max	Top	-97.57	301.84	-5.77

TABLE: Pier Forces						
Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P	V2	M3
				kN	kN	kN-m
STORY2	T1-2	THESS G 03Q Max	Bottom	-72.68	383.50	205.52
STORY2	T1-2	THESS G 03Q Min	Top	-104.68	-265.72	-68.91
STORY2	T1-2	THESS G 03Q Min	Bottom	-120.35	-311.01	-297.91
STORY2	T1-2	LEFKADA G 03Q Max	Top	-88.50	973.07	64.69
STORY2	T1-2	LEFKADA G 03Q Max	Bottom	-18.85	1224.03	816.61
STORY2	T1-2	LEFKADA G 03Q Min	Top	-112.88	-900.07	-138.28
STORY2	T1-2	LEFKADA G 03Q Min	Bottom	-172.03	-1092.23	-863.98
STORY2	T1-2	KORINTHOS G 03Q Max	Top	-96.43	381.13	23.34
STORY2	T1-2	KORINTHOS G 03Q Max	Bottom	-50.83	483.63	278.39
STORY2	T1-2	KORINTHOS G 03Q Min	Top	-108.46	-537.18	-78.78
STORY2	T1-2	KORINTHOS G 03Q Min	Bottom	-128.24	-650.89	-544.63
STORY2	T1-2	AIGIO G 03Q Max	Top	-94.95	493.68	28.10
STORY2	T1-2	AIGIO G 03Q Max	Bottom	-47.87	616.05	374.54
STORY2	T1-2	AIGIO G 03Q Min	Top	-109.05	-590.55	-89.97
STORY2	T1-2	AIGIO G 03Q Min	Bottom	-136.67	-714.99	-591.99
STORY2	T1-2	NORTH G 03Q Max	Top	-85.43	1310.90	141.40
STORY2	T1-2	NORTH G 03Q Max	Bottom	39.60	1607.82	1090.30
STORY2	T1-2	NORTH G 03Q Min	Top	-120.83	-1565.43	-185.35
STORY2	T1-2	NORTH G 03Q Min	Bottom	-209.78	-1898.49	-1446.61
STORY2	T1-2	KOBE G 03Q Max	Top	-93.62	642.19	30.45
STORY2	T1-2	KOBE G 03Q Max	Bottom	-43.81	793.40	500.90
STORY2	T1-2	KOBE G 03Q Min	Top	-108.22	-557.69	-109.64
STORY2	T1-2	KOBE G 03Q Min	Bottom	-152.53	-661.56	-550.06
STORY1	T1-1	CHICHI G 03Q Max	Top	-155.70	324.08	272.79
STORY1	T1-1	CHICHI G 03Q Max	Bottom	-489.14	390.40	763.38
STORY1	T1-1	CHICHI G 03Q Min	Top	-181.47	-290.94	-206.21
STORY1	T1-1	CHICHI G 03Q Min	Bottom	-542.07	-341.17	-762.90
STORY1	T1-1	THESS G 03Q Max	Top	-153.69	355.97	263.24
STORY1	T1-1	THESS G 03Q Max	Bottom	-484.12	420.53	985.78
STORY1	T1-1	THESS G 03Q Min	Top	-182.22	-284.46	-248.72
STORY1	T1-1	THESS G 03Q Min	Bottom	-544.23	-328.18	-861.30
STORY1	T1-1	LEFKADA G 03Q Max	Top	-118.40	1172.72	861.41
STORY1	T1-1	LEFKADA G 03Q Max	Bottom	-411.15	1383.12	3068.06
STORY1	T1-1	LEFKADA G 03Q Min	Top	-214.42	-1032.72	-826.68
STORY1	T1-1	LEFKADA G 03Q Min	Bottom	-611.83	-1208.03	-2980.28
STORY1	T1-1	KORINTHOS G 03Q Max	Top	-149.49	461.60	363.16
STORY1	T1-1	KORINTHOS G 03Q Max	Bottom	-475.47	546.71	1260.08
STORY1	T1-1	KORINTHOS G 03Q Min	Top	-196.42	-631.14	-468.26

TABLE: Pier Forces						
Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P	V2	M3
				kN	kN	kN-m
STORY1	T1-1	KORINTHOS G 03Q Min	Bottom	-573.66	-739.57	-1758.95
STORY1	T1-1	AIGIO G 03Q Max	Top	-144.22	558.69	479.07
STORY1	T1-1	AIGIO G 03Q Max	Bottom	-464.07	655.48	1580.28
STORY1	T1-1	AIGIO G 03Q Min	Top	-199.05	-675.81	-526.09
STORY1	T1-1	AIGIO G 03Q Min	Bottom	-579.16	-789.26	-1871.09
STORY1	T1-1	NORTH G 03Q Max	Top	-103.77	1455.88	1263.10
STORY1	T1-1	NORTH G 03Q Max	Bottom	-378.02	1700.82	4373.62
STORY1	T1-1	NORTH G 03Q Min	Top	-247.28	-1750.80	-1474.75
STORY1	T1-1	NORTH G 03Q Min	Bottom	-681.72	-2042.70	-5191.62
STORY1	T1-1	KOBE G 03Q Max	Top	-137.09	716.12	645.56
STORY1	T1-1	KOBE G 03Q Max	Bottom	-448.56	838.13	2164.37
STORY1	T1-1	KOBE G 03Q Min	Top	-196.38	-606.78	-602.22
STORY1	T1-1	KOBE G 03Q Min	Bottom	-574.66	-709.24	-1895.04

Πίνακας Α-8 Εντατικά μεγέθη τοιχωμάτων διάταξης STAG\_STORY3.

TABLE: Pier Forces						
Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P	V2	M3
				kN	kN	kN-m
TABLE: Pier Forces						
Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P	V2	M3
				kN	kN	kN-m
STORY5	T1-5	CHICHI G 03Q Max	Top	-10.26	80.74	64.62
STORY5	T1-5	CHICHI G 03Q Max	Bottom	-165.20	136.16	124.60
STORY5	T1-5	CHICHI G 03Q Min	Top	-25.20	-70.70	-64.99
STORY5	T1-5	CHICHI G 03Q Min	Bottom	-172.58	-129.50	-109.29
STORY5	T1-5	THESS G 03Q Max	Top	-9.39	48.80	80.64
STORY5	T1-5	THESS G 03Q Max	Bottom	-164.25	116.43	59.43
STORY5	T1-5	THESS G 03Q Min	Top	-26.53	-52.39	-77.86
STORY5	T1-5	THESS G 03Q Min	Bottom	-173.06	-117.30	-68.32
STORY5	T1-5	LEFKADA G 03Q Max	Top	5.45	212.41	276.15
STORY5	T1-5	LEFKADA G 03Q Max	Bottom	-153.04	451.25	279.01
STORY5	T1-5	LEFKADA G 03Q Min	Top	-45.95	-148.32	-214.20
STORY5	T1-5	LEFKADA G 03Q Min	Bottom	-180.69	-326.04	-201.47
STORY5	T1-5	KORINTHOS G 03Q Max	Top	-3.72	62.34	104.20
STORY5	T1-5	KORINTHOS G 03Q Max	Bottom	-162.84	148.00	78.02

<b>TABLE: Pier Forces</b>						
<b>Story</b>	<b>Pier</b>	<b>Load Case/Combo</b>	<b>Location</b>	<b>P</b>	<b>V2</b>	<b>M3</b>
				kN	kN	kN-m
STORY5	T1-5	KORINTHOS G 03Q Min	Top	-29.27	-75.58	-126.33
STORY5	T1-5	KORINTHOS G 03Q Min	Bottom	-176.00	-177.41	-102.96
STORY5	T1-5	AIGIO G 03Q Max	Top	0.08	92.10	104.95
STORY5	T1-5	AIGIO G 03Q Max	Bottom	-162.99	165.23	132.70
STORY5	T1-5	AIGIO G 03Q Min	Top	-28.44	-119.25	-149.05
STORY5	T1-5	AIGIO G 03Q Min	Bottom	-177.10	-244.57	-158.17
STORY5	T1-5	NORTH G 03Q Max	Top	21.50	181.55	257.51
STORY5	T1-5	NORTH G 03Q Max	Bottom	-154.51	396.29	234.54
STORY5	T1-5	NORTH G 03Q Min	Top	-45.47	-217.39	-355.10
STORY5	T1-5	NORTH G 03Q Min	Bottom	-188.72	-510.23	-262.34
STORY5	T1-5	KOBE G 03Q Max	Top	1.38	118.66	175.31
STORY5	T1-5	KOBE G 03Q Max	Bottom	-159.21	267.56	145.94
STORY5	T1-5	KOBE G 03Q Min	Top	-36.04	-120.95	-180.16
STORY5	T1-5	KOBE G 03Q Min	Bottom	-178.65	-272.20	-153.68
STORY4	T1-4	CHICHI G 03Q Max	Top	-174.91	144.08	195.46
STORY4	T1-4	CHICHI G 03Q Max	Bottom	-129.54	184.34	164.69
STORY4	T1-4	CHICHI G 03Q Min	Top	-186.50	-149.46	-193.29
STORY4	T1-4	CHICHI G 03Q Min	Bottom	-150.38	-183.03	-166.91
STORY4	T1-4	THESS G 03Q Max	Top	-174.22	163.17	158.42
STORY4	T1-4	THESS G 03Q Max	Bottom	-127.48	221.77	147.85
STORY4	T1-4	THESS G 03Q Min	Top	-187.23	-159.42	-170.82
STORY4	T1-4	THESS G 03Q Min	Bottom	-151.60	-213.91	-148.40
STORY4	T1-4	LEFKADA G 03Q Max	Top	-162.95	581.73	637.18
STORY4	T1-4	LEFKADA G 03Q Max	Bottom	-99.59	770.77	571.20
STORY4	T1-4	LEFKADA G 03Q Min	Top	-202.71	-436.25	-467.12
STORY4	T1-4	LEFKADA G 03Q Min	Bottom	-172.50	-589.19	-412.98
STORY4	T1-4	KORINTHOS G 03Q Max	Top	-170.00	207.70	202.73
STORY4	T1-4	KORINTHOS G 03Q Max	Bottom	-123.60	283.85	185.77
STORY4	T1-4	KORINTHOS G 03Q Min	Top	-189.27	-247.96	-253.87
STORY4	T1-4	KORINTHOS G 03Q Min	Bottom	-159.63	-339.83	-219.09
STORY4	T1-4	AIGIO G 03Q Max	Top	-166.13	218.49	230.29
STORY4	T1-4	AIGIO G 03Q Max	Bottom	-124.58	288.08	213.01
STORY4	T1-4	AIGIO G 03Q Min	Top	-191.10	-291.09	-354.33
STORY4	T1-4	AIGIO G 03Q Min	Bottom	-164.26	-392.02	-277.57
STORY4	T1-4	NORTH G 03Q Max	Top	-150.62	526.53	557.46
STORY4	T1-4	NORTH G 03Q Max	Bottom	-100.79	709.40	508.70
STORY4	T1-4	NORTH G 03Q Min	Top	-201.62	-712.03	-722.24
STORY4	T1-4	NORTH G 03Q Min	Bottom	-195.00	-971.77	-637.01



<b>TABLE: Pier Forces</b>						
<b>Story</b>	<b>Pier</b>	<b>Load Case/Combo</b>	<b>Location</b>	<b>P</b>	<b>V2</b>	<b>M3</b>
				kN	kN	kN-m
STORY4	T1-4	KOBE G 03Q Max	Top	-166.08	360.69	373.15
STORY4	T1-4	KOBE G 03Q Max	Bottom	-113.97	482.19	338.00
STORY4	T1-4	KOBE G 03Q Min	Top	-194.36	-369.70	-389.67
STORY4	T1-4	KOBE G 03Q Min	Bottom	-166.82	-495.70	-344.68
STORY3	T1-3	CHICHI G 03Q Max	Top	-78.86	205.22	-28.69
STORY3	T1-3	CHICHI G 03Q Max	Bottom	-63.96	259.20	131.40
STORY3	T1-3	CHICHI G 03Q Min	Top	-110.96	-206.19	-43.33
STORY3	T1-3	CHICHI G 03Q Min	Bottom	-124.07	-249.53	-251.41
STORY3	T1-3	THESS G 03Q Max	Top	-75.40	241.51	-29.73
STORY3	T1-3	THESS G 03Q Max	Bottom	-59.37	302.50	162.28
STORY3	T1-3	THESS G 03Q Min	Top	-112.95	-232.87	-41.70
STORY3	T1-3	THESS G 03Q Min	Bottom	-131.59	-276.58	-272.44
STORY3	T1-3	LEFKADA G 03Q Max	Top	-32.24	783.40	-18.90
STORY3	T1-3	LEFKADA G 03Q Max	Bottom	3.05	954.05	652.54
STORY3	T1-3	LEFKADA G 03Q Min	Top	-145.47	-643.53	-59.15
STORY3	T1-3	LEFKADA G 03Q Min	Bottom	-216.80	-778.43	-649.15
STORY3	T1-3	KORINTHOS G 03Q Max	Top	-69.39	316.09	-26.79
STORY3	T1-3	KORINTHOS G 03Q Max	Bottom	-36.07	396.19	232.09
STORY3	T1-3	KORINTHOS G 03Q Min	Top	-125.40	-386.75	-43.30
STORY3	T1-3	KORINTHOS G 03Q Min	Bottom	-142.87	-470.72	-417.09
STORY3	T1-3	AIGIO G 03Q Max	Top	-70.64	297.51	-23.12
STORY3	T1-3	AIGIO G 03Q Max	Bottom	-26.04	371.70	228.32
STORY3	T1-3	AIGIO G 03Q Min	Top	-131.90	-496.53	-44.77
STORY3	T1-3	AIGIO G 03Q Min	Bottom	-141.44	-602.50	-522.23
STORY3	T1-3	NORTH G 03Q Max	Top	-33.82	766.54	-9.81
STORY3	T1-3	NORTH G 03Q Max	Bottom	69.21	941.66	642.15
STORY3	T1-3	NORTH G 03Q Min	Top	-180.38	-1085.33	-56.37
STORY3	T1-3	NORTH G 03Q Min	Bottom	-211.84	-1323.12	-1057.76
STORY3	T1-3	KOBE G 03Q Max	Top	-54.19	505.79	-21.75
STORY3	T1-3	KOBE G 03Q Max	Bottom	-13.25	621.71	401.30
STORY3	T1-3	KOBE G 03Q Min	Top	-136.73	-531.62	-49.56
STORY3	T1-3	KOBE G 03Q Min	Bottom	-173.28	-639.51	-544.65
STORY2	T1-2	CHICHI G 03Q Max	Top	-140.22	247.23	189.43
STORY2	T1-2	CHICHI G 03Q Max	Bottom	-448.26	310.27	550.80
STORY2	T1-2	CHICHI G 03Q Min	Top	-152.03	-249.34	-196.59
STORY2	T1-2	CHICHI G 03Q Min	Bottom	-491.86	-314.54	-615.33
STORY2	T1-2	THESS G 03Q Max	Top	-139.45	275.10	192.35
STORY2	T1-2	THESS G 03Q Max	Bottom	-444.75	341.75	713.66

<b>TABLE: Pier Forces</b>						
<b>Story</b>	<b>Pier</b>	<b>Load Case/Combo</b>	<b>Location</b>	<b>P</b>	<b>V2</b>	<b>M3</b>
				kN	kN	kN-m
STORY2	T1-2	THESS G 03Q Min	Top	-152.41	-254.70	-192.37
STORY2	T1-2	THESS G 03Q Min	Bottom	-494.97	-313.72	-687.70
STORY2	T1-2	LEFKADA G 03Q Max	Top	-124.92	884.00	714.64
STORY2	T1-2	LEFKADA G 03Q Max	Bottom	-380.73	1102.45	2325.73
STORY2	T1-2	LEFKADA G 03Q Min	Top	-163.67	-719.48	-528.10
STORY2	T1-2	LEFKADA G 03Q Min	Bottom	-538.55	-904.90	-1897.80
STORY2	T1-2	KORINTHOS G 03Q Max	Top	-137.23	373.32	244.22
STORY2	T1-2	KORINTHOS G 03Q Max	Bottom	-437.05	468.60	942.70
STORY2	T1-2	KORINTHOS G 03Q Min	Top	-157.02	-456.16	-294.26
STORY2	T1-2	KORINTHOS G 03Q Min	Bottom	-510.88	-572.43	-1162.92
STORY2	T1-2	AIGIO G 03Q Max	Top	-137.87	379.99	265.35
STORY2	T1-2	AIGIO G 03Q Max	Bottom	-437.66	526.18	941.44
STORY2	T1-2	AIGIO G 03Q Min	Top	-159.79	-534.36	-371.12
STORY2	T1-2	AIGIO G 03Q Min	Bottom	-522.97	-657.66	-1351.80
STORY2	T1-2	NORTH G 03Q Max	Top	-125.21	855.13	639.28
STORY2	T1-2	NORTH G 03Q Max	Bottom	-389.14	1057.95	2266.32
STORY2	T1-2	NORTH G 03Q Min	Top	-176.08	-1232.64	-841.00
STORY2	T1-2	NORTH G 03Q Min	Bottom	-584.71	-1533.00	-3196.31
STORY2	T1-2	KOBE G 03Q Max	Top	-132.42	562.32	434.15
STORY2	T1-2	KOBE G 03Q Max	Bottom	-416.77	695.65	1523.19
STORY2	T1-2	KOBE G 03Q Min	Top	-160.48	-584.09	-445.20
STORY2	T1-2	KOBE G 03Q Min	Bottom	-526.58	-720.78	-1581.22
STORY1	T1-1	CHICHI G 03Q Max	Top	-461.04	322.52	505.94
STORY1	T1-1	CHICHI G 03Q Max	Bottom	-534.76	358.19	832.85
STORY1	T1-1	CHICHI G 03Q Min	Top	-497.40	-332.76	-558.77
STORY1	T1-1	CHICHI G 03Q Min	Bottom	-562.56	-365.37	-913.79
STORY1	T1-1	THESS G 03Q Max	Top	-458.06	342.95	655.19
STORY1	T1-1	THESS G 03Q Max	Bottom	-531.99	378.12	1004.09
STORY1	T1-1	THESS G 03Q Min	Top	-500.07	-309.03	-629.37
STORY1	T1-1	THESS G 03Q Min	Bottom	-564.16	-334.76	-948.99
STORY1	T1-1	LEFKADA G 03Q Max	Top	-403.69	1140.74	2136.76
STORY1	T1-1	LEFKADA G 03Q Max	Bottom	-494.92	1255.15	3265.19
STORY1	T1-1	LEFKADA G 03Q Min	Top	-536.54	-935.52	-1738.57
STORY1	T1-1	LEFKADA G 03Q Min	Bottom	-592.01	-1024.98	-2633.93
STORY1	T1-1	KORINTHOS G 03Q Max	Top	-451.66	477.01	862.94
STORY1	T1-1	KORINTHOS G 03Q Max	Bottom	-526.80	524.11	1361.75
STORY1	T1-1	KORINTHOS G 03Q Min	Top	-513.32	-592.86	-1060.28
STORY1	T1-1	KORINTHOS G 03Q Min	Bottom	-574.88	-649.81	-1684.25

TABLE: Pier Forces						
Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P	V2	M3
				kN	kN	kN-m
STORY1	T1-1	AIGIO G 03Q Max	Top	-452.52	650.16	861.86
STORY1	T1-1	AIGIO G 03Q Max	Bottom	-528.21	735.27	1356.14
STORY1	T1-1	AIGIO G 03Q Min	Top	-523.27	-689.57	-1232.50
STORY1	T1-1	AIGIO G 03Q Min	Bottom	-581.27	-763.29	-1963.54
STORY1	T1-1	NORTH G 03Q Max	Top	-411.51	1036.31	2079.47
STORY1	T1-1	NORTH G 03Q Max	Bottom	-496.40	1128.35	3152.67
STORY1	T1-1	NORTH G 03Q Min	Top	-575.04	-1554.87	-2923.25
STORY1	T1-1	NORTH G 03Q Min	Bottom	-622.16	-1700.60	-4549.16
STORY1	T1-1	KOBE G 03Q Max	Top	-434.58	679.17	1399.47
STORY1	T1-1	KOBE G 03Q Max	Bottom	-513.99	739.75	2099.79
STORY1	T1-1	KOBE G 03Q Min	Top	-526.55	-708.32	-1449.31
STORY1	T1-1	KOBE G 03Q Min	Bottom	-584.46	-769.17	-2181.36

Πίνακας Α-9 Εντατικά μεγέθη τοιχωμάτων διάταξης STAG\_STORY4.

TABLE: Pier Forces						
Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P	V2	M3
				kN	kN	kN-m
STORY5	T1-5	CHICHI G 03Q Max	Top	-2.16	73.52	55.30
STORY5	T1-5	CHICHI G 03Q Max	Bottom	-71.11	134.47	53.03
STORY5	T1-5	CHICHI G 03Q Min	Top	-23.68	-75.60	-62.50
STORY5	T1-5	CHICHI G 03Q Min	Bottom	-98.25	-135.81	-45.17
STORY5	T1-5	THESS G 03Q Max	Top	-3.46	48.28	55.48
STORY5	T1-5	THESS G 03Q Max	Bottom	-72.90	100.37	23.87
STORY5	T1-5	THESS G 03Q Min	Top	-21.95	-50.36	-59.05
STORY5	T1-5	THESS G 03Q Min	Bottom	-97.03	-103.80	-22.15
STORY5	T1-5	LEFKADA G 03Q Max	Top	17.57	228.76	240.16
STORY5	T1-5	LEFKADA G 03Q Max	Bottom	-33.70	448.01	87.87
STORY5	T1-5	LEFKADA G 03Q Min	Top	-51.92	-160.77	-192.50
STORY5	T1-5	LEFKADA G 03Q Min	Bottom	-124.64	-330.98	-98.12
STORY5	T1-5	KORINTHOS G 03Q Max	Top	5.42	74.49	103.30
STORY5	T1-5	KORINTHOS G 03Q Max	Bottom	-63.69	165.90	46.74
STORY5	T1-5	KORINTHOS G 03Q Min	Top	-28.84	-91.73	-116.90
STORY5	T1-5	KORINTHOS G 03Q Min	Bottom	-108.74	-195.09	-36.81
STORY5	T1-5	AIGIO G 03Q Max	Top	7.35	95.38	100.62

<b>TABLE: Pier Forces</b>						
<b>Story</b>	<b>Pier</b>	<b>Load Case/Combo</b>	<b>Location</b>	<b>P</b>	<b>V2</b>	<b>M3</b>
				kN	kN	kN-m
STORY5	T1-5	AIGIO G 03Q Max	Bottom	-62.35	193.07	79.17
STORY5	T1-5	AIGIO G 03Q Min	Top	-30.21	-103.46	-123.11
STORY5	T1-5	AIGIO G 03Q Min	Bottom	-110.98	-217.07	-98.91
STORY5	T1-5	NORTH G 03Q Max	Top	36.04	199.68	222.35
STORY5	T1-5	NORTH G 03Q Max	Bottom	-38.23	402.43	106.92
STORY5	T1-5	NORTH G 03Q Min	Top	-48.43	-243.43	-312.49
STORY5	T1-5	NORTH G 03Q Min	Bottom	-148.98	-522.38	-62.41
STORY5	T1-5	KOBE G 03Q Max	Top	9.00	139.53	167.78
STORY5	T1-5	KOBE G 03Q Max	Bottom	-49.65	292.77	56.36
STORY5	T1-5	KOBE G 03Q Min	Top	-39.69	-115.22	-137.42
STORY5	T1-5	KOBE G 03Q Min	Bottom	-113.36	-239.92	-47.12
STORY4	T1-4	CHICHI G 03Q Max	Top	-45.32	173.54	-9.12
STORY4	T1-4	CHICHI G 03Q Max	Bottom	-24.55	219.59	101.68
STORY4	T1-4	CHICHI G 03Q Min	Top	-93.90	-174.78	-40.26
STORY4	T1-4	CHICHI G 03Q Min	Bottom	-96.41	-213.91	-182.10
STORY4	T1-4	THESS G 03Q Max	Top	-47.52	139.45	-11.89
STORY4	T1-4	THESS G 03Q Max	Bottom	-25.43	186.48	74.08
STORY4	T1-4	THESS G 03Q Min	Top	-92.82	-146.51	-38.15
STORY4	T1-4	THESS G 03Q Min	Bottom	-93.84	-189.77	-159.62
STORY4	T1-4	LEFKADA G 03Q Max	Top	25.94	600.71	31.28
STORY4	T1-4	LEFKADA G 03Q Max	Bottom	53.57	798.16	452.90
STORY4	T1-4	LEFKADA G 03Q Min	Top	-144.99	-469.46	-67.96
STORY4	T1-4	LEFKADA G 03Q Min	Bottom	-204.74	-618.71	-423.81
STORY4	T1-4	KORINTHOS G 03Q Max	Top	-29.64	242.09	-2.20
STORY4	T1-4	KORINTHOS G 03Q Max	Bottom	8.50	327.22	158.03
STORY4	T1-4	KORINTHOS G 03Q Min	Top	-115.12	-281.56	-50.72
STORY4	T1-4	KORINTHOS G 03Q Min	Bottom	-121.29	-370.74	-270.08
STORY4	T1-4	AIGIO G 03Q Max	Top	-28.37	269.44	0.16
STORY4	T1-4	AIGIO G 03Q Max	Bottom	13.70	353.75	181.05
STORY4	T1-4	AIGIO G 03Q Min	Top	-118.74	-314.53	-53.74
STORY4	T1-4	AIGIO G 03Q Min	Bottom	-122.32	-408.03	-296.83
STORY4	T1-4	NORTH G 03Q Max	Top	17.93	551.90	25.79
STORY4	T1-4	NORTH G 03Q Max	Bottom	124.01	725.15	411.31
STORY4	T1-4	NORTH G 03Q Min	Top	-191.31	-750.52	-94.09
STORY4	T1-4	NORTH G 03Q Min	Bottom	-193.01	-995.08	-653.74
STORY4	T1-4	KOBE G 03Q Max	Top	-3.57	412.01	13.20
STORY4	T1-4	KOBE G 03Q Max	Bottom	21.12	547.65	296.75
STORY4	T1-4	KOBE G 03Q Min	Top	-123.60	-338.36	-55.82

<b>TABLE: Pier Forces</b>						
<b>Story</b>	<b>Pier</b>	<b>Load Case/Combo</b>	<b>Location</b>	<b>P</b>	<b>V2</b>	<b>M3</b>
				kN	kN	kN-m
STORY4	T1-4	KOBE G 03Q Min	Bottom	-160.43	-443.77	-316.53
STORY3	T1-3	CHICHI G 03Q Max	Top	-112.08	182.26	108.62
STORY3	T1-3	CHICHI G 03Q Max	Bottom	-367.09	220.61	389.27
STORY3	T1-3	CHICHI G 03Q Min	Top	-116.83	-210.71	-112.34
STORY3	T1-3	CHICHI G 03Q Min	Bottom	-415.62	-277.99	-418.54
STORY3	T1-3	THESS G 03Q Max	Top	-112.46	187.24	85.33
STORY3	T1-3	THESS G 03Q Max	Bottom	-371.75	237.83	382.97
STORY3	T1-3	THESS G 03Q Min	Top	-116.40	-194.94	-91.02
STORY3	T1-3	THESS G 03Q Min	Bottom	-411.98	-248.97	-401.64
STORY3	T1-3	LEFKADA G 03Q Max	Top	-108.00	823.65	380.74
STORY3	T1-3	LEFKADA G 03Q Max	Bottom	-307.30	1056.53	1661.96
STORY3	T1-3	LEFKADA G 03Q Min	Top	-122.89	-645.47	-289.08
STORY3	T1-3	LEFKADA G 03Q Min	Bottom	-457.54	-826.58	-1317.00
STORY3	T1-3	KORINTHOS G 03Q Max	Top	-110.58	349.68	145.22
STORY3	T1-3	KORINTHOS G 03Q Max	Bottom	-357.40	454.09	700.45
STORY3	T1-3	KORINTHOS G 03Q Min	Top	-117.84	-390.11	-171.70
STORY3	T1-3	KORINTHOS G 03Q Min	Bottom	-430.91	-504.24	-791.24
STORY3	T1-3	AIGIO G 03Q Max	Top	-110.10	336.29	162.02
STORY3	T1-3	AIGIO G 03Q Max	Bottom	-353.33	425.66	697.65
STORY3	T1-3	AIGIO G 03Q Min	Top	-118.14	-411.36	-187.70
STORY3	T1-3	AIGIO G 03Q Min	Bottom	-434.95	-551.29	-822.13
STORY3	T1-3	NORTH G 03Q Max	Top	-104.13	743.03	343.09
STORY3	T1-3	NORTH G 03Q Max	Bottom	-313.54	951.77	1514.45
STORY3	T1-3	NORTH G 03Q Min	Top	-122.04	-1048.26	-458.09
STORY3	T1-3	NORTH G 03Q Min	Bottom	-497.19	-1350.91	-2124.89
STORY3	T1-3	KOBE G 03Q Max	Top	-109.82	562.78	253.13
STORY3	T1-3	KOBE G 03Q Max	Bottom	-333.43	719.01	1149.84
STORY3	T1-3	KOBE G 03Q Min	Top	-120.17	-458.58	-209.29
STORY3	T1-3	KOBE G 03Q Min	Bottom	-439.06	-585.74	-939.95
STORY2	T1-2	CHICHI G 03Q Max	Top	-372.07	240.56	388.78
STORY2	T1-2	CHICHI G 03Q Max	Bottom	-471.53	284.97	616.84
STORY2	T1-2	CHICHI G 03Q Min	Top	-408.02	-297.14	-421.46
STORY2	T1-2	CHICHI G 03Q Min	Bottom	-507.22	-347.79	-805.83
STORY2	T1-2	THESS G 03Q Max	Top	-375.52	241.72	384.62
STORY2	T1-2	THESS G 03Q Max	Bottom	-474.80	280.21	674.55
STORY2	T1-2	THESS G 03Q Min	Top	-405.35	-246.87	-402.57
STORY2	T1-2	THESS G 03Q Min	Bottom	-504.57	-283.29	-708.52
STORY2	T1-2	LEFKADA G 03Q Max	Top	-327.78	1058.88	1666.74

TABLE: Pier Forces						
Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P	V2	M3
				kN	kN	kN-m
STORY2	T1-2	LEFKADA G 03Q Max	Bottom	-422.01	1223.08	2962.65
STORY2	T1-2	LEFKADA G 03Q Min	Top	-439.16	-825.20	-1321.40
STORY2	T1-2	LEFKADA G 03Q Min	Bottom	-538.33	-950.64	-2341.41
STORY2	T1-2	KORINTHOS G 03Q Max	Top	-364.90	470.27	705.49
STORY2	T1-2	KORINTHOS G 03Q Max	Bottom	-464.39	547.55	1298.06
STORY2	T1-2	KORINTHOS G 03Q Min	Top	-419.38	-515.10	-794.97
STORY2	T1-2	KORINTHOS G 03Q Min	Bottom	-518.44	-596.60	-1442.82
STORY2	T1-2	AIGIO G 03Q Max	Top	-361.86	437.58	698.74
STORY2	T1-2	AIGIO G 03Q Max	Bottom	-461.14	505.36	1218.21
STORY2	T1-2	AIGIO G 03Q Min	Top	-422.27	-605.75	-826.54
STORY2	T1-2	AIGIO G 03Q Min	Bottom	-521.19	-711.05	-1600.03
STORY2	T1-2	NORTH G 03Q Max	Top	-332.32	954.39	1521.89
STORY2	T1-2	NORTH G 03Q Max	Bottom	-431.29	1100.85	2703.75
STORY2	T1-2	NORTH G 03Q Min	Top	-468.57	-1368.05	-2135.03
STORY2	T1-2	NORTH G 03Q Min	Bottom	-567.28	-1581.41	-3847.77
STORY2	T1-2	KOBE G 03Q Max	Top	-347.11	714.00	1154.64
STORY2	T1-2	KOBE G 03Q Max	Bottom	-446.48	820.68	2033.57
STORY2	T1-2	KOBE G 03Q Min	Top	-425.46	-585.77	-942.67
STORY2	T1-2	KOBE G 03Q Min	Bottom	-524.67	-678.38	-1658.88
STORY1	T1-1	CHICHI G 03Q Max	Top	-478.67	301.17	568.73
STORY1	T1-1	CHICHI G 03Q Max	Bottom	-537.64	334.37	873.20
STORY1	T1-1	CHICHI G 03Q Min	Top	-510.59	-362.64	-736.19
STORY1	T1-1	CHICHI G 03Q Min	Bottom	-568.64	-398.13	-1112.60
STORY1	T1-1	THESS G 03Q Max	Top	-481.42	282.45	621.27
STORY1	T1-1	THESS G 03Q Max	Bottom	-539.92	312.93	905.07
STORY1	T1-1	THESS G 03Q Min	Top	-508.42	-280.46	-650.30
STORY1	T1-1	THESS G 03Q Min	Bottom	-566.98	-304.51	-933.89
STORY1	T1-1	LEFKADA G 03Q Max	Top	-433.45	1258.21	2723.03
STORY1	T1-1	LEFKADA G 03Q Max	Bottom	-495.78	1384.90	3962.65
STORY1	T1-1	LEFKADA G 03Q Min	Top	-539.09	-940.46	-2152.03
STORY1	T1-1	LEFKADA G 03Q Min	Bottom	-597.83	-1024.13	-3090.90
STORY1	T1-1	KORINTHOS G 03Q Max	Top	-471.88	555.07	1192.42
STORY1	T1-1	KORINTHOS G 03Q Max	Bottom	-529.63	609.79	1761.82
STORY1	T1-1	KORINTHOS G 03Q Min	Top	-521.06	-603.41	-1323.16
STORY1	T1-1	KORINTHOS G 03Q Min	Bottom	-580.09	-659.92	-1940.36
STORY1	T1-1	AIGIO G 03Q Max	Top	-469.13	502.39	1120.85
STORY1	T1-1	AIGIO G 03Q Max	Bottom	-528.08	567.67	1622.67
STORY1	T1-1	AIGIO G 03Q Min	Top	-523.44	-736.62	-1461.33

TABLE: Pier Forces						
Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P	V2	M3
				kN	kN	kN-m
STORY1	T1-1	AIGIO G 03Q Min	Bottom	-582.88	-807.61	-2228.08
STORY1	T1-1	NORTH G 03Q Max	Top	-442.06	1092.20	2487.21
STORY1	T1-1	NORTH G 03Q Max	Bottom	-501.00	1194.25	3595.46
STORY1	T1-1	NORTH G 03Q Min	Top	-565.48	-1583.92	-3533.13
STORY1	T1-1	NORTH G 03Q Min	Bottom	-625.07	-1730.53	-5147.77
STORY1	T1-1	KOBE G 03Q Max	Top	-455.69	802.17	1872.38
STORY1	T1-1	KOBE G 03Q Max	Bottom	-513.88	874.75	2681.84
STORY1	T1-1	KOBE G 03Q Min	Top	-526.67	-684.27	-1524.80
STORY1	T1-1	KOBE G 03Q Min	Bottom	-585.23	-747.55	-2202.67

Πίνακας A-10 Εντατικά μεγέθη τοιχωμάτων διάταξης STAG\_STORY5.

TABLE: Pier Forces						
Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P	V2	M3
				kN	kN	kN-m
STORY5	T1-5	CHICHI G 03Q Max	Top	-25.70	83.84	18.70
STORY5	T1-5	CHICHI G 03Q Max	Bottom	0.24	120.91	54.46
STORY5	T1-5	CHICHI G 03Q Min	Top	-68.87	-71.24	-28.00
STORY5	T1-5	CHICHI G 03Q Min	Bottom	-54.81	-106.25	-73.14
STORY5	T1-5	THESS G 03Q Max	Top	-24.10	60.94	20.73
STORY5	T1-5	THESS G 03Q Max	Bottom	1.73	105.63	34.11
STORY5	T1-5	THESS G 03Q Min	Top	-70.23	-63.97	-29.40
STORY5	T1-5	THESS G 03Q Min	Bottom	-57.76	-103.32	-66.48
STORY5	T1-5	LEFKADA G 03Q Max	Top	49.10	267.55	100.08
STORY5	T1-5	LEFKADA G 03Q Max	Bottom	67.76	448.30	200.94
STORY5	T1-5	LEFKADA G 03Q Min	Top	-121.69	-206.92	-85.23
STORY5	T1-5	LEFKADA G 03Q Min	Bottom	-151.82	-340.84	-182.23
STORY5	T1-5	KORINTHOS G 03Q Max	Top	-8.73	98.76	37.55
STORY5	T1-5	KORINTHOS G 03Q Max	Bottom	28.61	171.30	64.36
STORY5	T1-5	KORINTHOS G 03Q Min	Top	-90.94	-120.05	-51.95
STORY5	T1-5	KORINTHOS G 03Q Min	Bottom	-77.91	-195.86	-111.27
STORY5	T1-5	AIGIO G 03Q Max	Top	-6.12	122.30	40.05
STORY5	T1-5	AIGIO G 03Q Max	Bottom	35.51	195.63	86.39
STORY5	T1-5	AIGIO G 03Q Min	Top	-97.06	-144.78	-58.31
STORY5	T1-5	AIGIO G 03Q Min	Bottom	-80.33	-234.74	-132.98



TABLE: Pier Forces						
Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P	V2	M3
				kN	kN	kN-m
STORY5	T1-5	NORTH G 03Q Max	Top	38.71	243.42	88.66
STORY5	T1-5	NORTH G 03Q Max	Bottom	123.50	404.66	182.83
STORY5	T1-5	NORTH G 03Q Min	Top	-164.37	-315.28	-131.82
STORY5	T1-5	NORTH G 03Q Min	Bottom	-137.67	-525.37	-268.29
STORY5	T1-5	KOBE G 03Q Max	Top	18.99	180.78	67.48
STORY5	T1-5	KOBE G 03Q Max	Bottom	39.19	304.65	131.13
STORY5	T1-5	KOBE G 03Q Min	Top	-99.14	-140.46	-60.89
STORY5	T1-5	KOBE G 03Q Min	Bottom	-113.06	-232.03	-128.33
STORY4	T1-4	CHICHI G 03Q Max	Top	-46.41	119.19	39.85
STORY4	T1-4	CHICHI G 03Q Max	Bottom	-260.63	173.75	176.19
STORY4	T1-4	CHICHI G 03Q Min	Top	-53.88	-118.70	-51.42
STORY4	T1-4	CHICHI G 03Q Min	Bottom	-287.06	-182.15	-167.46
STORY4	T1-4	THESS G 03Q Max	Top	-46.59	127.96	45.20
STORY4	T1-4	THESS G 03Q Max	Bottom	-262.60	190.29	185.48
STORY4	T1-4	THESS G 03Q Min	Top	-53.19	-129.45	-51.55
STORY4	T1-4	THESS G 03Q Min	Bottom	-286.66	-196.55	-183.33
STORY4	T1-4	LEFKADA G 03Q Max	Top	-39.13	587.53	193.76
STORY4	T1-4	LEFKADA G 03Q Max	Bottom	-222.43	851.95	869.42
STORY4	T1-4	LEFKADA G 03Q Min	Top	-64.03	-420.53	-156.06
STORY4	T1-4	LEFKADA G 03Q Min	Bottom	-314.16	-628.83	-601.94
STORY4	T1-4	KORINTHOS G 03Q Max	Top	-43.59	215.01	80.78
STORY4	T1-4	KORINTHOS G 03Q Max	Bottom	-255.05	324.39	310.66
STORY4	T1-4	KORINTHOS G 03Q Min	Top	-55.26	-238.93	-96.84
STORY4	T1-4	KORINTHOS G 03Q Min	Bottom	-297.23	-364.95	-338.12
STORY4	T1-4	AIGIO G 03Q Max	Top	-42.52	223.99	76.21
STORY4	T1-4	AIGIO G 03Q Max	Bottom	-252.09	328.39	334.40
STORY4	T1-4	AIGIO G 03Q Min	Top	-56.08	-282.67	-102.35
STORY4	T1-4	AIGIO G 03Q Min	Bottom	-302.17	-415.91	-402.18
STORY4	T1-4	NORTH G 03Q Max	Top	-33.20	492.05	166.80
STORY4	T1-4	NORTH G 03Q Max	Bottom	-227.90	720.90	713.99
STORY4	T1-4	NORTH G 03Q Min	Top	-62.51	-649.49	-252.44
STORY4	T1-4	NORTH G 03Q Min	Bottom	-335.13	-983.27	-925.60
STORY4	T1-4	KOBE G 03Q Max	Top	-42.57	372.49	133.69
STORY4	T1-4	KOBE G 03Q Max	Bottom	-239.58	553.26	537.79
STORY4	T1-4	KOBE G 03Q Min	Top	-59.44	-294.82	-113.93
STORY4	T1-4	KOBE G 03Q Min	Bottom	-301.54	-445.97	-422.41
STORY3	T1-3	CHICHI G 03Q Max	Top	-269.92	194.94	237.43
STORY3	T1-3	CHICHI G 03Q Max	Bottom	-390.95	230.89	499.04

<b>TABLE: Pier Forces</b>						
<b>Story</b>	<b>Pier</b>	<b>Load Case/Combo</b>	<b>Location</b>	<b>P</b>	<b>V2</b>	<b>M3</b>
				kN	kN	kN-m
STORY3	T1-3	CHICHI G 03Q Min	Top	-284.87	-213.34	-237.79
STORY3	T1-3	CHICHI G 03Q Min	Bottom	-411.94	-259.30	-540.31
STORY3	T1-3	THESS G 03Q Max	Top	-270.67	216.65	257.29
STORY3	T1-3	THESS G 03Q Max	Bottom	-392.07	258.75	557.53
STORY3	T1-3	THESS G 03Q Min	Top	-284.81	-221.92	-259.29
STORY3	T1-3	THESS G 03Q Min	Bottom	-411.72	-264.40	-569.67
STORY3	T1-3	LEFKADA G 03Q Max	Top	-245.93	919.06	1160.28
STORY3	T1-3	LEFKADA G 03Q Max	Bottom	-357.33	1060.97	2408.24
STORY3	T1-3	LEFKADA G 03Q Min	Top	-300.98	-702.30	-838.79
STORY3	T1-3	LEFKADA G 03Q Min	Bottom	-434.32	-832.77	-1813.60
STORY3	T1-3	KORINTHOS G 03Q Max	Top	-266.19	373.64	435.50
STORY3	T1-3	KORINTHOS G 03Q Max	Bottom	-385.92	448.29	956.59
STORY3	T1-3	KORINTHOS G 03Q Min	Top	-290.96	-420.28	-482.23
STORY3	T1-3	KORINTHOS G 03Q Min	Bottom	-420.09	-505.44	-1072.49
STORY3	T1-3	AIGIO G 03Q Max	Top	-264.58	363.20	442.92
STORY3	T1-3	AIGIO G 03Q Max	Bottom	-383.74	430.30	943.32
STORY3	T1-3	AIGIO G 03Q Min	Top	-293.97	-448.46	-555.73
STORY3	T1-3	AIGIO G 03Q Min	Bottom	-424.44	-534.27	-1173.34
STORY3	T1-3	NORTH G 03Q Max	Top	-250.35	789.54	973.57
STORY3	T1-3	NORTH G 03Q Max	Bottom	-363.04	924.85	2056.86
STORY3	T1-3	NORTH G 03Q Min	Top	-313.27	-1122.92	-1307.27
STORY3	T1-3	NORTH G 03Q Min	Bottom	-451.13	-1345.19	-2876.80
STORY3	T1-3	KOBE G 03Q Max	Top	-257.16	622.41	744.14
STORY3	T1-3	KOBE G 03Q Max	Bottom	-373.10	739.20	1603.91
STORY3	T1-3	KOBE G 03Q Min	Top	-293.59	-505.83	-592.82
STORY3	T1-3	KOBE G 03Q Min	Bottom	-424.00	-602.13	-1298.47
STORY2	T1-2	CHICHI G 03Q Max	Top	-390.78	237.18	493.75
STORY2	T1-2	CHICHI G 03Q Max	Bottom	-483.18	278.97	744.38
STORY2	T1-2	CHICHI G 03Q Min	Top	-406.59	-273.00	-536.56
STORY2	T1-2	CHICHI G 03Q Min	Bottom	-501.99	-321.12	-872.59
STORY2	T1-2	THESS G 03Q Max	Top	-391.15	259.11	553.36
STORY2	T1-2	THESS G 03Q Max	Bottom	-484.32	301.15	856.77
STORY2	T1-2	THESS G 03Q Min	Top	-406.62	-264.64	-564.08
STORY2	T1-2	THESS G 03Q Min	Bottom	-501.64	-305.89	-876.67
STORY2	T1-2	LEFKADA G 03Q Max	Top	-363.76	1087.80	2375.08
STORY2	T1-2	LEFKADA G 03Q Max	Bottom	-448.08	1271.41	3543.44
STORY2	T1-2	LEFKADA G 03Q Min	Top	-424.41	-818.72	-1796.06
STORY2	T1-2	LEFKADA G 03Q Min	Bottom	-521.54	-943.13	-2752.45

TABLE: Pier Forces						
Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P	V2	M3
				kN	kN	kN-m
STORY2	T1-2	KORINTHOS G 03Q Max	Top	-386.25	453.94	949.41
STORY2	T1-2	KORINTHOS G 03Q Max	Bottom	-479.07	529.57	1487.71
STORY2	T1-2	KORINTHOS G 03Q Min	Top	-413.15	-516.62	-1063.82
STORY2	T1-2	KORINTHOS G 03Q Min	Bottom	-508.93	-602.31	-1685.09
STORY2	T1-2	AIGIO G 03Q Max	Top	-384.74	425.01	935.50
STORY2	T1-2	AIGIO G 03Q Max	Bottom	-476.92	490.36	1426.96
STORY2	T1-2	AIGIO G 03Q Min	Top	-416.58	-564.39	-1162.00
STORY2	T1-2	AIGIO G 03Q Min	Bottom	-512.51	-663.65	-1796.26
STORY2	T1-2	NORTH G 03Q Max	Top	-368.34	909.85	2034.73
STORY2	T1-2	NORTH G 03Q Max	Bottom	-458.20	1050.04	3030.17
STORY2	T1-2	NORTH G 03Q Min	Top	-437.67	-1360.27	-2853.14
STORY2	T1-2	NORTH G 03Q Min	Bottom	-536.10	-1581.96	-4473.01
STORY2	T1-2	KOBE G 03Q Max	Top	-376.22	727.79	1589.22
STORY2	T1-2	KOBE G 03Q Max	Bottom	-467.51	839.56	2436.14
STORY2	T1-2	KOBE G 03Q Min	Top	-416.33	-597.56	-1285.94
STORY2	T1-2	KOBE G 03Q Min	Bottom	-512.47	-689.32	-1989.22
STORY1	T1-1	CHICHI G 03Q Max	Top	-489.36	301.68	689.85
STORY1	T1-1	CHICHI G 03Q Max	Bottom	-547.52	336.28	958.48
STORY1	T1-1	CHICHI G 03Q Min	Top	-506.67	-337.60	-800.92
STORY1	T1-1	CHICHI G 03Q Min	Bottom	-564.71	-371.29	-1142.77
STORY1	T1-1	THESS G 03Q Max	Top	-489.90	298.77	792.12
STORY1	T1-1	THESS G 03Q Max	Bottom	-548.12	327.88	1086.60
STORY1	T1-1	THESS G 03Q Min	Top	-506.57	-304.77	-807.33
STORY1	T1-1	THESS G 03Q Min	Bottom	-564.82	-331.29	-1107.92
STORY1	T1-1	LEFKADA G 03Q Max	Top	-455.30	1311.47	3270.48
STORY1	T1-1	LEFKADA G 03Q Max	Bottom	-520.66	1443.23	4486.95
STORY1	T1-1	LEFKADA G 03Q Min	Top	-525.65	-924.18	-2540.31
STORY1	T1-1	LEFKADA G 03Q Min	Bottom	-583.59	-1005.01	-3444.65
STORY1	T1-1	KORINTHOS G 03Q Max	Top	-484.72	534.49	1373.08
STORY1	T1-1	KORINTHOS G 03Q Max	Bottom	-542.75	587.09	1902.89
STORY1	T1-1	KORINTHOS G 03Q Min	Top	-513.61	-613.50	-1551.00
STORY1	T1-1	KORINTHOS G 03Q Min	Bottom	-572.37	-671.49	-2163.54
STORY1	T1-1	AIGIO G 03Q Max	Top	-482.92	475.58	1319.91
STORY1	T1-1	AIGIO G 03Q Max	Bottom	-541.13	528.55	1783.40
STORY1	T1-1	AIGIO G 03Q Min	Top	-516.88	-688.68	-1650.91
STORY1	T1-1	AIGIO G 03Q Min	Bottom	-574.96	-756.58	-2346.33
STORY1	T1-1	NORTH G 03Q Max	Top	-465.02	1048.24	2801.09
STORY1	T1-1	NORTH G 03Q Max	Bottom	-525.07	1147.78	3804.07

TABLE: Pier Forces						
Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P	V2	M3
				kN	kN	kN-m
STORY1	T1-1	NORTH G 03Q Min	Top	-539.88	-1594.32	-4122.46
STORY1	T1-1	NORTH G 03Q Min	Bottom	-598.82	-1744.29	-5705.55
STORY1	T1-1	KOBE G 03Q Max	Top	-473.76	820.01	2251.24
STORY1	T1-1	KOBE G 03Q Max	Bottom	-532.44	894.16	3053.12
STORY1	T1-1	KOBE G 03Q Min	Top	-517.03	-678.71	-1834.46
STORY1	T1-1	KOBE G 03Q Min	Bottom	-575.11	-738.09	-2501.30

Πίνακας A-11 Εντατικά μεγέθη τοιχωμάτων διάταξης STAG\_WITH1.

TABLE: Pier Forces						
Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P	V2	M3
				kN	kN	kN-m
STORY5	T1-5	CHICHI G 03Q Max	Top	2.12	108.76	16.32
STORY5	T1-5	CHICHI G 03Q Max	Bottom	-30.90	152.37	84.46
STORY5	T1-5	CHICHI G 03Q Min	Top	-41.04	-105.26	-27.56
STORY5	T1-5	CHICHI G 03Q Min	Bottom	-85.99	-155.22	-100.04
STORY5	T1-5	THESS G 03Q Max	Top	-0.72	70.73	10.33
STORY5	T1-5	THESS G 03Q Max	Bottom	-40.91	106.92	52.19
STORY5	T1-5	THESS G 03Q Min	Top	-33.13	-53.75	-18.74
STORY5	T1-5	THESS G 03Q Min	Bottom	-80.99	-85.98	-59.40
STORY5	T1-5	LEFKADA G 03Q Max	Top	18.98	174.96	31.90
STORY5	T1-5	LEFKADA G 03Q Max	Bottom	5.32	259.89	145.17
STORY5	T1-5	LEFKADA G 03Q Min	Top	-71.00	-191.81	-53.00
STORY5	T1-5	LEFKADA G 03Q Min	Bottom	-105.70	-300.53	-180.58
STORY5	T1-5	KORINTHOS G 03Q Max	Top	1.39	77.57	12.60
STORY5	T1-5	KORINTHOS G 03Q Max	Bottom	-28.43	117.21	56.23
STORY5	T1-5	KORINTHOS G 03Q Min	Top	-43.09	-82.31	-27.34
STORY5	T1-5	KORINTHOS G 03Q Min	Bottom	-83.73	-132.20	-83.41
STORY5	T1-5	AIGIO G 03Q Max	Top	14.95	211.52	31.95
STORY5	T1-5	AIGIO G 03Q Max	Bottom	-19.93	294.56	169.01
STORY5	T1-5	AIGIO G 03Q Min	Top	-49.46	-131.19	-34.00
STORY5	T1-5	AIGIO G 03Q Min	Bottom	-108.57	-195.65	-128.60
STORY5	T1-5	NORTH G 03Q Max	Top	40.47	230.11	47.82
STORY5	T1-5	NORTH G 03Q Max	Bottom	40.93	353.50	193.77
STORY5	T1-5	NORTH G 03Q Min	Top	-98.56	-286.96	-76.18
STORY5	T1-5	NORTH G 03Q Min	Bottom	-131.42	-451.97	-266.94
STORY5	T1-5	KOBE G 03Q Max	Top	26.41	172.20	34.41

TABLE: Pier Forces						
Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P	V2	M3
				kN	kN	kN-m
STORY5	T1-5	KOBE G 03Q Max	Bottom	4.32	264.94	143.16
STORY5	T1-5	KOBE G 03Q Min	Top	-69.60	-188.63	-51.18
STORY5	T1-5	KOBE G 03Q Min	Bottom	-114.73	-295.42	-179.07
STORY4	T1-4	CHICHI G 03Q Max	Top	-13.86	181.12	57.48
STORY4	T1-4	CHICHI G 03Q Max	Bottom	-89.18	226.20	136.80
STORY4	T1-4	CHICHI G 03Q Min	Top	-144.35	-190.57	-92.37
STORY4	T1-4	CHICHI G 03Q Min	Bottom	-119.79	-242.10	-144.33
STORY4	T1-4	THESS G 03Q Max	Top	-43.65	152.69	16.14
STORY4	T1-4	THESS G 03Q Max	Bottom	-100.24	195.11	116.68
STORY4	T1-4	THESS G 03Q Min	Top	-126.65	-128.54	-58.41
STORY4	T1-4	THESS G 03Q Min	Bottom	-107.87	-161.69	-96.50
STORY4	T1-4	LEFKADA G 03Q Max	Top	50.42	345.29	98.04
STORY4	T1-4	LEFKADA G 03Q Max	Bottom	-70.78	424.05	250.66
STORY4	T1-4	LEFKADA G 03Q Min	Top	-191.62	-442.45	-127.15
STORY4	T1-4	LEFKADA G 03Q Min	Bottom	-119.70	-563.96	-335.74
STORY4	T1-4	KORINTHOS G 03Q Max	Top	-22.50	167.09	31.66
STORY4	T1-4	KORINTHOS G 03Q Max	Bottom	-96.51	214.49	128.38
STORY4	T1-4	KORINTHOS G 03Q Min	Top	-131.81	-203.12	-63.37
STORY4	T1-4	KORINTHOS G 03Q Min	Bottom	-110.22	-260.58	-155.77
STORY4	T1-4	AIGIO G 03Q Max	Top	4.00	308.41	71.09
STORY4	T1-4	AIGIO G 03Q Max	Bottom	-58.59	367.04	224.57
STORY4	T1-4	AIGIO G 03Q Min	Top	-206.08	-264.06	-166.73
STORY4	T1-4	AIGIO G 03Q Min	Bottom	-135.68	-335.88	-200.45
STORY4	T1-4	NORTH G 03Q Max	Top	115.40	509.42	152.49
STORY4	T1-4	NORTH G 03Q Max	Bottom	-94.89	647.58	387.28
STORY4	T1-4	NORTH G 03Q Min	Top	-233.10	-678.99	-154.76
STORY4	T1-4	NORTH G 03Q Min	Bottom	-119.42	-867.60	-519.03
STORY4	T1-4	KOBE G 03Q Max	Top	47.03	385.94	96.89
STORY4	T1-4	KOBE G 03Q Max	Bottom	-96.33	492.21	294.38
STORY4	T1-4	KOBE G 03Q Min	Top	-194.78	-435.43	-118.57
STORY4	T1-4	KOBE G 03Q Min	Bottom	-112.79	-554.77	-331.64
STORY3	T1-3	CHICHI G 03Q Max	Top	-58.33	255.44	70.27
STORY3	T1-3	CHICHI G 03Q Max	Bottom	-115.82	307.99	254.97
STORY3	T1-3	CHICHI G 03Q Min	Top	-223.99	-275.92	-21.23
STORY3	T1-3	CHICHI G 03Q Min	Bottom	-211.74	-330.90	-280.42
STORY3	T1-3	THESS G 03Q Max	Top	-68.34	216.77	38.23
STORY3	T1-3	THESS G 03Q Max	Bottom	-128.73	257.95	214.75
STORY3	T1-3	THESS G 03Q Min	Top	-195.55	-176.21	11.61

<b>TABLE: Pier Forces</b>						
<b>Story</b>	<b>Pier</b>	<b>Load Case/Combo</b>	<b>Location</b>	<b>P</b>	<b>V2</b>	<b>M3</b>
				kN	kN	kN-m
STORY3	T1-3	THESS G 03Q Min	Bottom	-192.32	-207.80	-179.63
STORY3	T1-3	LEFKADA G 03Q Max	Top	14.59	442.11	69.96
STORY3	T1-3	LEFKADA G 03Q Max	Bottom	-79.32	554.47	449.12
STORY3	T1-3	LEFKADA G 03Q Min	Top	-338.41	-639.73	-51.37
STORY3	T1-3	LEFKADA G 03Q Min	Bottom	-262.11	-772.46	-648.61
STORY3	T1-3	KORINTHOS G 03Q Max	Top	-61.72	244.37	40.09
STORY3	T1-3	KORINTHOS G 03Q Max	Bottom	-126.40	292.97	243.60
STORY3	T1-3	KORINTHOS G 03Q Min	Top	-230.33	-301.00	6.00
STORY3	T1-3	KORINTHOS G 03Q Min	Bottom	-206.33	-361.78	-305.81
STORY3	T1-3	AIGIO G 03Q Max	Top	-6.55	441.58	117.91
STORY3	T1-3	AIGIO G 03Q Max	Bottom	-78.22	528.45	413.50
STORY3	T1-3	AIGIO G 03Q Min	Top	-257.47	-375.97	-85.46
STORY3	T1-3	AIGIO G 03Q Min	Bottom	-225.73	-446.42	-380.75
STORY3	T1-3	NORTH G 03Q Max	Top	92.71	718.15	74.97
STORY3	T1-3	NORTH G 03Q Max	Bottom	-48.05	854.64	719.10
STORY3	T1-3	NORTH G 03Q Min	Top	-446.63	-977.77	-11.17
STORY3	T1-3	NORTH G 03Q Min	Bottom	-312.09	-1164.24	-982.79
STORY3	T1-3	KOBE G 03Q Max	Top	37.50	547.40	50.80
STORY3	T1-3	KOBE G 03Q Max	Bottom	-76.57	649.92	546.06
STORY3	T1-3	KOBE G 03Q Min	Top	-335.26	-623.22	-3.70
STORY3	T1-3	KOBE G 03Q Min	Bottom	-260.61	-740.65	-628.86
STORY2	T1-2	CHICHI G 03Q Max	Top	-26.14	315.22	2.19
STORY2	T1-2	CHICHI G 03Q Max	Bottom	-85.12	384.10	289.72
STORY2	T1-2	CHICHI G 03Q Min	Top	-269.65	-339.10	-53.68
STORY2	T1-2	CHICHI G 03Q Min	Bottom	-239.28	-404.71	-308.65
STORY2	T1-2	THESS G 03Q Max	Top	-69.16	244.86	-8.93
STORY2	T1-2	THESS G 03Q Max	Bottom	-109.71	288.64	222.72
STORY2	T1-2	THESS G 03Q Min	Top	-248.94	-215.64	-43.92
STORY2	T1-2	THESS G 03Q Min	Bottom	-225.16	-257.89	-196.35
STORY2	T1-2	LEFKADA G 03Q Max	Top	140.53	588.64	48.60
STORY2	T1-2	LEFKADA G 03Q Max	Bottom	20.40	723.21	520.78
STORY2	T1-2	LEFKADA G 03Q Min	Top	-352.77	-787.42	-108.21
STORY2	T1-2	LEFKADA G 03Q Min	Bottom	-296.22	-941.81	-709.86
STORY2	T1-2	KORINTHOS G 03Q Max	Top	-14.80	299.23	5.85
STORY2	T1-2	KORINTHOS G 03Q Max	Bottom	-79.28	362.67	271.63
STORY2	T1-2	KORINTHOS G 03Q Min	Top	-261.04	-372.99	-55.59
STORY2	T1-2	KORINTHOS G 03Q Min	Bottom	-231.61	-446.30	-338.92
STORY2	T1-2	AIGIO G 03Q Max	Top	20.79	514.22	26.94

<b>TABLE: Pier Forces</b>						
<b>Story</b>	<b>Pier</b>	<b>Load Case/Combo</b>	<b>Location</b>	<b>P</b>	<b>V2</b>	<b>M3</b>
				kN	kN	kN-m
STORY2	T1-2	AIGIO G 03Q Max	Bottom	-54.06	598.90	453.51
STORY2	T1-2	AIGIO G 03Q Min	Top	-331.08	-487.25	-110.77
STORY2	T1-2	AIGIO G 03Q Min	Bottom	-280.22	-593.01	-442.78
STORY2	T1-2	NORTH G 03Q Max	Top	292.07	851.51	58.98
STORY2	T1-2	NORTH G 03Q Max	Bottom	116.26	1015.28	774.71
STORY2	T1-2	NORTH G 03Q Min	Top	-478.63	-1146.66	-93.82
STORY2	T1-2	NORTH G 03Q Min	Bottom	-372.71	-1355.50	-1042.42
STORY2	T1-2	KOBE G 03Q Max	Top	132.88	622.57	26.29
STORY2	T1-2	KOBE G 03Q Max	Bottom	16.91	732.17	565.36
STORY2	T1-2	KOBE G 03Q Min	Top	-399.28	-726.64	-69.93
STORY2	T1-2	KOBE G 03Q Min	Bottom	-321.20	-856.53	-659.22
STORY1	T1-1	CHICHI G 03Q Max	Top	-35.78	373.99	94.52
STORY1	T1-1	CHICHI G 03Q Max	Bottom	-214.28	438.53	569.39
STORY1	T1-1	CHICHI G 03Q Min	Top	-319.83	-396.60	-33.61
STORY1	T1-1	CHICHI G 03Q Min	Bottom	-841.65	-457.02	-564.79
STORY1	T1-1	THESS G 03Q Max	Top	-59.79	264.56	44.33
STORY1	T1-1	THESS G 03Q Max	Bottom	-266.84	306.11	462.42
STORY1	T1-1	THESS G 03Q Min	Top	-264.79	-255.05	5.71
STORY1	T1-1	THESS G 03Q Min	Bottom	-719.92	-293.74	-341.63
STORY1	T1-1	LEFKADA G 03Q Max	Top	67.70	745.82	95.36
STORY1	T1-1	LEFKADA G 03Q Max	Bottom	12.55	881.09	1069.21
STORY1	T1-1	LEFKADA G 03Q Min	Top	-513.21	-921.00	-67.04
STORY1	T1-1	LEFKADA G 03Q Min	Bottom	-1267.94	-1065.85	-1358.15
STORY1	T1-1	KORINTHOS G 03Q Max	Top	-41.44	360.32	56.24
STORY1	T1-1	KORINTHOS G 03Q Max	Bottom	-226.97	423.59	569.47
STORY1	T1-1	KORINTHOS G 03Q Min	Top	-333.77	-439.72	-7.80
STORY1	T1-1	KORINTHOS G 03Q Min	Bottom	-872.29	-507.78	-625.53
STORY1	T1-1	AIGIO G 03Q Max	Top	52.69	547.00	118.13
STORY1	T1-1	AIGIO G 03Q Max	Bottom	-20.60	660.88	760.74
STORY1	T1-1	AIGIO G 03Q Min	Top	-375.30	-592.89	-102.88
STORY1	T1-1	AIGIO G 03Q Min	Bottom	-962.55	-690.00	-788.96
STORY1	T1-1	NORTH G 03Q Max	Top	206.25	974.11	80.96
STORY1	T1-1	NORTH G 03Q Max	Bottom	320.69	1129.37	1537.69
STORY1	T1-1	NORTH G 03Q Min	Top	-683.77	-1277.43	-20.34
STORY1	T1-1	NORTH G 03Q Min	Bottom	-1646.45	-1466.41	-1965.63
STORY1	T1-1	KOBE G 03Q Max	Top	110.89	671.18	71.76
STORY1	T1-1	KOBE G 03Q Max	Bottom	110.64	770.76	1115.10
STORY1	T1-1	KOBE G 03Q Min	Top	-496.64	-801.75	-20.48



TABLE: Pier Forces						
Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P	V2	M3
				kN	kN	kN-m
STORY1	T1-1	KOBE G 03Q Min	Bottom	-1232.83	-917.58	-1229.86

Πίνακας A-12 Εντατικά μεγέθη τοιχωμάτων διάταξης STAG\_WITH2.

TABLE: Pier Forces						
Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P	V2	M3
				kN	kN	kN-m
STORY5	T1-5	CHICHI G 03Q Max	Top	-13.84	97.53	20.07
STORY5	T1-5	CHICHI G 03Q Max	Bottom	-8.85	138.98	122.45
STORY5	T1-5	CHICHI G 03Q Min	Top	-62.86	-59.77	-33.46
STORY5	T1-5	CHICHI G 03Q Min	Bottom	-60.96	-108.56	-29.40
STORY5	T1-5	THESS G 03Q Max	Top	-5.90	82.01	28.46
STORY5	T1-5	THESS G 03Q Max	Bottom	-0.67	127.91	103.95
STORY5	T1-5	THESS G 03Q Min	Top	-69.38	-70.40	-42.62
STORY5	T1-5	THESS G 03Q Min	Bottom	-69.90	-130.72	-37.48
STORY5	T1-5	LEFKADA G 03Q Max	Top	49.23	276.77	105.96
STORY5	T1-5	LEFKADA G 03Q Max	Bottom	74.94	447.46	290.82
STORY5	T1-5	LEFKADA G 03Q Min	Top	-139.43	-230.04	-103.32
STORY5	T1-5	LEFKADA G 03Q Min	Bottom	-128.83	-392.64	-192.60
STORY5	T1-5	KORINTHOS G 03Q Max	Top	37.61	166.90	63.22
STORY5	T1-5	KORINTHOS G 03Q Max	Bottom	33.19	269.29	182.97
STORY5	T1-5	KORINTHOS G 03Q Min	Top	-100.80	-172.90	-91.36
STORY5	T1-5	KORINTHOS G 03Q Min	Bottom	-117.39	-306.63	-131.63
STORY5	T1-5	AIGIO G 03Q Max	Top	21.50	124.37	44.75
STORY5	T1-5	AIGIO G 03Q Max	Bottom	15.16	197.96	157.14
STORY5	T1-5	AIGIO G 03Q Min	Top	-84.23	-143.16	-72.99
STORY5	T1-5	AIGIO G 03Q Min	Bottom	-99.49	-251.78	-106.05
STORY5	T1-5	NORTH G 03Q Max	Top	67.30	260.93	105.41
STORY5	T1-5	NORTH G 03Q Max	Bottom	74.27	426.89	271.57
STORY5	T1-5	NORTH G 03Q Min	Top	-138.65	-253.60	-124.18
STORY5	T1-5	NORTH G 03Q Min	Bottom	-149.33	-440.42	-207.90
STORY5	T1-5	KOBE G 03Q Max	Top	24.53	179.67	68.53
STORY5	T1-5	KOBE G 03Q Max	Bottom	38.35	291.03	195.18
STORY5	T1-5	KOBE G 03Q Min	Top	-105.64	-140.84	-76.73
STORY5	T1-5	KOBE G 03Q Min	Bottom	-103.13	-251.96	-104.11
STORY4	T1-4	CHICHI G 03Q Max	Top	-44.06	167.83	-5.25
STORY4	T1-4	CHICHI G 03Q Max	Bottom	-41.86	209.54	117.69

<b>TABLE: Pier Forces</b>						
<b>Story</b>	<b>Pier</b>	<b>Load Case/Combo</b>	<b>Location</b>	<b>P</b>	<b>V2</b>	<b>M3</b>
				kN	kN	kN-m
STORY4	T1-4	CHICHI G 03Q Min	Top	-81.30	-143.78	-31.86
STORY4	T1-4	CHICHI G 03Q Min	Bottom	-88.77	-175.96	-190.27
STORY4	T1-4	THESS G 03Q Max	Top	-36.25	193.22	-2.86
STORY4	T1-4	THESS G 03Q Max	Bottom	-32.86	260.24	146.62
STORY4	T1-4	THESS G 03Q Min	Top	-88.39	-186.61	-36.10
STORY4	T1-4	THESS G 03Q Min	Bottom	-98.56	-236.83	-234.39
STORY4	T1-4	LEFKADA G 03Q Max	Top	18.13	627.49	33.20
STORY4	T1-4	LEFKADA G 03Q Max	Bottom	21.50	805.94	581.28
STORY4	T1-4	LEFKADA G 03Q Min	Top	-131.82	-545.78	-62.79
STORY4	T1-4	LEFKADA G 03Q Min	Bottom	-166.71	-687.77	-590.68
STORY4	T1-4	KORINTHOS G 03Q Max	Top	-11.59	388.06	11.02
STORY4	T1-4	KORINTHOS G 03Q Max	Bottom	11.99	507.39	340.54
STORY4	T1-4	KORINTHOS G 03Q Min	Top	-123.96	-445.36	-58.58
STORY4	T1-4	KORINTHOS G 03Q Min	Bottom	-129.50	-575.25	-494.07
STORY4	T1-4	AIGIO G 03Q Max	Top	-24.70	291.50	4.34
STORY4	T1-4	AIGIO G 03Q Max	Bottom	-5.48	383.36	244.46
STORY4	T1-4	AIGIO G 03Q Min	Top	-110.24	-356.97	-50.55
STORY4	T1-4	AIGIO G 03Q Min	Bottom	-112.90	-455.06	-404.70
STORY4	T1-4	NORTH G 03Q Max	Top	19.23	619.21	29.67
STORY4	T1-4	NORTH G 03Q Max	Bottom	41.54	808.57	572.76
STORY4	T1-4	NORTH G 03Q Min	Top	-147.60	-633.51	-72.99
STORY4	T1-4	NORTH G 03Q Min	Bottom	-168.16	-815.22	-681.76
STORY4	T1-4	KOBE G 03Q Max	Top	-7.70	420.84	12.90
STORY4	T1-4	KOBE G 03Q Max	Bottom	-1.30	549.94	373.92
STORY4	T1-4	KOBE G 03Q Min	Top	-113.35	-364.13	-52.21
STORY4	T1-4	KOBE G 03Q Min	Bottom	-134.26	-469.67	-412.14
STORY3	T1-3	CHICHI G 03Q Max	Top	-100.25	217.98	136.72
STORY3	T1-3	CHICHI G 03Q Max	Bottom	-91.83	260.59	379.01
STORY3	T1-3	CHICHI G 03Q Min	Top	-127.75	-192.96	-46.30
STORY3	T1-3	CHICHI G 03Q Min	Bottom	-133.64	-230.51	-226.31
STORY3	T1-3	THESS G 03Q Max	Top	-95.29	309.69	120.16
STORY3	T1-3	THESS G 03Q Max	Bottom	-83.02	358.37	501.32
STORY3	T1-3	THESS G 03Q Min	Top	-132.73	-272.98	-59.39
STORY3	T1-3	THESS G 03Q Min	Bottom	-141.65	-327.67	-338.46
STORY3	T1-3	LEFKADA G 03Q Max	Top	-63.97	923.06	347.61
STORY3	T1-3	LEFKADA G 03Q Max	Bottom	-21.70	1069.97	1404.01
STORY3	T1-3	LEFKADA G 03Q Min	Top	-173.10	-743.09	-245.67
STORY3	T1-3	LEFKADA G 03Q Min	Bottom	-189.50	-865.17	-1036.32

<b>TABLE: Pier Forces</b>						
<b>Story</b>	<b>Pier</b>	<b>Load Case/Combo</b>	<b>Location</b>	<b>P</b>	<b>V2</b>	<b>M3</b>
				kN	kN	kN-m
STORY3	T1-3	KORINTHOS G 03Q Max	Top	-69.56	582.03	219.97
STORY3	T1-3	KORINTHOS G 03Q Max	Bottom	-55.15	672.43	903.78
STORY3	T1-3	KORINTHOS G 03Q Min	Top	-150.82	-670.69	-180.66
STORY3	T1-3	KORINTHOS G 03Q Min	Bottom	-182.04	-796.49	-912.54
STORY3	T1-3	AIGIO G 03Q Max	Top	-79.50	434.91	169.92
STORY3	T1-3	AIGIO G 03Q Max	Bottom	-70.33	498.36	687.20
STORY3	T1-3	AIGIO G 03Q Min	Top	-141.08	-515.40	-144.64
STORY3	T1-3	AIGIO G 03Q Min	Bottom	-165.97	-607.49	-693.18
STORY3	T1-3	NORTH G 03Q Max	Top	-52.58	925.65	330.24
STORY3	T1-3	NORTH G 03Q Max	Bottom	-20.90	1071.90	1400.36
STORY3	T1-3	NORTH G 03Q Min	Top	-172.87	-930.78	-275.05
STORY3	T1-3	NORTH G 03Q Min	Bottom	-208.07	-1093.46	-1294.14
STORY3	T1-3	KOBE G 03Q Max	Top	-77.18	625.26	234.84
STORY3	T1-3	KOBE G 03Q Max	Bottom	-51.19	719.67	965.87
STORY3	T1-3	KOBE G 03Q Min	Top	-153.49	-550.92	-143.05
STORY3	T1-3	KOBE G 03Q Min	Bottom	-170.33	-657.70	-739.67
STORY2	T1-2	CHICHI G 03Q Max	Top	-112.44	283.61	91.52
STORY2	T1-2	CHICHI G 03Q Max	Bottom	-99.61	357.29	305.61
STORY2	T1-2	CHICHI G 03Q Min	Top	-124.00	-239.94	-132.97
STORY2	T1-2	CHICHI G 03Q Min	Bottom	-122.06	-273.25	-388.70
STORY2	T1-2	THESS G 03Q Max	Top	-110.50	354.69	104.20
STORY2	T1-2	THESS G 03Q Max	Bottom	-95.43	422.62	442.31
STORY2	T1-2	THESS G 03Q Min	Top	-125.98	-325.91	-161.45
STORY2	T1-2	THESS G 03Q Min	Bottom	-126.60	-364.80	-516.99
STORY2	T1-2	LEFKADA G 03Q Max	Top	-93.98	1058.24	418.47
STORY2	T1-2	LEFKADA G 03Q Max	Bottom	-69.12	1245.90	1440.42
STORY2	T1-2	LEFKADA G 03Q Min	Top	-139.28	-866.93	-420.14
STORY2	T1-2	LEFKADA G 03Q Min	Bottom	-159.88	-995.63	-1276.23
STORY2	T1-2	KORINTHOS G 03Q Max	Top	-103.04	651.71	242.78
STORY2	T1-2	KORINTHOS G 03Q Max	Bottom	-74.15	760.78	874.38
STORY2	T1-2	KORINTHOS G 03Q Min	Top	-136.59	-793.00	-342.30
STORY2	T1-2	KORINTHOS G 03Q Min	Bottom	-141.43	-908.82	-1175.51
STORY2	T1-2	AIGIO G 03Q Max	Top	-106.93	489.49	175.45
STORY2	T1-2	AIGIO G 03Q Max	Bottom	-82.29	575.63	630.40
STORY2	T1-2	AIGIO G 03Q Min	Top	-132.51	-617.74	-282.51
STORY2	T1-2	AIGIO G 03Q Min	Bottom	-133.62	-707.92	-913.69
STORY2	T1-2	NORTH G 03Q Max	Top	-93.87	1031.70	405.47
STORY2	T1-2	NORTH G 03Q Max	Bottom	-59.90	1193.64	1424.25

<b>TABLE: Pier Forces</b>						
<b>Story</b>	<b>Pier</b>	<b>Load Case/Combo</b>	<b>Location</b>	<b>P</b>	<b>V2</b>	<b>M3</b>
				kN	kN	kN-m
STORY2	T1-2	NORTH G 03Q Min	Top	-143.72	-1080.66	-476.58
STORY2	T1-2	NORTH G 03Q Min	Bottom	-159.92	-1239.01	-1579.71
STORY2	T1-2	KOBE G 03Q Max	Top	-101.90	685.84	266.50
STORY2	T1-2	KOBE G 03Q Max	Bottom	-80.55	794.66	933.01
STORY2	T1-2	KOBE G 03Q Min	Top	-133.50	-662.67	-284.50
STORY2	T1-2	KOBE G 03Q Min	Bottom	-143.82	-759.88	-989.20
STORY1	T1-1	CHICHI G 03Q Max	Top	-127.07	391.51	186.35
STORY1	T1-1	CHICHI G 03Q Max	Bottom	-351.63	423.81	815.14
STORY1	T1-1	CHICHI G 03Q Min	Top	-146.49	-288.61	-93.72
STORY1	T1-1	CHICHI G 03Q Min	Bottom	-427.08	-330.57	-564.33
STORY1	T1-1	THESS G 03Q Max	Top	-126.07	432.53	206.52
STORY1	T1-1	THESS G 03Q Max	Bottom	-337.52	455.25	1074.63
STORY1	T1-1	THESS G 03Q Min	Top	-148.33	-356.78	-132.55
STORY1	T1-1	THESS G 03Q Min	Bottom	-439.73	-395.52	-793.52
STORY1	T1-1	LEFKADA G 03Q Max	Top	-102.06	1263.66	606.72
STORY1	T1-1	LEFKADA G 03Q Max	Bottom	-230.33	1357.90	3000.58
STORY1	T1-1	LEFKADA G 03Q Min	Top	-166.67	-1007.32	-447.46
STORY1	T1-1	LEFKADA G 03Q Min	Bottom	-521.36	-1102.91	-2288.06
STORY1	T1-1	KORINTHOS G 03Q Max	Top	-116.70	766.83	380.48
STORY1	T1-1	KORINTHOS G 03Q Max	Bottom	-291.49	812.80	1919.16
STORY1	T1-1	KORINTHOS G 03Q Min	Top	-164.20	-918.25	-362.95
STORY1	T1-1	KORINTHOS G 03Q Min	Bottom	-510.71	-1006.06	-2093.58
STORY1	T1-1	AIGIO G 03Q Max	Top	-122.26	572.69	292.52
STORY1	T1-1	AIGIO G 03Q Max	Bottom	-317.95	602.68	1438.18
STORY1	T1-1	AIGIO G 03Q Min	Top	-158.29	-708.01	-286.75
STORY1	T1-1	AIGIO G 03Q Min	Bottom	-482.35	-777.77	-1569.78
STORY1	T1-1	NORTH G 03Q Max	Top	-104.82	1190.08	589.16
STORY1	T1-1	NORTH G 03Q Max	Bottom	-233.70	1266.18	2976.56
STORY1	T1-1	NORTH G 03Q Min	Top	-173.49	-1245.63	-531.05
STORY1	T1-1	NORTH G 03Q Min	Bottom	-552.99	-1359.54	-2865.27
STORY1	T1-1	KOBE G 03Q Max	Top	-116.16	789.33	411.86
STORY1	T1-1	KOBE G 03Q Max	Bottom	-285.99	832.46	2021.44
STORY1	T1-1	KOBE G 03Q Min	Top	-160.19	-775.50	-288.35
STORY1	T1-1	KOBE G 03Q Min	Bottom	-491.36	-854.35	-1739.64

Πίνακας A-13 Εντατικά μεγέθη τοιχωμάτων διάταξης STAG\_DIAG.

TABLE: Pier Forces						
Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P	V2	M3
				kN	kN	kN-m
STORY5	T1-5	CHICHI G 03Q Max	Top	-13.41	87.78	12.10
STORY5	T1-5	CHICHI G 03Q Max	Bottom	-22.45	124.49	36.88
STORY5	T1-5	CHICHI G 03Q Min	Top	-30.38	-86.72	-18.42
STORY5	T1-5	CHICHI G 03Q Min	Bottom	-49.12	-130.58	-133.38
STORY5	T1-5	THESS G 03Q Max	Top	-17.84	47.61	5.58
STORY5	T1-5	THESS G 03Q Max	Bottom	-29.82	69.43	-1.48
STORY5	T1-5	THESS G 03Q Min	Top	-25.96	-51.25	-13.67
STORY5	T1-5	THESS G 03Q Min	Bottom	-42.94	-81.77	-95.35
STORY5	T1-5	LEFKADA G 03Q Max	Top	-9.66	132.71	22.54
STORY5	T1-5	LEFKADA G 03Q Max	Bottom	-18.49	192.13	78.25
STORY5	T1-5	LEFKADA G 03Q Min	Top	-32.93	-137.24	-31.33
STORY5	T1-5	LEFKADA G 03Q Min	Bottom	-56.08	-215.55	-175.58
STORY5	T1-5	KORINTHOS G 03Q Max	Top	-12.78	107.89	17.09
STORY5	T1-5	KORINTHOS G 03Q Max	Bottom	-21.34	161.05	55.92
STORY5	T1-5	KORINTHOS G 03Q Min	Top	-31.21	-115.13	-26.32
STORY5	T1-5	KORINTHOS G 03Q Min	Bottom	-51.06	-179.93	-155.67
STORY5	T1-5	AIGIO G 03Q Max	Top	-5.27	194.54	34.26
STORY5	T1-5	AIGIO G 03Q Max	Bottom	-10.36	290.91	135.74
STORY5	T1-5	AIGIO G 03Q Min	Top	-39.06	-197.84	-42.08
STORY5	T1-5	AIGIO G 03Q Min	Bottom	-62.34	-300.99	-232.42
STORY5	T1-5	NORTH G 03Q Max	Top	-6.46	180.25	31.45
STORY5	T1-5	NORTH G 03Q Max	Bottom	-9.73	270.47	123.35
STORY5	T1-5	NORTH G 03Q Min	Top	-38.76	-200.26	-42.67
STORY5	T1-5	NORTH G 03Q Min	Bottom	-60.62	-307.84	-236.12
STORY5	T1-5	KOBE G 03Q Max	Top	-2.00	237.12	42.78
STORY5	T1-5	KOBE G 03Q Max	Bottom	-6.27	358.16	176.76
STORY5	T1-5	KOBE G 03Q Min	Top	-40.80	-227.54	-48.11
STORY5	T1-5	KOBE G 03Q Min	Bottom	-67.79	-350.38	-261.97
STORY4	T1-4	CHICHI G 03Q Max	Top	-55.64	172.83	8.89
STORY4	T1-4	CHICHI G 03Q Max	Bottom	-15.95	195.31	131.44
STORY4	T1-4	CHICHI G 03Q Min	Top	-138.38	-168.63	-136.08
STORY4	T1-4	CHICHI G 03Q Min	Bottom	-68.22	-198.01	-178.30
STORY4	T1-4	THESS G 03Q Max	Top	-69.25	118.96	-15.00
STORY4	T1-4	THESS G 03Q Max	Bottom	-31.18	140.31	98.71
STORY4	T1-4	THESS G 03Q Min	Top	-121.11	-121.11	-106.43
STORY4	T1-4	THESS G 03Q Min	Bottom	-53.40	-148.68	-134.77

<b>TABLE: Pier Forces</b>						
<b>Story</b>	<b>Pier</b>	<b>Load Case/Combo</b>	<b>Location</b>	<b>P</b>	<b>V2</b>	<b>M3</b>
				kN	kN	kN-m
STORY4	T1-4	LEFKADA G 03Q Max	Top	-22.55	301.80	67.40
STORY4	T1-4	LEFKADA G 03Q Max	Bottom	-9.02	357.14	269.90
STORY4	T1-4	LEFKADA G 03Q Min	Top	-162.65	-338.58	-179.22
STORY4	T1-4	LEFKADA G 03Q Min	Bottom	-80.98	-410.00	-346.94
STORY4	T1-4	KORINTHOS G 03Q Max	Top	-35.50	256.87	44.51
STORY4	T1-4	KORINTHOS G 03Q Max	Bottom	-17.19	302.84	225.62
STORY4	T1-4	KORINTHOS G 03Q Min	Top	-152.14	-274.52	-161.04
STORY4	T1-4	KORINTHOS G 03Q Min	Bottom	-67.30	-332.03	-282.13
STORY4	T1-4	AIGIO G 03Q Max	Top	5.31	444.65	115.52
STORY4	T1-4	AIGIO G 03Q Max	Bottom	5.44	521.76	397.80
STORY4	T1-4	AIGIO G 03Q Min	Top	-196.95	-431.87	-239.36
STORY4	T1-4	AIGIO G 03Q Min	Bottom	-87.93	-509.94	-414.15
STORY4	T1-4	NORTH G 03Q Max	Top	7.83	419.73	121.15
STORY4	T1-4	NORTH G 03Q Max	Bottom	3.75	494.37	377.04
STORY4	T1-4	NORTH G 03Q Min	Top	-189.68	-480.96	-226.88
STORY4	T1-4	NORTH G 03Q Min	Bottom	-84.54	-580.54	-481.88
STORY4	T1-4	KOBE G 03Q Max	Top	22.60	560.10	146.66
STORY4	T1-4	KOBE G 03Q Max	Bottom	9.02	663.13	513.48
STORY4	T1-4	KOBE G 03Q Min	Top	-220.10	-532.06	-280.51
STORY4	T1-4	KOBE G 03Q Min	Bottom	-95.98	-635.78	-520.79
STORY3	T1-3	CHICHI G 03Q Max	Top	-89.60	171.56	72.60
STORY3	T1-3	CHICHI G 03Q Max	Bottom	-106.25	210.08	211.94
STORY3	T1-3	CHICHI G 03Q Min	Top	-230.53	-258.48	22.07
STORY3	T1-3	CHICHI G 03Q Min	Bottom	-213.20	-297.39	-212.51
STORY3	T1-3	THESS G 03Q Max	Top	-113.54	153.22	61.93
STORY3	T1-3	THESS G 03Q Max	Bottom	-112.60	200.00	203.42
STORY3	T1-3	THESS G 03Q Min	Top	-207.76	-187.52	35.94
STORY3	T1-3	THESS G 03Q Min	Bottom	-196.80	-209.07	-140.00
STORY3	T1-3	LEFKADA G 03Q Max	Top	-41.14	388.73	89.84
STORY3	T1-3	LEFKADA G 03Q Max	Bottom	-53.24	475.41	436.75
STORY3	T1-3	LEFKADA G 03Q Min	Top	-292.65	-501.00	-9.23
STORY3	T1-3	LEFKADA G 03Q Min	Bottom	-273.20	-588.11	-455.59
STORY3	T1-3	KORINTHOS G 03Q Max	Top	-58.67	323.87	73.71
STORY3	T1-3	KORINTHOS G 03Q Max	Bottom	-69.13	397.99	371.70
STORY3	T1-3	KORINTHOS G 03Q Min	Top	-268.29	-396.04	27.25
STORY3	T1-3	KORINTHOS G 03Q Min	Bottom	-248.31	-455.85	-347.27
STORY3	T1-3	AIGIO G 03Q Max	Top	15.33	552.69	93.70
STORY3	T1-3	AIGIO G 03Q Max	Bottom	-12.46	662.07	595.59

TABLE: Pier Forces						
Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P	V2	M3
				kN	kN	kN-m
STORY3	T1-3	AIGIO G 03Q Min	Top	-331.83	-570.41	-3.29
STORY3	T1-3	AIGIO G 03Q Min	Bottom	-294.12	-657.09	-521.02
STORY3	T1-3	NORTH G 03Q Max	Top	5.66	529.93	93.43
STORY3	T1-3	NORTH G 03Q Max	Bottom	-18.43	639.74	574.32
STORY3	T1-3	NORTH G 03Q Min	Top	-349.34	-684.36	14.99
STORY3	T1-3	NORTH G 03Q Min	Bottom	-320.47	-800.42	-637.47
STORY3	T1-3	KOBE G 03Q Max	Top	60.52	727.54	84.26
STORY3	T1-3	KOBE G 03Q Max	Bottom	30.45	873.59	772.53
STORY3	T1-3	KOBE G 03Q Min	Top	-370.35	-721.68	12.29
STORY3	T1-3	KOBE G 03Q Min	Bottom	-330.05	-835.60	-669.17
STORY2	T1-2	CHICHI G 03Q Max	Top	-50.16	217.50	211.17
STORY2	T1-2	CHICHI G 03Q Max	Bottom	-71.01	281.18	198.87
STORY2	T1-2	CHICHI G 03Q Min	Top	-244.78	-321.35	-94.26
STORY2	T1-2	CHICHI G 03Q Min	Bottom	-250.25	-380.96	-149.53
STORY2	T1-2	THESS G 03Q Max	Top	-65.58	203.78	164.84
STORY2	T1-2	THESS G 03Q Max	Bottom	-78.24	258.33	166.17
STORY2	T1-2	THESS G 03Q Min	Top	-215.62	-222.91	-71.83
STORY2	T1-2	THESS G 03Q Min	Bottom	-221.80	-260.33	-86.89
STORY2	T1-2	LEFKADA G 03Q Max	Top	42.62	467.82	379.02
STORY2	T1-2	LEFKADA G 03Q Max	Bottom	21.72	571.38	319.43
STORY2	T1-2	LEFKADA G 03Q Min	Top	-351.62	-621.90	-241.58
STORY2	T1-2	LEFKADA G 03Q Min	Bottom	-351.17	-744.10	-323.89
STORY2	T1-2	KORINTHOS G 03Q Max	Top	14.17	390.53	312.18
STORY2	T1-2	KORINTHOS G 03Q Max	Bottom	-5.24	478.81	263.83
STORY2	T1-2	KORINTHOS G 03Q Min	Top	-309.37	-465.53	-196.72
STORY2	T1-2	KORINTHOS G 03Q Min	Bottom	-308.25	-548.31	-219.16
STORY2	T1-2	AIGIO G 03Q Max	Top	122.26	615.84	441.54
STORY2	T1-2	AIGIO G 03Q Max	Bottom	84.01	721.34	340.49
STORY2	T1-2	AIGIO G 03Q Min	Top	-391.92	-656.60	-364.94
STORY2	T1-2	AIGIO G 03Q Min	Bottom	-384.67	-774.87	-312.06
STORY2	T1-2	NORTH G 03Q Max	Top	109.56	612.42	513.74
STORY2	T1-2	NORTH G 03Q Max	Bottom	78.50	731.59	383.03
STORY2	T1-2	NORTH G 03Q Min	Top	-437.13	-823.18	-345.80
STORY2	T1-2	NORTH G 03Q Min	Bottom	-431.01	-983.57	-426.37
STORY2	T1-2	KOBE G 03Q Max	Top	197.41	847.82	548.06
STORY2	T1-2	KOBE G 03Q Max	Bottom	161.90	1016.29	494.45
STORY2	T1-2	KOBE G 03Q Min	Top	-459.92	-823.63	-484.23
STORY2	T1-2	KOBE G 03Q Min	Bottom	-445.35	-968.77	-395.34



<b>TABLE: Pier Forces</b>						
<b>Story</b>	<b>Pier</b>	<b>Load Case/Combo</b>	<b>Location</b>	<b>P</b>	<b>V2</b>	<b>M3</b>
				kN	kN	kN-m
STORY1	T1-1	CHICHI G 03Q Max	Top	-53.05	277.91	214.34
STORY1	T1-1	CHICHI G 03Q Max	Bottom	-176.17	321.18	332.32
STORY1	T1-1	CHICHI G 03Q Min	Top	-213.33	-346.73	-67.45
STORY1	T1-1	CHICHI G 03Q Min	Bottom	-565.13	-434.74	-117.62
STORY1	T1-1	THESS G 03Q Max	Top	-58.81	258.73	163.06
STORY1	T1-1	THESS G 03Q Max	Bottom	-184.65	300.08	299.69
STORY1	T1-1	THESS G 03Q Min	Top	-184.13	-233.71	-56.72
STORY1	T1-1	THESS G 03Q Min	Bottom	-494.19	-298.41	-39.09
STORY1	T1-1	LEFKADA G 03Q Max	Top	16.62	545.50	367.45
STORY1	T1-1	LEFKADA G 03Q Max	Bottom	5.55	649.60	540.81
STORY1	T1-1	LEFKADA G 03Q Min	Top	-300.99	-682.18	-187.45
STORY1	T1-1	LEFKADA G 03Q Min	Bottom	-782.06	-841.74	-354.82
STORY1	T1-1	KORINTHOS G 03Q Max	Top	-5.72	457.30	283.62
STORY1	T1-1	KORINTHOS G 03Q Max	Bottom	-50.15	542.37	429.66
STORY1	T1-1	KORINTHOS G 03Q Min	Top	-253.73	-488.48	-148.57
STORY1	T1-1	KORINTHOS G 03Q Min	Bottom	-667.86	-606.70	-200.20
STORY1	T1-1	AIGIO G 03Q Max	Top	53.41	636.82	378.09
STORY1	T1-1	AIGIO G 03Q Max	Bottom	101.73	763.92	550.95
STORY1	T1-1	AIGIO G 03Q Min	Top	-308.31	-694.25	-243.92
STORY1	T1-1	AIGIO G 03Q Min	Bottom	-806.44	-858.72	-333.45
STORY1	T1-1	NORTH G 03Q Max	Top	55.58	680.15	467.87
STORY1	T1-1	NORTH G 03Q Max	Bottom	104.65	811.79	586.10
STORY1	T1-1	NORTH G 03Q Min	Top	-358.73	-904.93	-251.75
STORY1	T1-1	NORTH G 03Q Min	Bottom	-928.19	-1114.47	-488.87
STORY1	T1-1	KOBE G 03Q Max	Top	124.21	915.29	458.12
STORY1	T1-1	KOBE G 03Q Max	Bottom	275.91	1096.60	702.08
STORY1	T1-1	KOBE G 03Q Min	Top	-355.18	-851.62	-372.05
STORY1	T1-1	KOBE G 03Q Min	Bottom	-924.23	-1048.30	-421.43

Πίνακας A-14 Εντατικά μεγέθη τοιχωμάτων διάταξης STAG\_DIAG2.

TABLE: Pier Forces						
Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P	V2	M3
				kN	kN	kN-m
STORY5	T1-5	CHICHI G 03Q Max	Top	-12.75	78.44	6.43
STORY5	T1-5	CHICHI G 03Q Max	Bottom	-19.42	107.83	80.43
STORY5	T1-5	CHICHI G 03Q Min	Top	-35.76	-76.11	-9.16
STORY5	T1-5	CHICHI G 03Q Min	Bottom	-74.14	-109.39	-143.04
STORY5	T1-5	THESS G 03Q Max	Top	-13.58	58.39	-0.25
STORY5	T1-5	THESS G 03Q Max	Bottom	-26.62	82.21	64.23
STORY5	T1-5	THESS G 03Q Min	Top	-33.11	-60.96	-4.46
STORY5	T1-5	THESS G 03Q Min	Bottom	-71.82	-87.13	-118.27
STORY5	T1-5	LEFKADA G 03Q Max	Top	-1.42	139.21	5.19
STORY5	T1-5	LEFKADA G 03Q Max	Bottom	7.08	197.99	191.39
STORY5	T1-5	LEFKADA G 03Q Min	Top	-47.04	-142.96	-11.98
STORY5	T1-5	LEFKADA G 03Q Min	Bottom	-101.85	-205.57	-251.01
STORY5	T1-5	KORINTHOS G 03Q Max	Top	-4.21	116.92	1.52
STORY5	T1-5	KORINTHOS G 03Q Max	Bottom	-1.20	165.30	152.50
STORY5	T1-5	KORINTHOS G 03Q Min	Top	-44.00	-128.90	-6.26
STORY5	T1-5	KORINTHOS G 03Q Min	Bottom	-93.23	-184.65	-223.74
STORY5	T1-5	AIGIO G 03Q Max	Top	7.18	176.26	17.18
STORY5	T1-5	AIGIO G 03Q Max	Bottom	7.77	253.92	271.49
STORY5	T1-5	AIGIO G 03Q Min	Top	-46.23	-139.97	-18.17
STORY5	T1-5	AIGIO G 03Q Min	Bottom	-126.97	-203.73	-252.55
STORY5	T1-5	NORTH G 03Q Max	Top	6.31	187.62	6.61
STORY5	T1-5	NORTH G 03Q Max	Bottom	30.53	266.17	260.06
STORY5	T1-5	NORTH G 03Q Min	Top	-56.59	-195.75	-8.89
STORY5	T1-5	NORTH G 03Q Min	Bottom	-117.99	-281.63	-338.64
STORY5	T1-5	KOBE G 03Q Max	Top	20.48	274.84	4.41
STORY5	T1-5	KOBE G 03Q Max	Bottom	40.35	390.47	394.44
STORY5	T1-5	KOBE G 03Q Min	Top	-62.16	-248.40	-10.85
STORY5	T1-5	KOBE G 03Q Min	Bottom	-150.96	-354.31	-402.47
STORY4	T1-4	CHICHI G 03Q Max	Top	-52.60	149.44	13.49
STORY4	T1-4	CHICHI G 03Q Max	Bottom	-57.40	181.80	58.07
STORY4	T1-4	CHICHI G 03Q Min	Top	-112.94	-157.35	-73.29
STORY4	T1-4	CHICHI G 03Q Min	Bottom	-122.73	-218.32	-182.93
STORY4	T1-4	THESS G 03Q Max	Top	-65.05	124.56	-4.90
STORY4	T1-4	THESS G 03Q Max	Bottom	-64.60	156.91	41.36
STORY4	T1-4	THESS G 03Q Min	Top	-100.46	-122.21	-54.68
STORY4	T1-4	THESS G 03Q Min	Bottom	-118.16	-170.22	-152.68

<b>TABLE: Pier Forces</b>						
<b>Story</b>	<b>Pier</b>	<b>Load Case/Combo</b>	<b>Location</b>	<b>P</b>	<b>V2</b>	<b>M3</b>
				kN	kN	kN-m
STORY4	T1-4	LEFKADA G 03Q Max	Top	-42.05	305.04	27.52
STORY4	T1-4	LEFKADA G 03Q Max	Bottom	-25.67	388.98	187.07
STORY4	T1-4	LEFKADA G 03Q Min	Top	-127.69	-305.49	-93.43
STORY4	T1-4	LEFKADA G 03Q Min	Bottom	-154.99	-413.34	-300.61
STORY4	T1-4	KORINTHOS G 03Q Max	Top	-47.30	243.71	19.88
STORY4	T1-4	KORINTHOS G 03Q Max	Bottom	-33.81	313.90	134.52
STORY4	T1-4	KORINTHOS G 03Q Min	Top	-117.65	-266.84	-78.72
STORY4	T1-4	KORINTHOS G 03Q Min	Bottom	-143.97	-359.49	-266.70
STORY4	T1-4	AIGIO G 03Q Max	Top	-34.53	413.94	38.64
STORY4	T1-4	AIGIO G 03Q Max	Bottom	-24.92	542.91	282.30
STORY4	T1-4	AIGIO G 03Q Min	Top	-140.63	-321.31	-111.32
STORY4	T1-4	AIGIO G 03Q Min	Bottom	-177.73	-430.00	-321.97
STORY4	T1-4	NORTH G 03Q Max	Top	-27.56	392.98	48.24
STORY4	T1-4	NORTH G 03Q Max	Bottom	-0.28	505.99	251.98
STORY4	T1-4	NORTH G 03Q Min	Top	-138.39	-425.43	-108.91
STORY4	T1-4	NORTH G 03Q Min	Bottom	-175.37	-575.11	-397.86
STORY4	T1-4	KOBE G 03Q Max	Top	-11.42	575.70	71.16
STORY4	T1-4	KOBE G 03Q Max	Bottom	18.41	747.07	395.96
STORY4	T1-4	KOBE G 03Q Min	Top	-163.04	-510.45	-143.50
STORY4	T1-4	KOBE G 03Q Min	Bottom	-214.72	-675.65	-456.23
STORY3	T1-3	CHICHI G 03Q Max	Top	-49.13	197.94	50.65
STORY3	T1-3	CHICHI G 03Q Max	Bottom	-36.89	228.05	113.77
STORY3	T1-3	CHICHI G 03Q Min	Top	-179.59	-267.67	-174.73
STORY3	T1-3	CHICHI G 03Q Min	Bottom	-121.42	-310.81	-267.09
STORY3	T1-3	THESS G 03Q Max	Top	-64.40	191.33	23.93
STORY3	T1-3	THESS G 03Q Max	Bottom	-46.72	226.12	119.53
STORY3	T1-3	THESS G 03Q Min	Top	-171.24	-207.89	-161.36
STORY3	T1-3	THESS G 03Q Min	Bottom	-111.39	-241.43	-217.27
STORY3	T1-3	LEFKADA G 03Q Max	Top	14.24	434.27	160.43
STORY3	T1-3	LEFKADA G 03Q Max	Bottom	3.47	493.86	308.32
STORY3	T1-3	LEFKADA G 03Q Min	Top	-246.03	-498.56	-290.01
STORY3	T1-3	LEFKADA G 03Q Min	Bottom	-166.54	-578.43	-455.95
STORY3	T1-3	KORINTHOS G 03Q Max	Top	-2.76	379.64	130.51
STORY3	T1-3	KORINTHOS G 03Q Max	Bottom	-6.99	445.86	276.68
STORY3	T1-3	KORINTHOS G 03Q Min	Top	-222.62	-428.03	-250.29
STORY3	T1-3	KORINTHOS G 03Q Min	Bottom	-142.90	-496.00	-395.95
STORY3	T1-3	AIGIO G 03Q Max	Top	17.69	636.47	166.20
STORY3	T1-3	AIGIO G 03Q Max	Bottom	14.81	733.72	470.65

TABLE: Pier Forces						
Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P	V2	M3
				kN	kN	kN-m
STORY3	T1-3	AIGIO G 03Q Min	Top	-294.65	-490.59	-375.75
STORY3	T1-3	AIGIO G 03Q Min	Bottom	-195.51	-583.88	-483.71
STORY3	T1-3	NORTH G 03Q Max	Top	66.73	588.58	251.79
STORY3	T1-3	NORTH G 03Q Max	Bottom	34.93	682.32	434.72
STORY3	T1-3	NORTH G 03Q Min	Top	-284.96	-700.43	-357.70
STORY3	T1-3	NORTH G 03Q Min	Bottom	-186.12	-815.25	-628.24
STORY3	T1-3	KOBE G 03Q Max	Top	100.52	877.04	308.71
STORY3	T1-3	KOBE G 03Q Max	Bottom	60.33	1018.27	673.93
STORY3	T1-3	KOBE G 03Q Min	Top	-363.57	-787.21	-493.90
STORY3	T1-3	KOBE G 03Q Min	Bottom	-234.97	-908.61	-680.76
STORY2	T1-2	CHICHI G 03Q Max	Top	-110.77	200.61	59.85
STORY2	T1-2	CHICHI G 03Q Max	Bottom	-117.94	257.51	213.25
STORY2	T1-2	CHICHI G 03Q Min	Top	-232.14	-332.79	-2.60
STORY2	T1-2	CHICHI G 03Q Min	Bottom	-222.70	-382.88	-270.44
STORY2	T1-2	THESS G 03Q Max	Top	-116.37	215.46	53.92
STORY2	T1-2	THESS G 03Q Max	Bottom	-118.36	276.41	225.17
STORY2	T1-2	THESS G 03Q Min	Top	-215.70	-266.35	7.91
STORY2	T1-2	THESS G 03Q Min	Bottom	-208.83	-304.61	-210.91
STORY2	T1-2	LEFKADA G 03Q Max	Top	-57.81	488.05	83.35
STORY2	T1-2	LEFKADA G 03Q Max	Bottom	-66.04	616.30	471.90
STORY2	T1-2	LEFKADA G 03Q Min	Top	-289.62	-593.93	-33.77
STORY2	T1-2	LEFKADA G 03Q Min	Bottom	-272.36	-692.72	-506.57
STORY2	T1-2	KORINTHOS G 03Q Max	Top	-70.04	440.25	73.41
STORY2	T1-2	KORINTHOS G 03Q Max	Bottom	-76.74	546.82	429.09
STORY2	T1-2	KORINTHOS G 03Q Min	Top	-269.86	-512.77	-12.46
STORY2	T1-2	KORINTHOS G 03Q Min	Bottom	-254.88	-595.20	-433.25
STORY2	T1-2	AIGIO G 03Q Max	Top	0.47	664.23	106.00
STORY2	T1-2	AIGIO G 03Q Max	Bottom	-31.78	778.15	614.85
STORY2	T1-2	AIGIO G 03Q Min	Top	-290.40	-677.42	-32.84
STORY2	T1-2	AIGIO G 03Q Min	Bottom	-285.18	-815.12	-577.22
STORY2	T1-2	NORTH G 03Q Max	Top	-20.02	642.19	111.65
STORY2	T1-2	NORTH G 03Q Max	Bottom	-39.31	772.70	608.82
STORY2	T1-2	NORTH G 03Q Min	Top	-342.00	-853.41	-29.10
STORY2	T1-2	NORTH G 03Q Min	Bottom	-320.48	-1014.38	-741.99
STORY2	T1-2	KOBE G 03Q Max	Top	51.50	978.78	101.57
STORY2	T1-2	KOBE G 03Q Max	Bottom	23.45	1174.66	912.99
STORY2	T1-2	KOBE G 03Q Min	Top	-355.98	-900.61	-51.63
STORY2	T1-2	KOBE G 03Q Min	Bottom	-325.46	-1046.83	-782.27

<b>TABLE: Pier Forces</b>						
<b>Story</b>	<b>Pier</b>	<b>Load Case/Combo</b>	<b>Location</b>	<b>P</b>	<b>V2</b>	<b>M3</b>
				kN	kN	kN-m
STORY1	T1-1	CHICHI G 03Q Max	Top	-63.44	261.72	192.70
STORY1	T1-1	CHICHI G 03Q Max	Bottom	-257.20	321.24	239.38
STORY1	T1-1	CHICHI G 03Q Min	Top	-292.47	-366.51	-88.65
STORY1	T1-1	CHICHI G 03Q Min	Bottom	-793.96	-437.47	-217.70
STORY1	T1-1	THESS G 03Q Max	Top	-60.78	265.67	156.15
STORY1	T1-1	THESS G 03Q Max	Bottom	-250.80	320.78	222.64
STORY1	T1-1	THESS G 03Q Min	Top	-264.32	-292.85	-96.98
STORY1	T1-1	THESS G 03Q Min	Bottom	-727.61	-348.99	-166.03
STORY1	T1-1	LEFKADA G 03Q Max	Top	53.12	617.75	328.26
STORY1	T1-1	LEFKADA G 03Q Max	Bottom	14.69	746.18	484.87
STORY1	T1-1	LEFKADA G 03Q Min	Top	-405.17	-660.92	-246.53
STORY1	T1-1	LEFKADA G 03Q Min	Bottom	-1059.00	-790.03	-422.02
STORY1	T1-1	KORINTHOS G 03Q Max	Top	34.95	524.00	282.54
STORY1	T1-1	KORINTHOS G 03Q Max	Bottom	-26.45	630.20	402.84
STORY1	T1-1	KORINTHOS G 03Q Min	Top	-371.42	-553.98	-213.86
STORY1	T1-1	KORINTHOS G 03Q Min	Bottom	-979.46	-659.13	-333.65
STORY1	T1-1	AIGIO G 03Q Max	Top	137.52	737.65	381.97
STORY1	T1-1	AIGIO G 03Q Max	Bottom	217.33	891.49	611.28
STORY1	T1-1	AIGIO G 03Q Min	Top	-426.08	-799.85	-324.64
STORY1	T1-1	AIGIO G 03Q Min	Bottom	-1101.91	-958.86	-525.38
STORY1	T1-1	NORTH G 03Q Max	Top	127.87	727.71	468.27
STORY1	T1-1	NORTH G 03Q Max	Bottom	193.64	873.92	534.53
STORY1	T1-1	NORTH G 03Q Min	Top	-510.59	-979.99	-313.58
STORY1	T1-1	NORTH G 03Q Min	Bottom	-1304.18	-1173.85	-642.83
STORY1	T1-1	KOBE G 03Q Max	Top	271.84	1065.21	475.89
STORY1	T1-1	KOBE G 03Q Max	Bottom	531.44	1268.97	732.13
STORY1	T1-1	KOBE G 03Q Min	Top	-543.07	-940.88	-486.11
STORY1	T1-1	KOBE G 03Q Min	Bottom	-1383.62	-1115.07	-577.69

Πίνακας A-15 Εντατικά μεγέθη τοιχωμάτων διάταξης STAG\_RAND.

TABLE: Pier Forces						
Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P	V2	M3
				kN	kN	kN-m
STORY5	T1-5	CHICHI G 03Q Max	Top	-16.12	69.34	23.11
STORY5	T1-5	CHICHI G 03Q Max	Bottom	-38.62	93.85	80.13
STORY5	T1-5	CHICHI G 03Q Min	Top	-25.78	-100.27	-12.66
STORY5	T1-5	CHICHI G 03Q Min	Bottom	-66.08	-130.61	-208.80
STORY5	T1-5	THESS G 03Q Max	Top	-19.09	63.07	16.78
STORY5	T1-5	THESS G 03Q Max	Bottom	-42.34	84.79	76.15
STORY5	T1-5	THESS G 03Q Min	Top	-23.41	-68.51	-13.17
STORY5	T1-5	THESS G 03Q Min	Bottom	-60.06	-88.79	-156.64
STORY5	T1-5	LEFKADA G 03Q Max	Top	-13.82	238.71	53.41
STORY5	T1-5	LEFKADA G 03Q Max	Bottom	-14.08	316.31	356.87
STORY5	T1-5	LEFKADA G 03Q Min	Top	-32.36	-251.30	-51.30
STORY5	T1-5	LEFKADA G 03Q Min	Bottom	-87.85	-327.60	-455.94
STORY5	T1-5	KORINTHOS G 03Q Max	Top	-17.50	109.06	30.92
STORY5	T1-5	KORINTHOS G 03Q Max	Bottom	-33.48	145.52	158.23
STORY5	T1-5	KORINTHOS G 03Q Min	Top	-24.95	-131.84	-23.52
STORY5	T1-5	KORINTHOS G 03Q Min	Bottom	-66.88	-172.24	-267.58
STORY5	T1-5	AIGIO G 03Q Max	Top	-13.17	137.84	35.71
STORY5	T1-5	AIGIO G 03Q Max	Bottom	-30.34	183.48	208.64
STORY5	T1-5	AIGIO G 03Q Min	Top	-28.30	-174.79	-33.25
STORY5	T1-5	AIGIO G 03Q Min	Bottom	-80.23	-228.80	-325.01
STORY5	T1-5	NORTH G 03Q Max	Top	-12.13	292.59	67.91
STORY5	T1-5	NORTH G 03Q Max	Bottom	-9.48	387.88	482.62
STORY5	T1-5	NORTH G 03Q Min	Top	-30.31	-292.83	-64.88
STORY5	T1-5	NORTH G 03Q Min	Bottom	-90.52	-385.02	-556.68
STORY5	T1-5	KOBE G 03Q Max	Top	-15.29	177.35	48.70
STORY5	T1-5	KOBE G 03Q Max	Bottom	-22.70	235.65	279.48
STORY5	T1-5	KOBE G 03Q Min	Top	-26.28	-199.38	-38.89
STORY5	T1-5	KOBE G 03Q Min	Bottom	-76.89	-261.78	-395.35
STORY4	T1-4	CHICHI G 03Q Max	Top	-62.13	139.36	12.02
STORY4	T1-4	CHICHI G 03Q Max	Bottom	-81.27	170.81	97.94
STORY4	T1-4	CHICHI G 03Q Min	Top	-111.64	-184.02	-66.83
STORY4	T1-4	CHICHI G 03Q Min	Bottom	-150.82	-250.32	-170.35
STORY4	T1-4	THESS G 03Q Max	Top	-73.12	133.48	-3.71
STORY4	T1-4	THESS G 03Q Max	Bottom	-94.45	168.87	102.57
STORY4	T1-4	THESS G 03Q Min	Top	-104.54	-125.47	-60.58
STORY4	T1-4	THESS G 03Q Min	Bottom	-151.34	-174.18	-120.75

<b>TABLE: Pier Forces</b>						
<b>Story</b>	<b>Pier</b>	<b>Load Case/Combo</b>	<b>Location</b>	<b>P</b>	<b>V2</b>	<b>M3</b>
				kN	kN	kN-m
STORY4	T1-4	LEFKADA G 03Q Max	Top	-19.94	454.03	86.95
STORY4	T1-4	LEFKADA G 03Q Max	Bottom	-20.89	586.20	377.97
STORY4	T1-4	LEFKADA G 03Q Min	Top	-155.24	-455.68	-159.33
STORY4	T1-4	LEFKADA G 03Q Min	Bottom	-224.89	-608.19	-394.85
STORY4	T1-4	KORINTHOS G 03Q Max	Top	-57.42	224.18	24.32
STORY4	T1-4	KORINTHOS G 03Q Max	Bottom	-67.49	288.98	179.29
STORY4	T1-4	KORINTHOS G 03Q Min	Top	-115.89	-248.58	-80.75
STORY4	T1-4	KORINTHOS G 03Q Min	Bottom	-170.86	-337.14	-226.04
STORY4	T1-4	AIGIO G 03Q Max	Top	-41.00	279.67	48.50
STORY4	T1-4	AIGIO G 03Q Max	Bottom	-52.99	362.21	226.35
STORY4	T1-4	AIGIO G 03Q Min	Top	-134.06	-312.05	-104.69
STORY4	T1-4	AIGIO G 03Q Min	Bottom	-183.14	-413.15	-270.37
STORY4	T1-4	NORTH G 03Q Max	Top	-20.15	587.91	88.81
STORY4	T1-4	NORTH G 03Q Max	Bottom	1.29	770.46	495.67
STORY4	T1-4	NORTH G 03Q Min	Top	-159.82	-567.20	-159.93
STORY4	T1-4	NORTH G 03Q Min	Bottom	-250.82	-759.33	-495.53
STORY4	T1-4	KOBE G 03Q Max	Top	-43.74	357.24	50.09
STORY4	T1-4	KOBE G 03Q Max	Bottom	-37.27	465.00	291.41
STORY4	T1-4	KOBE G 03Q Min	Top	-131.59	-390.00	-107.42
STORY4	T1-4	KOBE G 03Q Min	Bottom	-199.87	-526.51	-348.62
STORY3	T1-3	CHICHI G 03Q Max	Top	-82.56	186.97	117.30
STORY3	T1-3	CHICHI G 03Q Max	Bottom	-79.76	221.23	281.71
STORY3	T1-3	CHICHI G 03Q Min	Top	-129.92	-281.35	5.12
STORY3	T1-3	CHICHI G 03Q Min	Bottom	-154.19	-352.94	-199.60
STORY3	T1-3	THESS G 03Q Max	Top	-87.20	203.10	96.46
STORY3	T1-3	THESS G 03Q Max	Bottom	-80.96	237.55	284.83
STORY3	T1-3	THESS G 03Q Min	Top	-121.15	-193.95	9.93
STORY3	T1-3	THESS G 03Q Min	Bottom	-140.50	-246.66	-112.69
STORY3	T1-3	LEFKADA G 03Q Max	Top	-38.32	708.53	214.88
STORY3	T1-3	LEFKADA G 03Q Max	Bottom	-6.55	856.23	802.50
STORY3	T1-3	LEFKADA G 03Q Min	Top	-172.12	-673.36	-104.33
STORY3	T1-3	LEFKADA G 03Q Min	Bottom	-218.78	-822.63	-585.43
STORY3	T1-3	KORINTHOS G 03Q Max	Top	-75.13	337.92	138.07
STORY3	T1-3	KORINTHOS G 03Q Max	Bottom	-60.10	400.39	416.96
STORY3	T1-3	KORINTHOS G 03Q Min	Top	-137.79	-381.01	-20.47
STORY3	T1-3	KORINTHOS G 03Q Min	Bottom	-168.83	-473.84	-298.39
STORY3	T1-3	AIGIO G 03Q Max	Top	-64.85	421.41	166.22
STORY3	T1-3	AIGIO G 03Q Max	Bottom	-47.13	501.98	499.48

<b>TABLE: Pier Forces</b>						
<b>Story</b>	<b>Pier</b>	<b>Load Case/Combo</b>	<b>Location</b>	<b>P</b>	<b>V2</b>	<b>M3</b>
				kN	kN	kN-m
STORY3	T1-3	AIGIO G 03Q Min	Top	-152.04	-446.99	-39.36
STORY3	T1-3	AIGIO G 03Q Min	Bottom	-185.29	-549.06	-351.72
STORY3	T1-3	NORTH G 03Q Max	Top	-27.87	898.48	244.56
STORY3	T1-3	NORTH G 03Q Max	Bottom	22.82	1085.87	982.84
STORY3	T1-3	NORTH G 03Q Min	Top	-179.31	-856.70	-141.30
STORY3	T1-3	NORTH G 03Q Min	Bottom	-242.34	-1048.66	-764.73
STORY3	T1-3	KOBE G 03Q Max	Top	-57.49	536.32	182.98
STORY3	T1-3	KOBE G 03Q Max	Bottom	-29.13	640.60	611.25
STORY3	T1-3	KOBE G 03Q Min	Top	-154.17	-599.50	-65.46
STORY3	T1-3	KOBE G 03Q Min	Bottom	-200.75	-739.67	-516.57
STORY2	T1-2	CHICHI G 03Q Max	Top	-55.35	228.51	72.58
STORY2	T1-2	CHICHI G 03Q Max	Bottom	-48.70	287.85	107.70
STORY2	T1-2	CHICHI G 03Q Min	Top	-151.93	-355.55	-136.90
STORY2	T1-2	CHICHI G 03Q Min	Bottom	-141.20	-412.99	-341.62
STORY2	T1-2	THESS G 03Q Max	Top	-72.62	232.55	33.76
STORY2	T1-2	THESS G 03Q Max	Bottom	-65.72	284.33	92.12
STORY2	T1-2	THESS G 03Q Min	Top	-150.32	-248.14	-140.76
STORY2	T1-2	THESS G 03Q Min	Bottom	-141.09	-283.03	-259.99
STORY2	T1-2	LEFKADA G 03Q Max	Top	26.55	872.09	249.29
STORY2	T1-2	LEFKADA G 03Q Max	Bottom	28.93	1057.45	589.11
STORY2	T1-2	LEFKADA G 03Q Min	Top	-245.04	-817.79	-353.54
STORY2	T1-2	LEFKADA G 03Q Min	Bottom	-234.17	-956.38	-677.10
STORY2	T1-2	KORINTHOS G 03Q Max	Top	-35.62	389.09	116.20
STORY2	T1-2	KORINTHOS G 03Q Max	Bottom	-29.99	469.05	207.13
STORY2	T1-2	KORINTHOS G 03Q Min	Top	-177.70	-470.49	-200.91
STORY2	T1-2	KORINTHOS G 03Q Min	Bottom	-167.25	-544.89	-421.52
STORY2	T1-2	AIGIO G 03Q Max	Top	-17.48	488.92	152.20
STORY2	T1-2	AIGIO G 03Q Max	Bottom	-12.78	584.39	275.73
STORY2	T1-2	AIGIO G 03Q Min	Top	-194.39	-542.18	-238.00
STORY2	T1-2	AIGIO G 03Q Min	Bottom	-183.30	-632.88	-476.89
STORY2	T1-2	NORTH G 03Q Max	Top	60.62	1080.09	327.84
STORY2	T1-2	NORTH G 03Q Max	Bottom	61.89	1288.57	716.26
STORY2	T1-2	NORTH G 03Q Min	Top	-286.38	-1023.31	-447.00
STORY2	T1-2	NORTH G 03Q Min	Bottom	-273.48	-1190.82	-815.57
STORY2	T1-2	KOBE G 03Q Max	Top	7.30	620.27	211.89
STORY2	T1-2	KOBE G 03Q Max	Bottom	11.12	739.14	373.15
STORY2	T1-2	KOBE G 03Q Min	Top	-217.91	-731.44	-289.31
STORY2	T1-2	KOBE G 03Q Min	Bottom	-205.59	-851.64	-612.52



<b>TABLE: Pier Forces</b>						
<b>Story</b>	<b>Pier</b>	<b>Load Case/Combo</b>	<b>Location</b>	<b>P</b>	<b>V2</b>	<b>M3</b>
				kN	kN	kN-m
STORY1	T1-1	CHICHI G 03Q Max	Top	-143.30	276.69	156.85
STORY1	T1-1	CHICHI G 03Q Max	Bottom	-442.98	329.87	235.91
STORY1	T1-1	CHICHI G 03Q Min	Top	-163.50	-412.01	-109.70
STORY1	T1-1	CHICHI G 03Q Min	Bottom	-505.74	-482.98	-351.70
STORY1	T1-1	THESS G 03Q Max	Top	-148.51	260.81	107.02
STORY1	T1-1	THESS G 03Q Max	Bottom	-455.53	308.89	200.33
STORY1	T1-1	THESS G 03Q Min	Top	-158.94	-275.30	-107.89
STORY1	T1-1	THESS G 03Q Min	Bottom	-494.15	-320.46	-233.36
STORY1	T1-1	LEFKADA G 03Q Max	Top	-130.39	1028.73	361.61
STORY1	T1-1	LEFKADA G 03Q Max	Bottom	-408.34	1216.78	892.11
STORY1	T1-1	LEFKADA G 03Q Min	Top	-179.20	-920.66	-386.07
STORY1	T1-1	LEFKADA G 03Q Min	Bottom	-563.97	-1078.82	-762.06
STORY1	T1-1	KORINTHOS G 03Q Max	Top	-143.93	462.35	207.14
STORY1	T1-1	KORINTHOS G 03Q Max	Bottom	-438.11	550.17	383.36
STORY1	T1-1	KORINTHOS G 03Q Min	Top	-161.97	-524.69	-178.83
STORY1	T1-1	KORINTHOS G 03Q Min	Bottom	-505.77	-613.06	-433.67
STORY1	T1-1	AIGIO G 03Q Max	Top	-137.29	537.92	241.10
STORY1	T1-1	AIGIO G 03Q Max	Bottom	-421.50	632.86	481.56
STORY1	T1-1	AIGIO G 03Q Min	Top	-163.99	-627.58	-222.59
STORY1	T1-1	AIGIO G 03Q Min	Bottom	-513.40	-737.21	-542.45
STORY1	T1-1	NORTH G 03Q Max	Top	-132.73	1228.10	455.87
STORY1	T1-1	NORTH G 03Q Max	Bottom	-395.92	1446.99	993.54
STORY1	T1-1	NORTH G 03Q Min	Top	-176.21	-1116.16	-488.37
STORY1	T1-1	NORTH G 03Q Min	Bottom	-559.80	-1305.04	-951.82
STORY1	T1-1	KOBE G 03Q Max	Top	-137.17	682.49	324.84
STORY1	T1-1	KOBE G 03Q Max	Bottom	-414.69	802.15	535.06
STORY1	T1-1	KOBE G 03Q Min	Top	-167.16	-807.14	-281.54
STORY1	T1-1	KOBE G 03Q Min	Bottom	-524.84	-943.08	-653.70