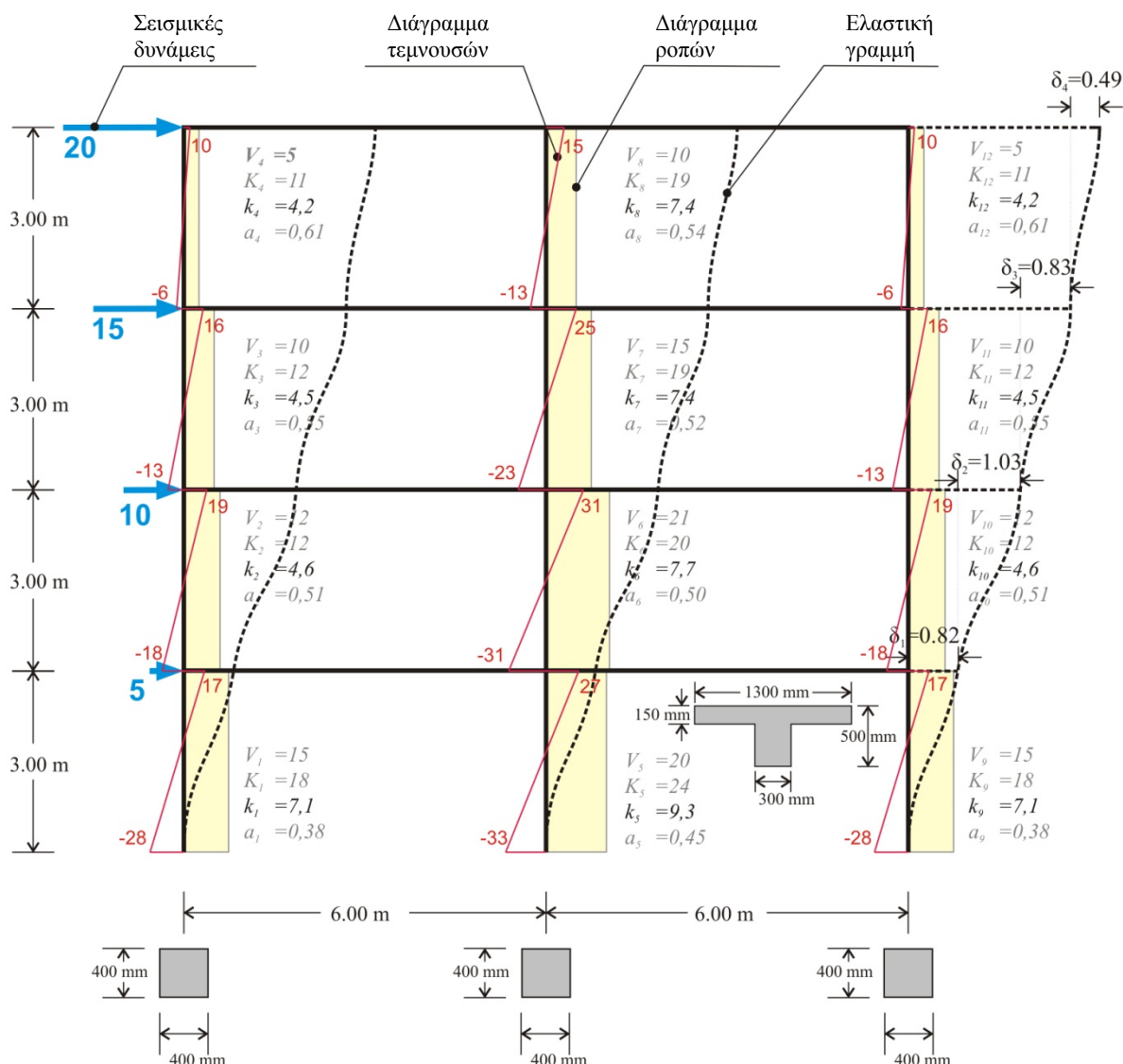


Εικόνα 5.3.1-1: Τετραώροφος πλαίσιακός φορέας τριών υποστυλωμάτων

Σε περίπτωση υπογείου, οι σεισμικές δυνάμεις στην οροφή του είναι μηδενικές. Ωστόσο, η κατάσταση πλήρους πάκτωσης στη βάση των κολονών ισχύει μόνο για τις κολόνες που συντρέχουν στα περιμετρικά τοιχεία του υπογείου.

Αν στο πλαίσιο υπάρχουν και τοιχεία, όπως φαίνεται στην επόμενη παράγραφο, οι δυσκαμψίες και οι κατανομές των ροπών των τοιχείων διαφέρουν μεταξύ τους. Η διαφορά αυτή είναι τόσο πιο έντονη, όσο αυξάνει ο αριθμός των ορόφων.

Η επίλυση του πλαισίου δίνει τις συνολικές μετακινήσεις των κόμβων και τις εντάσεις των κολονών (τέμνουσες δυνάμεις και ροπές κάμψης). Τα μεγέθη K , k και a είναι παράγωγα των προηγούμενων αποτελεσμάτων. Η φαινόμενη δυσκαμψία K_i του ορόφου i προκύπτει από τη σχέση $K_i = V_i / \delta_i$, ενώ η φαινόμενη δυσκαμψία της κολόνας j του ορόφου i από τη σχέση $K_{i,j} = V_{i,j} / \delta_i$.



Εικόνα 5.3.1-2: Πλαισιακός φορέας υποστυλωμάτων με τριγωνική κατανομή σεισμικών φορτίων (όπως αποδίδεται γραφικά με το “χέρι”)

Παράδειγμα 5.3.1 (3^{ος} όροφος):

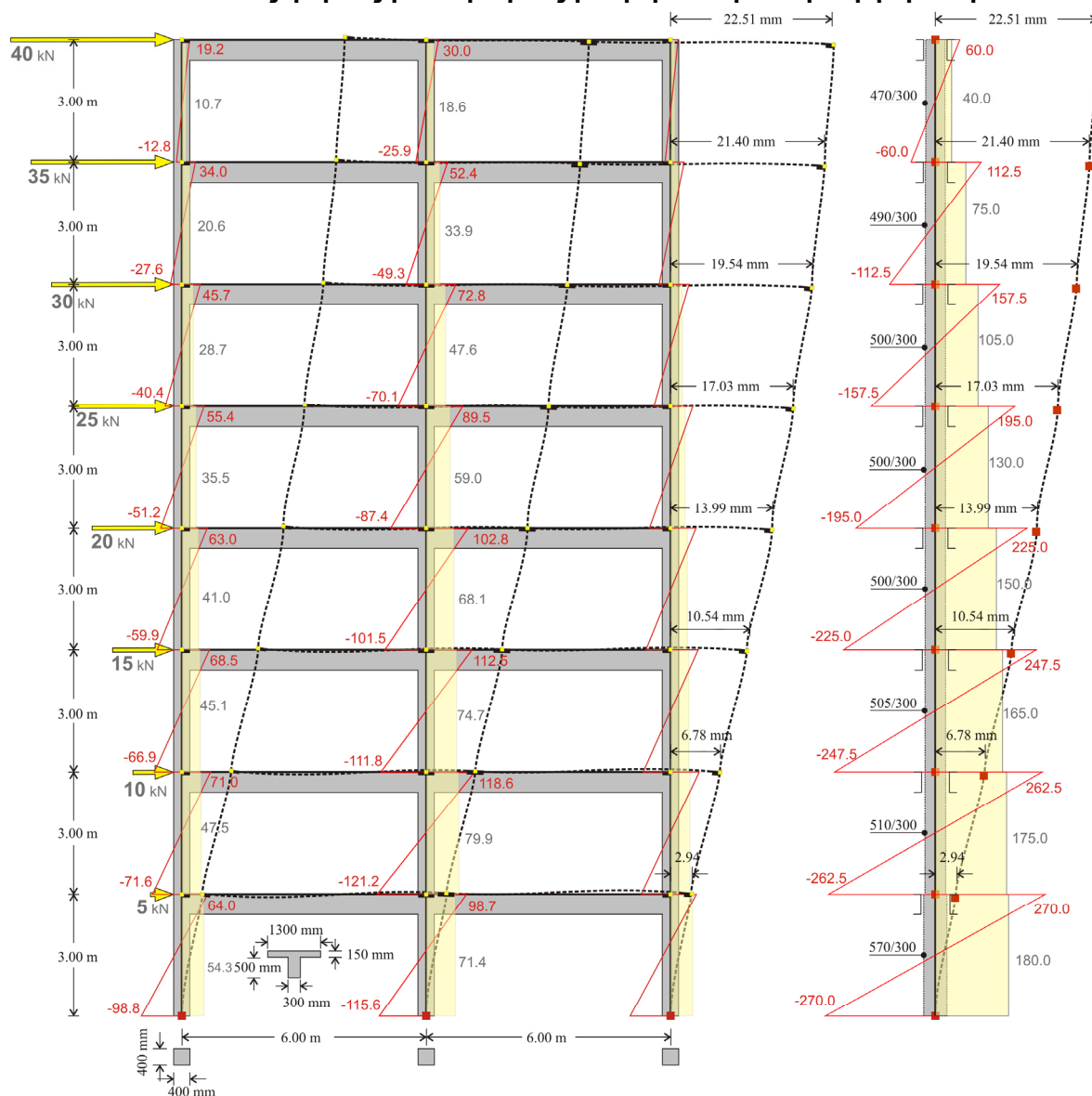
Δυσκαμψίες κολόνων: $K_{3,1}=9.6/0.823=12$, $K_{3,2}=15.8/0.823=19$, $K_{3,3}=9.6/0.823=12$.

Δυσκαμψία ορόφου: $K_3=(20+15)/0.823=43$. Η ίδια τιμή προκύπτει αν την υπολογίσουμε και ως το άθροισμα των δυσκαμψιών των κολόνων του ορόφου, δηλαδή $K_3=K_{3,1}+K_{3,2}+K_{3,3}=43$.

Αν ληφθεί υπόψη η επιρροή των τεμνουσών δυνάμεων (*Shear effect=ON*), οι μετατοπίσεις προκύπτουν ίσες με $\delta_1=0.85$, $\delta_2=1.05$, $\delta_3=0.84$, $\delta_4=0.50$ mm, δηλαδή αμελητέα διαφορά.

Λαμβάνοντας όμως υπόψη και την επιρροή των στερεών σωμάτων (*Rigid body=ON*), οι μετατοπίσεις ισούνται με $\delta_1=0.80$, $\delta_2=0.97$, $\delta_3=0.77$, $\delta_4=0.45$ mm, μικρή μεν, αλλά μετρήσιμη διαφορά μικρότερων μετατοπίσεων και ισχυρότερων δυσκαμψιών.

Πλαισιακός φορέας με 8 ορόφους με τριγωνική σεισμική φόρτιση



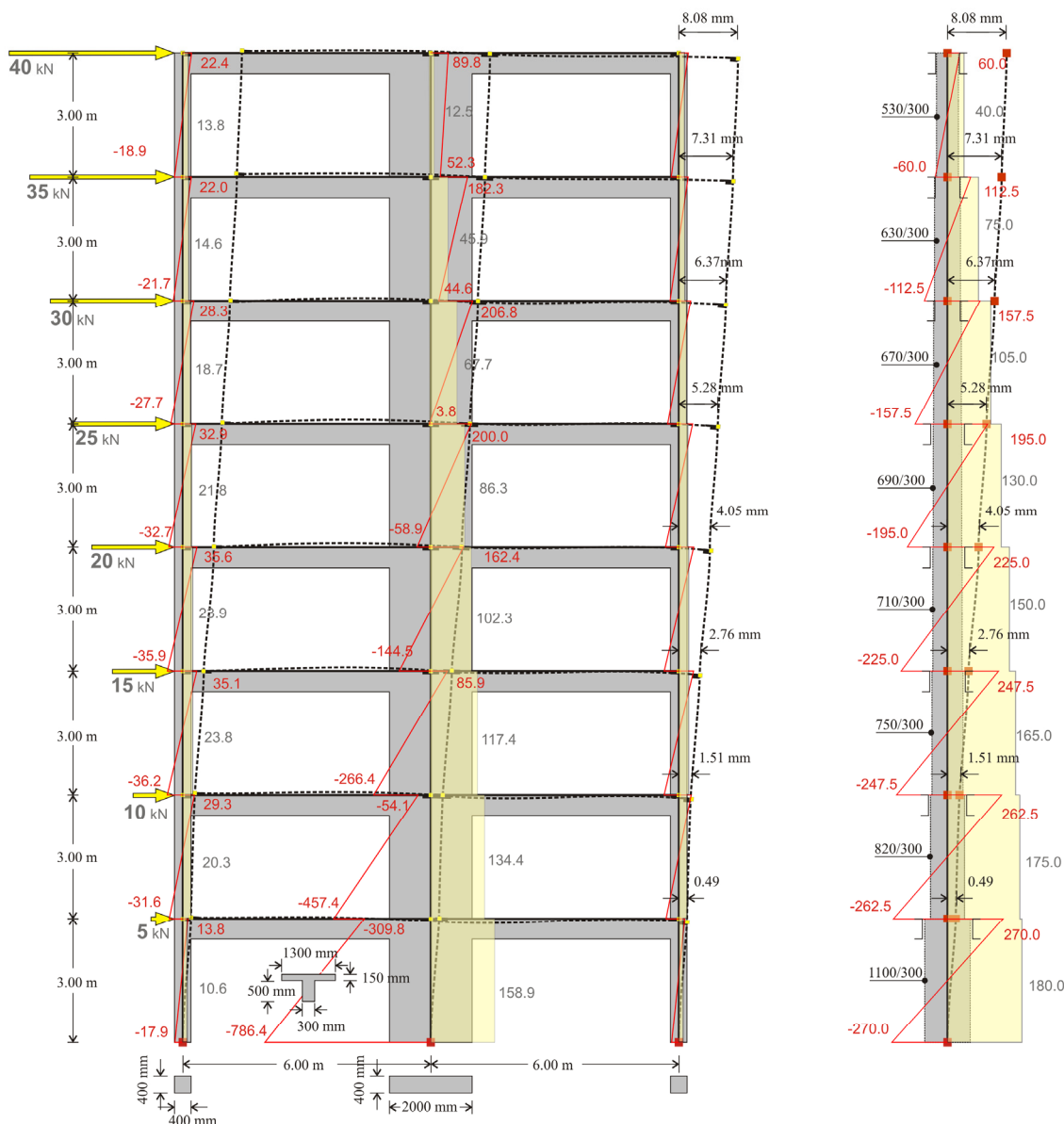
Εικόνα 5.3.3-7: ΠΛΑΙΣΙΑΚΟΣ φορέας τριών υποστυλωμάτων διατομής 400/400

Εικόνα 5.3.3-8: Ισοδύναμος φορέας μίας αμφίπακτης κολόνας ανά όροφο

Παρατηρήσεις:

- Σε όλους τους φορείς, πλαισιακούς ή μικτούς, το άθροισμα των σεισμικών τεμνουσών των κολονών μιας στάθμης, ισούται με το άθροισμα των σεισμικών δυνάμεων όλων των υπερκειμένων ορόφων. Ενδεικτικά, για την πρώτη στάθμη ισχύει $54.3+71.4+54.3=180$, ενώ για την τελευταία $10.7+18.6+10.7=40$. Το μεσαίο υποστύλωμα της πρώτης στάθμης αναλαμβάνει το $71.4/180=40\%$ της συνολικής τέμνουσας, ενώ τα δύο ακραία της ίδιας στάθμης το 30% το καθένα. Η μεσαία κολόνα στην τελευταία στάθμη, αναλαμβάνει το $18.6/40=46\%$, ενώ καθένα από τα ακραία υποστυλώματα το 27% αντίστοιχα.
- Τόσο για πλαισιακό όσο και για μικτό σύστημα, σε κάθε υποστύλωμα ισχύει $M_o-M_u=V \cdot h$, όπου M_o είναι η ροπή στην κεφαλή της κολόνας, M_u η ροπή στον πόδα, V η τέμνουσα της κολόνας και h το ύψος της. Για παράδειγμα, στο μεσαίο υποστύλωμα του προηγούμενου φορέα ισχύει $98.7-(-115.6)=71.4 \times 3.0$ ($214.3 \approx 214.2$).

Μικτός φορέας με 8 ορόφους με τριγωνική σεισμική φόρτιση



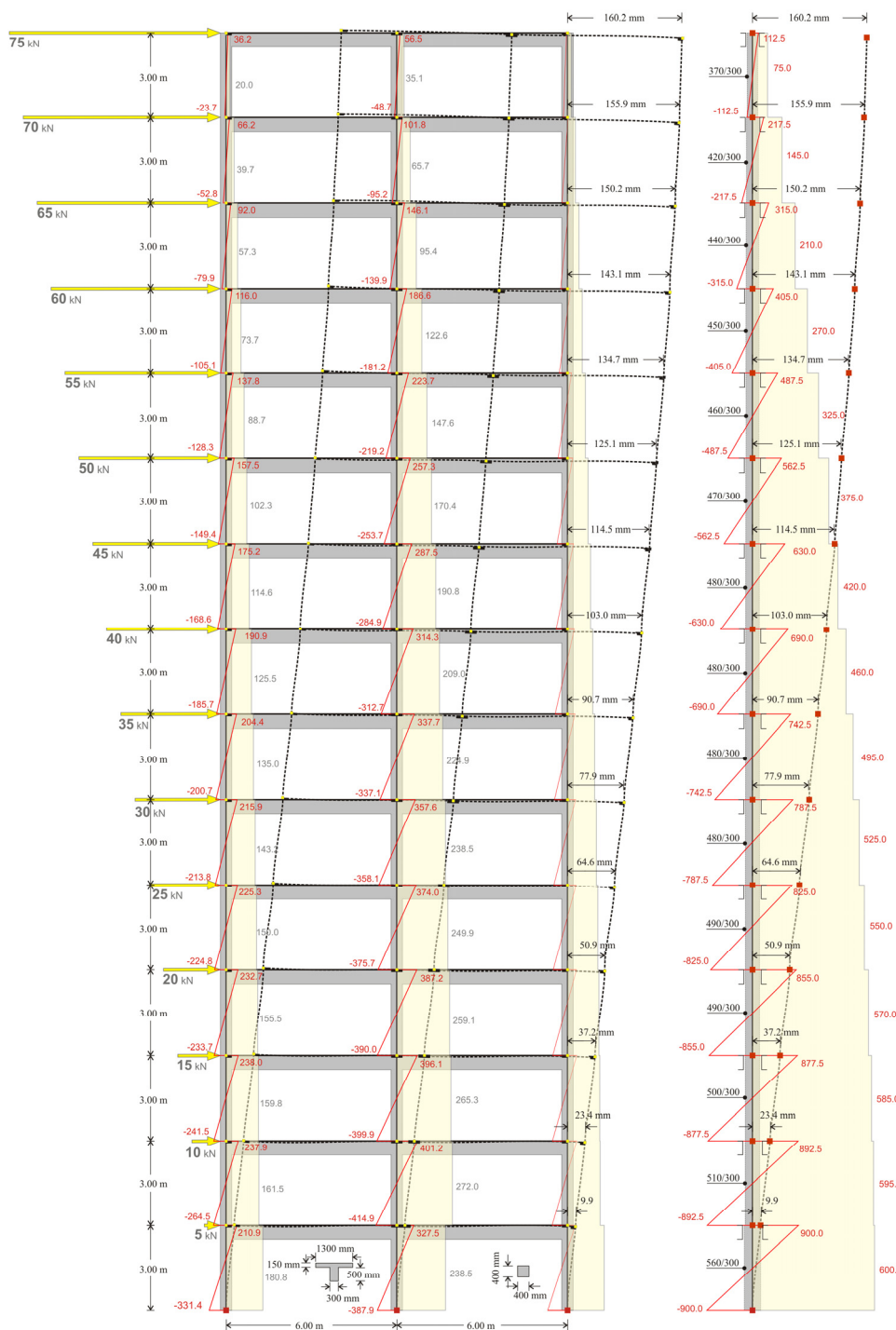
Εικόνα 5.3.3-9: ΜΙΚΤΟΣ φορέας ενός τοιχίου διατομής 2000/300 και δύο υποστυλωμάτων διατομής 400/400

Εικόνα 5.3.3-10: Ισοδύναμος φορέας μίας αμφίπακτης κολόνας ανά όροφο

Παρατηρήσεις:

- Στην πρώτη στάθμη ισχύει $10.6+158.9+10.6=180$. Το μεσαίο τοίχιο αναλαμβάνει το $158.9/180=88\%$ της συνολικής τέμνουσας, ενώ τα δύο ακραία υποστυλώματα το 11% το καθένα. Στην τελευταία στάθμη ισχύει $13.8+12.5+13.8=40$. Το τοίχιο αναλαμβάνει το $12.5/40=32\%$ της συνολικής τέμνουσας, ενώ κάθε υποστύλωμα το 34% αντίστοιχα. Συμπεραίνουμε ότι στο ισόγειο το τοίχιο ανακουφίζει τα υποστυλώματα, ενώ στον τελευταίο όροφο τα επιβαρύνει.
- Η σχέση $M_o-M_u=V \cdot h$, ισχύει τόσο για τα υποστυλώματα, όσο και για τα τοιχία. Ενδεικτικά, για το τοίχιο της πρώτης στάθμης ισχύει $-309.9-(-786.4)=158.9 \times 3.0$ ($476.5 \approx 476.7$), ενώ για το τοίχιο της τελευταίας στάθμης ισχύει $89.8-52.3=12.5 \times 3.0$ ($37.5=37.5$).
- Η μέγιστη μετατόπιση του μικτού φορέα προκύπτει ίση με 8.08 mm, δηλαδή σχεδόν 3 φορές μικρότερη από την αντίστοιχη του πλαισιακού φορέα (22.51 mm).

Πλαισιακός φορέας με 15 ορόφους με τριγωνική σεισμική φόρτιση



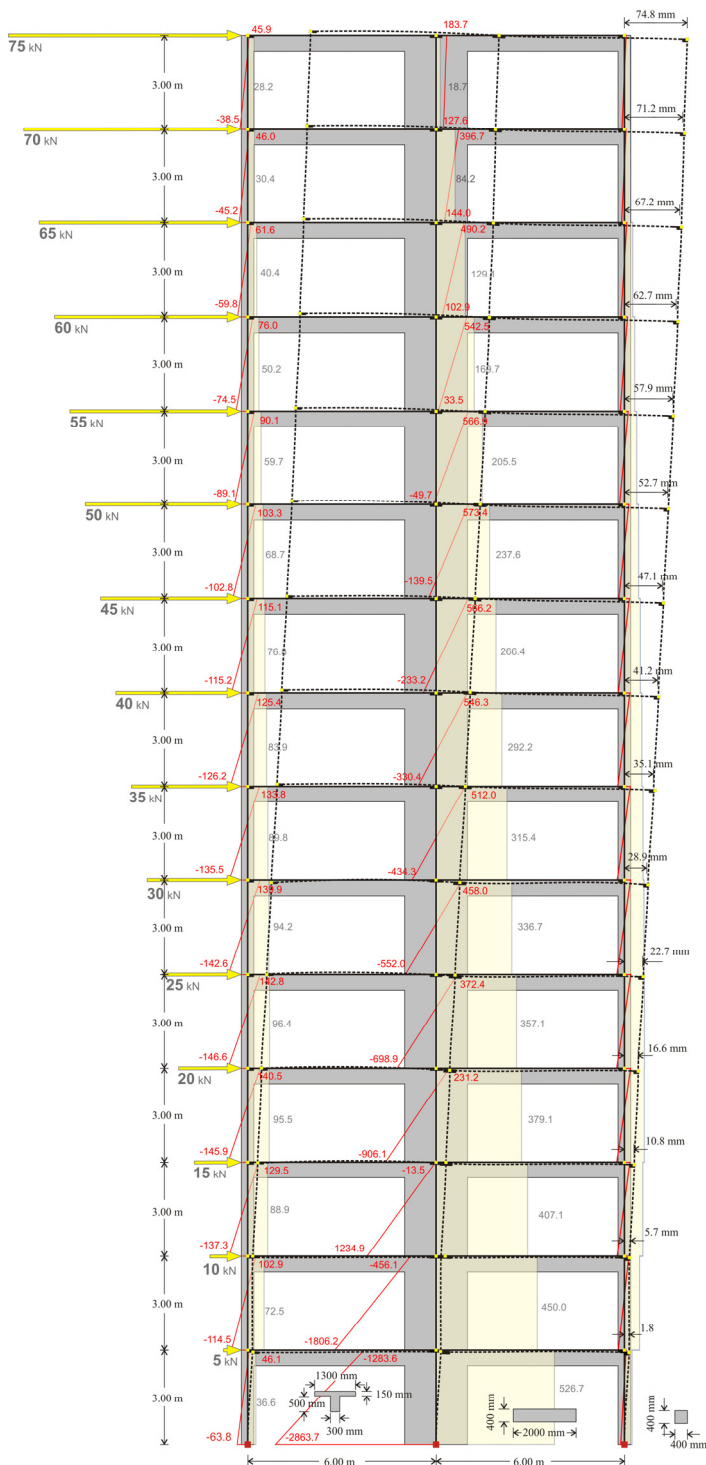
Εικόνα 5.3.3-11: ΠΛΑΙΣΙΑΚΟΣ φορέας τριών υποστυλωμάτων διατομής 400/400

Εικόνα 5.3.3-12: Ισοδύναμος φορέας μιας αμφίπακτης κολόνας ανά όροφο

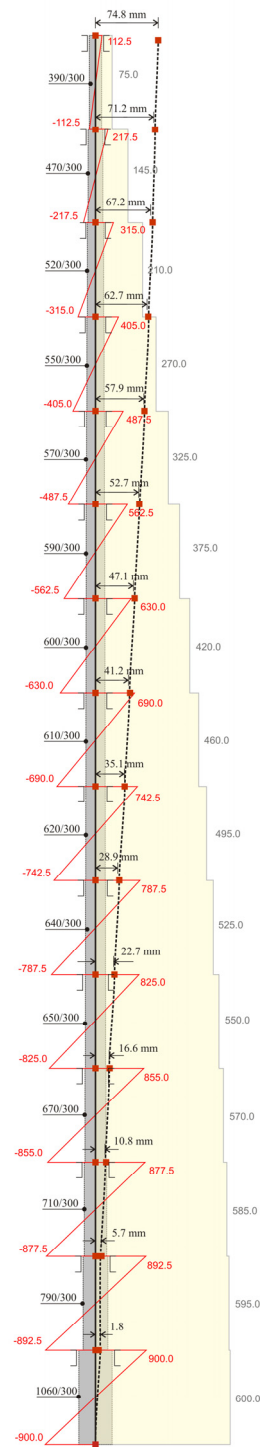
Παρατήρηση:

Τονίζεται ότι, σε όλα τα ανωτέρω παραδείγματα, ιδιαίτερη αξία έχει η σύγκριση μεταξύ των δύο στατικών συστημάτων και όχι τα απόλυτα μεγέθη, τα οποία άλλωστε προκύπτουν από συγκεκριμένες τιμές σεισμικών δυνάμεων. Οι τιμές αυτές έχουν επιλεγεί αυθαίρετα, πληρούν όμως τον κανόνα της τριγωνικής κατανομής.

Μικτός φορέας με 15 ορόφους με τριγωνική σεισμική φόρτιση



Εικόνα 5.3.3-13: ΜΙΚΤΟΣ φορέας ενός τοιχίου διατομής 2000/300 και δύο υποστυλωμάτων διατομής 400/400



Εικόνα 5.3.3-14: Ισοδύναμος φορέας μίας αμφίπακτης κολόνας ανά όροφο

Παρατήρηση:

Η μέγιστη μετατόπιση του πλαισιακού φορέα προκύπτει ίση με 160 mm, δηλαδή σχεδόν 2 φορές μεγαλύτερη από αυτή του μικτού φορέα (75 mm).