

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ

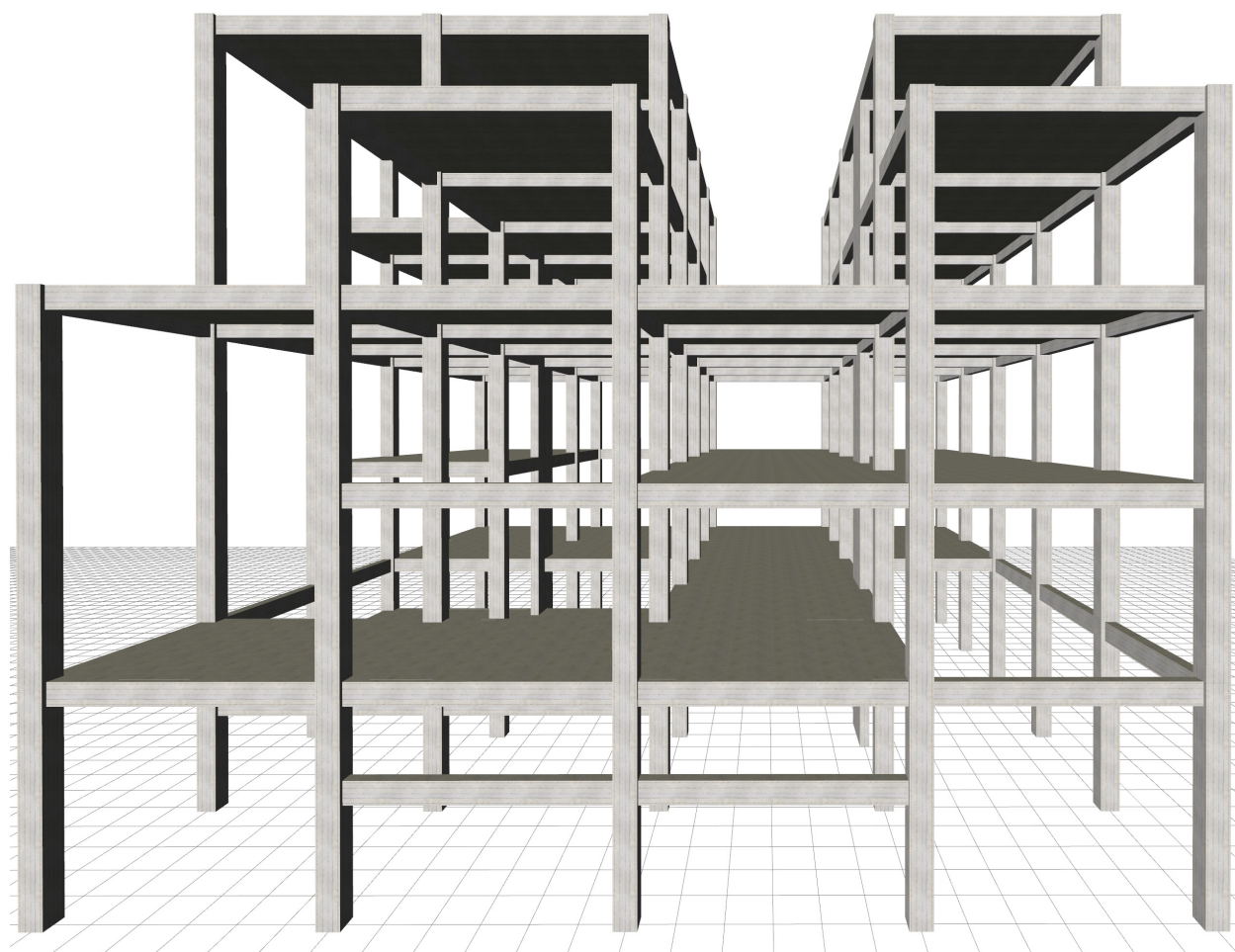
ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΠΟΛΥΩΡΟΦΟΥ ΧΩΡΙΚΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ

Δ.1 Περιγραφή του θέματος

Η αξιολόγηση της λειτουργίας των μονώροφων επίπεδων πλαισίων σε οριζόντιες σεισμικές δυνάμεις, αναπτύχθηκε στην παράγραφο 5.1, όπου η στατική μονάδα που εξετάζοταν ήταν η κολόνα (υποστύλωμα ή τοιχίο). Στο παράρτημα Β εξετάστηκε η λειτουργία του πολυώροφου επιπέδου πλαισίου με στατική μονάδα το ζύγωμα.

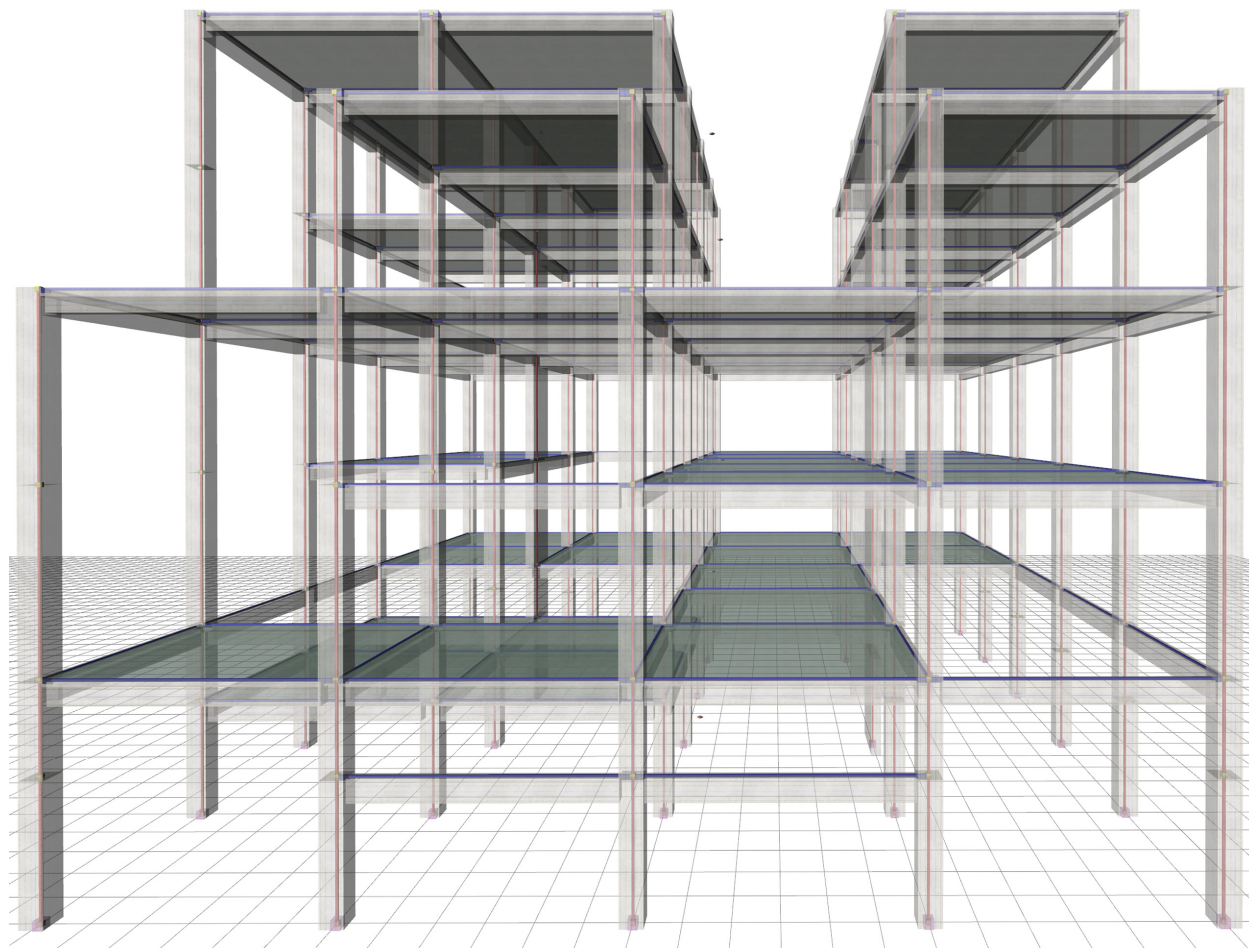
Στο κεφάλαιο αυτό εξετάζεται η σύνθεση των πλαισίων στο χώρο, η οποία γίνεται μέσω των δοκών και των πλακών. Η στατική μονάδα αξιολόγησης των συζευγμένων χωρικών πλαισίων είναι το διάφραγμα.

Για να είναι εύκολη η παρακολούθηση αυτού του κεφαλαίου είναι χρήσιμο να έχει μελετηθεί πρώτα η παράγραφος 5.4, το Παράρτημα Β και το Παράρτημα Γ.



Εικόνα Δ.1-1: Ο σκελετός του κτιρίου με τις 6 στάθμες, μελέτη <B_d1>

Διάφραγμα είναι το επίπεδο τμήμα του ορόφου που αποτελείται από πλάκες, οι οποίες συνδέουν δοκούς και κολόνες μεταξύ τους. Σε έναν όροφο μπορεί να υπάρχουν περισσότερα του ενός διαφράγματα, όπως φαίνεται στο κτίριο του παραδείγματος αυτής της παραγράφου.



Εικόνα Δ.1-2: Το χωρικό προσομοίωμα του σκελετού του κτιρίου με τις ράβδους δοκών και κολονών και τα διαφράγματα

Το πιο χαρακτηριστικό σημείο του διαφράγματος είναι το κέντρο ελαστικής στροφής το οποίο έχει περιγραφεί στις παραγράφους 3.1.4, 5.4.3.4 και Γ.5.

Κέντρο ελαστικής στροφής C_T διαφράγματος συγκεκριμένου ορόφου, είναι το σημείο στο επίπεδο του διαφράγματος, περίξ του οποίου στρέφεται το διάφραγμα, όταν ασκηθεί επί αυτού μία οριζόντια σεισμική δύναμη H .

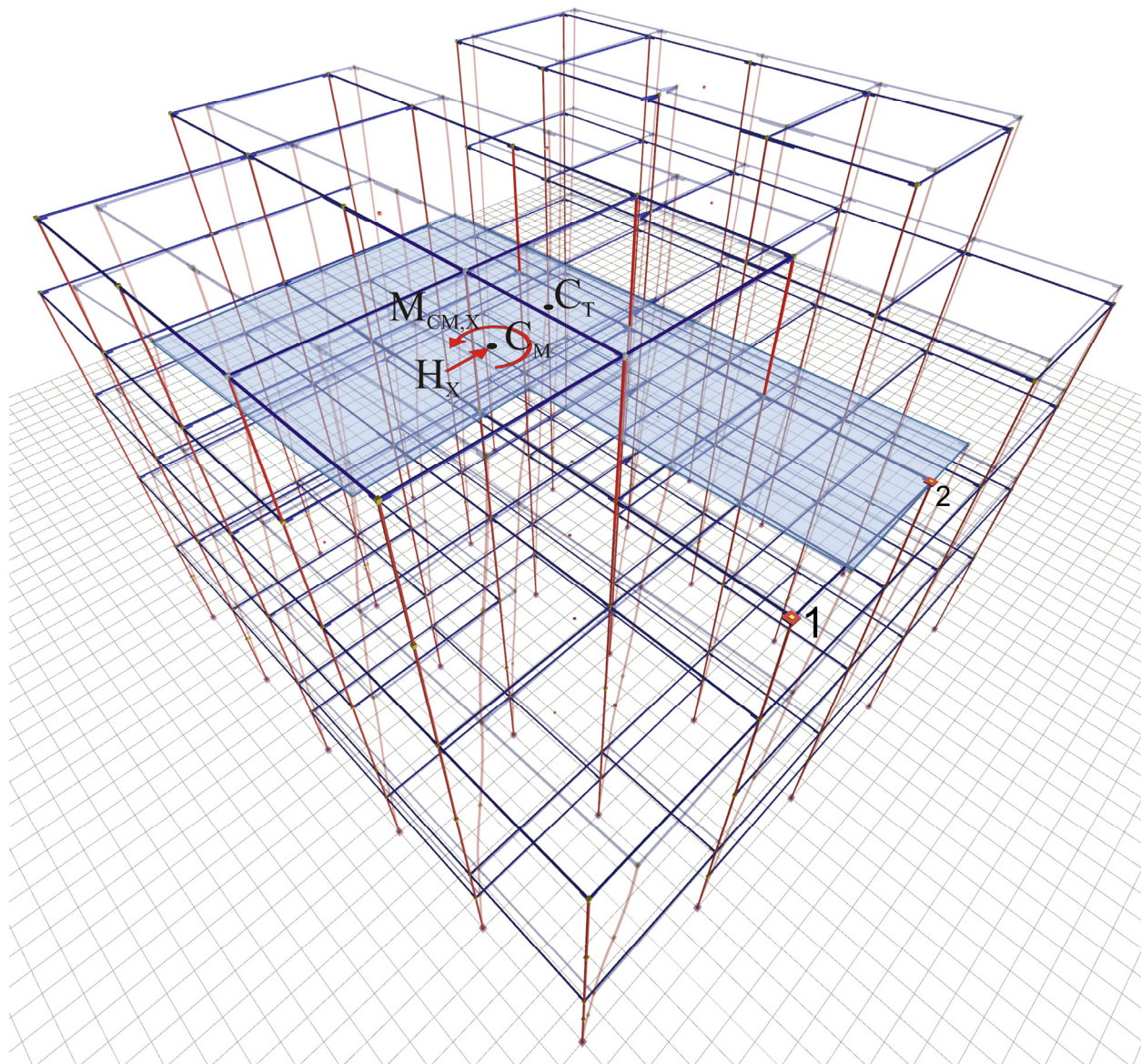
Το σημείο C_T είναι γεωμετρικό αποκλειστικά σημείο και δεν εξαρτάται από τη φόρτιση. Αυτό σημαίνει ότι είτε η οριζόντια σεισμική δύναμη είναι $2H$, είτε $3H$, είτε λάβει οποιαδήποτε άλλη τιμή, το κέντρο ελαστικής στροφής παραμένει το ίδιο. Βέβαια, εξαρτάται από τη γεωμετρία των υποκείμενων και των υπερκείμενων ορόφων.

Κύριο σύστημα αξόνων διαφράγματος είναι το ορθογωνικό σύστημα αξόνων x_C - y_C , στο οποίο όταν ασκηθεί οριζόντια σεισμική δύναμη H επί του C_T , κατά τη διεύθυνση x (ή y), δίνει μετατόπιση του C_T μόνο κατά x (ή y αντίστοιχα). Η γωνία α του κύριου συστήματος, ως προς το αρχικό σύστημα XOY , ονομάζεται κύρια γωνία του διαφράγματος.

Τα παραπάνω στοιχεία του διαφράγματος καθώς και η δυστρεψία K_θ και η έλλειψη δυστρεψίας (C_T, r_x, r_y) , πρέπει να υπολογιστούν με γενικό τρόπο. Η μέθοδος που θα χρησιμοποιηθεί θα

Δ.2 Γενική μέθοδος υπολογισμού στοιχείων διαφράγματος i

1^ο Βήμα: Επίλυση του φορέα με δύναμη H_x και συγκεντρωμένη ροπή $M_{CM,x}$ στο κέντρο μάζας του διαφράγματος i .



Εικόνα Δ.2-1: Φόρτιση: $H_x=100$ και ροπή $M_{CM,x}$ επί του Κέντρου Μάζας C_M του διαφράγματος i
Αποτελέσματα: οι συνολικές παραμορφώσεις του φορέα και οι μετακινήσεις του διαφράγματος i

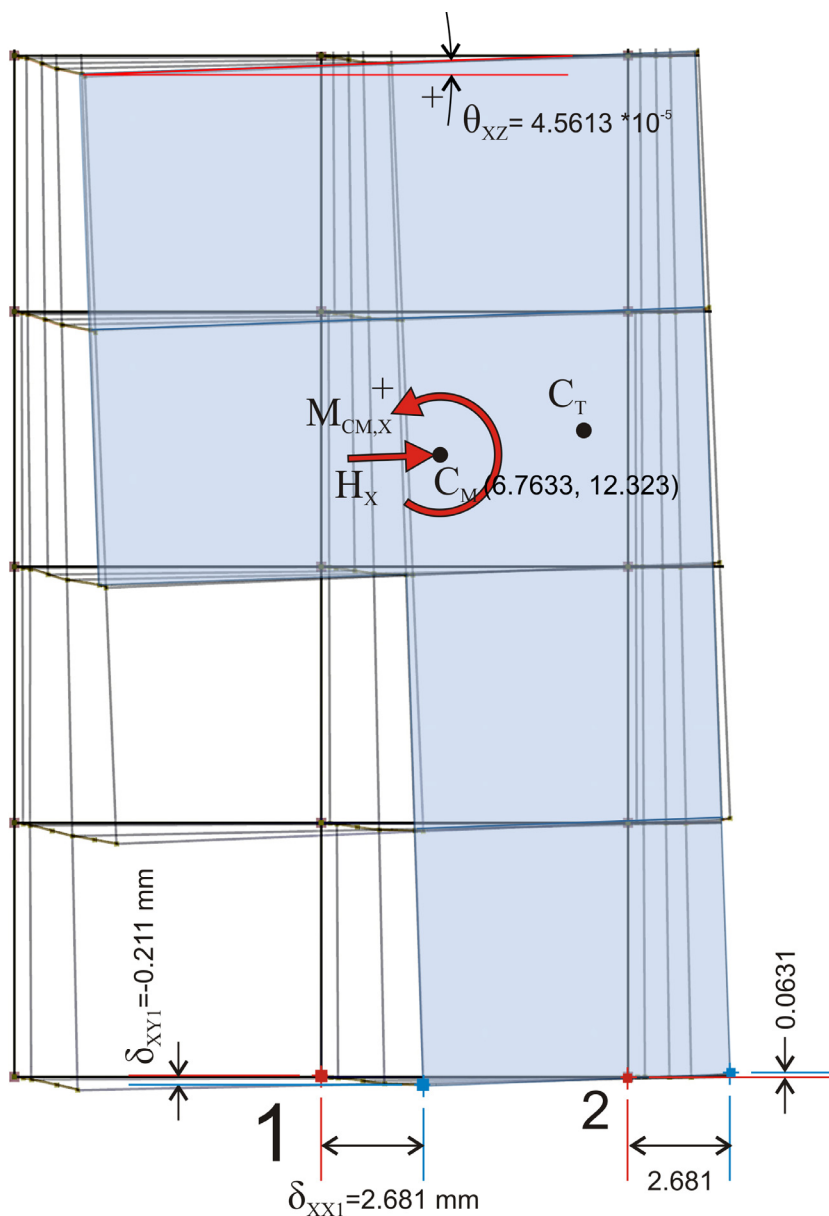
Χρειάζονται οι 2 μετακινήσεις δ_{xx1} , δ_{yy1} του σημείου 1 του διαφράγματος i και η γωνία θ_{xz} του διαφράγματος.

Η τιμή της δύναμης H_x στο παράδειγμα έχει δοθεί $=100 \text{ kN}$. Η τιμή αυτή θα μπορούσε να είναι οποιαδήποτε, αρκεί να είναι ίδια και στις τρεις επιλύσεις των 3 πρώτων βημάτων. Η θέση άσκησης της δύναμης H δεν παίζει ρόλο, είναι όμως πρακτικό να δίνουμε στη δύναμη μία τυχούσα εκκεντρότητα ως προς το κέντρο μάζας c_y , π.χ. 2.0 m , ώστε να προκύπτει σημαντική στροφή στο διάφραγμα, με συνέπεια μεγαλύτερη ακρίβεια στους υπολογισμούς. Η εκκεντρότητα αυτή είναι απαραίτητη, ιδιαίτερα στην περίπτωση που το κέντρο ελαστικής στροφής είναι κοντά, ή συμπίπτει με το κέντρο μάζας. Επομένως, εκτός από τη δύναμη H_x ασκούμε στο σημείο C_M και ροπή $M_{CM,x}=100\text{kN}\cdot 2.00\text{m}= 200 \text{ kNm}$.

Αναγκαίο επίσης είναι η δύναμη H να έχει αρκετά μεγάλο μέγεθος, με συνέπεια να προκύπτουν ικανές μετατοπίσεις στο διάφραγμα, ώστε να μπορούν να ξεχωρίσουν από τις μετακινήσεις λόγω ροπής.

Η έλλειψη δύναμης H και η εξάσκηση μόνο ροπής στο διάφραγμα δίνει στροφή, αλλά και μετακινήσεις, οι οποίες όμως δε μπορούν να υπολογιστούν αφού δεν είναι γνωστό ακόμη το κέντρο ελαστικής στροφής.

Το σημείο 1 αντιστοιχεί στον κόμβο της κολόνας K2, μπορεί όμως να είναι ένα οποιοδήποτε σημείο του διαφράγματος.

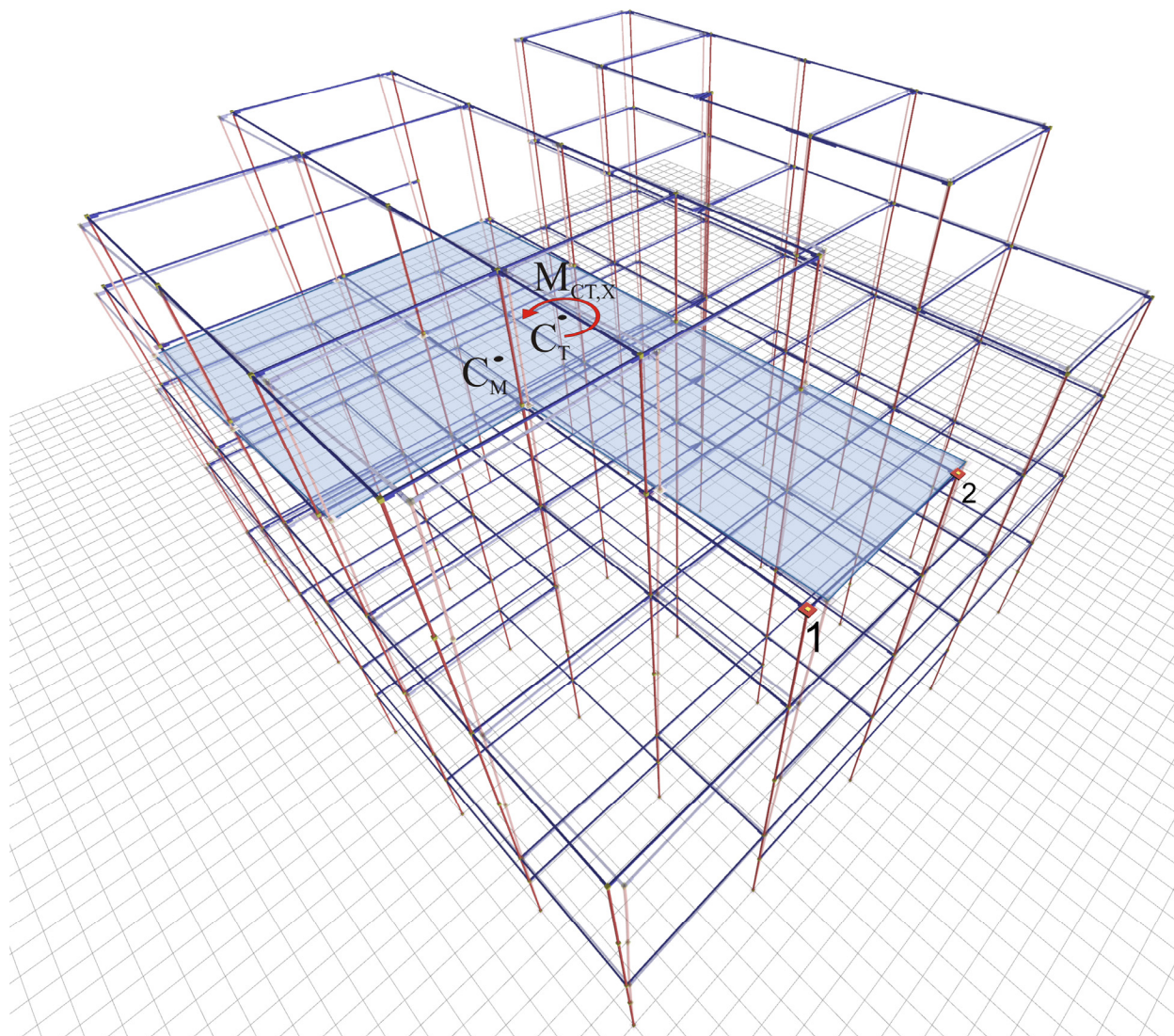


Εικόνα Δ.2-2: Οι μετακινήσεις του διαφράγματος σε κάτοψη, λόγω 2 παράλληλων μετατοπίσεων δ_{Xx0} , δ_{Xy0} και μίας στροφής θ_{xz}

Τα μόνα αποτελέσματα που χρειάζονται από αυτήν την επίλυση είναι οι μετατοπίσεις του σημείου 1 $\delta_{XX1} = 2.681 \text{ mm}$, $\delta_{XY1} = -0.231 \text{ mm}$ και η γωνία $\theta_{XZ} = 4.5613 \times 10^{-5}$ του διαφράγματος. Οι μετακινήσεις του σημείου 2 θα χρησιμοποιηθούν μόνο για επιβεβαίωση της γενικότητας της μεθόδου.

Όλες οι μετακινήσεις είναι απόλυτες ως προς το έδαφος.

4^ο Βήμα: Αποτελέσματα 1^{ης} φόρτισης μείον 2^{ης} φόρτισης, που σημαίνει ότι υπάρχει μόνο ροπή και μόνο στροφή γύρω από το κέντρο ελαστικής στροφής C_T , το οποίο παραμένει σταθερό ως προς το έδαφος.



Εικόνα Δ.2-7: Το μόνο φορτίο επί του διαφράγματος i είναι η ροπή επί του C_T
 Οι μετακινήσεις του διαφράγματος οφείλονται μόνο στη στροφή
 Το κέντρο ελαστικής στροφής C_T παραμένει ακίνητο ως προς το έδαφος

Με το τέχνασμα που έχει χρησιμοποιηθεί, η αφαίρεση της 2^{ης} από την 1^η επίλυση δίνει μία κατάσταση μετακινήσεων στο φορέα όπου το διάφραγμα i έχει μόνο στροφή, ενώ όλα τα υπόλοιπα διαφράγματα έχουν εκτός από στροφή και μετακινήσεις. Αυτό που μας απασχολεί όμως είναι μόνο το διάφραγμα i . Το πιο σημαντικό αποτέλεσμα του τεχνάσματος είναι ότι η στροφή αυτή του διαφράγματος γίνεται γύρω από το κέντρο ελαστικής στροφής C_T , το οποίο παραμένει ακίνητο ως προς το έδαφος, γεγονός που μας επιτρέπει να υπολογίσουμε την ακριβή του θέση. Η γωνία στροφής του διαφράγματος i είναι η γωνία στροφής θ_{xz} που προσδιορίστηκε στο 1^ο βήμα από την 1^η φόρτιση.

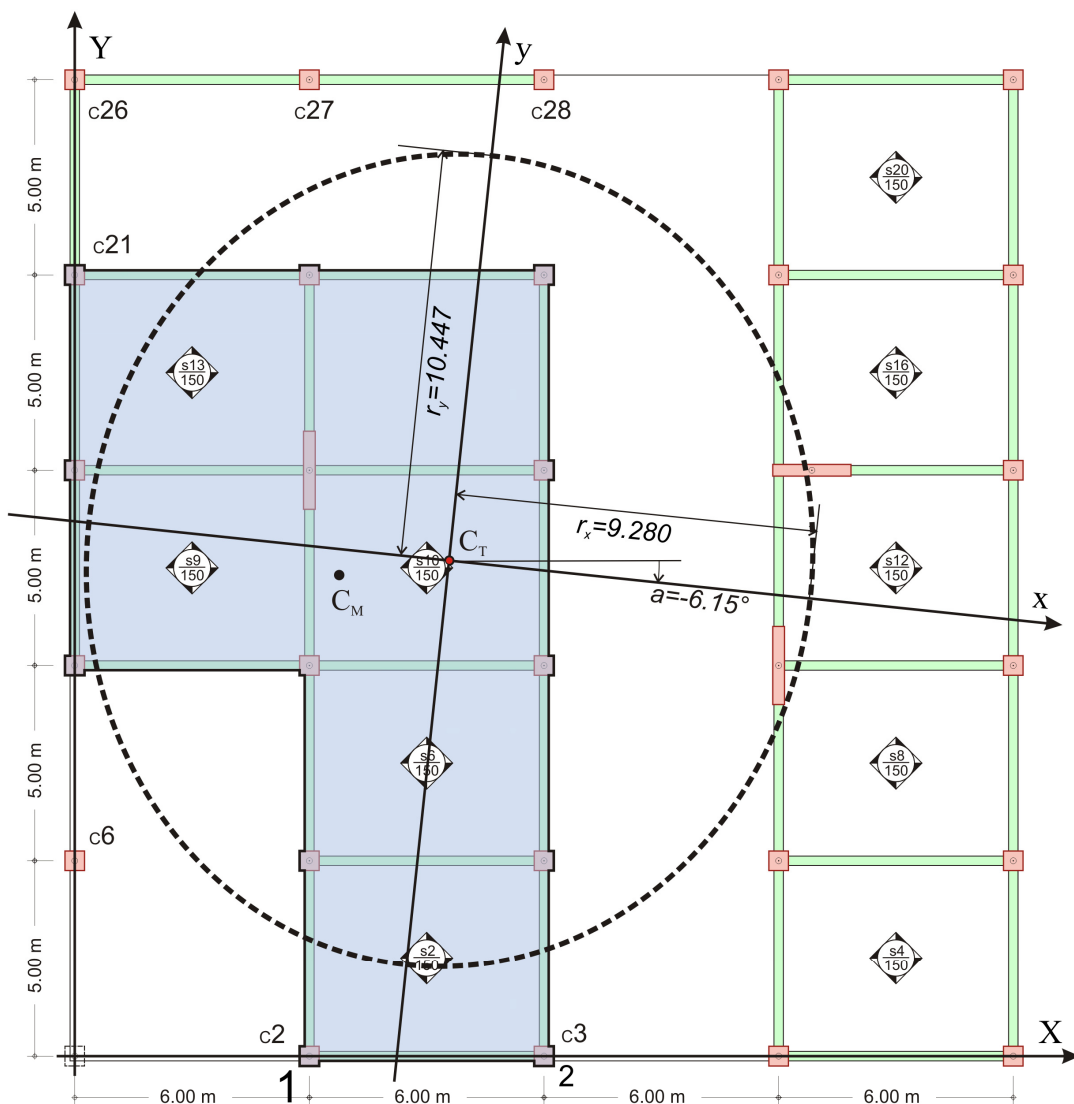
$$\theta_{XZM}=(M_{XM}/M_{XCT})\cdot\theta_{XZ}=(200/236.2)\times 4.5613\times 10^{-5}=3.8622\times 10^{-5}$$

$$\text{Ισχύει επίσης } K_{\theta}=M_{XH}/\theta_{XZH}=M_{XM}/\theta_{XZM}=5178\times 10^6 \text{ Nm.}$$

Η σταθερή τιμή της ροπής σε όλα τα διαφράγματα και ο αντίστοιχος υπολογισμός της δυσστρεψίας αξιοποιείται στον προσδιορισμό του ισοδύναμου συστήματος της §Δ.6.

Δ.5 Κατανομή δυσστρεψίας

Κατανομή δυσστρεψίας διαφράγματος είναι η καμπύλη επί της οποίας, αν τοποθετηθούν, συμμετρικά ως προς το κέντρο ελαστικής στροφής οι ιδεατές κολόνες, των οποίων τα αθροίσματα δυσκαμψιών κατά x και y είναι ίσα με τις δυσκαμψίες του διαφράγματος κατά x και y αντίστοιχα, δίνουν δυσστρεψία ίδια με αυτή του διαφράγματος.



Εικόνα Δ.5

Έλλειψη αδράνειας διαφράγματος είναι η έλλειψη που έχει κέντρο το C_T και ακτίνες $r_x=\sqrt{(K_{\theta}/K_{yy})}$, $r_y=\sqrt{(K_{\theta}/K_{xx})}$.

$$r_x=\sqrt{K_{\theta}/K_{yy}}=\sqrt{[5178\times 10^6 \text{ Nm}/60.1\times 10^6 \text{ N/m}]}=9.28 \text{ m}$$

$$r_y=\sqrt{K_{\theta}/K_{xx}}=\sqrt{[5178\times 10^6 \text{ Nm}/47.7\times 10^6 \text{ N/m}]}=10.42 \text{ m}$$