

**ΚΡΙΤΗΡΙΑ  
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ  
ΚΑΙ  
ΚΑΝΟΝΕΣ  
ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ**

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4**

### Σ.4.1.2 Δράσεις υπολογισμού

#### Σ.4.1.2.1 Σεισμικός συνδυασμός δράσεων

[1] Για συνήθη κτίρια, ο συνδυασμός της σχέσης (4.1) απλοποιείται σε:

$$S_d = G_k + \psi_2 Q_k \pm E$$

όπου:

$G_k$  είναι τα μόνιμα φορτία και

$Q_k$  τα κινητά.

[2] Για λόγους συμβατότητας με άλλους κανονισμούς ({1}, {2}) και απλοποίησης, οι τιμές του συντελεστή συνδυασμού δράσεων  $\psi_2$  συμπίπτουν με εκείνες, βάσει των οποίων, υπολογίζονται οι μάζες του κτιρίου και αντιστοιχούν στις πιθανές τιμές του μέσου ενεργού φορτίου σε ολόκληρο τον όροφο.

Βιβλιογραφία: {1}, {2}, {5}, {7}, {8}, {9}.

## 4.1 ΑΠΟΦΥΓΗ ΚΑΤΑΡΡΕΥΣΗΣ

### 4.1.1 Κριτήρια

[1] Κατά την απόκριση ενός δομήματος στον σεισμό σχεδιασμού είναι εν γένει αποδεκτός ο σχηματισμός ενός *ελαστοπλαστικού μηχανισμού* με αξιόπιστα ασφαλή μετελαστική συμπεριφορά. Μία τέτοια συμπεριφορά θεωρείται ότι εξασφαλίζεται με τα ακόλουθα κριτήρια:

- Εξασφάλιση μιας *ελάχιστης στάθμης αντοχής* σε όλα τα φέροντα στοιχεία (συμπεριλαμβανομένης και της θεμελίωσης), που αντιστοιχεί στις σεισμικές δράσεις σχεδιασμού του κεφαλαίου 2 αυξημένες, όπου είναι αναγκαίο, με τις επιρροές 2ας Τάξεως.
- Εξασφάλιση *συνολικής πλαστιμότητας*, δηλαδή επαρκούς ικανότητας για απελευθέρωση ενέργειας, με μετελαστική παραμόρφωση.
- *Ελαχιστοποίηση* των παραγόντων που προκαλούν αβεβαιότητες στην εκτίμηση της σεισμικής απόκρισης.

Οι σχετικοί κανόνες εφαρμογής δίνονται στις ακόλουθες παραγράφους:

### 4.1.2 Δράσεις υπολογισμού

#### 4.1.2.1 Σεισμικός συνδυασμός δράσεων

[1] Ο σεισμός σχεδιασμού που ορίζεται στο κεφάλαιο 2 αποτελεί *τυχηματική δράση*, τα εντατικά μεγέθη της οποίας συνδυάζονται με εκείνα των λοιπών δράσεων ως εξής:

$$S_d = G_k + P_{\infty} \pm E + \Sigma \psi_2 Q_{k,i} \dots\dots\dots (4.1)$$

[2] Στην σχέση αυτή χρησιμοποιείται ο ακόλουθος συμβολισμός εντατικών μεγεθών:

- |              |  |
|--------------|--|
| $G_k$        | από μόνιμες δράσεις με τη χαρακτηριστική τους τιμή,  |
| $P_{\infty}$ | από προένταση μετά τις χρόνιες απώλειες,   |
| $E$          | από το σεισμό σχεδιασμού,  |
| $Q_{k,i}$    | από τη χαρακτηριστική τιμή της μεταβλητής δράσεως $i$ και                                      |
| $\psi_2$     | είναι η τιμή του συντελεστή συνδυασμού για μακροχρόνιες (“οιονεί μόνιμες”) μεταβλητές δράσεις. |

[3] Δράσεις καταναγκασμού, όπως οι προκαλούμενες από μεταβολή και διαφορά θερμοκρασίας, συστολή ξήρανσης του σκυροδέματος και υποχωρήσεις στηρίξεων, δεν χρειάζεται να συμπεριλαμβάνονται στον

#### Σ.4.1.2.2 Επιρροές 2ας Τάξεως

- [1] Ο δείκτης  $\theta$  με την μορφή της σχέσης (4.2) μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελεί αντιπροσωπευτικό “δείκτη ευστάθειας” του κτιρίου, όταν το κύριο φέρον σύστημα αποτελείται από πλαίσια και το κτίριο διαθέτει, κατά επαρκή προσέγγιση, συμμετρία γύρω από 2 άξονες ή σημαντική αστρεψία. Για λόγους απλούστευσης, γίνεται γενικότερη χρήση του δείκτη σε όλα τα συστήματα (μικτά συστήματα, ασύμμετρα, κλπ.) με τον τίτλο «δείκτης σχετικής μεταθετότητας» και με συντηρητικά όρια.

Ακριβέστερα θα έπρεπε να ληφθεί υπόψη και ο συντελεστής  $\theta_z$  που αφορά τον κίνδυνο λυγισμού από στροφή. Ο συντελεστής αυτός είναι καθοριστικός σε κτίρια με στρεπτική ευαισθησία.

Ειδικότερα, τα μικτά συστήματα και τα (πιο σπάνια) καθαρά καμπτικά συστήματα (μόνο από τοιχώματα) έχουν στην πράξη κατά κανόνα πολύ μικρότερη παραμορφωσιμότητα σε σύγκριση με αντίστοιχα συστήματα πλαισίων. Επομένως, η “ανακρίβεια” του δείκτη  $\theta$  στις περιπτώσεις αυτές έχει μειωμένη σημασία.

Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι σε κτίρια με τοιχοπληρώσεις ο περιορισμός της γωνιακής παραμόρφωσης των τοίχων ( $\gamma \leq 0.005$ ), που απαιτείται σύμφωνα με την παρ. 4.2.2, είναι εν γένει πολύ δυσμενέστερος και καθοριστικός (βλ. παρ. Σ.4.2.2).

Βιβλιογραφία: {2}, {3}, {4}, {5}, {10}, {15}, {18}.

συνδυασμό με σεισμό. Επίσης, ο σεισμός δεν συνδυάζεται με άλλες τυχηματικές δράσεις (π.χ. κρούσεις οχημάτων ή πλοίων).

- [4] Μέχρι να καθοριστούν από σχετικό ειδικό κανονισμό, οι τιμές του συντελεστή συνδυασμού δράσεων θα λαμβάνεται από τον ακόλουθο πίνακα 4.1.

**Πίνακας 4.1:** Συντελεστές συνδυασμού δράσεων  $\psi_2$

A/A		Φορτία Χρήσης	$\psi_2$
1	1.1	Κατοικίες, γραφεία, καταστήματα, ξενοδοχεία, νοσοκομεία	0.3
	1.2	Χώροι συχνής συνάθροισης προσώπων (σχολεία, θέατρα, στάδια κλπ.)	0.5
	1.3	Χώροι στάθμευσης	0.6
	1.4	Χώροι μακροχρόνιας αποθήκευσης (βιβλιοθήκες, αρχεία, αποθήκες, δεξαμενές, σιλό, υδατόπυργοι κλπ.)	0.8
	1.5	Μη βατές στέγες	0.0
2		Άνεμος	0.0
3		Χιόνι (Μόνο σε μη βατές στέγες)	0.3

**4**

#### 4.1.2.2 Επιρροές 2ας Τάξεως

- [1] Αν δεν γίνει ακριβέστερος υπολογισμός, η μεταβολή της έντασης που προκαλείται από τις παραμορφώσεις του συνόλου του φορέα υπό τον σεισμικό συνδυασμό της σχέσης (4.1) (επιρροή P-Δ), επιτρέπεται να παραλείπεται όταν σε κάθε όροφο ο δείκτης σχετικής μεταθετότητας  $\theta$ , όπως προσδιορίζεται από την σχέση (4.2), δεν υπερβαίνει την τιμή 0.10.

$$\theta = \frac{N_{ολ}\Delta}{V_{ολ}h} \dots\dots\dots (4.2)$$

όπου:

$N_{ολ}$ ,  $V_{ολ}$  είναι αντίστοιχα οι συνολικές αξονική και τέμνουσα δύναμη των κατακόρυφων στοιχείων του ορόφου υπό τον συνδυασμό (4.1),

$h$  είναι το ύψος του ορόφου και

$\Delta$  είναι η υπολογιστική σχετική μετακίνηση των πλακών του ορόφου. Η τιμή του  $\Delta$  θα λαμβάνεται από τη σχέση:

$$\Delta = q \cdot \Delta_{ελ} \dots\dots\dots (4.3)$$

όπου:

$q$  είναι ο συντελεστής συμπεριφοράς που χρησιμοποιήθηκε στην ανάλυση και

#### Σ.4.1.3 Έλεγχοι Αντοχής

- [1] Με την *συνθήκη (4.4)* ορίζεται η ελάχιστη στάθμη αντοχής των φερόντων στοιχείων στις σεισμικές δράσεις. Η αντοχή αυτή έχει, σε σχέση με την χαρακτηριστική τιμή της αντοχής του υλικού, συντελεστή ασφαλείας  $\gamma_m$ , που αντιστοιχεί στους βασικούς συνδυασμούς συνήθων δράσεων, δηλαδή υψηλότερο από εκείνον που αντιστοιχεί σε τυχηματικές δράσεις, παρά το γεγονός ότι ο σεισμός αποτελεί τυχηματική δράση. Το περιθώριο αυτό είναι σκόπιμο και για να καλύψει την μείωση της αντοχής που προκαλείται από τον ανακυκλικό χαρακτήρα της σεισμικής δράσης.
- [2] Η διαστασιολόγηση ή/ και όπλιση μιας διατομής εξαρτάται, σε πολλές περιπτώσεις, από περισσότερες από μία συνιστώσες της έντασης. Σε υποστυλώματα, που ανήκουν σε ένα μόνον πλαίσιο (και σε τοιχώματα), υπάρχει ουσιώδης αλληλεπίδραση της καμπτικής ροπής  $M$ , κατά την διεύθυνση του πλαισίου, και της αξονικής δύναμης  $N$ . Σύμφωνα με το κριτήριο αυτής της παραγράφου, για την διαστασιολόγηση αρκεί να ελεγχθούν οι παρακάτω 4 περιπτώσεις:

- $\Delta_{ελ}$  είναι η σχετική μετακίνηση των πλακών του ορόφου, μετρούμενη στο επίπεδο του δυσμενέστερου περιμετρικού πλαισίου, όπως προκύπτει για τον *συνδυασμό* (4.1) από ελαστική ανάλυση είτε με την ισοδύναμη στατική μέθοδο είτε με την δυναμική μέθοδο.
- [2] Ο περιορισμός του  $\theta$  θα ελέγχεται ξεχωριστά σε δύο ορθογώνιες διευθύνσεις X και Y.
- [3] Σε περίπτωση που  $0.10 < \theta \leq 0.20$  η επιρροή 2ας Τάξεως λόγω της σχετικής μεταθετότητας των πλακών επιτρέπεται να λαμβάνεται υπόψη προσεγγιστικά με πολλαπλασιασμό των αποτελεσμάτων της αντίστοιχης σεισμικής δράσης επί συντελεστή  $\frac{1}{1-\theta}$ .
- [4] Το  $\theta$  δεν επιτρέπεται να υπερβαίνει την τιμή 0.20 σε καμία περίπτωση.
- [5] Διευκρινίζεται ότι η απαλλαγή από τον έλεγχο επιρροών 2ας Τάξεως λόγω μεταθετότητας όπως ορίζεται στο *εδάφιο* [1], καθώς και οι σχετικές επιδράσεις όπως προσδιορίζονται από τα *εδάφια* [3] και [4], καλύπτουν κάθε επιρροή 2ας τάξεως στην ένταση λόγω της μεταθετότητας των ορόφων. Επομένως ο περαιτέρω έλεγχος κατακόρυφων θλιβομένων στοιχείων υπό την επίδραση του σεισμικού συνδυασμού επιτρέπεται να γίνεται θεωρώντας ότι τα αντίστοιχα άκρα των στοιχείων είναι αμετάθετα.

#### 4.1.3 Έλεγχοι αντοχής

- [1] Στις κρίσιμες διατομές όλων των μελών του δομήματος πρέπει να ικανοποιείται η βασική ανίσωση ασφάλειας

$$S_d \leq R_d \dots\dots\dots (4.4)$$

όπου:

$S_d$  είναι η ένταση σχεδιασμού όπως προκύπτει από τον συνδυασμό (4.1) και

$R_d$  είναι η αντοχή σχεδιασμού που υπολογίζεται σύμφωνα με τους κανονισμούς των αντίστοιχων υλικών, με τις τιμές των *μερικών συντελεστών ασφάλειας υλικού* ( $\gamma_m$ ) που ισχύουν για τους βασικούς συνδυασμούς των συνήθων δράσεων.

- [2] Όταν η ένταση έχει περισσότερες από μία συνιστώσες με ουσιώδη αλληλεπίδραση στην αντοχή (π.χ. κάμψη με αξονική δύναμη ή διαξονική κάμψη με αξονική δύναμη) η ανίσωση ασφάλειας αρκεί να ικανοποιείται για την μέγιστη και την ελάχιστη τιμή κάθε συνιστώσας λαμβάνοντας υπόψη την αλληλεπίδραση των αντίστοιχων τιμών των λοιπών συνιστωσών.

- $\max M$  και αντίστοιχη  $N$
- $\min M$  και αντίστοιχη  $N$
- $\max N$  και αντίστοιχη  $M$  .....(Σ1)
- $\min N$  και αντίστοιχη  $M$

Αν  $E_x$  και  $E_y$  είναι οι θετικές τιμές της  $M$  ή της  $N$ , που προκύπτουν για σεισμό κατά  $\pm X$  και  $\pm Y$ , αντίστοιχα (λαμβάνονται οι φορές του σεισμού που δίνουν θετικές τιμές για το μέγεθος), η μέγιστη σεισμική δράση  $E$  (για καθένα από τα μεγέθη  $M$  και  $N$ ) είναι η μεγαλύτερη από τις ακόλουθες τιμές (βλ. παρ. 4.1.2.3):

$$E_x + 0.30 E_y \text{ και } E_y + 0.30 E_x,$$

Η ελάχιστη σεισμική δράση είναι προφανώς η  $-E$ . Οι 4 συνδυασμοί ελέγχου της διατομής, που αντιστοιχούν στις προαναφερθείσες 4 περιπτώσεις (Σ1), προκύπτουν εύκολα σύμφωνα με τη σχέση επαλληλίας (4.1), αν στις παραπάνω σεισμικές δράσεις προστεθούν τα μόνιμα φορτία πάντοτε και τα κινητά φορτία, εφόσον έχουν θετική συμβολή κατά την αναζήτηση της μέγιστης τιμής και αρνητική κατά την αναζήτηση της ελάχιστης.

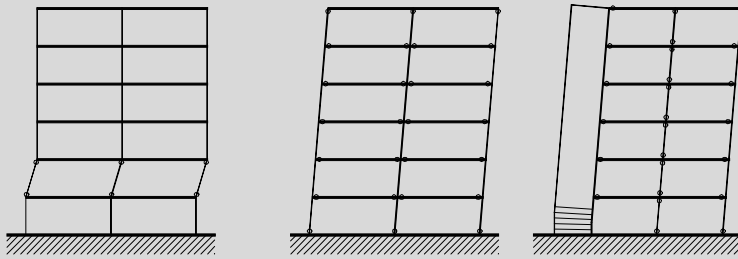
Σε υποστυλώματα που ανήκουν σε 2 πλαίσια υπάρχει ουσιώδης αλληλεπίδραση 3 μεγεθών, των  $M_x$ ,  $M_y$  και  $N$ . Ετσι, πρέπει να ελεγχθούν 6 περιπτώσεις ( $\max$  και  $\min$  για κάθε μέγεθος σε συνδυασμό με την αντίστοιχη τιμή για τα άλλα μεγέθη) με την ίδια διαδικασία επιλογής, όπως προηγουμένως.

Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι, σε πολλές περιπτώσεις κατακόρυφων φερόντων στοιχείων κτιρίων, η επίδραση στις ροπές κάμψεως των λοιπών φορτίσεων, πλην της σεισμικής, είναι μικρή. Σ'αυτές τις περιπτώσεις, δεν χρειάζεται να εξετασθούν φορτίσεις για  $\min M$ , εφόσον χρησιμοποιηθεί συμμετρικός οπλισμός (πράγμα που είναι σκόπιμο από πολλές απόψεις).



#### **4.1.4 Εξασφάλιση ικανότητας απελευθέρωσης ενέργειας (πλαστιμότητας) στο σύνολο του δομήματος- Γενικοί κανόνες ικανοτικού σχεδιασμού.**

- [1] Για να εξασφαλιστεί η δυνατότητα απελευθέρωσης ενέργειας από το δόμημα κατά την απόκριση στην σεισμική δράση σχεδιασμού, χωρίς ολική ή μερική κατάρρευση, πρέπει η μετελαστική απόκριση να έχει πλάστιμη μορφή και να κατανέμεται στο μεγαλύτερο δυνατό αριθμό φερόντων στοιχείων, σε περιοχές με περιορισμένο μήκος (πλαστικές αρθρώσεις). Αυτό προϋποθέτει ότι έχει εξασφαλιστεί η αποφυγή όλων των πιθανών ψαθυρών μορφών αστοχίας που είναι δυνατό να προηγηθούν.
- [2] Σε μέλη με καμπτική λειτουργία η μετελαστική απόκριση πρέπει να περιορίζεται στο σχηματισμό καμπτικών πλαστικών αρθρώσεων στα άκρα των στοιχείων. Σε κατακόρυφους δικτυωτούς συνδέσμους από χάλυβα,



Μηχανισμός Ορόφου

Αποφυγή Μηχανισμού Ορόφου

#### Σ.4.1.4 Μηχανισμός Ορόφου

- [4] Στην περίπτωση σχηματισμού μηχανισμού ορόφου, το σύνολο των πλαστικών παραμορφώσεων συγκεντρώνεται στα άκρα των υποστυλωμάτων μόνον του “μαλακού” ορόφου. Στην αντίθετη περίπτωση, οι πλαστικές παραμορφώσεις κατανέμονται σε όλους τους ορόφους. Είναι φανερό ότι στην περίπτωση του μαλακού ορόφου οι απαιτούμενες πλαστικές στροφές στα άκρα των υποστυλωμάτων, ώστε να επιτευχθεί ίδια μέση ολική παραμόρφωση του κτιρίου, είναι πολύ μεγάλες. Οι ανάλογα αυξημένες απαιτήσεις τοπικής πλαστιμότητας δεν είναι εν γένει δυνατό να επιτευχθούν σε πολυώροφα κτίρια.

μετελαστική απόκριση μπορεί να προβλέπεται σε εφελκόμενες διαγώνιους ή σε περιορισμένου μήκους διατμητικές ή καμπτικές αρθρώσεις (δικτυωτοί σύνδεσμοι με εκκεντρότητα).

- [3] “Πιθανές” ή προβλεπόμενες θέσεις πλαστικών αρθρώσεων είναι εκείνες στις οποίες υπάρχει πρόβλεψη ή μεγάλη πιθανότητα εμφάνισης των αρθρώσεων. “Ενδεχόμενες” θέσεις πλαστικών αρθρώσεων είναι εκείνες στις οποίες υπάρχει μικρότερη πιθανότητα δημιουργίας αρθρώσεων, πρέπει όμως να διαθέτουν αυξημένη πλαστιμότητα επειδή βρίσκονται σε περιοχές ιδιαίτερα κρίσιμες για την ευστάθεια του δομήματος. Τέτοιες θέσεις θεωρούνται όλα τα άκρα των υποστυλωμάτων ακόμα και όταν οι πιθανές θέσεις πλαστικών αρθρώσεων βρίσκονται σε δοκούς.
- [4] Η εξασφάλιση ενός τέτοιου αξιόπιστου ελαστοπλαστικού μηχανισμού απόκρισης του δομήματος στις αιχμές της σεισμικής δράσης επιτυγχάνεται με τον *ικανοτικό σχεδιασμό* δηλαδή με κατάλληλη ιεράρχηση των αντοχών των στοιχείων του φορέα. Συγκεκριμένα, η γενική μεθοδολογία του ικανοτικού σχεδιασμού είναι η ακόλουθη:
- Σε όλες τις πιθανές και ενδεχόμενες θέσεις πλαστικών αρθρώσεων εξασφαλίζεται επαρκής τοπική πλαστιμότητα (πλαστιμότητα καμπυλοτήτων για πλαισιακή λειτουργία) και ο αντίστοιχος έλεγχος (κάμψη με ορθή δύναμη για πλαισιακή λειτουργία) γίνεται με τα εντατικά μεγέθη που προκύπτουν από τον δυσμενέστερο σεισμικό συνδυασμό (σχέση 4.1).
  - Προσδιορίζονται τα εντατικά μεγέθη ικανοτικού σχεδιασμού δηλαδή τα μεγέθη που προκύπτουν από τις συνθήκες ισορροπίας ενός στοιχείου ή ομάδας στοιχείων όταν στις πιθανές θέσεις πλαστικών αρθρώσεων αναπτύσσεται η πιθανή ανώτατη τιμή πλάστιμης αντοχής (υπεραντοχή). Με τα ικανοτικά αυτά μεγέθη γίνεται ο έλεγχος αποφυγής ψαθυρών μορφών αστοχίας σε όλα τα μέλη του φορέα που περιέχουν ή γεινιάζουν με πλαστικές αρθρώσεις καθώς και ο έλεγχος πλαστίμων μορφών αστοχίας (π.χ. κάμψη) σε θέσεις που πρέπει να αποφευχθεί ο σχηματισμός πλαστικών αρθρώσεων.
  - Σε πολώροφα κτίρια λαμβάνονται μέτρα για την αποφυγή σχηματισμού “μηχανισμού ορόφου” δηλαδή συγκέντρωσης των πλαστικών παραμορφώσεων σε ένα μόνο όροφο.
  - Στους ικανοτικούς ελέγχους που ορίζονται παρακάτω (βλ. παρ. 4.1.4.1.[2], παρ. 5.2.2, και Παράρτημα Β), η υπολογιστική ροπή αντοχής  $M_R$  διατομής πλαστικής αρθρώσεως, με βάση την οποία προσδιορίζεται η υπεραντοχή, θα λαμβάνεται ίση με την μέγιστη τιμή που αντιστοιχεί σε σύγχρονη δράση της αξονικής δύναμης που προκαλείται από τον σεισμικό συνδυασμό που χρησιμοποιείται στον αντίστοιχο ικανοτικό έλεγχο. Η αντοχή αυτή υπολογίζεται πάντοτε με βάση τις τελικές διαστάσεις και τον συνολικό τελικό οπλισμό της διατομής.
- [5] Σε δομήματα από οπλισμένο ή προεντεταμένο σκυρόδεμα, χάλυβα ή

#### Σ.4.1.4.1 Αποφυγή Σχηματισμού Μηχανισμού Ορόφου

- [1] Όταν ο φορέας, που αναλαμβάνει τις οριζόντιες σεισμικές δράσεις, αποτελείται αποκλειστικά από πλαίσια, η αποφυγή σχηματισμού μηχανισμών ορόφου απαιτεί να μην υπάρχουν συγχρόνως πλαστικές αρθρώσεις στα άκρα όλων των υποστυλωμάτων του ίδιου ορόφου, με εξαίρεση τις θέσεις πάκτωσης των υποστυλωμάτων στο ισόγειο.

Αυτό μπορεί να επιτευχθεί συστηματικά, απλά και αξιόπιστα με τον κανόνα πρόβλεψης των πλαστικών αρθρώσεων στις δοκούς. Ανάλογο αποτέλεσμα θα μπορούσε να επιτευχθεί και με άλλες διαδικασίες, όπως π.χ. με αποδοχή αρθρώσεων σε ενδιάμεσα υποστυλώματα ενός πλαισίου και αποφυγή τους στα ακραία (βλ. παρ. Σ.4.1.4.2. (α)). Τέτοιες εναλλακτικές διαδικασίες είναι, όμως, εν γένει αρκετά πιο πολύπλοκες και λιγότερο αξιόπιστες.

- [2] Ο συντελεστής ικανοτικής μεγέθυνσης  $\alpha_{CD} > 1.00$  εκφράζει την μέγιστη μεγέθυνση της σεισμικής ροπής, που είναι πιθανό να αναπτυχθεί, αν εξαντληθεί το πιθανό ανώτερο όριο της αντοχής των δοκών (υπεραντοχή). Σαν βάση υπολογισμού θεωρούνται οι σεισμικές ροπές, και όχι οι συνολικές, επειδή η μεταβολή των ροπών των υποστυλωμάτων που ενδιαφέρει είναι ανάλογη προς τις πρώτες και όχι προς τις δεύτερες. Η τιμή του συντελεστή υπεραντοχής  $\gamma_{Rd} = 1.40$  θεωρείται ότι καλύπτει ενδεχόμενη απόκλιση προς τα άνω της χαρακτηριστικής αντοχής ή/ και κάποια κράτυνση του οπλισμού, καθώς και την πιθανότητα δυσμενούς μεταβολής της αναλογίας των ροπών των στύλων του κόμβου στην μετελαστική φάση επιπόνησης του πλαισίου.

Είναι φανερό ότι ο συντελεστής  $\alpha_{CD}$  παίρνει την ελάχιστη τιμή ( $\alpha_{CD} = \gamma_{Rd}$ ), όταν

$$\Sigma M_{Rd} / |\Sigma M_{Eb}| = 1.00,$$

δηλαδή όταν η διαστασιολόγηση των διατομών των δοκών έχει προκύψει με καθοριστική φόρτιση την σεισμική δράση.

τοιχοποιία οι έλεγχοι για την εξασφάλιση αξιόπιστου ελαστοπλαστικού μηχανισμού δεν απαιτούνται όταν χρησιμοποιείται συντελεστής συμπεριφοράς  $q$  που δεν υπερβαίνει την μικρότερη από τις τιμές 1.5 ή  $q/2$ , πάντως όχι μικρότερη του 1.0, όπου  $q$  οι τιμές που δίνονται στον πίνακα 2.6.

Επομένως σε τέτοια δομήματα δεν απαιτούνται οι ικανοτικοί έλεγχοι της παρ. 4.1.4.1, καθώς και οι απαιτήσεις των παρ. 4.1.5 και 4.1.6, όπως επίσης και οι αντίστοιχοι κανόνες εφαρμογής των παραρτημάτων Β και Γ (πλην των απαιτήσεων της παρ. Γ.5.2.[2]). Στον έλεγχο των θεμελιώσεων σύμφωνα με την παρ. 5.2.2, η τιμή του συντελεστού  $\alpha_{cd}$  θα λαμβάνεται ίση με τη μονάδα.

Σε μεταλλικά κτίρια των οποίων το σύστημα παραλαβής των οριζοντίων σεισμικών δυνάμεων περιλαμβάνει διατομές κατηγορίας 4, σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 3, θα λαμβάνεται συντελεστής συμπεριφοράς  $q=1$ .

#### 4.1.4.1 Αποφυγή Σχηματισμού Μηχανισμού Ορόφου

[1] Σε κτίρια που αποτελούνται από πλαισιωτούς φορείς ο σχηματισμός μηχανισμού ορόφου πρέπει να αποκλείεται. Αν δεν γίνεται ακριβέστερος υπολογισμός, αυτό επιτυγχάνεται με την αποφυγή ανάπτυξης πλαστικών αρθρώσεων στα υποστυλώματα και την πρόβλεψη των πιθανών θέσεων πλαστικών αρθρώσεων στις δοκούς. Για τον σκοπό αυτό, με εξαίρεση τις περιπτώσεις που αναφέρονται στην παρ. 4.1.4.2, τα υποστυλώματα θα ελέγχονται σε κάμψη με αξονική δύναμη, με τις ροπές ικανοτικού σχεδιασμού ( $M_{CD}$ ) αντί για τις ροπές που προκύπτουν από τον *συνδυασμό* (4.1). Η αξονική δύναμη για τον έλεγχο των διατομών επιτρέπεται να λαμβάνεται από τον *συνδυασμό* (4.1).

[2] Η ροπή ικανοτικού σχεδιασμού στο άκρο ενός υποστυλώματος  $M_{CD,c}$  κατά τη διεύθυνση ενός επιπέδου πλαισίου μπορεί να υπολογίζεται από την μέγιστη ροπή του υποστυλώματος  $M_{Ec}$ , στην ίδια θέση και διεύθυνση, όπως προκύπτει από την ανάλυση για την σεισμική δράση, μέσω της σχέσης

$$M_{CD,c} = \alpha_{CD} M_{Ec} \quad (4.5)$$

όπου ο συντελεστής  $\alpha_{CD}$  (συντελεστής ικανοτικής μεγέθυνσης του κόμβου), κοινός για το υπερκείμενο και υποκείμενο υποστυλώμα είναι:

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} \sum M_{Rd} / |\sum M_{Eb}| \quad (4.6)$$

και όπου:

$\sum M_{Rd}$  είναι το άθροισμα τελικών ροπών αντοχής των δοκών του κόμβου του πλαισίου, με την φορά που ενεργοποιούνται από την σεισμική δράση που προκαλεί την ροπή  $M_{Ec}$ .

[6] Δεν προβλέπεται επαύξηση της σεισμικής ροπής στην “δευτερεύουσα” διεύθυνση για να ληφθεί υπόψη κατά προσέγγιση η μειωμένη πιθανότητα σύγχρονης ανάπτυξης πλαστικών αρθρώσεων στα άκρα όλων των υποστυλωμάτων του ίδιου ορόφου με συνύπαρξη των ακόλουθων δυσμενών συνθηκών:

- Σύμπτωση των «δυσμενών» διευθύνσεων της πλειονότητας των υποστυλωμάτων, σε συνδυασμό με τα πλαίσια, και σεισμική διέγερση στην δυσμενή διεύθυνση.
- Συνύπαρξη των δυσμενών προϋποθέσεων καθορισμού της τιμής του  $\gamma_{Rd}$  και στις δύο διευθύνσεις.

Βιβλιογραφία: {10}, {11}, {19}.

$\Sigma M_{Eb}$  είναι το άθροισμα των ροπών των ίδιων δοκών όπως προκύπτουν από την ανάλυση για την ίδια σεισμική δράση που προκαλεί την ροπή  $M_{Ec}$ .

$\gamma_{Rd}$  = 1.40 είναι ο συντελεστής για την μετατροπή της υπολογιστικής αντοχής των δοκών στην πιθανή μέγιστη τιμή της.

- [3] Η προσήμανση των ροπών δράσεων πρέπει να είναι συνεπής προς κοινή φορά δράσης τους πάνω στους κόμβους. Ο έλεγχος των υποστυλωμάτων επιτρέπεται να γίνεται στις διατομές επαφής τους με το άνω και κάτω πέλμα της δοκού, με αντίστοιχη μείωση των ικανοτικών ροπών, βάσει των τεμνουσών δυνάμεων που θα προκύψουν.
- [4] Σε κάθε κόμβο επιπέδου πλαισίου υπολογίζονται εν γένει δύο τιμές για τον συντελεστή  $\alpha_{CD}$ , οι οποίες αντιστοιχούν στις αντοχές των δοκών, όπως ενεργοποιούνται από δύο αντίθετες φορές της σεισμικής δράσης.
- [5] Σε κόμβους στους οποίους η ροπή του υπερκειμένου κατακόρυφου στοιχείου  $M_{Ec,1}$  είναι μεγαλύτερη από το άθροισμα των ροπών που ασκούνται από το ζύγωμα, δηλ.

$$|M_{Ec,1}| > |\Sigma M_{Eb}|$$

η ροπή ικανοτικού σχεδιασμού θα λαμβάνεται από τη σχέση:

$$M_{CD,c} = 1.40 M_{EC} \geq M_{SC} \dots\dots\dots (4.7)$$

όπου  $M_{SC}$  είναι η ροπή που προκύπτει από τον σεισμικό συνδυασμό (4.1).

- [6] Αν το υποστύλωμα ανήκει σε πλαίσιο και στην άλλη διεύθυνση, ο έλεγχος θα γίνεται για διαξονική κάμψη με την ικανοτική ροπή στην πρώτη διεύθυνση ενώ στην άλλη διεύθυνση εφαρμόζεται η ροπή που προκύπτει από τον συνδυασμό (4.1) για τη διεύθυνση και φορά της σεισμικής δράσης στην οποία αντιστοιχεί η ικανοτική ροπή. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να γίνει ανάλογα και ο ικανοτικός έλεγχος στη διεύθυνση του άλλου πλαισίου.

#### Σ.4.1.4.2 Εξαιρέσεις από τον κανόνα αποφυγής πλαστικών αρθρώσεων σε υποστυλώματα.

##### α. Κτίρια με Οποιοδήποτε Στατικό Σύστημα

- [4] Στις ενδιάμεσες στηρίξεις επιπέδων πλαισίων με σχετικά μεγάλα ανοίγματα, η αντοχή των διατομών των δοκών (ιδιαίτερα σε αρνητικές ροπές) είναι πολύ μεγαλύτερη από εκείνη που θα απαιτούσε μόνον η σεισμική δράση. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να προκύπτουν μεγάλες τιμές του λόγου  $\Sigma M_{Rd} / |\Sigma M_{Eb}|$ , που υπεισέρχεται στον υπολογισμό του ικανοτικού συντελεστή  $\alpha_{CD}$  σύμφωνα με τη σχέση (4.6). Σε ορισμένες περιπτώσεις, προκύπτουν έτσι υπερβολικά μεγάλες τιμές του  $\alpha_{CD}$ .

Στις περιπτώσεις αυτές, θα ήταν αποδεκτή η πρόβλεψη πλαστικών αρθρώσεων στα ενδιάμεσα υποστυλώματα, εφόσον εξασφαλίζεται ότι αυτό δεν θα συμβεί και στα ακραία υποστυλώματα (βλ. παρ. Σ.4.1.4.1.[1]). Για λόγους απλούστευσης, προτιμήθηκε ο προς τα άνω περιορισμός του  $\alpha_{CD}$  μέχρι  $q$  σε ενδιάμεσα υποστυλώματα.

Βιβλιογραφία: {10}, {17}.

##### β. Κτίρια με Κατάλληλα Διαμορφωμένο Μικτό Σύστημα

- [1] Σε τοιχώματα που διαστασιολογούνται σύμφωνα με τις διατάξεις του κανονισμού (παρ. 4.1.5.1.[4]), η μετελαστική συμπεριφορά (πλαστική άρθρωση) περιορίζεται στην βάση. Επομένως, κατά την διεύθυνση του



#### 4.1.4.2 Εξαιρέσεις από τον κανόνα αποφυγής πλαστικών αρθρώσεων σε υποστυλώματα.

- [1] Εξαιρούνται από την υποχρεωτική εφαρμογή του κανόνα αποφυγής σχηματισμού πλαστικών αρθρώσεων στα υποστυλώματα οι ακόλουθες περιπτώσεις:

##### **α. Κτίρια με οποιοδήποτε στατικό σύστημα.**

- [1] Τα κατακόρυφα στοιχεία του ανωτάτου ορόφου καθώς και των τυχόν υπερκειμένων απολήξεων κλιμακοστασίων. Επίσης τα κατακόρυφα στοιχεία μονώροφων κτιρίων καθώς και κανονικών διωρόφων στα οποία δεν προβλέπεται προσθήκη άλλου ορόφου.
- [2] Οι θέσεις πάκτωσης κατακόρυφων στοιχείων σε στοιχεία θεμελίωσης (πέδιλα ή τοιχώματα υπογείων). Στις περιοχές αυτές δεν είναι δυνατό να αποφευχθεί η πιθανότητα σχηματισμού πλαστικών αρθρώσεων. Ο έλεγχος των διατομών των υποστυλωμάτων στις θέσεις αυτές γίνεται με ροπή  $1.35M_{Ec} \geq M_{Sc}$  με στόχο την προσέγγιση στο επίπεδο αντοχής των άλλων κρίσιμων διατομών του υποστυλώματος και την αντίστοιχη μείωση της απαιτούμενης πλαστιμότητας.
- [3] Ορθογωνικά τοιχώματα που συμμετέχουν σε πλαισιακή λειτουργία με την ασθενή ροπή αδράνειας της διατομής τους, δεν χρειάζεται να ελέγχονται ικανοτικά στην ασθενή διεύθυνση, εφόσον η πλαισιακή λειτουργία εξασφαλίζεται από τα άλλα κατακόρυφα στοιχεία.
- [4] Σε ενδιάμεσα υποστυλώματα επιπέδων πλαισίων, ο συντελεστής  $\alpha_{CD}$  δεν χρειάζεται να λαμβάνεται μεγαλύτερος από την τιμή του συντελεστή συμπεριφοράς  $q$  που χρησιμοποιήθηκε για τον καθορισμό της σεισμικής δράσης (δηλαδή  $\alpha_{CD} \leq q$ ).

##### **β. Κτίρια με κατάλληλα διαμορφωμένο μικτό σύστημα**

- [1] Σε κτίρια με φέροντα οργανισμό από πλαίσια και τοιχώματα δεν είναι υποχρεωτική η εφαρμογή του κανόνα αποφυγής σχηματισμού πλαστικών αρθρώσεων στα υποστυλώματα, όταν τα τοιχώματα είναι επαρκή και έχουν

μήκους του τοιχώματος αποκλείεται ο σχηματισμός μηχανισμού ορόφου. Αυτό ισχύει ακόμα και αν η ακαμψία της θεμελίωσης δεν εξασφαλίζει πλήρη πάκτωση του τοιχώματος στη βάση.

[2] Με τον περιορισμό  $\eta_v \geq 0.60$  εξασφαλίζεται μια ελάχιστη τιμή της συμμετοχής των τοιχωμάτων στην ανάληψη των οριζοντίων δυνάμεων.

[3] Με την διάταξη αυτή επιδιώκεται με απλά μέσα η αποφυγή σχηματισμού «στρεπτικού» μηχανισμού ορόφου, δηλαδή μηχανισμού με στροφή των δίσκων των πλακών γύρω από κατακόρυφους άξονες.

Βιβλιογραφία: {10}, {12}, {13}, {19}.

κατάλληλη διάταξη (για τον ορισμό των τοιχωμάτων βλ. Β.1.4).

- [2] Επαρκή θεωρούνται τα τοιχώματα σε μία διεύθυνση, όταν στην διεύθυνση αυτή ο λόγος  $\eta_v =$  τέμνουσα τοιχωμάτων στη βάση δια της συνολικής τέμνουσας στη βάση, ικανοποιεί τη συνθήκη

$$\eta_v > 0.60 \dots\dots\dots (4.8)$$

Για τον παραπάνω έλεγχο, τα τοιχώματα και τα υποστυλώματα επιτρέπεται να θεωρούνται πλήρως πακτωμένα στη βάση.

- [3] Η διάταξη των τοιχωμάτων πρέπει να είναι τέτοια ώστε να αποκλείει τον σχηματισμό μαλακού ορόφου μέσω στρεπτικής παραμόρφωσης του κτιρίου. Αυτό θεωρείται ότι εξασφαλίζεται αν ικανοποιείται μία από τις ακόλουθες συνθήκες:

α) Αν σε κάθε όροφο, πλην του ανωτάτου, και σε μία τουλάχιστον διεύθυνση, διατίθενται εκατέρωθεν του κέντρου μάζας δύο τουλάχιστον παράλληλα τοιχώματα η απόσταση των οποίων υπερβαίνει το 1/3 της αντίστοιχης διάστασης κάτοψης του στατικού συστήματος του κτιρίου, και να ικανοποιείται η συνθήκη του εδάφιου [2] και στις δύο κατευθύνσεις.

β) Αν το κτίριο δεν είναι στρεπτικά ευαίσθητο σύμφωνα με το κριτήριο της παρ. 3.3.3.[7].

γ) Αν οι δύο πρώτες σημαντικές ιδιομορφές είναι κυρίως μεταφορικές. Αυτό θεωρείται ότι επιτυγχάνεται όταν η απόσταση του πόλου στροφής των διαφραγμάτων, κατά τις υπόψη ιδιομορφές, από το κέντρο μάζας είναι μεγαλύτερη από την ακτίνα αδράνειας του διαφράγματος. Εν γένει αρκεί ο έλεγχος αυτός να γίνεται μόνο στον ισόγειο όροφο και σε ορόφους που υπέρκεινται σε ενδεχόμενη κατακόρυφη ασυνέχεια των τοιχωμάτων, πλην του ανωτάτου ορόφου.

- [4] Σε κτίρια που ικανοποιείται μία από τις συνθήκες (α), (β), (γ) του εδάφιου [3], εξαιρούνται από την εφαρμογή του κανόνα της παρ. 4.1.4.1 τα πλαίσια που είναι παράλληλα σε διεύθυνση που διαθέτει επαρκή τοιχώματα σύμφωνα με την συνθήκη (4.8).

#### 4.1.5 Ειδικές Απαιτήσεις για Κτίρια από Οπλισμένο Σκυρόδεμα

- [1] Πρέπει να προβλέπεται επαρκής υπεραντοχή των τμημάτων του φορέα που προορίζονται να παραμείνουν στην ελαστική περιοχή και να εξασφαλίζεται η αποφυγή ψαθυρών μορφών αστοχίας.

- [2] Στις θέσεις πλαστικών αρθρώσεων πρέπει να λαμβάνονται μέτρα για την

#### **Σ.4.1.7 Ελαχιστοποίηση Αβεβαιοτήτων Σεισμικής Συμπεριφοράς**

##### **Σ.4.1.7.1 Διαμόρφωση του Στατικού Συστήματος**

###### **α. Διαμόρφωση του Συστήματος σε Κάτοψη**

- [1] Στο επόμενο σχήμα δίνονται σχηματικά παραδείγματα κατάλληλων, ανεπαρκών και ακατάλληλων διατάξεων τοιχωμάτων. Οι διατάξεις (α), (β) και (γ) είναι κατάλληλες, τόσο από σεισμική, όσο και από γενικότερη, στατική άποψη. Οι διατάξεις (δ), (ε) και (ζ) είναι ανεπαρκείς από σεισμική άποψη και, επομένως, ακατάλληλες. Οι διατάξεις (η), (θ) και (ι), παρέχουν σημαντική

εξασφάλιση επαρκούς τοπικής πλαστιμότητας.

- [3] Οι προαναφερόμενες απαιτήσεις θεωρείται ότι καλύπτονται με την τήρηση των ειδικών κανόνων εφαρμογής που δίνονται στο *Παράρτημα Β*.

#### 4.1.6 Ειδικές Απαιτήσεις για Κτίρια από Χάλυβα

- [1] Πρέπει να προβλέπεται επαρκής υπεραντοχή των τμημάτων του φορέα που προορίζονται να παραμείνουν στην ελαστική περιοχή ώστε να εξασφαλίζεται ο περιορισμός της διαρροής στις περιοχές πλαστικών αρθρώσεων. Ο συντελεστής υπεραντοχής θα λαμβάνεται κατ' ελάχιστον ίσος με το λόγο του άνω προς το κάτω όριο των τιμών της τάσεως διαρροής και όχι μικρότερος από 1.20.
- [2] Οι περιοχές πλαστικών αρθρώσεων πρέπει να διαθέτουν επαρκή αντοχή για την ανάληψη των δράσεων που προκύπτουν από τους σεισμικούς συνδυασμούς. Επίσης πρέπει να εξασφαλίζεται ότι η διαρροή θα γίνει με τον προβλεπόμενο πλαστικό τρόπο (εφελκυσμός του συνόλου της διατομής, διαρροή πελμάτων σε κάμψη, διαρροή κορμού σε διάτμηση).
- [3] Η διαμόρφωση των διατομών σε περιοχές πλαστικών αρθρώσεων πρέπει να εξασφαλίζει επαρκή τοπική πλαστιμότητα.
- [4] Μέχρι τη σύνταξη ειδικού κανονισμού για κατασκευές από χάλυβα οι προαναφερόμενες απαιτήσεις θεωρείται ότι καλύπτονται με την τήρηση των ειδικών κανόνων εφαρμογής που δίνονται στο *Παράρτημα Γ*.

#### 4.1.7 Ελαχιστοποίηση Αβεβαιοτήτων Σεισμικής Συμπεριφοράς

##### 4.1.7.1 Διαμόρφωση του Στατικού Συστήματος

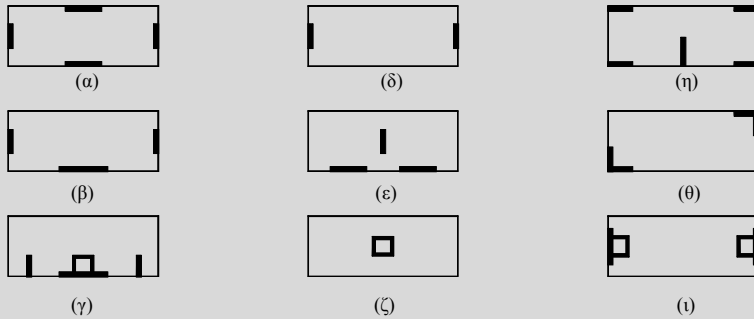
- [1] Στη φάση σύνθεσης του στατικού συστήματος πρέπει να επιδιώκεται ελαχιστοποίηση των αβεβαιοτήτων της σεισμικής συμπεριφοράς του. Σαν γενική κατεύθυνση η μόρφωση του συστήματος πρέπει να στοχεύει στο μέγιστο εφικτό βαθμό απλότητας και κανονικότητας αλλά συγχρόνως και υπερστατικότητας του συστήματος ώστε να εξασφαλίζονται εναλλακτικοί δρόμοι στήριξης. Πρέπει ακόμη να αποφεύγονται δυσμενείς αλληλεπιδράσεις του φέροντα οργανισμού και του οργανισμού πλήρωσης.

Ειδικότερα πρέπει να επιδιώκεται η επίτευξη των ακόλουθων στόχων:

##### α. Κατά τη διαμόρφωση του συστήματος σε κάτοψη

- [1] Διάταξη κατακόρυφων στοιχείων (υποστυλωμάτων ή/ και τοιχωμάτων) που να ελαχιστοποιεί την στρεπτική παραμόρφωση του κτιρίου. Αυτό επιτυγχάνεται με τη συμμετρική διάταξη των πιο άκαμπτων κατακόρυφων στοιχείων κοντά στην περίμετρο, ή όπου αυτό δεν είναι δυνατόν, με τη διάταξη τοιχωμάτων παράλληλα και κοντά σε τρεις τουλάχιστον πλευρές

αστρεψία και είναι σεισμικά επαρκείς, αλλά σε περίπτωση επιμήκων κτιρίων απαιτείται έλεγχος της έντασης καταναγκασμού, λόγω έμμεσων δράσεων.



Γενικώς, συνιστάται η διάταξη τοιχωμάτων στην περιοχή ανελκυστήρων αλλά και κλιμακοστασίων και πλατύσκαλων, για την αποτροπή κατάρρευσης και εξασφάλιση ασφαλών οδών διαφυγής.

- [3] Σε περίπτωση πυρήνων που περιβάλλονται από πλάκα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η θλιπτική δύναμη του σκυροδέματος της πλάκας με τον πυρήνα σαν μέσο μεταβίβασης της σεισμικής δύναμης.

[4] *Αλληλεπίδραση Φέροντος Οργανισμού και Τοιχοπληρώσεων*

Είναι γνωστό ότι στην Ελλάδα δεν υφίστανται εν γένει (και πάντως δεν εφαρμόζονται) προδιαγραφές τοιχοπληρώσεων, αλλά και των συνιστώντων στοιχείων (κονίαμα, πλίνθοι, τσιμεντόλιθοι). Είναι, επίσης, γνωστό ότι γίνονται

της περιμέτρου.

- [2] Εξασφάλιση ουσιαστικής πλαισιακής λειτουργίας στο μέγιστο ποσοστό των υποστρωμάτων σε συνδυασμό με ζυγώματα (δοκούς) επαρκούς ακαμψίας. Όπου αυτό δεν είναι δυνατόν (π.χ. σε πλάκες χωρίς δοκούς ή φατνωματικές) είναι απαραίτητη η διάταξη επαρκών τοιχωμάτων και στις 2 διευθύνσεις (σύμφωνα με την παρ. 4.1.4.2.β).

- [3] Κατάλληλη μορφή της κάτοψης της πλάκας κάθε ορόφου που να εξασφαλίζει ουσιαστική διαφραγματική λειτουργία (λειτουργία άκαμπτου δίσκου) τόσο από άποψη παραμόρφωσης όσο και από άποψη αντοχής. Για αυτό πρέπει να αποφεύγονται επιμήκεις κατόψεις με λόγο μέγιστης προς ελάχιστη διάσταση άνω του 4.00 καθώς και κατόψεις που προέρχονται από συνδυασμό επιμήκων στοιχείων (μορφής L, Π κ.λπ.). Όπου αυτό δεν είναι δυνατό, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη με επαρκή προσέγγιση η επίδραση της παραμόρφωσης του δίσκου στην κατανομή των οριζόντιων δυνάμεων. Επίσης πρέπει να αποφεύγονται μεγάλες εσοχές που δημιουργούν ασθενείς περιοχές στο διάφραγμα. Η επάρκεια του διαφράγματος σε τέτοιες θέσεις πρέπει να ελέγχεται και να προβλέπεται επαρκής οπλισμός έστω και με χρήση απλοποιητικών αλλά συντηρητικών παραδοχών. Για τον ίδιο λόγο πρέπει να αποφεύγονται ανισοσταθμίες πλακών μέσα στον ίδιο όροφο. Τέλος πρέπει να εξασφαλίζεται η επάρκεια της σύνδεσης τοιχωμάτων με την πλάκα κάθε ορόφου κατά τη διεύθυνση του τοιχώματος σε περιοχές κλιμακωστάσιων, φρεάτων, ανελκυστήρων, οπών διέλευσης καναλιών, φωταγωγών κ.λπ.

Σε περίπτωση περιορισμένης σύνδεσης τοιχώματος με πλάκα πρέπει να ελέγχεται η ανάληψη της μεταβιβαζόμενης δύναμης εξ ολοκλήρου από οπλισμό. Ο έλεγχος αυτός θα γίνεται με υπολογιστική τιμή της δύναμης όπως προκύπτει από ικανοτικό σχεδιασμό του τοιχώματος (Παράρτημα Β, Β1.3) ή με χρήση συντελεστή συμπεριφοράς  $q = 1.00$ .

- [4] Για την ελαχιστοποίηση των αβεβαιοτήτων στη μετελαστική αλληλεπίδραση του φέροντα οργανισμού με οργανισμό πλήρωσης που διαθέτει σημαντική ακαμψία, είναι σκόπιμη η επιλογή μικτού συστήματος πλαισίων και τοιχωμάτων σύμφωνα με την παρ. 4.1.4.2.β. Η επιλογή αυτή είναι υποχρεωτική όταν ο οργανισμός πλήρωσης έχει εκ σχεδιασμού ή είναι

εντελώς ανεξέλεγκτα εκτεταμένες μετατροπές των τοιχοπληρώσεων, τόσο κατά την διάρκεια της κατασκευής, όσο και κατά την χρήση των κτιρίων. Έτσι, στην εγγενή ψαθυρότητα των τοιχοπληρώσεων προστίθενται και ιδιαίτερα αυξημένες αβεβαιότητες συμπεριφοράς υπό την ισχυρή και κυκλικού χαρακτήρα σεισμική καταπόνηση. Οι αβεβαιότητες αυτές μειώνουν την αξιοπιστία της συμπεριφοράς των τοιχοπληρώσεων, σε βαθμό που καθιστά επικίνδυνη οποιαδήποτε υπόθεση για συμβολή τους στην ανάληψη σεισμικών δυνάμεων.

Για αυτό το λόγο, συνεχίζοντας την σχετική παράδοση, ο παρών κανονισμός δεν επιτρέπει εν γένει να ληφθεί υπόψη συμβολή των τοιχοπληρώσεων στην ανάληψη σεισμικών δράσεων. Επιβάλλει, όμως, να αντιμετωπιστούν οι ενδεχόμενες δυσμενείς επιδράσεις των τοιχοπληρώσεων στον φέροντα οργανισμό.

Οι τοιχοπληρώσεις είναι δυνατό να διαθέτουν πολύ μεγάλη αρχική διατμητική ακαμψία, που μπορεί να μεταβάλλει ριζικά την κατανομή των οριζόντιων σεισμικών δυνάμεων, σε σχέση με εκείνη που προκύπτει από θεώρηση γυμνού σκελετού, στα πρώτα στάδια της σεισμικής απόκρισης. Η κατανομή αυτή μπορεί να εκτιμηθεί σε κάποιο βαθμό αξιοπιστίας, αλλά αυτό δεν οφείλει ιδιαίτερα, επειδή στο στάδιο αυτό η ανακουφιστική δράση της τοιχοπλήρωσης είναι τόσο έντονη, ώστε η καταπόνηση του σκελετού να είναι πολύ χαμηλή. Στα επόμενα στάδια απόκρισης σε μια ισχυρή σεισμική δράση, προκαλείται προοδευτική εξουδετέρωση της αντίστασης των έντονα καταπονούμενων στοιχείων της τοιχοπλήρωσης, που αρχίζει από τα ασθενέστερα και μπορεί να επεκταθεί στο σύνολο των στοιχείων ενός ορόφου.

Έτσι, προκαλούνται νέες μεταβολές της κατανομής των δυνάμεων, που είναι ιδιαίτερα έντονες στους ορόφους που υπόκεινται σε σημαντική διατμητική παραμόρφωση. Η φάση αυτή είναι η πιο επικίνδυνη, επειδή έχει μειωθεί σημαντικά η ανακουφιστική δράση των τοιχοπληρώσεων, ενώ μπορεί να προκαλείται έντονη παραμορφωτική επιρροή στην κατανομή των δυνάμεων. Συνέπεια της επιρροής αυτής των τοιχοπληρώσεων είναι σημαντική αύξηση της αβεβαιότητας στην ελαστική και, κυρίως, στην μετελαστική συμπεριφορά του κτιρίου.

Μια από τις δυσμενέστερες περιπτώσεις είναι εκείνη της εξουδετέρωσης των τοιχοπληρώσεων σε έναν μόνο όροφο (συνήθως στο ισόγειο), στον οποίο και περιορίζεται στην συνέχεια η δημιουργία του ελαστοπλαστικού μηχανισμού του σκελετού, με συνέπεια την εμφάνιση μαλακού ορόφου. Στην περίπτωση αυτή, ο ικανοτικός υπολογισμός των υποστυλωμάτων (πρόβλεψη πλαστικών αρθρώσεων στις δοκούς), όπως προδιαγράφεται στην *παρ. 4.1.4.1*, δεν εξασφαλίζει επαρκώς την αποφυγή δημιουργίας μαλακού ορόφου.

Η πιθανότητα εμφάνισης τέτοιων φαινομένων είναι ιδιαίτερα μεγάλη, όταν ο οργανισμός πλήρωσης έχει εκ σχεδιασμού (ή είναι δυνατό να αποκτήσει



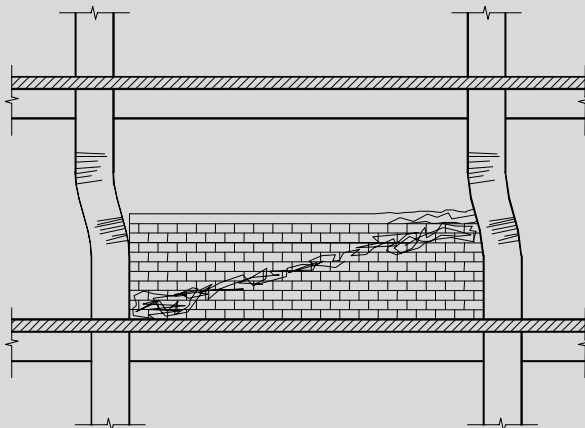
δυνατό να αποκτήσει στο μέλλον, ασυνέχεια σε έναν όροφο (π.χ. Pilotis ή καταστήματα χωρίς τοιχοπληρώσεις στο ισόγειο).

**4**

ύστερα από μετατροπές) ασυνέχεια σε έναν όροφο (Pilotis ή καταστήματα χωρίς τοιχοπληρώσεις στο ισόγειο). Η επιλογή μικτού συστήματος τοιχωμάτων και πλαισίων, σύμφωνα με την παρ. 4.1.4.2.β, είναι, σε αυτές τις περιπτώσεις, το μοναδικό αξιόπιστο μέσο εξασφάλισης ικανοποιητικής μετελαστικής συμπεριφοράς.

**γ. Κατά την διαμόρφωση λεπτομερειών**

[4] Επικίνδυνη διακοπή τοιχοπληρώσεων καθ' ύψος.



**β. Κατά τη διαμόρφωση κατά το ύψος**

- [1] Συνεχής και κανονική κατανομή της ακαμψίας των κατακόρυφων στοιχείων (πλαισίων ή τοιχωμάτων) καθώς και των μαζών και των τοιχοπληρώσεων. Σε θέσεις έντονης μεταβολής (ασυνέχειας) της ακαμψίας των κατακόρυφων στοιχείων (π.χ. στη διακοπή σημαντικών τοιχωμάτων σε κάποιο όροφο ή λόγω της εισαγωγής των περιμετρικών τοιχωμάτων του υπογείου κάτω από το δάπεδο του ισόγειου) πρέπει να εξασφαλίζεται η αναγκαία ανακατανομή της τέμνουσας στα κατακόρυφα στοιχεία μέσω της διαφραγματικής δράσης της αντίστοιχης πλάκας. Σε περίπτωση που υπάρχουν αμφιβολίες, η επάρκεια της διαφραγματικής λειτουργίας της πλάκας πρέπει να ελέγχεται έστω και με προσεγγιστικές μεθόδους.
- [2] Ισόσταθμη και κατά το δυνατόν ομοιογενής θεμελίωση των κατακόρυφων στοιχείων.

**γ. Κατά τη διαμόρφωση των λεπτομερειών**

- [1] Σε στοιχεία από σκυρόδεμα κατασκευαζόμενα επί τόπου, τήρηση ελάχιστων διαστάσεων των κυρίων φερόντων στοιχείων που να εξασφαλίζουν αξιόπιστη ποιότητα κατασκευής.
- [2] Αποφυγή έκκεντρων συνδέσεων οριζοντίων με κατακόρυφα στοιχεία σε κόμβους πλαισίων.
- [3] Σε κατακόρυφα στοιχεία από οπλισμένο σκυρόδεμα δεν επιτρέπεται η κατά μήκος διέλευση σωλήνων αποστράγγισης, ύδρευσης αποχέτευσης κλπ ούτε καλωδίων εντός της μάζας του σκυροδέματος. Επίσης δεν επιτρέπεται η εγκάρσια διέλευση σωλήνων μέσω κατακόρυφων στοιχείων σε περιοχές πιθανών ή ενδεχόμενων πλαστικών αρθρώσεων.
- [4] Πρέπει να αποφεύγεται η καθ' ύψος διακοπή τοιχοπληρώσεων σε φαντώματα μεταξύ υποστυλωμάτων κατά τρόπο που η διατμητική δράση των τοιχοπληρώσεων να δημιουργεί ενδιάμεση πλευρική αντιστήριξη του υποστυλώματος.
- [5] Στην περίπτωση μη μονολιθικής στήριξης φορέα επί άλλου φορέα (π.χ. κυλίσεις, στηρίξεις Gerber κ.λπ.) πρέπει να προβλέπεται επαρκές εύρος έδρασης για την αποφυγή πτώσης του φορέα λόγω απώλειας στήριξης.

**Σ.4.1.7.2 Επαφή με Γειτονικά Κτίρια - Σεισμικός Αρμός**

- [1] Ο παρών Κανονισμός εντάσσει την διαμόρφωση του σεισμικού αρμού στο κεφάλαιο της μείωσης των αβεβαιοτήτων σεισμικής συμπεριφοράς δίνοντας έμφαση, κυρίως, σε μέτρα αποφυγής καταστροφικών συνεπειών των προσκρούσεων των γειτονικών κτιρίων (εμβολισμός υποστυλωμάτων) και, λιγότερο, σε μέτρα περιορισμού βλαβών.
- [3] Ο σεισμικός αρμός πλήρους διαχωρισμού είναι βέβαια το ασφαλέστερο μέσο για πλήρη αποφυγή, τόσο των ενδεχομένων καταστροφικών συνεπειών της πρόσκρουσης, όσο και της ενδεχόμενα δυσμενούς αλληλεπίδρασης στην απόκριση των κτιρίων και ασφαλώς για την ελαχιστοποίηση των πιθανών βλαβών. Από την άλλη πλευρά, το μεγάλο εύρος του σεισμικού αρμού πλήρους διαχωρισμού δημιουργεί σειρά άλλων δυσεπίλυτων προβλημάτων, τόσο οικοδομικών (κυρίως στεγανότητας και αισθητικής), όσο και νομικών/οικονομικών (ιδιοκτησιακές εμπλοκές, απώλεια επιφάνειας, προσαρμογή στο υφιστάμενο νομικό καθεστώς μεσοτοιχιών). Τα προβλήματα που τυχόν θα προκύψουν από το κενό μεταξύ των κτιρίων για τη δημιουργία σεισμικού αρμού επιλύονται με τις σχετικές διατάξεις του Κτιριοδομικού Κανονισμού.
- [4] Στις περιπτώσεις που ο εμβολισμός υποστυλωμάτων αποκλείεται, λόγω ισόσταθμων πλακών, ο κανονισμός καθορίζει ελάχιστα πλάτη αρμών που, χωρίς να δημιουργηθούν ιδιαίτερες κατασκευαστικές δυσκολίες, στοχεύουν στην ελαχιστοποίηση βλαβών σε σεισμούς με σημαντική πιθανότητα εμφάνισης. Στην περίπτωση σεισμού, με ένταση ανάλογη προς τον σεισμό σχεδιασμού, θεωρείται ότι η πιθανή πρόσκρουση τέτοιων κτιρίων, μετά την εξάντληση του μεταξύ τους διακένου, δεν θα έχει καταστροφικές συνέπειες και οι βλάβες, που είναι πιθανό να προκληθούν, θεωρούνται οικονομικά αποδεκτές.

Βιβλιογραφία: {2}, {19}, {20}.

#### 4.1.7.2 Επαφή με Γειτονικά Κτίρια

- [1] Πρέπει να λαμβάνονται μέτρα προστασίας, τόσο του υπό μελέτη όσο και του υφιστάμενου κτιρίου, από δυσμενείς συνέπειες προσκρούσεων κατά τη διάρκεια της σεισμικής απόκρισης.
- [2] Οι συνέπειες μπορεί να είναι ιδιαίτερα δυσμενείς όταν υπάρχει πιθανότητα εμβολισμού υποστυλωμάτων του ενός κτιρίου από πλάκες ή άλλα στοιχεία του παρακείμενου. Στην περίπτωση αυτή προστατευτικό μέτρο είναι η πρόβλεψη σεισμικού αρμού πλήρους διαχωρισμού.
- [3] Αν δεν γίνει ακριβέστερος υπολογισμός ο σεισμικός αρμός πλήρους διαχωρισμού μπορεί να έχει εύρος ίσο με την τετραγωνική ρίζα του αθροίσματος των τετραγώνων των μεγίστων σεισμικών μετακινήσεων ( $\Delta = q\Delta_{ελ}$ ) των δύο κτιρίων στις θέσεις των επικίνδυνων υποστυλωμάτων, συμπεριλαμβανομένης και της επίδρασης της στροφής περί κατακόρυφον άξονα. Αν δεν είναι δυνατή ακριβέστερη εκτίμηση των μετακινήσεων του υφιστάμενου κτιρίου, μπορούν να ληφθούν ίσες με τις αντίστοιχες του υπό μελέτη κτιρίου.
- [4] Σε κτίρια που βρίσκονται σε επαφή, και όταν δεν υπάρχει πιθανότητα εμβολισμού υποστυλωμάτων σε κανένα από τα δύο κτίρια, το εύρος του αντίστοιχου αρμού, εφόσον δεν γίνεται ακριβέστερος υπολογισμός, μπορεί να καθορίζεται με βάση τον συνολικό αριθμό των υπέρ το έδαφος εν επαφή ορόφων ως εξής:
- 4 cm για επαφή μέχρι και 3 ορόφους
  - 8 cm για επαφή από 4 έως 8 ορόφους
  - 10 cm για επαφή σε περισσότερους από 8 ορόφους
- Στους υπόγειους ορόφους δεν είναι υποχρεωτική η πρόβλεψη αντισεισμικού αρμού.

## 4.2 ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΣ ΒΛΑΒΩΝ

### 4.2.1 Φέρων Οργανισμός

- [1] Οι τιμές του συντελεστού συμπεριφοράς του κεφαλαίου 2 θεωρείται ότι εξασφαλίζουν περιορισμένες και επιδιορθώσιμες βλάβες στα στοιχεία του φέροντα οργανισμού υπό τον σεισμό σχεδιασμού, ενώ ελαχιστοποιούν τις βλάβες για σεισμούς μικρότερης έντασης και με μεγαλύτερη πιθανότητα εμφάνισης.

### Σ.4.2.2 Οργανισμός Πλήρωσης

Ο περιορισμός της γωνιακής παραμορφώσεως ορόφου  $\gamma < \gamma_{op}$ , όπου:

$$\gamma = \frac{q \Delta_{ελ}}{2.50 h} \geq \frac{\Delta_{ελ}}{h}$$

και  $\gamma_{op}$  είναι 0.005 για τοιχοπληρώσεις και 0.007 για λιγότερο ευαίσθητα χωρίσματα, ισχύει για όλους του περιμετρικούς τοίχους και έχει ανάλογο αποτέλεσμα με τον περιορισμό του δείκτη σχετικής μεταθετότητας:

$$\theta = \frac{N_{ολ} q \Delta_{ελ}}{V_{ολ} h}$$

που ορίζεται στην παρ. 4.1.2.4 του Κανονισμού.

Πράγματι, όπως προκύπτει από τις προαναφερόμενες σχέσεις, είναι:

$$\theta = 2.50 \gamma_m / \varepsilon, \text{ όταν } q \geq 2.50 \text{ ή}$$

$$\theta = q \gamma_m / \varepsilon, \text{ όταν } q < 2.50$$

όπου:

$$\varepsilon = V_{ολ} / N_{ολ},$$

και  $\gamma_m$  η τιμή του  $\gamma$  κατά την εξεταζόμενη διεύθυνση στο κέντρο μάζας, για την οποία θα είναι και πάλι  $\gamma_m < \gamma_{op}$ .

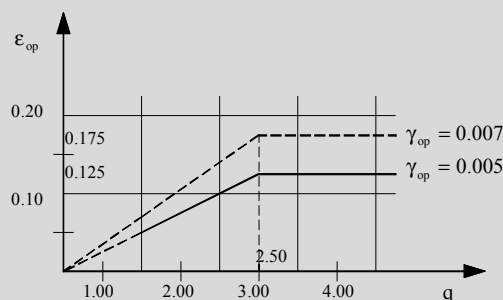
Ο λόγος  $\varepsilon = V_{ολ} / N_{ολ}$  αποτελεί τον “μέσο ισοδύναμο σεισμικό συντελεστή” του ορόφου, ο οποίος έχει ελάχιστη τιμή στο ισόγειο ίση με τον μέσο ισοδύναμο σεισμικό συντελεστή βάσεως (δηλαδή την τέμνουσα βάσεως δια του συνολικού φορτίου του κτιρίου). Επομένως, για να είναι  $\theta \leq 0.10$ , αρκεί να ισχύει:  $\varepsilon \geq \varepsilon_{op}$

όπου:

$$\varepsilon = 25 \gamma_{op}, \text{ για } q \geq 2.50, \text{ ή}$$

$$\varepsilon = 10 q \gamma_{op}, \text{ για } q < 2.50$$

Οι τιμές του  $\varepsilon_{op}$  φαίνονται στο επόμενο διάγραμμα.



#### 4.2.2 Οργανισμός Πλήρωσης

- [1] Σε κτίρια με οργανισμό πλήρωσης από τοιχοποιία θα ελέγχεται ότι η γωνιακή παραμόρφωση, σε όλους του περιμετρικούς τοίχους, λαμβανομένης υπόψη και της σχετικής στροφής των διαδοχικών πλακών περί κατακόρυφο άξονα, δεν υπερβαίνει την τιμή 0.005. Όταν ο οργανισμός πλήρωσης είναι λιγότερο ευαίσθητος σε διατμητική παραμόρφωση (χωρίσματα με μεταλλικό σκελετό, υαλοστάσια κλπ.) η γωνιακή παραμόρφωση δεν πρέπει να υπερβαίνει την τιμή 0.007.
- [2] Ο έλεγχος θα γίνεται με τιμές των μετακινήσεων που προκύπτουν από την ελαστική σεισμική ανάλυση σύμφωνα με το κεφάλαιο 3, πολλαπλασιασμένες επί τον λόγο  $q/2.50$  που δεν πρέπει να λαμβάνεται μικρότερος του 1.00. Οι τιμές αυτές αντιστοιχούν σε σεισμό μικρότερης έντασης και μεγαλύτερης συχνότητας εμφάνισης από τον σεισμό σχεδιασμού.

Κατά συνέπεια, όταν  $\varepsilon \geq \varepsilon_{op}$ , πράγμα που συμβαίνει στις περισσότερες περιπτώσεις, δεν χρειάζεται να ελέγχεται η συνθήκη  $\theta \leq 0.10$ , εφόσον εξασφαλίζεται η τήρηση της συνθήκης  $\gamma_m \leq \gamma_{op}$ .

Βιβλιογραφία: {2}, {3}, {4}, {5}, {15}, {16}, {17}, {19}, {22}.



### 4.2.3 Προσαρτήματα

- [1] Τα προσαρτήματα καθώς και τα στοιχεία στηρίξεως και οι αγκυρώσεις τους θα ελέγχονται σε υπολογιστική αστοχία υπό την επίδραση των κατακόρυφων φορτίων και οριζόντιας σεισμικής δύναμης

$$H_p = \varepsilon W_p \gamma_p / q_p \dots\dots\dots (4.17)$$

όπου:

$W_p$  το βάρος του προσαρτήματος,

$\varepsilon$  ο σεισμικός συντελεστής που ορίζεται στην *παρ. 3.7.[2]*,

$\gamma_p$  συντελεστής σπουδαιότητας του προσαρτήματος και

$q_p$  μειωτικός συντελεστής που εκφράζει την ικανότητα του προσαρτήματος να υποστεί σημαντικές μετελαστικές παραμορφώσεις χωρίς να αστοχήσει.

- [2] Γενικά ο συντελεστής σπουδαιότητας  $\gamma_p$  θα λαμβάνεται ίσος με το συντελεστή σπουδαιότητας του κτιρίου αλλά στις ακόλουθες περιπτώσεις προσαρτημάτων υψηλού κινδύνου δεν θα λαμβάνεται μικρότερος από 1.50:

- Αγκυρώσεις εγκαταστάσεων και εξοπλισμού συστημάτων διατήρησης ζωής.
- Δεξαμενές και δοχεία που περιέχουν ικανή ποσότητα έντονα τοξικών ή εκρηκτικών ουσιών ώστε να αποτελούν κίνδυνο για τη δημόσια ασφάλεια.

- [3] Οι ακόλουθες μέγιστες τιμές του συντελεστή  $q_p$  θα χρησιμοποιούνται για τις αντίστοιχες κατηγορίες προσαρτημάτων:

$$q_p = 1.00$$

- Στηθαία και διακοσμητικά στοιχεία σε μορφή προβόλου.
- Σήματα και πινακίδες.
- Καπνοδόχοι, ιστοί και υπερυψωμένες δεξαμενές, που δρουν σαν ελεύθεροι πρόβολοι σε ύψος μεγαλύτερο από το 1/2 του συνολικού ύψους τους.
- Τα προσαρτήματα υψηλού κινδύνου που αναφέρονται στην προηγούμενη παράγραφο.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- {1} “Ο Νέος Κανονισμός για την Μελέτη και Κατασκευή Έργων από Σκυρόδεμα”, Εκδ. Φούντας, 1995.
- {2} EUROCODE No 8: “Structures in Seismic Regions, Part 1” Draft, Edition, May 1988, and relevant Background Documents (Volume 2).
- {3} “Uniform Building Code”, 1988 Edition.
- {4} SEAOC: “Recommended Lateral Force Requirements and Commentary”, 1990.
- {5} ATC-3-06: “Tentative Provisions for the Development of Seismic Regulations for Buildings ATC”, April 1982, and  
NEHRP “Recommended Provisions for the Development of Seismic Regulations for New Buildings”, 1988.

$$q_p = 2.50$$

- Εξωτερικοί και εσωτερικοί τοίχοι. Μανδρότοιχοι ύψους μεγαλύτερου των 2.00 m.
  - Καπνοδόχοι, ιστοί και υπερυψωμένες δεξαμενές, που διαθέτουν αντιστηρίξεις ή αγκυρώσεις με επίτονους ώστε να δρουν σαν ελεύθεροι πρόβολοι σε ύψος που δεν υπερβαίνει το 1/2 του συνολικού ύψους τους.
  - Δεξαμενές μαζί με το περιεχόμενό τους.
  - Αγκυρώσεις μόνιμων ραφιών ή παταριών εδραζομένων στο δάπεδο.
  - Αγκυρώσεις ψευδοροφών και φωτιστικών σημαντικού βάρους.
  - Ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός και συναφείς αγωγοί, σωληνώσεις και αεραγωγοί, βάρους μεγαλύτερου των 2 KN.
- [4] Εξαιρούνται από την υποχρέωση ελέγχου προσαρτήματα σε κτίρια σπουδαιότητας Σ1 και Σ2 σε περιοχές σεισμικότητας I και προσαρτήματα της κατηγορίας  $q_p = 2.50$  σε κτίρια σπουδαιότητας Σ2 σε περιοχές σεισμικότητας II.

- {6} AASHTO 1983: “Guide Specifications for Seismic Design of Highway Bridges”.
- {7} “New Zealand Standard Code of Practice for the Design of Concrete Structures”, Standard Association of New Zealand, 1982.
- {8} “Portuguese Earthquake Resistant Regulations”, 1987.
- {9} Swiss Standard SIA 160: “Actions on Structures”.
- {10} Paulay, Bachmann, Moser: “Erdbebenbemessung von Stahlbetonhochbauten”, Birkhauser 1990.
- {11} Park R., “Ductile Design Approach for Reinforced Concrete Frames”, Earthquake Spectra, Earthquake Engineering Research Institute, Vol. 2, No. 3, May 1986.
- {12} Paulay T., “The Design of Ductile Reinforced Concrete Structural Walls for Earthquake Resistance”, Earthquake Spectra, Earthquake Engineering Research institute, Vol. 2, No. 4, 1986.
- {13} Paulay T., “A Seismic Design Strategy for Hybrid Structures”, 5th Canadian Conf., Earthquake Engineering, Ottawa, 1987.
- {14} Priestley M., Park R., “Strength and Ductility of Concrete Bridge Columns Under Seismic Loading”, ACI Structural Journal, January-February 1987.
- {15} R. Luft: “Comparisons Among Earthquake Codes” Earthquake Spectra, Vol. 5, No. 4, 1989.
- {16} Chia-Ming Uang, V.Bertero: “UBC Seismic Serviceability Regulations: Critical Review”, ASCE, Journal of Structural Engineering, Vol. 117, No. 7, 1991.
- {17} N. Priestley, M. Calvi: “Towards a Capacity-Design Assessment Procedure of Reinforced Concrete Frames”, Earthquake Spectra, Vol. 7, No. 3, 1991.
- {18} E. Wilson, A. Habibullah: “Static and Dynamic Analysis of Multistory Building including P-Delta Effects”, Earthquake Spectra, Vol. 3, No. 2, 1987.
- {19} Επιτροπή ΤΕΕ: “Σχολιασμός του Ευρωκώδικα 8”, Ενημερωτικό Δελτίο ΤΕΕ, Τεύχος 1655, 18.03.1991.
- {20} S. Anagnostopoulos, K. Spiliopoulos: “An Investigation of Earthquake Induced Pounding between Buildings”, private communication to be published, Int.Journal of E.E.S.D.
- {21} Θ. Π. Τάσιος, Ε. Βιντζηλαίου, Μ. Χρονόπουλος: “Πλαστιμότητα Υποστυλωμάτων Ωπλισμένου Σκυροδέματος”, 9ο Ελλ. Συνέδριο Σκυροδέματος, Καλαμάτα 1990.
- {22} Ε. Βιντζηλαίου, Θ.Π. Τάσιος: “Συμπεριφορά έναντι Σεισμού Τοιχοπληρωμένων Πλαισίων Ωπλισμένου Σκυροδέματος”, 9ο Ελλ. Συνέδριο Σκυροδέματος, Καλαμάτα 1990.
- {23} EUROCODE No 3: “Design of Steel Structures, Part 1: General Rules and Rules for Buildings” Draft, Edition 1988.



