

Αντισεισμική προστασία κατασκευών

3^η Ελληνική επανέκδοση

Hugo Bachmann

Απόδοση: **Δημ. Πέντζας**
Πολ. Μηχανικός

 **Εκδόσεις: Μ. Γκιούρδας**

Ζωοδόχου Πηγής 70-74 - Τηλ.: 210 3630219

106 81 Αθήνα, 2013

www.mgiurdas.gr

Συγγραφέας:

Καθ. Hugo Bachmann
Ομοσπ. Πολυτεχνείο Ζυρίχης
Ινστιτούτο Δομικής Στατιστικής και Κατασκευών
ETH-Hönggerberg
CH-8093 Zürich

Τίτλος Πρωτοτύπου:

Erdbebensicherung von Bauwerken

Copyright © 1995 Birkhäuser Verlag Basel, Schweiz

ISBN 3-7643-5190-X

Αποκλειστικότητα για την Ελληνική Γλώσσα

Εκδόσεις: **Μόσχος Γκιούρδας**



Ζωοδόχου Πηγής 70-74 - Τηλ.: 210 3630219

106 81 Αθήνα, 2013

www.mgiurdas.gr

ISBN: 960-512-110-7

Desktop Publishing: Λένα Καλαϊτζή, τηλ.: 210 2813066

Εκτύπωση: ΑΛΦΑΒΗΤΟ Α.Ε.Β.Ε., τηλ.: 210 6466086

Αναδημοσίευση του βιβλίου σε οποιαδήποτε μορφή, ολόκληρου ή μέρους,
δεν επιτρέπεται χωρίς την έγγραφη εξουσιοδότηση του εκδότη.

Πρόλογος

Η δράση “σεισμός” έχει αποκτήσει σε παγκόσμια κλίμακα πολύ μεγάλη σημασία για τη μόρφωση των δομικών έργων και των κατασκευών. Ακόμη και στην κεντρική Ευρώπη - στην Ελβετία και τις γειτονικές της χώρες - ο κίνδυνος του σεισμού είχε όλα αυτά τα χρόνια υποτιμηθεί. Σήμερα, ο καθένας γνωρίζει ότι αν ξαναγίνουν οι σεισμοί του παρελθόντος - πράγμα που μπορεί να συμβεί οποτεδήποτε - θα πρέπει να αναμένονται τεράστιες ζημιές, ακόμη δε και απώλειες σε ανθρώπινες ζωές. Επείγον άρα θέμα αποτελεί η ένταση των προσπαθειών για τη μείωση των κινδύνων από το σεισμό με μέσον την αντισεισμικά σωστή μόρφωση των κατασκευών.

Η ενδεδειγμένη αντισεισμική προστασία των κατασκευών δεν αποτελεί πια θέμα γνώσεων, αλλά πρόβλημα εκπαίδευσης των Πολιτικών Μηχανικών και των Αρχιτεκτόνων και μεταφοράς, με τον τρόπο αυτό, των γνώσεων που ήδη υπάρχουν στην πράξη. Τόσον η εντατική έρευνα όσο και η πολύτιμη εμπειρία από τους μεγάλους σεισμούς των τελευταίων χρόνων, έχουν οδηγήσει την αντισεισμική μηχανική σε υψηλή στάθμη. Μέσω λίγων κατάλληλων μέτρων στη φάση της βασικής σύλληψης (σύνθεσης) και της κατασκευαστικής διαμόρφωσης, και με την ανάλογη με το πρόβλημα ανάλυση και διαστασιολόγηση, ο κίνδυνος ζημιών μπορεί να μειωθεί δραστικά και να επιτευχθεί ένας υψηλός βαθμός προστασίας έναντι κατάρρευσης. Τέτοια συνειδητά επαγγελματικά μέτρα και προβλέψεις οδηγούν συνήθως σε μικρή, ή και-μηδενική, αύξηση των δαπανών.

Το βιβλίο αυτό αποτελεί μια εισαγωγή στο εκτεταμένο πεδίο της αντισεισμικής προστασίας των κατασκευών. Αποτελεί προϊόν της πολύχρονης ενασχόλησης του συγγραφέα με τη διδασκαλία του θέματος στο Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών του Ομοσπονδιακού Πολυτεχνείου της Ζυρίχης. Στο πρώτο μέρος, παρουσιάζονται οι ουσιαστικές αρχές της σεισμολογίας και οι σημαντικές έννοιες του σεισμού σχεδιασμού, της οριακής αντίστασης και της πλαστιμότητας. Στη συνέχεια, μετά από ένα Κεφάλαιο για την αντισεισμική μελέτη των κτιριακών έργων, ακολουθούν κι’ άλλα Κεφάλαια που πραγματεύονται τις υπολογιστικές μεθόδους που χρησιμοποιούνται σήμερα και τον τρόπο με τον οποίο γίνεται στην πράξη ο υπολογισμός των κτιριακών έργων, παρουσιάζονται δε και συγκεκριμένα αριθμητικά παραδείγματα. Σε ένα κάπως πιο αναλυτικό Κεφάλαιο αναπτύσσεται η διαστασιολόγηση και η κατασκευαστική διαμόρφωση των κτιριακών κατασκευών. Μεγάλη σημασία δίδεται εδώ στη σύγχρονη μέθοδο του ικανοτικού σχεδιασμού-διαστασιολόγησης, η οποία είναι σαφώς καλύτερη από τις συνήθεις μέχρι τώρα μεθόδους διαστασιολόγησης - όταν εφαρμόζεται με συνέπεια - και οδηγεί σε μια καθόλα “ομαλή” αντισεισμική συμπεριφορά των κατασκευών. Το βιβλίο κλείνει με ένα Κεφάλαιο για την αντισεισμική προστασία των γεφυρών.

Το κείμενο είναι προσανατολισμένο στις ανάγκες του Πολιτικού Μηχανικού της πράξης με το μεγάλο βάρος που δίδεται στη σωστή αντισεισμική μελέτη, σκοπό έχει να βοηθήσει

στην αποφυγή σφαλμάτων και ελλείψεων στη βασική σύλληψη, γιατί αυτά δεν μπορεί να εξουδετερωθούν ακόμη κι' από μια ευφυή τεχνικά ανάλυση και διαστασιολόγηση. Στο βιβλίο υπάρχει εξάλλου και πλήθος αναφορών σε θέματα που αποτελούν αντικείμενο τρεχουσών ερευνών.

Η επεξεργασία του βιβλίου αυτού δεν θα ήταν δυνατή χωρίς την ενεργό υποστήριξη που εκδηλώθηκε από διάφορες πλευρές. Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλονται δικαιωματικά στο φίλο μου και συνάδελφο καθηγητή Δρ. επίτιμο Δρ. Thomas Paulay, επίτιμο καθηγητή του Πανεπιστημίου του Canterbury στο Christchurch της Νέας Ζηλανδίας, από την πολύχρονη συνεργασία με τον οποίο μπόρεσα να μάθω πάρα πολλά. Στη σύνταξη του Κεφαλαίου για τον υπολογισμό των κτιριακών κατασκευών και των αριθμητικών παραδειγμάτων που υπάρχουν εκεί, ήταν ουσιαστική η συνεργασία του κ. Thomas Wenk, Διπλ. Μηχ. του Πολυτεχνείου της Ζυρίχης, επιφορτισμένου με τη διδασκαλία και Προϊσταμένου των βοηθών του Ινστιτούτου Δομικής Στατικής και Κατασκευών του Πολυτεχνείου της Ζυρίχης, που με τις πολύτιμες συζητήσεις και προτροπές του και σε άλλα θέματα συνέβαλε στο να πάρει το βιβλίο τη σημερινή του μορφή. Η δακτυλογράφηση και μορφοποίηση του κειμένου έγινε από την κ. Tilly Grob και η σχεδίαση των σχημάτων κυρίως από τους κ. Guido Göseli και Emil Honegger. Τη στοιχειοθεσία επιμελήθηκε ο κ. Marco Galli, Διπλ. Μηχ. Πολ. Ζυρίχης. Για την πολύτιμη συνεργασία και την προσεκτική εργασία τους, ευχαριστώ ολόψυχα όλους όσους συνέβαλαν στην προσπάθεια αυτή.

Ζυρίχη, Ιανουάριος 1995

Hugo Bachmann

Τίτλοι Περιεχομένων

- 1 Εισαγωγή**
- 2 Βάσεις σεισμολογίας**
- 3 Σεισμός σχεδιασμού, οριακή αντίσταση και πλαστιμότητα**
- 4 Πώς γίνεται η σωστή αντισεισμική μελέτη ενός κτιρίου**
- 5 Μέθοδοι υπολογισμού**
- 6 Υπολογισμός κτιριακών έργων**
- 7 Διαστασιολόγηση και κατασκευαστική διαμόρφωση κτιρίων**
- 8 Αντισεισμική προστασία γεφυρών**

Πίνακας Περιεχομένων

Πρόλογος	v
Τίτλοι περιεχομένων	vii
1 Εισαγωγή	1
1.1 Η σημασία της αντισεισμικής Μηχανικής.....	1
1.2 Ιστορικοί σεισμοί	3
1.3 Συνέπειες των σεισμών	8
2 Βάσεις Σεισμολογίας	9
2.1 Είδη και χαρακτηριστικά των σεισμών	9
2.1.1 Είδη	9
2.1.2 Χαρακτηριστικά	11
2.2 Σεισμικές κλίμακες	13
2.2.1 Κλίμακα μεγέθους (κλίμακα Richter)	13
2.2.2 Κλίμακα έντασης.....	14
2.3 Σεισμικά κύματα.....	17
2.3.1 Είδη κυμάτων	17
2.3.2 Ταχύτητες κυμάτων	18
2.3.3 Διαδρομές κυμάτων	19
2.4 Καταγραφή των σεισμών	22
2.4.1 Όργανα καταγραφής ταχύτητας	22
2.4.2 Όργανα μέτρησης της επιτάχυνσης	25
2.5 Σεισμολογικές αξιολογήσεις	28
2.5.1 Επίκεντρο και εστιακό βάθος.....	28
2.5.2 Μέγεθος και εντάσεις	30
2.6 Αξιολογήσεις από πλευράς Μηχανικού	31
2.6.1 Φυσικά χαρακτηριστικά μεγέθη	31
2.6.2 Χρονική εξέλιξη της κίνησης του εδάφους.....	34
2.7 Φάσματα απόκρισης	38
2.7.1 Διαδικασία για την εύρεσή τους	38
2.7.2 Μαθηματική περιγραφή.....	43
2.7.3 Χαρακτηριστικά των φασμάτων απόκρισης.....	46

3 Σεισμός σχεδιασμού, οριακή αντίσταση και πλαστιμότητα	49
3.1 Σεισμική επικινδυνότητα	50
3.1.1 Μελέτες επικινδυνότητας	50
3.1.2 Χάρτες επικινδυνότητας και χάρτες με ζώνες	50
3.2 Καθορισμός των χαρακτηριστικών μεγεθών του σεισμού	55
3.3 Κατασκευή ελαστικών φασμάτων σχεδιασμού	58
3.4 Παραγωγή σύμμορφων με το φάσμα χρονικών εξελίξεων της εδαφικής κίνησης	60
3.5 Οριακή αντίσταση και πλαστιμότητα	61
3.5.1 Θεμελιώδεις σχέσεις	61
3.5.2 Ορισμός και είδη της πλαστιμότητας	62
3.5.3 Μείωση της οριακής αντίστασης χάριν της πλαστιμότητας	68
α) Σταθμίσεις	68
β) Συντελεστές μείωσης και συμπεριφοράς	69
3.6 Εύρεση ανελαστικών φασμάτων σχεδιασμού	73
4 Πώς γίνεται η σωστή αντισεισμική μελέτη ενός κτιρίου	75
4.1 Ιδιότητες του φέροντα οργανισμού	76
4.2 Είδη φορέων	77
4.2.1 Πλαίσια από οπλισμένο σκυρόδεμα ή χάλυβα	77
4.2.2 Φέροντα τοιχώματα οπλισμένου σκυροδέματος σε κτίρια με σκελετό	80
4.2.3 Μικτά στατικά συστήματα από φέροντα τοιχώματα και πλαίσια οπλισμένου σκυροδέματος	82
4.2.4 Δικτυώματα από χάλυβα	84
4.2.5 Φέροντα τοιχώματα από τοιχοποιία	85
4.2.6 Τοιχοπληρώσεις	86
4.3 Αρχές που πρέπει να τηρούνται για τη μελέτη	88
4.3.1 Γενικοί κανόνες	88
4.3.2 Μορφή στην κάτοψη	88
4.3.3 Μορφή σε τομή	91
4.4 Κλάσεις πλαστιμότητας	93
4.5 Παραμορφώσεις του φορέα	94
4.5.1 Μετατοπίσεις ορόφων	94
4.5.2 Συνέπειες στα μη φέροντα στοιχεία	95
4.5.3 Αρμοί μεταξύ γειτονικών κτιρίων	96
4.6 Για την εκλογή του φορέα	97
4.6.1 Ελευθερία χρήσης	97
4.6.2 Πλαστιμότητα σχεδιασμού και οριακή αντίσταση	98
4.6.3 Σεισμός ασφαλείας, λειτουργίας και ορίου ζημιών	99

4.7	Διαστάσεις διατομών φορέων οπλισμένου σκυροδέματος	101
4.7.1	Γενικά	101
4.7.2	Στύλοι πλαισίων	102
4.7.3	Υποστυλώματα για κατακόρυφα φορτία	102
4.7.4	Ζυγώματα πλαισίων	103
4.7.5	Πλάκες πατωμάτων	103
4.7.6	Φέροντα τοιχώματα	103
4.7.7	Δοκοί σύζευξης φερόντων τοιχωμάτων	104
5	Μέθοδοι υπολογισμού	105
5.1	Επισκόπηση	105
5.2	Ταλαντώσεις της κατασκευής	108
5.2.1	Μονοβάθμιος ταλαντωτής	108
	α) Εξίσωση κινήσεως	108
	β) Ομογενής λύση	109
	γ) Μερική λύση	111
5.2.2	Πολυβάθμιος ταλαντωτής	112
	α) Εξίσωση κινήσεως	112
	β) Ιδιοσυχνότητες και ιδιομορφές	114
	γ) Ανάλυση σε μορφές ιδιοταλάντωσης	116
	δ) Συμπληρωματικές παρατηρήσεις για την απόσβεση	121
5.3	Μέθοδος ισοδύναμης δύναμης	125
5.3.1	Αρχές	125
5.3.2	Ισοδύναμη σεισμική δύναμη	126
	α) Ορισμός	126
	β) Εκτίμηση της θεμελιώδους συχνότητας	126
	γ) Θεώρηση των πλαστικών παραμορφώσεων	130
	δ) Επιρροή της ενδοσιμότητας του εδάφους θεμελίωσης	131
	ε) Ισοδύναμη δύναμη με βάση του Κανονισμού	132
	στ) Κατανομή της ισοδύναμης δύναμης καθύψους του κτιρίου	134
5.3.3	Θεώρηση της στρέψης	135
5.3.4	Αξιολόγηση της μεθόδου της ισοδύναμης δύναμης	136
5.4	Μέθοδος φασμάτων απόκρισης	138
5.4.1	Χαρακτηριστικά	138
5.4.2	Φάσματα απόκρισης	138
	α) Ορισμός	138
	β) Είδη φασμάτων απόκρισης	139
	γ) Συνδυασμένη διπλή λογαριθμική απεικόνιση	140
	δ) Οριακές τιμές για πολύ δύσκαμπτα και πολύ μαλακά συστήματα	142
	ε) Κατασκευή φασμάτων σχεδιασμού κατά Newmark	143
5.4.3	Μέθοδος για μονοβάθμιο ταλαντωτή	145
5.4.4	Μέθοδος για πολυβάθμιο ταλαντωτή	147
5.4.5	Χρήση ανελαστικών φασμάτων απόκρισης	150
5.4.6	Αξιολόγηση της μεθόδου των φασμάτων απόκρισης	150

5.5	Μέθοδοι της εν χρόνω ολοκλήρωσης	152
5.5.1	Ιδιομορφική λύση της εξίσωσης κινήσεως	152
5.5.2	Κατευθείαν ολοκλήρωση της εξίσωσης κινήσεως	153
5.5.3	Αξιολόγηση της μεθόδου της εν χρόνω ολοκλήρωσης	153
6	Υπολογισμός κτιριακών έργων	155
6.1	Καταπονήσεις και αντιστάσεις	156
6.1.1	Γενική συνθήκη διαστασιολόγησης	156
6.1.2	Καταπονήσεις	156
6.1.3	Αντιστάσεις	157
	α) Οριακή αντίσταση και τιμή διαστασιολόγησης της οριακής αντίστασης	157
	β) Μέση αντίσταση	158
	γ) Αντίσταση λόγω υπεραντοχής	158
	δ) Συντελεστής διαστασιολόγησης	159
6.2	Σχηματισμός του μοντέλου	161
6.2.1	Διεξαγωγή του υπολογισμού χωριστά για κάθε μια από τις ορθογώνιες διευθύνσεις	161
6.2.2	Ισοδύναμη ράβδος	161
	α) Ολόκληρο το κτίριο	161
	β) Μεμονωμένα φέροντα τοιχώματα	161
6.2.3	Διακριτό μοντέλο του φορέα	162
	α) Ακαμψίες των φερόντων στοιχείων	162
	β) Ακαμψία των συνδέσεων (κόμβων)	163
6.2.4	Μάζες του κτιρίου	163
6.2.5	Έδαφος θεμελίωσης	164
6.3	Εύρεση των εντατικών μεγεθών	165
6.3.1	Εντατικά μεγέθη στην ισοδύναμη ράβδο	165
6.3.2	Κατανομή της τέμνουσας δύναμης ορόφου στα κατακόρυφα φέροντα στοιχεία	166
	α) Γενικά	166
	β) Ισοστατικό σύστημα φερόντων τοιχωμάτων	167
	γ) Συμμετρικό σύστημα φερόντων τοιχωμάτων με τέμνουσα δύναμη ορόφου στον άξονα συμμετρίας	168
	δ) Γενικά συστήματα φερόντων τοιχωμάτων	169
	ε) Συστήματα πλαισίων	172
6.3.3	Εύρεση των ροπών κάμψης στα επιμέρους κατακόρυφα φέροντα στοιχεία	173
6.4	Παράδειγμα συμμετρικού συστήματος φερόντων τοιχωμάτων	175
6.4.1	Στοιχεία	175
	α) Περιγραφή του αντικειμένου	175
	β) Δομικά υλικά	175
	γ) Σενάριο επικινδυνότητας και καταπονήσεις	175
	δ) Σχηματισμός γενικού μοντέλου	177

6.4.2	Μέθοδος ισοδύναμης δύναμης	178
	α) Μόρφωση ειδικού μοντέλου	178
	β) Εκτίμηση της θεμελιώδους συχνότητας	178
	γ) Ισοδύναμη δύναμη	179
	δ) Κατανομή της ισοδύναμης δύναμης καθύψος του κτιρίου	179
	ε) Εντατικά μεγέθη	180
6.4.3	Μέθοδος φασμάτων απόκρισης	180
	α) Μόρφωση ειδικού μοντέλου	180
	β) Ιδιοσυχνότητες και ιδιομορφές ταλάντωσης	181
	γ) Φάσμα σχεδιασμού	182
	δ) Ιδιομορφικά εντατικά μεγέθη	182
	ε) Επαλληλία των εντατικών μεγεθών των επιμέρους ιδιομορφών	182
	στ) Σύγκριση με τη μέθοδο της ισοδύναμης δύναμης	183
6.4.4	Μη γραμμική μέθοδος εν χρόνω ολοκλήρωσης	184
	α) Μόρφωση ειδικού μοντέλου	184
	β) Χρονική εξέλιξη της εδαφικής επιτάχυνσης	187
	γ) Εντατικά μεγέθη και παραμορφώσεις	187
	δ) Σύγκριση με τη μέθοδο της ισοδύναμης δύναμης	189
6.5	Παράδειγμα συμμετρικού συστήματος πλαίσιων	191
6.5.1	Στοιχεία	191
	α) Περιγραφή του αντικειμένου	191
	β) Δομικά υλικά	191
	γ) Σενάριο επικινδυνότητας και καταπονήσεις	191
	δ) Μόρφωση γενικού μοντέλου	191
6.5.2	Μέθοδος ισοδύναμης δύναμης	193
	α) Μόρφωση ειδικού μοντέλου	193
	β) Εκτίμηση της θεμελιώδους συχνότητας	194
	γ) Ισοδύναμη δύναμη	194
	δ) Κατανομή της ισοδύναμης δύναμης καθύψος του κτιρίου	194
	ε) Εντατικά μεγέθη	195
6.5.3	Μέθοδος φασμάτων απόκρισης	197
	α) Μόρφωση ειδικού μοντέλου	197
	β) Ιδιοσυχνότητες και μορφές ιδιοταλάντωσης	197
	γ) Φάσμα σχεδιασμού	197
	δ) Εντατικά μεγέθη ιδιομορφών	199
	ε) Επαλληλία εντατικών μεγεθών των επιμέρους ιδιομορφών	199
	στ) Σύγκριση με τη μέθοδο της ισοδύναμης δύναμης	199
6.5.4	Μη-γραμμική μέθοδος εν χρόνω ολοκλήρωσης	201
	α) Μόρφωση ειδικού μοντέλου	201
	β) Χρονική εξέλιξη της επιτάχυνσης του εδάφους	202
	γ) Απαίτηση πλαστιμότητας στις πλαστικές αρθρώσεις	202
6.6	Παράδειγμα μη συμμετρικού συστήματος φερόντων τοιχωμάτων	204
6.6.1	Στοιχεία	204
	α) Περιγραφή του αντικειμένου	204

β) Δομικά υλικά	204
γ) Σενάριο επικινδυνότητας και καταπονήσεις	204
δ) Μόρφωση γενικού μοντέλου	204
6.6.2 Μέθοδος ισοδύναμης δύναμης	205
α) Καθορισμός του κέντρου ακαμψίας	205
β) Καθορισμός του κέντρου μαζών	206
γ) Θεώρηση της στρέψης	206
δ) Κατανομή της τέμνουσας δύναμης ορόφου	206
7 Διαστασιολόγηση και κατασκευαστική διαμόρφωση κτιρίων	209
7.1 Η μέθοδος του ικανοτικού σχεδιασμού	210
7.1.1 Ιδιαιτερότητες της σεισμικής καταπόνησης	210
7.1.2 Συμβατική διαστασιολόγηση και ικανοτικός σχεδιασμός	211
7.1.3 Ορισμός του ικανοτικού σχεδιασμού	213
7.1.4 Ακατάλληλοι και κατάλληλοι μηχανισμοί	214
7.1.5 Υπεραντοχή	218
7.1.6 Εφαρμογή του ικανοτικού σχεδιασμού	219
7.2 Φέροντα τοιχώματα οπλισμένου σκυροδέματος	221
7.2.1 Είδη και έννοιες	221
7.2.2 Μορφές διατομής	222
7.2.3 Μορφές αστοχίας	223
7.2.4 Κατάλληλοι μηχανισμοί	224
7.2.5 Συμβατική διαστασιολόγηση	225
7.2.6 Ικανοτικός σχεδιασμός λυγερών φερόντων τοιχωμάτων	225
α) Ικανοτικός σχεδιασμός λυγερών φερόντων τοιχωμάτων για περιορισμένη πλαστιμότητα	225
β) Ικανοτικός σχεδιασμός λυγερών φερόντων τοιχωμάτων για πλήρη πλαστιμότητα	236
γ) Ικανοτικός σχεδιασμός συνεργαζόμενων φερόντων τοιχωμάτων	236
δ) Ικανοτικός σχεδιασμός συζευγμένων φερόντων τοιχωμάτων για πλήρη και περιορισμένη πλαστιμότητα	237
7.2.7 Ιδιαιτερότητες των μη-λυγερών φερόντων τοιχωμάτων	238
7.3 Πλαίσια οπλισμένου σκυροδέματος	239
7.3.1 Κατάλληλοι μηχανισμοί	239
7.3.2 Συμβατική διαστασιολόγηση	240
7.3.3 Ικανοτικός σχεδιασμός	240
7.4 Μικτά φέροντα συστήματα από τοιχώματα και πλαίσια οπλισμένου σκυροδέματος	241
7.4.1 Κατάλληλοι μηχανισμοί	241
7.4.2 Συμβατική διαστασιολόγηση	241
7.4.3 Ικανοτικός σχεδιασμός	242
7.5 Πλαίσια από χάλυβα	243
7.5.1 Μηχανισμοί και διαστασιολόγηση	243
7.5.2 Ιδιαιτερότητες στις πλαστικές αρθρώσεις	243

α) Αρθρώσεις στα ζυγώματα	243
β) Αρθρώσεις υποστυλωμάτων (στον πόδα του υποστυλώματος στο ισόγειο)	244
7.6 Δικτυώματα από χάλυβα	245
7.6.1 Δικτυώματα με συνδέσμους χωρίς εκκεντρότητα	245
7.6.2 Δικτυώματα με συνδέσμους με εκκεντρότητα	246
7.7 Φέροντα τοιχώματα από τοιχοποιία	248
7.7.1 Φέροντα τοιχώματα από άοπλη τοιχοποιία	248
7.7.2 Φέροντα τοιχώματα από οπλισμένη τοιχοποιία	248
7.8 Τοιχοπληρώσεις	251
7.9 Μη φέροντες ενδιάμεσοι τοίχοι και δομικά στοιχεία προσόψεων	252
7.9.1 Γενικά	252
α) Δομικά στοιχεία σταθερά συνδεδεμένα με το φέροντα οργανισμό	252
β) Δομικά στοιχεία διαχωρισμένα μέσω αρμών από το φέροντα οργανισμό	252
γ) Διαστασιολόγηση για δράσεις κάθετες στο επίπεδο του στοιχείου	253
7.9.2 Μη φέροντες τοίχοι από τοιχοποιία χωρίς αρμούς	253
7.9.3 Μη φέροντες τοίχοι με αρμούς	254
7.9.4 Δομικά στοιχεία προσόψεων	254
7.10 Εγκαταστάσεις και εξοπλισμός	256
7.11 Θεμελιώσεις	258
7.11.1 Απαιτήσεις	258
7.11.2 Μεμονωμένα πέδιλα και πεδιλοδοκοί	259
7.11.3 Πλάκες θεμελίωσης και κιβώτια	259
7.11.4 Θεμελιώσεις σε πασσάλους	260
8 Αντισεισμική προστασία γεφυρών	261
8.1 Ενδεχόμενες ζημιές	263
8.1.1 Κατάρρευση του φορέα της γέφυρας	263
8.1.2 Ζημιές στα εφέδρανα	264
8.1.3 Ζημιές στα ακρόβαθρα	264
8.1.4 Ζημιές σε στύλους γεφυρών	265
8.2 Εξασφάλιση έναντι κατάρρευσης	266
8.2.1 Αρχές	266
8.2.2 Απλοί κανόνες	267
α) Βασικά μεγέθη	267
β) Ελάχιστες διαστάσεις των περιοχών στήριξης	269
γ) Αριθμητική αποτίμηση και βαθμονόμηση	270
δ) Κανόνες για την εξασφάλιση έναντι κατάρρευσης	270
8.3 Διαστασιολόγηση	272
8.3.1 Κατά μήκος διεύθυνση για κινητή στήριξη	272

8.3.2	Κατά μήκος διεύθυνση για σταθερή (αρχικά) στήριξη	274
8.3.3	Κατά μήκος διεύθυνση για στήριξη με θέσεις θεωρητικής θραύσης (επίπεδα ηθελημένης εξασθένισης)	276
8.3.4	Εγκάρσια διεύθυνση	277
8.4	Ειδικά μέτρα	279
8.4.1	Ελαστομεταλλικά εφέδρανα με πυρήνα από μολύβι	279
8.4.2	Στοιχεία απόσβεσης κρούσεων	280
8.4.3	Κλείδες διάτμησης	280
Βιβλιογραφία		281
Ευρετήριο		285