

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Γενικά	2
2. Γεωμετρία κάτοψης ορόφων	2
3. Ορισμός "ελαστικού" άξονα κτιρίου	2
4. Προσδιορισμός του κυρίου συστήματος.....	3
5. Στρεπτική ευαισθησία κτιρίου	3
6. Εκκεντρότητες υπολογισμού.....	4

Αναλυτική προσέγγιση στην διαδικασία υπολογισμού του Ε.Π. στην παράγραφο 4.2.3.2.(8) του EN 1998-1

1. Γενικά

Το εθνικό προσάρτημα του EN 1998-1 επαναφέρει τον προσδιορισμό των εκκεντροτήτων μάζας¹ σύμφωνα με τις απαιτήσεις που υπήρχαν στον ΕΑΚ 2000 παράγραφος 3.3.3. και παράρτημα ΣΤ. Ακολούθως επιχειρείται μια υπολογιστικά λογική σειρά για τον υπολογισμό των μεγεθών, κυρίως ως μνημόνιο για το πώς ακριβώς προσδιορίζονται διάφορα πράγματα².

Ακολούθως με τον όρο κτίριο νοείται μια "μια ανεξάρτητη δυναμικά μονάδα" κατά την σημείωση της παραγράφου 4.2.3.1.(1)P.

2. Γεωμετρία κάτοψης ορόφων

Για κάθε όροφο υπολογίζονται στο σύστημα συντεταγμένων αναφοράς (σύστημα αναφοράς):

- Στο σύστημα συντεταγμένων αναφοράς υπολογίζονται οι τιμές των ροπών αδρανείας I_{x0} , I_{y0} και I_{xy0} του σε κάτοψη σχήματος του διαφράγματος. Σκοπός του υπολογισμού είναι ο προσδιορισμός της πολικής ροπής αδρανείας στο κέντρο μάζας ($I_{P_i} = I_{x_i} + I_{y_i}$), με μεταφορά κατά Steiner από το σημείο αρχικού ορισμού.
- Προσδιορίζεται το κέντρο μάζας ορόφου M (X_M, Y_M) και η μάζα ορόφου M_i

3. Ορισμός "ελαστικού" άξονα κτιρίου.

Ορίζεται ένας πραγματικός ή πλασματικός άξονας κτιρίου με την ακόλουθη διαδικασία:

- Βρίσκεται το εγγύτερο διάφραγμα στη στάθμη $z_0 = 0.8H$, όπου H^3 το ύψος κτιρίου. Το ονομάζουμε στο εξής "διάφραγμα αναφοράς".
- Φορτίζονται όλα τα διαφράγματα με ομόσημες ροπές $M_{z_i} = cF_i$ όπου, F_i^4 η στατική σεισμική δύναμη ορόφου και c^5 αυθαίρετος αριθμός.
- Υπολογίζονται οι γωνίες στροφής των διαφραγμάτων θ_{z_i} και βρίσκεται ο πόλος στροφής του διαφράγματος αναφοράς P_0 (X_{P_0}, Y_{P_0}). Θεωρούνται σε όλα τα άλλα διαφράγματα τα σημεία - προβολές του P_0 .

¹ Η εισαγόμενη μέθοδος από το Ε.Π. πρακτικά οδηγεί τον υπολογισμό των κτιρίων με χωρικά προσομοιώματα, αφού προϋποθέτει την δημιουργία ενός τέτοιου για τον υπολογισμό των παραμέτρων αυτών.

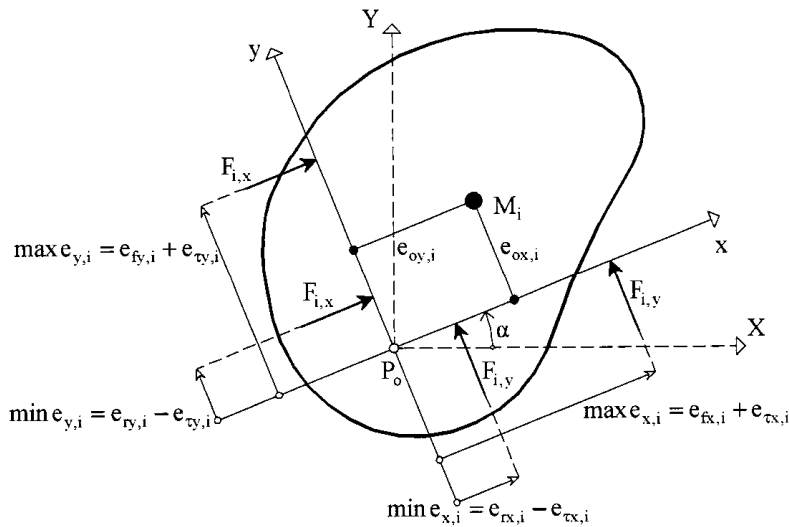
² Τα κείμενα στο υποσέλιδο (μπλε χρώμα) είναι γενικά προσωπικές απόψεις / θέσεις.

³ Το ύψος κτιρίου δεν ορίζεται σαφώς σε ποιο ύψος αναφέρεται (πχ αν ληφθεί υπόψη το δώμα μπορεί να προκύψει άλλο διάφραγμα αναφοράς και έτσι τροποποίηση των εν γένει αποτελεσμάτων). Επίσης δεν ορίζεται τι θα συμβεί αν η στάθμη z_0 βρεθεί στη μέση απόσταση μεταξύ διαφραγμάτων.

⁴ Η στατική δύναμη F_i ορίζεται στην παράγραφο 4.3.3.2.3.(2)P και (3) του EN 1998-1 με την προϋπόθεση φυσικά της (4)P.

⁵ Άρα και $c=1.0$

4. Προσδιορισμός του κυρίου συστήματος.



Σύστημα αναφοράς είναι αυτό με βάσει το οποίο έχει περιγραφεί γεωμετρικά το κτίριο. Κύριο σύστημα είναι αυτό για το οποίο ισχύει ότι (Σ.3.3.3.[3]) η φόρτιση του προσομοιώματος με οριζόντιες στατικές σεισμικές δυνάμεις, των οποίων το κατακόρυφο επίπεδο έχει διεύθυνση αυτή των αξόνων του x ή y, θα έχει ως αποτέλεσμα την μετάθεση, χωρίς περιστροφή, του διαφράγματος αναφοράς.

- Φορτίζεται το κτίριο σε όλα τα διαφράγματα με τις σεισμικές δυνάμεις F_i ⁶ κατά την διεύθυνση των κυρίων αξόνων του συστήματος αναφοράς.
- Προσδιορίζονται οι μετατοπίσεις U_{xx} , U_{xy} (Φόρτιση κατά τον άξονα X: μετακίνηση X ή Y) και U_{yx} , U_{yy} (Φόρτιση κατά τον άξονα Y: μετακίνηση X ή Y). Είναι $U_{xy} = U_{yx}$.
- Υπολογίζεται για τις μετακινήσεις του σημείου P_0 του διαφράγματος αναφοράς η γωνία α ως $\tan 2\alpha = 2U_{xy} / (U_{xx} - U_{yy})$. Η γωνία α εκφράζει τον προσανατολισμό των αξόνων x, y (με μικρά γράμματα) του κυρίου συστήματος. Εφόσον η γωνία $\alpha < 10^\circ$ ή $U_{xx} \sim U_{yy}$ τότε θα θεωρείται $\alpha = 0$.
- Ο αντισεισμικός υπολογισμός θα βασιστεί στο κύριο σύστημα⁷, όπως προέκυψε προηγουμένως.

5. Στρεπτική ευαισθησία κτιρίου

Η στρεπτική ευαισθησία ορίζεται από τις σχέσεις (4.1α)⁸ και (4.1β) της παραγράφου 4.2.3.2.(6) του EN 1998-1. Σύμφωνα με αυτές για να μην είναι στρεπτικά ευαίσθητο ένα κτίριο πρέπει να ισχύουν σε κάθε διάφραγμα (επίπεδο) και οι δύο σχέσεις :

$$e_{oxi} \leq 0.3r_{xi} \text{ και } e_{oyi} \leq 0.3r_{yi} \text{ (4.10a), } r_{xi} \geq l_{si} \text{ και } r_{yi} \geq l_{si} \text{ (4.10b) όπου:}$$

e_{oxi} , e_{oyi} : η απόσταση μεταξύ του κέντρου δυσκαμψίας και του κέντρου μάζας, που μετράται στη διεύθυνση που υποδεικνύει ο αντίστοιχος δείκτης, κάθετα στην αντίστοιχη διεύθυνση.

⁶ Η έκφραση του ΕΑΚ στην 3.3.3.[3] και η Σ.3.3.3.[3] υπονοεί έμμεσα ως σημείο εφαρμογής το κέντρο μάζας

⁷ Αυτή η διαφοροποίηση δεν υπάρχει στον EN 1998-1 παρ. 4.2.3.2.(6) "για κάθε διεύθυνση της ανάλυσης x και y". Παρόλα αυτά όμως δες την EN 1998-1 4.3.3.1.(11)P.

⁸ Η σχέση αυτή δεν υπάρχει στον ΕΑΚ 2000.

r_{xi}, r_{yi} : Η ακτίνα δυστρεψιάς του διαφράγματος (i) η οποία ορίζεται⁹ ως $r_{xi} = \sqrt{\frac{c U_{yi}}{\theta_{zi}}}$ (αντίστοιχα για τον y). Το U_{yi} είναι η y μετακίνηση στο κύριο άξονα με την φόρτιση που μόλις περιγράφηκε, τα θ_{zi} και c όπως υπολογίζονται στις προηγούμενες παραγράφους του παρόντος.

l_s : Η ακτίνα αδρανείας της μάζας του διαφράγματος σε κάτοψη $l_s = \sqrt{\frac{I_{PMi}}{M_i}}$ όπου I_{PMi} η πολική ροπή αδρανείας του διαφράγματος στη θέση του κέντρου μάζας και M_i η μάζα του διαφράγματος.

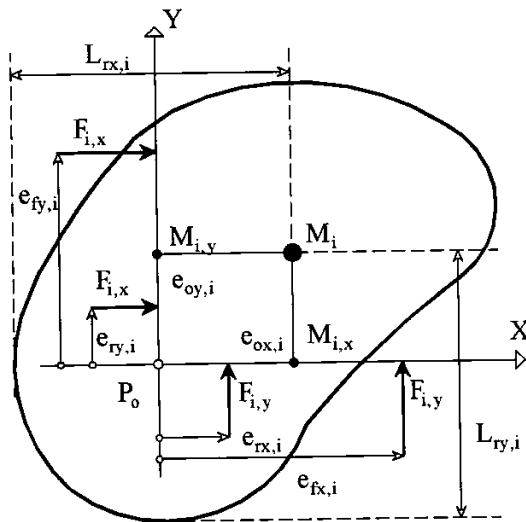
6. Εκκεντρότητες υπολογισμού.

Ορίζονται σε κάθε διεύθυνση 2 εκκεντρότητες (εκατέρωθεν του κέντρου μάζας), ως προς τον "ελαστικό" άξονα, οι $max e_i$ και $min e_i$:

$max e_i = e_{fi} + e_{ai}$ και $min e_i = e_{ri} - e_{ai}$, όπου

e_{ri}, e_{fi} : Οι ισοδύναμες στατικές εκκεντρότητες¹⁰ για να λάβουν υπόψη στρεπτικές ταλαντώσεις των ασύμμετρων κτιρίων για μεταφορική σεισμική διέγερση της βάσης. Σε κτίρια με άξονα συμμετρίας οι τιμές τους είναι μηδέν κατά την διεύθυνση του άξονα συμμετρίας. Σε φασματικές επιλύσεις οι εκκεντρότητες αυτές αγνοούνται. Σε κτίρια χωρίς στρεπτική ευαισθησία (ορίζεται στην προηγούμενη παράγραφο) επιτρέπεται οι ισοδύναμες στατικές εκκεντρότητες να προσδιορίζονται προσεγγιστικά ως $e_{ri}=1.5e_{oi}$ και $e_{fi}=0.5e_{oi}$.

e_{ai} : Η τυχηματική εκκεντρότητα¹¹.



Στη γενική περίπτωση (προϋπόθεση η καθ ύψος κανονικότητα - πίνακας 4.1 EN 1998-1) όμως ο προσδιορισμός γίνεται σύμφωνα με το παράρτημα ΣΤ του ΕΑΚ 2000 (δίπλα σχήμα), για κάθε διάφραγμα και κάθε κύρια διεύθυνση, ως ακολούθως (παραλείπεται ο δείκτης του διαφράγματος και της διεύθυνσης εφαρμογής της σεισμικής φόρτισης):

- Προσδιορίζονται (στο κύριο σύστημα) οι λόγοι:

ο $\epsilon_0 = \frac{e_0}{l_s}$

⁹ Με βάση το εθνικό προσάρτημα προσδιορίζεται η ακτίνα αδρανείας στο κύριο σύστημα και όχι στο σύστημα ανάλυσης και η οποία ισούται για τον x άξονα $r_{mxi} = \sqrt{r_{xi}^2 + e_{0xi}^2}$ (ανάλογα για τον y). Ο ορισμός των μεγεθών γίνεται από τον ΕΑΚ παρ 3.3.3.[7] ο οποίος ορίζει την ακτίνα αδρανείας με βάση τις μετακινήσεις και όχι τις δυσκαμψίες που χρησιμοποιεί ο EN 1998-1 παρ. 4.2.3.2.(6) (Η δυστρεψία και η δυσκαμψία του ορόφου ορίζονται αλλιώς και έτσι δεν είναι βεβαία η ισοδυναμία τους δεξ πάντως και την σημείωση της παρ. 4.2.3.2.(8)β του EN 1988-1).

¹⁰ Δεν ορίζονται στατικές εκκεντρότητες στον EN 1998-1

¹¹ Η τυχηματική εκκεντρότητα ορίζεται στην 4.3.2.(1)P. του EN 1998-1. Στην παράγραφο αυτή η τυχηματική εκκεντρότητα ορίζεται ως το 5% του πλάτους του υπόψη διαφράγματος (δηλ κάθετα στην εξεταζόμενη διεύθυνση).

- $\mu = \frac{r}{l_s}$
- $l_r = \frac{L_r}{l_s}$
- Η εκκεντρότητα e_0 λαμβάνεται πάντοτε με θετικό πρόσημο.
- Το L_r επίσης είναι πάντοτε θετικό και ορίζεται, κατά το σχήμα, από την περίμετρο των κατακόρυφων στοιχείων.
- Με βάση την T (θεμελιώδης ασύζευκτη ιδιοπερίοδος του κτιρίου κατά την εξεταζόμενη διεύθυνση) ορίζεται το n ως ακολούθως: $n=1$ για $T \leq T_2$ και $n=2/3$ για $T > T_2$.
- Υπολογίζεται η οξεία γωνία 2ω : $\tan 2\omega = \frac{2\varepsilon_0}{\varepsilon_0^2 + \mu^2 - 1}$ αν $\omega \geq 0$. Αν $\omega < 0$ προστίθενται στην προηγούμενη τιμή της αλγεβρικά 90° .
- Υπολογίζονται τα: $A_1 = 1 - \varepsilon_0 \tan \omega$, $A_2 = 1 + \varepsilon_0 \cot \omega$, $\delta_{r1} = \cot \omega - l_r$, $\delta_{r2} = \tan \omega + l_r$
- Ακολούθως: $l_{12} = \sqrt{\frac{A_2}{A_1}}$, $\varepsilon_{12} = \frac{8\xi^2(1+l_{12})l_{12}^{3/2}}{10^4(1-l_{12}^2)^2 + 4\xi^2 l_{12}(1+l_{12})^2}$, με ξ η απόσβεση (σε %).
- Ακολούθως: $R_f = \frac{\sin 2\omega}{2} \left(\frac{1}{A_1^{2n}} + \frac{1}{A_2^{2n}} - 2\varepsilon_{12} \frac{1}{A_1^n A_2^n} \right)^{1/2}$
- Ακολούθως: $D_r = \frac{\sin 2\omega}{2} \left(\frac{\delta_{r1}^2}{A_1^{2n}} + \frac{\delta_{r2}^2}{A_2^{2n}} + 2\varepsilon_{12} \frac{\delta_{r1} \delta_{r2}}{A_1^n A_2^n} \right)^{1/2}$
- Οπότε: $e_f = \frac{r^2}{l_s} R_f \geq e_0$, $e_r = \frac{r^2}{l_s} \cdot \frac{1-D_r}{l_r - \varepsilon_0} \leq 0.5e_0$

Σημείωση 1: Η εκκεντρότητα e_r είναι δυνατόν να λάβει τιμές αρνητικές σε στρεπτικά ευαίσθητα συστήματα. Οι περιορισμοί $e_r \geq e_0$ και $e_r \leq 0.5e_0$ αποβλέπουν στην μείωση των ανελαστικών μετακινήσεων της εύκαμπτης πλευράς και των απαιτήσεων πλαστιμότητας της δύσκαμπτης πλευράς του κτιρίου.

Σημείωση 2: Οι θετικές τιμές των e_f και e_r μετρώνται από το P_0 προς τις κατευθύνσεις $P_0 M_i$ των προβολών του κέντρου μάζας M_i επάνω στους κύριους άξονες x ή y (δες επίσης το προηγούμενο σχήμα).