

Οδηγός σχεδιασμού σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 8: Αντισεισμικός Σχεδιασμός Κατασκευών

Κατά τα πρότυπα EN 1998-1 και EN 1998-5

Γενικοί κανόνες, σεισμικές δράσεις,
κανόνες για κτήρια, θεμελιώσεις
και κατασκευές αντιστήριξης

Michael N. Fardis, Eduardo Carvalho, Amr Elnashai,
Ezio Faccioli, Paolo Pinto και Andre Plummer

Επιμέλεια σειράς: Haig Gulvanessian



Επιστημονική επιμέλεια ελληνικής έκδοσης:
Μιχαήλ Φαρδής, Πανεπιστήμιο Πατρών

Περιεχόμενα

Πρόλογος	5
Σκοπός του Οδηγού	5
Διάρθρωση του Οδηγού	5
Ευχαριστίες	5
1. Εισαγωγή	15
1.1. Πεδίο εφαρμογής του Ευρωκώδικα 8.....	15
1.2. Πεδίο εφαρμογής του Ευρωκώδικα 8 – Μέρος 1	16
1.3. Πεδίο εφαρμογής του Ευρωκώδικα 8 – Μέρος 5.....	17
1.4. Χρήση του Ευρωκώδικα 8 (Μέρη 1 και 5) με τους άλλους Ευρωκώδικες	17
1.5. Παραδοχές – Διάκριση μεταξύ Αρχών και Κανόνων Εφαρμογής ...	17
1.6. Όροι και ορισμοί – Σύμβολα	18
2. Απαιτήσεις επιτελεστικότητας και κριτήρια συμμόρφωσης	19
2.1. Απαιτήσεις επιτελεστικότητας για νέες κατασκευές στον Ευρωκώδικα 8 και αντίστοιχες στάθμες σεισμικής επικινδυνότητας.....	19
2.2. Κριτήρια συμμόρφωσης στις απαιτήσεις επιτελεστικότητας και εφαρμογή τους.....	22
2.2.1. Κριτήρια συμμόρφωσης στην απαίτηση περιορισμού των βλαβών.....	22
2.2.2. Κριτήρια συμμόρφωσης στην απαίτηση αποφυγής (τοπικής) κατάρρευσης.....	22
2.3. Εξαίρεση από την εφαρμογή του Ευρωκώδικα 8.....	28
3. Σεισμικές δράσεις.....	29
3.1. Εδαφικές συνθήκες.....	29
3.1.1. Προσδιορισμός των κατηγοριών εδάφους.....	29
3.2. Σεισμική δράση	32
3.2.1. Σεισμικές ζώνες	32
3.2.2. Βασική απεικόνιση της σεισμικής δράσης	36
3.2.3. Εναλλακτικές περιγραφές της σεισμικής δράσης.....	45
3.3. Φάσματα απόκρισης μετακίνησης.....	49

4. Σχεδιασμός κτιρίων.....	53
4.1. Πεδίο εφαρμογής.....	53
4.2. Μελέτη διαμόρφωσης αντισεισμικών κτιρίων.....	53
4.2.1. Στατική απλότητα.....	54
4.2.2. Ομοιομορφία, συμμετρία και υπερστατικότητα.....	54
4.2.3. Διαξονική αντοχή και δυσκαμψία.....	55
4.2.4. Στρεπτική αντοχή και δυσκαμψία.....	56
4.2.5. Διαφραγματική δράση στη στάθμη των δαπέδων.....	57
4.2.6. Επαρκής θεμελίωση.....	58
4.3. Στατική κανονικότητα και επιπτώσεις στο σχεδιασμό.....	58
4.3.1. Εισαγωγή.....	58
4.3.2. Κανονικότητα σε κάτοψη.....	60
4.3.3. Κανονικότητα καθ' ύψος.....	69
4.4. Συνδυασμός των φορτίων βαρύτητας και άλλων φορτίων με τη σεισμική δράση σχεδιασμού.....	71
4.4.1. Συνδυασμός για τα τοπικά εντατικά μεγέθη.....	71
4.4.2. Συνδυασμός για γενικά εντατικά μεγέθη.....	73
4.5. Μέθοδοι ανάλυσης.....	74
4.5.1. Επισκόπηση των επιτρεπόμενων μεθόδων ανάλυσης.....	74
4.5.2. Η μέθοδος ανάλυσης με οριζόντιες δυνάμεις.....	75
4.5.3. Ιδιομορφική ανάλυση φάσματος απόκρισης.....	80
4.5.4. Γραμμική ανάλυση για την κατακόρυφη συνιστώσα της σεισμικής δράσης.....	87
4.5.5. Μη-γραμμικές μέθοδοι ανάλυσης.....	88
4.6. Προσομοίωση κτιρίων για γραμμική ανάλυση.....	98
4.6.1. Εισαγωγή: βαθμός διακριτοποίησης.....	98
4.6.2. Προσομοίωση δοκών, υποστυλωμάτων και συνδέσμων....	99
4.6.3. Ειδικά θέματα προσομοίωσης τοιχωμάτων.....	102
4.6.4. Δυσκαμψία ρηγματωμένου σκυροδέματος και ρηγματωμένης τοιχοποιίας.....	104
4.6.5. Επιρροές 2ας τάξεως (P-Δ).....	105
4.7. Προσομοίωση των κτιρίων για μη-γραμμική ανάλυση.....	107
4.7.1. Γενικές απαιτήσεις για μη-γραμμικά προσομοιώματα.....	107
4.7.2. Ειδικές απαιτήσεις για προσομοιώματα σε μη-γραμμική δυναμική ανάλυση.....	109
4.7.3. Η ανεπάρκεια των προσομοιωμάτων των μελών σε τρεις διαστάσεις ως περιορισμός των μη-γραμμικών προσομοιωμάτων.....	113
4.8. Ανάλυση για φαινόμενα τυχηματικής στρέψης.....	114
4.8.1. Τυχηματική εκκεντρότητα.....	114
4.8.2. Εκτίμηση των φαινομένων της τυχηματικής εκκεντρότητας μέσω στατικής ανάλυσης.....	115

4.8.3. Απλοποιημένη εκτίμηση των φαινομένων τυχηματικής εκκεντρότητας.....	117
4.9. Συνδυασμός των εντατικών μεγεθών των συνιστωσών της σεισμικής δράσης.....	118
4.10. «Κύρια» σεισμικά στοιχεία έναντι «δευτερευόντων» σεισμικών στοιχείων.....	120
4.10.1. Ορισμός και ρόλος των «κύριων» και των «δευτερευόντων» σεισμικών στοιχείων	120
4.10.2. Ειδικές απαιτήσεις για το σχεδιασμό των δευτερευόντων σεισμικών στοιχείων	121
4.11. Έλεγχοι.....	122
4.11.1. Έλεγχοι για περιορισμό των βλαβών.....	123
4.11.2. Έλεγχοι για την απαίτηση αποφυγής (τοπικής) κατάρρευσης	124
4.12. Ειδικοί κανόνες για πλαισιακά συστήματα με τοιχοπληρώσεις....	134
4.12.1. Εισαγωγή και πεδίο εφαρμογής.....	134
4.12.2. Σχεδιασμός έναντι των δυσμενών επιδράσεων ασύμμετρων σε κάτοψη τοιχοπληρώσεων.....	136
4.12.3. Σχεδιασμός έναντι των δυσμενών επιδράσεων των ασύμμετρων καθ' ύψος τοιχοπληρώσεων	138

5. Κανόνες σχεδιασμού και διαμόρφωσης λεπτομερειών για κτίρια από σκυροδέμα 141

5.1. Πεδίο εφαρμογής.....	141
5.2. Είδη στοιχείων σκυροδέματος – Ορισμός των «κρίσιμων περιοχών»	142
5.2.1. Δοκοί και υποστυλώματα	142
5.2.2. Τοιχώματα	143
5.2.3. Πλάστιμα τοιχώματα: συζευγμένα και ασύζευκτα	144
5.2.4. Μεγάλα ελαφρά οπλισμένα τοιχώματα	146
5.2.5. Κρίσιμες περιοχές σε πλάστιμα στοιχεία.....	147
5.3. Είδη δομικών συστημάτων για σεισμική αντίσταση των κτιρίων σκυροδέματος.....	148
5.3.1. Δομικά συστήματα ανεστραμμένου εκκρεμούς	149
5.3.2. Στρεπτικά εύκαμπτα δομικά συστήματα	150
5.3.3. Πλαισιακά δομικά συστήματα.....	150
5.3.4. Δομικά συστήματα τοιχωμάτων	150
5.3.5. Δυναμικά δομικά συστήματα.....	151
5.3.6. Δομικά συστήματα μεγάλων ελαφρά οπλισμένων τοιχωμάτων	152
5.4. Έννοιες σχεδιασμού: σχεδιασμός για αντοχή ή για πλαστιμότητα και απορρόφηση ενέργειας – κατηγορίες πλαστιμότητας	153

5.5.	Συντελεστής συμπεριφοράς q για κτίρια σκυροδέματος σχεδιασμένα για απορρόφηση ενέργειας	155
5.6.	Στρατηγική σχεδιασμού για απορρόφηση ενέργειας	158
5.6.1.	Γενική και τοπική πλαστιμότητα μέσω ικανοτικού σχεδιασμού και διαμόρφωσης των λεπτομερειών των μελών: επισκόπηση	158
5.6.2.	Εφαρμογή του ικανοτικού σχεδιασμού στα πλαίσια σκυροδέματος για αποφυγή πλαστικών αρθρώσεων στα υποστυλώματα	159
5.6.3.	Διαμόρφωση των λεπτομερειών των περιοχών πλαστικών αρθρώσεων για καμπτική πλαστιμότητα	167
5.6.4.	Ικανοτικός σχεδιασμός των μελών έναντι πρόωρης διατμητικής αστοχίας	175
5.7.	Κανόνες διαμόρφωσης των λεπτομερειών για τοπική πλαστιμότητα των μελών από σκυρόδεμα	184
5.7.1.	Εισαγωγή	184
5.7.2.	Ελάχιστος διαμήκης οπλισμός δοκών	184
5.7.3.	Μέγιστο ποσοστό διαμήκους οπλισμού στις κρίσιμες περιοχές δοκών	185
5.7.4.	Μέγιστη διάμετρος διαμήκων ράβδων οπλισμού δοκού που διέρχονται από κόμβους δοκών– υποστυλωμάτων	187
5.7.5.	Έλεγχος των κόμβων δοκών–υποστυλωμάτων σε διάτμηση	192
5.7.6.	Διαστασιολόγηση του διατμητικού οπλισμού στις κρίσιμες περιοχές δοκών και υποστυλωμάτων	199
5.7.7.	Οπλισμός περίσφιξης στις κρίσιμες περιοχές υποστυλωμάτων και πλάστιμων τοιχωμάτων	203
5.7.8.	Κρυφά υποστυλώματα στις κρίσιμες περιοχές πλάστιμων τοιχωμάτων	209
5.7.9.	Έλεγχος σε διάτμηση των κρίσιμων περιοχών πλάστιμων τοιχωμάτων	210
5.7.10.	Ελάχιστος οπλισμός αγκύρωσης στους αρμούς διακοπής εργασίας σε τοιχώματα ΚΠΥ	214
5.8.	Ειδικοί κανόνες για μεγάλα τοιχώματα σε συστήματα μεγάλων ελαφρά οπλισμένων τοιχωμάτων	215
5.8.1.	Εισαγωγή	215
5.8.2.	Διαστασιολόγηση για την οριακή κατάσταση αστοχίας σε κάμψη με αξονική δύναμη	215
5.8.3.	Διαστασιολόγηση για οριακή κατάσταση αστοχίας σε διάτμηση	217
5.8.4.	Διαμόρφωση των λεπτομερειών του οπλισμού	220

5.9. Ειδικοί κανόνες για φορείς σκυροδέματος με στοιχεία πλήρωσης από σκυρόδεμα ή τοιχοποιία	222
5.10. Σχεδιασμός και διαμόρφωση των λεπτομερειών στοιχείων θεμελίωσης	226
6. Σχεδιασμός και κανόνες διαμόρφωσης λεπτομερειών για κτίρια από χάλυβα	231
6.1. Πεδίο εφαρμογής	231
6.2. Κατασκευές με δυνατότητα απορρόφησης ενέργειας και κατασκευές με περιορισμένη δυνατότητα απορρόφησης ενέργειας.....	231
6.3. Η αρχή του ικανοτικού σχεδιασμού	234
6.4. Σχεδιασμός για τοπική απορρόφηση ενέργειας στα μέλη και στις συνδέσεις τους	236
6.4.1. Ευνοϊκοί παράγοντες για τοπική πλαστιμότητα	236
6.4.2. Δυσμενείς παράγοντες για τοπική πλαστιμότητα	239
6.5. Κανόνες σχεδιασμού με στόχο την υλοποίηση των ζωνών απορρόφησης ενέργειας	239
6.6. Υπόβαθρο της απαιτούμενης από τον Ευρωκώδικα 8 ικανότητας παραμόρφωσης	241
6.7. Σχεδιασμός για την αποφυγή συγκέντρωσης παραμορφώσεων	243
6.8. Σχεδιασμός για γενική πλάστιμη συμπεριφορά των κατασκευών	246
6.8.1. Στατικά συστήματα και συντελεστές συμπεριφοράς.....	246
6.8.2. Επιλογή του συντελεστή συμπεριφοράς κατά το σχεδιασμό.....	248
6.9. Πλαίσια παραλαβής ροπών	249
6.9.1. Σκοπός του σχεδιασμού	249
6.9.2. Ζητήματα σχετικά με την ανάλυση πλαισίων παραλαβής ροπών	249
6.9.3. Σχεδιασμός δοκών και υποστυλωμάτων.....	250
6.9.4. Σχεδιασμός ζωνών απορρόφησης ενέργειας	254
6.9.5. Περιορισμός της υπεραντοχής	257
6.10. Πλαίσια με συνδέσμους χωρίς εκκεντρότητα	258
6.10.1. Ανάλυση πλαισίων με συνδέσμους χωρίς εκκεντρότητα με θεώρηση της εξελικτικής τους συμπεριφοράς	258
6.10.2. Απλοποιημένος σχεδιασμός πλαισίων με συνδέσμους μορφής X	259
6.10.3. Απλοποιημένος σχεδιασμός πλαισίων με μη συζευγμένους διαγώνιους συνδέσμους	260
6.10.4. Απλοποιημένος σχεδιασμός πλαισίων με συνδέσμους μορφής V	261
6.10.5. Κριτήριο για το σχηματισμό γενικού πλαστικού μηχανισμού	261

6.10.6. Συνδέσεις μειωμένης αντοχής	262
6.11. Πλαίσια με έκκεντρους συνδέσμους	264
6.11.1. Γενικά χαρακτηριστικά του σχεδιασμού πλαισίων με έκκεντρους συνδέσμους	264
6.11.2. Βραχείς σύνδεσμοι σε σύγκριση με συνδέσμους μεγάλου μήκους.....	264
6.11.3. Κριτήρια για το σχηματισμό γενικού πλαστικού μηχανισμού.....	266
6.11.4. Επιλογή του τύπου των έκκεντρων συνδέσμων	267
6.11.5. Συνδέσεις μερικής αντοχής	268
6.12. Πλαίσια παραλαβής ροπών με τοιχοπληρώσεις.....	269
6.13. Έλεγχος του σχεδιασμού και της κατασκευής κτιρίων	270
7. Σχεδιασμός και διαμόρφωση λεπτομερειών σύμμικτων κτιρίων από χάλυβα-σκυρόδεμα	273
7.1. Εισαγωγικό Σχόλιο.....	273
7.2. Βαθμός σύμμικτης συμπεριφοράς.....	273
7.3. Υλικά.....	274
7.4. Σχεδιασμός για τοπική απορρόφηση ενέργειας στα μέλη και τις συνδέσεις τους	275
7.4.1. Ευνοϊκοί παράγοντες για τοπική πλαστιμότητα οφειλό- μενοι στον σύμμικτο χαρακτήρα των κατασκευών.....	275
7.4.2. Δυσμενείς παράγοντες για τοπική πλαστιμότητα οφειλό- μενοι στον σύμμικτο χαρακτήρα των κατασκευών.....	277
7.5. Σχεδιασμός για γενική πλάστιμη συμπεριφορά των κατασκευών	279
7.5.1. Συντελεστές συμπεριφοράς στατικών συστημάτων παρόμοιων με φορείς από χάλυβα.....	279
7.5.2. Συντελεστές συμπεριφοράς σύμμικτων στατικών συστημάτων.....	281
7.6. Ιδιότητες σύμμικτων διατομών για ανάλυση των κατασκευών και για ελέγχους αντοχής	281
7.6.1. Δυσκολίες στην επιλογή μηχανικών ιδιοτήτων για σχεδιασμό και ανάλυση.....	281
7.6.2. Δυσκαμψία των σύμμικτων διατομών.....	282
7.6.3. Συνεργαζόμενο πλάτος πλάκας	283
7.7. Σύμμικτες συνδέσεις σε ζώνες απορρόφησης ενέργειας	284
7.8. Κανόνες για μέλη	285
7.9. Σχεδιασμός υποστυλωμάτων.....	286
7.9.1. Επιλογές σχεδιασμού.....	286
7.9.2. Μη πλάστιμα σύμμικτα υποστυλώματα.....	286
7.9.3. Πλάστιμα σύμμικτα υποστυλώματα.....	288
7.9.4. Σύμμικτα υποστυλώματα που αντιμετωπίζονται σαν χαλύβδινα υποστυλώματα στο αναλυτικό προσομοίωμα ..	289
7.10. Δοκοί από χάλυβα σύμμικτες με πλάκα.....	290

7.10.1. Συνθήκη πλαστιμότητας για δοκούς από χάλυβα με πλάκα υπό θετική ροπή κάμψης	290
7.10.2. Συνθήκη πλαστιμότητας για δοκούς από χάλυβα με πλάκα υπό αρνητική ροπή κάμψης	291
7.10.3. Αντισεισμική ενίσχυση της πλάκας από σκυρόδεμα σε πλαίσια παραλαβής ροπών.....	292
7.11. Κανόνες σχεδιασμού και διαμόρφωσης λεπτομερειών για πλαίσια παραλαβής ροπών	294
7.11.1. Γενικά	294
7.11.2. Κανόνες ανάλυσης και σχεδιασμού για δοκούς, υποστυλώματα και συνδέσεις.....	295
7.11.3. Παράβλεψη του σύμμεκτου χαρακτήρα δοκών με πλάκα	296
7.11.4. Περιορισμός της υπεραντοχής.....	297
7.12. Σύμμεκτα πλαίσια με συνδέσμους χωρίς εκκεντρότητα	297
7.13. Σύμμεκτα πλαίσια με έκκεντρους συνδέσμους.....	298
7.14. Τοιχώματα από οπλισμένο σκυρόδεμα σύμμεκτα με στοιχεία από δομικό χάλυβα.....	299
7.14.1. Γενικά	299
7.14.2. Κανόνες ανάλυσης και σχεδιασμού για δοκούς και υποστυλώματα	299
7.15. Σύμμεκτα τοιχώματα ή τοιχώματα από σκυρόδεμα συζευγμένα με δοκούς από χάλυβα ή σύμμεκτες δοκούς.....	301
7.16. Σύμμεκτα τοιχώματα από πλάκες χάλυβα	302
8. Σχεδιασμός και κανόνες διαμόρφωσης λεπτομερειών για κτίρια από ξύλο	303
8.1. Πεδίο εφαρμογής.....	303
8.2. Γενικές έννοιες για τα αντισεισμικά ξύλινα κτίρια	303
8.3. Υλικά και ιδιότητες των ζωνών απορρόφησης ενέργειας	306
8.4. Κατηγορίες πλαστιμότητας και συντελεστές συμπεριφοράς	307
8.5. Διαμόρφωση λεπτομερειών.....	310
8.6. Έλεγχοι ασφαλείας.....	311
9. Αντισεισμικός σχεδιασμός με μόνωση βάσης.....	313
9.1. Εισαγωγή	313
9.2. Δυναμική της σεισμικής μόνωσης.....	321
9.3. Κριτήρια σχεδιασμού	326
9.4. Συστήματα και συσκευές σεισμικής μόνωσης	327
9.4.1. Μονωτήρες	328
9.4.2. Συμπληρωματικές συσκευές.....	330
9.5. Προσομοίωση και διαδικασίες ανάλυσης	332
9.6. Κριτήρια και έλεγχοι ασφαλείας	335
9.7. Σεισμικά εντατικά μεγέθη σχεδιασμού σε κτίρια με πακτωμένη βάση και μονωμένα κτίρια.....	336

10. Θεμελιώσεις, κατασκευές αντιστήριξης και γεωτεχνικά θέματα ...	339
10.1. Εισαγωγή.....	339
10.1.1. Πεδίο εφαρμογής του Οδηγού Σχεδιασμού για το EN 1998-5	339
10.1.2. Σχέση μεταξύ EN1998-5 και EN1997-1 (Ευρωκώδικας 7: Γεωτεχνικός Σχεδιασμός. Μέρος 1: Γενικοί Κανόνες).....	340
10.2. Σεισμική δράση	344
10.2.1. Επιτάχυνση σχεδιασμού και συντελεστές σπουδαιότητας.....	344
10.2.2. Συντελεστής τοπογραφικής ενίσχυσης.....	345
10.2.3. «Τεχνητά» ή καταγεγραμμένα επιταχυνσιογραφήματα ...	346
10.3. Ιδιότητες του εδάφους.....	349
10.3.1. Παράμετροι αντοχής	349
10.3.2. Επιμέρους συντελεστές για τις ιδιότητες υλικού	352
10.3.3. Παράμετροι δυσκαμψίας και απόσβεσης	352
10.4. Απαιτήσεις για τη χωροθέτηση και για το έδαφος θεμελίωσης...	353
10.4.1. Χωροθέτηση	353
10.4.2. Γεωτεχνική έρευνα και μελέτη.....	373
10.4.3. Προσδιορισμός κατηγορίας εδάφους για τον καθορισμό της σεισμικής δράσης σχεδιασμού	373
10.4.4. Εξάρτηση των δυναμικών ιδιοτήτων του εδάφους από το επίπεδο παραμορφώσεων	379
10.4.5. Εσωτερική απόσβεση του εδάφους.....	380
10.5. Σύστημα θεμελίωσης	380
10.5.1. Γενικές απαιτήσεις – σεισμική παραμόρφωση του εδάφους.....	380
10.5.2. Κανόνες για τη μελέτη διαμόρφωσης	381
10.5.3. Μεταφορά εντατικών μεγεθών στο έδαφος	383
10.5.4. Έλεγχοι οριακής κατάστασης αστοχίας για αβαθείς ή εγκιβωτισμένες θεμελιώσεις	384
10.5.5. Πάσσαλοι και κιβώτια θεμελίωσης.....	394
10.6. Αλληλεπίδραση εδάφους–κατασκευής	400
10.7. Κατασκευές αντιστήριξης γαιών.....	401
10.7.1. Γενικές παρατηρήσεις για το σχεδιασμό.....	401
10.7.2. Βασικά προσομοιώματα	403
10.7.3. Σεισμική δράση	403
10.7.4. Εδαφική ώθηση και πίεση νερού σχεδιασμού.....	405
Παραπομπές	421

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Εισαγωγή

1.1. Πεδίο εφαρμογής του Ευρωκώδικα 8

Ο Ευρωκώδικας 8: Αντισεισμικός Σχεδιασμός των Κατασκευών καλύπτει, όπως δηλώνει ο τίτλος του, τον αντισεισμικό σχεδιασμό και την κατασκευή κτιρίων και άλλων έργων πολιτικού μηχανικού σε σεισμικές περιοχές. Σκοπός του είναι η προστασία της ανθρώπινης ζωής και της περιουσίας σε περίπτωση σεισμού και να εξασφαλίσει ότι οι σημαντικοί για την Πολιτική Προστασία φορείς θα παραμείνουν λειτουργικοί.

EN 1998-1:
Εδάφια
1.1.1(1),
1.1.1(2),
1.1.1(4)
1.1.3(1)

Ο Ευρωκώδικας 8 αποτελείται από έξι μέρη, όπως φαίνονται στον Πίνακα 1.1. Ο Οδηγός του Μελετητή εφαρμόζεται μόνο το Μέρος 1 (EN 1998-1, Γενικοί Κανόνες, Σεισμικές Δράσεις και Κανόνες για Κτίρια) [1] και το Μέρος 5 (EN 1998-5 Θεμελιώσεις, Κατασκευές Αντιστήριξης και Γεωτεχνικά Θέματα) [2].

Πίνακας 1.1. Μέρη του Ευρωκώδικα 8 και ημερομηνίες-κλειδιά

Μέρος Ευρωκώδικα 8	Τίτλος	Έγκριση από YE8 για επίσημη ψηφοφορία	Διάθεση από CEN του εγκεκριμένου EN σε αγγλικά, γαλλικά και γερμανικά στα μέλη του CEN
EN 1998-1	Γενικοί κανόνες, σεισμικές δράσεις, κανόνες για κτίρια	Ιούλιος 2002	Δεκέμβριος 2004
EN 1998-2	Γέφυρες	Σεπτ. 2003	Νοέμβριος 2005
EN 1998-3	Αποτίμηση της φέρουσας ικανότητας κτιρίων και επεμβάσεις	Σεπτ. 2003	Ιούνιος 2005
EN 1998-4	Σιλό, δεξαμενές, αγωγοί	Μάρτιος 2005	Ιούλιος 2006
EN 1998-5	Θεμελιώσεις, κατασκευές αντιστήριξης, γεωτεχνικά θέματα	Ιούλιος 2002	Νοέμβριος 2004
EN 1998-6	Πύργοι, ιστοί, καπνοδόχοι	Ιούλιος 2002	Ιούνιος 2005

Πίνακας 1.2. Μέρη του Ευρωκώδικα 8 που περιλαμβάνονται στα «πακέτα» των Ευρωκωδίκων

Αριθμός «πακέτου» και αντικείμενο		Μέρος Ευρωκώδικα 8					
		1	2	3	4	5	6
2/1	Κτίρια από σκυρόδεμα και έργα Πολιτικού Μηχανικού εκτός αυτών που περιλαμβάνονται στα «πακέτα» 2/2 και 2/3	X		X		X	
3/1	Κτίρια από χάλυβα και έργα Πολιτικού Μηχανικού εκτός αυτών που περιλαμβάνονται στα «πακέτα» 3/2 έως 3/6	X		X		X	
4/1	Σύμμικτα (από χάλυβα και σκυρόδεμα) κτίρια και έργα Πολιτικού Μηχανικού, εκτός από γέφυρες	X		X		X	
5/1	Κτίρια και έργα Πολιτικού Μηχανικού από ξύλο, εκτός από γέφυρες	X		X		X	
6	Κτίρια από τοιχοποιία	X		X		X	
9	Κατασκευές από αλουμίνιο	X				X	
2/2	Γέφυρες από σκυρόδεμα	X	X			X	
3/2	Γέφυρες από χάλυβα	X	X			X	
4/2	Σύμμικτες γέφυρες	X	X			X	
5/2	Γέφυρες από ξύλο	X	X			X	
2/3	Δεξαμενές υγρών από σκυρόδεμα	X			X	X	
3/3	Σιλό, δεξαμενές και αγωγοί από χάλυβα	X			X	X	
3/4	Πάσσαλοι από χάλυβα	X				X	
3/5	Κατασκευές από χάλυβα που φέρουν γερανούς	X				X	
3/6	Πύργοι και ιστοί από χάλυβα	X				X	X

Το πεδίο εφαρμογής του Ευρωκώδικα 8 δεν καλύπτει (πλήρως) ειδικές κατασκευές, ιδιαίτερα σταθμούς πυρηνικής ενέργειας, υπεράκτιες κατασκευές και μεγάλα φράγματα.

1.2. Πεδίο εφαρμογής του Ευρωκώδικα 8 – Μέρος 1

Παρότι το κύριο αντικείμενό του είναι τα κτίρια, το EN 1998-1 [1] περιλαμβάνει επίσης γενικές διατάξεις στις οποίες βασίζονται τα υπόλοιπα μέρη του Ευρωκώδικα 8:

- απαιτήσεις επιτελεστικότητας
- σεισμική δράση
- διαδικασίες ανάλυσης και γενικές έννοιες και κανόνες που εφαρμόζονται σε όλους τους φορείς, πέρα από τα κτίρια.

Το EN 1998-1 καλύπτει σε ξεχωριστά τμήματα το σχεδιασμό και τους κανόνες διαμόρφωσης των λεπτομερειών για κτίρια που κατασκευάζονται από τα εξής κύρια δομικά υλικά:

- σκυρόδεμα
- χάλυβα
- σύμμικτους φορείς από χάλυβα και σκυρόδεμα
- ξύλο
- τοιχοποιία.

Καλύπτει επίσης τον αντισεισμικό σχεδιασμό κτιρίων με σεισμική μόνωση.

1.3. Πεδίο εφαρμογής του Ευρωκώδικα 8 – Μέρος 5

Το EN 1998-5 θεσπίζει απαιτήσεις, κριτήρια και κανόνες για τη σεισμική αντίσταση του εδάφους έδρασης και θεμελίωσης των δομημάτων. Καλύπτει το σχεδιασμό διάφορων συστημάτων θεμελίωσης και κατασκευών αντιστήριξης υπό σεισμικές δράσεις καθώς και το ειδικό θέμα της αλληλεπίδρασης εδάφους-κατασκευής. Εφαρμόζεται σε όλα τα είδη αντισεισμικών κατασκευών, πέρα από τα κτίρια. Από αυτή την άποψη, μαζί με τις Ενότητες 2 και 3 του EN 1998-1, οι οποίες ορίζουν τις απαιτήσεις επιτελεσματικότητας και τη σεισμική δράση, το EN 1998-5 παρέχει τα «θεμέλια» για τα υπόλοιπα πέντε τμήματα του Ευρωκώδικα 8.

EN 1998-5:
1.1(1), 1.1(2)

1.4. Χρήση του Ευρωκώδικα 8 (Μέρη 1 και 5) με τους άλλους Ευρωκώδικες

Ο Ευρωκώδικας 8 δεν είναι αυτόνομος κανονισμός. Εφαρμόζεται μαζί με άλλους σχετικούς Ευρωκώδικες και αποτελεί μέρος ενός «πακέτου» Ευρωκωδίκων. Κάθε «πακέτο» αναφέρεται σε ένα συγκεκριμένο είδος έργου πολιτικού μηχανικού και σε ένα υλικό κατασκευής. Η πρώτη στήλη του Πίνακα 1.2 απαριθμεί όλα τα «πακέτα» Ευρωκωδίκων. Προκειμένου να είναι αυτόνομοι για το σχεδιασμό, κάθε «πακέτο» περιλαμβάνει τα αναγκαία μέρη του EN 1990, Ευρωκώδικας: Βάσεις Σχεδιασμού Δομημάτων, του EN 1991, Ευρωκώδικας 1: Δράσεις, και EN 1997, Ευρωκώδικας 7: Γεωτεχνικός Σχεδιασμός. Τα «πακέτα» περιλαμβάνουν τα αντίστοιχα μέρη του Ευρωκώδικα 8, όπως φαίνεται στον Πίνακα 1.2.

EN 1998-1:
Εδάφια 1.1.1(3),
1.2.1, 1.2.2(1)

1.5. Παραδοχές – Διάκριση μεταξύ Αρχών και Κανόνων Εφαρμογής

Ο Ευρωκώδικας 8 παραπέμπει στο EN 1990 [3] για τις γενικές παραδοχές και τη διάκριση μεταξύ Αρχών και Κανόνων Εφαρμογής. Ως εκ τούτου, γίνεται αναφορά εδώ και σε Οδηγούς του Μελετητή που αντιστοιχούν σε άλλους Ευρωκώδικες.

EN 1998-1:
Εδάφια 1.3, 1.4

1.6. Όροι και ορισμοί – Σύμβολα

EN 1998-1:
Εδάφια 1.5, 1.6

Οι όροι και τα σύμβολα ορίζονται στα κεφάλαια του παρόντος Οδηγού του Μελετητή όπου εμφανίζονται για πρώτη φορά.

Απαιτήσεις επιτελεστικότητας και κριτήρια συμμόρφωσης

2.1. Απαιτήσεις επιτελεστικότητας για νέες κατασκευές στον Ευρωκώδικα 8 και αντίστοιχες στάθμες σεισμικής επικινδυνότητας

Το Ευρωπαϊκό Πρότυπο Ευρωκώδικας 8 – Μέρος 1 προβλέπει τον αντισεισμικό σχεδιασμό σε δύο στάθμες με τις ακόλουθες ρητές απαιτήσεις επιτελεστικότητας:

Εδάφιο 2.1(1)

- Αποφυγή (τοπικής) κατάρρευσης: προστασία της ανθρώπινης ζωής υπό σπάνια σεισμική δράση, μέσω της αποφυγής κατάρρευσης του φορέα ή τμημάτων του και μέσω της διατήρησης της στατικής ακεραιότητας και της παραμένουσας φέρουσας ικανότητας μετά το σεισμικό γεγονός. Συνεπάγεται πως ο φορέας έχει υποστεί σημαντικές βλάβες και ίσως παρουσιάζει μέτρια μόνιμη απόκλιση, όμως διατηρεί πλήρως την ικανότητα να φέρει τα κατακόρυφα φορτία καθώς και επαρκή απομένουσα οριζόντια αντοχή και δυσκαμψία ώστε να προστατεύεται η ανθρώπινη ζωή ακόμη και κατά τη διάρκεια ισχυρών μετασεισμών. Ωστόσο, η επισκευή του φορέα ίσως είναι οικονομικά ασύμφορη.
- Περιορισμός βλαβών: ελάττωση της οικονομικής ζημίας μέσω του περιορισμού των βλαβών σε φέροντα και μη-φέροντα στοιχεία για συχνούς σεισμούς. Ο φορέας δεν παρουσιάζει μόνιμη απόκλιση, τα δε φέροντα στοιχεία του δεν παρουσιάζουν μόνιμες παραμορφώσεις, διατηρούν πλήρως την αντοχή και τη δυσκαμψία τους και δε χρήζουν επισκευής. Τα μη-φέροντα στοιχεία ενδέχεται να υποστούν βλάβες οι οποίες μπορούν εύκολα και οικονομικά να επισκευαστούν σε επόμενο στάδιο.

Η στάθμη επιτελεστικότητας αποφυγής (τοπικής) κατάρρευσης επιτυγχάνεται με τη διαστασιολόγηση και τη διαμόρφωση των λεπτομερειών των φερόντων στοιχείων για συνδυασμό αντοχής και πλαστιμότητας, ο οποίος παρέχει ένα συντελεστή ασφάλειας μεταξύ 1.5 και 2 έναντι απώλειας της οριζόντιας αντοχής. Η στάθμη

μη επιτελεστικότητας περιορισμού των βλαβών επιτυγχάνεται περιορίζοντας τις παραμορφώσεις (οριζόντιες μετακινήσεις) του συστήματος σε επίπεδα που είναι αποδεκτά για την ακεραιότητα όλων των μελών του (περιλαμβανόμενων των μη-φερόντων).

Οι δύο ρητές στάθμες επιτελεστικότητας –αποφυγή (τοπικής) κατάρρευσης και περιορισμός βλαβών– επιδιώκονται υπό δύο διαφορετικές σεισμικές δράσεις. Η σεισμική δράση υπό την οποία πρέπει να αποφευχθεί η (τοπική) κατάρρευση ονομάζεται σεισμική δράση σχεδιασμού, ενώ εκείνη υπό την οποία επιδιώκεται ο περιορισμός των βλαβών συχνά ονομάζεται σεισμική δράση λειτουργικότητας. Στα πλαίσια της αρμοδιότητας των εθνικών αρχών για ζητήματα ασφάλειας και οικονομίας, οι στάθμες επικινδυνότητας για τις δύο σεισμικές δράσεις ορίζονται από τις αρμόδιες εθνικές αρχές. Το EN 1998-1 συνιστά για φορείς κανονικής σπουδαιότητας:

- σεισμική δράση σχεδιασμού (για αποφυγή τοπικής κατάρρευσης) με 10% πιθανότητα υπέρβασης σε 50 χρόνια (μέση περίοδος επαναφοράς: 476 χρόνια)
- σεισμική δράση λειτουργικότητας (για περιορισμό βλαβών) με 10% πιθανότητα υπέρβασης σε 10 χρόνια (μέση περίοδος επαναφοράς: 95 χρόνια).

Ως σεισμική δράση αναφοράς ορίζεται η σεισμική δράση σχεδιασμού για φορείς κανονικής σπουδαιότητας. Η μέση περίοδος επαναφοράς της ονομάζεται περίοδος επαναφοράς αναφοράς και συμβολίζεται ως T_{NCR} . Ο λόγος γ της σεισμικής δράσης λειτουργικότητας (για περιορισμό βλαβών) προς τη σεισμική δράση σχεδιασμού (για αποφυγή τοπικής κατάρρευσης) αντικατοπτρίζει τη διαφορά στις στάθμες επικινδυνότητας και αποτελεί Εθνικά Προσδιοριζόμενη Παράμετρο (ΕΠΠ).

Η βελτιωμένη επιτελεστικότητα κρίσιμων εγκαταστάσεων ή εγκαταστάσεων μεγάλης συνάθροισης επιτυγχάνεται, όχι μέσω της αναβάθμισης της στάθμης επιτελεστικότητας όπως στους κανονισμούς των ΗΠΑ, αλλά τροποποιώντας τη στάθμη επικινδυνότητας (τη μέση περίοδο επαναφοράς) για την οποία επιδιώκεται η αποφυγή κατάρρευσης ή ο περιορισμός των βλαβών. Η σεισμική δράση για κρίσιμους φορείς ή για φορείς μεγάλης συνάθροισης αυξάνεται πολλαπλασιάζοντας τη σεισμική δράση αναφοράς με το συντελεστή σπουδαιότητας γ . Εξ ορισμού ισχύει $\gamma = 1.0$ για φορείς κανονικής σπουδαιότητας (δηλαδή για την περίοδο επαναφοράς αναφοράς της σεισμικής δράσης).

Η συνιστώμενη τιμή της ΕΠΠ του συντελεστή σπουδαιότητας γ για κτίρια είναι 1.2 εφόσον η κατάρρευση του κτιρίου θα μπορούσε να έχει ασυνήθιστα μεγάλες κοινωνικές ή οικονομικές συνέπειες (κτίρια με μεγάλο αριθμό χρηστών, όπως σχολεία ή αίθουσες συνάθροισης κοινού, εγκαταστάσεις που στεγάζουν σημαντικούς πολιτιστικούς φορείς, όπως μουσεία, κτλ.). Αυτά τα κτίρια ονομάζονται κτίρια Κατηγορίας Σπουδαιότητας III. Κτίρια τα οποία είναι απαραίτητα για την Πολιτική Προστασία αμέσως μετά το σεισμό, όπως νοσοκομεία, σταθμοί της πυροσβεστικής υπηρεσίας, αστυνομικά τμήματα και μονάδες παραγωγής ενέργειας, ανήκουν στην Κατηγορία Σπουδαιότητας IV και η συνιστώμενη τιμή της ΕΠΠ του

Εδάφια 2.1(2),
2.1(3), 2.1(4),
4.2.5(1),
4.2.5(2),
4.2.5(3),
4.2.5(4),
4.2.5(5)

συντελεστή σπουδαιότητας είναι $\gamma = 1.4$. Η τιμή $\gamma = 0.8$ συνιστάται για κτίρια ήσσονος σημασίας για τη δημόσια ασφάλεια (Κατηγορία Σπουδαιότητας I: αγροτικά κτίρια κτλ.). Όλα τα υπόλοιπα κτίρια θεωρούνται κανονικής σπουδαιότητας και κατατάσσονται στην Κατηγορία Σπουδαιότητας II.

Για κτίρια κανονικής ή χαμηλότερης σπουδαιότητας (Κατηγορίες Σπουδαιότητας I και II) συνιστάται η τιμή 0.5 για το λόγο ν της σεισμικής δράσης λειτουργικότητας (για περιορισμό βλαβών) προς τη σεισμική δράση σχεδιασμού (για αποφυγή κατάρρευσης). Για κτίρια υψηλότερης σπουδαιότητας από την κανονική (Κατηγορίες Σπουδαιότητας III και IV) η συνιστώμενη τιμή του ν είναι 0.4. Με αυτό τον τρόπο παρέχεται περίπου η ίδια στάθμη προστασίας της περιουσίας σε κανονικά κτίρια και σε κτίρια μεγάλης συνάθροισης (Κατηγορίες Σπουδαιότητας II και III), 15-20% χαμηλότερη προστασία σε κτίρια χαμηλής σπουδαιότητας και 15% υψηλότερη προστασία σε σημαντικές εγκαταστάσεις. Αυτό το επιπλέον περιθώριο επιτρέπει στις απαραίτητες για την Πολιτική Προστασία εγκαταστάσεις να διατηρήσουν σε οριακό έστω επίπεδο τη λειτουργία των ζωτικών υπηρεσιών τους κατά τη διάρκεια ή αμέσως μετά από ένα σεισμό.

Εδάφια
4.4.3.2(2),
2.2.3(2)

Παρά το γεγονός ότι το EN 1998-1 συνιστά συγκεκριμένες τιμές για τις ΕΠΠ –το συντελεστή σπουδαιότητας για κατασκευές γ και το λόγο ν της σεισμικής δράσης λειτουργικότητας προς τη σεισμική δράση σχεδιασμού– οι τιμές που χρησιμοποιούνται σε εθνικό ή περιφερειακό επίπεδο πρέπει να αντανakλούν, εκτός από την εθνική επιλογή ως προς τα επίπεδα ασφάλειας και προστασίας της περιουσίας, το περιφερειακό σεισμο-τεκτονικό περιβάλλον. Ο Ευρωκώδικας 8 περιγράφει σε υποσημείωση τη μέθοδο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον καθορισμό του λόγου της σεισμικής δράσης στις δύο στάθμες επικινδυνότητας. Πιο συγκεκριμένα, αναφέρεται η συνήθης προσέγγιση του ετήσιου ποσοστού υπέρβασης $H(a_g)$, της μέγιστης επιτάχυνσης εδάφους $H(a_g) \sim k_0 a_g^{-k}$, όπου η τιμή του εκθέτη k εξαρτάται από τη σεισμικότητα και είναι γενικά της τάξης του 3. Στη συνέχεια, η παραδοχή Poisson για την εμφάνιση των σεισμών παρέχει την τιμή $\sim (T_L/T_{LR})^{1/k}$ με την οποία πρέπει να πολλαπλασιαστεί η σεισμική δράση αναφοράς ώστε να επιτευχθεί σε T_L χρόνια η ίδια πιθανότητα υπέρβασης όπως και σε T_{LR} χρόνια, για τα οποία ορίζεται η σεισμική δράση σχεδιασμού (με το δείκτη L συμβολίζεται ο χρόνος ζωής). Αυτή η τιμή είναι ο συντελεστής σπουδαιότητας γ ή ο συντελεστής μετατροπής για τη σεισμική δράση λειτουργικότητας ν . Εναλλακτικά, η τιμή του πολλαπλασιαστικού συντελεστή γ ή ν , που εφαρμόζεται στη σεισμική δράση αναφοράς ώστε η τιμή της πιθανότητας υπέρβασης της σεισμικής δράσης P_L σε T_L χρόνια να είναι διάφορη της πιθανότητας αναφοράς P_{LR} , επίσης σε T_L χρόνια, μπορεί να εκτιμηθεί ως $\sim (P_{LR}/P_L)^{1/k}$. Για Κατηγορία Σπουδαιότητας III και IV ισχύει $T_{LR} < T_L$ και $P_{LR} > P_L$, επομένως $\gamma > 1$. Για Κατηγορία Σπουδαιότητας I και για τη σεισμική δράση λειτουργικότητας ισχύει $T_{LR} > T_L$ και $P_{LR} < P_L$, επομένως οι τιμές του συντελεστή σπουδαιότητας γ για εγκαταστάσεις χαμηλής σπουδαιότητας και του συντελεστή ν προκύπτουν χαμηλότερες από 1. Σημειώνεται ότι ο συνδυασμός των τιμών 0.4 και 0.5 που συνιστώνται για το λόγο ν της σεισμικής δράσης λειτουργικότητας με συνιστώμενη μέση περίοδο επαναφοράς 95 χρόνια

Εδάφιο 2.1(4)

προς τη σεισμική δράση σχεδιασμού με συνιστώμενη μέση περίοδο επαναφοράς 475 χρόνια είναι συνεπής με την τιμή περίπου 2 για τον εκθέτη k για την απόσβεση του ετήσιου ποσοστού υπέρβασης της μέγιστης επιτάχυνσης του εδάφους.

Εδάφια 2.2.1(2),
2.2.4.1(2),
4.4.2.3(2),
4.4.2.6(2)

Παρότι δεν αναφέρεται ρητά, μία επιπλέον απαίτηση επιτελεστικότητας των κτιρίων που σχεδιάζονται για απορρόφηση ενέργειας είναι η αποφυγή ολικής κατάρρευσης κατά τη διάρκεια ενός πολύ ισχυρού και σπάνιου σεισμού (με μέση περίοδο επαναφοράς της τάξης των 2000 χρόνων). Παρόλο που τα φέροντα στοιχεία μπορούν ακόμη να παραλάβουν τα φορτία βαρύτητας που τους αναλογούν μετά από ένα τέτοιο γεγονός, ο φορέας ενδέχεται να έχει υποστεί βαριές βλάβες, να έχει μεγάλες παραμένουσες αποκλίσεις, να διατηρεί μικρή απομένουσα οριζόντια αντοχή ή δυσκαμψία και να καταρρεύσει μετά από έναν ισχυρό μετασεισμό. Επιπλέον, η επισκευή του φορέα ίσως είναι ανέφικτη ή οικονομικά απαγορευτική. Αυτή η έμμεση απαίτηση επιτελεστικότητας επιδιώκεται μέσω της συστηματικής και καθολικής εφαρμογής του ικανοτικού σχεδιασμού, που επιτρέπει τον πλήρη έλεγχο του ανελαστικού μηχανισμού απόκρισης.

2.2. Κριτήρια συμμόρφωσης στις απαιτήσεις επιτελεστικότητας και εφαρμογή τους

2.2.1. Κριτήρια συμμόρφωσης στην απαίτηση περιορισμού των βλαβών

Εδάφια 2.2.1(1),
2.2.3(1)

Σε περίπτωση σεισμού ο φορέας καλείται να αντεπεξέλθει σε μια δεδομένη εισροή ενέργειας ή σε δεδομένες δυναμικές επιβαλλόμενες μετακινήσεις. Οι βλάβες λόγω σεισμού στα φέροντα στοιχεία, ακόμη και στα μη-φέροντα στοιχεία που ακολουθούν τις παραμορφώσεις του φορέα, οφείλονται σε παραμορφώσεις που προκαλούνται κατά τη σεισμική απόκριση. Λαμβάνοντας υπόψη αυτά τα δεδομένα, ο Ευρωκώδικας 8 αναφέρει πως τα κριτήρια συμμόρφωσης στην οριακή κατάσταση (στάθμη επιτελεστικότητας) λειτουργικότητας πρέπει να εκφράζονται ως όρια παραμόρφωσης. Όρια σχετικά με τη βλάβη εξοπλισμού που αναρτάται ή φέρεται από το φορέα μπορούν να εκφραστούν ως απόκριση επιτάχυνσης στα σημεία αγκύρωσης του εξοπλισμού.

2.2.2. Κριτήρια συμμόρφωσης στην απαίτηση αποφυγής (τοπικής) κατάρρευσης

Εδάφια 2.2.1(1),
2.2.2(1),
2.2.2(2)

Η στάθμη επιτελεστικότητας αποφυγής (τοπικής) κατάρρευσης θεωρείται ως η οριακή κατάσταση αστοχίας για την οποία πρέπει να σχεδιαστεί ο φορέας σύμφωνα με το EN 1990 [3]. Σε αντίθεση με την οριακή κατάσταση λειτουργικότητας, η οποία επαληθεύεται με βάση κριτήρια σχετικά με τις παραμορφώσεις, ο σχεδιασμός για την οριακή κατάσταση αποφυγής (τοπικής) κατάρρευσης γίνεται με βάση τις δυνάμεις. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με τη φυσική πραγματικότητα που δείχνει

πως οι παραμορφώσεις είναι η αιτία που τα φέροντα μέλη χάνουν την αντίσταση σε οριζόντια φορτία και πως οι οριζόντιες μετακινήσεις (και όχι οι οριζόντιες δυνάμεις) οδηγούν τους φορείς στην κατάρρευση υπό το ίδιο τους το βάρος. Ο σχεδιασμός με βάση τις δυνάμεις έχει καθιερωθεί επειδή οι μηχανικοί είναι εξοικειωμένοι με αυτό το είδος σχεδιασμού για άλλες δράσεις (όπως τις δράσεις βαρύτητας και ανέμου), επειδή η στατική ισορροπία για ένα σύνολο προδιαγεγραμμένων εξωτερικών φορτίων αποτελεί στιβαρή βάση για τις μεθόδους ανάλυσης και, τέλος, επειδή δεν έχουν ακόμη αναπτυχθεί πλήρως, σε βαθμό που να μπορούν να εφαρμοστούν στην πράξη, εργαλεία για τον έλεγχο των σεισμικών παραμορφώσεων. Η τελευταία παρατήρηση αναφέρεται εξίσου σε μεθόδους μη-γραμμικής ανάλυσης για τον υπολογισμό των απαιτούμενων παραμορφώσεων και σε μεθόδους για την εκτίμηση της αντοχής παραμόρφωσης των φερόντων στοιχείων.

2.2.2.1. Σχεδιασμός για απορρόφηση ενέργειας και πλαστιμότητα

Η συμμόρφωση με την απαίτηση αποφυγής (τοπικής) κατάρρευσης υπό τη σεισμική δράση σχεδιασμού δε σημαίνει ότι ο φορέας πρέπει να παραμείνει ελαστικός υπό αυτή τη δράση, καθώς αυτό θα απαιτούσε ο φορέας να σχεδιάζεται για οριζόντιες δυνάμεις της τάξης του 50% ή περισσότερο του βάρους του. Αν και είναι τεχνικά εφικτός, ο σχεδιασμός ενός φορέα ώστε να αποκρίνεται ελαστικά στη σεισμική δράση σχεδιασμού του είναι οικονομικά απαγορευτικός. Είναι επίσης περιττός, καθώς ο σεισμός είναι δυναμική δράση που έχει ως αποτέλεσμα να εισρεύσει μια ορισμένη ποσότητα συνολικής ενέργειας στο φορέα, και το ζητούμενο είναι να υπομείνει συγκεκριμένες μετακινήσεις και παραμορφώσεις και όχι να αντέξει συγκεκριμένες δυνάμεις. Επομένως, ο Ευρωκώδικας 8 επιτρέπει στους φορείς να αναπτύξουν σημαντικές πλαστικές παραμορφώσεις υπό τη σεισμική δράση σχεδιασμού τους, με την προϋπόθεση να μη διακινδυνεύεται η ακεραιότητα των μεμονωμένων μελών και του φορέα συνολικά. Τα προηγούμενα ονομάζονται σχεδιασμός για απορρόφηση ενέργειας και πλαστιμότητα.

Ο αντισεισμικός σχεδιασμός για πλαστιμότητα με βάση τις δυνάμεις βασίζεται στο ανελαστικό φάσμα απόκρισης ενός μονοβάθμιου συστήματος το οποίο ακολουθεί ελαστική-τέλεια πλαστική καμπύλη δύναμης-μετακίνησης $F-\delta$ σε μονοτονική φόρτιση. Για ορισμένη περίοδο T του ελαστικού μονοβάθμιου συστήματος, το ανελαστικό φάσμα σχετίζεται με:

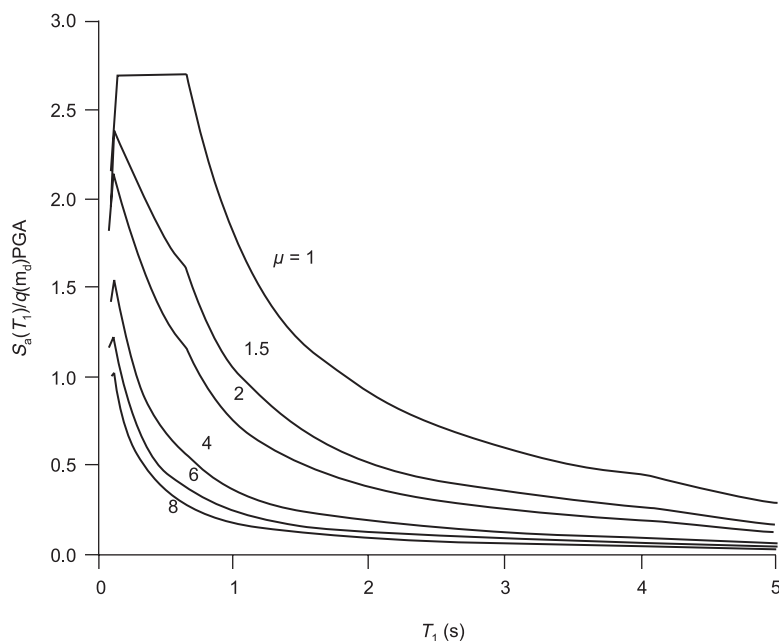
- το λόγο $q = F_{el}/F_y$ της μέγιστης δύναμης F_{el} , που θα δρούσε εάν το μονοβάθμιο σύστημα ήταν γραμμικό-ελαστικό προς τη δύναμη διαρροής F_y
- τη μέγιστη απαιτούμενη μετακίνηση του ανελαστικού μονοβάθμιου συστήματος δ_{max} , εκφρασμένη ως προς τη μετακίνηση διαρροής δ_y (δηλαδή το συντελεστή πλαστιμότητας μετακινήσεων $\mu_\delta = \delta_{max}/\delta_y$).

Για παράδειγμα, ο Ευρωκώδικας 8 υιοθέτησε τα ανελαστικά φάσματα που πρότειναν οι Vidic *et al.* [4]:

$$\mu_\delta = q, \text{ για } T \geq T_C \quad (O2.1)$$

$$\mu_\delta = 1 + (q - 1) \frac{T_C}{T}, \text{ για } T < T_C \quad (\text{O2.2})$$

όπου T_C είναι η περίοδος του ελαστικού φάσματος που χωρίζει τις περιοχές σταθερής φασματικής ψευδοεπιτάχυνσης και σταθερής φασματικής ψευδοταχύτητας (Σχήμα 2.1). Η Εξίσωση O2.1 εκφράζει τον γνωστό «κανόνα ίσης μετακίνησης» του Newmark, δηλαδή την εμπειρική παρατήρηση ότι στην περιοχή σταθερής φασματικής ψευδοταχύτητας οι μέγιστες αποκρίσεις μετακίνησης του ανελαστικού και του ελαστικού μονοβάθμιου συστήματος είναι περίπου ίσες.



Σχήμα 2.1. Ανελαστικά φάσματα για $T_C = 0.6$ s, ανηγμένα στη μέγιστη επιτάχυνση εδάφους (PGA), σύμφωνα με τους Vidic *et al.* [4] και τις Εξισώσεις O2.1 και O2.2

Στον Ευρωκώδικα 8 ο λόγος $q = F_e/F_y$ ονομάζεται συντελεστής συμπεριφοράς, όπου F είναι η συνολική οριζόντια δύναμη στο φορέα (η τέμνουσα βάσης εάν μόνο η σεισμική δράση ενεργεί στην οριζόντια διεύθυνση). Στη Βόρεια Αμερική αυτό το μέγεθος ονομάζεται συντελεστής μείωσης της δύναμης ή συντελεστής τροποποίησης της απόκρισης και συμβολίζεται με R . Στον Ευρωκώδικα 8 χρησιμοποιείται ως γενικός συντελεστής μείωσης των εσωτερικών δυνάμεων που θα αναπτύσσονταν στον ελαστικό φορέα για απόσβεση 5% ή, ισοδύναμα, των σεισμικών δυνάμεων αδράνειας που θα αναπτύσσονταν στον ελαστικό φορέα και θα προκαλούσαν με τη σειρά τους τις εσωτερικές δυνάμεις λόγω σεισμού. Μέσω αυτού του «στρατηγήματος», οι εσωτερικές δυνάμεις λόγω σεισμού για τις οποίες πρέπει να διαστασιολογηθούν τα μέλη του φορέα μπορούν να υπολογιστούν με γραμμική ελαστική ανάλυση. Το μειονέκτημα είναι ότι ο φορέας πρέπει να εφοδιαστεί με την ικανότητα να αναλάβει μέγιστη γενική μετακίνηση τουλάχιστον ίση με τη γενική μετακίνηση διαρροής πολλαπλασιασμένη επί το συντελεστή πλαστιμότητας

μετακινήσεων μ_s , ο οποίος αντιστοιχεί στην τιμή του q που χρησιμοποιείται για τη μείωση της έντασης ελαστικής δύναμης (π.χ. σύμφωνα με τις Εξισώσεις Ο2.1 και Ο2.2). Αυτό ονομάζεται ικανότητα πλαστιμότητας ή ικανότητα απορρόφησης ενέργειας, καθώς πρέπει να αναπτυχθεί μέσω κυκλικής απόκρισης κατά την οποία τα μέλη και ο φορέας συνολικά απορροφούν μέρος της εισροής σεισμικής ενέργειας με υστερητική συμπεριφορά.

Η πλάστιμη συμπεριφορά και η υστερητική απορρόφηση ενέργειας δεν είναι δυνατόν σε όλα τα σημεία ή μέρη του φορέα. Στον Ευρωκώδικα 8 χρησιμοποιείται ένα ειδικό εργαλείο, που ονομάζεται ικανοτικός σχεδιασμός, για να διασφαλίσει την απαραίτητη ιεράρχηση των αντοχών μεταξύ γειτονικών μελών ή περιοχών και μεταξύ των διαφόρων μηχανισμών μεταφοράς των φορτίων εντός του ίδιου μέλους. Διασφαλίζει επίσης ότι οι πλαστικές παραμορφώσεις θα εμφανιστούν μόνο σε μέλη, περιοχές και μηχανισμούς που είναι ικανοί για πλάστιμη συμπεριφορά και απορρόφηση ενέργειας, ενώ τα υπόλοιπα μέλη, περιοχές και μηχανισμοί παραμένουν στην ελαστική περιοχή απόκρισης. Οι περιοχές των μελών που προορίζονται για απορρόφηση ενέργειας ονομάζονται περιοχές απορρόφησης ενέργειας. Αυτές οι περιοχές σχεδιάζονται και διαμορφώνονται οι λεπτομέρειές τους έτσι ώστε να παρέχουν την απαιτούμενη ικανότητα πλαστιμότητας και απορρόφησης ενέργειας.

Εδάφια
2.2.4.1(2),
2.2.4.1(3)

Πριν σχεδιαστούν και διαμορφωθούν οι λεπτομέρειές τους για την απαιτούμενη ικανότητα πλαστιμότητας και απορρόφησης ενέργειας, οι περιοχές απορρόφησης ενέργειας πρέπει πρώτα να διαστασιολογηθούν ώστε να παρέχουν τιμή σχεδιασμού της αντίστασης σε δύναμη R_d τουλάχιστον ίση με την τιμή σχεδιασμού του εντατικού μεγέθους για τη σεισμική κατάσταση σχεδιασμού (βλ. 4.4.1.) E_d , από την ανάλυση:

Εδάφια 2.2.2(1),
2.2.2(5),
4.4.2.2(1)

$$E_d \leq R_d \quad (\text{O2.3})$$

Η τιμή του E_d που χρησιμοποιείται στην Εξίσωση Ο2.3 προκύπτει από την εφαρμογή της σεισμικής δράσης σε συνδυασμό με την οιονεί-μόνιμη τιμή των άλλων δράσεων που περιλαμβάνονται στη σεισμική κατάσταση σχεδιασμού (δηλαδή την ονομαστική τιμή των μόνιμων φορτίων και την οιονεί-μόνιμη τιμή των επιβεβλημένων φορτίων και φορτίων χιονιού, Ενότητα 4.4.1). Κανονικά πραγματοποιείται ελαστική ανάλυση και η τιμή του E_d μπορεί να υπολογιστεί με άθροιση των σεισμικών εντατικών μεγεθών που προκύπτουν από την ανάλυση για τη σεισμική δράση μόνο και των εντατικών μεγεθών που προκύπτουν από την ανάλυση για τις άλλες δράσεις στη σεισμική κατάσταση σχεδιασμού. Στον υπολογισμό του E_d πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι επιρροές 2ας τάξεως.

Η τιμή της R_d στη Εξίσωση Ο2.3 πρέπει να υπολογίζεται σύμφωνα με τους σχετικούς κανόνες του Ευρωκώδικα για το αντίστοιχο υλικό κατασκευής (εκτός εάν αυτοί οι κανόνες δεν ισχύουν υπό ανελαστική ανακυκλιζόμενη φόρτιση και ο Ευρωκώδικας 8 ορίζει εναλλακτικούς κανόνες). Η τιμή της R_d πρέπει να υπολογίζεται για τις τιμές σχεδιασμού των αντοχών των υλικών, δηλαδή τις χαρακτηριστι-

κές τιμές f_k διαιρεμένες με το μερικό συντελεστή γ_M του υλικού. Καθώς είναι σημαντικά στοιχεία ασφάλειας, οι μερικοί συντελεστές γ_M είναι Εθνικά Προσδιοριζόμενες Παράμετροι, οι τιμές των οποίων ορίζονται στα Εθνικά Προσαρτήματα του Ευρωκώδικα 8. Ο Ευρωκώδικας 8 δε συνιστά τιμές των γ_M για χρήση στη σεισμική κατάσταση σχεδιασμού – απλά σημειώνει τη δυνατότητα επιλογής της τιμής $\gamma_M = 1$ για τις τυχηματικές καταστάσεις σχεδιασμού, ή των ίδιων τιμών που χρησιμοποιούνται στις διαρκείς και τις παροδικές καταστάσεις σχεδιασμού. Η δεύτερη επιλογή είναι πολύ βολική για τον μελετητή καθώς μπορεί στη συνέχεια να διαστασιολογήσει την περιοχή απορρόφησης ενέργειας για τιμή σχεδιασμού της δύναμης αντίστασης R_d τουλάχιστον ίση με τη μεγαλύτερη τιμή σχεδιασμού του εντατικού μεγέθους λόγω της διαρκούς και της παροδικής ή λόγω της σεισμικής κατάστασης σχεδιασμού. Κατά την πρώτη επιλογή, η περιοχή απορρόφησης ενέργειας πρέπει να διαστασιολογηθεί πρώτα για τα εντατικά μεγέθη λόγω της διαρκούς και της παροδικής κατάστασης σχεδιασμού και στη συνέχεια για τα εντατικά μεγέθη λόγω της σεισμικής κατάστασης σχεδιασμού, χρησιμοποιώντας κάθε φορά διαφορετικές τιμές του γ_M για την αντίσταση στην Εξίσωση O2.3.

Εδάφιο 2.2.4.1(2)

Όλες οι περιοχές και οι μηχανισμοί που δεν ορίζονται ως περιοχές και μηχανισμοί απορρόφησης ενέργειας σχεδιάζονται ώστε να παρέχουν τιμή σχεδιασμού της δύναμης αντίστασης R_d τουλάχιστον ίση με το εντατικό μέγεθος E_d , το οποίο δεν προκύπτει από την ανάλυση αλλά από τον ικανοτικό σχεδιασμό.

Εδάφιο 2.2.2(4)

Η θεμελίωση έχει πρωταρχική σημασία για ολόκληρο το φορέα. Είναι δύσκολο να επιθεωρηθεί για ενδεχόμενες σεισμικές βλάβες και ακόμη πιο δύσκολο να επιδιορθωθεί ή να μετασκευαστεί. Επομένως, κατατάσσεται στην κορυφή της ιεραρχίας των αντοχών του συνόλου του φορέα και πρέπει να σχεδιάζεται έτσι ώστε να παραμένει ελαστική, ενώ οι πλαστικές παραμορφώσεις και η απορρόφηση ενέργειας λαμβάνουν χώρα στην ανωδομή.

2.2.2.2. Αντισεισμικός σχεδιασμός για αντίσταση αντί για πλαστιμότητα

Εδάφιο 2.2.1(3),
3.2.1(4)

Ο Ευρωκώδικας 8 παρέχει τη δυνατότητα αντισεισμικού σχεδιασμού των κτιρίων μόνο για αντίσταση, χωρίς να απαιτείται η συμμόρφωση με τις διατάξεις που αφορούν την πλαστιμότητα και την ικανότητα απορρόφησης ενέργειας. Σε αυτή την περίπτωση το κτίριο σχεδιάζεται σύμφωνα με τους Ευρωκώδικες 2 έως 7, θεωρώντας τη σεισμική δράση ως μια οριζόντια φόρτιση, όπως ο άνεμος. Οι οριζόντιες σεισμικές δυνάμεις υπολογίζονται από το φάσμα απόκρισης σχεδιασμού, χρησιμοποιώντας συντελεστή συμπεριφοράς q ίσο με 1.5 το πολύ (ή πιθανώς 2 για κτίρια από χάλυβα ή σύμμικτα κτίρια). Επιπλέον, πρέπει να ικανοποιούνται ορισμένες ελάχιστες απαιτήσεις σχετικές με την πλαστιμότητα των υλικών (ή των χαλύβδινων διατομών). Καθώς οι σεισμικές δράσεις σχεδιασμού υπολογίζονται για συντελεστή συμπεριφοράς μεγαλύτερο της μονάδας, οι φορείς που σχεδιάζονται μόνο για αντοχή, χωρίς πλαστιμότητα και ικανότητα απορρόφησης ενέργειας, ονο-

μάζονται φορείς χαμηλής απορρόφησης ενέργειας και όχι φορείς χωρίς ικανότητα απορρόφησης ενέργειας.

Στον Ευρωκώδικα 8 συνιστάται ο αντισεισμικός σχεδιασμός για αντοχή και χαμηλή απορρόφηση ενέργειας μόνο σε περιπτώσεις χαμηλής σεισμικότητας. Παρότι τα Εθνικά Προσαρτήματα ορίζουν ποιος συνδυασμός κατηγορίας εδάφους και σεισμικής ζώνης της χώρας αντιστοιχούν σε χαμηλή σεισμικότητα, ο Ευρωκώδικας 8 συνιστά (σε υποσημείωση) ως κριτήριο είτε την τιμή σχεδιασμού της επιτάχυνσης του εδάφους για έδαφος κατηγορίας Α (δηλαδή βράχο) a_g είτε την αντίστοιχη τιμή $a_g S$ για την κατηγορία εδάφους στη συγκεκριμένη τοποθεσία (ο συντελεστής εδάφους S αναλύεται στην Ενότητα 3.2.2.2.). Επιπλέον συνιστά οι τιμές 0.08g για την a_g ή 0.10g για το γινόμενο $a_g S$ να αποτελέσουν το όριο σε περιπτώσεις χαμηλής σεισμικότητας. Υπενθυμίζεται πως στην τιμή a_g είναι ενσωματωμένος ο συντελεστής σπουδαιότητας μ .

Ο σχεδιασμός κτιρίων με χαμηλή ικανότητα απορρόφησης ενέργειας –για αντοχή χωρίς πλαστιμότητα που προκύπτει από το σχεδιασμό– επιτρέπεται να γίνεται σύμφωνα με την πρώτη παράγραφο της υποενότητας σε μία συγκεκριμένη περίπτωση, που δεν ανήκει αναγκαστικά στην κατηγορία χαμηλής σεισμικότητας: όταν στην οριζόντια διεύθυνση που εξετάζεται η συνολική τέμνουσα βάσης του φορέα στη χαμηλότερη στάθμη (θεμελίωση ή οροφή άκαμπτου υπογείου) λόγω της σεισμικής κατάστασης σχεδιασμού, η οποία υπολογίζεται με συντελεστή συμπεριφοράς ίσο με αυτόν που ισχύει για φορείς χαμηλής απορρόφησης ενέργειας (σύμφωνα με την πρώτη παράγραφο της ενότητας), είναι χαμηλότερη από την τέμνουσα βάσης που οφείλεται στη δράση ανέμου σχεδιασμού ή σε άλλο σχετικό συνδυασμό δράσεων για τον οποίο ο φορέας σχεδιάζεται με βάση γραμμική ελαστική ανάλυση.

Εδάφιο 4.4.1(2)

Σε κτίρια με σεισμική μόνωση, ανεξάρτητα εάν το κτίριο εμπίπτει στην περίπτωση χαμηλής σεισμικότητας, ο σχεδιασμός της ανωδομής πάνω από τη στάθμη της σεισμικής μόνωσης (διεπιφάνεια μόνωσης) ως φορέας χαμηλής απορρόφησης ενέργειας με συντελεστή συμπεριφοράς q όχι μεγαλύτερο από 1.5 αποτελεί τον κανόνα που επιβάλλεται στο Μέρος 1 του Ευρωκώδικα 8, παρά την εξαίρεση.

Εδάφιο 10.10(5)

2.2.2.3. Ισορροπία μεταξύ αντοχής και πλαστιμότητας – Κατάταξη ως προς την πλαστιμότητα

Η επιλογή που περιγράφηκε στο 2.2.2.2, και συγκεκριμένα ο σχεδιασμός μόνο για αντοχή χωρίς πλαστιμότητα και ικανότητα απορρόφησης ενέργειας που προκύπτουν από το σχεδιασμό, συνιστάται από τον Ευρωκώδικα 8 μόνο για ειδικές περιπτώσεις. Παρ' όλα αυτά, στο πλαίσιο της βασικής περίπτωσης αντισεισμικού σχεδιασμού, δηλαδή του σχεδιασμού για πλαστιμότητα και ικανότητα απορρόφησης ενέργειας, ο μελετητής έχει συνήθως τη δυνατότητα σχεδιασμού για περισσότερη αντοχή και λιγότερη πλαστιμότητα ή αντίστροφα. Για κτίρια από σκυρόδεμα, χάλυβα, ξύλο και σύμμικτα κτίρια από χάλυβα και σκυρόδεμα η επιλογή αυτή υ-

Εδάφιο 2.2.2(2)

λοποιείται μέσω της κατάταξης ως προς την πλαστιμότητα, η οποία εισάγεται από τον Ευρωκώδικα 8 στα σχετικά με κάθε υλικό κεφάλαια.

2.3. Εξαίρεση από την εφαρμογή του Ευρωκώδικα 8

Εδάφια 2.2.1(4),
3.2.1(5)

Στον ίδιο τον Ευρωκώδικα 8 αναφέρεται πως οι διατάξεις του δε χρειάζεται να εφαρμόζονται σε περιπτώσεις πολύ χαμηλής σεισμικότητας. Όπως και για τις περιπτώσεις χαμηλής σεισμικότητας, οι συνδυασμοί που χαρακτηρίζονται ως περιπτώσεις πολύ χαμηλής σεισμικότητας ορίζονται στο Εθνικό Προσάρτημα. Παρ' όλα αυτά, ο Ευρωκώδικας 8 συνιστά (σε υποσημείωση) το ίδιο κριτήριο όπως και για τη χαμηλή σεισμικότητα: είτε την τιμή της εδαφικής επιτάχυνσης σχεδιασμού για έδαφος κατηγορίας A (δηλαδή βράχο) a_g ή την αντίστοιχη τιμή $a_g S$ για την κατηγορία εδάφους στη συγκεκριμένη τοποθεσία. Συνιστά να οριστούν οι τιμές 0.04g για την a_g ή 0.05g για το γινόμενο $a_g S$ ως όρια για την πολύ χαμηλή σεισμικότητα. Καθώς ο συντελεστής σπουδαιότητας η είναι ενσωματωμένος στην τιμή a_g , ορισμένοι φορείς σε μια περιοχή ενδέχεται να εξαιρούνται από την εφαρμογή του Ευρωκώδικα 8 και άλλοι όχι (όσοι στεγάζουν σημαντικές υπηρεσίες ή αποτελούν εγκαταστάσεις μεγάλης συνάθροισης κοινού). Αυτό συμφωνεί με την αντίληψη ότι η εξαίρεση από την εφαρμογή του Ευρωκώδικα 8 οφείλεται στην εγγενή αντοχή σε οριζόντιες δυνάμεις κάθε φορέα που σχεδιάζεται για μη-σεισμικές φορτίσεις, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η συμβολή της πλαστιμότητας και της ικανότητας απορρόφησης ενέργειας. Δεδομένου ότι ο Ευρωκώδικας 8 θεωρεί ότι, λόγω της υπεραντοχής, κάθε φορέας δικαιούται ένα συντελεστή συμπεριφοράς q τουλάχιστον ίσο με 1.5, στην τιμή 0.05g, που συνιστάται ως όριο του $a_g S$ για την πολύ χαμηλή σεισμικότητα, περιλαμβάνεται χωρίς να εκφράζεται ρητά μια εγγενής οριζόντια αντοχή ίση με $0.05 \times 2.5 / 1.5 = 0.083g$ (όπου 2.5 είναι ο συντελεστής φασματικής μεγέθυνσης στην περιοχή σταθερής φασματικής επιτάχυνσης, και 1.5 είναι η τιμή του συντελεστή συμπεριφοράς). Πρόκειται για μια εύλογη παραδοχή.

Εάν το Εθνικό Προσάρτημα αναφέρει ότι όλη η εθνική επικράτεια θεωρείται πολύ χαμηλής σεισμικότητας, ο Ευρωκώδικας 8 (και τα έξι Μέρη του) δεν εφαρμόζεται καθόλου σε αυτή τη χώρα.

Οδηγός σχεδιασμού σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 8: Αντισεισμικός Σχεδιασμός Κατασκευών

Ο Οδηγός σχεδιασμού σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 8: Αντισεισμικός Σχεδιασμός Κατασκευών καλύπτει τα πρότυπα EN 1998-1 (Γενικοί κανόνες, σεισμικές δράσεις και κανόνες για κτήρια) και EN 1998-5 (Θεμελιώσεις, κατασκευές αντιστήριξης και γεωτεχνικά θέματα) που εκδόθηκαν από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή Τυποποίησης (CEN) στα τέλη του 2004, ενώ περιλαμβάνει επίσης γενικές πληροφορίες που θα βοηθήσουν τον μελετητή να κατανοήσει τους σκοπούς και τη λογική των κανονισμών. Αυτά τα δύο μέρη του Ευρωκώδικα 8 περιλαμβάνονται σε όλα τα «πακέτα» Ευρωκωδικών (κάθε «πακέτο» αναφέρεται σε ένα συγκεκριμένο είδος έργου Πολιτικού Μηχανικού και δομικού υλικού) μαζί με τα πρότυπα EN 1990: Βάσεις σχεδιασμού και EN 1997: Γεωτεχνικός σχεδιασμός, καθώς και τα σχετικά μέρη του προτύπου EN 1991-1: Δράσεις στους φορείς.

Η ανάπτυξη του Ευρωκώδικα 8 ως του μοναδικού κανονισμού για τον αντισεισμικό σχεδιασμό στην Ευρώπη βρισκόταν στο επίκεντρο της ευρωπαϊκής κοινότητας σεισμικής μηχανικής τα τελευταία είκοσι χρόνια. Η εμφάνισή του ως Ευρωπαϊκό Πρότυπο είναι σημαντική, όχι μόνο για την ασφάλεια των πολιτών στις σεισμογενείς περιοχές της νότιας Ευρώπης, αλλά και για την ανταγωνιστικότητα ολόκληρου του ευρωπαϊκού τομέα υπηρεσιών μηχανικού στις σεισμογενείς περιοχές εντός και εκτός της Ευρώπης.

Ο Οδηγός σχεδιασμού σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 8: Αντισεισμικός Σχεδιασμός Κατασκευών αποτελεί σημαντικό κείμενο αναφοράς για:

- πολιτικούς μηχανικούς και μηχανικούς δομικών έργων
- επιτροπές συγγραφής κανονισμών
- κύριους οικοδομικών έργων
- φοιτητές σχεδιασμού κατασκευών
- Δημόσιες Αρχές
- και, στην πράξη, για όλους όσοι επηρεάζονται από την εφαρμογή των Ευρωκωδικών.

Ο Μιχαήλ Ν. Φωρές είναι Καθηγητής Κατασκευών από Σχολείο στο Πανεπιστήμιο Πατρών. Ήταν Πρόεδρος της Επιτροπής για τον Ευρωκώδικα 8: «Αντισεισμικός Σχεδιασμός» από τις αρχές του 1999 έως τα τέλη του 2005 για τη συνταγή των έξι μερών του ως Ευρωπαϊκών Προτύπων. Είναι Επίτιμος Πρόεδρος της Διεθνούς Ομοσπονδίας Σκυροδέματος (fib) της οποίας διατέλεσε Πρόεδρος την περίοδο 2009-10 και Αναπληρωτής Πρόεδρος την περίοδο 2007-08. Είναι μέλος της συντακτικής επιτροπής των περιοδικών *Journal of Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, *Earthquake Spectra*, *Structural Concrete*, *Bulletin of Earthquake Engineering*, και *Journal of Earthquake Engineering*. Το 1993 του απονεμήθηκε από το ACI το Μετάλλιο Wason για την καλύτερη δημοσίευση του έτους 1992 στον τομέα των υλικών.

Ο Eduardo Carvalho είναι Διπλ. Πολιτικός Μηχανικός του Πολυτεχνείου της Λισαβόνας με δαπάνη εκπαίδευσης στις Κατασκευές από το Εθνικό Εργαστήριο Πολιτικών Μηχανικών (LNEC) της Λισαβόνας. Εργάστηκε ως κύριος ερευνητής στο LNEC για 30 χρόνια, όπου ήταν επικεφαλής του Κέντρου Σεισμικής Μηχανικής από το 1994 ως το 2004. Από το 2005 είναι Πρόεδρος της CEN/TC250/SC8, του οργάνου της CEN που έχει την ευθύνη προετοιμασίας του Ευρωκώδικα 8. Είναι μέλος του Τεχνικού Συμβουλίου της Διεθνούς Ομοσπονδίας Σκυροδέματος (fib) και το 2009 βραβεύτηκε με το Μετάλλιο της fib. Είναι επίσης μέλος της συντακτικής επιτροπής του *Journal of Earthquake Engineering*.

Ο Amir Elmaslali είναι Μέλος της Βασιλικής Ακαδημίας Μηχανικής του Ηνωμένου Βασιλείου, Καθηγητής στην έδρα D.B. Wilson στο Πανεπιστήμιο του Ιλνέκς, Urbana-Champaign στις Η.Π.Α., και Διευθυντής του Σεισμικού Κέντρου Κεντρικής Αμερικής και του Εργαστηρίου George E. Brown στο Ιλνέκς, το οποίο ανήκει στο Δίκτυο για Προσομοιώσεις Σεισμικής Μηχανικής (NEES). Ήταν Καθηγητής Σεισμικής Μηχανικής στο Imperial College του Λονδίνου, μέλος συντακτικής επιτροπής του Ευρωκώδικα 8, και Αντιπρόεδρος της Ευρωπαϊκής Ένωσης Σεισμικής Μηχανικής.

Ο Ezio Faccioli, Δρ Πολιτικός Μηχανικός, είναι Καθηγητής Σεισμικής Μηχανικής και Τεχνικής Σεισμολογίας στο Πολυτεχνείο του Μιλάνου, μέλος του Διοικητικού Συμβουλίου της Διεθνούς Ένωσης Σεισμικής Μηχανικής (IAEE), συντακτικής επιτροπής στο *Journal of Seismology* και μέλος της συντακτικής επιτροπής του *Journal of Earthquake Engineering and Structural Dynamics*. Ήταν πρόεδρος της ομάδας έργων για τη συγγραφή του Μέρους 5 του Ευρωκώδικα 8 ως Ευρωπαϊκό Πρότυπο. Έχει δημοσιεύσει περίπου 30 άρθρα σε διεθνή περιοδικά και έχει συγγράψει βιβλία, στα Αγγλικά και στα Ιταλικά, που πραγματεύονται γεωτεχνικά θέματα και θέματα δυναμικής του εδάφους στη Σεισμική Μηχανική. Επίσης, έχει εργαστεί σε διεθνείς οργανισμούς, όπως η UNESCO και η Ένωση Κρατών της Κορσικής.

Ο Paolo E. Pinto αποφοίτησε από το Πανεπιστήμιο La Sapienza της Ρώμης, όπου είναι Καθηγητής Σεισμικής Μηχανικής από το 1975. Το 1979 ορίστηκε πρόεδρος της διεθνούς επιτροπής που ανέλαβε τη συγγραφή του «Προτύπου Κανονισμού της CEB για τον αντισεισμικό σχεδιασμό των κατασκευών από σκυροδέμα». Έχει ασχοληθεί με την προετοιμασία των Ευρωκωδικών από το 1985, έχει διατελέσει Πρόεδρος της CEN/TC250/SC8 από το 1990 έως το 1999, και έχει επηγήσει τη συγγραφή όλων των μερών του ΕΝΥ Ευρωκώδικα 8. Από το 1998 είναι Πρόεδρος της Επιτροπής 7 της fib για τον αντισεισμικό σχεδιασμό, μέλος του Τεχνικού Συμβουλίου της, και κάτοχος του Μεταλλίου fib (2003). Είναι μέλος της συντακτικής επιτροπής των περιοδικών *Journal of Earthquake Engineering and Structural Dynamics* και *Journal of Earthquake Engineering*.

Ο Andre Plummer είναι Καθηγητής και Επικεφαλής της Ομάδας Σεισμικής Μηχανικής στο Τμήμα Μηχανικής των Υλικών και των Κατασκευών του Πανεπιστημίου της Λιέγης στο Βέλγιο. Το μεγαλύτερο τμήμα του επιστημονικού του έργου αφορά τη σεισμική συμπεριφορά χαλύβδινων και συμβατικών κατασκευών. Έχει εργαστεί ως μέλος συντακτικής επιτροπής του Ευρωκώδικα 8.



ΕΚΔΟΣΕΙΣ
ΚΛΕΙΔΑΡΙΘΜΟΣ

Διοικητικό 4, Σταθμός Λαρίσης, 10440 ΑΘΗΝΑ, Τηλ. 210-5237635
www.klidarithmos.gr info@klidarithmos.gr

ISBN 978-960-461-452-3

