

ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΦΟΡΤΙΣΗ ΓΕΦΥΡΩΝ

Περιεχόμενα

I. ΓΕΝΙΚΑ	2
ΜΟΡΦΗ ΤΟΥ ΚΕΙΜΕΝΟΥ	2
ΕΝΝΟΙΕΣ	2
ΠΕΔΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ - ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ	2
II. ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΔΡΑΣΗ	4
ΕΔΑΦΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ - ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΔΑΦΟΥΣ	4
ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΔΡΑΣΗ	6
ΕΛΑΣΤΙΚΟ ΦΑΣΜΑ	8
ΦΑΣΜΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	10
ΧΡΟΝΟΙΣΤΟΡΙΑ	10
ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΜΕ ΑΛΛΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ.....	11
III. ΚΤΙΡΙΑ	12
ΓΕΝΙΚΑ	12
ΑΡΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	12
ΚΥΡΙΑ ΚΑΙ ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΝΤΑ ΜΕΛΗ	14
ΣΤΑΤΙΚΗ ΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΑ.....	14
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΥ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΔΡΑΣΕΩΝ	17
ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΤΑΣ	17
ΑΝΑΛΥΣΗ - ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ.....	18
ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ.....	19

ΕΝΑ ΜΝΗΜΟΝΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΤΟΝ EN 1998

Συντάχθηκε από τον Δημήτρη Τόλη - τελευταία ενημέρωση 31.10.2011

Ας σημειωθεί ότι το παρόν κείμενο είναι πρόχειρο (δεν έχει την τελική μορφή του) και συνεπώς, ως ατελές, μπορεί να περιέχει λάθη ή ασάφειες. Πέρα αυτού ο κανονισμός και το Ε.Π. παραμένουν πάντοτε να είναι τα κείμενα αναφοράς. Θα εκτιμηθούν τυχόν σχόλια και παρατηρήσεις σας στο κείμενο (e-mail: info@diolkos-eng.gr).

I. ΓΕΝΙΚΑ

ΜΟΡΦΗ ΤΟΥ ΚΕΙΜΕΝΟΥ

Μέσα σε αγκύλες στο κείμενο αναγράφεται η αναφορά στο σχετικό πρότυπο

Το κείμενο είναι ελεύθερο, δεν είναι διεξοδικό και δεν είναι γενικής εφαρμογής (η ανάγνωση του προτύπου είναι επιβεβλημένη).

Με **κόκκινο**¹ οι αναφορές στο εθνικό προσάρτημα. Με **μπλε** σχόλια του συντάκτη.

ΕΝΝΟΙΕΣ

[1.5. EN 1990] Αναφορά σε παράγραφο 1.5 του προτύπου EN 1990.

Χαρακτηριστική τιμή μιας δράσης (F_k): Η κύρια αντιπροσωπευτική τιμή μιας δράσης

Η οιονεί-μόνιμη τιμή της μεταβλητής δράσης q : ψ_{2q}

ΠΕΔΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ - ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

[1.1 EN 1998-1] Το EN 1998 εφαρμόζεται στην μελέτη και κατασκευή κτιρίων και έργων πολιτικού μηχανικού σε σεισμικές περιοχές. Στόχος του είναι να διασφαλίσει ότι σε περίπτωση σεισμού:

- θα παρέχεται προστασία της ανθρώπινης ζωής,
- οι βλάβες θα είναι περιορισμένες, και
- έργα που είναι σημαντικά για την αστική προστασία θα παραμένουν σε λειτουργία.

Δεν καλύπτονται από τις διατάξεις του Ευρωκώδικα: Ειδικά έργα, όπως πυρηνικοί σταθμοί παραγωγής ενέργειας, θαλάσσια έργα και μεγάλα φράγματα.

[1.3 EN 1998-1] Υποτίθεται ότι δεν θα λάβει χώρα οποιαδήποτε αλλαγή στον φορέα κατά την φάση κατασκευής ή κατά την διάρκεια της υπόλοιπης ζωής του φορέα, εκτός εάν παρέχεται κατάλληλη αιτιολόγηση και έλεγχος. Αυτό ισχύει ακόμη και σε περίπτωση αλλαγών που οδηγούν σε αύξηση της φέρουσας ικανότητας.

[2.1&2 EN 1998-1] Θεμελιώδεις απαιτήσεις - κριτήρια συμμόρφωσης:

- Απαιτήση μη-κατάρρευσης - έλεγχος οριακών καταστάσεων αστοχίας. Το έργο δεν πρέπει να καταρρεύσει και δεν πρέπει να τίθενται σε κίνδυνο η ανθρώπινη ασφάλεια.
 - Βασικός σχεδιασμός για σεισμική περίοδο επαναφοράς **475** χρόνια με πιθανότητα υπέρβασης **10%** στα 50 χρόνια.
 - Η αντοχή και η ικανότητα απόδοσης ενέργειας που θα καθοριστούν για τον φορέα εξαρτώνται από τον βαθμό εκμετάλλευσης της μη γραμμικής απόκρισής του. Το ισοζύγιο αυτό μεταξύ αντοχής και ικανότητας απόδοσης ενέργειας χαρακτηρίζεται από τις τιμές του συντελεστή συμπεριφοράς q και την κατηγορία πλαστιμότητας.
 - Στην οριακή περίπτωση μελέτης φορέων που κατατάσσονται στην κατηγορία χωρίς απαιτήσεις πλαστιμότητας ο συντελεστής συμπεριφοράς q δεν επιτρέπεται να ληφθεί μεγαλύτερος από:

¹ Τα τελικά κείμενα των εθνικών προσαρτημάτων δεν είναι γνωστά. Το κείμενο στηρίζεται στα κείμενα που δόθηκαν για σχολιασμό από τον ΕΛΟΤ (ή τα ΠΡΟΣΥ).

- 1.5 γενικά
- 1.5 έως 2.0 για κτίρια κατά τον EN 1993 και EN 1994.
- Θα εξετάζονται η ευστάθεια σε ανατροπή και σε ολίσθηση.
- Θα ελέγχεται ότι τόσο το έδαφος θεμελίωσης όσον και τα μέλη της θεμελίωσης είναι ικανά να αναλάβουν τα εντατικά μεγέθη που προκύπτουν από την απόκριση της ανωδομής χωρίς σημαντικές μόνιμες παραμορφώσεις.
- Η ενδεχόμενη επιρροή αποτελεσμάτων δευτέρας τάξεως.
- Θα ελέγχεται ότι, υπό την σεισμική δράση σχεδιασμού η συμπεριφορά των μη-φερόντων στοιχείων δεν δημιουργεί κινδύνους για ανθρώπους και δεν έχει δυσμενή επίδραση στην απόκριση των φερόντων στοιχείων.
- **Απαιτήση περιορισμού βλαβών - έλεγχος καταστάσεων περιορισμού βλαβών.** Δεν θα υπάρχουν βλάβες από τις οποίες να πάψουν να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις λειτουργίας.
 - Βασικός σχεδιασμός για σεισμική περίοδο επαναφοράς **95** χρόνια με πιθανότητα υπέρβασης **10%** στα 50 χρόνια.
 - Θα εξασφαλίζεται ικανοποιητικός βαθμός αξιοπιστίας έναντι ανεπιθύμητων βλαβών, μέσω της ικανοποίησης ορίων παραμόρφωσης ή άλλων σχετικών ορίων που καθορίζονται.
 - Σε φορείς σημαντικούς για την αστική προστασία το φέρον σύστημα θα ελέγχεται για να εξασφαλιστεί ότι έχει ικανοποιητική αντοχή και δυσκαμψία ώστε να διατηρήσει τη λειτουργία υπηρεσιών ζωτικής σημασίας των εγκαταστάσεων υπό σεισμικά γεγονότα που αντιστοιχούν σε κατάλληλη περίοδο επαναφοράς.

Θα λαμβάνονται διάφορα κατάλληλα συγκεκριμένα μέτρα, για να περιοριστούν οι αβεβαιότητες και για να διευκολυνθεί η καλή συμπεριφορά των φορέων:

- Στο μέτρο του δυνατού, οι φορείς πρέπει να έχουν απλές και κανονικές μορφές τόσο σε κάτοψη όσο και σε όψη (Βλ. 4.2.3 EN 1998-1).
- Θα αποφεύγεται η ψαθυρή αστοχία ή ο πρόωρος σχηματισμός ασταθών μηχανισμών.
- Θα δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην μελέτη διαμόρφωσης λεπτομερειών των συνδέσεων μεταξύ των φερόντων στοιχείων και των περιοχών όπου προβλέπεται μη γραμμική συμπεριφορά.
- Θα λαμβάνεται υπόψη την επιρροή της εδαφικής παραμορφωσιμότητας καθώς και αυτήν των μη-φερόντων στοιχείων και άλλων θεμάτων, όπως η παρουσία παρακείμενων φορέων.
- Η δυσκαμψία των θεμελιώσεων θα είναι επαρκής για την μεταφορά των δράσεων από την ανωδομή στο έδαφος.
- Με εξαίρεση τις γέφυρες, πρέπει, εν γένει, να χρησιμοποιείται ένας μόνον τύπος θεμελίωσης για κάθε φορέα.
- Τα κείμενα των μελετών θα είναι λεπτομερή με καθορισμό μεθόδων ελέγχου και ποιότητας στην κατασκευή. Σε περιοχές υψηλής σεισμικότητας και σε φορείς ιδιαίτερης σπουδαιότητας, πρέπει να χρησιμοποιούνται επίσημα σχέδια συστήματος ποιότητας, που καλύπτουν την μελέτη, την κατασκευή, και τη χρήση, επιπρόσθετα προς τις διαδικασίες ελέγχου που απαιτούνται από άλλους Ευρωκώδικες.

Σε περιπτώσεις χαμηλής σεισμικότητας οι θεμελιώσεις απαιτήσεις μπορούν να ικανοποιηθούν με την εφαρμογή απλούστερων κανόνων.

Σε περιπτώσεις πολύ χαμηλής σεισμικότητας², δεν χρειάζεται να τηρούνται οι διατάξεις EN 1998.

² Οι δύο τελευταίες περιπτώσεις δεν αφορούν την Ελλάδα.

II. ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΔΡΑΣΗ

ΕΔΑΦΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ - ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΔΑΦΟΥΣ

[3.1 EN 1998-1] Θα εκτελούνται κατάλληλες έρευνες προκειμένου να προσδιορισθούν οι εδαφικές συνθήκες σύμφωνα με τις κατηγορίες εδάφους A έως E. (Βλ. και EN 1998-5 κεφ. 4.).

Η θέση του έργου και η φύση του εδάφους θεμελίωσης πρέπει κανονικά να είναι απαλλαγμένες από κινδύνους εδαφικής αστοχίας, αστάθειας πρηνών και μόνιμων καθιζήσεων που προκαλούνται από ρευστοποίηση ή δυναμική συμπίκνωση σε περίπτωση σεισμού.

Για τον καθορισμό της σεισμικής δράσης πρέπει να εκτελούνται εδαφικές έρευνες ή/και γεωλογικές μελέτες, ανάλογα με την κατηγορία σπουδαιότητας του φορέα και τις ειδικές συνθήκες του έργου

Η έκταση της απαιτούμενης εδαφοτεχνικής έρευνας – μελέτης εξαρτάται από την Κατηγορία Εδάφους, τη Σεισμικότητα και τη Σπουδαιότητα του κτιρίου.

Ειδικότερα: Σε κτίρια κατηγορίας σπουδαιότητας I επί εδάφους κατηγορίας A, B ή C καθώς και σε κτίρια σπουδαιότητας II ή και μονώροφα σπουδαιότητας III επί εδάφους κατηγορίας A ή B, επιτρέπεται η εκτίμηση της κατηγορίας και της φέρουσας ικανότητας του εδάφους με βάση υπάρχουσα εμπειρία από παρακείμενες κατασκευές, θεμελιωμένες σε όμοιους εδαφικούς σχηματισμούς. Οι κατασκευές αυτές πρέπει να μην έχουν εμφανίσει αξιόλογες υποχωρήσεις και να έχουν επιδείξει καλή συμπεριφορά σε προγενέστερες σημαντικές σεισμικές δράσεις.

[3.1.2 EN 1998-1] Οι κατηγορίες εδάφους A, B, C, D, και E, που καθορίζονται από την στρωματογραφία και τις παραμέτρους που δίνονται στον πίνακα 31 (ακολουθεί).

Ο χαρακτηρισμός της κατηγορίας εδάφους γίνεται σύμφωνα με τον Πίνακα 3.1 χωρίς περαιτέρω επίδραση της γεωλογίας των βαθύτερων στρωμάτων.

Κατηγορία Εδάφους	Περιγραφή στρωματογραφίας	Παράμετροι		
		$v_{s,30}$ (m/s)	N_{SPT} (κρ./30cm)	c_u (kPa)
A	Βράχος ή άλλος βραχώδης γεωλογικός σχηματισμός, που περιλαμβάνει το πολύ 5 m ασθενέστερου επιφανειακού υλικού.	> 800	–	–
B	Αποθέσεις πολύ πυκνής άμμου, χαλικών, ή πολύ σκληρής αργίλου, πάχους τουλάχιστον αρκετών δεκάδων μέτρων, που χαρακτηρίζονται από βαθμιαία βελτίωση των μηχανικών ιδιοτήτων με το βάθος.	360 – 800	> 50	> 250
C	Βαθιές αποθέσεις πυκνής ή μετρίως πυκνής άμμου, χαλικών ή σκληρής αργίλου πάχους από δεκάδες έως πολλές εκατοντάδες μέτρων.	180 – 360	15 - 50	70 - 250
D	Αποθέσεις χαλαρών έως μετρίως χαλαρών μη συνεκτικών υλικών (με ή χωρίς κάποια μαλακά στρώματα συνεκτικών υλικών), ή κυρίως μαλακά έως μετρίως σκληρά συνεκτικά υλικά.	< 180	< 15	< 70
E	Εδαφική τομή που αποτελείται από ένα επιφανειακό στρώμα ιλύος με τιμές v_s κατηγορίας C ή D και πάχος που ποικίλλει μεταξύ περίπου 5m και 20m, με υπόστρωμα από πιο σκληρό υλικό με $v_s > 800$ m/s.			
S₁	Αποθέσεις που αποτελούνται, ή που περιέχουν ένα στρώμα πάχους τουλάχιστον 10 m μαλακών αργίλων/ιλών με υψηλό δείκτη πλαστικότητας ($PI > 40$) και υψηλή περιεκτικότητα σε νερό.	< 100 (ενδεικτικό)	–	10 - 20
S₂	Στρώματα ρευστοποιήσιμων εδαφών, ευαίσθητων αργίλων, ή οποιαδήποτε άλλη εδαφική τομή που δεν περιλαμβάνεται στους τύπους A – E ή S ₁			

Η θέση του έργου πρέπει να κατατάσσεται σε κατηγορία εδάφους σε συνάρτηση προς την μέση τιμή της ταχύτητας διατμητικών κυμάτων, $v_{s,30}$, εφόσον αυτή είναι διαθέσιμη. Διαφορετικά πρέπει να χρησιμοποιείται η τιμή N_{SPT} .

Η μέση ταχύτητα διατμητικών κυμάτων $v_{s,30}$ θα υπολογίζεται σύμφωνα με την ακόλουθη έκφραση:

$$v_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{v_i}}$$

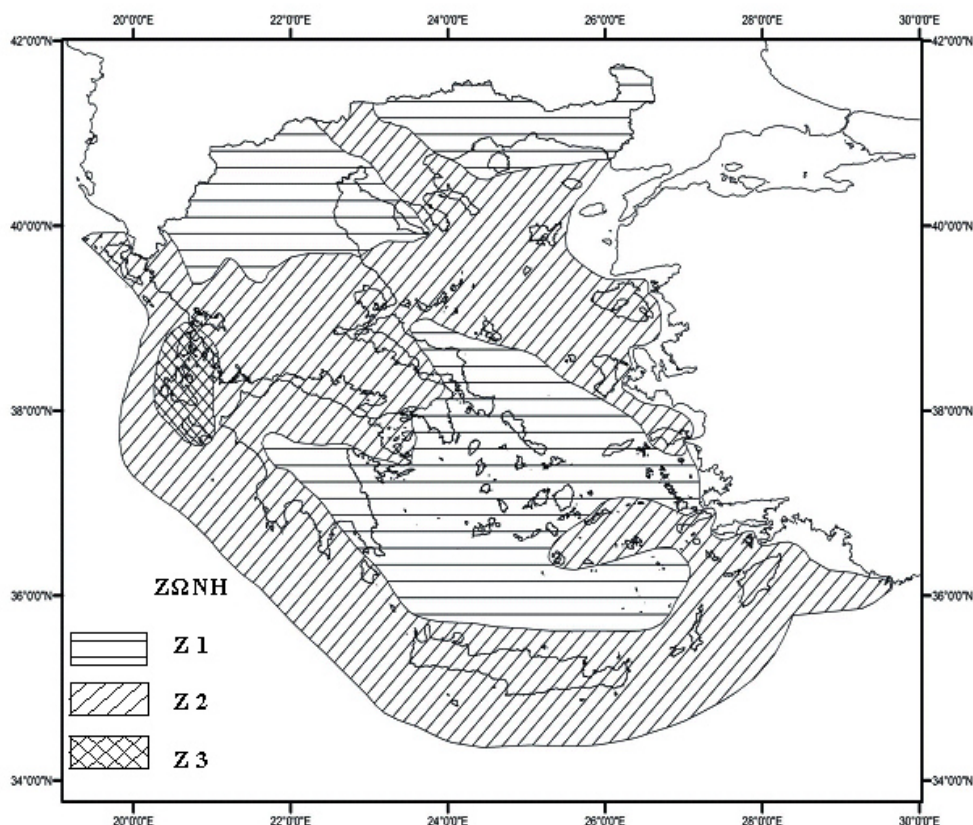
όπου h_i και v_i υποδηλώνουν το πάχος (σε μέτρα) και την ταχύτητα διατμητικών κυμάτων (σε τιμή ανηγμένης διατμητικής παραμόρφωσης ίση με 10^{-5} ή μικρότερη) του σχηματισμού ή στρώματος, από n συνολικά, που συναντώνται στα πρώτα 30 m από την επιφάνεια.

Για περιοχές S_1 ή S_2 , απαιτείται ειδική μελέτη για τον καθορισμό της σεισμικής δράσης.

ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΔΡΑΣΗ

[3.2.1 EN 1998-1] Οι εθνικές περιοχές θα υποδιαιρεθούν από τις εθνικές αρχές σε σεισμικές ζώνες, ανάλογα με την τοπική επικινδυνότητα. Εξ ορισμού υποτίθεται ότι μέσα σε κάθε ζώνη η επικινδυνότητα είναι σταθερή. Η επικινδυνότητα περιγράφεται από μια μοναδική παράμετρο, δηλ. την τιμή της μέγιστης εδαφικής επιτάχυνσης αναφοράς a_{gR} σε έδαφος κατηγορίας A.

Στο σχήμα που ακολουθεί³ δείχνεται ο χάρτης των τριών σεισμικών ζωνών Z1, Z2 και Z3 που ισχύουν για την Ελλάδα.



Σε κάθε σεισμική ζώνη ορίζεται μία τιμή αναφοράς a_{gR} της μέγιστης εδαφικής επιτάχυνσης σε έδαφος κατηγορίας A, η οποία αντιστοιχεί στην τιμή αναφοράς της περιόδου επαναφοράς $T_{NCR} = 475$ έτη, σύμφωνα με τον δίπλα πίνακα. Οι τιμές a_{gR}/g που δίνονται στον Πίνακα 1 αυτού του Προσαρτήματος, για τις ζώνες Z1, Z2 και Z3 είναι ίσες με τις τιμές $\alpha = A/g$ που ορίζονται από τον ΕΑΚ2000 για τις ζώνες I, II και III αντίστοιχα.

Ζώνη	a_{gR}/g
Z1	0,16
Z2	0,24
Z3	0,36

Οι πιο πάνω τιμές προσδιορίζονται με βάση την επιλεγείσα περίοδο επαναφοράς και γι αυτές ορίζεται ένας συντελεστής σπουδαιότητας γ ίσος με 1.0.

Για τιμή της περιόδου επαναφοράς διαφορετική από την τιμή αναφοράς, η εδαφική επιτάχυνση σχεδιασμού σε έδαφος τύπου A, a_g , είναι ίση με a_{gR} επί τον συντελεστή σπουδαιότητας γ ($a_g = \gamma \cdot a_{gR}$).

Σε περιπτώσεις χαμηλής σεισμικότητας, μπορούν να χρησιμοποιηθούν μειωμένες ή απλουστευμένες σεισμικές διαδικασίες σχεδιασμού για ορισμένους τύπους ή κατηγορίες φορέων.

Στην Ελλάδα δεν προβλέπονται ζώνες χαμηλής ή πολύ χαμηλής σεισμικότητας.

³ ισχύει και ο αναλυτικός πίνακας του ΕΑΚ

[3.2.2 EN 1998-1] Η σεισμική κίνηση σε ένα δεδομένο σημείο στην επιφάνεια προσομοιώνονται με ένα ελαστικό φάσμα απόκρισης εδαφικής επιτάχυνσης.

Η μορφή του ελαστικού φάσματος απόκρισης λαμβάνεται η ίδια για την απαίτηση μη-κατάρρευσης και για την απαίτηση περιορισμού βλαβών.

Η οριζόντια σεισμική δράση περιγράφεται από δύο ορθογώνιες συνιστώσες που θεωρούνται ανεξάρτητες μεταξύ τους και που εκφράζονται από το ίδιο φάσμα απόκρισης.

Για τις τρεις συνιστώσες της σεισμικής δράσης, μπορούν να υιοθετηθούν μια ή περισσότερες εναλλακτικές μορφές φασμάτων απόκρισης, ανάλογα με τις σεισμογενείς πηγές και τα σεισμικά μεγέθη.

Σε όλες τις σεισμικές ζώνες στην Ελλάδα εφαρμόζεται οριζόντιο φάσμα ελαστικής απόκρισης Τύπου 1, με τιμές των παραμέτρων που φαίνονται στον Πίνακα.

Κατηγορία Εδάφους	S	T_B (s)	T_C (s)	T_D (s)
A	1,0	0,15	0,4	2,5
B	1,2	0,15	0,5	2,5
C	1,15	0,20	0,6	2,5
D	1,35	0,20	0,8	2,5
E	1,4	0,15	0,5	2,5

Για φορείς με μεγάλη σπουδαιότητα ($\gamma > 1,0$) πρέπει να λαμβάνονται υπόψη επιδράσεις τοπογραφικής ενίσχυσης (Βλ Πληροφοριακό παράρτημα Α στον EN1998-5).

Σε περιπτώσεις όπου υπάρχει επιρροή σε μια θέση από σεισμικές πηγές με σημαντικές διαφορές τότε θα εξετάζονται περισσότερα του ενός φάσματα και θα απαιτούνται διαφορετικές τιμές του a_g για κάθε τύπο φάσματος και σεισμού.

Επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν προσομοιώσεις χρονοϊστορίας της σεισμικής κίνησης.

[Παράρτημα Α EN 1998-5] (πληροφοριακό). Δίδονται απλουστευμένοι συντελεστές S_r ενίσχυσης της σεισμικής δράσης. Είναι ανεξάρτητοι από τη θεμελιώδη περίοδο ταλάντωσης και πολλαπλασιάζουν, σαν σταθερός παράγοντας, τις τεταγμένες του ελαστικού φάσματος απόκρισης σχεδιασμού. Πρέπει κατά προτίμηση να εφαρμόζονται σε δυσδιάστατες τοπογραφικές ανωμαλίες, όπως επιμήκη φυσικά αναχώματα και απότομοι αναβαθμοί ύψους μεγαλύτερου από 30m περίπου.

Μπορούν να αγνοηθούν:

- Για μέση γωνία κλίσης μικρότερη από περίπου 15°
- Σε αναλύσεις πρηνών στις βαθιές εδαφικές κατολισθήσεις όπου η επιφάνεια αστοχίας περνά κοντά στη βάση και εφόσον χρησιμοποιείται η ψευδοστατική μέθοδος ανάλυσης, οι τοπογραφικές επιδράσεις μπορούν να αγνοηθούν.

Συντελεστές εφαρμογής:

- *Μεμονωμένοι απότομοι αναβαθμοί και πρηνή:* $S_T \geq 1.2$ για θέσεις κοντά στην κορυφαία ακμή.
- *Φυσικά αναχώματα με πλάτος στέψης σημαντικά μικρότερο από το πλάτος βάσης:* $S_r \geq 1.4$ κοντά στην κορυφή των πρηνών για μέσες γωνίες κλίσης μεγαλύτερες από 30° και $S_r \geq 1.2$ για τις μικρότερες γωνίες κλίσης.
- *Παρουσία χαλαρού επιφανειακού στρώματος:* Προσαυξάνεται τουλάχιστον 20%.
- *Χωρική μεταβολή του συντελεστή ενίσχυσης:* Το S_r μπορεί να υποτεθεί ότι μειώνεται ως γραμμική συνάρτηση του ύψους επάνω από τη βάση του απότομου αναβαθμού ή φυσικού αναχώματος, και είναι ίση με την μονάδα στη βάση.
- *Περιπτώσεις έντονα ανώμαλης τοπικής τοπογραφίας:* συνίσταται η εκπόνηση ειδικής μελέτης

ΕΛΑΣΤΙΚΟ ΦΑΣΜΑ

Το ελαστικό οριζόντιο φάσμα απόκρισης $S_e(T)$ καθορίζεται από τις ακόλουθες εκφράσεις:

$$0 \leq T \leq T_B : S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \left[1 + \frac{T}{T_B} \cdot (\eta \cdot 2,5 - 1) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C : S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5$$

$$T_C \leq T \leq T_D : S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \left[\frac{T_C}{T} \right]$$

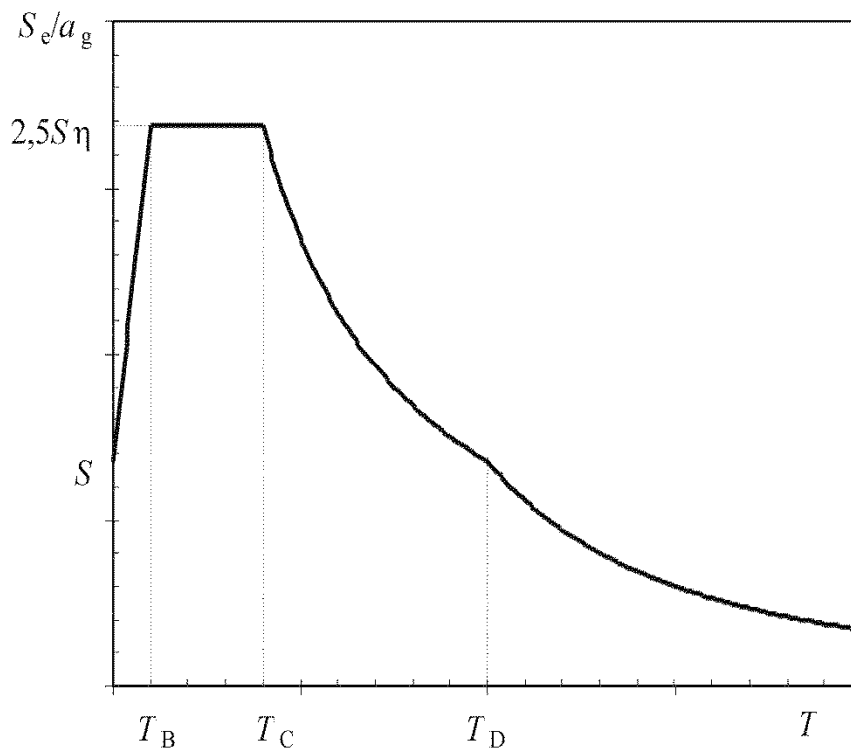
$$T_D \leq T \leq 4s : S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \left[\frac{T_C T_D}{T^2} \right] \quad \text{όπου:}$$

$S_e(T)$ είναι το ελαστικό φάσμα απόκρισης

T είναι η περίοδος ταλάντωσης ενός γραμμικού συστήματος μίας ελευθερίας κίνησης.

a_g είναι η εδαφική επιτάχυνση σχεδιασμού σε έδαφος κατηγορίας A ($a_g = \gamma_I \cdot a_{gR}$).

T_B - T_D όπως ορίζεται στο επόμενο σχήμα.



S είναι ο συντελεστής εδάφους.

η είναι ο διορθωτικός συντελεστής απόσβεσης, με τιμή αναφοράς $\eta = 1$ για 5% ιξώδη απόσβεση και που προσδιορίζεται για διαφορετικές αποσβέσεις ως: $\eta = \sqrt{10 / (5 + \xi)} \geq 0,55$

ξ είναι ο λόγος ιξώδους απόσβεσης του φορέα, εκπεφρασμένος σαν ποσοστό επί τις εκατό. Τιμές του ξ σε αντίστοιχα τμήματα του κανονισμού.

Το κατακόρυφο ελαστικό φάσμα είναι όπως το οριζόντιο με τις εξής αλλαγές (τύπος 1):

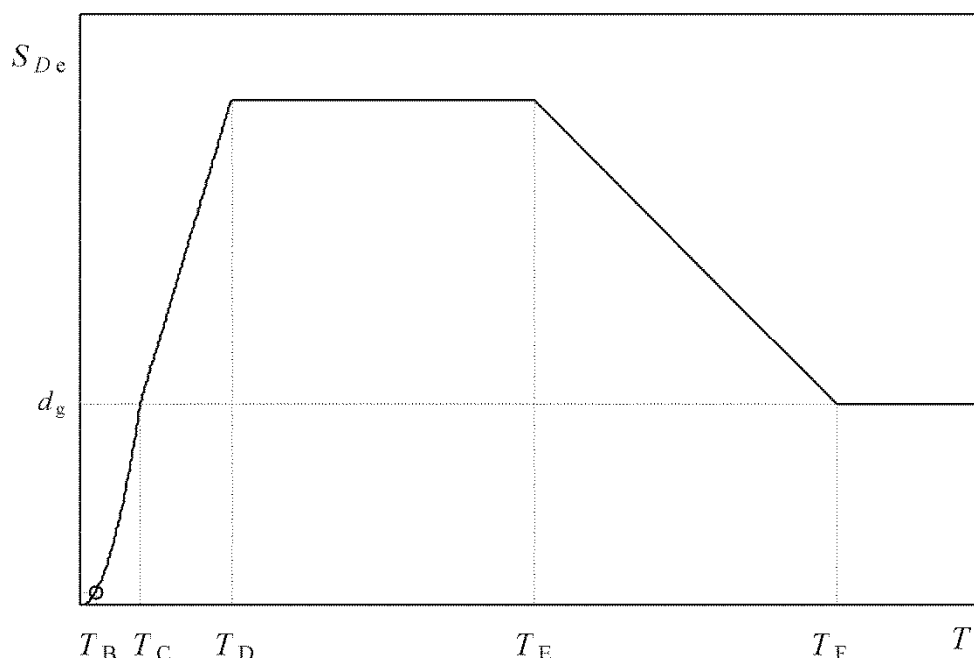
- Ο συντελεστής φασματικής μεγέθυνσης 2.50 που υπάρχει στους τύπους γίνεται 3.00
- Η επιτάχυνση λαμβάνεται $a_{vg}=0.9a_g$ και το $S=1.00$.
- Οι περίοδοι μεταβολής γίνονται: T_B (s)= 0.05 , T_C (s)=0.15 και T_D (s)=1.00sec.
- Αυτές οι τιμές δεν ισχύουν για τις ειδικές κατηγορίες εδάφους S_1 και S_2 .

Η εδαφική μετακίνηση σχεδιασμού d_g , που αντιστοιχεί στην εδαφική επιτάχυνση σχεδιασμού, μπορεί να υπολογιστεί με τη χρήση της ακόλουθης έκφρασης: $d_g = 0,025 \cdot a_g \cdot S \cdot T_C \cdot T_D$

Το ελαστικό φάσμα απόκρισης μετακίνησης (Βλ. πληροφοριακό παράρτημα Α) υπολογίζεται, μέχρι την περίοδο των 4 sec από το φάσμα ελαστικής απόκρισης επιτάχυνσης με την χρήση του τύπου:

$$S_{De}(T) = S_e(T) \left[\frac{T}{2\pi} \right]^2$$

Μετά τα 4sec ισχύουν οι ακόλουθοι τύποι (παράρτημα Α):



$$T_E \leq T \leq T_F : S_{De}(T) = 0,025a_g \cdot S \cdot T_C \cdot T_D \left[2,5\eta + \left(\frac{T - T_E}{T_F - T_E} \right) (1 - 2,5\eta) \right]$$

$$T \geq T_F : S_{De}(T) = d_g$$

Ισχύουν οι παράμετροι που ήδη περιγράφηκαν και επί πλέον:

T_E : Για εδάφος Α =4.5sec, για Β =5.0sec και για εδάφη C έως E 6.0sec

T_F : Για εδάφη Α έως E 10.0sec.

ΦΑΣΜΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

[3.2.2.5 EN 1998-1] Ο υπολογισμός φορέων στη μη - γραμμική περιοχή γίνεται με ελαστική ανάλυση και την χρήση ενός μειωμένου φάσματος (φάσμα σχεδιασμού) μέσω ενός συντελεστή q (συντελεστής συμπεριφοράς).

Οι τιμές του συντελεστή συμπεριφοράς q , που περιλαμβάνουν επίσης την επιρροή ιξώδους απόσβεσης διαφορετικής από 5%, δίνονται για διάφορα υλικά και στατικά συστήματα σε εξάρτηση από τις σχετικές κατηγορίες πλαστιμότητας στα διάφορα Μέρη του EN 1998. Η τιμή του συντελεστή συμπεριφοράς q μπορεί να είναι διαφορετική σε διαφορετικές οριζόντιες διευθύνσεις του φορέα, αλλά η κατηγορία πλαστιμότητας θα είναι η ίδια σε όλες τις διευθύνσεις.

Το οριζόντιο φάσμα σχεδιασμού υπολογίζεται από το ελαστικό με διαίρεση της φασματικής επιτάχυνσης με τον συντελεστή q και $n=1.0$ (διότι κατά τον κανονισμό ο εκάστοτε q περιλαμβάνει τον συντελεστή και τον συντελεστή απόσβεσης), με εξαίρεση το τμήμα από $0 \leq T \leq T_B$ το οποίο δίδεται:

$$0 \leq T \leq T_B : S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \left[\frac{2}{3} + \frac{T}{T_B} \cdot \left(\frac{2,5}{q} - \frac{2}{3} \right) \right]$$

Επίσης για περιόδους μεγαλύτερες από T_C η φασματική επιτάχυνση δεν μπορεί να είναι μικρότερη από $0.2a_g$.

Το κατακόρυφο φάσμα σχεδιασμού προκύπτει από το οριζόντιο φάσμα σχεδιασμού με εφαρμογή των ακόλουθων συντελεστών (του κατακόρυφου ελαστικού φάσματος):

$$a_{vg}=0.9a_g, S=1.00, T_B(s)=0.05, T_C(s)=0.15 \text{ και } T_D(s)=1.00\text{sec.}$$

Για την κατακόρυφη συνιστώσα της σεισμικής δράσης πρέπει εν γένει να επιλέγεται συντελεστής συμπεριφοράς q με τιμή έως 1,5 για όλα τα υλικά και στατικά συστήματα. Υιοθέτηση μεγαλύτερων τιμών πρέπει να τεκμηριώνεται από κατάλληλη μελέτη.

Διευκρινίζεται ότι τώρα ο συντελεστής φασματικής μεγέθυνσης λαμβάνεται 2.5 (και όχι 3.0 που ισχύει στο ελαστικό φάσμα).

Τα ανωτέρω φάσματα σχεδιασμού δεν επαρκούν για μελέτη φορέων με συστήματα σεισμικής μόνωσης ή απόδοσης ενέργειας.

ΧΡΟΝΟΙΣΤΟΡΙΑ

[3.2.3 EN 1998-1] Η σεισμική κίνηση μπορεί επίσης να προσομοιωθεί σε όρους χρονοϊστοριών εδαφικής επιτάχυνσης και αντίστοιχων μεγεθών (ταχύτητα και μετακίνηση).

Όταν απαιτείται χωρικό προσομοίωμα του φορέα, η σεισμική κίνηση θα αποτελείται από τρία επιταχυνσιογραφήματα που δρουν ταυτόχρονα. Το ίδιο επιταχυνσιογράφημα δεν μπορεί να χρησιμοποιείται ταυτόχρονα στις δύο οριζόντιες διευθύνσεις. Είναι δυνατές απλοποιήσεις σύμφωνα με τα σχετικά Μέρη του EN 1998.

Τεχνητά επιταχυνσιογραφήματα: θα παράγονται ώστε να είναι συμβατά με τα φάσματα ελαστικής απόκρισης για 5% ιξώδη απόσβεση ($\xi = 5\%$).

Όταν δεν είναι διαθέσιμα στοιχεία για την συγκεκριμένη περιοχή, η ελάχιστη διάρκεια T_s του στάσιμου μέρους των επιταχυνσιογραφημάτων πρέπει να είναι ίση με 10 s. Πρέπει:

- κατ' ελάχιστον να χρησιμοποιούνται τρία επιταχυνσιογραφήματα.
- η μέση τιμή της επιτάχυνσης φασματικής απόκρισης μηδενικής περιόδου (που υπολογίζεται από τις μεμονωμένες χρονοϊστορίες) δεν θα είναι μικρότερη από την τιμή $a_g \cdot S$ για την θέση που εξετάζεται.
- στην περιοχή περιόδων μεταξύ $0,2T_1$ και $2T_1$, (T_1 η θεμελιώδης περίοδος του φορέα στην διεύθυνση εφαρμογής του), καμία τιμή του μέσου ελαστικού φάσματος ($\xi=5\%$), που υπολογίζεται από όλες τις χρονοϊστορίες, δεν πρέπει να είναι μικρότερη από το 90% της αντίστοιχης τιμής του ελαστικού φάσματος απόκρισης (με $\xi=5\%$).

Καταγραφές / προσομοιώσεις: Μπορούν να χρησιμοποιηθούν καταγραφές που παράγονται από φυσική προσομοίωση, εφόσον τα δείγματα που χρησιμοποιούνται είναι κατάλληλα επι-

λεγμένα όσον αφορά τα σεισμογεννητικά χαρακτηριστικά των πηγών και τις εδαφικές συνθήκες της περιοχής του έργου και οι τιμές τους έχουν υποστεί κλιμακώσεις για προσαρμογή στην τιμή του $a_g \cdot S$ για την ζώνη που εξετάζεται.

Ισχύουν οι 3 τελευταίοι περιορισμοί των τεχνιτών επιταχυνσιογραφημάτων.

Σε ελέγχους δυναμικής ευστάθειας που περιλαμβάνουν υπολογισμούς μόνιμων εδαφικών παραμορφώσεων η διέγερση πρέπει κατά προτίμηση να αποτελείται από επιταχυνσιογραφήματα που έχουν καταγραφεί στις εδαφικές περιοχές υπό πραγματικούς σεισμούς.

Για φορείς με ειδικά χαρακτηριστικά, στους οποίους δεν μπορεί να υποθεθεί με βεβαιότητα ότι όλα τα σημεία στήριξης δέχονται την ίδια διέγερση, θα χρησιμοποιούνται χωρικά προσομοιώματα της σεισμικής (βλέπε EN 1998-2, EN 1998-4 και EN 1998-6). Αυτά τα χωρικά προσομοιώματα θα είναι συμβατά με τα φάσματα ελαστικής απόκρισης.

ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΜΕ ΑΛΛΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ.

[6.4.3.4. EN 1990] Η γενική μορφή της σχέσης των αποτελεσμάτων των δράσεων θα πρέπει να είναι: $E_d = E\{G_{k,j}; P; A_{ED}; \psi_{2,i} Q_{k,i}\} j \geq 1; i \geq 1$ (6.12a)

Ο συνδυασμός των δράσεων που βρίσκονται μέσα σε αγκύλες { } μπορεί να εκφρασθεί ως:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_{ED} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (6.12b)$$

[3.2.4.(2) EN 1998-1] Τα αδρανειακά αποτελέσματα της σεισμικής δράσης σχεδιασμού θα αποτιμώνται λαμβάνοντας υπόψη την παρουσία των μαζών που συνδέονται με όλα τα φορτία βαρύτητας που περιλαμβάνονται στον ακόλουθο συνδυασμό δράσεων:

$\sum G_{k,j} + \sum \psi_{E,i} \cdot Q_{k,i}$ όπου $\psi_{E,i}$ είναι ο συντελεστής συνδυασμού για την μεταβλητή δράση i

Οι συντελεστές συνδυασμού $\psi_{E,i}$ λαμβάνουν υπόψη την πιθανότητα τα φορτία $q_{k,i}$ να μην είναι παρόντα σε ολόκληρο τον φορέα κατά τη διάρκεια του σεισμού. Οι συντελεστές αυτοί μπορεί επίσης να λάβουν υπόψη την μειωμένη συμμετοχή των μαζών στην κίνηση του φορέα λόγω μη-στερεάς σύνδεσής τους.

Οι τιμές του $\psi_{2,i}$ δίνονται στον EN 1990:2002 και οι τιμές του $\psi_{E,i}$ για κτίρια ή άλλους τύπους φορέων δίνονται στα σχετικά μέρη του EN 1998.

III. ΚΤΙΡΙΑ

ΓΕΝΙΚΑ

[4.1 EN 1998-1] Το κεφάλαιο 4 του κανονισμού περιέχει γενικούς κανόνες για την μελέτη κτιρίων. Τα κεφάλαια 5 ως 9 αναφέρονται στα διάφορα δομικά υλικά (χάλυβας σκυρόδεμα κτλ). Τα κεφάλαια 4 έως 9 χρησιμοποιούνται πάντοτε σε συνδυασμό με τα 2 και 3.

Τέλος το κεφάλαιο 10 αναφέρεται στη σεισμική μόνωση.

ΑΡΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

[4.2 EN 1998-1] Σε σεισμικές περιοχές ο σεισμικός κίνδυνος θα λαμβάνεται υπόψη στα πρώτα στάδια της μελέτης ενός έργου.

Οι αρχές διαμόρφωσης του φορέα είναι:

- Στατική απλότητα. Χαρακτηρίζεται από σαφείς και άμεσες οδεύσεις μεταφοράς των σεισμικών δυνάμεων

- Ομοιομορφία, συμμετρία και υπερστατικότητα.

Η ομοιομορφία σε κάτοψη χαρακτηρίζεται από ομαλή κατανομή των φερόντων στοιχείων που επιτρέπει βραχεία και άμεση μεταφορά των αδρανειακών δυνάμεων που δρουν στις κατανεμημένες μάζες του κτιρίου.

Η ομοιομορφία καθ' ύψος οδηγεί στην αποφυγή δημιουργίας ευαίσθητων ζωνών με συγκεντρώσεις έντασης ή μεγάλες απαιτήσεις πλαστιμότητας.

Με ομαλή συσχέτιση μεταξύ της κατανομής των μαζών και της κατανομής της αντοχής και δυσκαμψίας αποφεύγονται μεγάλες εκκεντρότητες.

Σε συμμετρικά ή σχεδόν συμμετρικά κτίρια, η συμμετρική διάταξη φερόντων στοιχείων, καλά-κατανεμημένων σε κάτοψη, είναι κατάλληλη για την επίτευξη ομοιομορφίας.

Η χρήση ομοιόμορφα κατανεμημένων φερόντων στοιχείων αυξάνει την υπερστατικότητα και επιτρέπει ευνοϊκότερη ανακατανομή των εντατικών μεγεθών και απόδοση ενέργειας εκτεταμένη σε ολόκληρο τον φορέα.

- Διαξονική αντοχή και δυσκαμψία.

Το κτίριο θα πρέπει να παρουσιάζει αντοχή σε οριζόντιες δράσεις προς κάθε διεύθυνση. Αρκεί η διάταξη σε κάτοψη των φερόντων στοιχείων σε ορθογωνική διάταξη που να εξασφαλίζει παρόμοια χαρακτηριστικά αντοχής και δυσκαμψίας και στις δύο κύριες διευθύνσεις.

Η επιλογή των χαρακτηριστικών δυσκαμψίας του φορέα θα στοχεύει στην ελαχιστοποίηση των αποτελεσμάτων της σεισμικής δράσης και θα περιορίζει την ανάπτυξη υπερβολικών μετακινήσεων (Αστάθεια λόγω αποτελεσμάτων δευτέρας τάξεως ή υπερβολικές βλάβες).

- Στρεπτική αντοχή και δυσκαμψία. Οι φορείς κτιρίων πρέπει να παρουσιάζουν επαρκή στρεπτική αντοχή και δυσκαμψία

- Διαφραγματική δράση στα επίπεδα των ορόφων.

Η δράση των δαπέδων ως διαφραγμάτων είναι ιδιαίτερα σημαντική σε περιπτώσεις σύνθετων και ανομοιόμορφων διατάξεων των κατακόρυφων στατικών συστημάτων, ή όπου χρησιμοποιούνται στον ίδιο φορέα συστήματα με διαφορετικά χαρακτηριστικά οριζόντιας παραμορφωσιμότητας (π.χ. σε διπλά ή μικτά συστήματα).

Τα δάπεδα πρέπει να διαθέτουν δυσκαμψία και αντοχή στο επίπεδό τους καθώς και αποτελεσματική σύνδεση με τα κατακόρυφα φέροντα συστήματα. Ιδιαίτερη προσοχή σε περιπτώσεις κατόψεων μορφής μη συμπαγούς ή πολύ επιμήκους και σε περιπτώσεις μεγάλων ανοιγμάτων στα δάπεδα, ειδικά εάν τα τελευταία βρίσκονται κοντά σε κύρια κατακόρυφα φέροντα στοιχεία.

Τα διαφράγματα πρέπει να έχουν επαρκή δυσκαμψία στο επίπεδό τους, ιδιαίτερα όταν υπάρχουν σημαντικές μεταβολές στην δυσκαμψία ή εσοχές των κατακόρυφων στοιχείων επάνω και κάτω από το διάφραγμα.

- Επαρκής θεμελίωση.

Η κατασκευή των θεμελίων και της σύνδεσης με την ανωδομή θα εξασφαλίζουν ότι ολόκληρο το κτίριο υπόκειται σε ομοιόμορφη σεισμική διέγερση.

Για φορείς που αποτελούνται από φέροντα τοιχώματα πρέπει γενικά να επιλέγεται δύσκαμπτη κυβωτιοειδής ή κυψελοειδής θεμελίωση, που να περιλαμβάνει πλάκα θεμελίωσης και πλάκα κάλυψης (4.2.1.6.(2)).

Για κτίρια με μεμονωμένα στοιχεία θεμελίωσης (πέδιλα ή πασσάλους), συνιστάται χρήση πλάκας θεμελίωσης ή συνδετήριων δοκών μεταξύ των στοιχείων αυτών και στις δύο κύριες διευθύνσεις, σύμφωνα με τα κριτήρια και τους κανόνες του EN 1998-5:2004, **5.4.1.2**

[5.4.1.2.EN 1998-5] Θα αποτιμούνται τα πρόσθετα αποτελέσματα δράσης που προκαλούνται στον φορέα από οριζόντιες σχετικές μετατοπίσεις στα θεμέλια, και θα λαμβάνονται κατάλληλα μέτρα για να προσαρμοστεί ανάλογα η μελέτη.

Θεωρείται ότι ικανοποιείται η προηγούμενη παράγραφος, εφόσον τα θεμέλια είναι διατεταγμένα στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο και προβλέπονται συνδετήριες δοκοί ή επαρκής πλάκα θεμελίωσης στο επίπεδο των πέδιλων ή κεφαλόδεσμων. Τα μέτρα αυτά δεν είναι απαραίτητα στις ακόλουθες περιπτώσεις: α) για εδαφικό τύπο A, και⁴ β) σε περιπτώσεις χαμηλής σεισμικότητας για εδαφικό τύπο B.

Οι δοκοί του χαμηλότερου δαπέδου ενός κτηρίου μπορούν να θεωρηθούν ως συνδετήριες δοκοί εφόσον βρίσκονται εντός 1.0m από την κατώτατη επιφάνεια των πέδιλων ή των κεφαλόδεσμων. Οι συνδετήριες δοκοί μπορεί ενδεχομένως να αντικατασταθούν από πλάκα σύνδεσης, αν είναι σύμφωνη με τον προηγούμενο όρο.

Η απαραίτητη εφελκυστική αντοχή των συνδετήριων αυτών στοιχείων μπορεί να εκτιμηθεί με την χρήση απλουστευμένων μεθόδων. Ελλείψει ακριβέστερων κανόνων ή μεθόδων, οι συνδέσεις θεμελίωσης θα θεωρούνται επαρκείς όταν ικανοποιούνται όλοι οι κανόνες:

Συνδετήριες δοκοί

Θα σχεδιάζονται έτσι ώστε να αναλαμβάνουν αξονική δύναμη, τόσον σε εφελκυσμό όσον και σε θλίψη, ίση με:

$\pm \mu \alpha \cdot S \cdot N_{Ed}$, όπου το "μ" για εδάφη τύπου B :=0.3, C :=0.4 και D :=0.6. Η N_{Ed} είναι η μέση τιμή των αξονικών δυνάμεων σχεδιασμού των συνδεόμενων κατακόρυφων στοιχείων στην σεισμική μελέτη.

Ο διαμήκης οπλισμός πρέπει να αγκυρώνεται πλήρως στο σώμα του πέδιλου ή στις άλλες συνδετήριες δοκούς.

Πλάκα σύνδεσης

Οι συνδετήριες ζώνες πρέπει να σχεδιάζονται ώστε να μπορούν να αναλάβουν αξονικές δυνάμεις ίσες με τις προηγούμενες.

Ο διαμήκης οπλισμός των συνδετήριων ζωνών θα αγκυρώνεται πλήρως στο σώμα των πέδιλων ή στην συνεχόμενη πλάκα.

⁴ Συνεπώς όχι στην Ελλάδα

ΚΥΡΙΑ ΚΑΙ ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΝΤΑ ΜΕΛΗ

[4.2.2. EN 1998-1] Ορισμένα στατικά μέλη (π.χ. δοκοί ή/και υποστυλώματα) μπορούν να χαρακτηριστούν ως "δευτερεύοντα" σεισμικά μέλη (ή στοιχεία), τα οποία δεν αποτελούν μέρος του συστήματος του κτιρίου που αναλαμβάνει την σεισμική δράση.

Όλα τα στατικά μέλη που δεν χαρακτηρίζονται ως δευτερεύοντα θα θεωρούνται ως κύρια σεισμικά μέλη και θα συμμετέχουν ως τμήμα του συστήματος ανάληψης οριζοντίων δυνάμεων.

Τα δευτερεύοντα μέλη:

- Η συνολική συνεισφορά όλων των δευτερευόντων σεισμικών μελών στην οριζόντια δυσκαμψία δεν πρέπει να υπερβαίνει το 15% της αντίστοιχης συνεισφοράς των κύριων σεισμικών μελών.
- Η ανοχή και η δυσκαμψία των στοιχείων αυτών στις σεισμικές δράσεις θα αγνοούνται. Δεν απαιτείται συμμόρφωση στις απαιτήσεις των Κεφαλαίων 5 έως 9 (υλικά), όμως στα κεφάλαια αυτά υπάρχουν οδηγίες μόρφωσης των.
- Θα σχεδιάζονται ώστε να διατηρούν την ικανότητα ανάληψης των φορτίων βαρύτητας κατά την δυσμενέστερη σεισμική κατάσταση σχεδιασμού.
- Θα υπάρχει πρόβλεψη για αποτελέσματα δευτέρας τάξεως.
- Με τον χαρακτηρισμό ορισμένων μελών σε δευτερεύοντα δεν θα αλλάξει την ταξινόμηση κανονικότητας του φορέα.

ΣΤΑΤΙΚΗ ΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΑ

[4.2.3. EN 1998-1] Οι φορείς ταξινομούνται σεισμικά σε κανονικούς και μη κανονικούς.

Το πρότυπο καθορίζει τέτοια κριτήρια. Αυτά θα πρέπει να θεωρούνται αναγκαίες συνθήκες. Θα ελέγχεται ότι η υποτιθέμενη κανονικότητα του φορέα του κτιρίου δεν αναιρείται από άλλα χαρακτηριστικά που δεν περιλαμβάνονται σε αυτά τα κριτήρια. Η διάκριση καθορίζεται:

- το στατικό προσομοίωμα (επίπεδο, χωρικό).
- την μέθοδο ανάλυσης (ισοδύναμη στατική, φασματική).
- την τιμή του συντελεστή q

Σε μη κανονικό σε κάτοψη κτίριο επιβάλλεται χωρική ανάλυση.

Σε μη κανονικό καθ ύψος κτίριο επιβάλλεται φασματική ανάλυση και μειωμένος $q=0.8q$.

Η ισοδύναμη στατική ανάλυση, όπου επιτρέπεται, θα εφαρμόζεται υπό την προϋπόθεση ότι οι πρώτες θεμελιώδεις υποπερίοδοι, στις δύο κύριες διευθύνσεις θα είναι $T_1 \leq \min\{4T_C, 2\text{sec}\}$.

Υπό την προϋπόθεση καθ ύψος κανονικότητας μπορεί να μην γίνει χωρική ανάλυση όταν:

- Ο συντελεστής σπουδαιότητας είναι $\gamma_i \leq 1.0^5$
- Η περιμετρική επένδυση και οι διαχωριστικοί τοίχοι του κτιρίου είναι ομοιόμορφα καταμεμημένοι και σχετικά δύσκαμπτοι.
- Το ύψος του κτιρίου ≤ 10 m.
- Μπορεί να υποτεθεί άκαμπτη διαφραγματική δράση των πλακών.
- Τα κέντρα οριζόντιας δυσκαμψίας και μάζας βρίσκονται στην ίδια κατακόρυφη γραμμή και ικανοποιούνται οι ακόλουθες συνθήκες, στις δύο οριζόντιες διευθύνσεις της ανάλυσης: $r_x^2 > l_s^2 + e_{ox}^2$, $r_y^2 > l_s^2 + e_{oy}^2$, όπου η ακτίνα αδρανείας l_s , οι ακτίνες δυστροπείας r_x και r_y και οι φυσικές εκκεντρότητες e_{ox} and e_{oy} .
 - Η ακτίνα δυστροπείας του διαφράγματος $r_{xi} = \sqrt{\frac{c U_{yi}}{\theta_{zi}}}$
 - Η ακτίνα αδρανείας της μάζας του διαφράγματος $l_s = \sqrt{\frac{I_{PMi}}{M_i}}$
 - Φυσικές εκκεντρότητες⁶ είναι η απόσταση μεταξύ του κέντρου δυσκαμψίας και του κέντρου μάζας, που μετράται στη διεύθυνση που υποδεικνύει ο αντίστοιχος δείκτης, κάθετα στην αντίστοιχη διεύθυνση.

⁵ Για την Ελλάδα: κατηγορίες I και II

Όταν θα γίνεται εφαρμογή της προηγούμενης εξαίρεσης η ανάλυση θα γίνεται με 2 επίπεδα προσομοιώματα, ένα για κάθε κύρια διεύθυνση.

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΨΗ

[4.2.3.2. EN 1998-1] Για να χαρακτηριστεί ένα κτίριο ως κανονικό σε κάτοψη θα πρέπει να ικανοποιεί όλους τους όρους που αναφέρονται στις παρακάτω:

- Θα είναι κατά προσέγγιση συμμετρικό σε κάτοψη, σε σχέση με δύο ορθογώνιους άξονες.
- Η διαμόρφωση της κάτοψης θα είναι συμπαγής δηλ., κάθε πλάκα ορόφου θα οριοθετείται από κυρτή πολυγωνική γραμμή. Εάν υπάρχουν ανωμαλίες στην περίμετρο (εισόχουσες γωνίες ή εσοχές στην περίμετρο):
 - ο οι ανωμαλίες αυτές δεν έχουν επιπτώσεις στην δυσκαμψία της πλάκας στο επίπεδό της
 - ο η περιοχή μεταξύ του περιγράμματος της πλάκας και της κυρτής πολυγωνικής γραμμής που περιβάλλει την πλάκα δεν υπερβαίνει 5% της επιφάνειας του ορόφου.
- Η δυσκαμψία των πλακών ορόφων μέσα στο επίπεδό τους θα είναι αρκετά μεγάλη σε σύγκριση με την οριζόντια δυσκαμψία των κατακόρυφων φερόντων στοιχείων (κατόψεις με μορφή L, Π, Η, Ι, και Χ πρέπει να εξετάζονται προσεκτικά).
- Η λυγηρότητα του κτιρίου σε κάτοψη, $\lambda = L_{\max}/L_{\min}$, δεν θα είναι μεγαλύτερη του 4, όπου το L_{\max} και το L_{\min} είναι αντίστοιχα η μεγαλύτερη και η μικρότερη διάσταση του κτιρίου σε κάτοψη, μετρούμενη σε ορθογώνιες διευθύνσεις.
- Σε κάθε επίπεδο και για κάθε διεύθυνση της ανάλυσης x και y ισχύουν⁷:
 - ο $e_{ox} \leq 0,30 \cdot r_x$ και $r_x \geq l_s$ (αντίστοιχα με y).
 - ο e_{ox} είναι η απόσταση μεταξύ των κέντρων δυσκαμψίας και μάζας.
 - ο r_x είναι η τετραγωνική ρίζα του λόγου της δυστρεψιάς προς την μεταφορική δυσκαμψία στην διεύθυνση y ⁸.
 - ο l_s είναι η ακτίνα αδρανείας της μάζας της πλάκας ορόφου σε κάτοψη.

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΘ ΎΨΟΣ

[4.2.3.3. EN 1998-1] Για να χαρακτηριστεί ένα κτίριο ως κανονικό καθ ύψος θα πρέπει να ικανοποιεί όλους τους όρους που αναφέρονται στις παρακάτω:

- Όλα τα συστήματα ανάληψης οριζοντίων φορτίων, όπως πυρηνές, φέροντα τοιχώματα ή πλαίσια, θα είναι συνεχή χωρίς διακοπή από τα θεμέλια έως την άνω επιφάνεια του κτιρίου, ή, εάν υπάρχουν ζώνες εσοχών με διαφορετικά ύψη, έως την άνω επιφάνεια της σχετικής ζώνης του κτιρίου.
- Η μεταφορική δυσκαμψία και η μάζα των επιμέρους ορόφων θα παραμένουν σταθερές ή θα μειώνονται βαθμιαία, χωρίς απότομες αλλαγές, από τη βάση προς την κορυφή ενός κτιρίου.
- Σε κτίρια με πλαισιωτό σύστημα ο λόγος της πραγματικής αντοχής ορόφων προς την αντοχή που απαιτείται από την ανάλυση δεν πρέπει να διαφέρει δυσανάλογα μεταξύ συνεχόμενων ορόφων. Για πλαίσια με τοιχοπληρώσεις:

⁶ Σημειώνεται ότι ο υπολογισμός των παραμέτρων αυτών επηρεάζεται από το Ε.Π. στην 4.2.3.2.(8) του EN 1998-1

⁷ Επειδή ο προσδιορισμός των παραμέτρων αυτών είναι αποτέλεσμα μακριάς διαδικασίας δεν είναι δυνατό να γίνει λεπτομερέστερη αναφορά σε αυτούς.

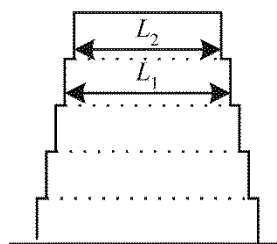
⁸ Αυτή είναι η έκφραση του κανονισμού όμως την τροποποιεί το Ελληνικό Ε.Π. με παραπομπή στην παρ 3.3.3. και το παράρτημα ΣΤ του ΕΑΚ και έτσι οι παράγραφοι (7) έως (9) της 4.2.3.2.-προσδιορισμός κέντρου δυσκαμψίας κτλ- έχουν μειωμένη αξία. Στη βάση ακριβούς ανάγνωσης του κανονισμού, η αναφορά στον διαφορετικό τρόπο προσδιορισμού των γεωμετρικών στοιχείων αφορά μόνο την παράγραφο (8). Έτσι η απλοποιητική εξαίρεση της (7) για μονώροφα κτίρια και της (9) για πλαισιωτά συστήματα και συστήματα ευκάμπτων τοιχωμάτων ισχύουν.

Στη βάση της (9) λοιπόν η $r_x = \sqrt{\frac{\sum(x^2 I_y + y^2 I_x)}{\sum I_y}}$, με αντιμετάθεση των δεικτών προκύπτει η r_y .

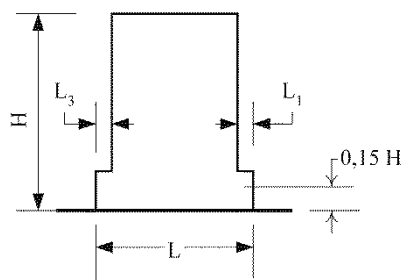
- Σε σημαντικές μη κανονικότητες καθ ύψος όπως είναι και η δραστική μείωση των τοιχοπληρώσεων σε έναν ή περισσότερους ορόφους σε σύγκριση με τους άλλους τα εντατικά μεγέθη της σεισμικής δράσης στα κατακόρυφα στοιχεία των αντίστοιχων ορόφων πρέπει να λαμβάνονται αυξημένα.
- Μια ικανή προσαύξηση είναι: $\eta = (1 + \Delta V_{Rw} / \Sigma V_{Ed}) \leq q$, με
- ΔV_{Rw} είναι η συνολική μείωση της διαμητρικής αντοχής των τοιχοπληρώσεων στον συγκεκριμένο όροφο, σε σύγκριση με τον υπερκείμενο όροφο που περιέχει περισσότερες τοιχοπληρώσεις.
- ΣV_{Ed} είναι το άθροισμα των σεισμικών τεμνουσών δυνάμεων που δρουν σε όλα τα κατακόρυφα κύρια σεισμικά στοιχεία του συγκεκριμένου ορόφου
- Αν $n < 1.1$ μπορεί να αγνοηθεί.
- Όταν υπάρχουν εσοχές⁹ σε φορείς τότε πρέπει να ισχύουν τα ακόλουθα:

(5)α
εσοχές που διατηρούν την αξονική συμμετρία του φορέα.

$$\frac{L_1 - L_2}{L_1} \leq 0,20$$

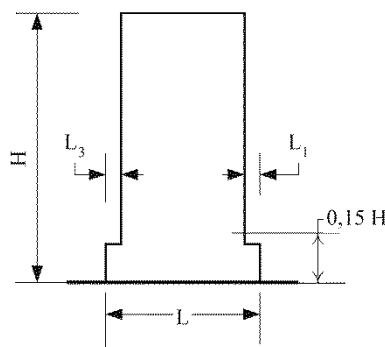


$$\frac{L_3 + L_1}{L} \leq 0,20$$



(5)β
για μια μεμονωμένη εσοχή μέσα σε ύψος μικρότερο από 15% του συνολικού ύψους του κύριου στατικού συστήματος. Το κάτω μέρος του φορέα που βρίσκεται μέσα στην προβολή θα μπορεί να αναλάβει το 75% της τέμνουσας που θα προέκυπτε σε ένα ιδανικό χωρίς την μείωση.

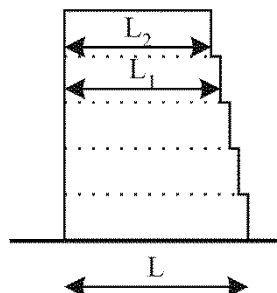
$$\frac{L_3 + L_1}{L} \leq 0,50$$



(5)γ
εάν οι εσοχές δεν διατηρούν τη συμμετρία του φορέα.

$$\frac{L - L_2}{L} \leq 0,30$$

$$\frac{L_1 - L_2}{L_1} \leq 0,10$$



⁹ ΣΗΜ: Η γραμμή έδρασης δεν είναι η θεμελίωση αλλά το πρώτο αμετάθετο επίπεδο (πχ οροφή υπογείου).

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΥ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΔΡΑΣΕΩΝ

[4.2.4. EN 1998-1] Οι συντελεστές συνδυασμού ψ_{2i} (που αφορούν την οιονεί-μόνιμη τιμή της μεταβλητής δράσης q_i) για την μελέτη κτιρίων θα είναι αυτοί που δίνονται στο EN 1990:2002, Παράρτημα A1.

[Πίνακας A1.1 EN 1990-A1] Ο Πίνακας A1.1 δεν τροποποιείται και παραμένει ως έχει.

Δράσεις	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Επιβαλλόμενα φορτία σε κτήρια, κατηγορία (βλέπε EN 1991-1-1)			
Κατηγορία A: κατοικίες, συνήθη κτήρια κατοικιών	0,7	0,5	0,3
Κατηγορία B: χώροι γραφείων	0,7	0,5	0,3
Κατηγορία C: χώροι συνάθροισης	0,7	0,7	0,6
Κατηγορία D: χώροι καταστημάτων	0,7	0,7	0,6
Κατηγορία E: χώροι αποθήκευσης	1,0	0,9	0,8
Κατηγορία F: χώροι κυκλοφορίας οχημάτων με βάρος $\leq 30\text{kN}$	0,7	0,7	0,6
Κατηγορία G: χώροι κυκλοφορίας οχημάτων με $30\text{kN} < \text{βάρος οχημάτων} \leq 160\text{kN}$	0,7	0,5	0,3
Κατηγορία H: στέγες	0	0	0
Φορτία χιονιού επάνω σε κτήρια (βλέπε EN 1991-1-3)*			
Φιλανδία, Ισλανδία, Νορβηγία, Σουηδία	0,70	0,50	0,20
Υπόλοιπα Κράτη Μέλη του CEN για τοποθεσίες σε υψόμετρο $H > 1000\text{ m}$	0,70	0,50	0,20
Υπόλοιπα Κράτη Μέλη του CEN για τοποθεσίες σε υψόμετρο $H \leq 1000\text{ m}$	0,50	0,20	0
Φορτία ανέμου σε κτήρια (βλέπε EN 1991-1-4)	0,6	0,2	0
Θερμοκρασία (μη-πυρκαγιάς) σε κτήρια (βλέπε EN 1991-1-5)	0,6	0,5	0

Οι συντελεστές συνδυασμού ψ_{Ei} για τον υπολογισμό των αποτελεσμάτων σεισμικών δράσεων θα υπολογίζονται από την ακόλουθη έκφραση: $\psi_{Ei} = \Phi \cdot \psi_{2i}$

Είναι $\Phi=1.0$ εκτός από τις κατηγορίες A έως C όπου: σε ορόφους με συσχετισμένη χρήση $=0.8$ και σε ορόφους με μη συσχετισμένη χρήση $=0.5$. Όμως στο δώμα πάντοτε $=1.0$

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΤΑΣ

Κατηγορία σπουδαιότητας	Κτίρια	γ_i
I	Κτίρια δευτερεύουσας σημασίας για τη δημόσια ασφάλεια, π.χ. γεωργικά κτίρια, κλπ.	0.8
II	Συνήθη κτίρια, που δεν ανήκουν στις άλλες κατηγορίες.	1.0
III	Κτίρια των οποίων η σεισμική ασφάλεια είναι σημαντική, λαμβάνοντας υπόψη τις συνέπειες κατάρρευσης, π.χ. σχολεία, αίθουσες συνάθροισης, πολιτιστικά ιδρύματα κλπ.	1.2
IV	Κτίρια των οποίων η ακεραιότητα κατά τη διάρκεια σεισμών είναι ζωτικής σημασίας για την προστασία των πολιτών, π.χ. νοσοκομεία, πυροσβεστικοί σταθμοί, σταθμοί παραγωγής ενέργειας, κλπ.	1.4

Για κτίρια που στεγάζουν εγκαταστάσεις ή υλικά υψηλού κινδύνου, ο συντελεστής σπουδαιότητας πρέπει να προσδιορίζεται σύμφωνα με τα κριτήρια που παρατίθενται στο EN 1998-4

[2.1.4. EN 1998-4] Κατηγορίες και συντελεστές σπουδαιότητας για κτίρια που στεγάζουν εγκαταστάσεις ή υλικά υψηλού κινδύνου είναι όπως στον πίνακα που ακολουθεί:

Οι κατηγορίες των κτιρίων διαχωρίζονται στη βάση του επαγόμενου κινδύνου, από αστοχία, κατά της ζωής καθώς και στις οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις που θα δημιουργηθούν.

Κατηγορία σπουδαιότητας	Κτίρια που στεγάζουν εγκαταστάσεις ή υλικά υψηλού κινδύνου	γ _i
I	Ασήμαντες ή μικρές.	0.8
II	Μεσαίες.	1.0
III	Υψηλές	1.2
IV	Εξαιρετικές ¹⁰	1.6

ΑΝΑΛΥΣΗ - ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ

[4.3. EN 1998-1] Το προσομοίωμα :

- θα απεικονίζει επαρκώς την κατανομή της δυσκαμψίας και της μάζας. Οι συνδυασμοί για τις μάζες είναι στην παρ. 3.2.4 (δες στο κείμενο αυτό, πιο πάνω "συνδυασμός σεισμικής με άλλες δράσεις") και για τους συντελεστές συνδυασμού *γ_{ει}* στην 4.2.4.(2) (δες "συντελεστές συνδυασμού μεταβλητών δράσεων" επίσης πιο πάνω στο κείμενο αυτό),
- σε περίπτωση μη γραμμικής ανάλυσης, θα απεικονίζει επαρκώς και την κατανομή της αντοχής,
- θα αποδίδει την συμβολή των περιοχών κόμβων στην παραμορφωσιμότητα του κτιρίου,
- θα αποτιμάται γενικά η επιρροή από την ρηγμάτωση, όπου έχει εφαρμογή. λαμβάνοντας υπόψη τις συνέπειες της ρηγμάτωσης. Τέτοια δυσκαμψία πρέπει να αντιστοιχεί στην έναρξη διαρροής του σπλισμού. Αν δεν γίνει ακριβέστερος υπολογισμός η καμπτική και διατμητική δυσκαμψία σκυροδέματος και τοιχοποιίας μπορεί να λαμβάνεται στο μισό της μη ρηγματωμένης,
- θα λαμβάνει υπόψη την παραμορφωσιμότητα της θεμελίωσης, όταν ενδέχεται να έχει δυσμενή επιρροή στην απόκριση (μπορεί όμως να λαμβάνεται πάντοτε υπόψη, συμπεριλαμβανομένης και της επίδρασης εδάφους φορέα),
- θα λαμβάνει υπόψη τοιχοπληρώσεις με σημαντική συμβολή στην οριζόντια δυσκαμψία,
- θα λαμβάνει υπόψη μη - φέροντα στοιχεία τα οποία μπορούν να επηρεάσουν την απόκριση του βασικού αντισεισμικού φορέα.

Γενικά μπορεί να θεωρηθεί ότι ο φορέας αποτελείται από ένα σύνολο συστημάτων ανάληψης κατακόρυφων και οριζόντιων φορτίων, που συνδέονται με οριζόντια διαφράγματα. Όταν τα διαφράγματα δαπέδων του κτιρίου μπορούν να ληφθούν ως άκαμπτα¹¹, μέσα στο επίπεδό τους, οι μάζες και οι ροπές αδρανείας κάθε δαπέδου μπορούν να συγκεντρωθούν στο κέντρο βάρους.

Το υπολογιζόμενο κέντρο της μάζας σε κάθε όροφο θα θεωρείται ως μετατοπισμένο από την ονομαστική θέση του σε κάθε διεύθυνση κατά την ακόλουθη τυχηματική εκκεντρότητα:

$$e_{ai} = \pm 0,05 \cdot L_i \text{ όπου}$$

e_{ai} είναι η τυχηματική εκκεντρότητα του κέντρου μάζας ορόφου i από την ονομαστική θέση του, εφαρμοζόμενη στην ίδια διεύθυνση σε όλους τους ορόφους

¹⁰ Για κάποιο λόγο το Ε.Π. (Σχέδιο 15-06-2009) δεν αναφέρεται στην κατηγορία IV παρόλο που αρχικά λέει ότι ισχύουν οι συνιστώμενες τιμές.

¹¹ Διάφραγμα θεωρείται άκαμπτο εάν, κατά την προσομοίωση με την πραγματική εντός του επιπέδου ευκαμψία του, οι οριζόντιες μετακινήσεις δεν υπερβαίνουν πουθενά αυτές που προκύπτουν από την υπόθεση άκαμπτου διαφράγματος κατά περισσότερο από το 10% των αντίστοιχων απόλυτων οριζόντιων μετακινήσεων κατά την σεισμική κατάσταση σχεδιασμού.

L_i είναι η διάσταση του ορόφου, κάθετη προς την διεύθυνση της σεισμικής δράσης.

ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

(συνεχίζεται)