

# Πίνακας Περιεχομένων

## Μέρος Α - Θεωρητικό

### **1. Η ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΜΟΝΩΣΗ ΣΤΟΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΕΡΓΩΝ..... 1**

1.1 Η Έννοια της Σεισμικής Μόνωσης.....	1
1.2 Φιλοσοφία Σχεδιασμού της Σεισμικής Μόνωσης και Σκοπιμότητα Εφαρμογής της.....	4
1.2.1 Σύγκριση με Συμβατικό Αντισεισμικό Σχεδιασμό.....	4
1.2.2 Σύγκριση Αρχικού Κόστους Κατασκευής.....	6
1.2.3 Σύγκριση Έμμεσου Κόστους Αποκατάστασης Βλαβών.....	7
1.3 Καταλληλότητα Κτηρίων για Εφαρμογή Σεισμικής Μόνωσης.....	8
1.4 Ανάλυση Σεισμικά Μονωμένων Κτηρίων.....	11
1.4.1 Η Ισοδύναμη Στατική Ανάλυση.....	11
1.4.2 Η Δυναμική Φασματική Ανάλυση.....	15
1.4.3 Η Δυναμική Ανάλυση Χρονοιστοριών Σεισμών.....	15

### **2. Η ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΜΟΝΩΣΗ ΣΤΟΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΤΩΝ ΓΕΦΥΡΩΝ..... 16**

2.1 Γενικά.....	16
2.2 Η Φιλοσοφία του Σχεδιασμού.....	17
2.3 Προβλήματα Μετακινήσεων.....	19
2.4 Παραδείγματα Σεισμικά Μονωμένων Γεφυρών.....	20
2.5 Απόψεις Μελετητών ως προς την Εφαρμογή των Σεισμικών Μονώσεων στις Γέφυρες.....	21
2.6 Κριτήρια Επιλογής και Τρόποι Ελέγχου των Διατάξεων Σεισμικής Μόνωσης.....	22
2.6.1 Βασικά χαρακτηριστικά.....	22
2.6.2 Σύγκριση διαφόρων συστημάτων.....	23
2.6.3 Τρόποι ελέγχου των διατάξεων σεισμικής μόνωσης.....	24
2.7 Προσομοίωση Σεισμικά Μονωμένων Γεφυρών.....	25
2.7.1 Προκαταρκτικός σχεδιασμός.....	26
2.7.2 Προσομοίωση κατασκευής για τον σεισμό σχεδιασμού.....	27
2.7.3 Προσομοίωση για ακραίους σεισμούς.....	27
2.8 Ανάλυση των Σεισμικά Μονωμένων Γεφυρών.....	30
2.8.1 Στατική, Γραμμική, Ανάλυση Ενός Μονοβάθμιου Συστήματος.....	30
2.8.2 Δυναμική Ανάλυση Ιδιομορφών.....	32

2.8.3 Χρονική Ανάλυση Επιταχυνσιογραφήματος .....	34
2.9 Αρχές Σχεδιασμού .....	35
2.10 Αρχές Ικανοτικού Σχεδιασμού (Capacity Design Principles).....	36
<b>3. ΣΕΙΣΜΙΚΟΙ ΜΟΝΩΤΗΡΕΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥΣ .....</b>	<b>38</b>
3.1 Πρακτικά Συστήματα Σεισμικής Μόνωσης.....	38
3.1.1 Ελαστομεταλλικά Εφέδρανα με Πυρήνα Μολύβδου (Lead Rubber Bearings - LRB) .....	40
3.1.2 Ελαστομεταλλικά Εφέδρανα Ελαστικού Υψηλής Απόσβεσης (High Damping Rubber Bearings – HDRB).....	42
3.1.3 Σύστημα Εκκρεμούς Τριβής (Friction Pendulum System – FPS).....	43
3.2 Συμπεριφορά Ελαστομεταλλικών Εφεδράνων σε Οριζόντια Διάτμηση .....	45
3.3 Συμπεριφορά Ελαστομεταλλικών Εφεδράνων με Πυρήνα Μολύβδου (LRB) σε Οριζόντια Διάτμηση.....	46
3.3.1 Προσομοίωση μέσω Διγραμμικού Υστερητικού Μοντέλου.....	47
3.4 Συμπεριφορά Συστήματος Εκκρεμούς Τριβής (FPS) σε Οριζόντια Διάτμηση .....	51
<b>4. ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΕΛΑΣΤΟΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΕΦΕΔΡΑΝΩΝ ΣΕ</b>	
<b>ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΘΛΙΨΗ ΚΑΙ ΚΑΜΨΗ .....</b>	<b>54</b>
4.1 Γενικά .....	54
4.2 Συμπεριφορά Ελαστομεταλλικών Εφεδράνων σε Κατακόρυφη Συμπίεση και Κάμψη ...	56
4.3 Συμπεριφορά σε Κατακόρυφη Συμπίεση.....	58
4.4 Συμπεριφορά σε Κάμψη .....	61
4.5 Ανάλυση Ευστάθειας Ελαστομεταλλικών Εφεδράνων .....	63
4.5.1 Ευστάθεια Εφεδράνου χωρίς Επιβεβλημένες Πλευρικές Μετακινήσεις (Λυγισμός στην Απαραμόρφωτη Θέση) .....	63
4.5.2 Ευστάθεια Εφεδράνου με Επιβεβλημένες Πλευρικές Μετακινήσεις (Λυγισμός στην Παραμορφωμένη Θέση).....	67
4.6 Επίδραση Κατακόρυφου Φορτίου στην Συμπεριφορά των Ελαστομεταλλικών Εφεδράνων.....	70
<b>5. ΒΕΛΤΙΣΤΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΦΕΔΡΑΝΩΝ LRB.....</b>	<b>73</b>
5.1 Γενικά .....	73
5.2 Το Πρόβλημα Βελτιστοποίησης του Απλού LRB .....	74
5.3 Αρχική Μορφή του Προβλήματος Βελτιστοποίησης του Απλού LRB .....	75
5.4 Βασικές Συσχετίσεις Απλοποίησης του Προβλήματος .....	81
5.4.1 Η αδιάστατη χαρακτηριστική δύναμη $q$ .....	81

5.4.2 Η σταθερά $C$ με διαστάσεις μήκους.....	84
5.4.3 Γραφική Απεικόνιση του Προβλήματος Βελτιστοποίησης του Απλού LRB.....	86
5.5 Απλοποιημένη Μορφή του Προβλήματος Βελτιστοποίησης του Απλού LRB .....	93
5.6 Επέκταση στην Βελτιστοποίηση Σεισμικής Μόνωσης Πολλών Εφεδράνων LRB .....	94
5.6.1 Απόδειξη Ισοδυναμίας Προβλημάτων Βελτιστοποίησης .....	96
5.6.2 Ισοδύναμη Καμπύλη των Περιορισμών Επάρκειας.....	98
5.6.3 Αύξηση Απόδοσης της Μόνωσης μέσω Χρήσης Πολλών Τύπων Εφεδράνων .....	102
5.7 Εφαρμογή της Μεθοδολογίας Βελτιστοποίησης .....	103
5.7.1 Περιγραφή του Κτηρίου .....	103
5.7.2 Δεδομένα Μεθόδου Βελτιστοποίησης .....	105
5.7.3 Γενικά Χαρακτηριστικά της Βέλτιστης Λύσης.....	107
5.8 Ανακεφαλαίωση.....	112
<b>6. ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΩΝ ΣΕΙΣΜΙΚΩΝ ΜΟΝΩΤΗΡΩΝ .....</b>	<b>113</b>
6.1 Γενικά .....	113
6.2 Μονοδιάστατα Στοιχεία Υστέρησης.....	114
6.3 Ανελαστική Διαξονική Συμπεριφορά των Στοιχείων Υστέρησης .....	115
6.4 Μονοδιάστατα Στοιχεία Τριβής.....	117
6.5 Διαξονικά Στοιχεία Τριβής .....	119
6.6 Μη-Γραμμική Συμπεριφορά Μονοβάθμιου Ταλαντωτή - Μονωτήρα .....	121
6.7 Μη-Γραμμική Συμπεριφορά Διβάθμιου Ταλαντωτή -Μονωτήρα .....	128
<b>7. ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΑΝΩΔΟΜΗΣ .....</b>	<b>133</b>
7.1 Μαθηματική Προσομοίωση της Ανωδομής .....	133
7.2 Δυναμική Ανάλυση της Κατασκευής .....	135
<b>8. ΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΜΟΝΩΣΗΣ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ "SAP 2000n" 141</b>	
8.1 Γενικά .....	141
8.2 Στοιχείο "Damper" : Αποσβεστήρας .....	142
8.3 Στοιχείο "Gap" : Κενού.....	143
8.4 Στοιχείο "Hook" : Άγκιστρο .....	143
8.5 Στοιχείο "Plastic 1" : Πλαστικό Στοιχείο.....	143
8.6 Στοιχείο "Isolator 1" : Ελαστομεταλλικό εφέδρανο με πυρήνα μολύβδου (L.R.B.) .....	145

8.7 Στοιχείο "Isolator 2" : Μονωτήρας Εκκρεμούς Τριβής (Friction Pendulum).....	147
<b>9. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΜΟΝΩΣΗΣ ΣΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ "SAP 2000" .....</b>	<b>149</b>
9.1 Οκταόροφο Κτίριο Οπλισμένου Σκυροδέματος .....	149
9.1.1 Γενικά .....	149
9.1.2 Επιλογή Υλικών και Διατομών .....	152
9.1.3 Αποτελέσματα Ανάλυσης .....	155
9.2 Γέφυρα Τεσσάρων Ανοιγμάτων .....	156
9.2.1 Γενικά .....	156
9.2.2 Επιλογή Υλικών και Διατομών .....	157
9.2.3 Αποτελέσματα Ανάλυσης .....	159
<b>10. ΚΑΝΟΝΙΣΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΟΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΜΟΝΩΣΗΣ .....</b>	<b>161</b>
10.1 Γενικά .....	161
10.2 Κανονισμός FEMA 356 – Παράγραφος 9.2 .....	163
10.3 Κανονισμός AASHTO 91 .....	194

## Μέρος Β - Πειραματικό

<b>1 Πειραματικό πρόγραμμα.....</b>	<b>210</b>
1.1 Σύστημα Σεισμικής Μόνωσης .....	210
1.2 Πειραματική Διάταξη .....	211
1.3 Διάφοροι Τύποι Δοκιμών .....	212
1.4 Διάταξη Οργάνων .....	214
1.5 Προσδιορισμός Ιδιοτήτων Δοκιμών .....	215
1.6 Σεισμικές Διεγέρσεις .....	217
<b>2 Πειραματικά Αποτελέσματα.....</b>	<b>219</b>
2.1 Διάταξη 2-Ορόφων .....	219
<b>Βιβλιογραφία .....</b>	<b>220</b>

## Μέρος Α - Θεωρητικό