

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<u>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</u>	σ 4
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ</u>	σ 5
1.1 Ο ΧΑΛΥΒΑΣ	
1.1.1 Ο ΧΑΛΥΒΑΣ ΩΣ ΔΟΜΙΚΟ ΥΛΙΚΟ	
1.1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
1.1.3 ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	
1.1.4 ΚΤΙΡΙΑ ΑΠΟ ΧΑΛΥΒΑ	
1.2 ΣΤΙΒΑΡΟΤΗΤΑ	
1.2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ	
1.2.2 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΓΙΑ ΣΤΙΒΑΡΟΤΗΤΑ	
1.2.3 ΑΝΑΓΚΗ ΓΙΑ ΣΤΙΒΑΡΟΤΗΤΑ ΦΟΡΕΩΝ	
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΕΡΓΟΥ</u>	σ 17
2.1 ΓΕΝΙΚΑ	
2.2 ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΦΟΡΕΩΝ	
2.2.1 ΦΟΡΕΙΣ ΤΥΠΟΥ 1 ΚΑΙ 1'	
2.2.2 ΦΟΡΕΙΣ ΤΥΠΟΥ 2 ΚΑΙ 2'	
2.2.3 ΦΟΡΕΙΣ ΤΥΠΟΥ 3 ΚΑΙ 3'	
2.2.4 ΦΟΡΕΙΣ ΤΥΠΟΥ 4 ΚΑΙ 4'	
2.3 ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	
2.4 ΦΟΡΤΙΑ ΚΑΙ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΙ ΔΡΑΣΕΩΝ	
2.4.1 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΦΟΡΤΙΩΝ	
2.4.2 ΜΟΝΙΜΑ ΦΟΡΤΙΑ	
2.4.3 ΚΙΝΗΤΑ ΦΟΡΤΙΑ	
2.4.4 ΣΕΙΣΜΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ	
2.5 ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ	
2.6 ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	
2.7 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ SOFISTIK2003	
2.7.1 ΓΕΝΙΚΑ	
2.7.2 ΥΠΟΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΚΑΙ Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥΣ	
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΦΟΡΕΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ</u>	σ 40
3.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΦΟΡΕΩΝ	
3.1.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΦΟΡΤΙΩΝ	
3.1.2 ΕΠΙΛΟΓΗ ΔΙΑΤΟΜΩΝ	
3.1.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ	

3.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΕΝΤΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΙΑΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ

- 3.2.1 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 1 (απομάκρυνση εσωτερικού υποστυλώματος)
- 3.2.2 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 2 (απομάκρυνση εσωτερικού υποστυλώματος)
- 3.2.3 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 3 (απομάκρυνση εσωτερικού υποστυλώματος)
- 3.2.4 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 4 (απομάκρυνση εσωτερικού υποστυλώματος)
- 3.2.5 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 1 (απομάκρυνση ακραίου υποστυλώματος)
- 3.2.6 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 2 (απομάκρυνση ακραίου υποστυλώματος)
- 3.2.7 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 3 (απομάκρυνση ακραίου υποστυλώματος)
- 3.2.8 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 4 (απομάκρυνση ακραίου υποστυλώματος)
- 3.2.9 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 1' (απομάκρυνση εσωτερικού υποστυλώματος)
- 3.2.10 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 2' (απομάκρυνση εσωτερικού υποστυλώματος)
- 3.2.11 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 3' (απομάκρυνση εσωτερικού υποστυλώματος)
- 3.2.12 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 4' (απομάκρυνση εσωτερικού υποστυλώματος)
- 3.2.13 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 1' (απομάκρυνση ακραίου υποστυλώματος)
- 3.2.14 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 2' (απομάκρυνση ακραίου υποστυλώματος)
- 3.2.15 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 3' (απομάκρυνση ακραίου υποστυλώματος)
- 3.2.16 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 4' (απομάκρυνση ακραίου υποστυλώματος)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΦΟΡΕΩΝ..... σ 272

4.1 ΦΟΡΕΙΣ ΤΥΠΟΥ 1,2,3,4 (απομάκρυνση εσωτερικού υποστυλώματος)

- 4.1.1 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 1
- 4.1.2 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 2
- 4.1.3 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 3
- 4.1.4 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 4

4.2 ΦΟΡΕΙΣ ΤΥΠΟΥ 1,2,3,4 (απομάκρυνση ακραίου υποστυλώματος)

- 4.2.1 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 1
- 4.2.2 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 2
- 4.2.3 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 3
- 4.2.4 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 4

4.3 ΦΟΡΕΙΣ ΤΥΠΟΥ 1',2',3',4' (απομάκρυνση εσωτερικού υποστυλώματος)

- 4.3.1 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 1'
- 4.3.2 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 2'
- 4.3.3 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 3'
- 4.3.4 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 4'

4.4 ΦΟΡΕΙΣ ΤΥΠΟΥ 1',2',3',4' (απομάκρυνση ακραίου υποστυλώματος)

- 4.4.1 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 1'
- 4.4.2 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 2'
- 4.4.3 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 3'
- 4.4.4 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 4'

4.5 ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

- 4.5.1 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΦΟΡΕΩΝ ΤΥΠΟΥ 1,2,3,4 (απομάκρυνση εσωτερικού υποστυλώματος)
- 4.5.2 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΦΟΡΕΩΝ ΤΥΠΟΥ 1,2,3,4 (απομάκρυνση ακραίου υποστυλώματος)
- 4.5.3 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΦΟΡΕΩΝ ΤΥΠΟΥ 1',2',3',4' (απομάκρυνση εσωτερικού υποστυλώματος)
- 4.5.4 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΦΟΡΕΩΝ ΤΥΠΟΥ 1',2',3',4' (απομάκρυνση ακραίου υποστυλώματος)
- 4.5.5 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΦΟΡΕΩΝ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟΝ ΤΡΟΠΟ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΤΩΝ ΜΕΛΩΝ ΣΤΟΥΣ ΚΟΜΒΟΥΣ(απομάκρυνση εσωτερικού υποστυλώματος)
- 4.5.6 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΦΟΡΕΩΝ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟΝ ΤΡΟΠΟ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΤΩΝ ΜΕΛΩΝ ΣΤΟΥΣ ΚΟΜΒΟΥΣ (απομάκρυνση ακραίου υποστυλώματος)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΝΟΨΗ.....σ 371

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ (Κώδικας εισόδου TEDDY)..... σ 373

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... σ 433

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως αντικείμενο το σχεδιασμό μεταλλικού φορέα για στιβαρότητα. Συγκεκριμένα, μελετάται η απόκριση μεταλλικών φορέων με ή χωρίς συνδέσμους δυσκαμψίας για απότομη απομάκρυνση κάποιου υποστυλώματος. Εξετάζεται και συγκρίνεται η συμπεριφορά των φορέων αυτών για συνεχώς αυξανόμενη φόρτιση έως το σημείο της κατάρρευσής τους, καθώς και η συνεισφορά του τρόπου σύνδεσης των μελών στους κόμβους.

Στο **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1** γίνεται αναφορά στο χάλυβα και στην έννοια της στιβαρότητας στις κατασκευές. Παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του χάλυβα ως δομικό υλικό, καθώς επίσης και των μεταλλικών κατασκευών. Επίσης προσεγγίζεται η έννοια της στιβαρότητας σε έργα Πολιτικού Μηχανικού και τονίζεται παράλληλα η αναγκαιότητα σχεδιασμού για αυτήν σε ορισμένα έργα.

Στο **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2** παρουσιάζονται οι τυπικοί φορείς που θα μελετηθούν. Αρχικά δίνονται πληροφορίες για τη γεωμετρία, τις διαστάσεις και το υλικό κατασκευής τους. Περιγράφονται οι κατηγορίες φορτίων για την παρούσα μελέτη καθώς και η διαδικασία υπολογισμού των συνδέσεων των μελών στους φορείς. Περιγράφονται οι μέθοδοι ανάλυσης φορέων ενώ γίνεται και παρουσίαση του προγράμματος SOFISTIK2003 με το οποίο πραγματοποιήθηκαν οι περισσότεροι υπολογισμοί.

Στο **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3** γίνεται υπολογισμός των φορτίων επί των φορέων, επιλογή διατομών των μελών μετά από διαδοχικές εκτελέσεις υπολογισμών των μελών ενώ υπολογίζονται και οι συνδέσεις των μελών (αντοχή, δυσκαμψία). Παρουσιάζονται επίσης τα διαγράμματα εντατικών και παραμορφωσιακών μεγεθών σε κάθε τύπο φορέα για ενδεικτικές φορτίσεις. Γίνονται ακόμα παρατηρήσεις και σχόλια επί των διαγραμμάτων.

Στο **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4** γίνεται διαγραμματική απεικόνιση της συμπεριφοράς των φορέων για συνεχώς αυξανόμενη φόρτιση έως την κατάρρευσή τους. Στη συνέχεια συγκρίνεται η συμπεριφορά των διαφόρων φορέων με σκοπό την εξαγωγή συμπερασμάτων για τη στιβαρότητά τους με βάση συγκεκριμένα χαρακτηριστικά τους.

Στο **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5** γίνεται εξαγωγή γενικών συμπερασμάτων βάσει των αποτελεσμάτων που προέκυψαν στα προηγούμενα κεφάλαια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Ο ΧΑΛΥΒΑΣ

1.1.1 Ο ΧΑΛΥΒΑΣ ΩΣ ΔΟΜΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Ο δομικός χάλυβας είναι κράμα με βασικό συστατικό τον σίδηρο (Fe) και διάφορα άλλα μεταλλικά και μη στοιχεία σε μικρή αναλογία, όπως άνθρακας (C), Μαγγάνιο (Mn), Πυρίτιο (Si), Νικέλιο (Ni), Χαλκός (Cu), Χρώμιο (Cr), Μολυβδαίνιο (Mo), Βανάδιο (V), Ζιρκόνιο (Zr), Θείο (S), Φώσφορος (P), κ.λ.π., ορισμένα εκ των οποίων είναι ανεπιθύμητα, επειδή επηρεάζουν δυσμενώς κάποια χαρακτηριστικά του χάλυβα.

Η ποσοστιαία συμμετοχή των στοιχείων αυτών προσδιορίζει τις χαρακτηριστικές ιδιότητες του χάλυβα (αντοχή, συγκολλησιμότητα, ευαισθησία στη διάβρωση, ολκιμότητα κ.λ.π.), μικρή δε μεταβολή της αναλογίας αυτής οδηγεί στη δημιουργία άλλου είδους χάλυβα. Σήμερα παράγονται περισσότερα από 3.500 διαφορετικά είδη χαλύβων. Κατηγοριοποιούνται ανάλογα με τη χημική τους σύσταση, την περαιτέρω κατεργασία τους, την κρυσταλλική τους δομή ή και την τελική τους χρήση.

1.1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η ιστορία του χάλυβα αρχίζει από πολύ παλιά, αφού σύμφωνα με τους ιστορικούς, οι Χετταίοι ήξεραν να παράγουν χάλυβα από το 2300 π.Χ.. Το 1000 π.Χ., οι μεταλλουργοί της εποχής άρχισαν να παράγουν χάλυβα με ενανθράκωση σπογγώδους σιδήρου. Την εποχή της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας πολλοί μεσογειακοί λαοί, αλλά και οι Ινδοί, Κινέζοι και Ιάπωνες γνώριζαν την τέχνη παραγωγής σπογγώδους σιδήρου και χάλυβα καθώς και την τέχνη της σκλήρυνσης του χάλυβα με θέρμανση και απότομη ψύξη.

Η σύγχρονη ιστορία του χάλυβα αρχίζει στα μέσα του 19ου αιώνα, όταν ο Άγγλος εφευρέτης και μηχανικός Henri Bessemer (1813-1898), ανακάλυψε πώς να μετατρέπει τον τηγμένο χυτοσίδηρο σε χάλυβα με εμφύσηση οξυγόνου σε κάδο επενδεδυμένο με βασικά πυρίμαχα τούβλα. Σήμερα, η ανακάλυψη του Bessemer χρησιμοποιείται σχεδόν αποκλειστικά για την απανθράκωση του χυτοσιδήρου.

1.1.3 ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Ο χάλυβας έχει αρκετά **πλεονεκτήματα**, τα οποία τον καθιστούν ίσως το καλύτερο δομικό υλικό σήμερα. Αυτά είναι:

1) Μεγάλη αντοχή ή μεγάλος λόγος αντοχής προς ίδιο βάρος. Αυτό συνεπάγεται τη δημιουργία λεπτών διατομών, μείωση των ιδίων βαρών του φέροντα οργανισμού, οικονομία χώρου και υλικού, ζεύξη μεγάλων ανοιγμάτων χωρίς ενδιάμεση υποστήλωση κλπ.

- 2) Ομογένεια υλικού, καθώς τα χαρακτηριστικά του είναι σταθερά σε κάθε σημείο της μάζας του υλικού, γεγονός που εξασφαλίζει την ακρίβεια των παραδοχών ανάλυσης και των ελέγχων αντοχής.
- 3) Μονιμότητα. Τα χαρακτηριστικά είναι αμετάβλητα στο χρόνο κι εφόσον παρέχεται η κατάλληλη συντήρηση, εξασφαλίζεται απεριόριστη διάρκεια ζωής της κατασκευής.
- 4) Ολκιμότητα. Είναι η ικανότητα του χάλυβα να υπόκειται σε μεγάλες παραμορφώσεις χωρίς να αστοχεί. Η ολκιμότητα στο χάλυβα επιτρέπει την ανάπτυξη τοπικής διαρροής σε σημεία όπου εμφανίζεται συγκέντρωση υψηλών τάσεων από τα φορτία σχεδιασμού, με αποτέλεσμα την ανακατανομή της έντασης και την πρόληψη πρόωρης αστοχίας. Επιπλέον, αν η κατασκευή υπερφορτισθεί, οι μεγάλες παραμορφώσεις λόγω της ολκιμότητας, είναι ορατές και μπορεί να οδηγήσουν στην πρόληψη της επερχόμενης αστοχίας.
- 5) Η ταχύτητα εκτέλεσης.
- 6) Βιομηχανικό κατά το μεγαλύτερο μέρος του προϊόν με ελεγχόμενη εκ τούτου ποιότητα.
- 7) Το σχετικά μικρό βάρος των χαλύβδινων κατασκευών συνεπάγεται μικρότερες αδρανειακές σεισμικές δυνάμεις.
- 8) Ευχέρεια διάνοιξης οπών για τη διέλευση καναλιών κλιματισμού και άλλων ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων.

Άλλα πλεονεκτήματα του χάλυβα είναι: η δυνατότητα της επαναχρησιμοποίησής του, η ευκολία ενίσχυσης υπαρχουσών κατασκευών, η ευκολία στην τυποποίηση και την προκατασκευή κλπ..

Στα **μειονεκτήματα** του χάλυβα συγκαταλέγονται:

- 1) Η ευαισθησία σε υψηλές θερμοκρασίες και η ανάγκη λήψης μέτρων πυροπροστασίας.
- 2) Η ευαισθησία σε φαινόμενα αστάθειας, η οποία οδηγεί σε αναγκαία αύξηση του υλικού που θα χρησιμοποιηθεί σε θλιβόμενα στοιχεία, για την αποτροπή του φαινομένου του λυγισμού.
- 3) Η ευαισθησία έναντι κόπωσης (σε περίπτωση μεγάλου αριθμού κύκλων επαναλαμβανόμενης φόρτισης) κλπ.

Γενικά οι χάλυβες που χρησιμοποιούνται στα δομικά έργα πρέπει να διαθέτουν μια ελάχιστη ολκιμότητα, η οποία εξασφαλίζεται μέσω της ικανοποίησης των παρακάτω περιορισμών:

Πρέπει να ισχύει: $f_u / f_y \geq 1,15$

Η οριακή παραμόρφωση ϵ_u πρέπει να είναι μεγαλύτερη ή ίση προς 15%.

Πρέπει να ισχύει $\varepsilon_u \geq 15 \varepsilon_y$,

Όπου f_y όριο διαρροής

f_u όριο θραύσης (εφελκυστική αντοχή)

ε_y παραμόρφωση διαρροής ($=f_y/E$)

ε_u οριακή παραμόρφωση (που αντιστοιχεί στην f_u).

Οι τιμές σχεδιασμού για τους κύριους συντελεστές υλικού των δομικών χαλύβων, οι οποίες υιοθετούνται στους υπολογισμούς είναι:

Μέτρο ελαστικότητας: $E= 210000 \text{ N/mm}^2$

Μέτρο διάτμησης: $G= E/ 2(1+\nu)\approx 81000 \text{ N/mm}^2$

Λόγος Poisson στην ελαστική περιοχή: $\nu= 0,3$

Συντελεστής γραμμικής θερμικής διαστολής: $\alpha= 12 \cdot 10^{-6}$ ανά C.

Πυκνότητα: $\rho= 7850 \text{ kg/m}^3$.

Ακολουθούν πίνακες οι οποίοι περιλαμβάνουν τους χάλυβες του εμπορίου που ικανοποιούν τις παραπάνω απαιτήσεις.

Πρότυπο και ποιότητα χάλυβα	Ονομαστικό πάχος του στοιχείου t [mm]			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	f _y [N/mm ²]	f _u [N/mm ²]	f _y [N/mm ²]	f _u [N/mm ²]
EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	410	550

Πρότυπο και ποιότητα χάλυβα	Ονομαστικό πάχος του στοιχείου t [mm]			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	fy [N/mm ²]	fu [N/mm ²]	fy [N/mm ²]	fu [N/mm ²]
EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
EN 10025-4				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490
EN 10025-6				
S 460 Q/QL/QL1	460	570	440	550

Πρότυπο και ποιότητα χάλυβα	Ονομαστικό πάχος του στοιχείου t [mm]			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	fy [N/mm ²]	fu [N/mm ²]	fy [N/mm ²]	fu [N/mm ²]
EN 10210-1				
S 235 H	235	360	215	340
S 275 H	275	430	255	410
S 355 H	355	510	335	490
S 275 NH/NLH	275	390	255	370
S 355 NH/NLH	355	490	335	470
S 420 NH/NHL	420	540	390	520
S 460 NH/NLH	460	560	430	550

Πρότυπο και ποιότητα χάλυβα	Όνομαστικό πάχος του στοιχείου t [mm]			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	fy [N/mm ²]	fu [N/mm ²]	fy [N/mm ²]	fu [N/mm ²]
EN 10219-1				
S 235 H	235	360		
S 275 H	275	430		
S 355 H	355	510		
S 275 NH/NLH	275	370		
S 355 NH/NLH	355	470		
S 460 NH/NLH	460	550		
S 275 MH/MLH	275	360		
S 355 MH/MLH	355	470		
S 420 MH/MLH	420	500		
S 460 MH/MLH	460	530		

1.1.4 ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ

Στις αρχές του 20ου αιώνα, η ραγδαία βιομηχανική ανάπτυξη διεύρυνε τις ανάγκες για πολυώροφη δόμηση στα κέντρα των πόλεων όπου τα οικόπεδα ήταν δυσεύρετα και η αξία τους μεγάλη. Με τη βιομηχανική επανάσταση, έπρεπε να ανεγερθούν εργοστάσια για να στεγάσουν τις νέες μηχανές της κατασκευαστικής βιομηχανίας. Καθώς όμως η βιομηχανοποίηση εξαπλωνόταν, ο σίδηρος γινόταν όλο και πιο διαθέσιμος. Οι κατασκευαστές τον εκμεταλλεύτηκαν, αφού κατάλαβαν τα μεγάλα πλεονεκτήματα που προσέφερε το νέο αυτό υλικό καθώς απαιτούνταν μεγάλη ταχύτητα στην ανέγερση των διάφορων οικοδομικών έργων. Έτσι, έχουμε την εμφάνιση των πρώτων πολυώροφων μεταλλικών κτιρίων στις Η.Π.Α. στις αρχές του 20ου αιώνα, καθώς και την δημιουργία μεγάλων αρχιτεκτονικών επιτευγμάτων από χάλυβα σε χώρες της Ευρώπης από το 19ο αιώνα.

Ο χάλυβας εμφανίζεται κυρίως σε γέφυρες, στεγάσεις χώρων, μονώροφα υπόστεγα καθώς επίσης και σε μεγάλα εκθεσιακά κέντρα και σιδηροδρομικούς σταθμούς.

Ακόμη και σήμερα όμως ο χάλυβας αποτελεί ένα ευρέως διαδεδομένο υλικό για μεγάλης αλλά και μικρότερης εμβέλειας κατασκευές.



Εικόνα 1(Στοά Vittorio Emanuele στο Μιλάνο)

Τα κτίρια από χάλυβα, λόγω των ιδιοτήτων του χάλυβα παρουσιάζουν πολλά πλεονεκτήματα. Ένα από τα πιο σημαντικά είναι ο υψηλός βαθμός προκατασκευής των διαφόρων τυποποιημένων διατομών και συνάμα η ταχύτητα ανέγερσης που συνεπάγεται. Λόγω αυτού του υψηλού ποσοστού προκατασκευής, ελαττώνεται επίσης σημαντικά η πιθανότητα ποιοτικής αστοχίας του τελικού προϊόντος καθώς επίσης αυξάνεται και η αξιοπιστία του στη διάρκεια του χρόνου. Έναντι των στοιχείων από οπλισμένο σκυρόδεμα εξασφαλίζεται η διαστασιακή ακρίβεια των μελών από χάλυβα καθώς μεγάλο ποσοστό των εργασιών πραγματοποιείται σε εργοστασιακές συνθήκες, σε περιβάλλον δηλαδή ελεγχόμενο που δεν επηρεάζεται από τις κλιματικές συνθήκες ή από την τοποθεσία του εργοταξίου. Πρέπει βέβαια να τονιστεί ότι η διαστασιακή ακρίβεια είναι πρωτεύουσας σημασίας και εξασφαλίζεται με συνεχή επίβλεψη και αυστηρούς ποιοτικούς ελέγχους.

Είναι γνωστό ότι τα κτίρια τα οποία είναι κατά το μεγαλύτερο ποσοστό τους μεταλλικά είναι τα βιομηχανικά. Αυτό συμβαίνει καθώς υπακούν σε μια αυστηρή συστηματοποίηση της κάτοψης. Σε συνδυασμό με την απαίτηση για μεγάλη ταχύτητα ανέγερσης ο χάλυβας είναι το πλέον κατάλληλο υλικό για την κατασκευή τους καθώς υπάρχει μεγάλη τυποποίηση του φέροντος οργανισμού, πράγμα που καθιστά εύκολη και απλή την συναρμολόγηση στον τόπο του έργου.

**Εικόνα 2**

Η συνεχής εξέλιξη της τεχνολογίας διαμόρφωσης των μεταλλικών δομικών στοιχείων επιτρέπουν την υλοποίηση οποιασδήποτε μορφής και μεγέθους φορέα ή κτιρίου. Δίνεται η δυνατότητα κατασκευής κτιρίων με τμήματα με ιδιαίτερες επιφάνειες, όπως για παράδειγμα καμπύλες, οι οποίες παρουσιάζουν δυσκολία στην κατασκευή και στον υπολογισμό αλλά και περιορισμένες δυνατότητες εφαρμογής. Λόγω αυτού του γεγονότος οι μεταλλικές κατασκευές δίνουν την δυνατότητα δημιουργίας οικοδομημάτων ιδιαίτερου αρχιτεκτονικού ενδιαφέροντος, με παράλληλη καθιέρωση νέων αρχιτεκτονικών τάσεων, οι οποίες πολλές φορές είναι εμπνευσμένες από την ίδια τη φύση.

**Εικόνα 3 (Μεταλλικός δενδροειδής φέρων οργανισμός ως προσθήκη στο υπάρχον κέλυφος, στο χώρο "The Tote" στη Βομβάη)**

Στην παραπάνω εικόνα φαίνονται οι δυνατότητες εφαρμογής και από αρχιτεκτονικής άποψης, καθώς είναι δυνατή η διαμόρφωση μεταλλικών μελών με ιδιαίτερη μορφή.



Εικόνα 4 (Ο φέρων οργανισμός της εικόνας 3 κατά την άλλη διεύθυνση)

Γενικά, η συμπεριφορά των μεταλλικών στοιχείων και επομένως των κατασκευών στις διάφορες καταπονήσεις, διαφέρει σε σημαντικό βαθμό από τη συμπεριφορά του σπλισμένου σκυροδέματος, πράγμα το οποίο έχει άμεσες συνέπειες στη μορφή και στο σχεδιασμό τους. Είναι σχετικά εύκαμπτες κατασκευές με ικανοποιητική συμπεριφορά σε δυναμικές καταπονήσεις και λεπτές διατομές με μεγάλα ανοίγματα και ελεύθερα ύψη που επιτρέπουν την κατασκευή ή την στέγαση χώρων μεγάλων διαστάσεων με σημαντική οικονομία υλικού.

Ένα από τα επίσης βασικά πλεονεκτήματα των μεταλλικών κατασκευών είναι η δυνατότητα αλλαγής χρήσης. Με την επιμήκυνση του κύκλου ζωής ενός κτιρίου μειώνονται οι αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον καθώς περισσότερη αξία παράγεται από τους ίδιους υλικούς πόρους και με την ίδια κατανάλωση ενέργειας.

Λόγω των πλεονεκτημάτων του χάλυβα, αξίζει να αναφερθεί ότι το 65% των κτιρίων στην Ιαπωνία είναι από χάλυβα.



Εικόνα 5(Grand theatre στο Hangzhon της Κίνας)

Ο χάλυβας χρησιμοποιήθηκε εκτενώς σαν υλικό ενίσχυσης και αποκατάστασης των ιστορικών κτιρίων κατα την περίοδο των Ολυμπιακών Αγώνων του 2004 στην Αθήνα.

1.2 ΣΤΙΒΑΡΟΤΗΤΑ

1.2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ

Ο όρος στιβαρότητα στον τομέα της Μηχανικής είναι έως σήμερα ένα θέμα πολλών συζητήσεων στην κοινότητα των μηχανικών και ακόμα δεν έχει βρεθεί μια παγκόσμια κοινά αποδεκτή ερμηνεία. Μια συχνή απαίτηση στιβαρότητας η οποία δίνεται από κανονισμούς δηλώνει ότι μία κατασκευή για να είναι στιβαρή θα πρέπει να σχεδιάζεται και να υπολογίζεται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να μην καταστρέφεται σε βαθμό δυσανάλογο με το αρχικό αίτιο. Για παράδειγμα, για οποιαδήποτε απότομη απομάκρυνση ενός ή περισσοτέρων φερόντων μελών (π.χ. υποστυλώματα, τοιχώματα), να μην οδηγούμαστε σε περαιτέρω απώλεια φερόντων μελών (δοκοί, υποστυλώματα, τοιχώματα) και τελικά στην πλήρη ή μερική κατάρρευση του φορέα. Επομένως, μπορούμε να πούμε ότι στιβαρότητα είναι η μη ευαισθησία μιας κατασκευής σε τοπική αστοχία. Από αυτόν τον ορισμό συνεπάγεται ότι η στιβαρότητα είναι ιδιότητα της κατασκευής.

1.2.2 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΓΙΑ ΣΤΙΒΑΡΟΤΗΤΑ

Κατά τον σχεδιασμό ενός φορέα σε στιβαρότητα, σκοπός μας είναι μετά την απώλεια ή απομάκρυνση ενός ή περισσοτέρων φερόντων μελών του, να συνεχίζει να αναλαμβάνει φορτία και να παραμορφώνεται ανάλογα με την αύξηση της φόρτισης. Επειδή είναι αντιοικονομικό να σχεδιάζουμε φορείς έναντι αγνώστων δράσεων ακολουθείται η εξής διαδικασία ελέγχου: απομακρύνοντας κάποιο φέρων δομικό μέλος (π.χ. υποστυλώμα, τοίχωμα) από το φορέα, εξετάζεται η συμπεριφορά των υπολοίπων μελών και συγκεκριμένα οι παραμορφώσεις και οι εντάσεις που αναπτύσσονται.

Απώλεια μέλους μπορεί να υπάρξει λόγω κάποιου τυχαίου γεγονότος (π.χ. έκρηξη, κρούση κ.α.) στο άμεσο περιβάλλον του φερόντος οργανισμού μιας κατασκευής. Παρατηρείται, τα τελευταία χρόνια, λόγω αύξησης των απαιτήσεων ασφάλειας ένα ιδιαίτερο ενδιαφέρον για πρόληψη τέτοιων φαινομένων. Συγκεκριμένα, έχουν διατυπωθεί ορισμένες απαιτήσεις και προσδιορισμοί καταστάσεων από Κώδικες Δομικών Έργων για την στιβαρότητα των κατασκευών.

Πρώτα απ' όλα πρέπει να προσδιορισθούν τα διάφορα επίπεδα κατάρρευσης. Έχουμε:

- **General Collapse (Γενική Κατάρρευση):** Η άμεση κατεδάφιση ενός ολόκληρου συστήματος από ένα «πυροδοτημένο» γεγονός (π.χ. έκρηξη).
- **Limited Local Collapse (Περιορισμένη Τοπικά Κατάρρευση):** Αστοχία ενός δομικού μέλους χωρίς να επηρεάζονται τα παρακείμενα μέλη.
- **Progressive Collapse (Προοδευτική Κατάρρευση):** Η εξάπλωση μιας αρχικά τοπικής αστοχίας από στοιχείο σε στοιχείο, καταλήγοντας τελικά στην κατάρρευση ενός ολόκληρου οικοδομήματος ή δυσανάλογα μεγάλου μέρους αυτού.

Στον Ευρωκώδικα (EUROCODE 1991) παρέχονται κανόνες και καθοδήγηση στο σχεδιασμό για Στιβαρότητα ώστε να αποφευχθεί δυσανάλογη κατάρρευση. Συγκεκριμένα προτείνονται δύο στρατηγικές για σχεδιασμό σε μη συνηθισμένες δράσεις.

Για την εφαρμογή αυτών των στρατηγικών, οι Ευρωκώδικες παρέχουν τρεις κατηγορίες συνεπειών για το σχεδιασμό κατασκευών σε ασυνήθιστες δράσεις.

- CC1 Consequences Class 1: Low consequences of failure
- CC2 Consequences Class 2: Medium consequences of failure
- CC3 Consequences Class 3: High consequences of failure

Σκοπός αυτής της κατηγοριοποίησης είναι να οδηγήσει σε μια επαρκή στιβαρότητα της κατασκευής ώστε να ελαχιστοποιήσει το ποσοστό ζημιάς και αστοχίας χωρίς κατάρρευση, ανάλογα με τις επιπτώσεις που θα επιφέρει η κατάρρευση μιας κατασκευής σε ανθρώπινες ζωές, στο περιβάλλον ή σε οικονομικά θέματα.

Η πρώτη στρατηγική, στοχεύει στη μείωση πιθανότητας ύπαρξης ασυνήθιστων δράσεων και στο σχεδιασμό φορέων με επαρκή στιβαρότητα για συγκεκριμένες δράσεις, παρέχοντας προληπτικά μέτρα ασφαλείας, όπως ασφαλείς αποστάσεις μεταξύ κυκλοφορούντων οχημάτων και κατασκευών.

Η δεύτερη στρατηγική, στοχεύει στον περιορισμό της τοπικής αστοχίας, παρέχοντας υποδείξεις για εξασφάλιση επαρκούς στιβαρότητας της κατασκευής, όπως σχεδιασμό δομικών μελών και κόμβων με επαρκή ολκιμότητα ώστε να μπορούν να απορροφούν σημαντικό ποσοστό ενέργειας, και σχεδιασμό κατά τέτοιο τρόπο ώστε μια τοπική αστοχία να μη συνεπάγεται κατάρρευση μεγάλου μέρους της κατασκευής

Στον αντίστοιχο Κανονισμό των U.S.A., το πρότυπο ASCE 7-02 δεν στοχεύει στον προσδιορισμό των μη προβλέψιμων γεγονότων, αλλά ούτε παρέχει συγκεκριμένα κριτήρια για αποφυγή προοδευτικής κατάρρευσης. Ωστόσο παρέχει προφυλακτικά μέτρα στο σχεδιασμό ώστε να περιοριστούν οι συνέπειες μιας τοπικής κατάρρευσης, κάτι το οποίο είναι και από οικονομικής απόψης πιο προσιτό.

Το ASCE 7-02 προτείνει δύο ξεχωριστές μεθόδους σχεδιασμού: τον άμεσο (direct), και τον έμμεσο (indirect).

Στον άμεσο σχεδιασμό, πρέπει να θεωρείται σαφής η αντίσταση σε προοδευτική κατάρρευση. Αυτό επιτυγχάνεται, μέσω της μεθόδου εναλλακτικής διαδρομής (alternate path method), η οποία επιτρέπει την τοπική αστοχία αλλά αναζητά εναλλακτικές ώστε να απορροφηθεί ενέργεια και να αποτραπεί μια μεγάλη κατάρρευση. Η δομική ακεραιότητα ενός φορέα μπορεί να επιβεβαιωθεί μέσω ελέγχων ύπαρξης εναλλακτικών διαδρομών γύρω από την υποτιθέμενη καταρρέουσα κατασκευή. Το Πρότυπο επίσης προτείνει την μέθοδο συγκεκριμένης τοπικής αντίστασης (specific local resistance method), κατά την οποία αναζητούνται τρόποι ώστε να εξασφαλίζεται επαρκής αντοχή σε αστοχία η οποία οφείλεται σε ατυχήματα ή σε κακή χρήση. Αυτό επιτυγχάνεται, μέσω προσδιορισμού περιοχών υψηλού κινδύνου αφού μπορεί να χρειάζεται συγκεκριμένα μέλη να έχουν επαρκή αντοχή ώστε να αντέξουν μη κανονικά φορτία και έτσι ο φορέας να δημιουργεί εναλλακτικά μονοπάτια ανακατανομής του φορτίου.

Στον έμμεσο σχεδιασμό, υπονοείται η αντίσταση σε προοδευτική κατάρρευση, μέσω προσδιορισμού ελαχίστων επιπέδων αντοχής και ολκιμότητας. Οι εναλλακτικής διαδρομής μελέτες μπορεί να χρησιμοποιηθούν σαν κατευθυντήριες για τον προσδιορισμό αυτών των ορίων, ώστε μέσω του έμμεσου σχεδιασμού να εξασφαλισθεί η δομική ακεραιότητα.

Επιπλέον στο ASCE 7-02 παρέχονται κατευθυντήριες γραμμές για κατασκευαστικά μέτρα ώστε να επιτευχθεί αντίσταση σε προοδευτική κατάρρευση.

1.2.3 ΑΝΑΓΚΗ ΓΙΑ ΣΤΙΒΑΡΟΤΗΤΑ ΦΟΡΕΩΝ

Η ανάγκη σχεδιασμού για στιβαρότητα, ο οποίος είναι άμεσα συνδεδεμένος με τις τυχηματικές δράσεις, έγινε κατανοητή περίπου 40 χρόνια πριν όταν το Ronan Point υπέστη μερική κατάρρευση λόγω έκρηξης φυσικού αερίου. Επίσης, τρομοκρατικά χτυπήματα σε μεγάλα κτίρια έχουν προκαλέσει μεγάλα θέματα συζητήσεων σε πολλές χώρες και κυβερνήσεις.



Εικόνα 6(Το Ronan Point μετά τη μερική κατάρρευση)

Η Κατάρρευση του Ronan Point

Στις δεκαετίες 1950 και 1960, η ανέγερση πύργων θεωρούνταν ένας τρόπος να χτίσεις ένα καλύτερο μέλλον. Όμως, το 1968 στις 16 Μαΐου, η έκρηξη φυσικού αερίου στο Ronan Point, με αποτέλεσμα την κατάρρευση ολόκληρης γωνίας του κτιρίου οδήγησε σε μία αντίδραση κατά της ανέγερσης πύργων, καθώς υπήρξαν τέσσερις νεκροί και 17 τραυματίες. Η έκρηξη συνέβη, όταν η κάτοικος του διαμερίσματος 90 του 18^{ου} ορόφου, άναψε ένα σπύρτο για να ανάψει τη σόμπα και κατόπιν βρέθηκε αναισθητή λόγω της διαρροής του αερίου. Λόγω της έκρηξης ασκήθηκε πίεση στους απέναντι τοίχους, οι οποίοι ήταν η μόνη υποστήριξη για τους από πάνω τοίχους. Δημιουργήθηκε, μια αλυσίδα καταρρεύσεων κατά την οποία κατέρρευσε το 19^ο πάτωμα, μετά το 20^ο έως ότου κατέρρευσαν και τα 4 από πάνω πατώματα για να ξεκινήσει η 2^η φάση προοδευτικής κατάρρευσης ολόκληρου του τμήματος. Τα 4 πατώματα προσέκρουσαν στο 17^ο και προοδευτικά έφτασαν στο έδαφος.



Εικόνα 7(Η κατάρρευση της γωνίας του Ronan Point)

Η κυβέρνηση σχημάτισε μια ομάδα ερευνών των αιτιών της κατάρρευσης του Ronan Point. Οι έρευνες επιβεβαίωσαν το γεγονός της έκρηξης ως αιτία, καθώς ανακαλύφθηκε ότι στη σύνδεση του σωλήνα με τη σόμπα, το παξιμάδι από ορείχαλκο είχε σπάσει λόγω του σφιξίματος κατά την εγκατάσταση ώστε να σπάσει και να αφήσει το αέριο να διαρρεύσει στο διαμέρισμα. Η έκρηξη από άποψη μεγέθους δεν ήταν σημαντική καθώς το γεγονός ότι ο κάτοικος δεν έχασε την ακοή του δείχνει ότι η πίεση ήταν μικρότερη από 70 kPa.

Μετά από ελέγχους των αντικειμένων της κουζίνας, φάνηκε ότι οι τοίχοι μετακινήθηκαν από μια πίεση μόνο 1.7 kPa, ενώ ο εξωτερικός τοίχος από μια πίεση 21kPa. Καταληκτικά, η κατάρρευση του Ronan Point οφειλόταν στην έλλειψη μηχανισμών ασφαλείας,εναλλακτικών διαδρομών φόρτισης και δομικών πλαισίων με αποτέλεσμα τα ανώτερα πατώματα να μην έχουν καμία υποστήριξη και να πέσουν στο 17^ο.

Περαιτέρω έρευνες, έδειξαν ότι το κτίριο είχε σχεδιαστεί ώστε να αντέχει πολύ χαμηλές ανεμοπιέσεις σύμφωνα με παλιότερους κανονισμούς οι οποίοι δεν λάμβαναν υπόψιν το μεγάλο ύψος των κτιρίων. Σύμφωνα με τον αρχιτέκτονα Sam Webb, ο οποίος ήταν ο βασικός ερευνητής του θέματος, το κτίριο είχε αρχίσει ήδη να αστοχεί σε υψηλούς ανέμους. Παράλληλα διαπιστώθηκαν πολλά προβλήματα στους κόμβους.

Συνεχείς μελέτες οδήγησαν στην κατεδάφιση το Μάιο του 1986, χωρίς όμως αυτή να γίνει κατά τον παραδοσιακό τρόπο. Ο Webb απαίτησε κατεδάφιση όροφο-όροφο προκειμένου να μελετηθούν οι κόμβοι, για να καταλήξει στο ότι: “Ούτε μια σύνδεση δεν είχε γίνει σωστά”.

Φυσικά, το γεγονός αυτής της κατάρρευσης οδήγησε στην αναθεώρηση των Κανονισμών. Οι Κώδικες αλλάζουν προβλέποντας κείμενα για την πρόληψη προοδευτικής κατάρρευσης και για δράσεις από έκρηξη. Επιπλέον αναθεωρήθηκαν τα ελάχιστα ποσοστά ολκιμότητας. Έτσι άρχισε να δίνεται ιδιαίτερη σημασία στο θέμα της στιβαρότητας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΕΡΓΟΥ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ

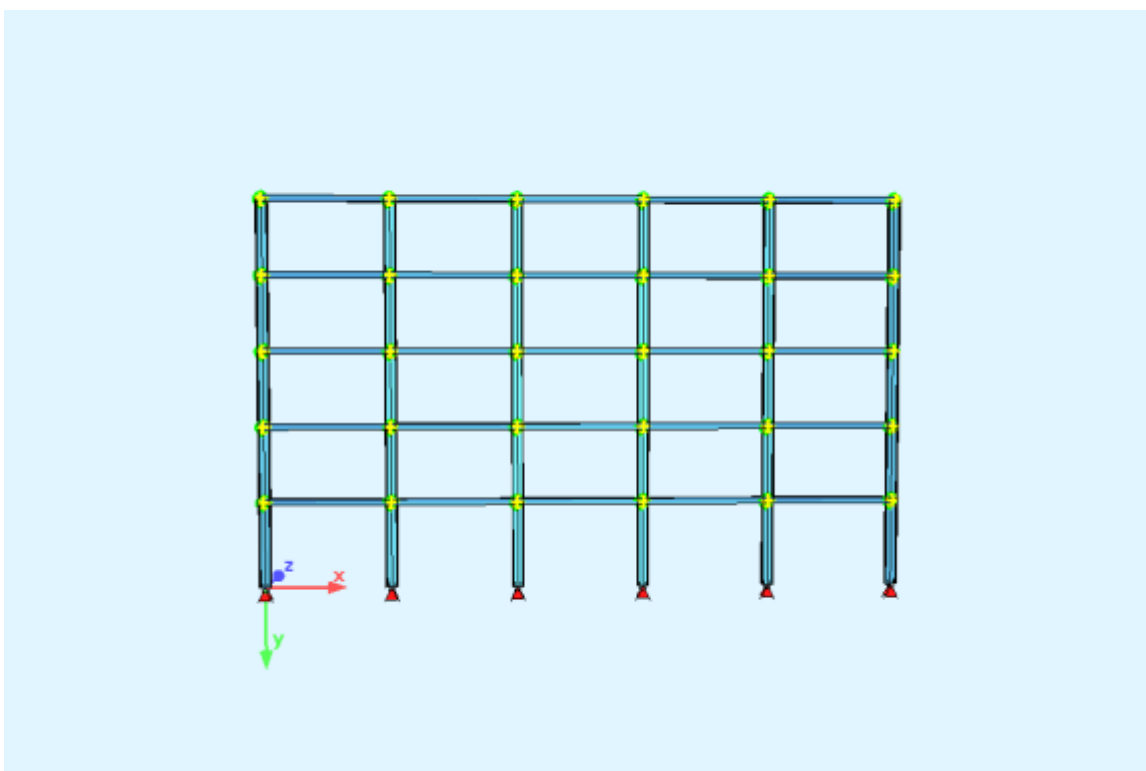
Ο φορέας μελέτης που έχει επιλεγεί να μελετηθεί είναι ένα τυπικό επαναλαμβανόμενο πλαίσιο ενός πολυώροφου μεταλλικού κτιρίου γραφείων ο οποίος και θα αποτελεί ουσιαστικά τον κύριο φέροντα οργανισμό αυτού. Ο χαλύβδινος αυτός φορέας θα φορτισθεί και θα επιλυθεί μέσω του προγράμματος SOFISTIK2003, σε όλες τις συνηθισμένες δράσεις και θα μελετηθεί η στιβαρότητα αυτού για ενδεχόμενη απώλεια κάποιου υποστυλώματος λόγω κρούσης ή έκρηξης. Θα δοθεί έμφαση στην επιρροή συνδέσμων δυσκαμψίας καθώς και στον τρόπο σύνδεσης υποστυλωμάτων-δοκών του φορέα ώστε να επιτευχθεί η καλύτερη δυνατή λειτουργία του.

Το μεταλλικό Κτίριο αποτελείται από πέντε συνολικά ορόφους. Το ισόγειο έχει ύψος 4,00m ενώ οι υπόλοιποι όροφοι 3,5m. Το μέγεθος των ανοιγμάτων κατά την κύρια διεύθυνση είναι 6,00m ενώ κατά την δευτερεύουσα 5,00m. Οι πλάκες των ορόφων αποτελούνται από ωπλισμένο σκυρόδεμα πάχους 10cm και από χαλυβδόφυλλα πάχους 8mm τα οποία κατά τη φάση κατασκευής θα λειτουργήσουν και ως μεταλότυπος. Επομένως κάθε τυπικό πλαίσιο που θα μελετηθεί αποτελείται από πέντε ορόφους των 5,00m και πέντε ανοίγματα των 6,00m με χαλύβδινο σκελετό. Θα μελετηθούν και θα συγκριθούν συνολικά τέσσερα είδη πλαισίων και δύο τρόποι σύνδεσης για κάθε είδος πλαισίου. Αρχικά θα γίνει βελτιστοποίηση της διατομής των μελών των φορέων για τα συνήθη φορτία και στην συνέχεια μελέτη της απόκρισής τους μετά την αφαίρεση κάποιου δομικού τους μέλους λόγω κρούσης ή έκρηξης.(που αποτελούν τις κύριες προς μελέτη δράσεις). Εν τέλει θα δοθούν συμπεράσματα για τον σχεδιασμό ενός μεταλλικού φορέα σε στιβαρότητα.

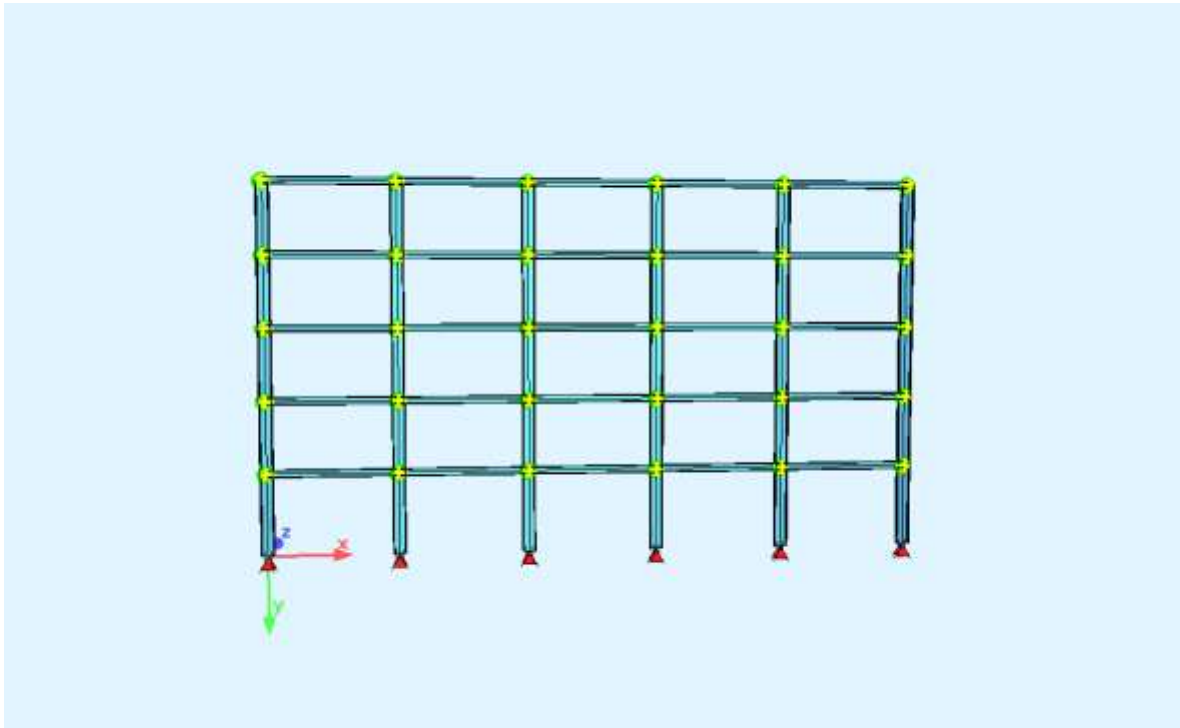
2.2 ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΦΟΡΕΩΝ

2.2.1 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 1 και 1'

Ο φορέας **Τύπου 1** αποτελείται από υποστυλώματα διατομής ΗΕΒ και δοκούς διατομής ΗΕΒ . Οι στηρίξεις στο έδαφος θεωρούνται πακτώσεις. Τα υποστυλώματα είναι συνεχή ενώ οι δοκοί συνδέονται συγκολλητά με τα υποστυλώματα. Οι ακριβείς θέσεις των στοιχείων του φορέα απεικονίζονται στην εικόνα που ακολουθεί.

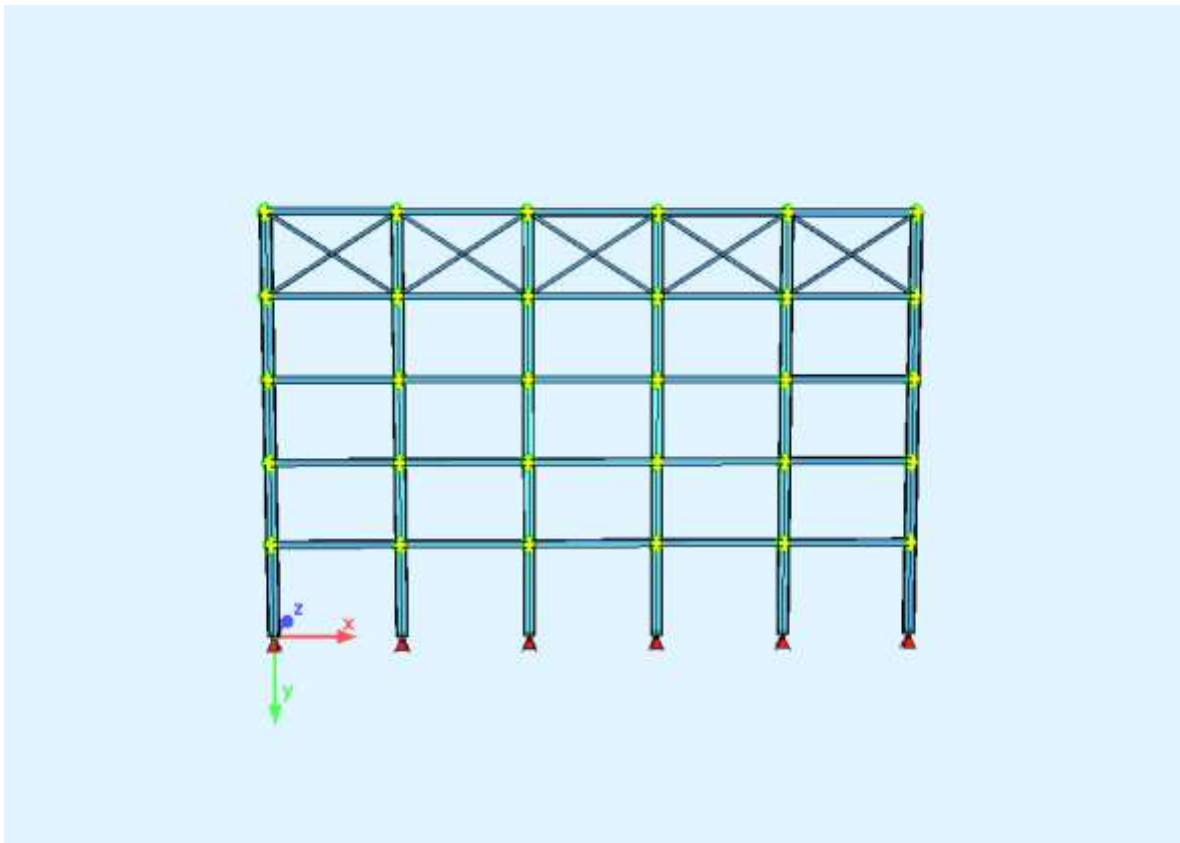


Ο φορέας **Τύπου 1'** αποτελείται από υποστυλώματα διατομής ΗΕΒ και δοκούς διατομής ΗΕΒ . Οι στηρίξεις στο έδαφος θεωρούνται πακτώσεις. Οι δοκοί είναι συνεχείς ενώ τα υποστυλώματα συνδέονται συγκολλητά με τις δοκούς. Οι ακριβείς θέσεις των στοιχείων του φορέα απεικονίζονται στην εικόνα που ακολουθεί.

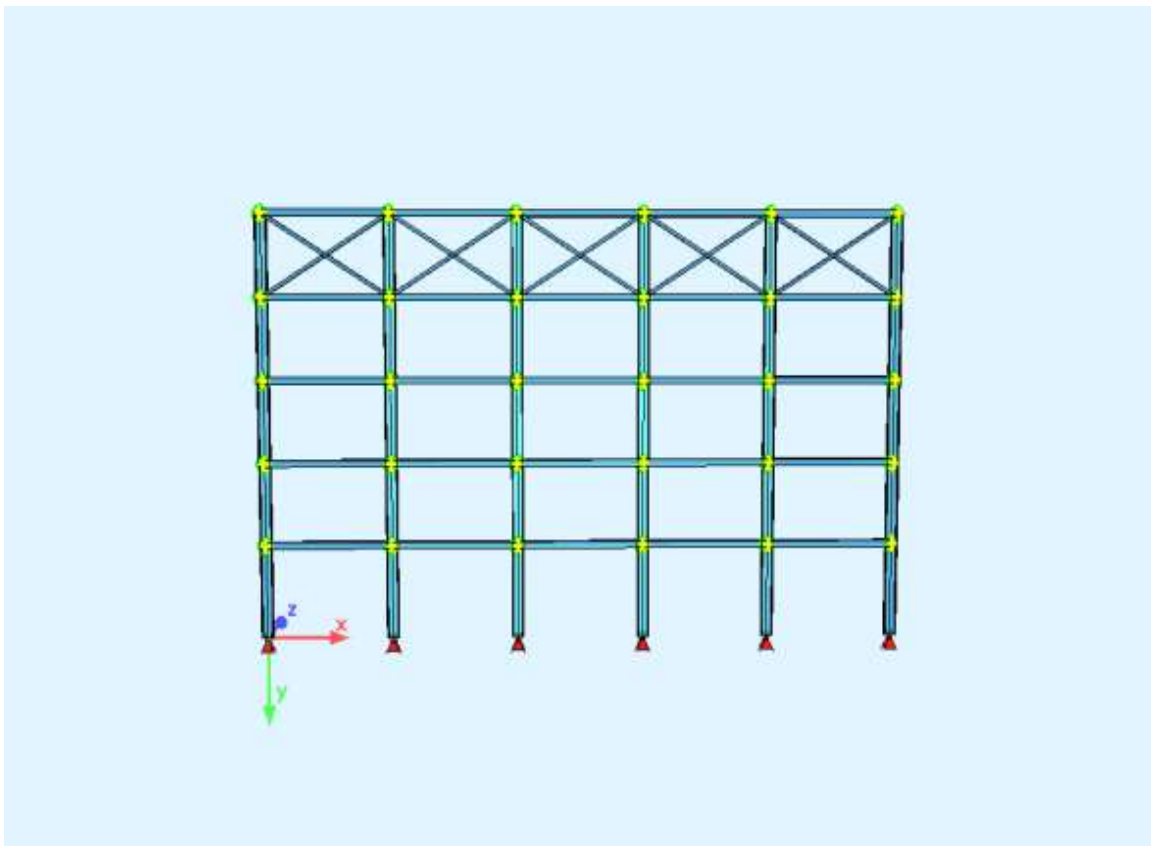


2.2.2 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 2 ΚΑΙ 2'

Ο φορέας **Τύπου 2** αποτελείται από υποστυλώματα διατομής ΗΕΒ και δοκούς διατομής ΗΕΒ. Θα τοποθετηθούν σύνδεσμοι δυσκαμψίας κοίλης ορθογωνικής διατομής SH στα ανοίγματα του τελευταίου ορόφου. Οι στηρίξεις στο έδαφος θεωρούνται πακτώσεις. Τα υποστυλώματα είναι συνεχή ενώ οι δοκοί συνδέονται συγκολλητά με τα υποστυλώματα. Οι ακριβείς θέσεις των στοιχείων του φορέα απεικονίζονται στην εικόνα που ακολουθεί.

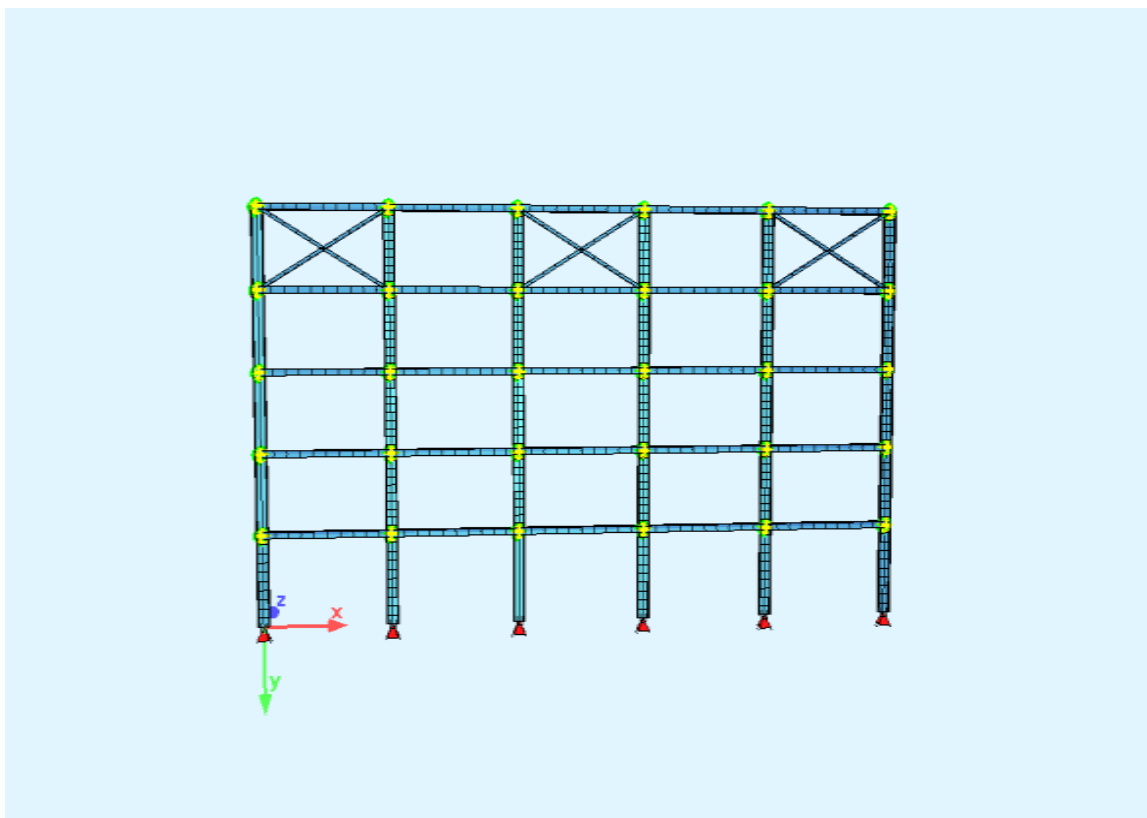


Ο φορέας **Τύπου 2'** αποτελείται από υποστυλώματα διατομής ΗΕΒ και δοκούς διατομής ΗΕΒ. Θα τοποθετηθούν σύνδεσμοι δυσκαμψίας κοίλης ορθογωνικής διατομής SH στα ανοίγματα του τελευταίου ορόφου. Οι στηρίξεις στο έδαφος θεωρούνται πακτώσεις. Οι δοκοί είναι συνεχείς ενώ τα υποστυλώματα συνδέονται συγκολλητά με τις δοκούς. Οι ακριβείς θέσεις των στοιχείων του φορέα απεικονίζονται στην εικόνα που ακολουθεί.

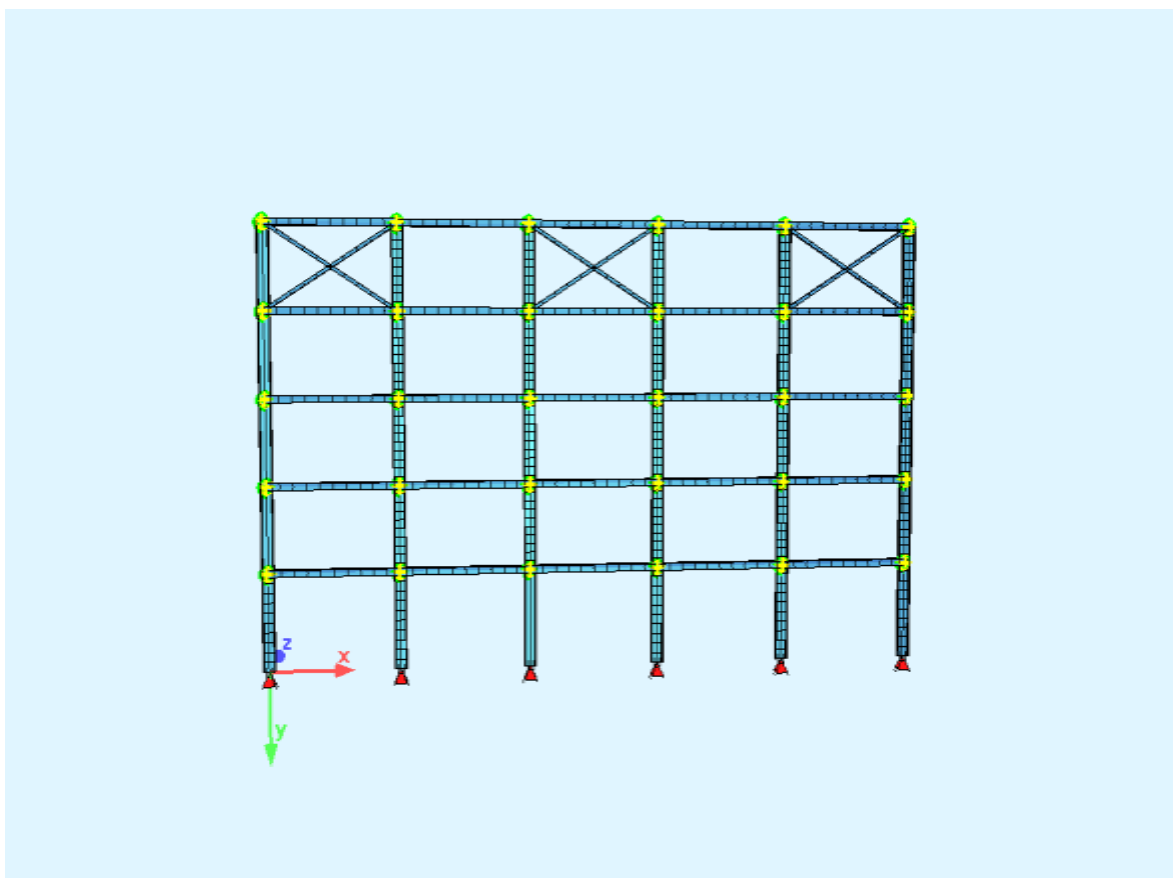


2.2.3 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 3 ΚΑΙ 3'

Ο φορέας **Τύπου 3** αποτελείται από υποστυλώματα διατομής ΗΕΒ και δοκούς διατομής ΗΕΒ. Θα τοποθετηθούν σύνδεσμοι δυσκαμψίας κοίλης ορθογωνικής διατομής SH εναλλάξ στα ανοίγματα του τελευταίου ορόφου. Οι στηρίξεις στο έδαφος θεωρούνται πακτώσεις. Τα υποστυλώματα είναι συνεχή ενώ οι δοκοί συνδέονται συγκολλητά με τα υποστυλώματα. Οι ακριβείς θέσεις των στοιχείων του φορέα απεικονίζονται στην εικόνα που ακολουθεί.

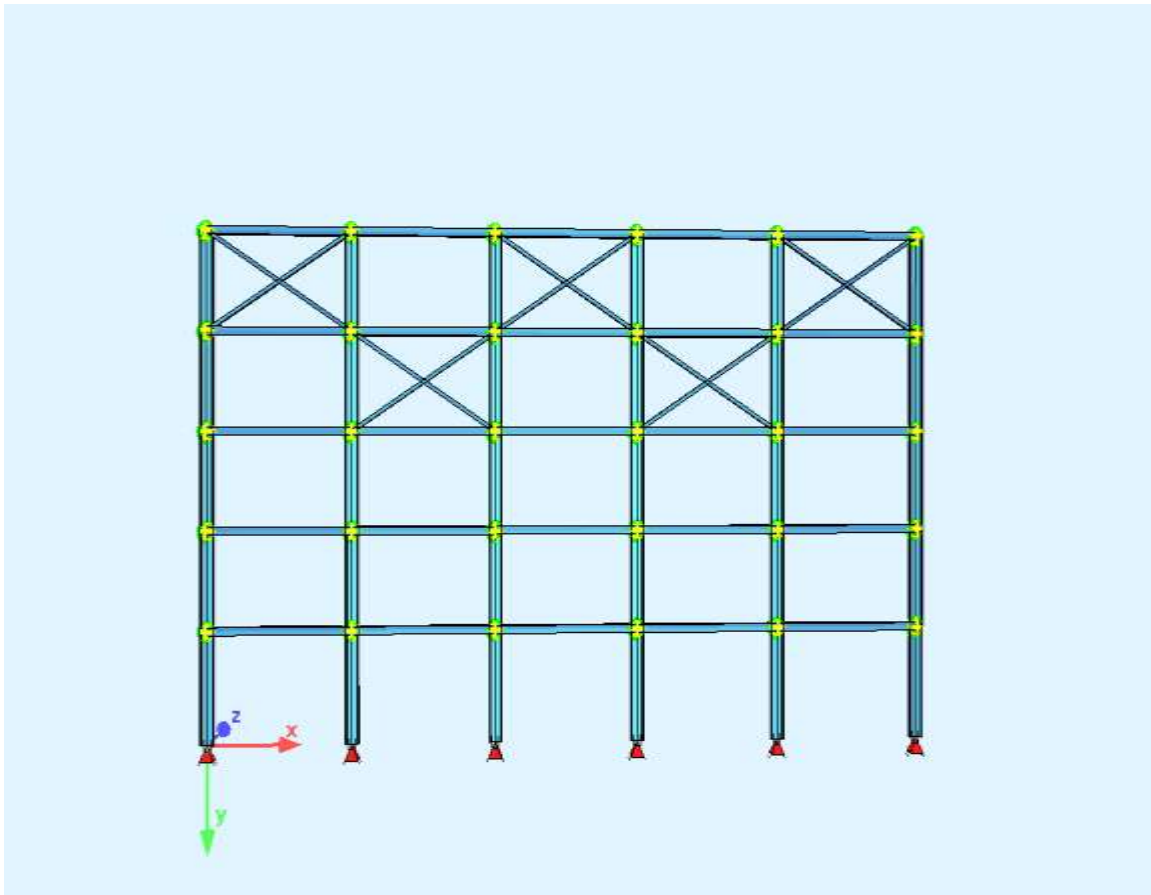


Ο φορέας **Τύπου 3'** αποτελείται από υποστυλώματα διατομής ΗΕΒ και δοκούς διατομής ΗΕΒ. Θα τοποθετηθούν σύνδεσμοι δυσκαμψίας κοίλης ορθογωνικής διατομής εναλλάξ στα ανοίγματα του τελευταίου ορόφου. Οι στηρίξεις στο έδαφος θεωρούνται πακτώσεις. Οι δοκοί είναι συνεχείς ενώ τα υποστυλώματα συνδέονται συγκολλητά με τις δοκούς. Οι ακριβείς θέσεις των στοιχείων του φορέα απεικονίζονται στην εικόνα που ακολουθεί.

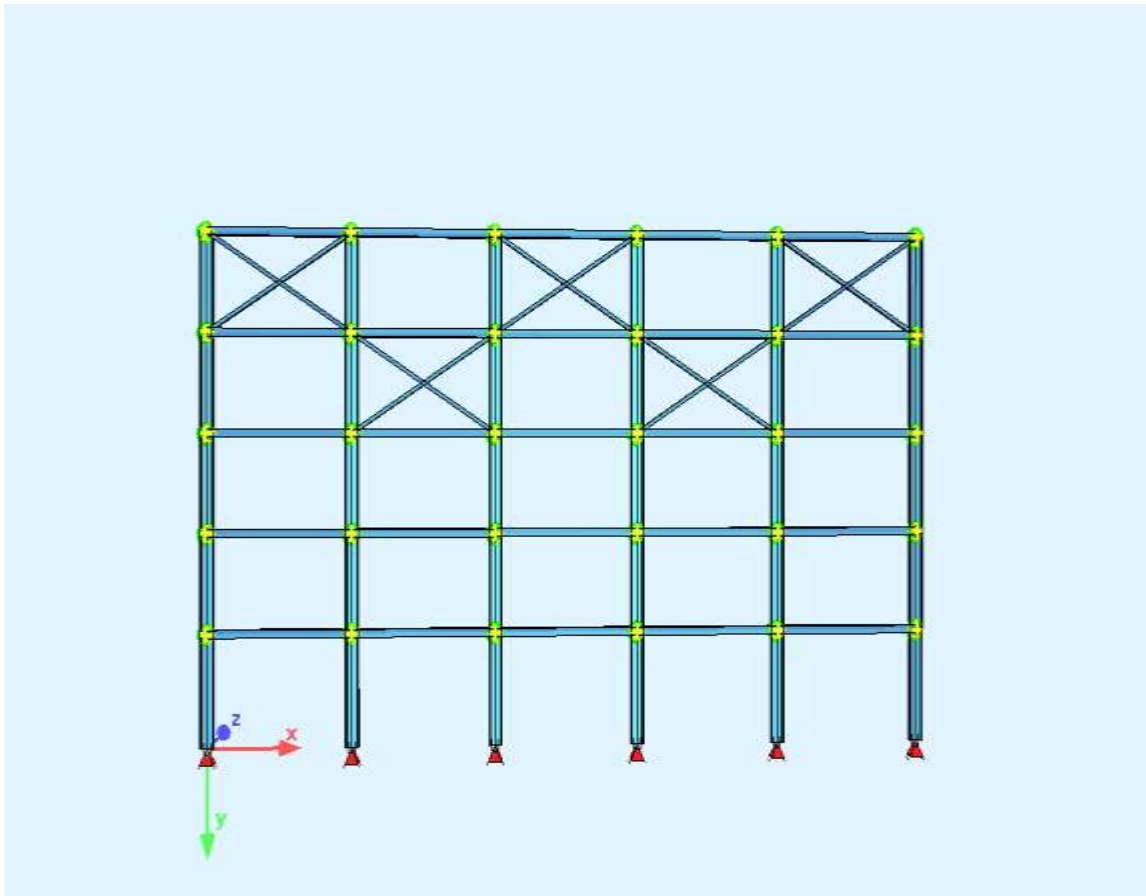


2.2.4 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 4 ΚΑΙ 4'

Ο φορέας **Τύπου 4** αποτελείται από υποστυλώματα διατομής ΗΕΒ και δοκούς διατομής ΗΕΒ. Θα τοποθετηθούν σύνδεσμοι δυσκαμψίας κοίλης ορθογωνικής διατομής εναλλάξ στα ανοίγματα των δύο τελευταίων ορόφων. Οι στηρίξεις στο έδαφος θεωρούνται πακτώσεις. Τα υποστυλώματα είναι συνεχή ενώ οι δοκοί συνδέονται συγκολλητά με τα υποστυλώματα. Οι ακριβείς θέσεις των στοιχείων του φορέα απεικονίζονται στην εικόνα που ακολουθεί.



Ο φορέας **Τύπου 4'** αποτελείται από υποστυλώματα διατομής ΗΕΒ και δοκούς διατομής ΗΕΒ. Θα τοποθετηθούν σύνδεσμοι δυσκαμψίας κούλης ορθογωνικής διατομής εναλλάξ στα ανοίγματα των δύο τελευταίων ορόφων. Οι στηρίξεις στο έδαφος θεωρούνται πακτώσεις. Οι δοκοί είναι συνεχείς ενώ τα υποστυλώματα συνδέονται συγκολλητά με τις δοκούς. Οι ακριβείς θέσεις των στοιχείων του φορέα απεικονίζονται στην εικόνα που ακολουθεί.



2.3 ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Σε όλους τους φορείς επιλέχτηκε ως δομικό υλικό ο χάλυβας S235 ($f_y=235\text{N/mm}^2$). Λαμβάνοντας υπ' όψιν την κράτυνση που μπορεί να παρουσιάσει ο χάλυβας και με βάση τον Ευρωκώδικα $f_t=360\text{N/mm}^2$.

2.4 ΦΟΡΤΙΑ ΚΑΙ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΙ ΔΡΑΣΕΩΝ

2.4.1 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΦΟΡΤΙΩΝ

Τα φορτία που δρουν στον εκάστοτε φορέα διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:

- A) Μόνιμα Φορτία (Dead Loads)
- B) Κινητά Φορτία (Live Loads)
- Γ) Τυχηματικά Φορτία (Accidental Loads)

Η δράση των τελευταίων αποτελεί και το κύριο αντικείμενο της εργασίας. Επίσης τα παραπάνω μπορούν να δρουν σε συνδυασμό. Οι συνδυασμοί των φορτίσεων και οι ακριβείς τιμές τους σε αυτές καθορίζονται από τον κανονισμό και λαμβάνονται υπ' όψιν κατά τους υπολογισμούς.

2.4.2 ΜΟΝΙΜΑ ΦΟΡΤΙΑ

Τα Μόνιμα ή Νεκρά φορτία είναι φορτία σταθερής διεύθυνσης που ενεργούν συνεχώς επί του φορέα. Είναι στατικά φορτία και περιλαμβάνουν το ίδιο βάρος των φερόντων και μη φερόντων στοιχείων της κατασκευής καθώς και το σύνολο των φερόμενων επ' αυτής κατά τη διάρκεια ζωής της. Κατά την ανάλυση εκτιμήθηκαν:

Φορτίο ίδιου βάρους πλάκας σκυροδέματος.

Φορτίο ίδιου βάρους χαλυβδόφυλλου.

Φορτίο ίδιου βάρους επικαλύψεων.

2.4.3 ΚΙΝΗΤΑ ΦΟΡΤΙΑ

Τα Κινητά ή Μεταβλητά φορτία είναι φορτία βαρύτητας ή πλευρικά τα οποία δρουν όταν η κατασκευή βρίσκεται σε λειτουργία και μπορούν να μεταβάλλονται ως προς τη θέση και το μέγεθός τους. Στα κινητά φορτία περιλαμβάνονται άτομα, έπιπλα, αποθηκευμένα αντικείμενα, φορτία χιονιού κ.τ.λ.π. Τα κινητά φορτία λαμβάνονται ως στατικά κατά την ανάλυση των φορέων εκτός ειδικών περιπτώσεων οπότε και λαμβάνεται υπ' όψιν η δυναμική επιρροή αυτών. Οι χαρακτηριστικές τιμές τους δίνονται από τους κανονισμούς, ανάλογα με τη χρήση του κτιρίου. Υπάρχουν 4 κατηγορίες χρήσης σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα.

Κατηγορία A: Χώροι για οικιακές δραστηριότητες

Κατηγορία B: Χώροι γραφείων

Κατηγορία C: Χώροι στους οποίους οι άνθρωποι μπορούν να συναθροιστούν.

Κατηγορία D: Χώροι με εμπορικά καταστήματα.

Κατηγορίες φορτιζόμενων επιφανειών	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]
Κατηγορία A και Κατηγορία B		
Δάπεδα	2,0	2,0
Σκάλες	3,5	2,0
Εξώστες	5,0	3,0
Κατηγορία C		
C1	3,0	3,0
C2	5,0	4,0
C3	5,0	4,0
C4	5,0	4,0
C5	7,5	4,5
Κατηγορία D		
D1	5,0	4,0
D2	5,0	4,0

2.4.4 ΣΕΙΣΜΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ

Ως σεισμικές δράσεις σχεδιασμού θεωρούνται οι ταλαντώσεις του κτιρίου λόγω σεισμού, οι οποίες ονομάζονται και σεισμικές διεγέρσεις ή σεισμικές δονήσεις. Οι σεισμικές δονήσεις κατατάσσονται στις τυχηματικές και δε συνδυάζονται με άλλες τυχηματικές δράσεις, όπως επίσης δεν συνδυάζονται με τις δράσεις λόγω ανέμου.

Η ένταση των εδαφικών σεισμικών διεγέρσεων, καθορίζεται συμβατικά με μία μόνη παράμετρο, τη μέγιστη εδαφική επιτάχυνση σχεδιασμού A , ανάλογα με τη ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας της χώρας στην οποία βρίσκεται το έργο. Η Ελλάδα υποδιαιρείται σε τρεις Ζώνες Σεισμικής Επικινδυνότητας. Σε κάθε Ζώνη αντιστοιχεί μία τιμή σεισμικής επιτάχυνσης εδάφους A , η οποία, σύμφωνα με τα σεισμολογικά δεδομένα, έχει πιθανότητα υπέρβασης 10% στα 50 χρόνια (ή περίοδο επαναφοράς 475 χρόνια), με βάση τη σχέση:

$$A = a \cdot g$$

όπου g είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας

και $\alpha = 0,16$ για Ζώνη I
 $\alpha = 0,24$ για Ζώνη II

$\alpha = 0,36$ για Ζώνη ΙΙΙ

Οι σεισμικές διεγέρσεις σχεδιασμού ορίζονται στην ελεύθερη επιφάνεια του εδάφους ως δύο οριζόντιες (κάθετες μεταξύ τους) και μία κατακόρυφη συνιστώσα, στατιστικά ανεξάρτητες μεταξύ τους, καθορίζονται δε με τη βοήθεια φασμάτων απόκρισης (σε όρους επιτάχυνσης) ενός μονοβάθμιου ταλαντωτή.

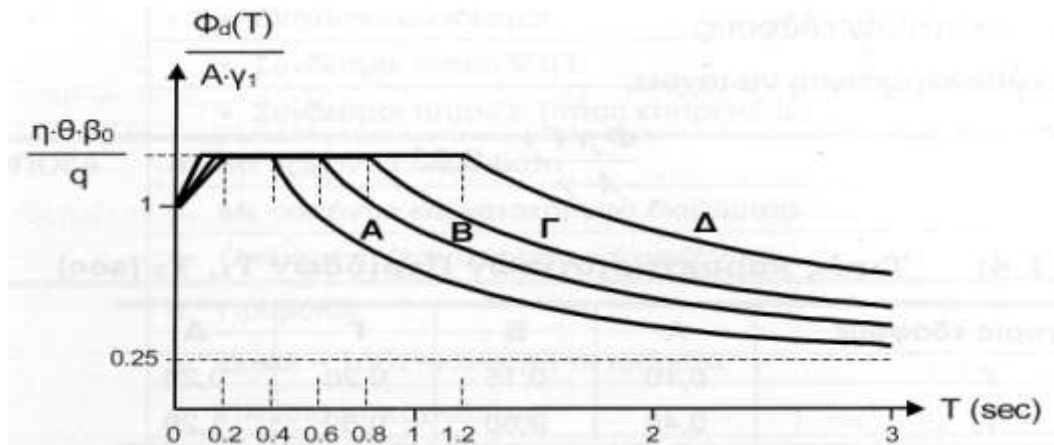
Για τον προσδιορισμό της σεισμικής απόκρισης της κατασκευής προβλέπεται από τον ΕΑΚ2000 (ανάλογα και από το EN 1998) η εφαρμογή των παρακάτω δύο μεθόδων:

- Δυναμική φασματική μέθοδος (πλήρης ιδιομορφική ανάλυση του συστήματος, υπολογισμός μέγιστης σεισμικής απόκρισης για κάθε ιδιομορφή ταλάντωσης και τέλος τετραγωνική επαλληλία των μέγιστων ιδιομορφικών αποκρίσεων).
- Απλοποιημένη φασματική ή ισοδύναμη στατική μέθοδος (δεν απαιτείται ιδιομορφική ανάλυση, αλλά στηρίζεται σε προσεγγιστική θεώρηση μόνο της θεμελιώδους ιδιομορφής ταλάντωσης).

Για την ισοδύναμη γραμμική ανάλυση των κατασκευών στη μετελαστική περιοχή συμπεριφοράς της χρησιμοποιούνται τα φάσματα σχεδιασμού των οριζόντιων συνιστωσών σεισμού του σχήματος , τα οποία προκύπτουν με τροποποίηση των ελαστικών φασμάτων.

α) μέσω εισαγωγής του όρου $2/3$ ως εκθέτη στον κατιόντα κλάδο, και

β) με εφαρμογή του δείκτη συμπεριφοράς q , όπως αναλύεται στη συνέχεια.



Φάσμα Σχεδιασμού

Το φάσμα της κατακόρυφης συνιστώσας προκύπτει από το φάσμα των οριζόντιων συνιστωσών, με πολλαπλασιασμό των τεταγμένων του επί 0,70.

Τα φάσματα του Σχήματος καθορίζονται από τις ακόλουθες εξισώσεις:

Περιοχή Περιόδων **Εξίσωση**

$$0 \leq T \leq T_1: \quad \Phi_d(T) = \gamma_1 A [1 + T/T_1 (n \theta \beta_0 / q - 1)]$$

$$T_1 \leq T \leq T_2: \quad \Phi_d(T) = \gamma_1 A n \theta \beta_0 / q$$

$$T_2 < T : \quad \Phi_d(T) = \gamma_1 A n \theta \beta_0 / q (T_2/T)$$

όπου:

$A = \alpha g$ μέγιστη οριζόντια σεισμική επιτάχυνση του εδάφους

g επιτάχυνση της βαρύτητας

γ_1 συντελεστής σπουδαιότητας του κτιρίου

q συντελεστής συμπεριφοράς του κτιρίου

n διορθωτικός συντελεστής για ποσοστό απόσβεσης $\neq 5\%$

θ συντελεστής επιρροής της θεμελίωσης

T_1 και T_2 χαρακτηριστικές περίοδοι του φάσματος

$\beta_0 = 2,5$ συντελεστής φασματικής επιτάχυνσης, και

A, B, Γ, Δ κατηγορία εδάφους.

Πρέπει σε κάθε περίπτωση να ισχύει:

$$\Phi_d(T) / A \gamma_1 \geq 0,25$$

Κατηγορία εδάφους	A	B	Γ	Δ
T_1	0,10	0,15	0,20	0,20
T_2	0,40	0,60	0,80	1,20

Τιμές Χαρακτηριστικών ιδιοπεριόδων T_1, T_2 (sec)

Ο δείκτης συμπεριφοράς q εισάγει τη μείωση των σεισμικών επιταχύνσεων της πραγματικής κατασκευής λόγω μετελαστικής συμπεριφοράς σε σχέση με τις επιταχύνσεις που προκύπτουν υπολογιστικά σε ελαστικό σύστημα, εκφράζει δε γενικά την ικανότητα ενός δομικού συστήματος να απορροφά ενέργεια μέσω πλαστικής συμπεριφοράς ορισμένων μελών του, χωρίς να μειώνεται δραστικά η ανοχή του.

ΥΛΙΚΟ	ΔΟΜΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	q
1. ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ	α. Πλαίσια ή μικτά συστήματα	3,50
	β. Συστήματα τοιχωμάτων που λειτουργούν ως πρόβολοι	3,00
	γ. Συστήματα στα οποία τουλάχιστον το 50% της συνολικής μάζας βρίσκεται στο ανώτερο 1/3 του ύψους	2,00
2. ΧΑΛΥΒΑΣ	α. Πλαίσια	4,00
	β. Δικτυωτοί σύνδεσμοι με εκκεντρότητα	4,00
	γ. Δικτυωτοί σύνδεσμοι χωρίς εκκεντρότητα	
	• Διαγώνιοι σύνδεσμοι	3,00
	• Σύνδεσμοι τύπου V ή L	1,50
• Σύνδεσμοι τύπου K (όπου επιτρέπεται)	1,00	
3. ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ	α. Με οριζόντια διαζώματα	1,50
	β. Με οριζόντια και κατακόρυφα διαζώματα	2,00
	γ. Οπλισμένη (κατακόρυφα και οριζόντια)	2,50
4. ΞΥΛΟ	α. Πρόβολοι	1,00
	β. Δοκοί - Τόξα - Κολητά πετάσματα	1,50
	γ. Πλαίσια με κοχλιώσεις	2,00
	δ. Πετάσματα με ηλώσεις	3,00

Ο διορθωτικός συντελεστής n εκφράζει την αυξομείωση της επιρροής της ιξώδους απόσβεσης στην ελαστική περιοχή της συμπεριφοράς, όταν το ποσοστό της κρίσιμης απόσβεσης ζ είναι διάφορο του 5% και υπολογίζεται από τη σχέση:

$$n = \sqrt{(7 / (2 + \zeta))} \geq 7$$

Ο συντελεστής θεμελίωσης θ εξαρτάται γενικά από το βάθος και τη δυσκαμψία της θεμελίωσης, εκφράζει δε την ευνοϊκή επιρροή της δύσκαμπτης θεμελίωσης όχι μόνο στη μείωση της έντασης της σεισμικής δόνησης από την επιφάνεια του εδάφους προς το θεμέλιο, αλλά και στη μείωση των κινδύνων διαφορικών καθιζήσεων λόγω δυναμικής διατμητικής συνίζησης χαλαρών εδαφών, αύξηση της αξιοπιστίας κ.λ.π.

Από άποψη σεισμικής επικινδυνότητας τα εδάφη κατατάσσονται σε πέντε κατηγορίες Α, Β, Γ, Δ ΚΑΙ Χ, που περιγράφονται στον ΕΑΚ2000. Σε εδάφη κατηγορίας Α ή Β ο συντελεστής θ λαμβάνει την τιμή 1,0. Σε εδάφη κατηγορίας Γ ή Δ ο συντελεστής θεμελίωσης θ επιτρέπεται να λαμβάνει μικρότερες τιμές, όταν συντρέχει τουλάχιστον μία από τις προϋποθέσεις που αναφέρονται στον παρακάτω πίνακα και εφόσον η

προκύπτουσα φασματική επιτάχυνση σχεδιασμού δεν είναι μικρότερη από εκείνη που θα προέκυπτε για έδαφος κατηγορίας Β.

Προϋποθέσεις		
1α.	Το κτίριο διαθέτει ένα υπόγειο	0,90
1β.	Η θεμελίωση του κτιρίου είναι γενική κοιτόστρωση	
1γ.	Η θεμελίωση του κτιρίου είναι με πασσάλους που φέρουν δοκούς σύνδεσης στην κεφαλή	
2α.	Το κτίριο διαθέτει δύο τουλάχιστον υπόγεια	0,80
2β.	Το κτίριο διαθέτει ένα τουλάχιστον υπόγειο και η θεμελίωση είναι γενική κοιτόστρωση	
2γ.	Η θεμελίωση του κτιρίου είναι με πασσάλους που συνδέονται με ενιαίο κεφαλόδεσμο (όχι αναγκαστικά ενιαίου πάχους)	

Παρατήρηση: Υπόγειος θεωρείται ένας όροφος όταν έχει περιμετρικά τοιχώματα, έτσι ώστε οι συνδεόμενες πλάκες να είναι πρακτικά αμετάθετες.

2.5 ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ

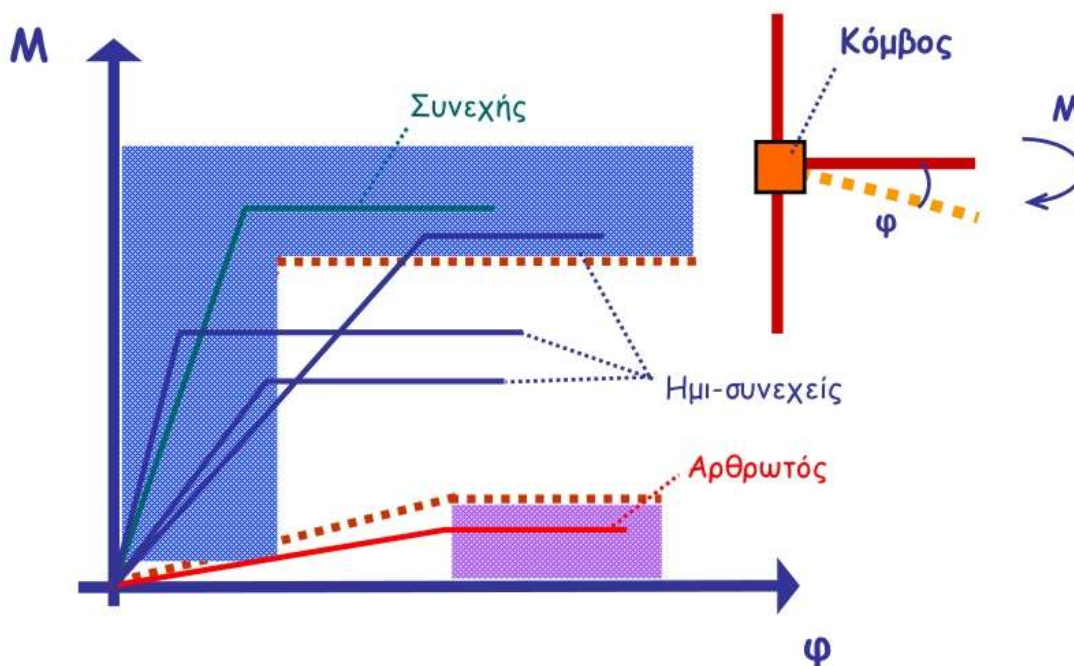
Οι κόμβοι δοκών - υποστυλωμάτων συνήθως διαμορφώνονται με κοχλίωση μέσω μετωπικών πλακών ή με συγκόλληση.



Προκειμένου να κάνουμε ελαστοπλαστική ανάλυση, οι κόμβοι προσομοιώνονται ανάλογα με την αντοχή τους και τη δυσκαμψία τους. Έτσι έχουμε την παρακάτω κατηγοριοποίηση αυτών.

- Συνεχείς: υψηλής αντοχής και δυσκαμψίας
- Αρθρωτοί: χαμηλής αντοχής και δυσκαμψίας
- Ημισυνεχείς: ενδιάμεσης αντοχής και δυσκαμψίας

Αυτή η κατηγοριοποίηση γίνεται με βάση τη συμπεριφορά τους, η οποία εκφράζεται μέσω της καμπύλης ροπής-στροφής ($M-\varphi$), όπου η ροπή εκφράζει την εφαρμοζόμενη ροπή στη δοκό και η στροφή τη μετακίνηση της γωνίας μεταξύ των συνδεόμενων μελών.



Για να χαρακτηριστεί ένας κόμβος με βάση την ακαμψία του χρησιμοποιούμε τις εξής ανισοτικές σχέσεις:

- Ακαμπτος: $(\text{Δυσκαμψία}) \geq 25EI_b/L_b$
- Αρθρωτός: $(\text{Δυσκαμψία}) \leq 0.5EI_b/L_b$

Για να χαρακτηριστεί ένας κόμβος με βάση την αντοχή του χρησιμοποιούμε τις εξής ανισοτικές σχέσεις:

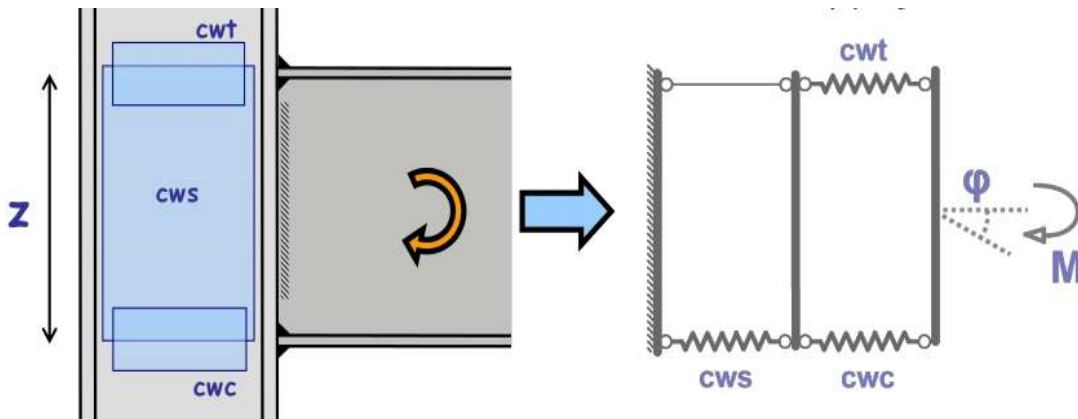
- Πλήρους αντοχής: $(\text{Αντοχή κόμβου}) > (\text{Αντοχή συνδεόμενων μελών})$

- Αρθρωτός: (Αντοχή κόμβου) $< 0.25 \times$ (Αντοχή συνδεόμενων μελών)

Επομένως, προκύπτει η ανάγκη υπολογισμού της αντοχής και της δυσκαμψίας των κόμβων ώστε να γίνει ο σωστός σχεδιασμός τους, κι έπειτα να προσομοιωθούν στο πρόγραμμα υπολογιστή.

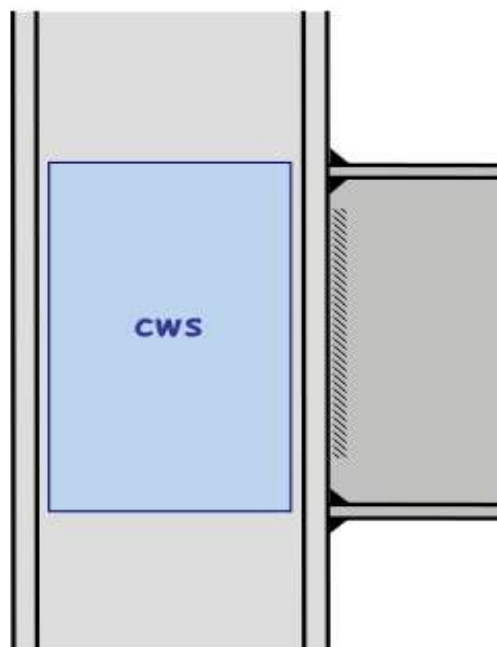
Ο υπολογισμός της δυσκαμψίας και αντοχής των κόμβων μπορεί να γίνει είτε πειραματικά, είτε αριθμητικά (με αναλύσεις πεπερασμένων στοιχείων), είτε αναλυτικά. Ο πιο απλός και εύχρηστος τρόπος είναι εκείνος με τα αναλυτικά προσομοιώματα κόμβων. Ακολουθώντας λοιπόν αυτόν τον τρόπο προσομοίωσης υπολογίζονται η δυσκαμψία και αντοχή κατά τον Ευρωκώδικα 3 με τη μέθοδο των συστατικών μερών.

Σύμφωνα με αυτή τη μέθοδο, ο κόμβος θεωρείται ένα σύστημα πολλών μικρότερων τμημάτων. Συγκεκριμένα, όταν αναφερόμαστε σε συγκολλητό κόμβο έχουμε το παρακάτω μηχανικό προσομοίωμα δυσκαμψίας.



Όπως φαίνεται και στην εικόνα, ο κόμβος διαιρείται σε τρεις χαρακτηριστικές περιοχές: την εφελκόμενη, την διατενόμενη και τη θλιβόμενη περιοχή. Η ροπή αντοχής του κόμβου $M_{j,rd}$ προσδιορίζεται με τη βοήθεια των αντοχών αυτών των επιμέρους συστατικών του κόμβου.

- Κορμός υποστυλώματος σε διάτμηση



Η αντοχή δίνεται από τον τύπο: $V_{wp,rd} = 0.9 f_{y,wc} A_{vc} / \sqrt{3} \gamma_{MO}$

Η δυσκαμψία δίνεται από τον τύπο: $k_c w_s = 0.38 A_{vc} / \beta_z$

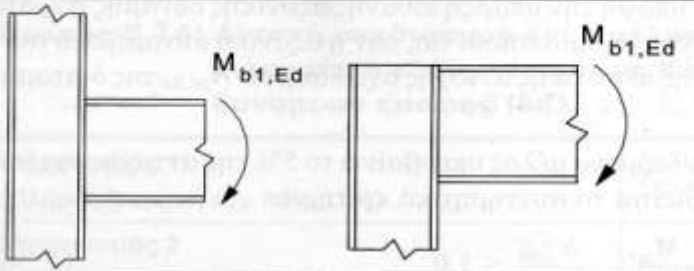
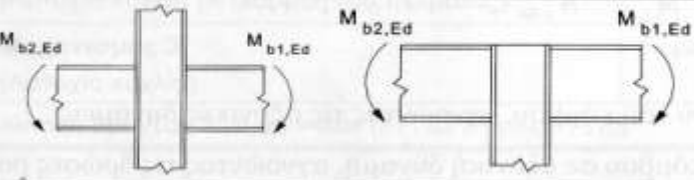
A_{vc} = επιφάνεια διάτμησης διατομής υποστυλώματος

$f_{y,wc}$ = όριο διαρροής κορμού υποστυλώματος

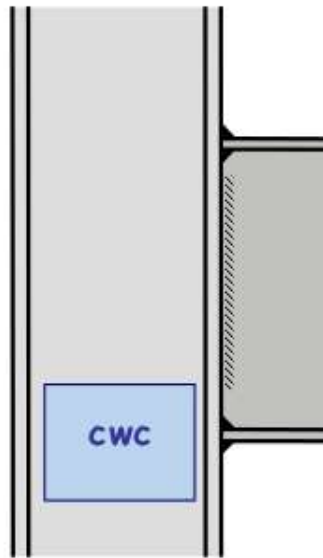
γ_{MO} = συντελεστής ασφαλείας ίσος με τη μονάδα

z = μοχλοβραχίονας Ft, Fc

β = συντελεστής μετασηματισμού, ο οποίος εξαρτάται από την κατανομή των ροπών εκατέρωθεν του κόμβου (παρατίθεται πίνακας παρακάτω)

Τύπος διαμόρφωσης κόμβου	Δράση	Τιμή του β
	$M_{b1,Ed}$	$\beta \approx 1$
	$M_{b1,Ed} = M_{b2,Ed}$ $M_{b1,Ed} / M_{b2,Ed} > 0$ $M_{b1,Ed} / M_{b2,Ed} < 0$ $M_{b1,Ed} + M_{b2,Ed} = 0$	$\beta = 0$ *) $\beta \approx 1$ $\beta \approx 2$ $\beta \approx 2$

- Κορμός υποστυλώματος σε εγκάρσια θλίψη



Η αντοχή δίνεται από τον τύπο:

$$F_{c_w,rd} = \min \{ \omega k_w c b_{eff,c,wc} t_{wc} f_{y,wc} / \gamma_{M0}, k_{wc} \rho b_{eff,c,wc} t_{wc} f_{y,wc} / \gamma_{M1} \}$$

Η δυσκαμψία δίνεται από τον τύπο: $k_{c,wc} = 0.7 b_{eff,c,wc} t_{wc} / d_c$

k_{wc} = μειωτικός συντελεστής λόγω αξονικής θλιπτικής δύναμης στο υποστύλωμα

Όταν $\sigma_{com,ed} \leq 0.7 \times f_{y,wc}$: $k_{wc} = 1$

$$\sigma_{com,ed} \geq 0.7 \times f_{y,wc}: \quad k_{wc} = 1.7 - \sigma_{com,ed} / f_{y,wc}$$

$\sigma_{com,ed}$ = μέγιστη διαμήκης θλιπτική τάση λόγω αξονικής δύναμης και καμπτικής ροπής στο υποστύλωμα.

$$b_{eff,c,wc} = t_{fb} + 2\sqrt{2}a_b + 5(t_{fc} + s)$$

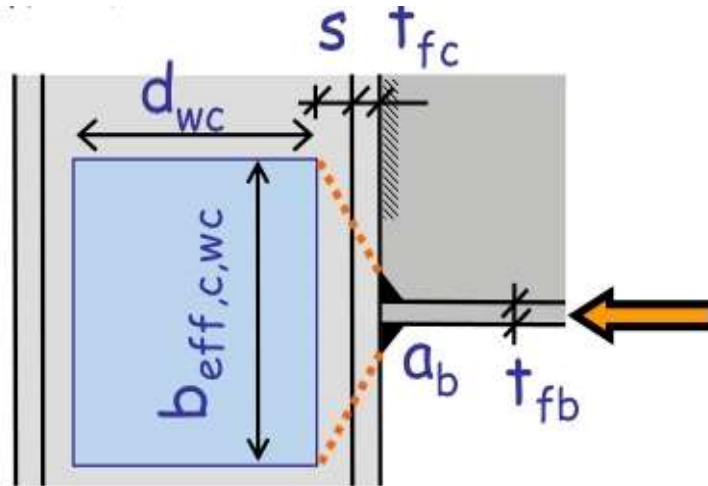
ρ : μειωτικός συντελεστής για πιθανό λυγισμό του κορμού.
Εξαρτάται από τη $\lambda\rho$.

Για $\lambda\rho \leq 0.72$: $\rho = 1.0$

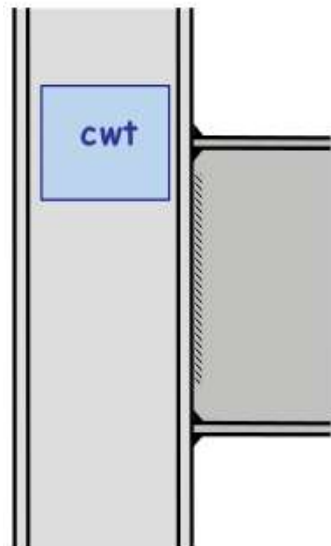
$$\lambda\rho > 0.72: \rho = (\lambda\rho - 0.2) / \lambda\rho^2$$

όπου, $\lambda_p = 0.932 \times \sqrt{(b_{\text{eff},c,wc} d_{wc} f_{ywc} / Et_{wc})}$

ω = μειωτικός συντελεστής για πιθανή αλληλεπίδραση με διάτμηση, ο οποίος εξαρτάται από την τιμή του συντελεστή μετασχηματισμού β .



- Κομμός υποστυλώματος σε εφελκυσμό



Η αντοχή δίνεται από τον τύπο:

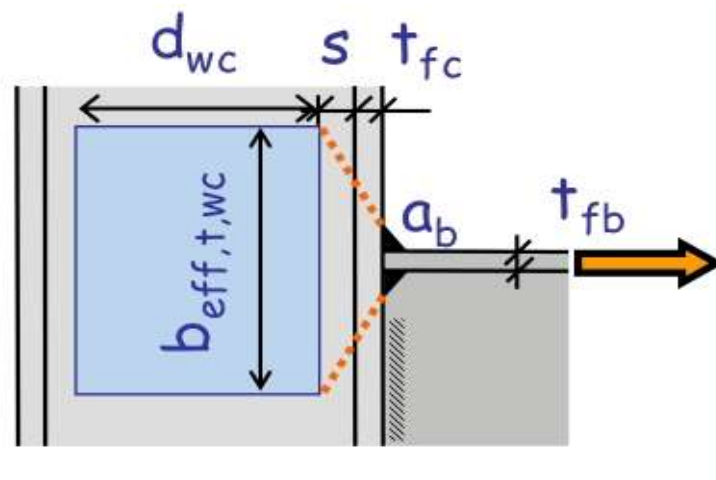
$$F_{t,wc,rd} = \omega \times (b_{\text{eff},t,wc} t_{wc} f_{y,wc}) / \gamma M_0$$

Η δυσκαμψία δίνεται από τον τύπο:

$$k_{t,wc} = 0.7 \times (b_{\text{eff},t,wc} t_{wc}) / d_c$$

$$b_{\text{eff},t,wc} = t_{fb} + 2r\sqrt{a_b} + 5(t_{fc} + s)$$

(Ο συντελεστής ω υπολογίζεται όπως προηγουμένως).



Παράμετρος μετασχηματισμού β (Πίνακας 5.15)	Μειωτικός συντελεστής ω
$0 \leq \beta \leq 0,5$	$\omega = 1$
$0,5 < \beta < 1$	$\omega = \omega_1 + 2(1 - \beta)(1 - \omega_1)$
$\beta = 1$	$\omega = \omega_1$
$1 < \beta < 2$	$\omega = \omega_1 + (\beta - 1)(\omega_2 - \omega_1)$
$\beta = 2$	$\omega = \omega_2$
$\omega_1 = \frac{1}{\sqrt{1 + 1,3(b_{\text{eff},c,wc} t_{wc} / A_{vc})^2}}$	$\omega_2 = \frac{1}{\sqrt{1 + 5,2(b_{\text{eff},c,wc} t_{wc} / A_{vc})^2}}$
A_{vc} = επιφάνεια διάτμησης του υποστυλώματος	

Αφού γίνει ο υπολογισμός αντοχών και δυσκαμψιών των τριών ζωνών, υπολογίζεται η αντοχή του κόμβου από τη σχέση:

$$M_{j,rd} = F_{rd} \times z$$

Η F_{rd} ισούται με την ελάχιστη αντοχή εκ των τριών ζωνών

$$F_{rd} = \min\{V_{wp,rd}, F_{c,wc,rd}, F_{t,wc,rd}\}$$

Η τελική δυσκαμψία του κόμβου δίνεται από τον τύπο:

$$S_{j,ini} = E \times z / (1/k_{cws} + 1/k_{c,wc} + 1/k_{t,wc})$$

2.6 ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Ο προσδιορισμός των εντατικών και παραμορφωσιακών μεγεθών ενός φορέα γίνεται με μία από τις παρακάτω μεθόδους:

- 1) Γραμμική ελαστική ανάλυση
- 2) Πλαστική ανάλυση
- 3) Γεωμετρικώς μη γραμμική, ελαστική ανάλυση
- 4) Γεωμετρικώς μη γραμμική, πλαστική ανάλυση

1) Γραμμική ελαστική ανάλυση

Οι παραμορφώσεις w και οι ανηγμένες παραμορφώσεις ε είναι μικρές, ώστε η συμπεριφορά να είναι ελαστική και η επίλυση να γίνεται με βάση την αρχική απαραμόρφωτη γεωμετρία του φορέα. Η ανάλυση αυτή ονομάζεται και ελαστική ανάλυση με βάση τη θεωρία 1^{ης} τάξης.

2) Πλαστική ανάλυση

Οι παραμορφώσεις w είναι μικρές αλλά οι ανηγμένες παραμορφώσεις ε μεγάλες. Η επίλυση γίνεται με βάση την απαραμόρφωτη γεωμετρία του φορέα αλλά λαμβάνονται υπόψη ανελαστικές παραμορφώσεις. Η ανάλυση αυτή ονομάζεται και πλαστική ανάλυση με βάση τη θεωρία 1^{ης} τάξης.

3) Γεωμετρικώς μη γραμμική, ελαστική ανάλυση

Οι ανηγμένες παραμορφώσεις ε είναι μικρές αλλά οι παραμορφώσεις w μεγάλες. Η ανάλυση είναι ελαστική αλλά η επίλυση γίνεται με βάση την παραμορφωμένη γεωμετρία του φορέα. Ανάλογα με το αν είναι μεγάλες οι στροφές ή οι μετατοπίσεις η ανάλυση αυτή ονομάζεται γραμμική θεωρία ευστάθειας ή μη γραμμική θεωρία ευστάθειας αντίστοιχα.

4) Γεωμετρικώς μη γραμμική, πλαστική ανάλυση

Οι παραμορφώσεις w και οι ανηγμένες παραμορφώσεις ε είναι μεγάλες. Από συνδυασμό των παραπάνω έχουμε εφαρμογή της θεωρίας πλαστικών αρθρώσεων 2^{ης} και 3^{ης} τάξης.

2.7 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ SOFISTIK2003

2.7.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το SOFISTIK2003 αποτέλεσε βασικό εργαλείο για τη διεκπεραίωση της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας. Η προσομοίωση όλων των φορέων, η επιλογή βέλτιστων διατομών από στατικά και σεισμικά φορτία καθώς και η εξαγωγή των τελικών αποτελεσμάτων εντατικών και παραμορφωσιακών μεγεθών υπολογίστηκαν από το συγκεκριμένο πρόγραμμα.

Το SOFISTIK2003 έχει σχεδιαστεί με ιδιαίτερη έμφαση στην ανάλυση κατασκευών που αποτελούν αντικείμενο του Πολιτικού Μηχανικού. Χαρακτηριστικό του συγκεκριμένου προγράμματος είναι ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε για την ανάλυση μεταλλικών κατασκευών, είτε κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα. Είναι ένα ευέλικτο πρόγραμμα επίλυσης, που παρέχει σε κάθε χρήστη τη δυνατότητα εύρεσης μιας γρήγορης και αποτελεσματικής λύσης για δεδομένη κατασκευή.

Το SOFISTIK2003 αποτελείται από ένα σύνολο υποπρογραμμάτων. Στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία, χρησιμοποιήθηκαν τα εξής υποπρογράμματα εισόδου: AQUA, GENF, ASE, DYNA, AQB . Η εξαγωγή των αποτελεσμάτων έγινε μέσω των εφαρμογών WinGraf, Animator και Ursula ενώ ο κώδικας εισόδου δόθηκε μέσω του TEDDY.

2.7.2.ΥΠΟΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΚΑΙ Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥΣ

- **AQUA:** Καθορίζονται τα υλικά καθώς και οι διατομές του φορέα.
- **GENF:** Δίνονται τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των μελών (δοκών και υποστυλωμάτων), καθώς και τα χαρακτηριστικά των κόμβων και των στηρίξεων (αντοχή και δυσκαμψία).
- **ASE:** Δίνεται η φόρτιση καθώς και η τάξη της θεωρίας σύμφωνα με την οποία γίνεται ανάλυση. Το ASE είναι ιδιαίτερα χρήσιμο όταν κανείς θέλει να κάνει ελαστοπλαστική ανάλυση και να λαβει υπόψη φαινόμενα 2^{ης} και ανώτερης τάξης.
- **DYNA:** Μέσω του DYNA υπολογίζουμε τις σεισμικές δράσεις καθώς και τις ιδιομορφές του φορέα αφού ορίσουμε τη μέθοδο ιδιομορφικής ανάλυσης (CQC,SRSS, κ.λ.π.). Επίσης ορίζουμε το φάσμα σχεδιασμού .
- **AQB:** Με βάση τα επιλεγμένα μεγέθη, υπολογίζονται οι αναπτυσσόμενες τάσεις στις διατομές για κάποια συγκεκριμένη φόρτιση και επίσης υπολογίζεται το ποσοστό εκμετάλλευσης της αντοχής των διατομών σε κάθε είδους καταπόνηση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΦΟΡΕΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

3.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΦΟΡΕΩΝ

3.1.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΦΟΡΤΙΩΝ

Σε αυτή την παράγραφο γίνεται ο υπολογισμός των φορτίων που δέχεται ο τυπικός φορέας (μόνιμα και κινητά), με βάση τη γεωμετρία του κτιρίου που υποθέσαμε. Κατόπιν, γίνεται επιλογή και έλεγχος των διατομών των στοιχείων, μέσω του προγράμματος SOFISTIK, ώστε να γίνεται η κατά το δυνατόν μεγαλύτερη εκμετάλλευσή τους κατά τη φόρτιση του φορέα. Ο έλεγχος γίνεται για τους φορείς για συνδυασμό φόρτισης σε Οριακή Κατάσταση Αστοχίας από στατικά και από σεισμικά φορτία.

Συνδυασμοί δράσεων

$$\alpha) 1,35G+1,5Q+(2\%ατέλεια)$$

$$\beta) 1,0G+0,3Q+E+(2\%ατέλεια)$$

Μόνιμα φορτία

$$\text{Πλάκα πάχους } 10\text{cm} : \quad g_1=25 \times 0,10=2,5\text{kN/m}^2$$

$$\text{Χαλυβδόφυλλο πάχους } 8\text{mm} : \quad g_2= 7850 \times 9,81 \times 0,008 \times 0,001=0,616\text{kN/m}^2$$

$$\text{Επικαλύψεις και μηχανολογικός εξοπλισμός: } \quad g_3= 0,63\text{kN/m}^2$$

$$G= g_1 + g_2+ g_3 = 3,75\text{kN/m}^2$$

Κινητά φορτία

$$\text{Για κτίριο γραφείων:} \quad Q= 2\text{kN/m}^2$$

Σεισμικά φορτία:

Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας : Z2

Κατηγορία σπουδαιότητας: Σ2

Κατηγορία εδάφους : B

Συντελεστής θεμελίωσης: $\theta= 1,00$

Συντελεστής συμπεριφοράς : $q = 1,5$

Επομένως, η τελική τιμή από τα στατικά φορτία για πλάτος επιρροής 5m είναι :

$$(1,35 G + 1,5 Q) \times 5,00m = 40,32kN/m \quad (\text{Κατανεμημένο φορτίο ανά άνοιγμα})$$

$$\text{Ατέλεια: } 2\% \times 40,32 \text{ kN/m} \times 30 = 24,2 \text{ kN} \quad (\text{Συγκεντρωμένο οριζόντιο φορτίο ανά όροφο})$$

και η τελική τιμή για τον συνδυασμό $G+0,30Q$:

$$(1,00 G + 0,3 Q) \times 5,00m = 21,75kN/m \quad (\text{Κατανεμημένο φορτίο ανά άνοιγμα})$$

$$\text{Ατέλεια: } 2\% \times 21,75kN/m \times 30 = 13,05kN \quad (\text{Συγκεντρωμένο οριζόντιο φορτίο ανά όροφο})$$

Ο υπολογισμός της δράσης E έγινε μέσω του προγράμματος SOFISTIK λαμβάνοντας υπόψη τις πρώτες δέκα ιδιομορφές του φορέα, καθώς και τον συνδυασμό $G+0,30Q$.

3.1.2 ΕΠΙΛΟΓΗ ΔΙΑΤΟΜΩΝ

Μετά από διαδοχικές επιλογές διατομών των μελών και εκτελέσεις των υπολογισμών μέσω του προγράμματος SOFISTIK καταλήξαμε στις παρακάτω διατομές με τις οποίες προσεγγίζουμε τη βέλτιστη εκμετάλλευση:

ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ: HEB 550

ΔΟΚΟΙ: HEB 280

ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΔΥΣΚΑΜΨΙΑΣ: SH 140 140 8

Για τις παραπάνω διατομές που επιλέχθηκαν υπολογίζονται ενδεικτικά οι αντοχές τους:

HEB 550

$$M_y = W_{pl,y} \cdot f_y = 1313,89 \text{ kNm}$$

$$N_y = A \cdot f_y = 5971,35kN$$

HEB 280

$$M_y = W_{pl,y} \cdot f_y = 360,59 \text{ kNm}$$

$$N_y = A \cdot f_y = 3087,9 \text{ kN}$$

SH 140× 140× 8

$$N_y = 976,43 \text{ kN}$$

Σημείωση: Ο κώδικας εισόδου για την εκτέλεση των απαραίτητων υπολογισμών, παρατίθεται στο τέλος της εργασίας.

3.1.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ

Θεωρούμε ότι οι κόμβοι των φορέων δε θα πρέπει να είναι τελείως άκαμπτοι, αλλά ούτε και αρθρωτοί. Δηλαδή, θεωρούμε κόμβους ημισυνεχείς οι οποίοι προσομοιώνονται και στον υπολογιστή ως ελατήρια με κάποια συγκεκριμένη δυσκαμψία και κάποια αντοχή.

Ακολουθεί ο υπολογισμός σύμφωνα με τη θεωρία που διατυπώθηκε στο κεφάλαιο 2 της εργασίας, και γίνεται ο έλεγχος της ορθότητας της αρχικής θεώρησης αυτών ως ημισυνεχείς.

1) Υπολογισμός συνδέσεων δοκού σε υποστύλωμα

(Φορείς 1,2,3,4)

- Διατομή δοκού: *HEB 280*
- Διατομή Υποστυλώματος: *HEB 550*

$$t_{fb} = 18.0 \text{ mm} \quad s = 27 \text{ mm} \quad d_{wc} = 438 \text{ mm}$$

$$t_{fc} = 29.0 \text{ mm} \quad t_{wc} = 15 \text{ mm} \quad E = 21000 \text{ kN/cm}^2$$

$$I_c = 13080 \text{ cm}^4 \quad a_b = 5 \text{ mm} \quad h_c = 550 \text{ mm}$$

(Έχουμε θεωρήσει συγκόλληση 5mm)

α) Κορμός υποστρωμάτος σε διάτμηση

- Αντοχή: $V_{wp,Rd} = 0.9f_{y,wc}A_{vc}/\sqrt{3}\gamma_{M0}$

$$A_{vc} = 100,10 \text{ cm}^2$$

$$f_{y,wc} = 23,5 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{Αντοχή σε διάτμηση : } V_{wp,Rd} = 1222,32 \text{ kN}$$

- Δυσκαμψία: $k_{cws} = 0,38 A_{vc}/\beta z$

Σύμφωνα με διάγραμμα ροπών έχουμε: $M_{b1,Ed}/M_{b2,Ed} > 0$ καθώς εφελκείται το πάνω πέλμα και από τις δύο πλευρές. Επομένως τίθεται $\beta=1$.

$$z = 280 - 18 = 262 \text{ mm} = 26,2 \text{ cm}$$

$$\text{Δυσκαμψία: } k_{cws} = 0,38 \times 100,10 / 1 \times 26,2 = 1,683 \text{ cm}$$

β) Κορμός υποστρώματος σε εγκάρσια θλίψη

$$b_{\text{eff},c,wc} = 1,8 \text{ cm} + 2\sqrt{2} \times 0,5 \text{ cm} + 5 \times (2,9 \text{ cm} + 2,7 \text{ cm}) = \\ = 1,8 \text{ cm} + 1,414 \text{ cm} + 28 \text{ cm} = 31,214 \text{ cm}$$

$$\beta = 1 \rightarrow \omega = \omega_1 \rightarrow \omega = 1/\sqrt{[1 + 1,3 \times (31,214 \times 1,5 / 100,10)]} \\ = 0,884$$

$$\sigma_{\text{com},Ed} = N_{c,Ed}/A_c + M_{cd}/I_c (h_c/2 - t_{fc} - r_c) =$$

$$= 1208/100,10 + 4100/136700(55/2 - 2,9 - 2,7) = \\ = 12,72 \text{ kN/cm}^2$$

$$0,7f_{y,wc} = 0,7 \times 23,5 = 16,45 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{Επομένως : } \sigma_{\text{com},Ed} < 0,7f_{y,wc} : k_{wc} = 1$$

$$\lambda_p = 0,932 \times \sqrt{[(b_{\text{eff},c,wc} d_{wc} f_{y,wc}) / (E t_{wc}^2)]} = \\ 0,932 \sqrt{[(31,214 \times 43,8 \times 23,5) / (21000 \times 1,52)]} \rightarrow \lambda_p = 0,769 > 0,72$$

$$\rho = (\lambda_p - 0,2) / \lambda_p^2 = (0,769 - 0,2) / 0,769^2 \rightarrow \rho = 0,962$$

$$(\omega \times k_{wc} \times b_{\text{eff,c,wc}} \times t_{wc} \times f_{y,wc}) / \gamma_{M0} = 0,8824 \times 1 \times 1,5 \times 23,5 \times 31,214 = 970,9 \text{ kN}$$

$$(\omega \times k_{wc} \times \rho \times b_{\text{eff,c,wc}} \times t_{wc} \times f_{y,wc}) / \gamma_{M1} = 884,49 \times 0,962 / 1,1 = 849,096 \text{ kN}$$

Άρα : $F_{c,w,Rd} = 849,096 \text{ kN}$

$$k_{c,wc} = 0,7 \times 31,214 \times 1,5 / 43,8 = 0,748 \text{ cm}$$

γ) Κορμός υποστυλώματος σε εφελκυσμό

- Αντοχή : $F_{t,wc,Rd} = 0,884 \times 31,214 \times 1,5 \times 23,5 / 1,00$

$$\rightarrow F_{t,wc,Rd} = 972,66 \text{ kN}$$

- Δυσκαμψία: $k_{t,wc} = 0,7 \times 31,214 \times 1,5 / 43,8 = 0,748 \text{ cm}$

-Επομένως : $F_{Rd} = 849,096 \rightarrow M_{j,Rd} = 849,096 \times 26,2$

$$\rightarrow M_{j,Rd} = 222,59 \text{ kNm}$$

$$S = 4288236 \text{ kNcm}$$

δ) Χαρακτηρισμός κόμβου

$$M_{b,Rd} = W_{pl,y} \times f_y = 1534 \text{ cm}^3 \times 23,5 \text{ kN/cm}^2 = 360,49 \text{ kNm}$$

$$0,25 \times M_{b,Rd} = 90,1225 \text{ kNm}$$

$$M_{j,Rd} = 222,59 \text{ kNm} > 0,25 \times M_{b,Rd} = 90,1225 \text{ kNm}$$

$$0,5 \times EI_b / L_b = 0,5 \times 21000 \times 19270 / 6 = 337225 \text{ kNcm}$$

$$S_{j,n,i} = 4288236 \text{ kNcm} > 0,5 \times EI_b / L_b = 337225 \text{ kNcm}$$

Επομένως, ο κόμβος μπορεί να χαρακτηριστεί ως ημισυνεχής όπως είχαμε υποθέσει αρχικά.

2) Υπολογισμός συνδέσεων υποστυλώματος σε δοκό

(Φορείς 1', 2', 3', 4')

Στη συγκεκριμένη περίπτωση ο υπολογισμός θα γίνει με τον ίδιο τρόπο θεωρώντας αντίστροφα τους ρόλους των μελών. Δηλαδή, θα θεωρήσουμε ως δοκάρι το υποστύλωμα και ως υποστύλωμα το δοκάρι. Οι διατομές είναι οι ίδιες με την προηγούμενη σύνδεση. Πάραυτα, καταγράφουμε ξανά τα στοιχεία των διατομών που χρειάζονται για τους υπολογισμούς διότι οι αντιστοιχίες θα είναι διαφορετικές.

$$\begin{aligned}
 t_{fb} &= 29 \text{ mm} & s &= 27 \text{ mm} & d_{wc} &= 196 \text{ mm} \\
 t_{fc} &= 18 \text{ mm} & t_{wc} &= 10,5 \text{ mm} & E &= 21000 \text{ kN/cm}^2 \\
 I_c &= 19270 \text{ cm}^4 & a_b &= 5 \text{ mm} & h_c &= 280 \text{ mm} \\
 z &= 55 - 2,9 = 52,1 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

α) Κορμός υποστυλώματος σε διάτμηση

- Αντοχή: $V_{wp,Rd} = 0,9 f_{y,wc} A_{vc} / \sqrt{3} \gamma_{M0}$

$$A_{vc} = 41,09 \text{ cm}^2$$

$$f_{y,wc} = 23,5 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{Αντοχή σε διάτμηση : } V_{wp,Rd} = 501,75 \text{ kN}$$

- Δυσκαμψία: $kcws = 0,38 A_{vc} / \beta z$

Σύμφωνα με διάγραμμα ροπών έχουμε: $M_{b1,Ed} / M_{b2,Ed} > 0$ καθώς εφελκύεται το πάνω πέλμα και από τις δύο πλευρές. Επομένως τίθεται $\beta = 1$.

$$z = 550 - 29 = 521 \text{ mm} = 52,1 \text{ cm}$$

$$\text{Δυσκαμψία: } kcws = 0,38 \times 41,09 / 1 \times 52,1 = 0,3 \text{ cm}$$

β) Κορμός υποστυλώματος σε εγκάρσια θλίψη

$$\begin{aligned}
 b_{\text{eff},c,wc} &= 2,9 \text{ cm} + 2\sqrt{2} \times 0,5 \text{ cm} + 5 \times (1,8 \text{ cm} + 2,4 \text{ cm}) = \\
 &= 2,9 \text{ cm} + 1,414 \text{ cm} + 2,1 \text{ cm} = 25,314 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\beta = 1 \rightarrow \omega = \omega_1 \rightarrow \omega = 1 / \sqrt{[1 + 1,3 \times (25,314 \times 1,05 / 41,09)]} = 0,804788$$

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{com,Ed}} &= N_{\text{c,Ed}}/A_c + M_{\text{cd}}/I_c (h_c/2 - t_{\text{fc}} - r_c) = \\ &= 4,37/131,40 + 8550/19270(28/2 - 1,8 - 2,7) = \\ &= 4,25 \text{ kN/cm}^2\end{aligned}$$

$$0,7f_{y,wc} = 0,7 \times 23,5 = 16,45 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{Επομένως : } \sigma_{\text{com,Ed}} < 0,7f_{y,wc} : k_{wc} = 1$$

$$\rho = 1 \text{ (η δοκός δεν έχει θέμα λυγισμού)}$$

$$\begin{aligned}(\omega \times k_{wc} \times b_{\text{eff,c,wc}} \times t_{wc} \times f_{y,wc})/\gamma_{M0} &= 0,804788 \times 1 \times 1,05 \times 23,5 \times 25,314 \\ &= 502,6887 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$\text{Άρα : } F_{\text{c,w,Rd}} = 502,6887 \text{ kN}$$

γ) Κορμός υποστυλώματος σε εφελκυσμό

- Αντοχή : $F_{\text{t,wc,Rd}} = 0,804788 \times 25,314 \times 1,05 \times 23,5/1,00$

$$\rightarrow F_{\text{t,wc,Rd}} = 502,6887 \text{ kN}$$

- Δυσκαμψία : $kt_{wc} = 0,7 \times 25,314 \times 1,05/19,6 = 0,949 \text{ cm}$

-Επομένως : $F_{\text{Rd}} = 501,75 \text{ kN} \rightarrow M_{j,\text{Rd}} = 501,75 \times 52,1$

$$\rightarrow M_{j,\text{Rd}} = 261,9 \text{ kNm}$$

$$S = 16396297 \text{ kNcm}$$

δ) Χαρακτηρισμός κόμβου

$$M_{b,\text{Rd}} = W_{\text{pl,y}} \times f_y = 1534 \text{ cm}^3 \times 23,5 \text{ kN/cm}^2 = 360,49 \text{ kNm}$$

$$0,25 \times M_{b,\text{Rd}} = 90,1225 \text{ kNm}$$

$$M_{j,\text{Rd}} = 261,9 \text{ kNm} > 0,25 \times M_{b,\text{Rd}} = 90,1225 \text{ kNm}$$

$$0,5 \times EI_b/L_b = 0,5 \times 21000 \times 19270/6 = 337225 \text{ kNcm}$$

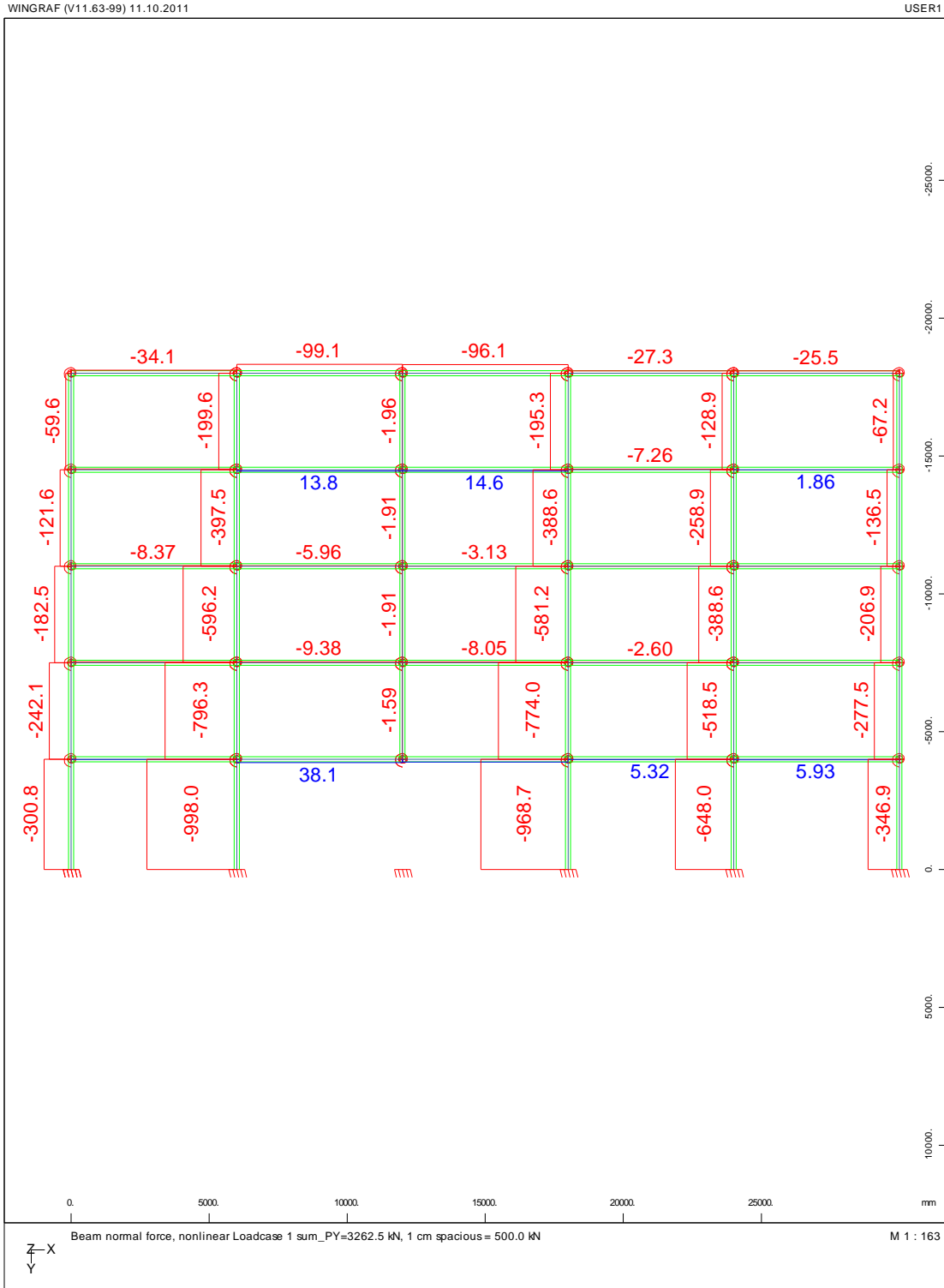
$$S = 27055576 \text{ kNcm} > 0,5 \times EI_b/L_b = 337225 \text{ kNcm}$$

Επομένως, ο κόμβος μπορεί να χαρακτηριστεί ως ημισυνεχής όπως είχαμε υποθέσει αρχικά.

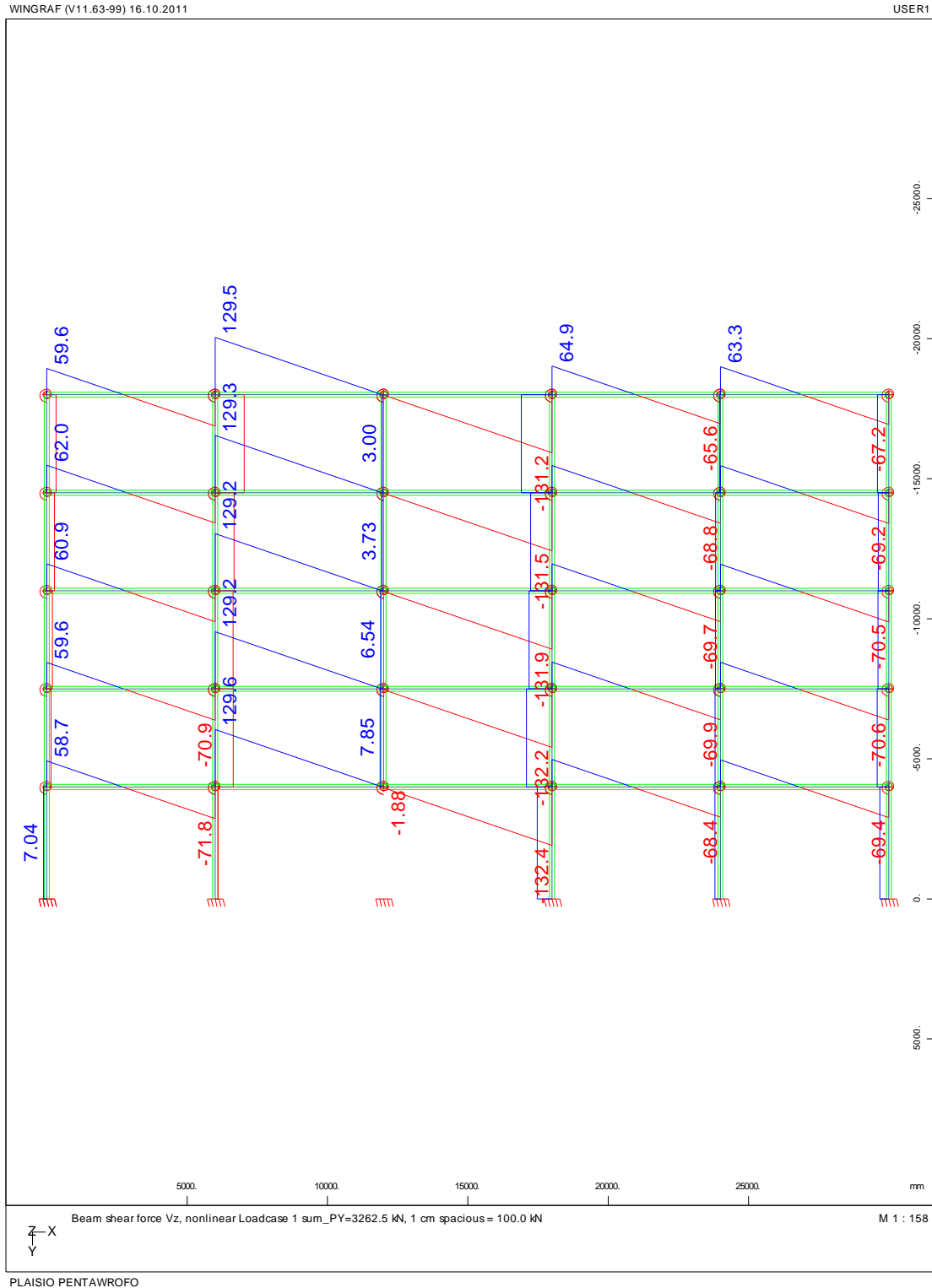
3.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΕΝΤΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΙΑΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ ΚΑΙ ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ.

3.2.1 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 1 (απομάκρυνση εσωτερικού υποστυλώματος)

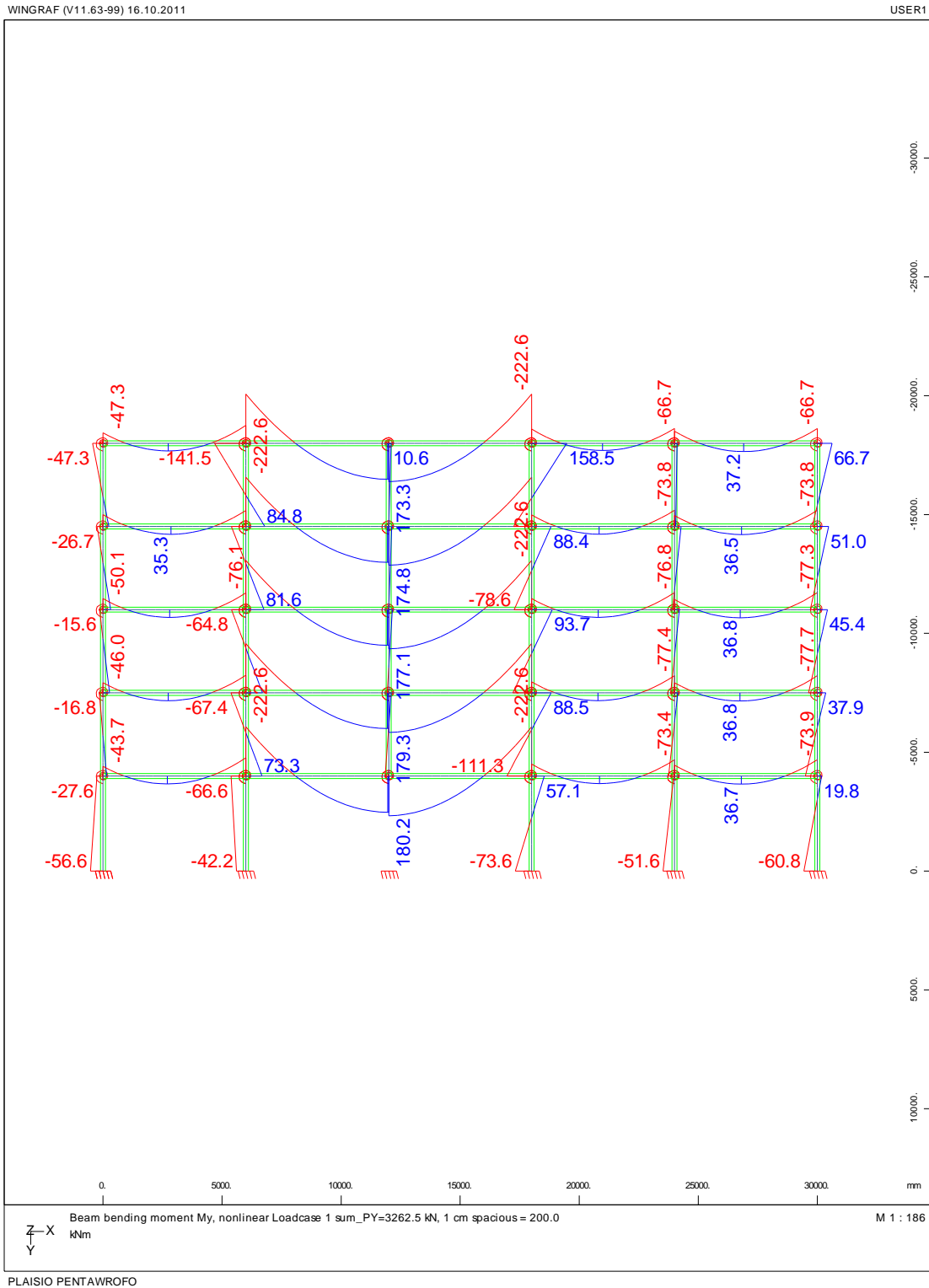
Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων N στο φορέα τύπου 1 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



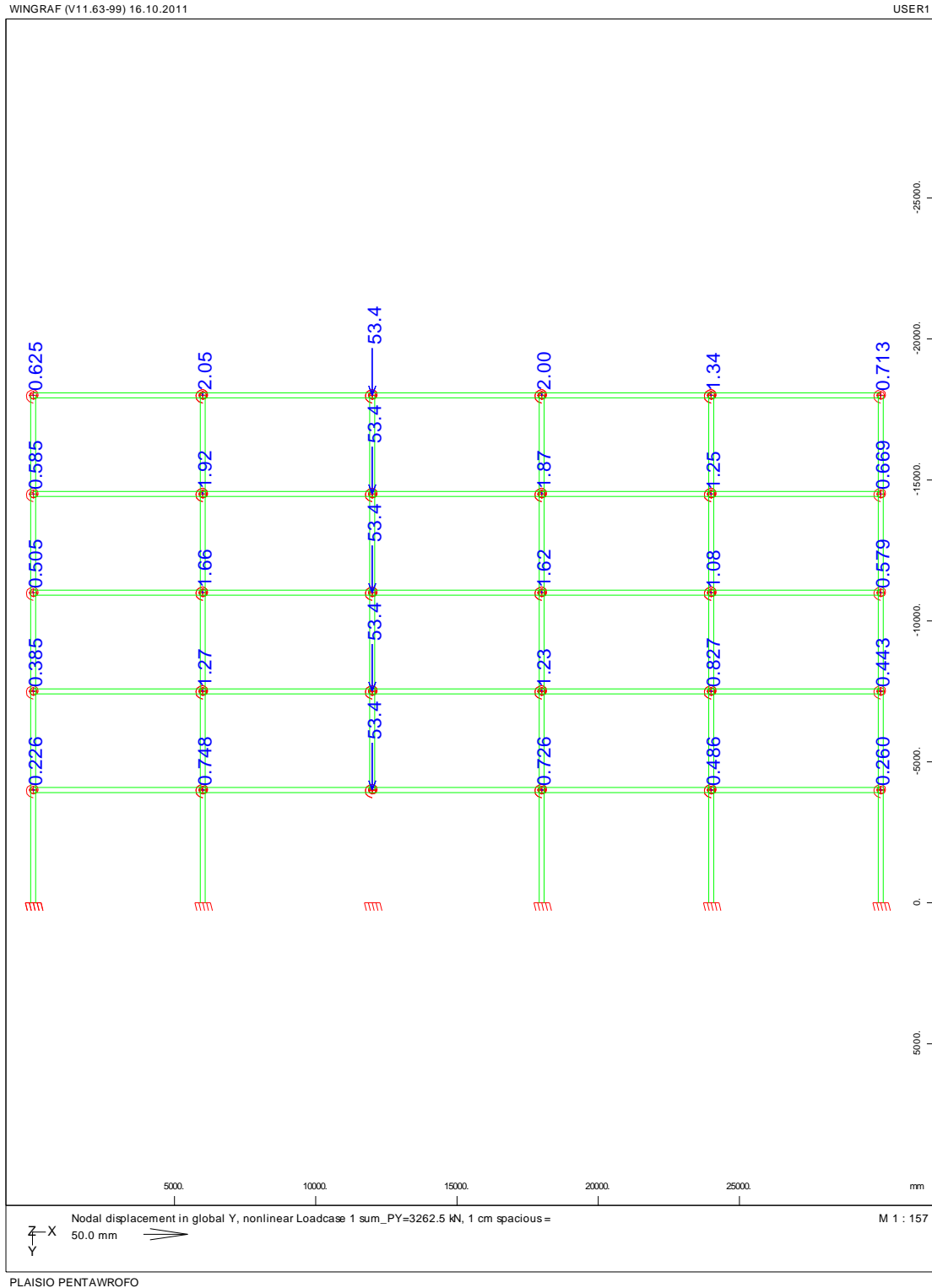
Διάγραμμα Τεμνουσών Δυνάμεων Q στο Φορέα τύπου 1 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



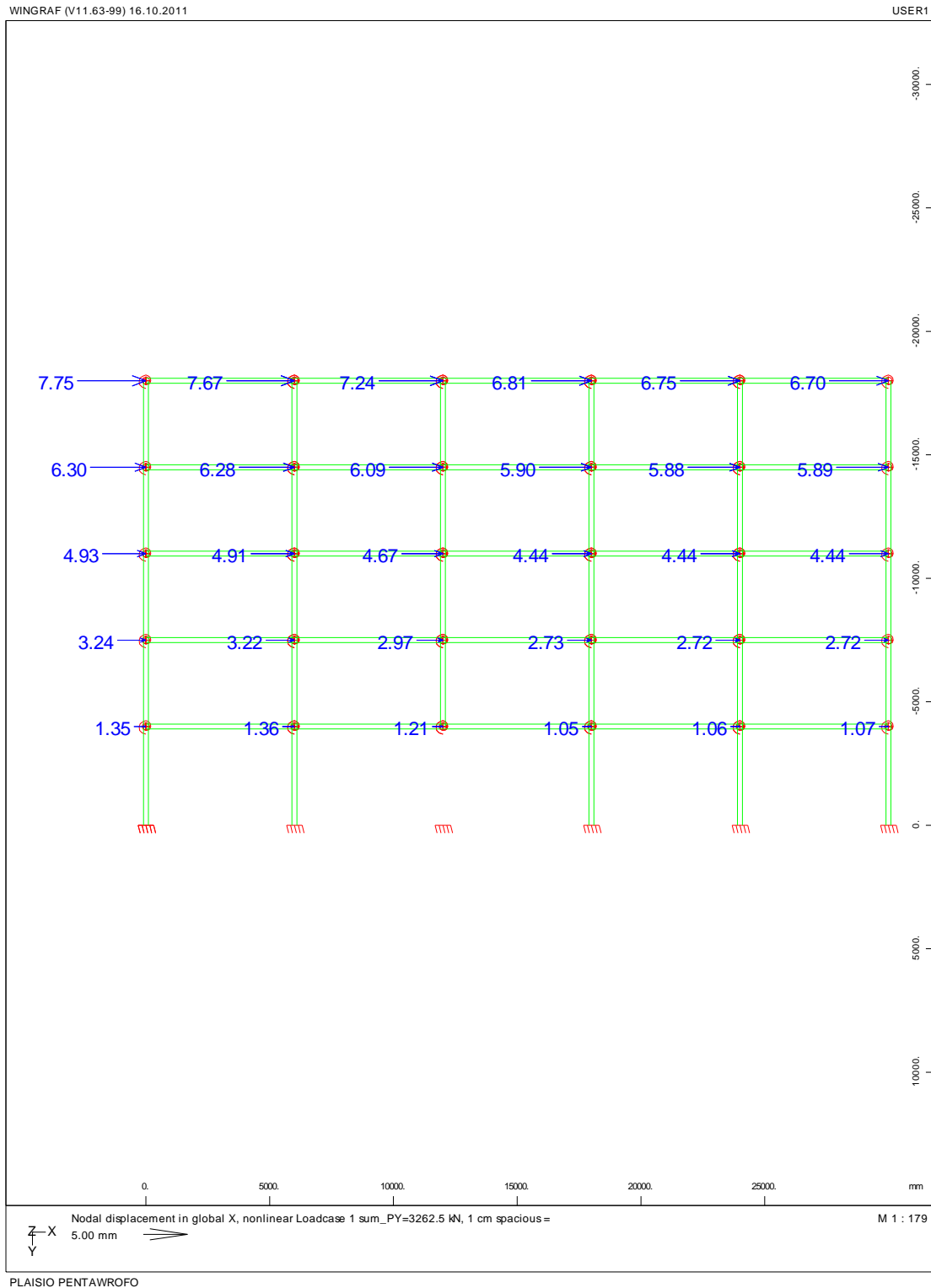
Διάγραμμα Καμπτικών Ροπών Μ στο Φορέα τύπου 1 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



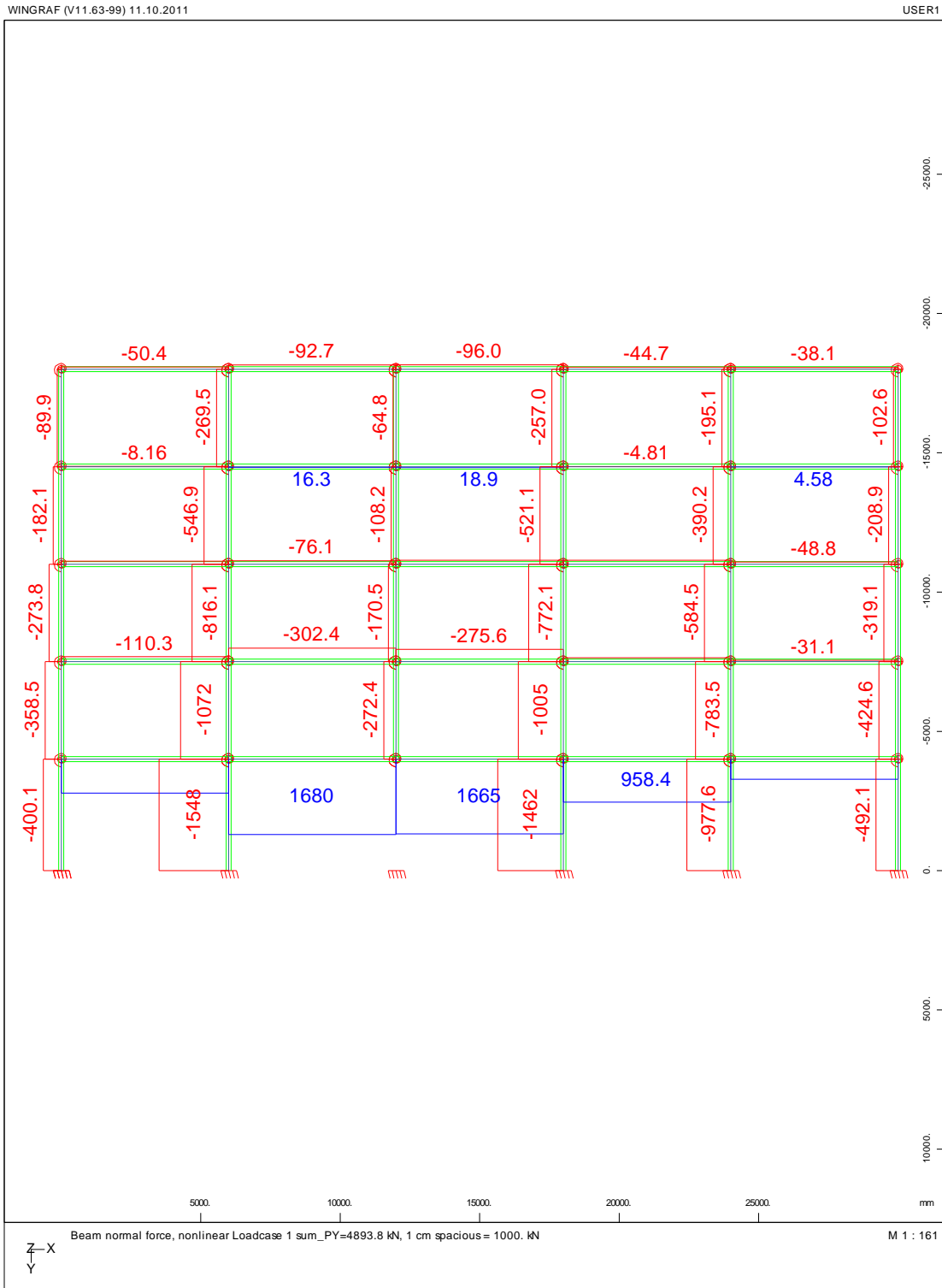
Διάγραμμα κατακόρυφων μετατοπίσεων U_y (mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 1 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



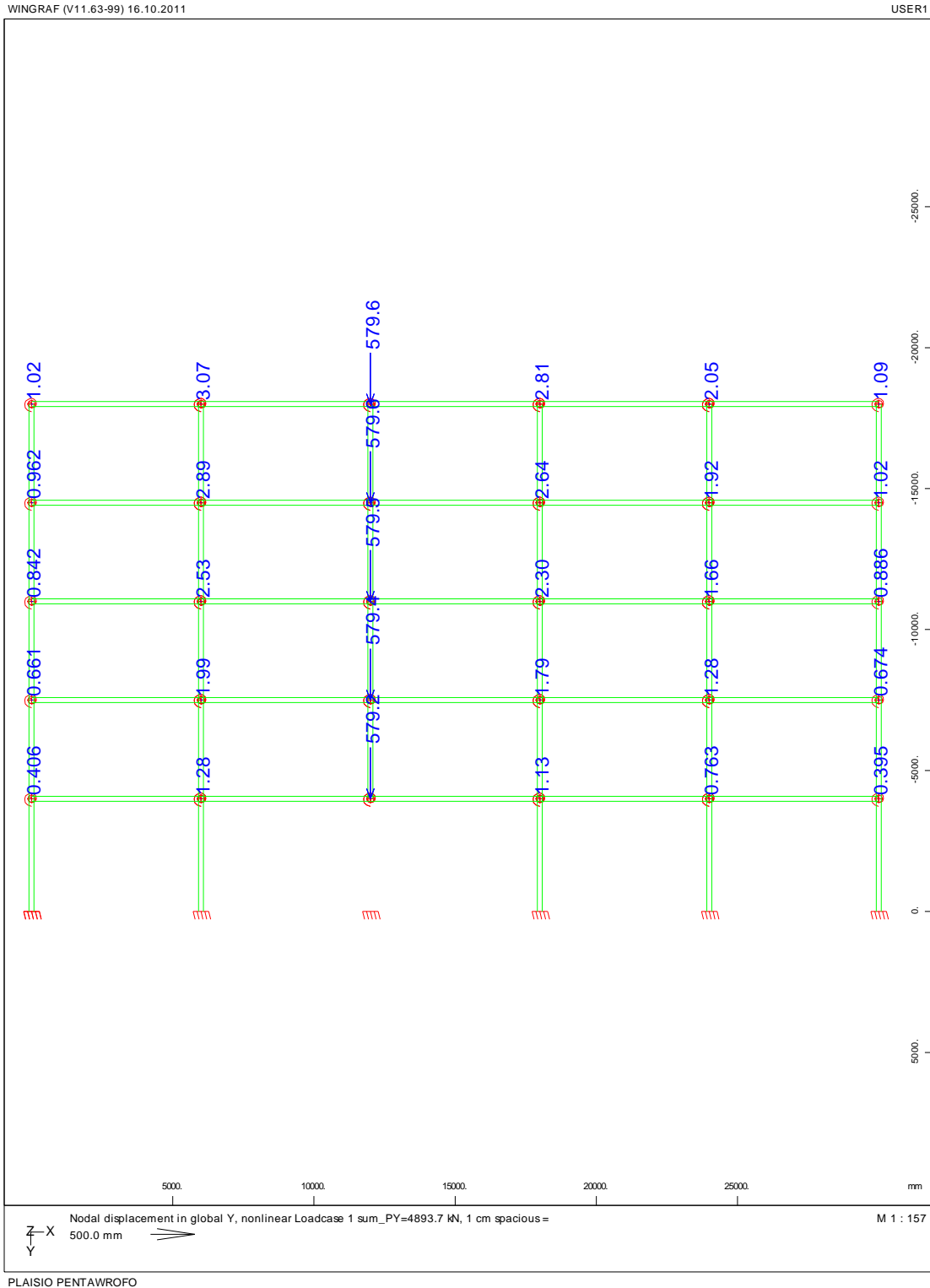
Διάγραμμα οριζόντιων μετατοπίσεων U_x (mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 1 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



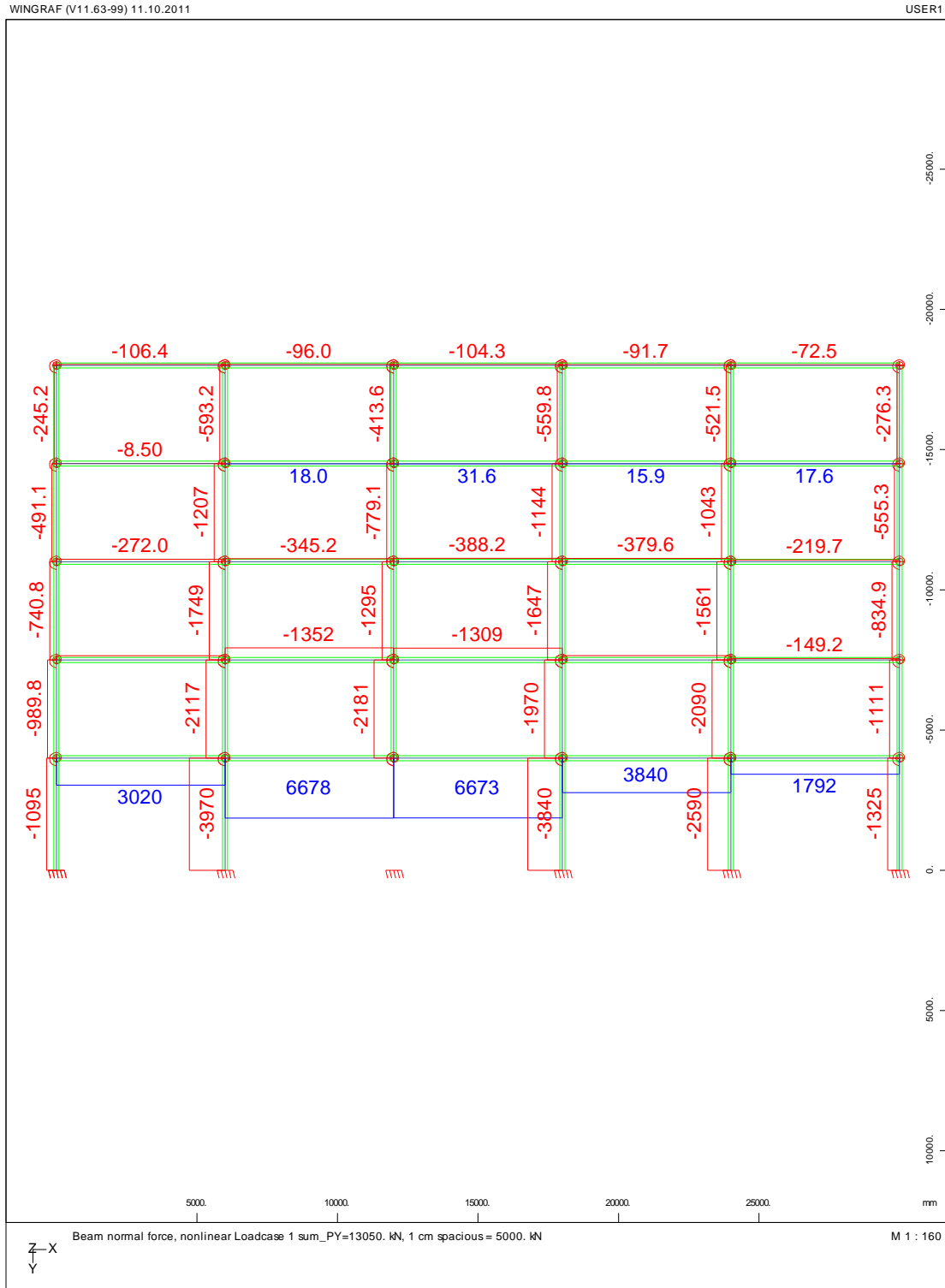
Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων N στο φορέα τύπου 1 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,5



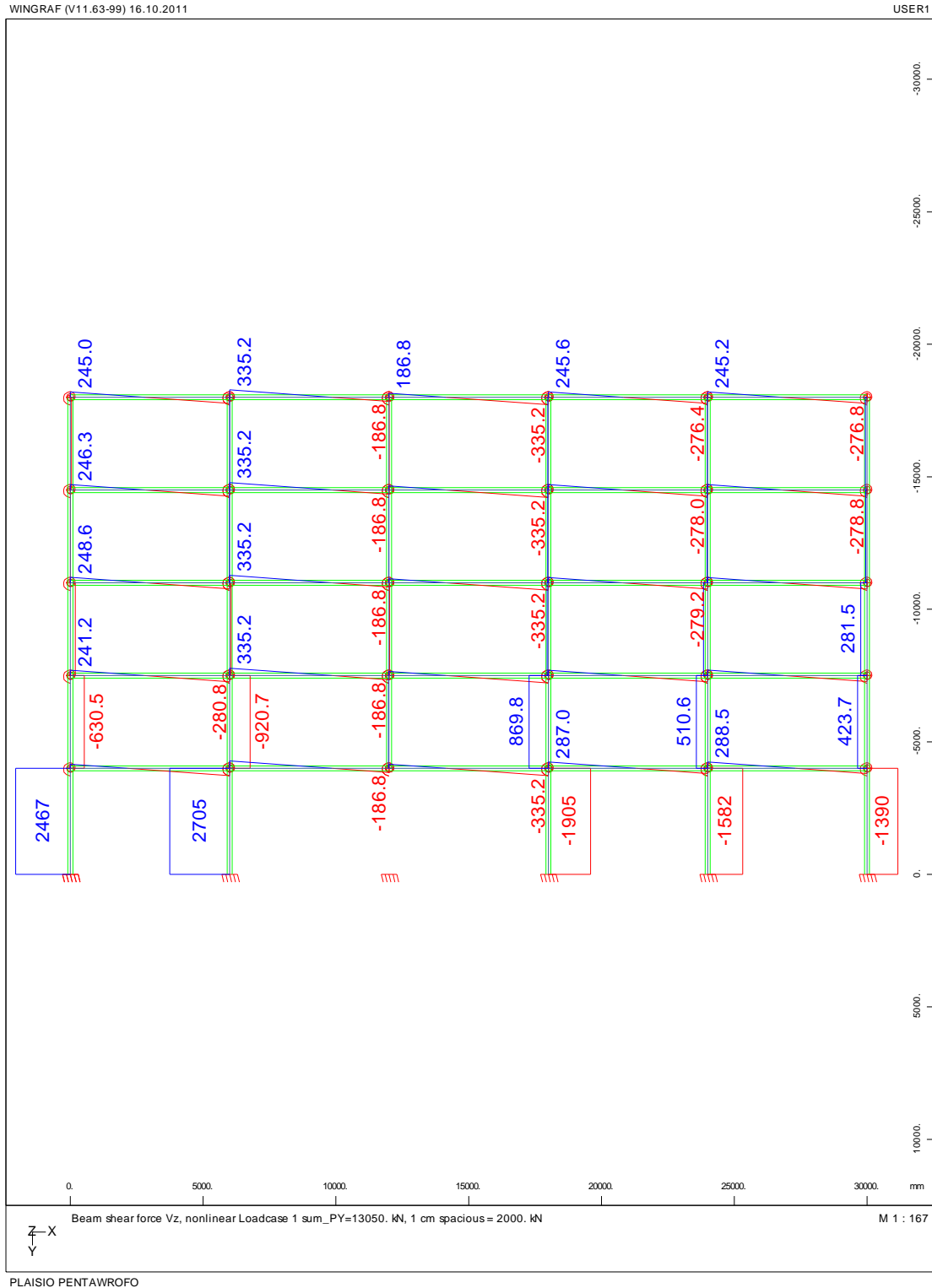
Διάγραμμα κατακόρυφων μετατοπίσεων Uy των κόμβων στο Φορέα τύπου 1 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,5 (mm)



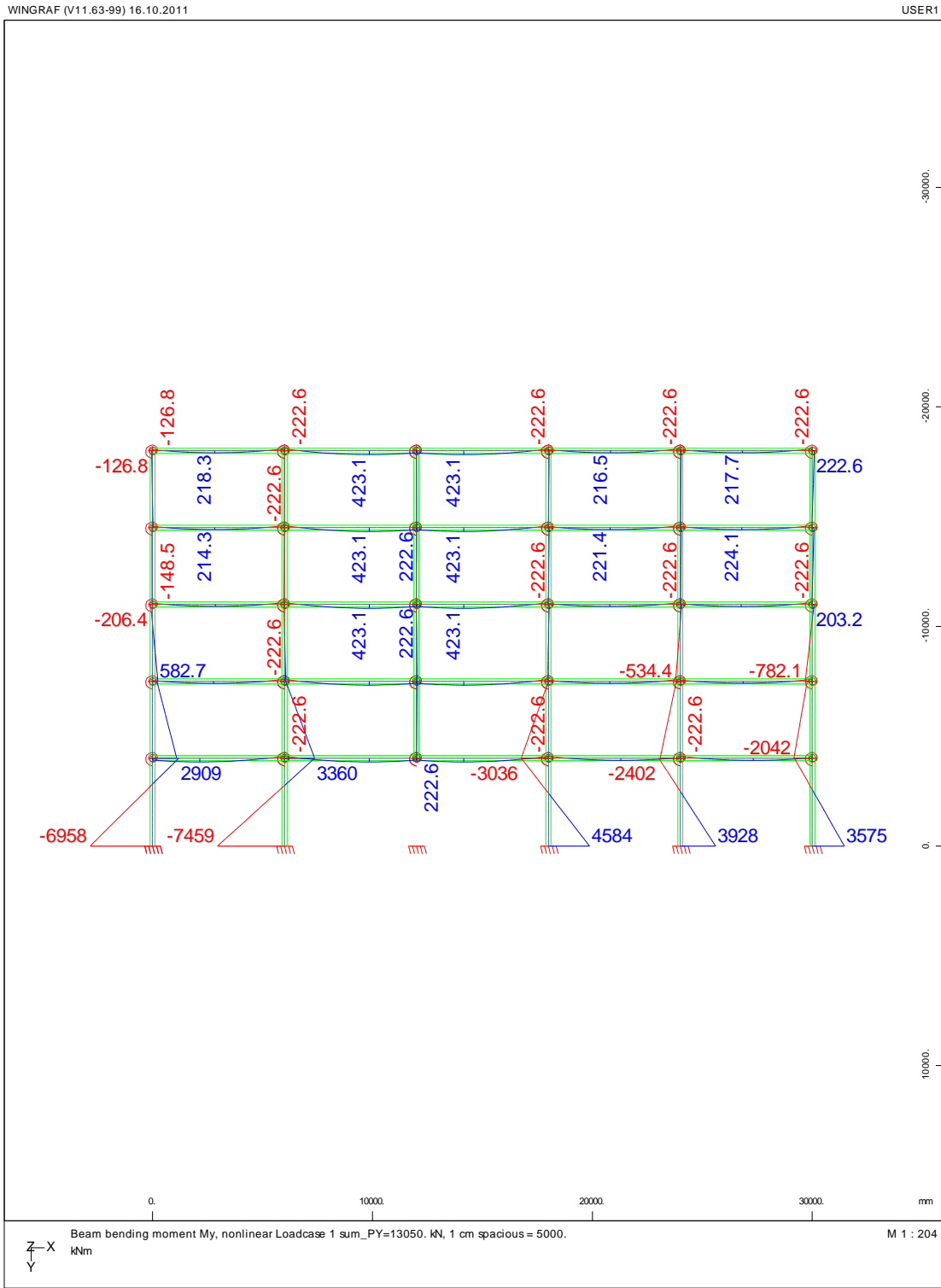
Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων N στο φορέα τύπου 1 για συντελεστή φόρτισης FACT=4,0



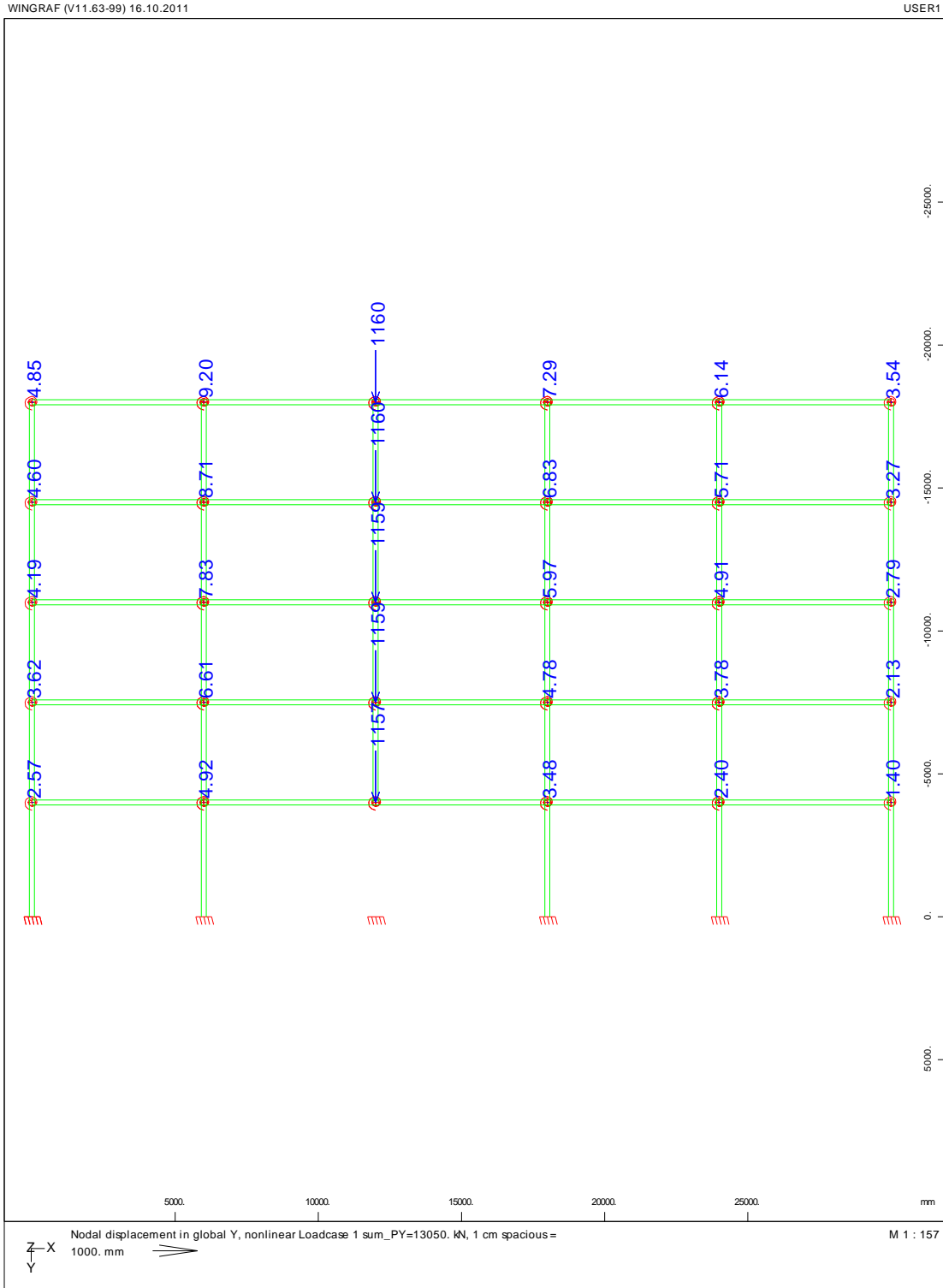
Διάγραμμα Τεμνουσών Δυνάμεων Q στο Φορέα τύπου 1 για συντελεστή φόρτισης FACT=4,0



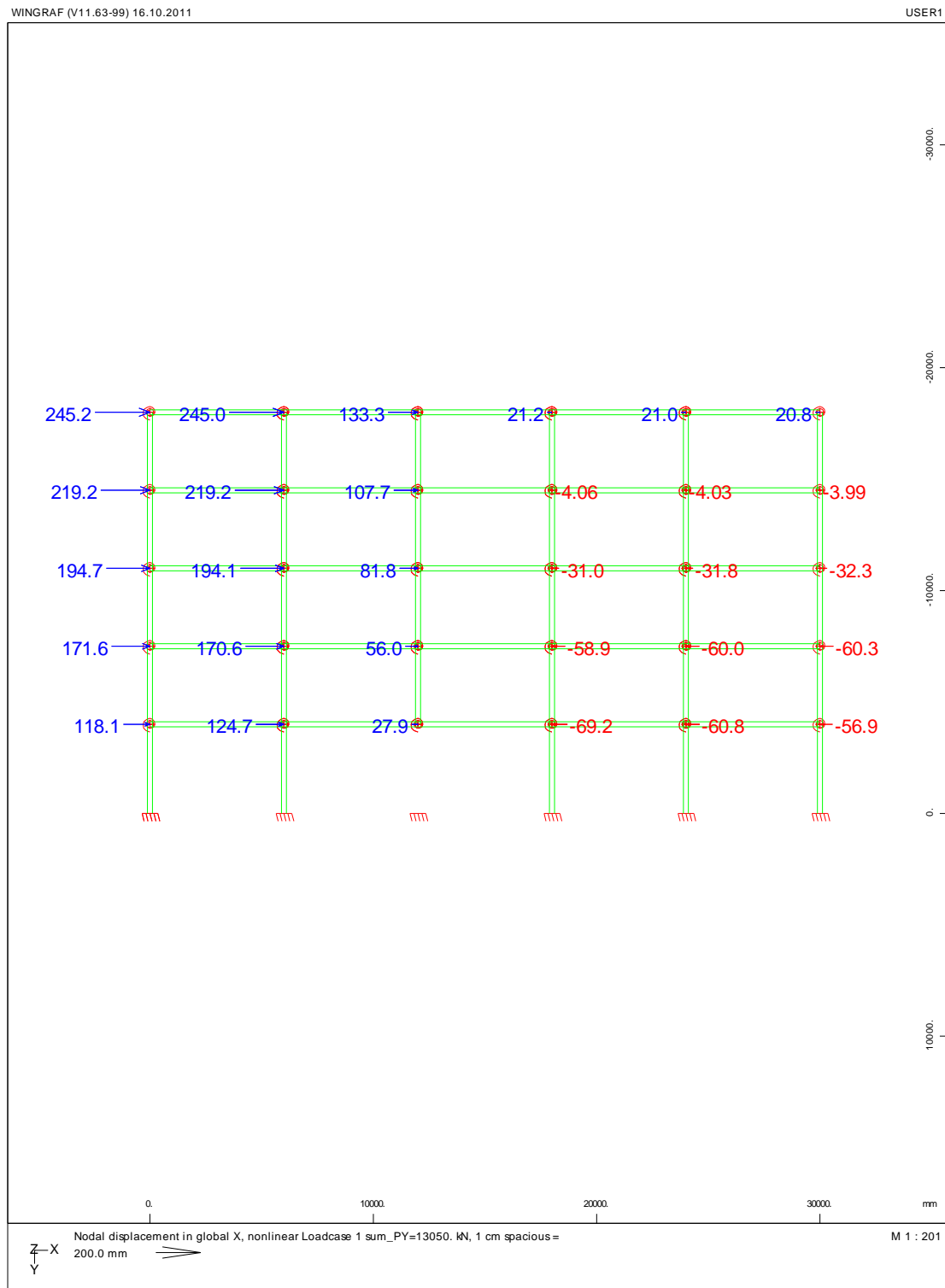
Διάγραμμα Καμπτικών Ροπών Μ στο Φορέα τύπου 1 για συντελεστή φόρτισης FACT=4,0



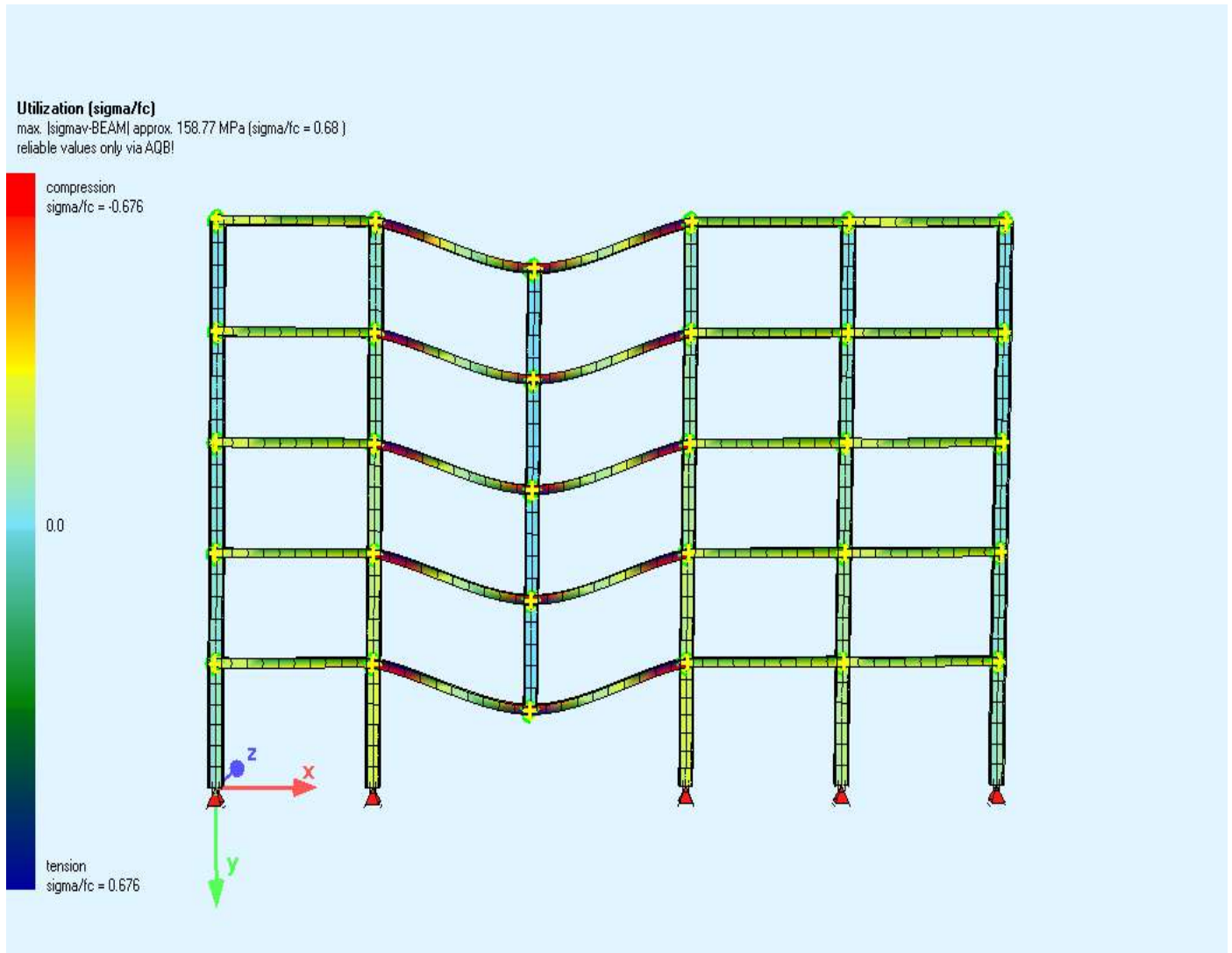
Διάγραμμα κατακόρυφων μετατοπίσεων Uy(mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 1 για συντελεστή φόρτισης FACT=4,0



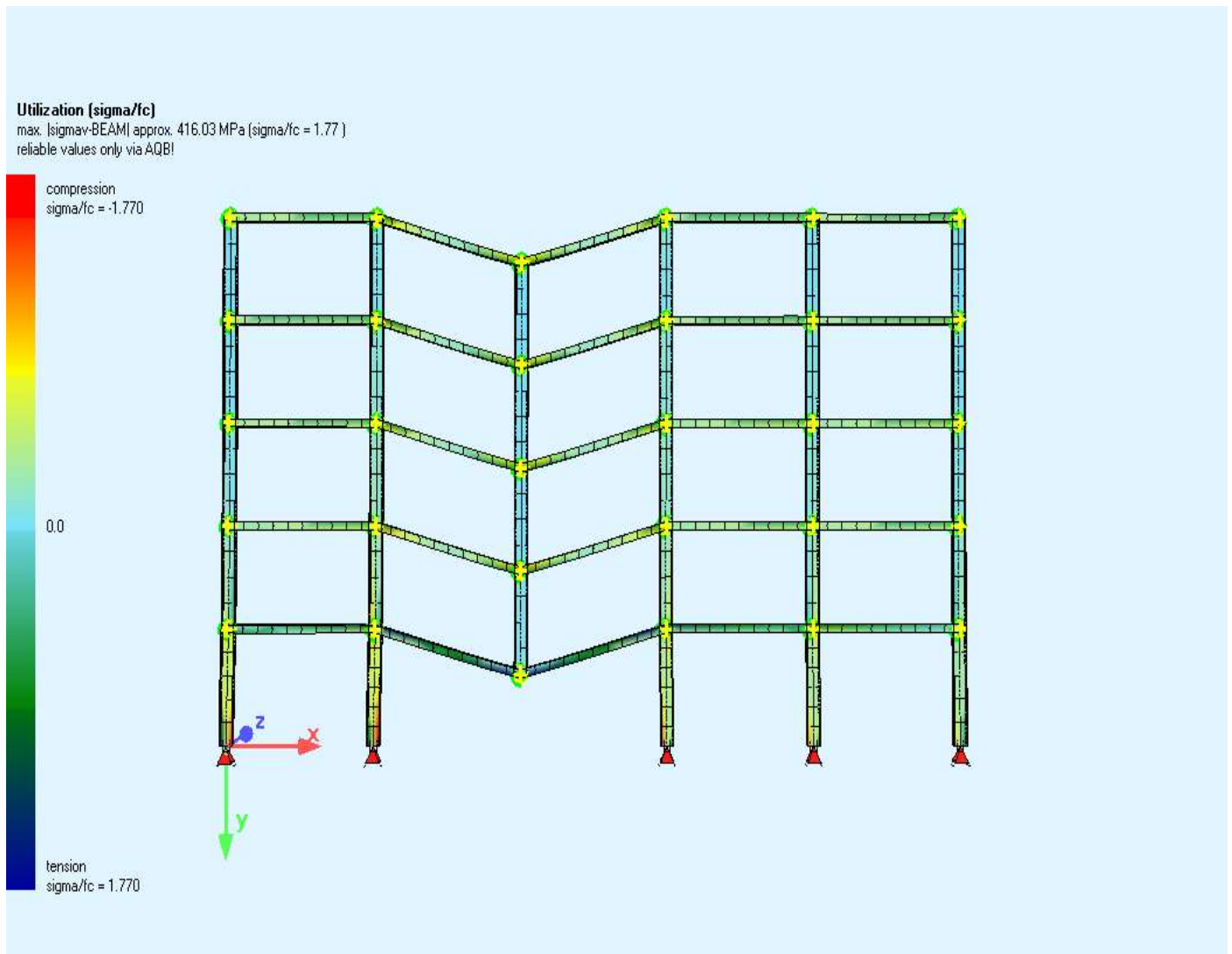
Διάγραμμα οριζόντιων μετατοπίσεων Ux των κόμβων στο Φορέα τύπου 1 για συντελεστή φόρτισης FACT=4,0 (mm)



Απεικόνιση Φορέα τύπου 1 για φόρτιση με FACT=1.0 ύστερα από αφαίρεση ενός εσωτερικού υποστυλώματος:



Απεικόνιση Φορέα τύπου 1 για φόρτιση με FACT=1.5 ύστερα από αφαίρεση ενός εσωτερικού υποστυλώματος:



Παρατηρήσεις και σχόλια στο Φορέα τύπου 1.

Μετά την αφαίρεση του εσωτερικού υποστυλώματος στη στάθμη του ισογείου δημιουργείται ένα άνοιγμα δοκού της τάξεως των 12m.

Για φόρτιση (G+0,3Q) παρατηρήσαμε:

- Μεγάλη αύξηση της ροπής που καταπονεί το φορέα στο μέσον του ανοίγματος αυτού όπως θα αναμενόταν ($M=180,3\text{KNm}$), την οποία όμως ο φορέας μπορεί να αναλάβει με ασφάλεια αφού απέχει από την πλαστική ροπή αντοχής του.
- Αύξηση της αξονικής έντασης στα παρακείμενα υποστυλώματα αφού το μεγαλύτερο μέρος του κατακόρυφου φορτίου που αναλάμβανε το υποστυλώμα που αφαιρέθηκε κατανέμεται πλέον σε αυτά.
- Κατακόρυφη βύθιση του κόμβου όπου αφαιρέθηκε το υποστυλώμα ($U_y=5,43\text{cm}$) η οποία όμως είναι ανεκτή για το σχεδιασμό του φορέα και σε οριακή κατάσταση αστοχίας και σε οριακή κατάσταση λειτουργικότητας..

Για φόρτιση $1,5 \times (G+0,3Q)$ παρατηρούμε ότι:

- Η ροπή κάμψης στο μέσον του ανοίγματος έχει αυξηθεί και η συγκεκριμένη διατομή βρίσκεται σε διαδικασία δημιουργίας πλαστικής άρθρωσης.
- Αποτέλεσμα αυτού του φαινομένου είναι η πολύ μεγάλη βύθιση του φορέα στη θέση όπου αφαιρέθηκε το υποστυλώμα ($U_y=57,92\text{cm}$). Επίσης, παρατηρείται αύξηση της αξονικής της συγκεκριμένης δοκού ($N=1680\text{kN}$), προσεγγίζοντας συμπεριφορά καλωδίου .
- Οι παρατηρήσεις αυτές συνιστούν αστοχία του φορέα για τη συγκεκριμένη φόρτιση αφού ακόμα και σε περίπτωση αποφόρτισης υπάρχουν μέλη του φορέα που έχουν διαρρεύσει και πλαστικοποιηθεί οπότε δεν θα μπορέσουν να επανέλθουν στην αρχική τους κατάσταση και πλέον θα είναι απαραίτητη η επέμβαση και επισκευή ή αντικατάσταση σε αυτά τα μέλη.
- Ο φορέας δεν έχει καταρρεύσει και συνεχίζει να παραλαμβάνει φορτία.

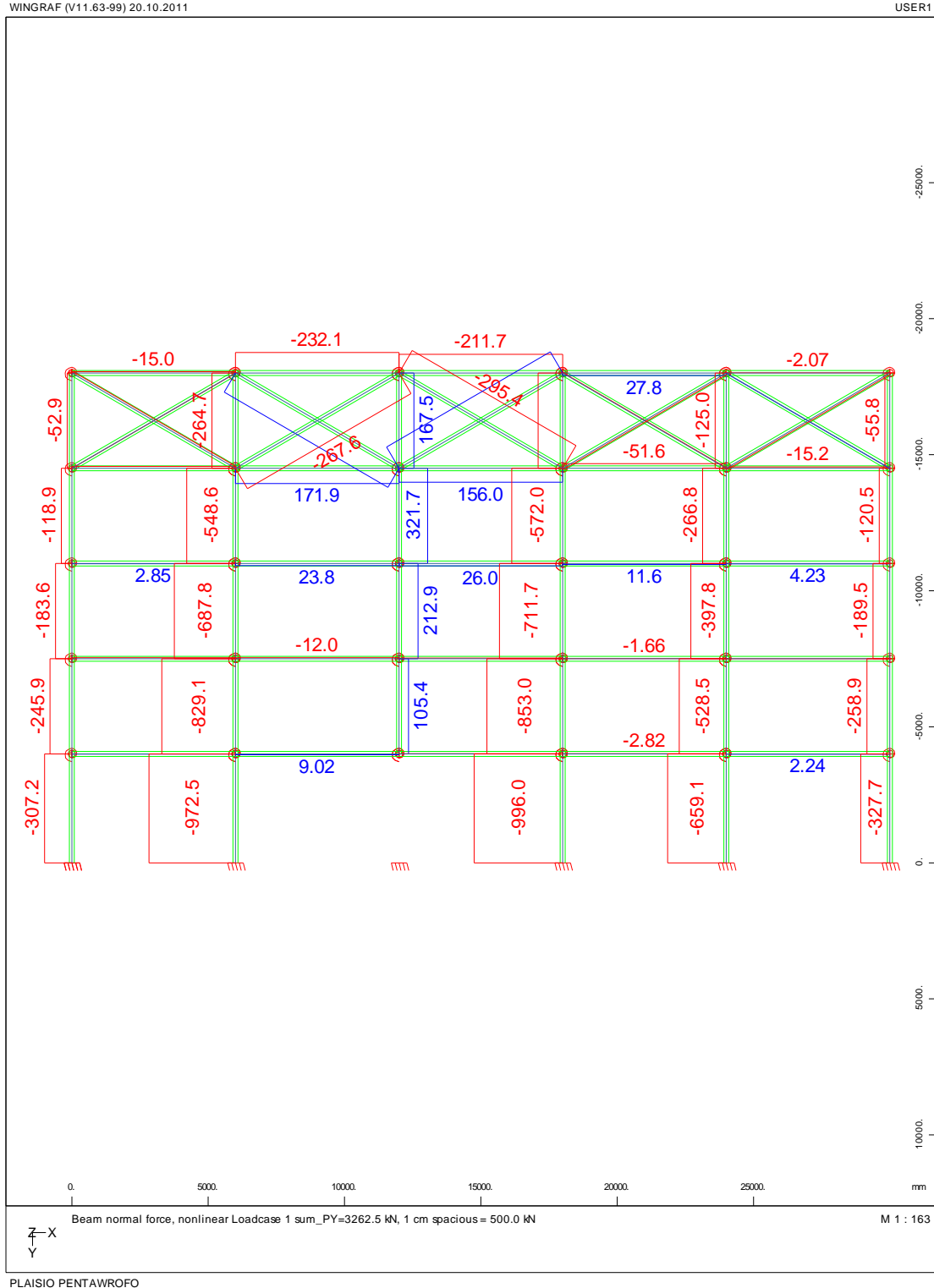
Για φόρτιση $4 \times (G+0,3Q)$ παρατηρούμε ότι κατά την εκτέλεση της μελέτης του φορέα από το πρόγραμμα παύει να ισχύει η εξίσωση ενέργειας και βρισκόμαστε πλέον στην πλήρη κατάρρευση του φορέα. Τα διαγράμματα στρωφών, παραμορφώσεων και εντατικής κατάστασης του φορέα είναι ενδεικτικά για αυτή τη φόρτιση.

- Έχουμε πλήρη διαρροή του χάλυβα και πλαστικοποίηση σε πολλές διατομές και κόμβους.
- Το κατακόρυφο βέλος στο μέσον του ανοίγματος που έχει δημιουργηθεί έχει ξεπεράσει το 1m.
- Οι αξονικές εντάσεις ($N=6678\text{KN}$) στα μέλη που λειτουργούν ως καλώδια έχουν ξεπεράσει κατά πολύ την αντοχή του χάλυβα σε διαρροή .
- Ο φορέας βρίσκεται στη φάση της κατάρρευσης ή έχει μέλη που έχουν καταρρεύσει ήδη και απαιτείται πλέον η ανακατασκευή του.

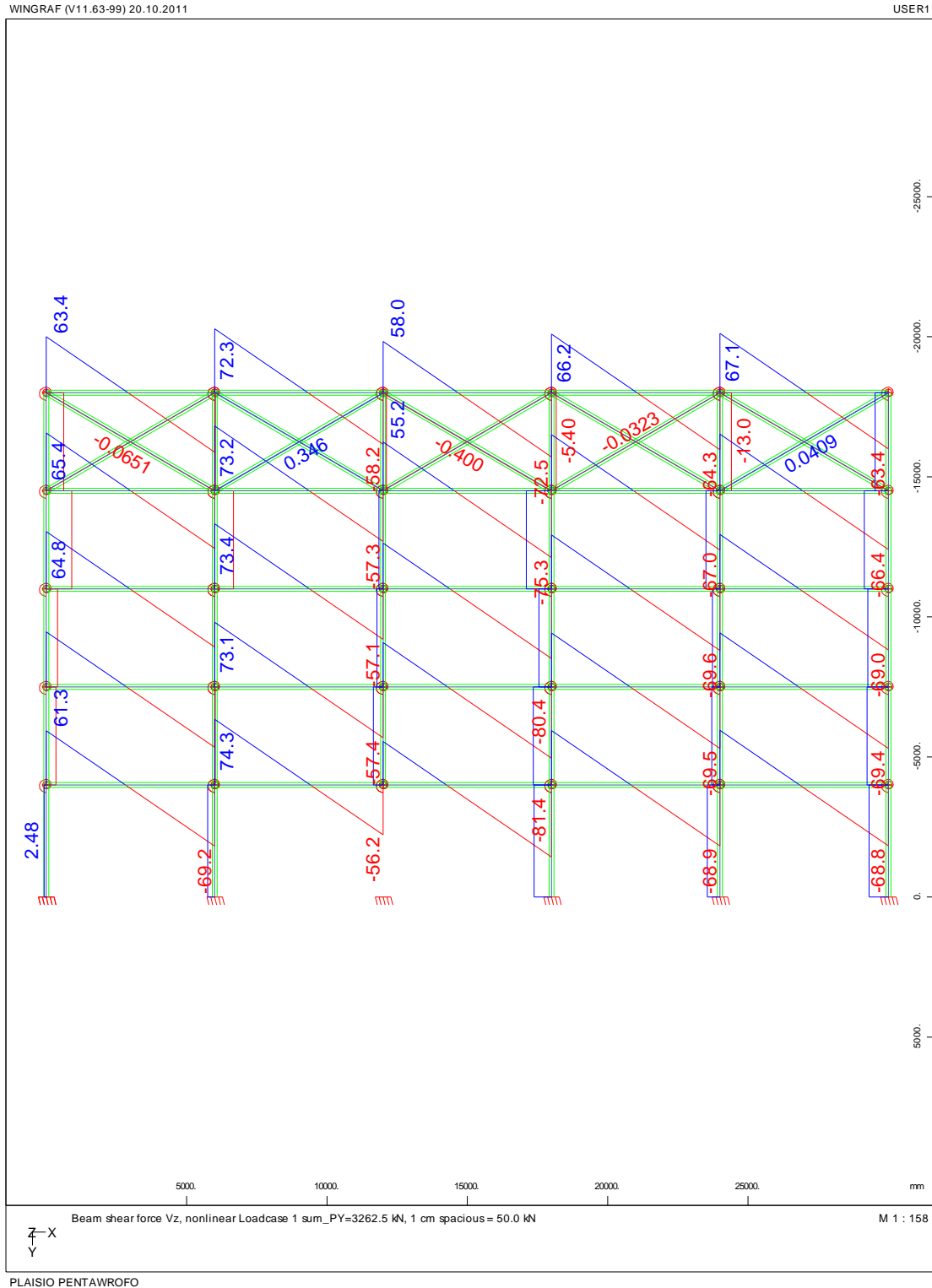
Ο φορέας μπορούμε να πούμε ότι έχει χαμηλή στιβαρότητα αφού για φόρτιση μόλις $1,5 \times (G+0,3Q)$ παρατηρούμε πολύ μεγάλες κατακόρυφες βυθίσεις στους κόμβους άνωθεν του υποστυλώματος που αφαιρέθηκε ενώ οι δοκοί που συντρέχουν στους συγκεκριμένους κόμβους διαρρέουν και λειτουργούν πλέον ως καλωδιωτοί φορείς παραλαμβάνοντας φορτία μόνο αξονικά.

3.2.2 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 2 (απομάκρυνση εσωτερικού υποστυλώματος)

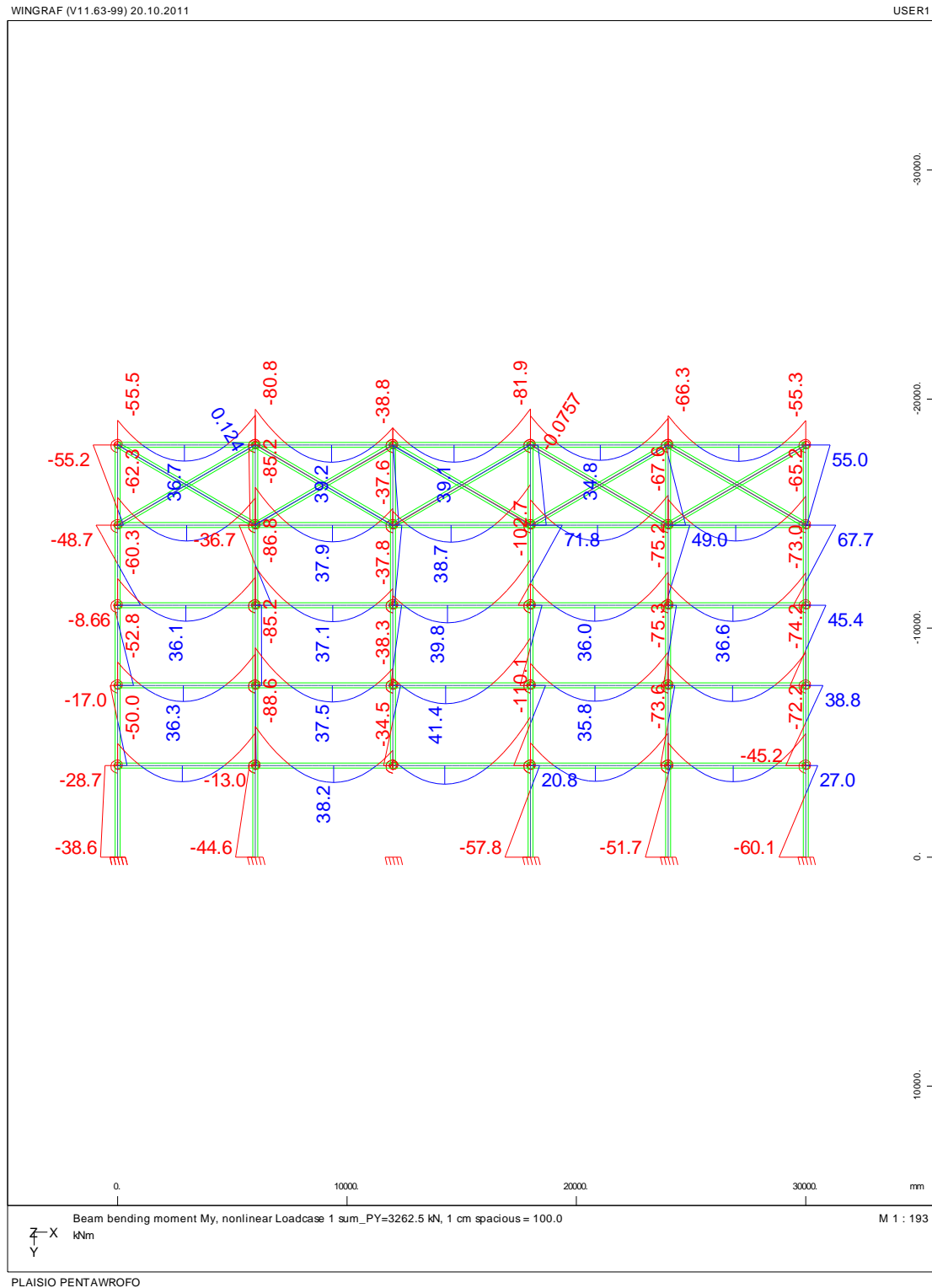
Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων N στο φορέα τύπου 2 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



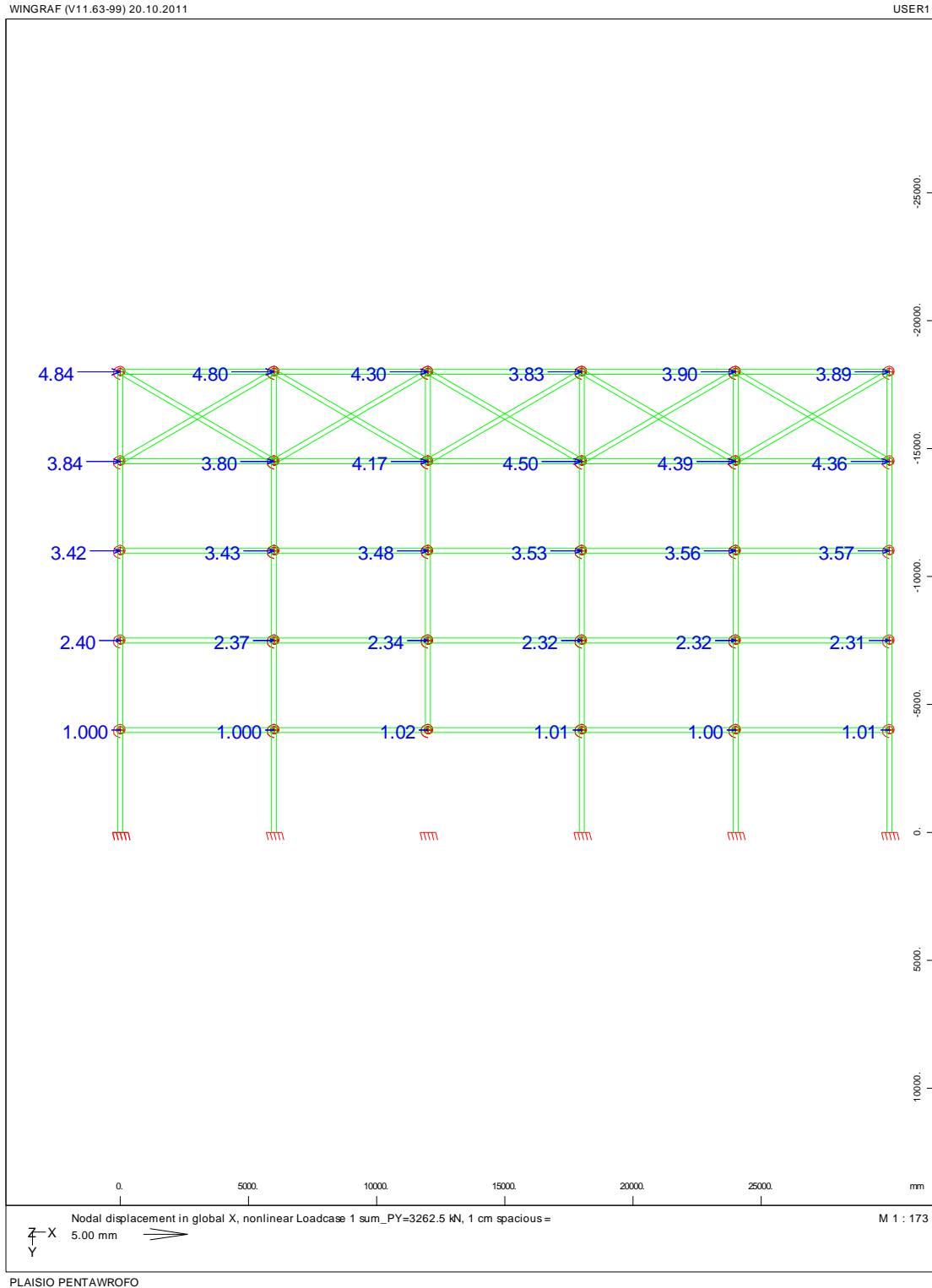
Διάγραμμα Τεμνουσών Δυνάμεων Q στο Φορέα τύπου 2 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



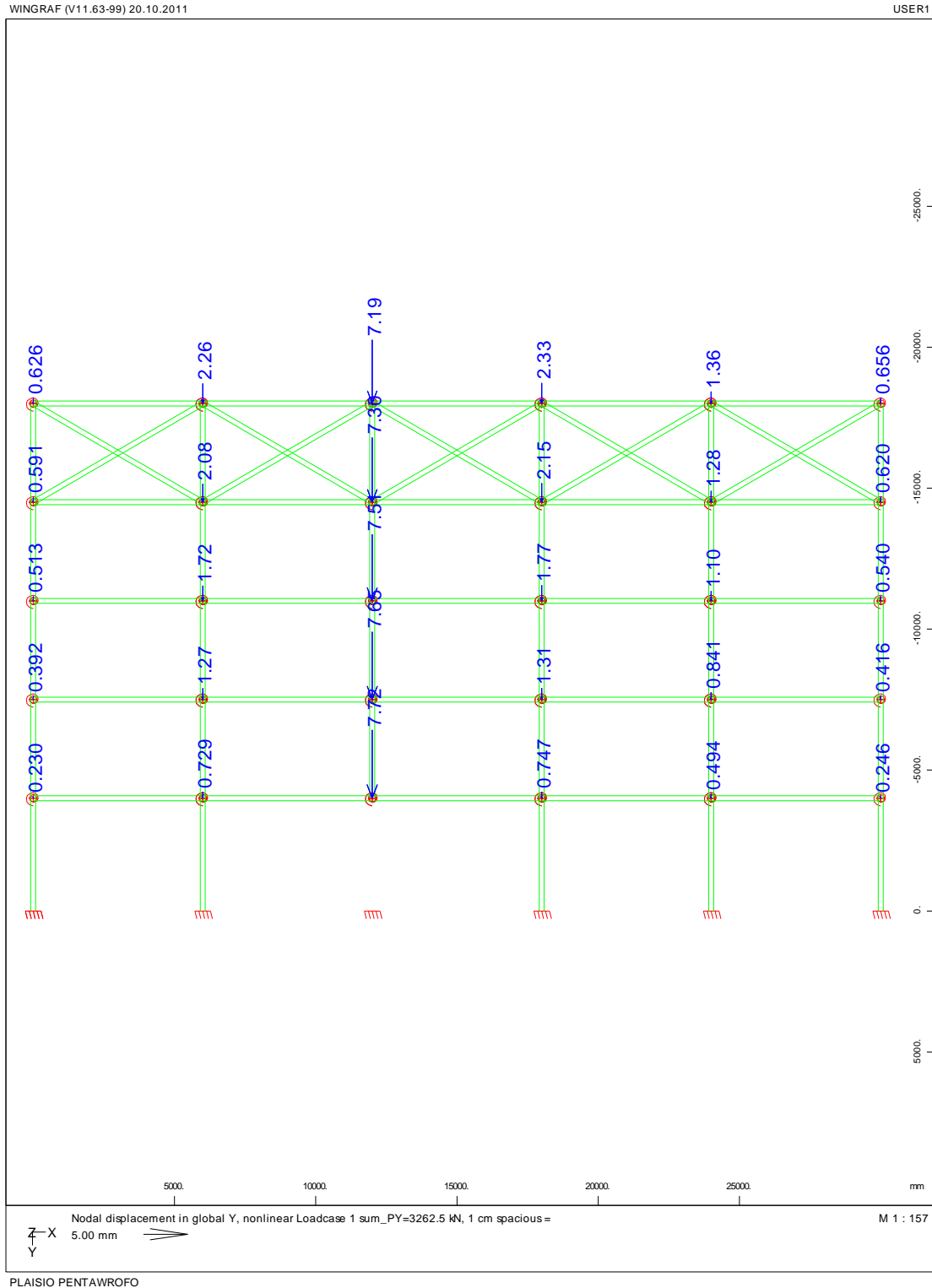
Διάγραμμα Καμπτικών Ροπών Μ στο Φορέα τύπου 2 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



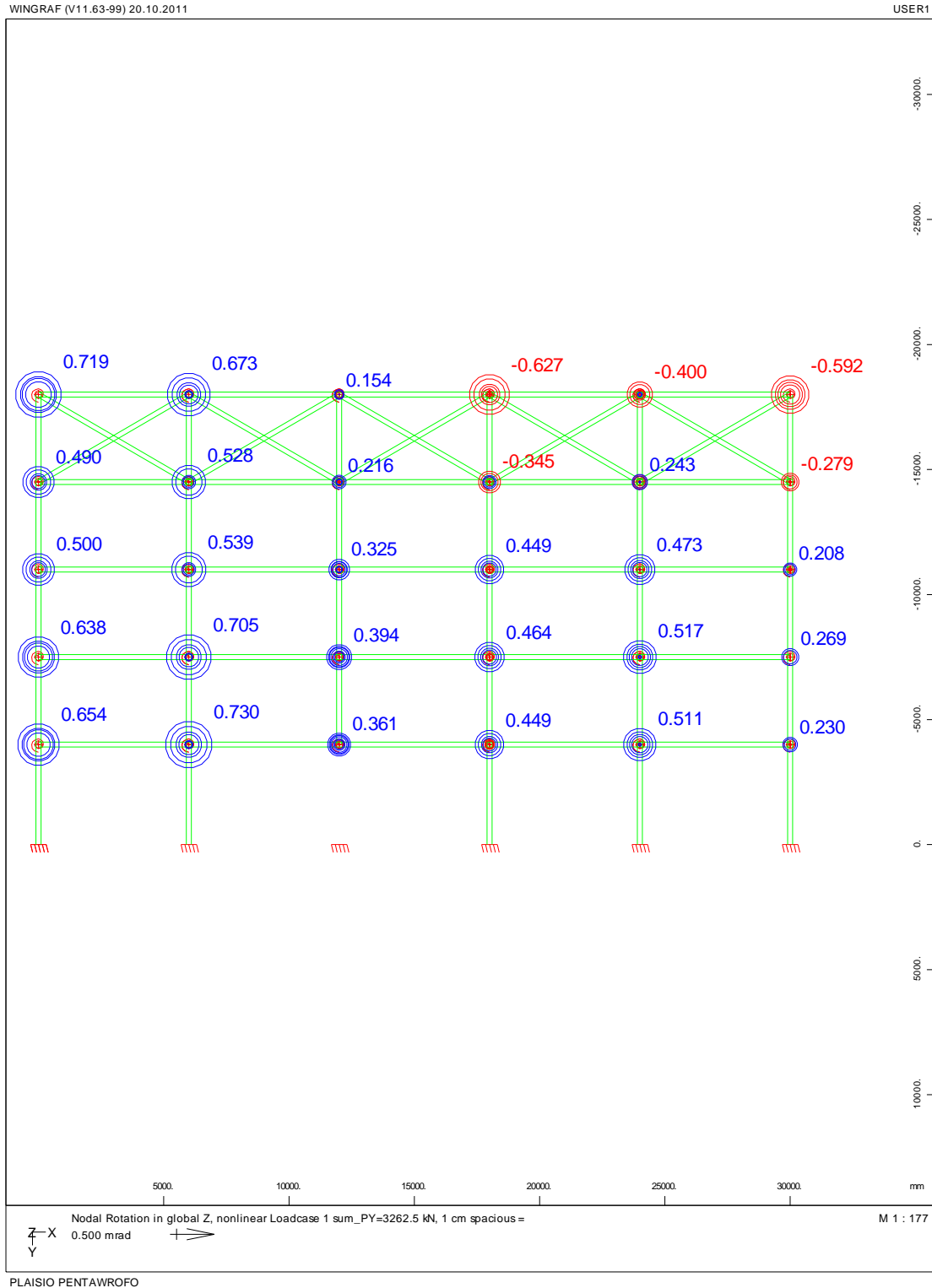
Διάγραμμα οριζόντιων μετατοπίσεων U_x (mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 2 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



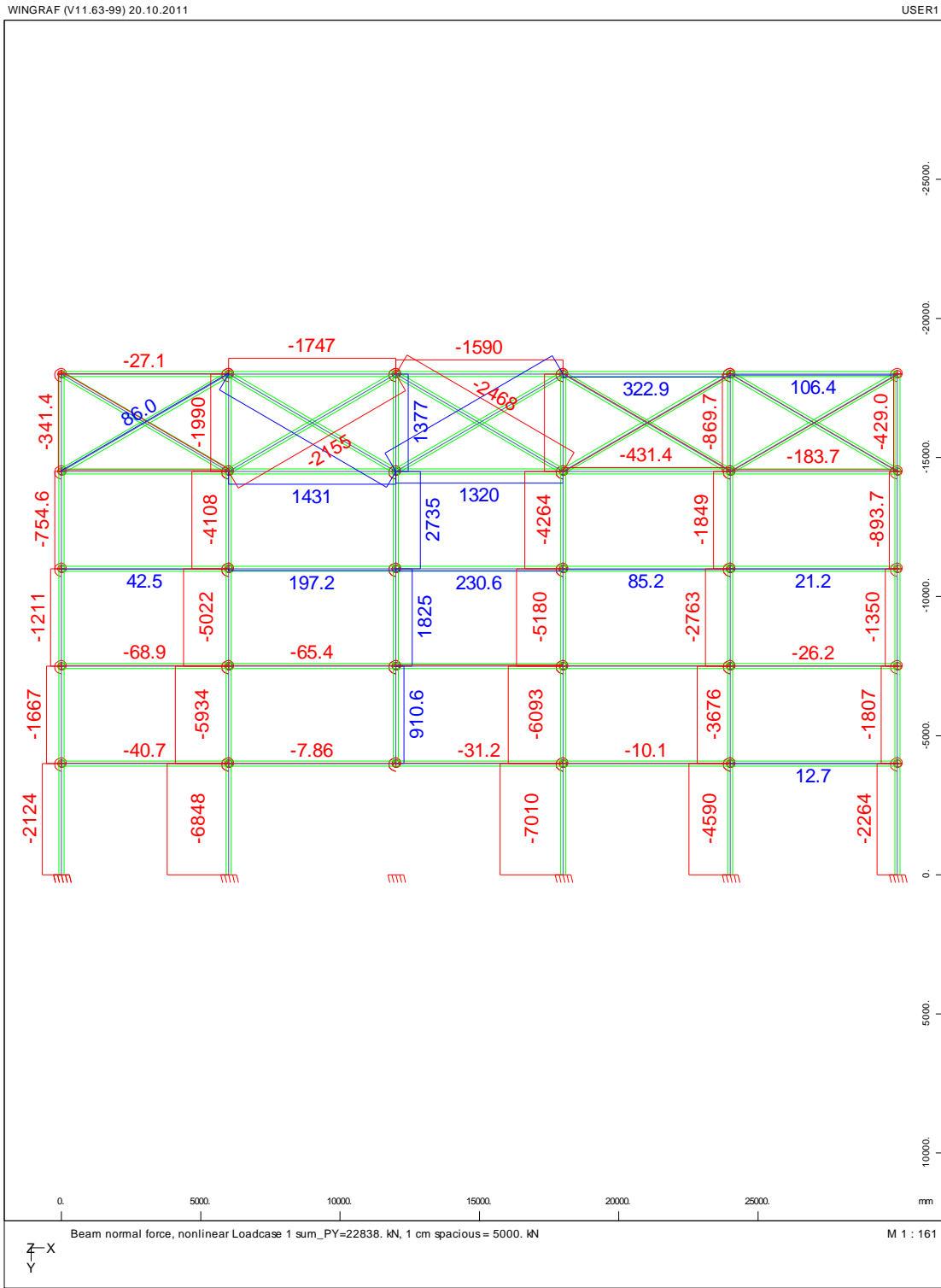
Διάγραμμα κατακόρυφων μετατοπίσεων Uy(mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 2 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



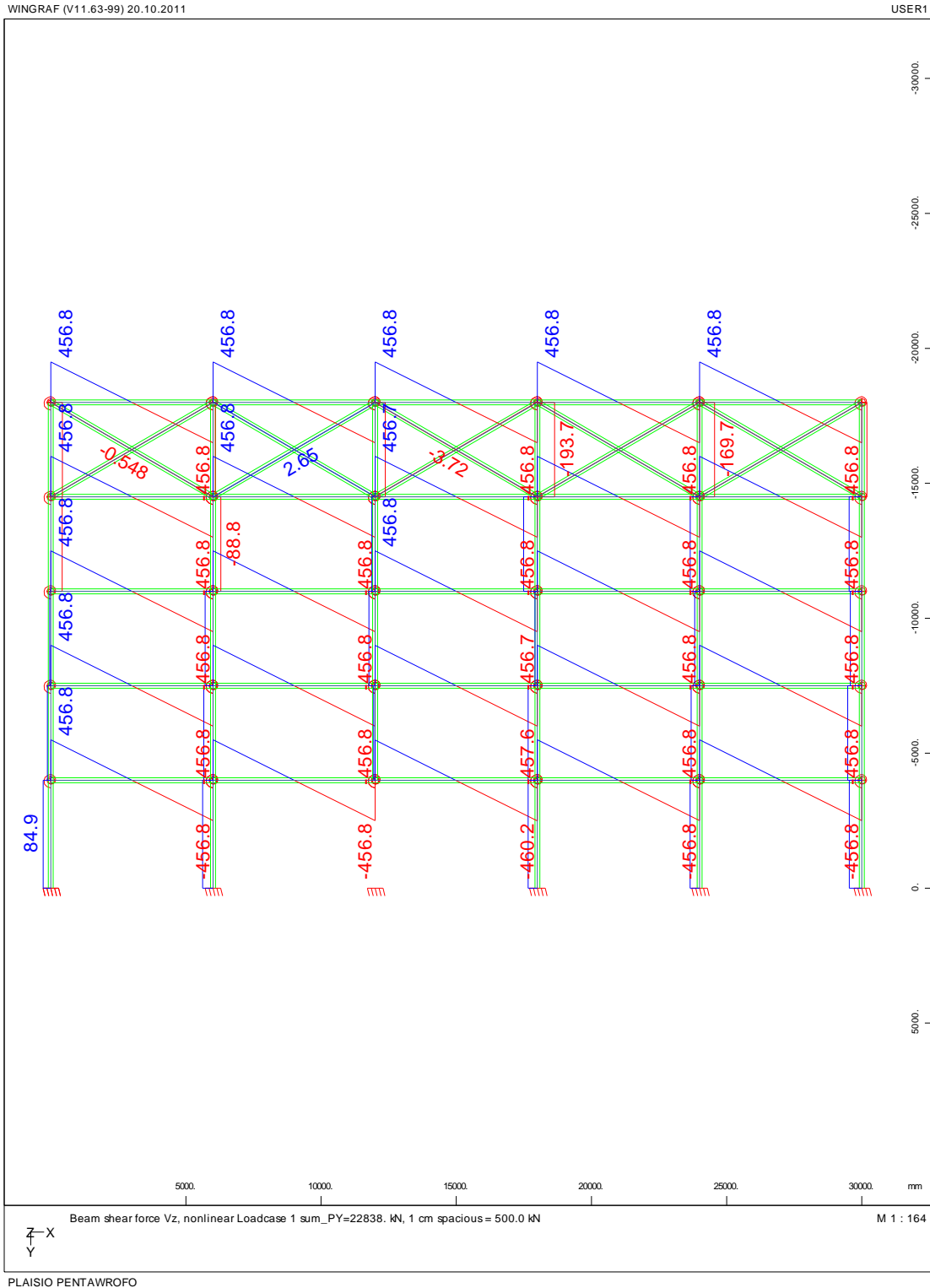
Διάγραμμα στροφών φ(mrad) των κόμβων στο Φορέα τύπου 2 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



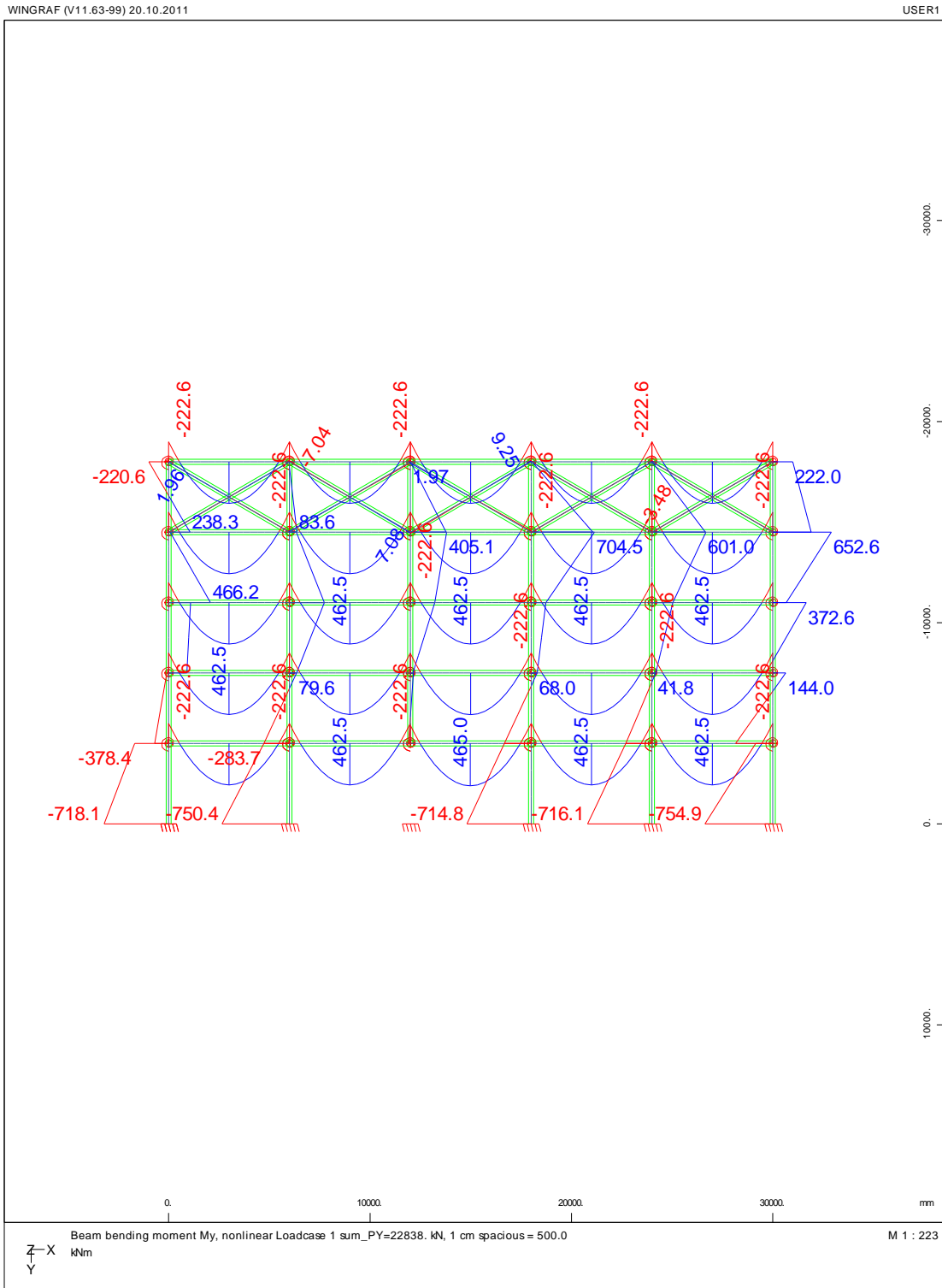
Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων N στο φορέα τύπου 2 για συντελεστή φόρτισης FACT=7,0



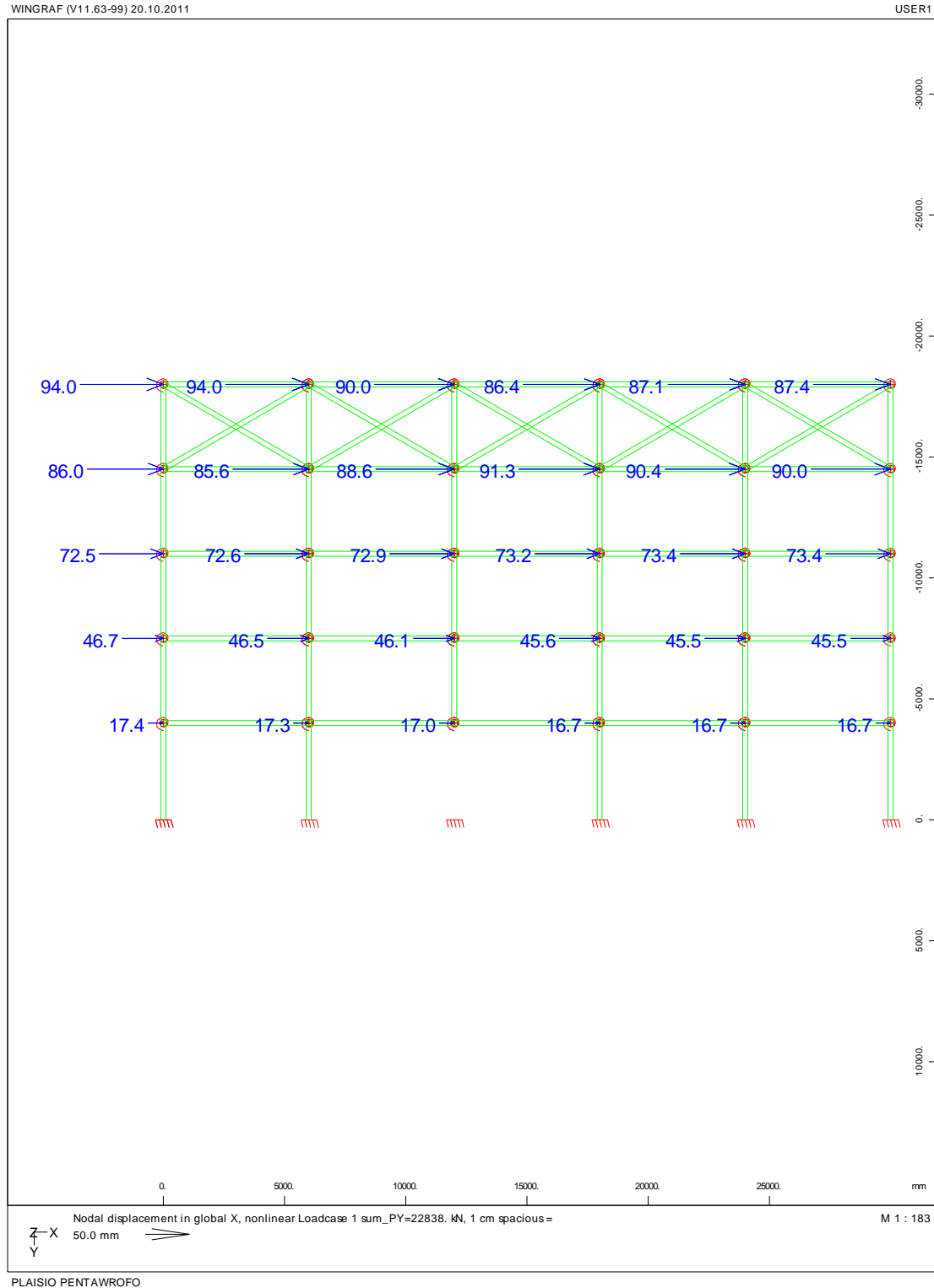
Διάγραμμα Τεμνουσών Δυνάμεων Q στο Φορέα τύπου 2 για συντελεστή φόρτισης FACT=7,0



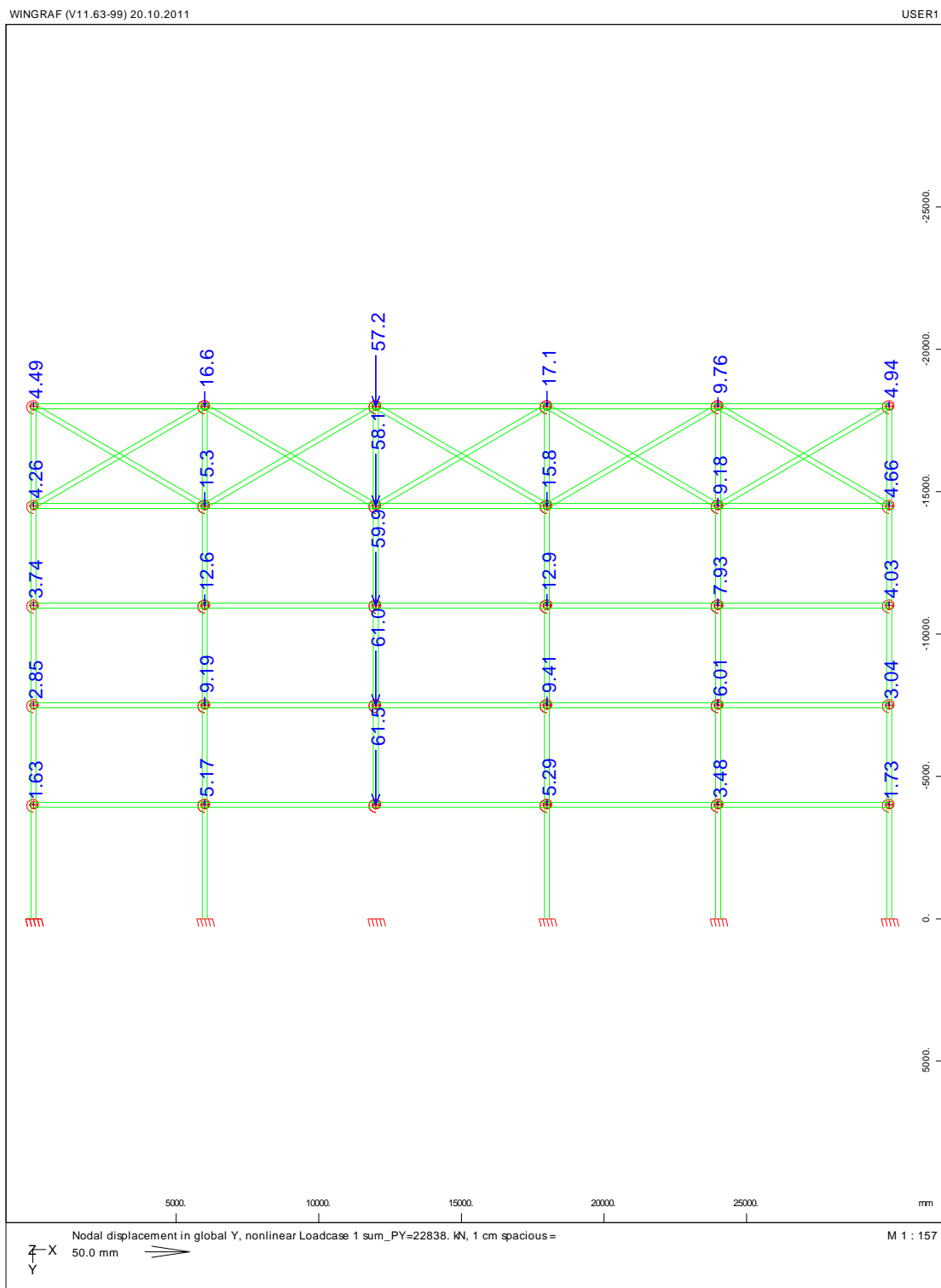
Διάγραμμα Καμπτικών Ροπών Μ στο Φορέα τύπου 2 για συντελεστή φόρτισης FACT=7,0



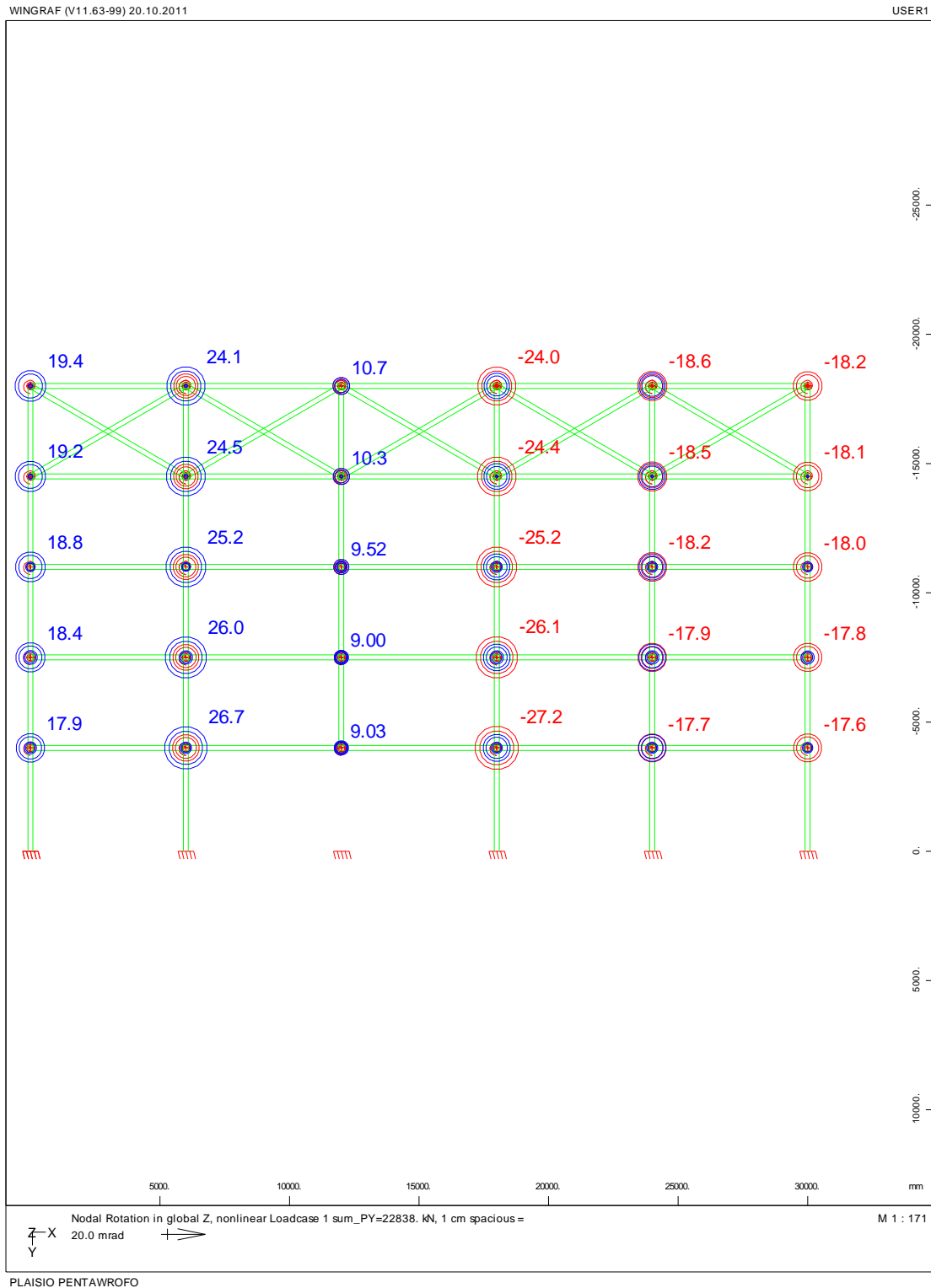
Διάγραμμα οριζόντιων μετατοπίσεων $U_x(\text{mm})$ των κόμβων στο Φορέα τύπου 2 για συντελεστή φόρτισης $\text{FACT}=7,0$



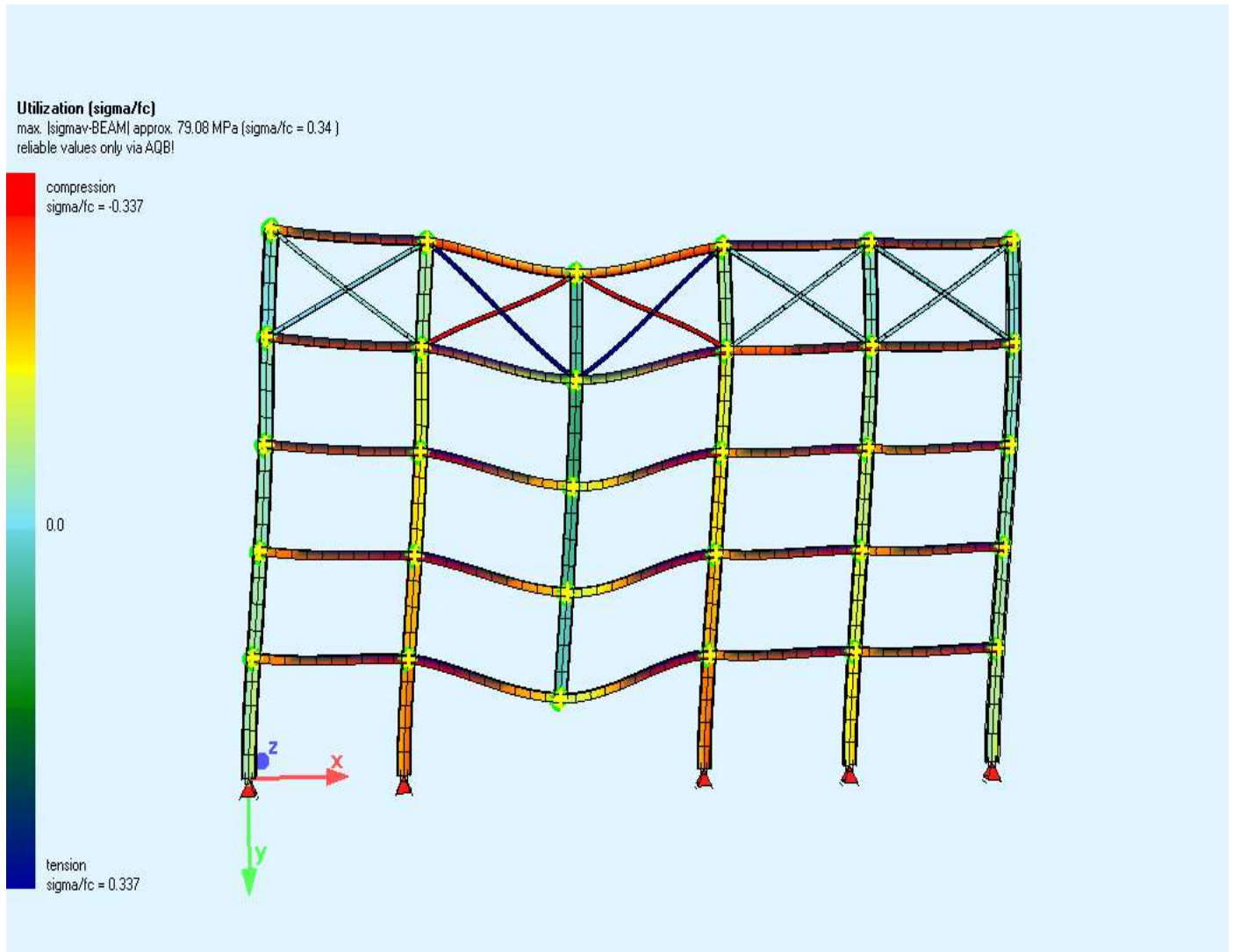
Διάγραμμα κατακόρυφων μετατοπίσεων Uy(mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 2 για συντελεστή φόρτισης FACT=7,0



Διάγραμμα στροφών φ (mrad) των κόμβων στο Φορέα τύπου 2 για συντελεστή φόρτισης FACT=7,0



Απεικόνιση Φορέα τύπου 2 για φόρτιση με FACT=1.0 ύστερα από αφαίρεση ενός εσωτερικού υποστυλώματος:



Παρατηρήσεις και σχόλια στον φορέα τύπου 2

Μετά την αφαίρεση ενός εσωτερικού υποστυλώματος στην στάθμη του ισογείου, δημιουργείται άνοιγμα δοκού της τάξεως των 12m.

Για φόρτιση $G+0,30Q$ παρατηρούμε τα εξής:

- αύξηση των αξονικών εντάσεων στα παρακείμενα υποστυλώματα και ενεργοποίηση των συνδέσμων δυσκαμψίας μέσω της λειτουργίας δικτύματος στον τελευταίο όροφο στην περιοχή του μεγάλου πλέον ανοίγματος.
- Οι ροπές κάμψης στις δοκούς και τα υποστυλώματα βρίσκονται μακριά από τα αντίστοιχα μεγέθη διαρροής.
- Οι μεγαλύτερες μετατοπίσεις κατά την οριζόντια διεύθυνση ux είναι της τάξεως των 5 mm ,ενώ κατά την κατακόρυφη διεύθυνση οι μετατοπίσεις uy μόλις που ξεπερνούν τα 7 mm.
- Οι στροφές στις δυσμενέστερες θέσεις είναι της τάξεως των 0.6-0.7 mrad.

Για συνεχή αύξηση του φορτίου έως $6 \times (G+0.30Q)$, ο φορέας μπορεί και παραλαμβάνει με τους ίδιους μηχανισμούς τα φορτία (λειτουργία δικτύματος στον τελευταίο όροφο κλπ.) ενώ σταδιακά φτάνουν σε κατάσταση διαρροής κάποια μέλη του.

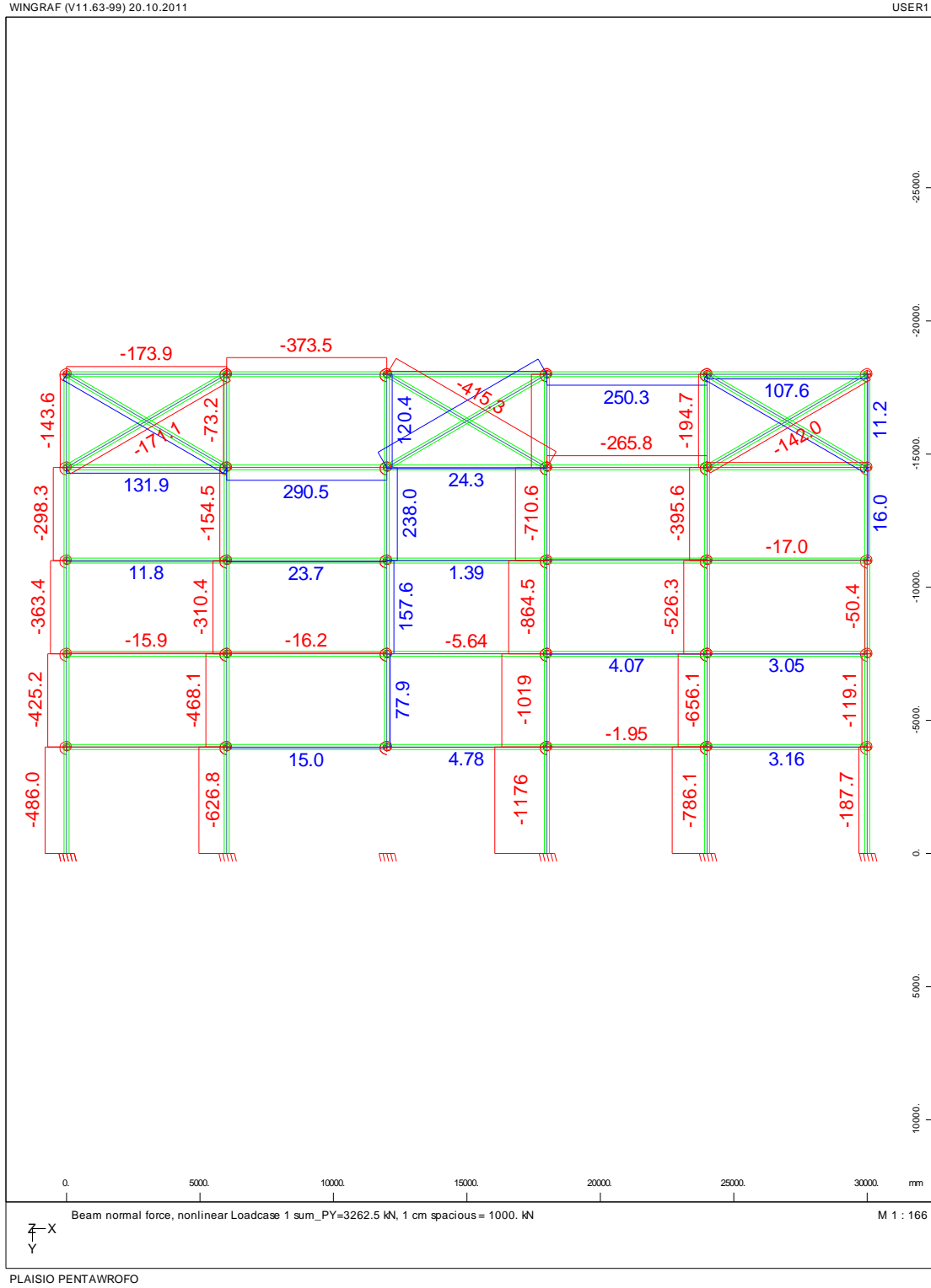
Για φόρτιση $7 \times (G+0.30Q)$, ο φορέας φτάνει στη φάση της κατάρρευσης. Σύμφωνα με το SOFISTIK δεν ικανοποιείται πλέον το ισοζύγιο ενέργειας.

- Οι περισσότεροι κόμβοι στήριξης των δοκών έχουν διαρρεύσει λόγω κάμψης.
- Στα υποστυλώματα παρατηρούνται πολύ μεγάλες αξονικές εντάσεις που ξεπερνούν τα 6000kN. Οι περισσότεροι σύνδεσμοι δυσκαμψίας έχουν διαρρεύσει.
- Οι οριζόντιες μετατοπίσεις ξεπερνούν σε κάποιους κόμβους τα 9cm ενώ η κατακόρυφη βύθιση στον κόμβο που αφαιρέθηκε το υποστυλώμα είναι της τάξεως των 6cm.
- Οι στροφές στους κόμβους στήριξης της δοκού διπλάσιου ανοίγματος που δημιουργήθηκε κατά την αφαίρεση του υποστυλώματος αλλά και όσων βρίσκονται στην ίδια περιοχή στους υπερκείμενους ορόφους, ξεπερνούν τα 25 mrad το οποίο σημαίνει ότι έχουν ήδη διαρρεύσει.

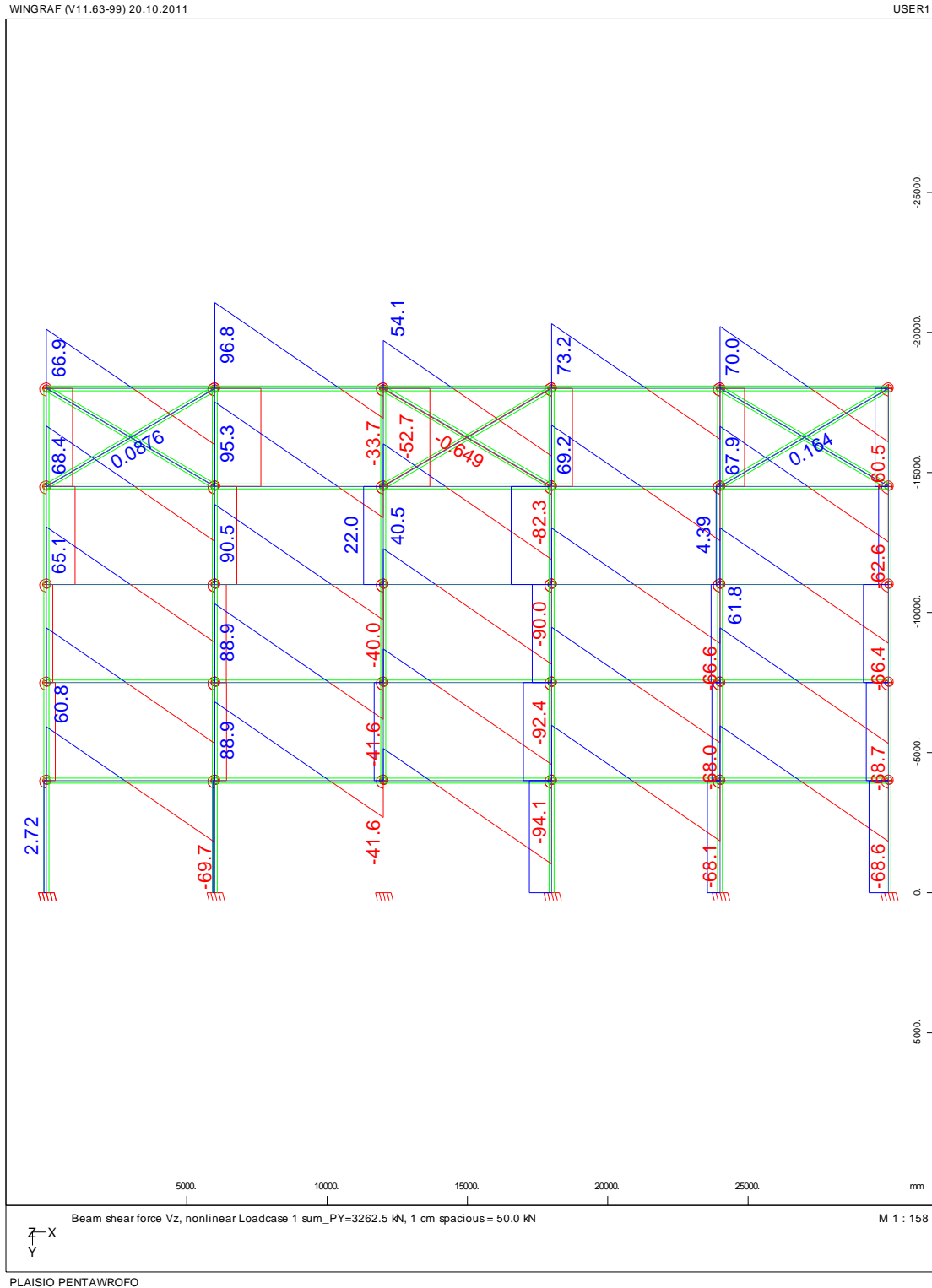
Το γεγονός ότι ο φορέας φτάνει στο στάδιο της κατάρρευσης για φορτία που ξεπερνούν τα $6 \times (G+0.30Q)$, μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ο φορέας έχει μεγάλη στιβαρότητα.

3.2.3 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 3 (απομάκρυνση εσωτερικού υποστυλώματος)

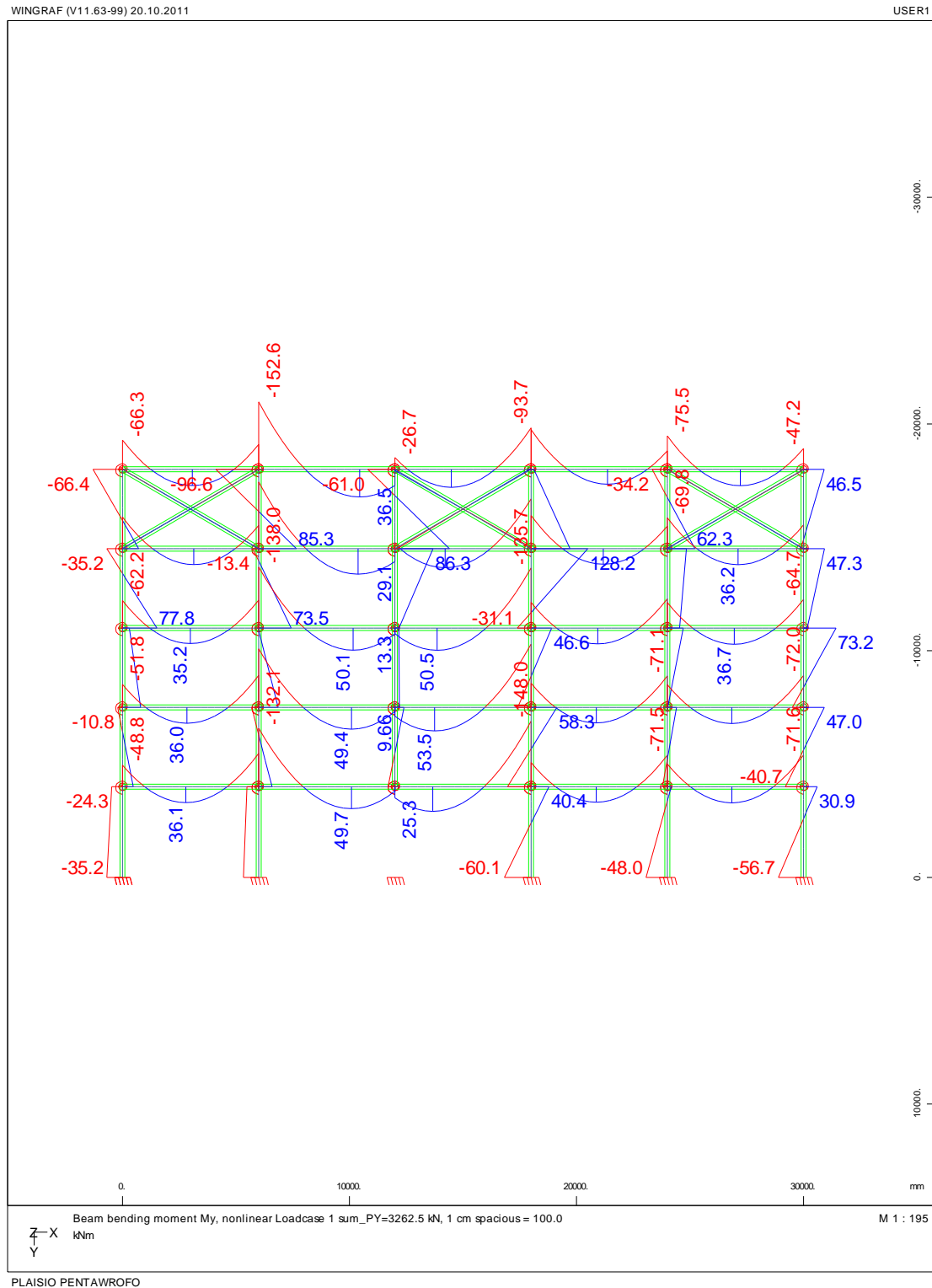
Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων N στο φορέα τύπου 3 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



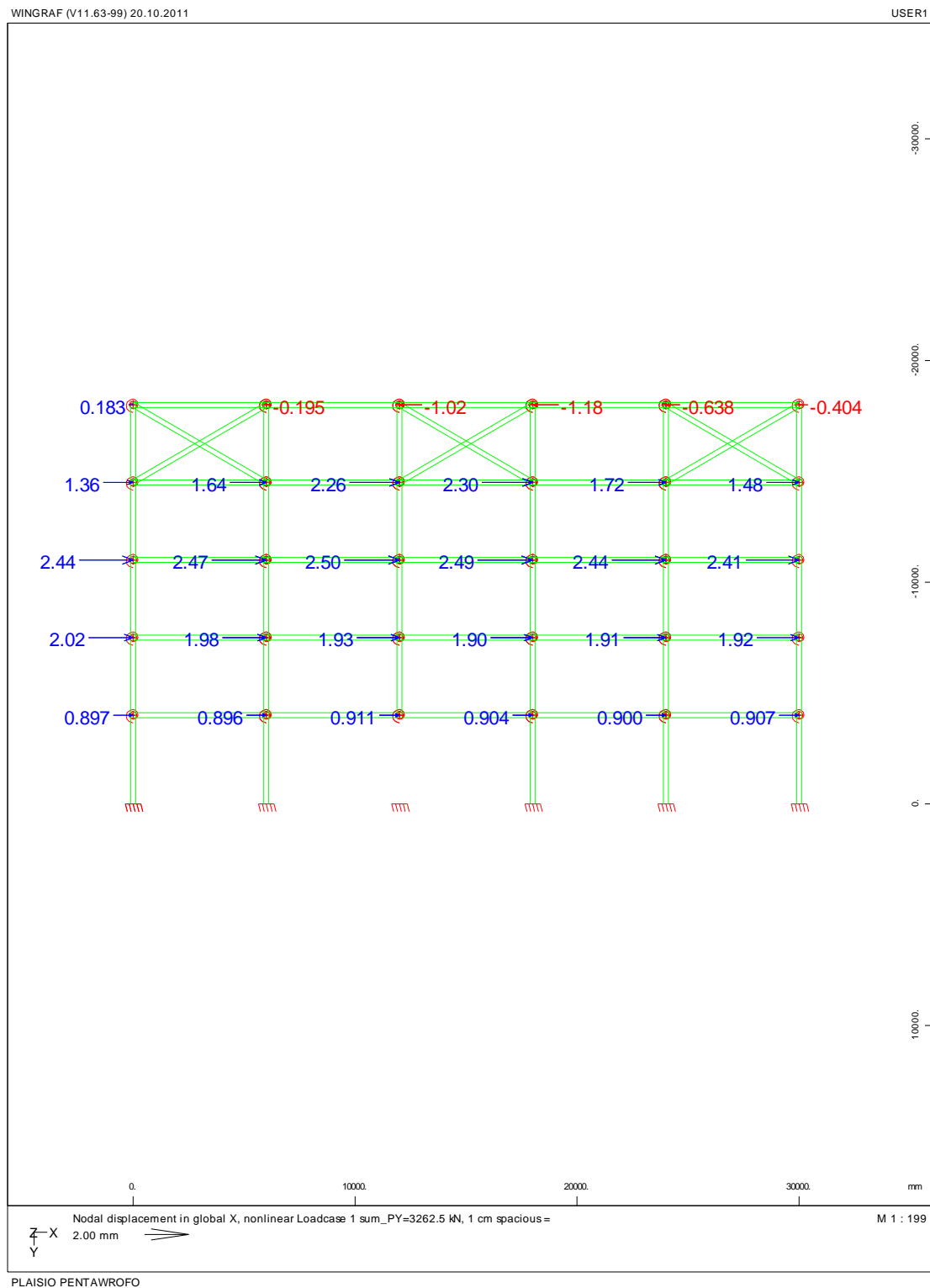
Διάγραμμα Τεμνουσών Δυνάμεων Q στο Φορέα τύπου 3 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



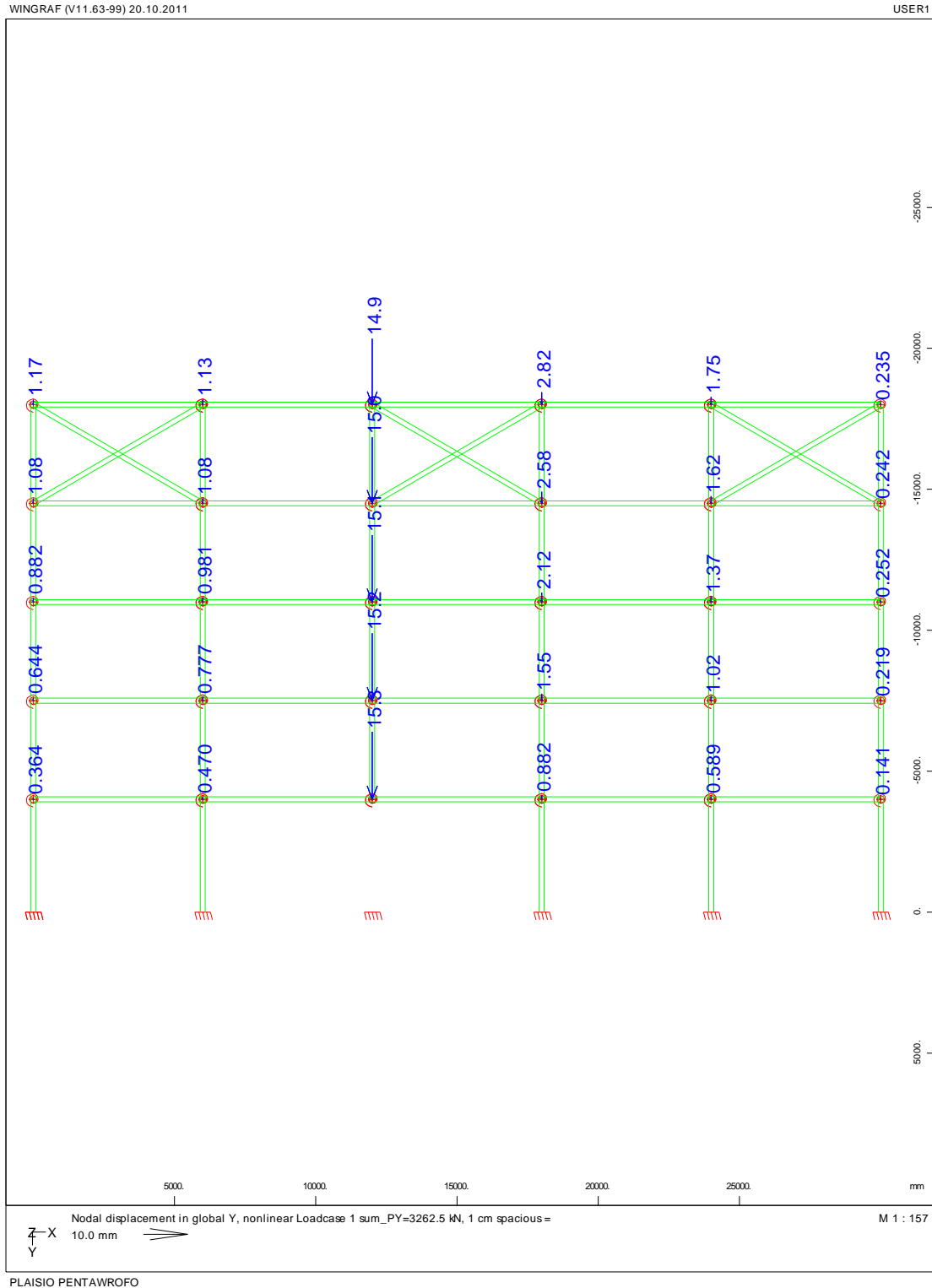
Διάγραμμα Καμπτικών Ροπών Μ στο Φορέα τύπου 3 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



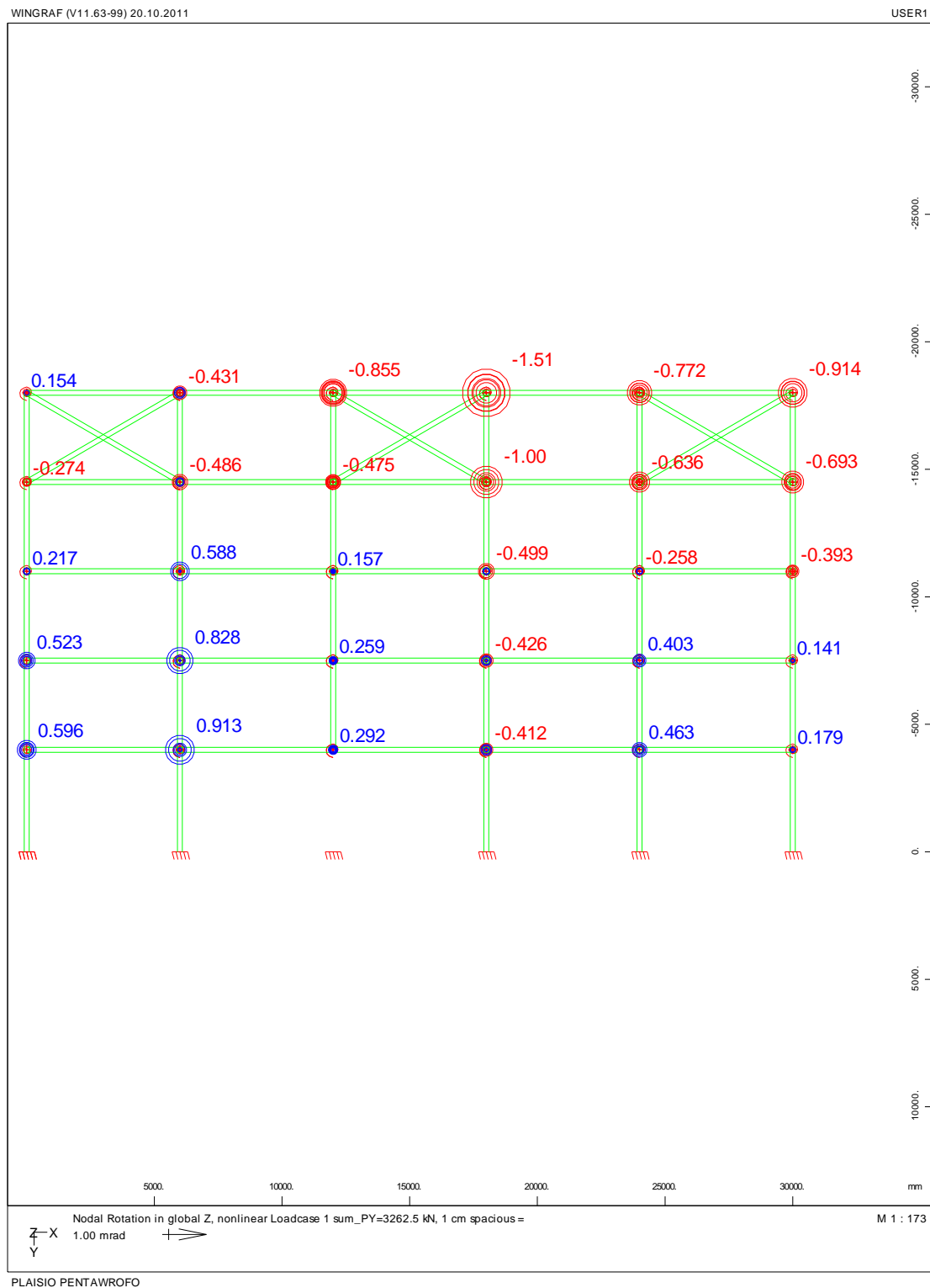
Διάγραμμα οριζόντιων μετατοπίσεων U_x (mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 3 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



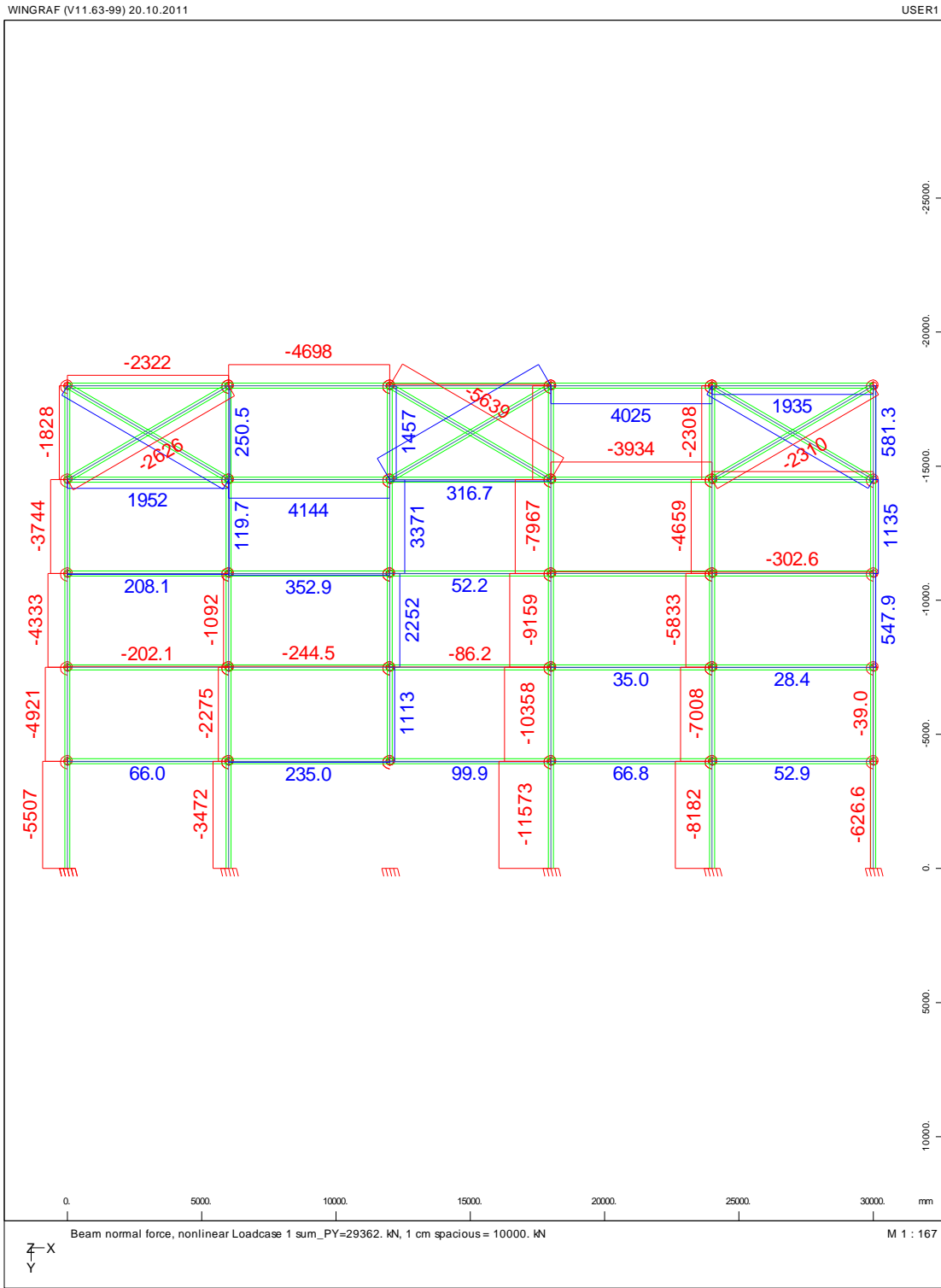
Διάγραμμα κατακόρυφων μετατοπίσεων U_y (mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 3 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



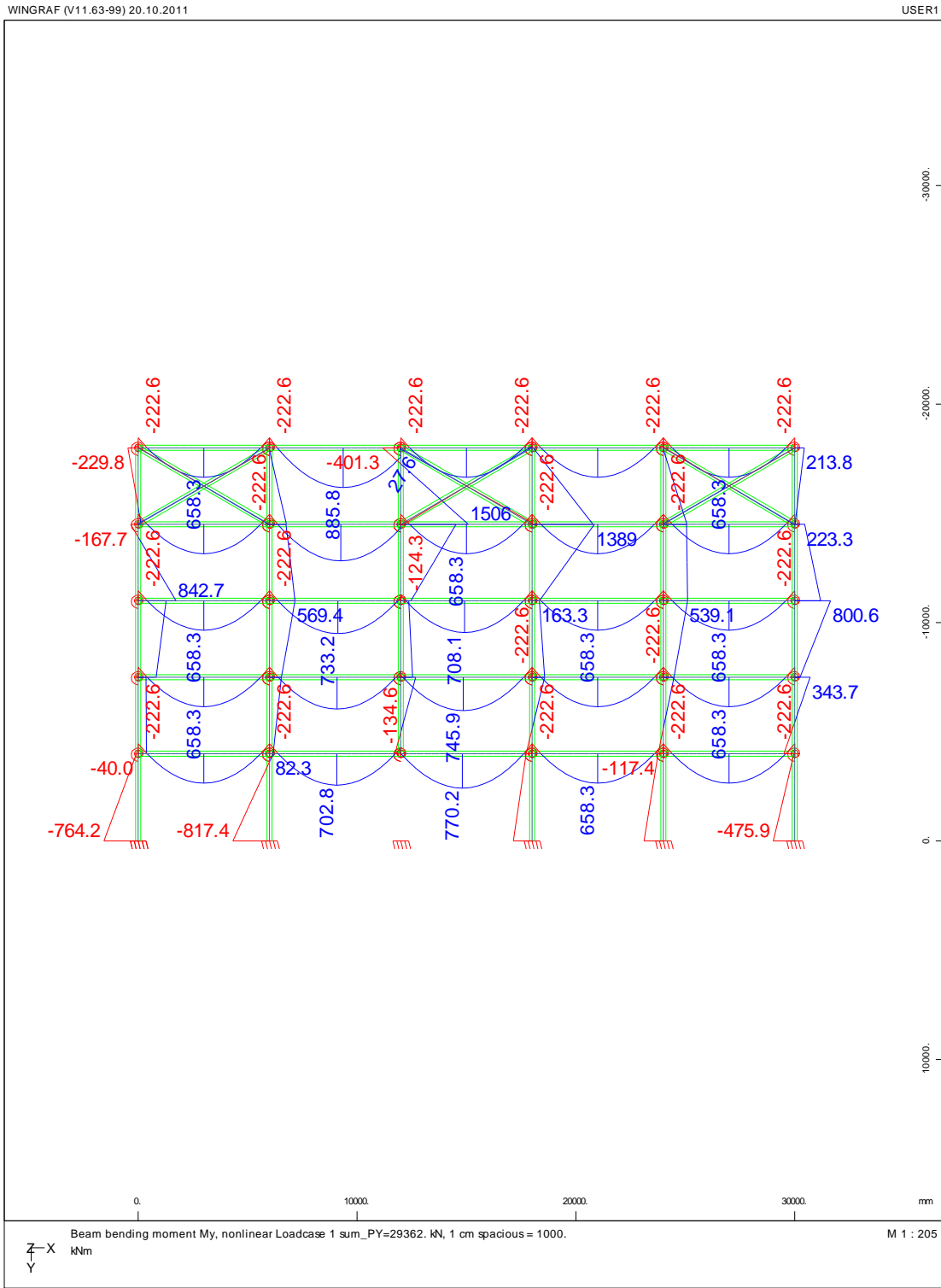
Διάγραμμα στροφών φ (mrad) των κόμβων στο Φορέα τύπου 3 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



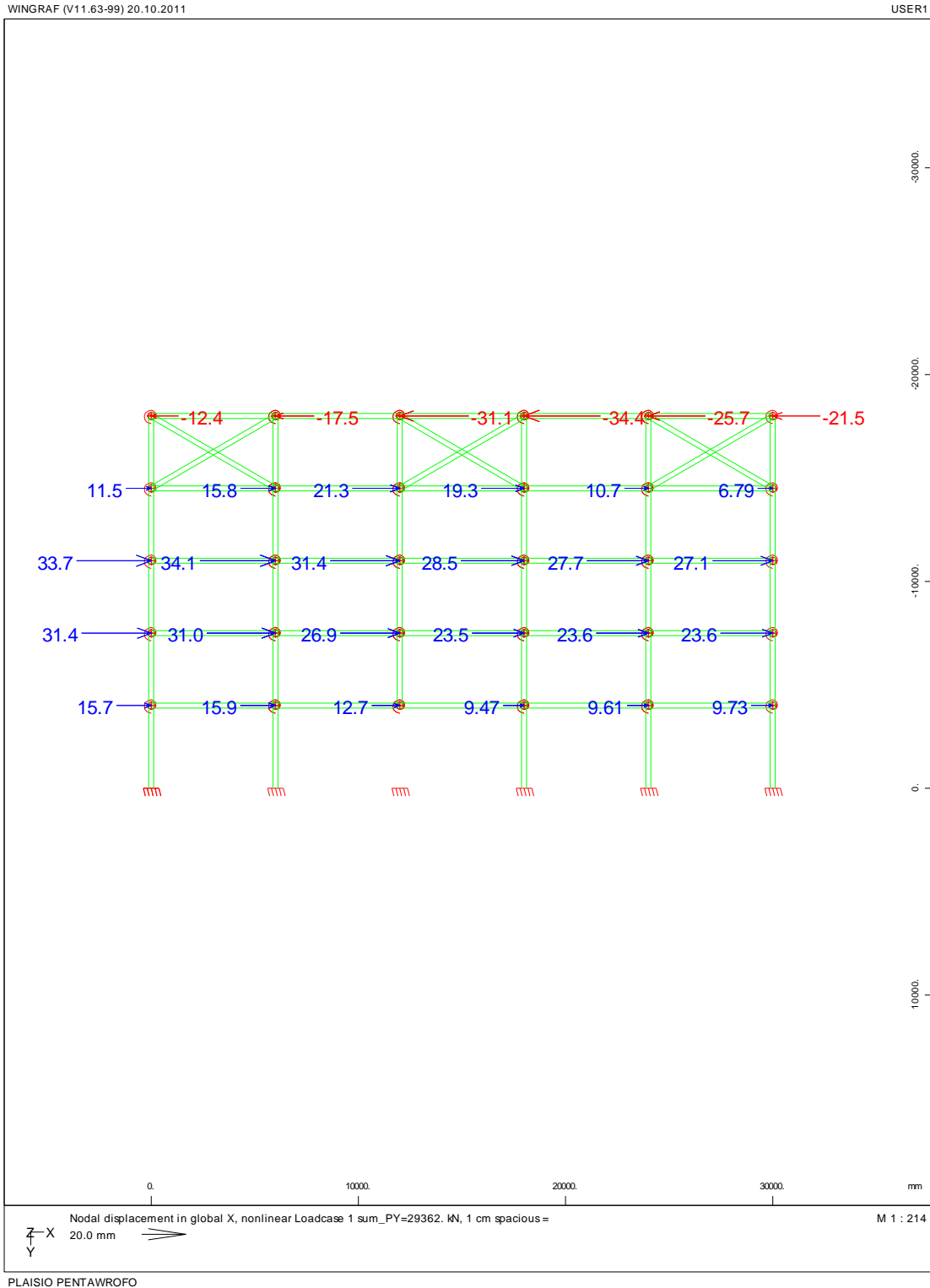
Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων N στο φορέα τύπου 3 για συντελεστή φόρτισης FACT=9,0



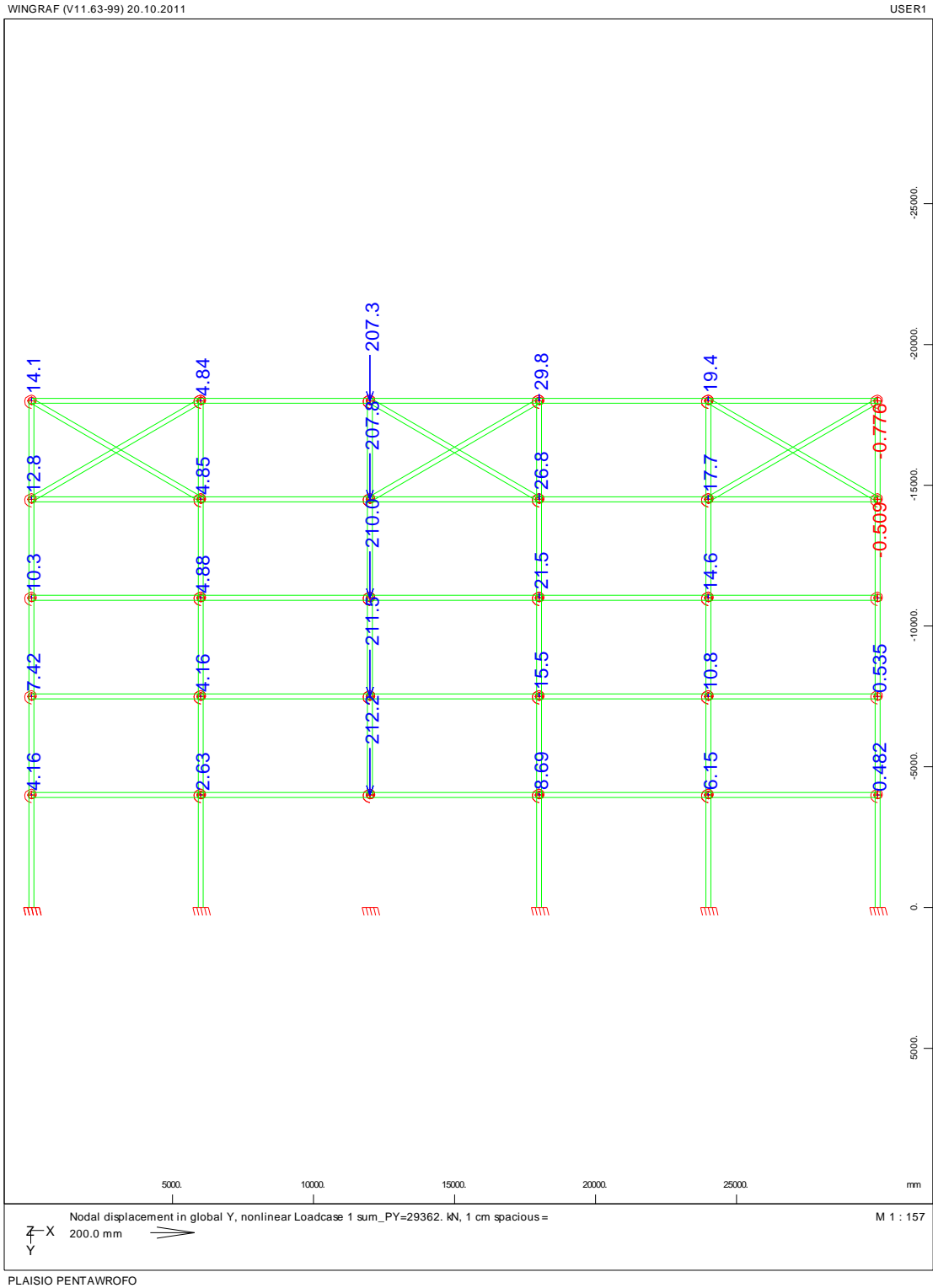
Διάγραμμα Καμπτικών Ροπών Μ στο Φορέα τύπου 3 για συντελεστή φόρτισης FACT=9,0



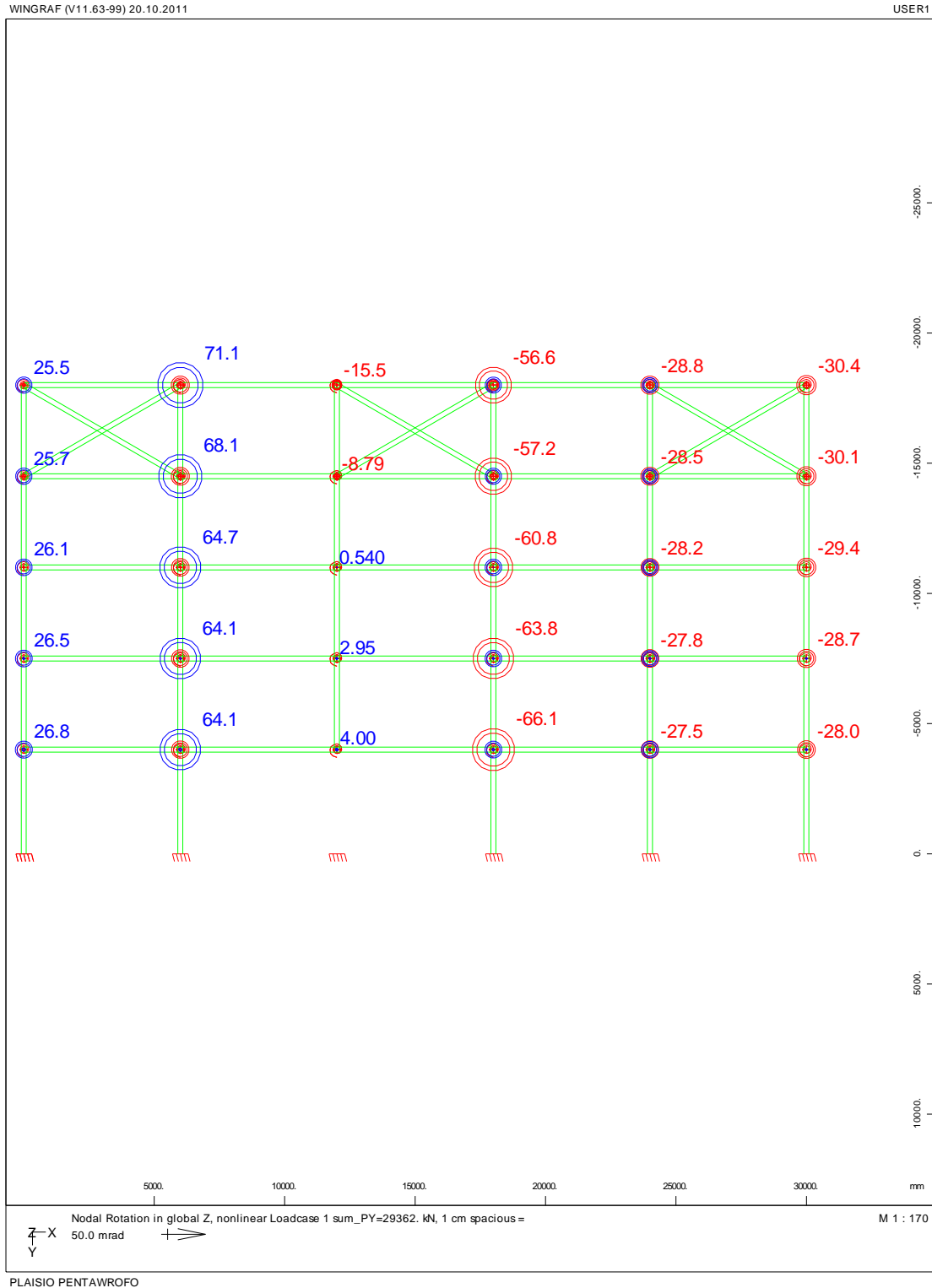
Διάγραμμα οριζόντιων μετατοπίσεων U_x (mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 3 για συντελεστή φόρτισης FACT=9,0



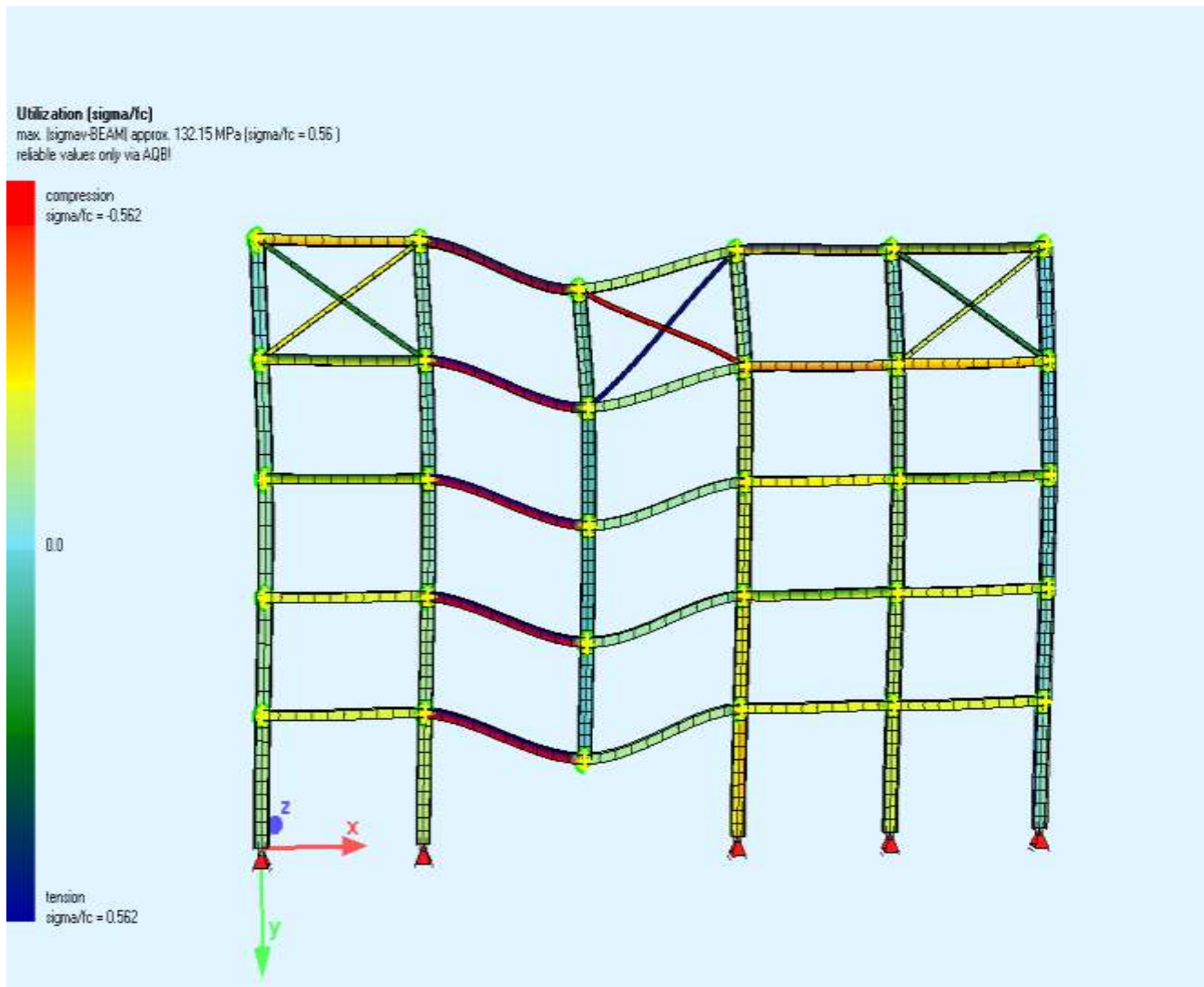
Διάγραμμα κατακόρυφων μετατοπίσεων U_y (mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 3 για συντελεστή φόρτισης FACT=9,0



Διάγραμμα στροφών φ (mrad) των κόμβων στο Φορέα τύπου 3 για συντελεστή φόρτισης FACT=9,0



Απεικόνιση Φορέα τύπου 3 για φόρτιση με FACT=1.0 ύστερα από αφαίρεση ενός εσωτερικού υποστυλώματος:



Παρατηρήσεις και σχόλια στον φορέα τύπου 3

Μετά την αφαίρεση ενός εσωτερικού υποστυλώματος στην στάθμη του ισογείου, δημιουργείται άνοιγμα δοκού της τάξεως των 12m.

Για φόρτιση $G+0,30Q$ παρατηρούμε:

- αύξηση των αξονικών εντάσεων στα παρακείμενα υποστυλώματα και ενεργοποίηση των συνδέσμων δυσκαμψίας μέσω της λειτουργίας δικτυώματος στον τελευταίο όροφο στην περιοχή του μεγάλου πλέον ανοίγματος.
- Οι ροπές κάμψης στις δοκούς και τα υποστυλώματα βρίσκονται μακριά από τα αντίστοιχα μεγέθη διαρροής.
- Οι μετατοπίσεις κατά την οριζόντια διεύθυνση u_x είναι της τάξεως των 2.5 mm , ενώ κατά την κατακόρυφη διεύθυνση οι μετατοπίσεις u_y δεν ξεπερνούν τα 15mm.
- Οι στροφές στις δυσμενέστερες θέσεις είναι της τάξεως των 0.5-1.5 mrad.

Για συνεχή αύξηση του φορτίου έως $8 \times (G+0.30Q)$, ο φορέας μπορεί και παραλαμβάνει με τους ίδιους μηχανισμούς τα φορτία (λειτουργία δικτυώματος στον τελευταίο όροφο κλπ.) ενώ σταδιακά φτάνουν σε κατάσταση διαρροής κάποια μέλη του (σύνδεσμοι δυσκαμψίας, κόμβοι, δοκοί, υποστυλώματα).

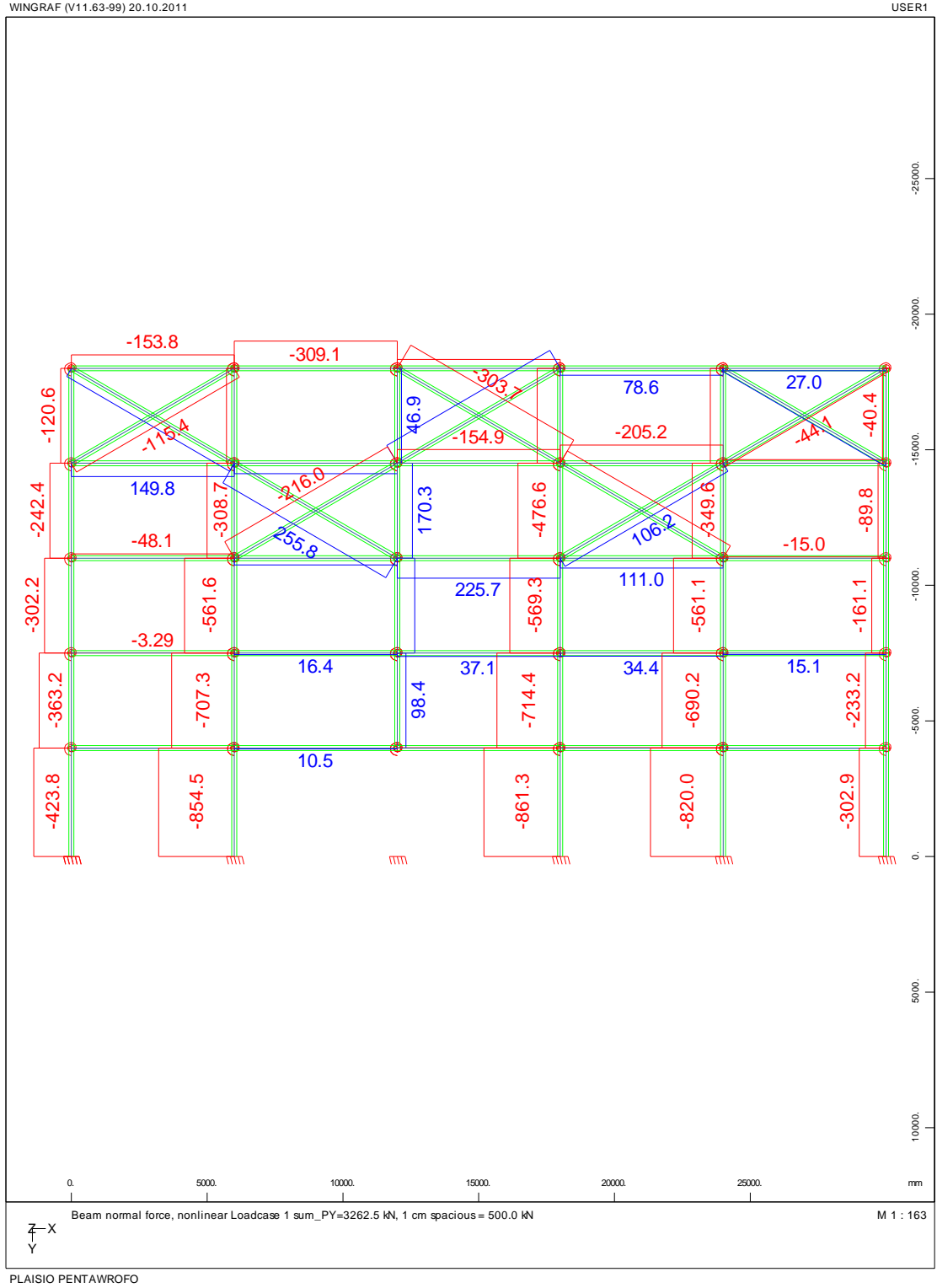
Για φόρτιση $9 \times (G+0.30Q)$, ο φορέας φτάνει στη φάση της κατάρρευσης. Σύμφωνα με το SOFISTIK δεν ικανοποιείται πλέον το ισοζύγιο ενέργειας.

- Οι περισσότεροι κόμβοι στήριξης των δοκών έχουν ξεπεράσει την αντοχή τους σε κάμψη και πλαστικοποιούνται.
- Σε ορισμένα υποστυλώματα παρατηρούνται πολύ μεγάλες αξονικές εντάσεις που ξεπερνούν τα 9000kN. Οι σύνδεσμοι δυσκαμψίας επίσης έχουν διαρρεύσει.
- Οι οριζόντιες μετατοπίσεις ξεπερνούν σε κάποιους κόμβους τα 3 cm ενώ η κατακόρυφη βύθιση στον κόμβο που αφαιρέθηκε το υποστυλώμα είναι της τάξεως των 21cm.
- Οι στροφές στους κόμβους στήριξης της δοκού διπλάσιου ανοίγματος που δημιουργήθηκε κατά την αφαίρεση του υποστυλώματος αλλά και σε ορισμένων που βρίσκονται στην ίδια περιοχή στους υπερκείμενους ορόφους, ξεπερνούν τα 60 mrad το οποίο σημαίνει ότι έχουν ήδη διαρρεύσει.

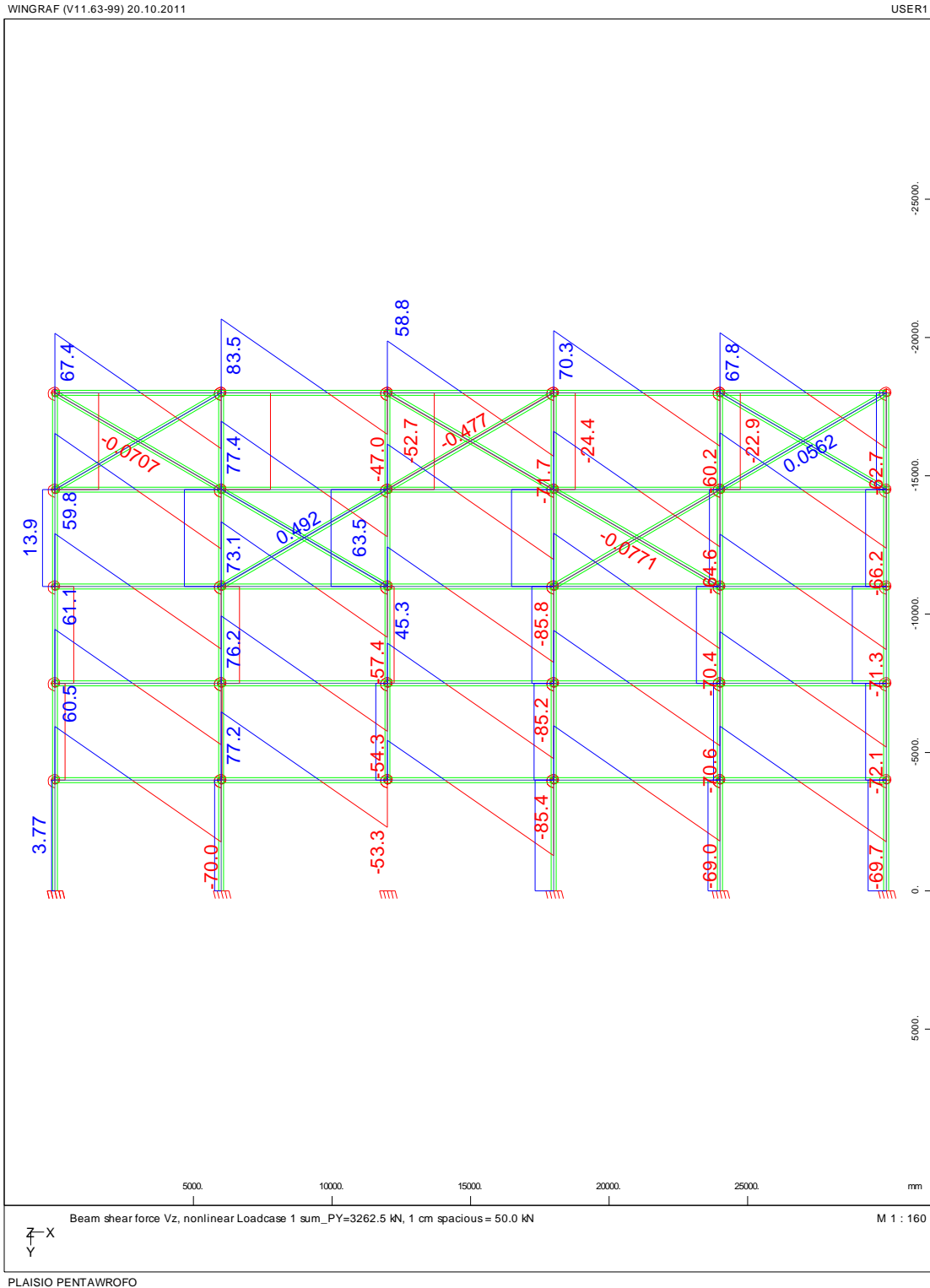
Το γεγονός ότι ο φορέας φτάνει στο στάδιο της κατάρρευσης για φορτία που ξεπερνούν τα $8 \times (G+0.30Q)$, μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ο φορέας έχει μεγάλη στιβαρότητα.

3.2.4 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 4 (απομάκρυνση εσωτερικού υποστυλώματος)

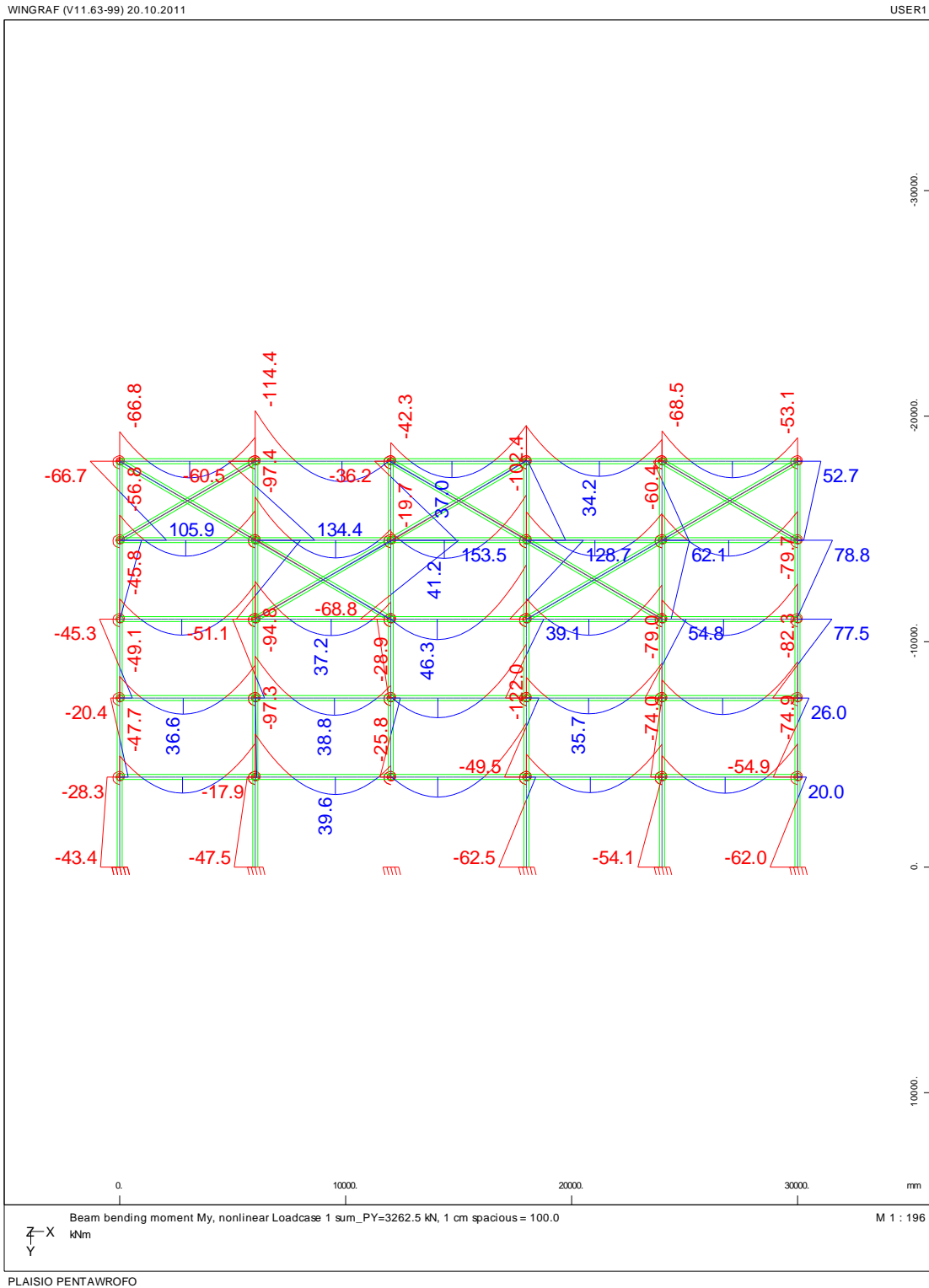
Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων N στο φορέα τύπου 4 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



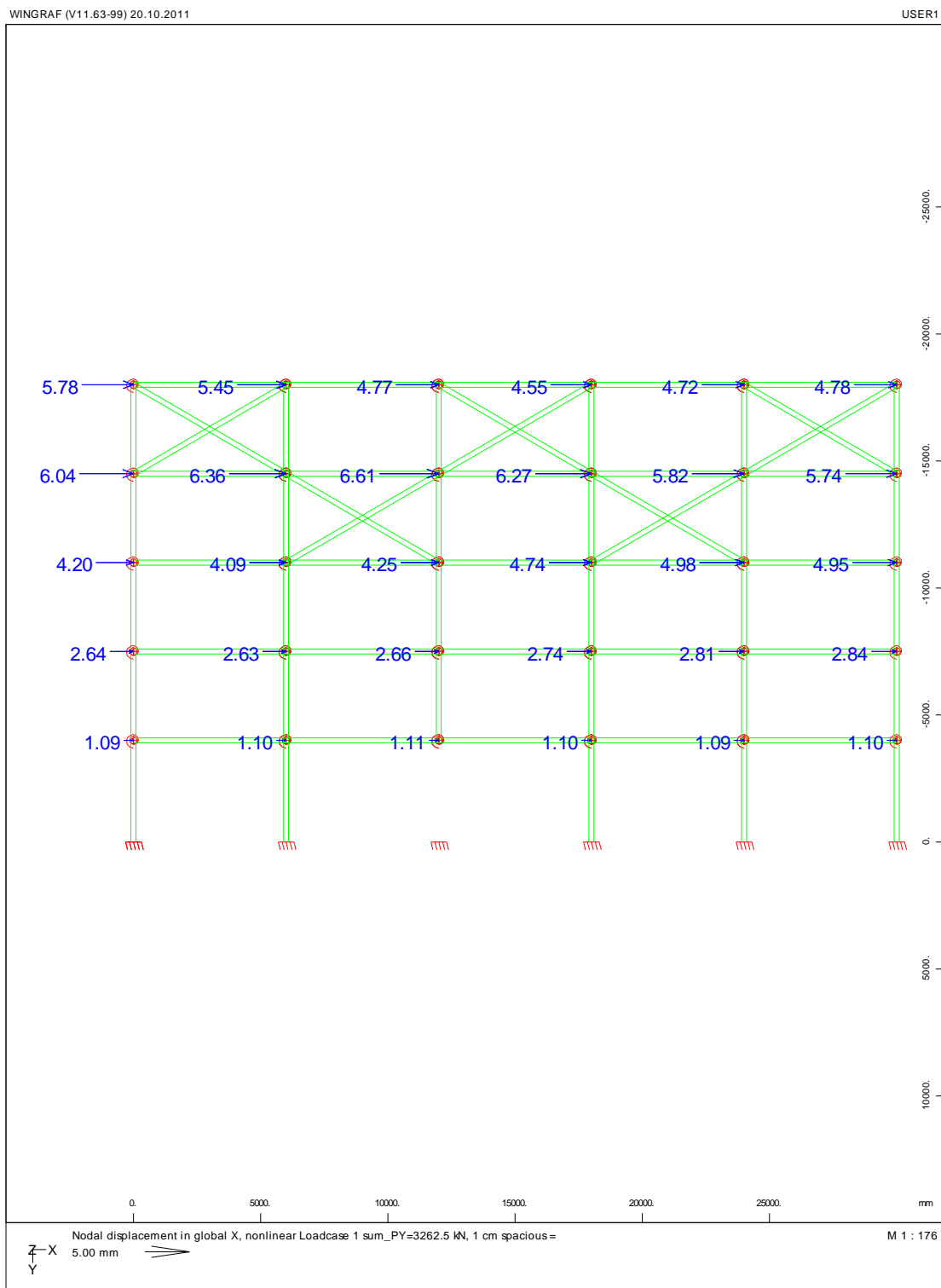
Διάγραμμα Τεμνουσών Δυνάμεων Q στο Φορέα τύπου 4 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



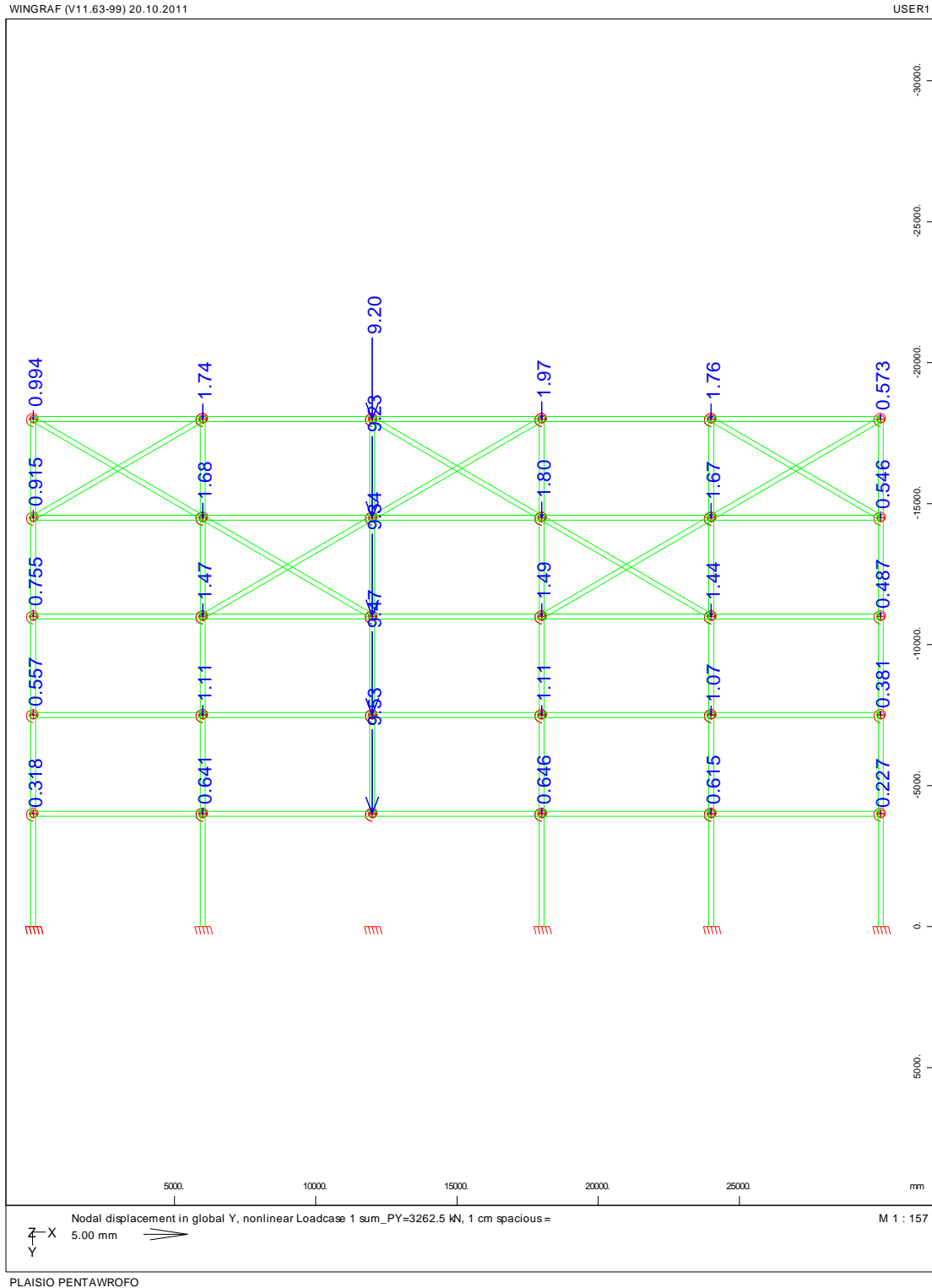
Διάγραμμα Καμπτικών Ροπών Μ στο Φορέα τύπου 4 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



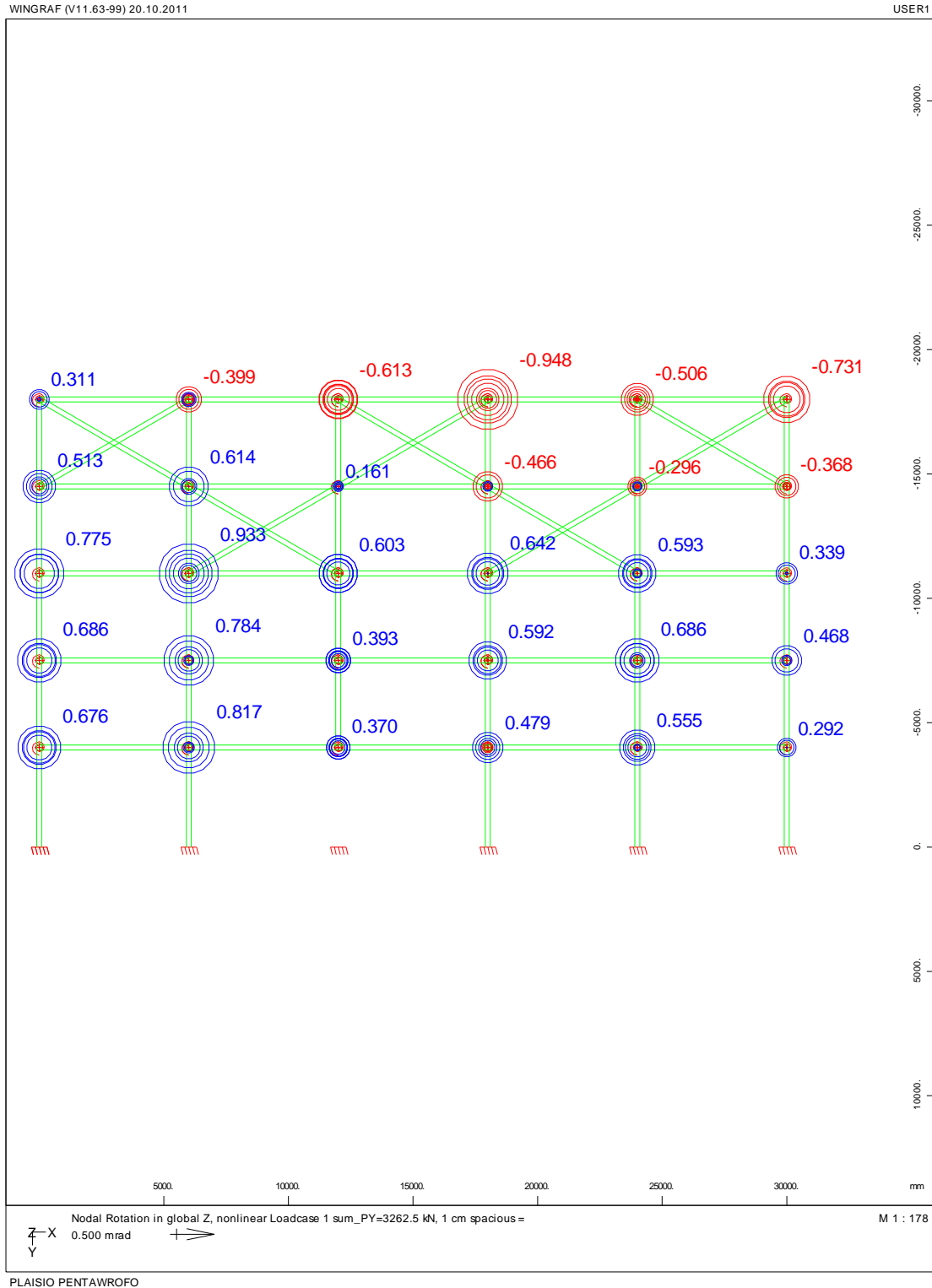
Διάγραμμα οριζόντιων μετατοπίσεων U_x (mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 4 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



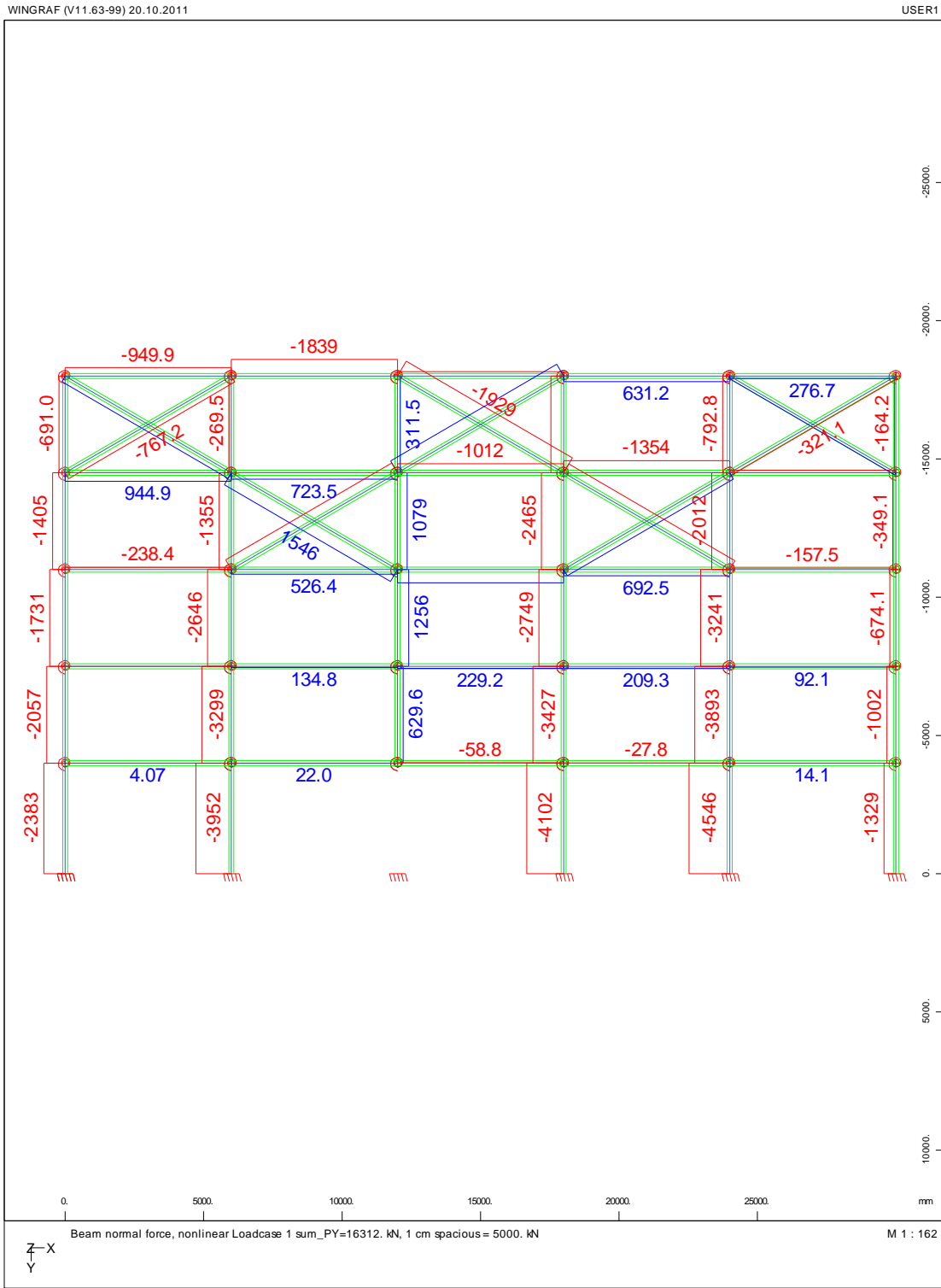
Διάγραμμα κατακόρυφων μετατοπίσεων U_y (mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 4 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



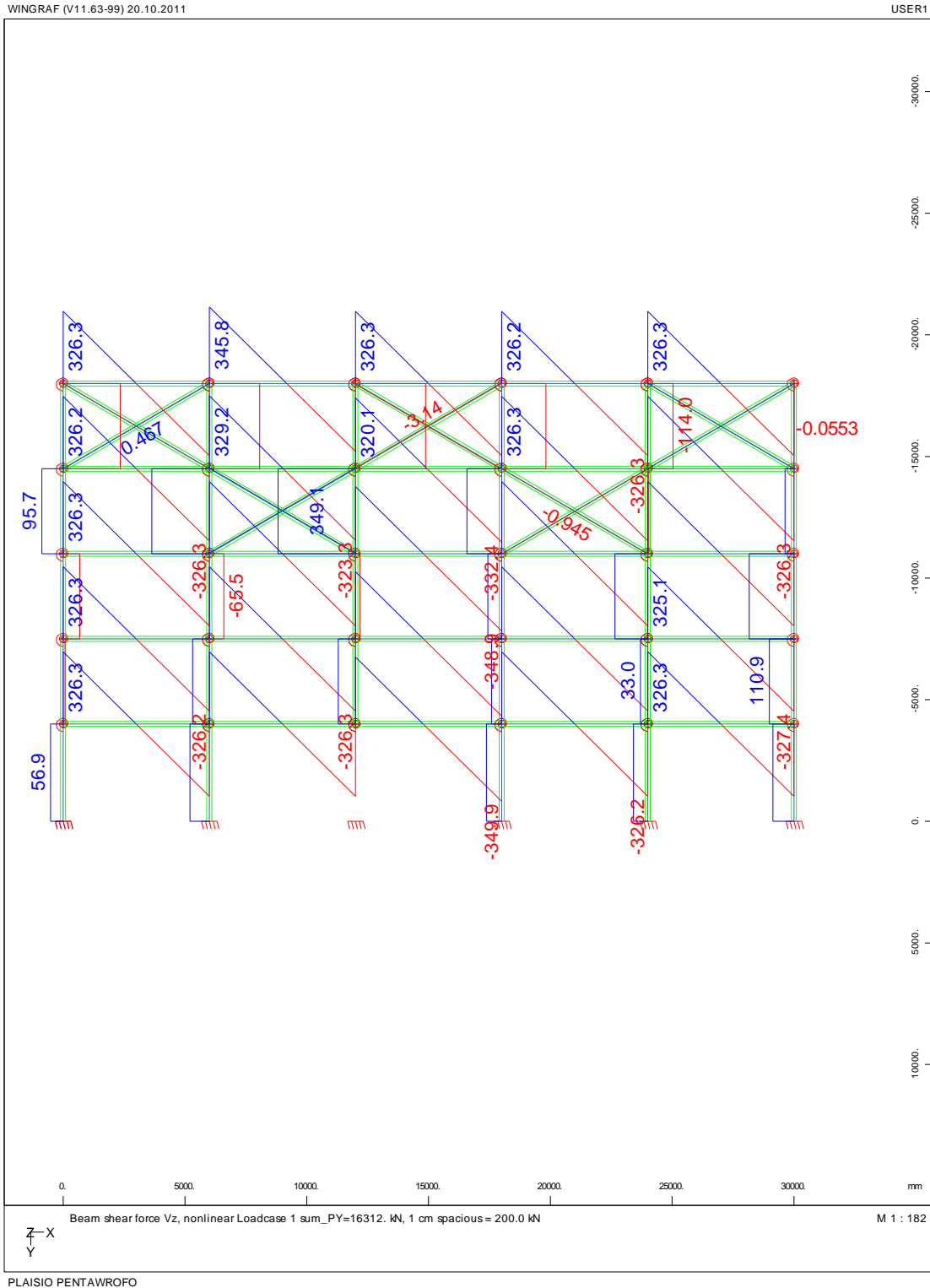
Διάγραμμα στροφών φ(mrad) των κόμβων στο Φορέα τύπου 4 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



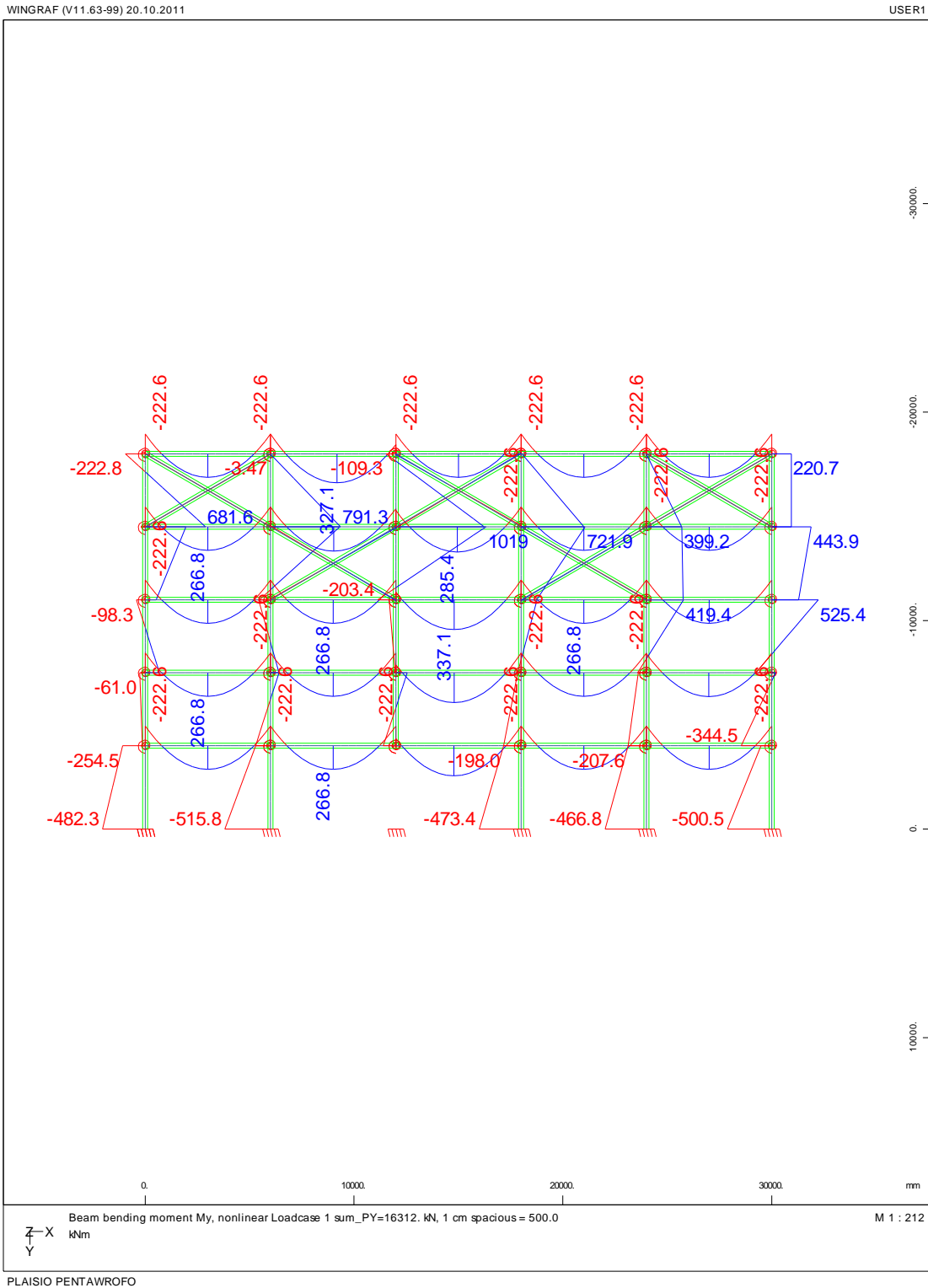
Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων N στο φορέα τύπου 4 για συντελεστή φόρτισης FACT=5,0



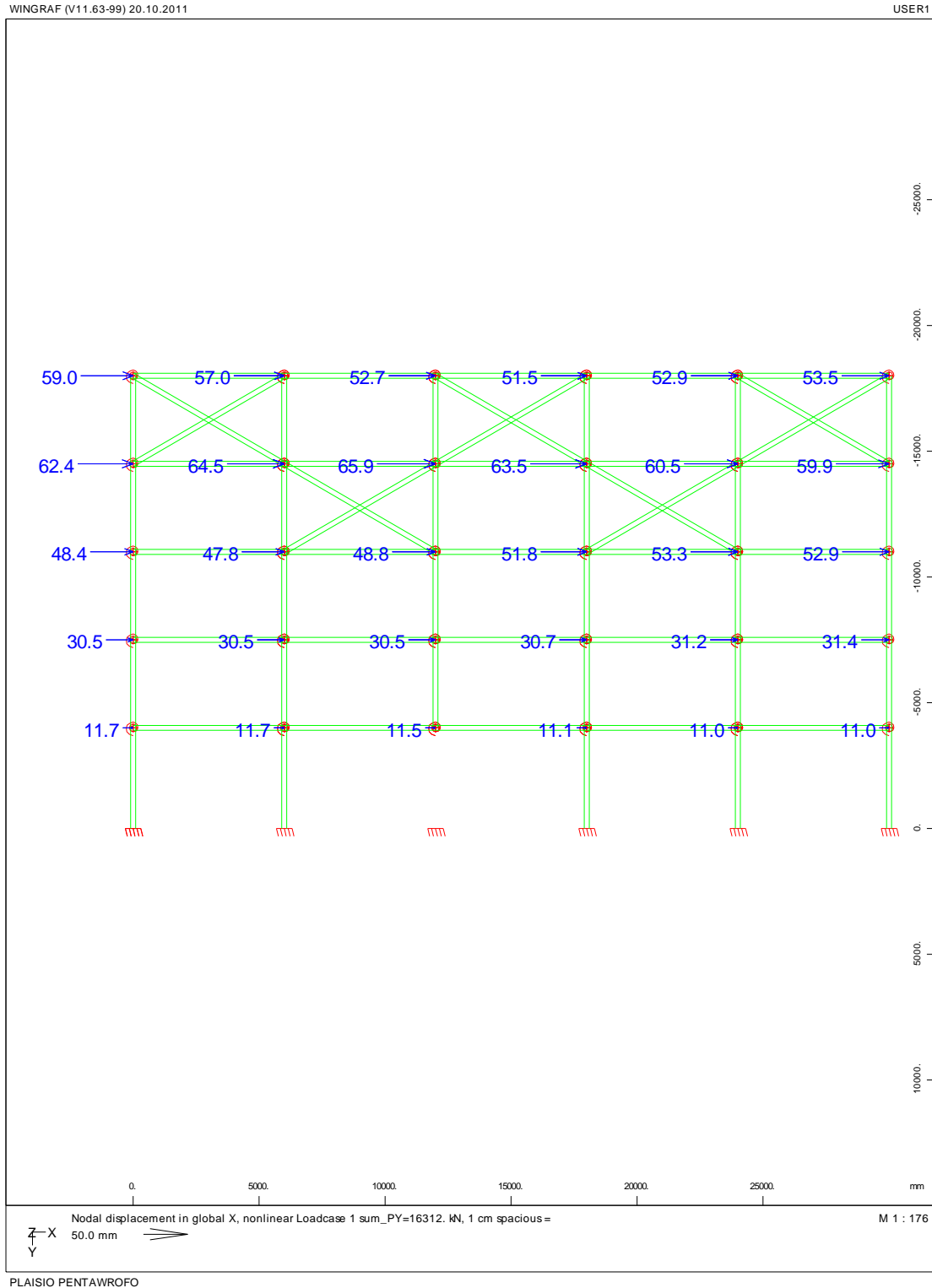
Διάγραμμα Τεμνουσών Δυνάμεων Q στο Φορέα τύπου 4 για συντελεστή φόρτισης FACT=5,0



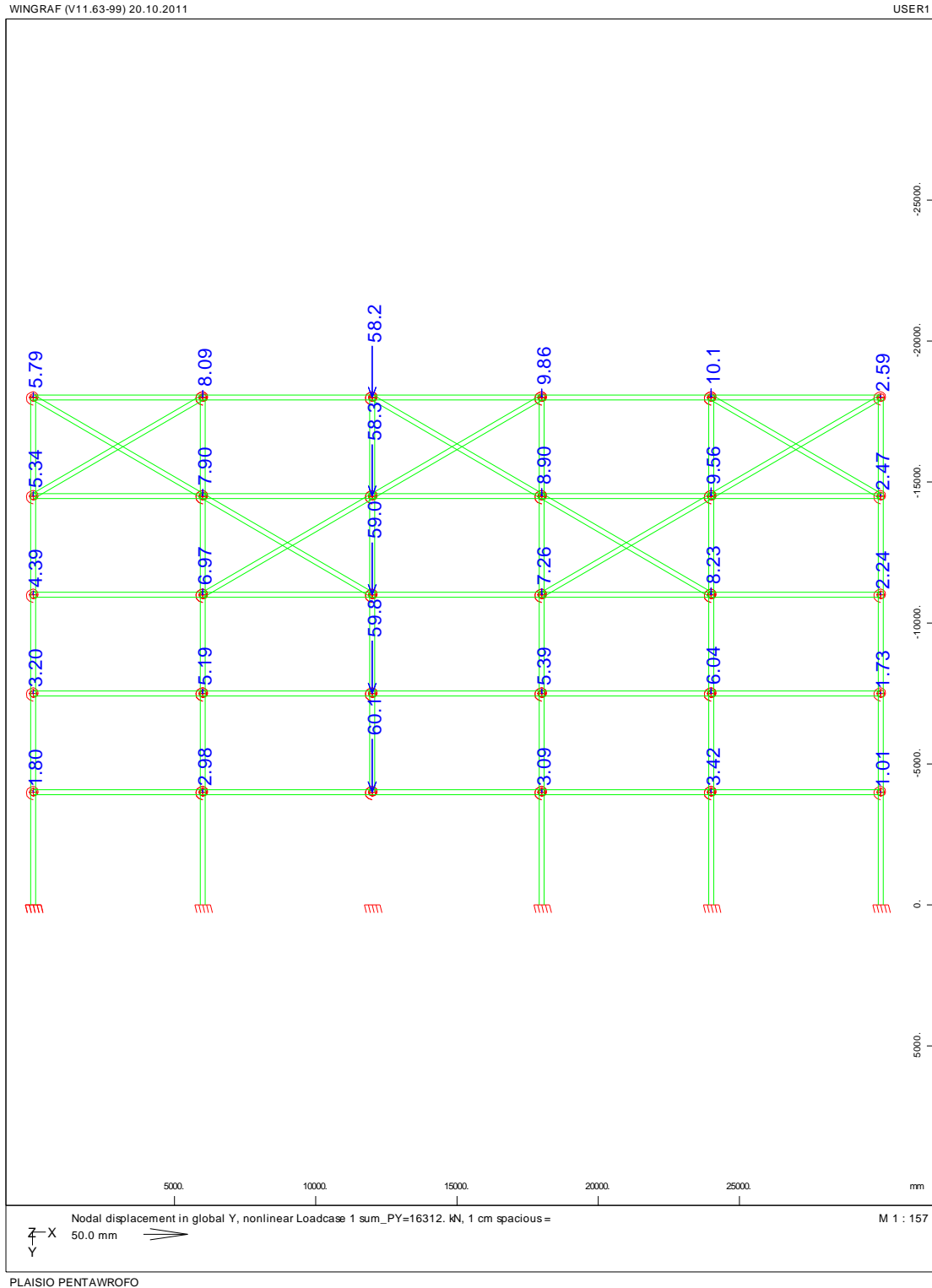
Διάγραμμα Καμπτικών Ροπών Μ στο Φορέα τύπου 4 για συντελεστή φόρτισης FACT=5,0



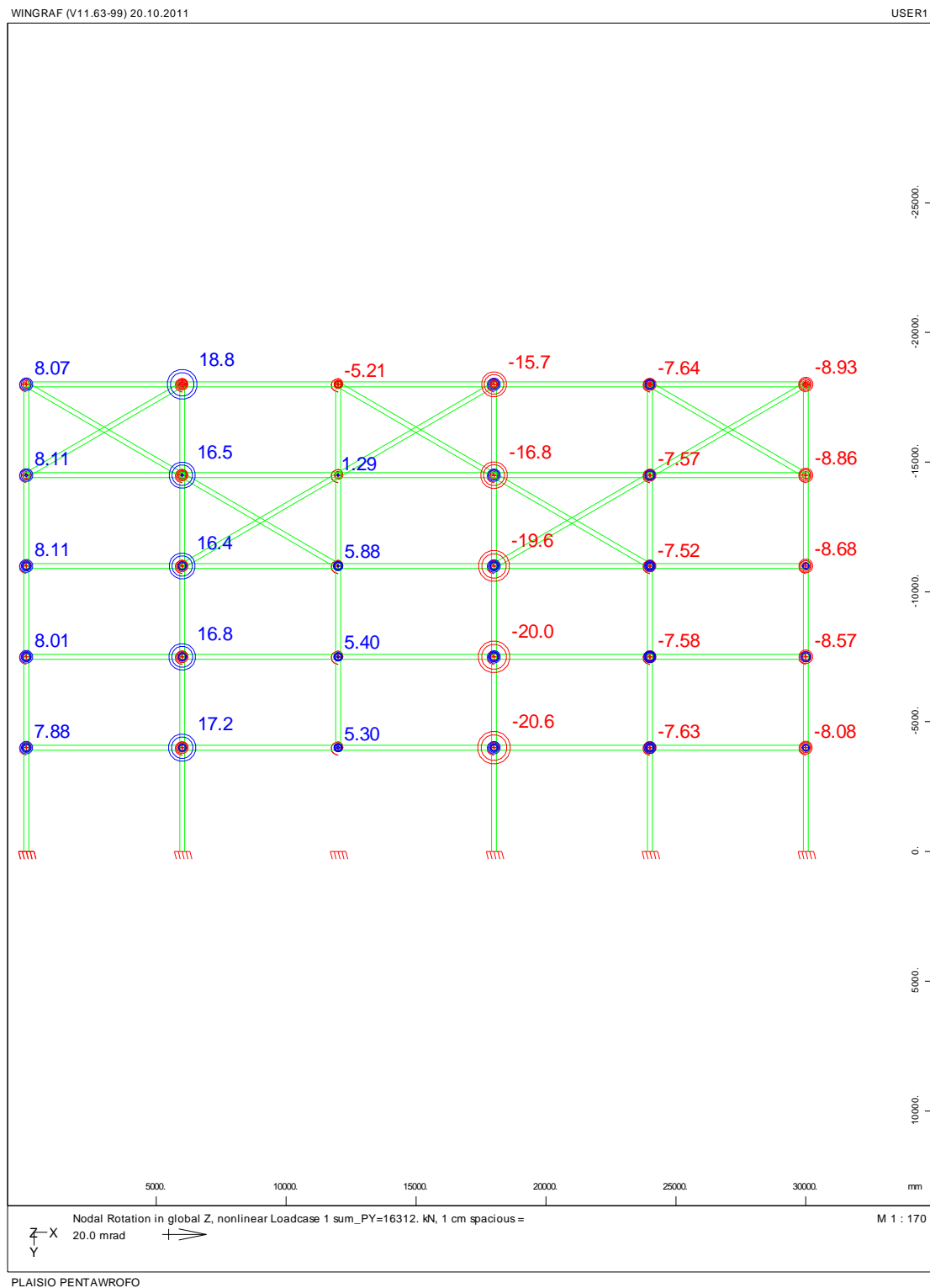
Διάγραμμα οριζόντιων μετατοπίσεων U_x (mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 4 για συντελεστή φόρτισης FACT=5,0



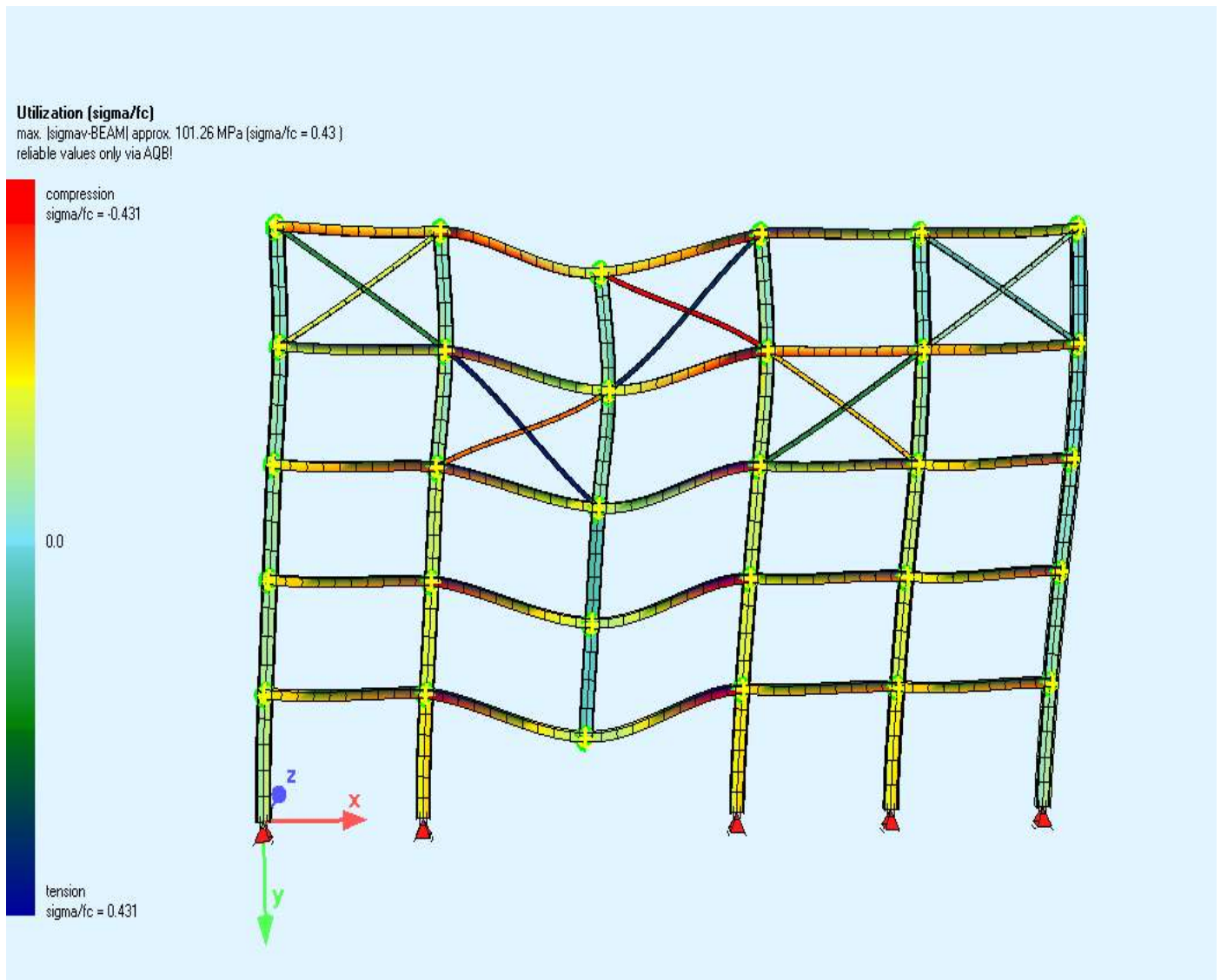
Διάγραμμα κατακόρυφων μετατοπίσεων U_y (mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 4 για συντελεστή φόρτισης FACT=5,0



Διάγραμμα στροφών φ(mrad) των κόμβων στο Φορέα τύπου 4 για συντελεστή φόρτισης FACT=5,0



Απεικόνιση Φορέα τύπου 4 για φόρτιση με FACT=1.0 ύστερα από αφαίρεση ενός εσωτερικού υποστυλώματος:



Παρατηρήσεις και σχόλια στον φορέα τύπου 4

Μετά την αφαίρεση ενός εσωτερικού υποστυλώματος στην στάθμη του ισογείου, δημιουργείται άνοιγμα δοκού της τάξεως των 12m.

Για φόρτιση $G+0,30Q$ παρατηρούμε:

- αύξηση των αξονικών εντάσεων στα παρακείμενα υποστυλώματα και ενεργοποίηση των συνδέσμων δυσκαμψίας μέσω της λειτουργίας δικτύωματος στους δύο τελευταίους ορόφους.
- Οι ροπές κάμψης στις δοκούς και τα υποστυλώματα βρίσκονται μακριά από τα αντίστοιχα μεγέθη διαρροής.
- Οι μετατοπίσεις κατά την οριζόντια διεύθυνση u_x είναι της τάξεως των 5.5mm ,ενώ κατά την κατακόρυφη διεύθυνση οι μετατοπίσεις u_y δεν ξεπερνούν τα 9.5mm.
- Οι στροφές στις δυσμενέστερες θέσεις είναι της τάξεως του 1.0mrad.

Για συνεχή αύξηση του φορτίου έως $4 \times (G+0.30Q)$, ο φορέας μπορεί και παραλαμβάνει με τους ίδιους μηχανισμούς τα φορτία (λειτουργία δικτύωματος στους τελευταίους ορόφους κλπ.) ενώ σταδιακά φτάνουν σε κατάσταση διαρροής κάποια μέλη του (σύνδεσμοι δυσκαμψίας, κόμβοι, δοκοί, υποστυλώματα).

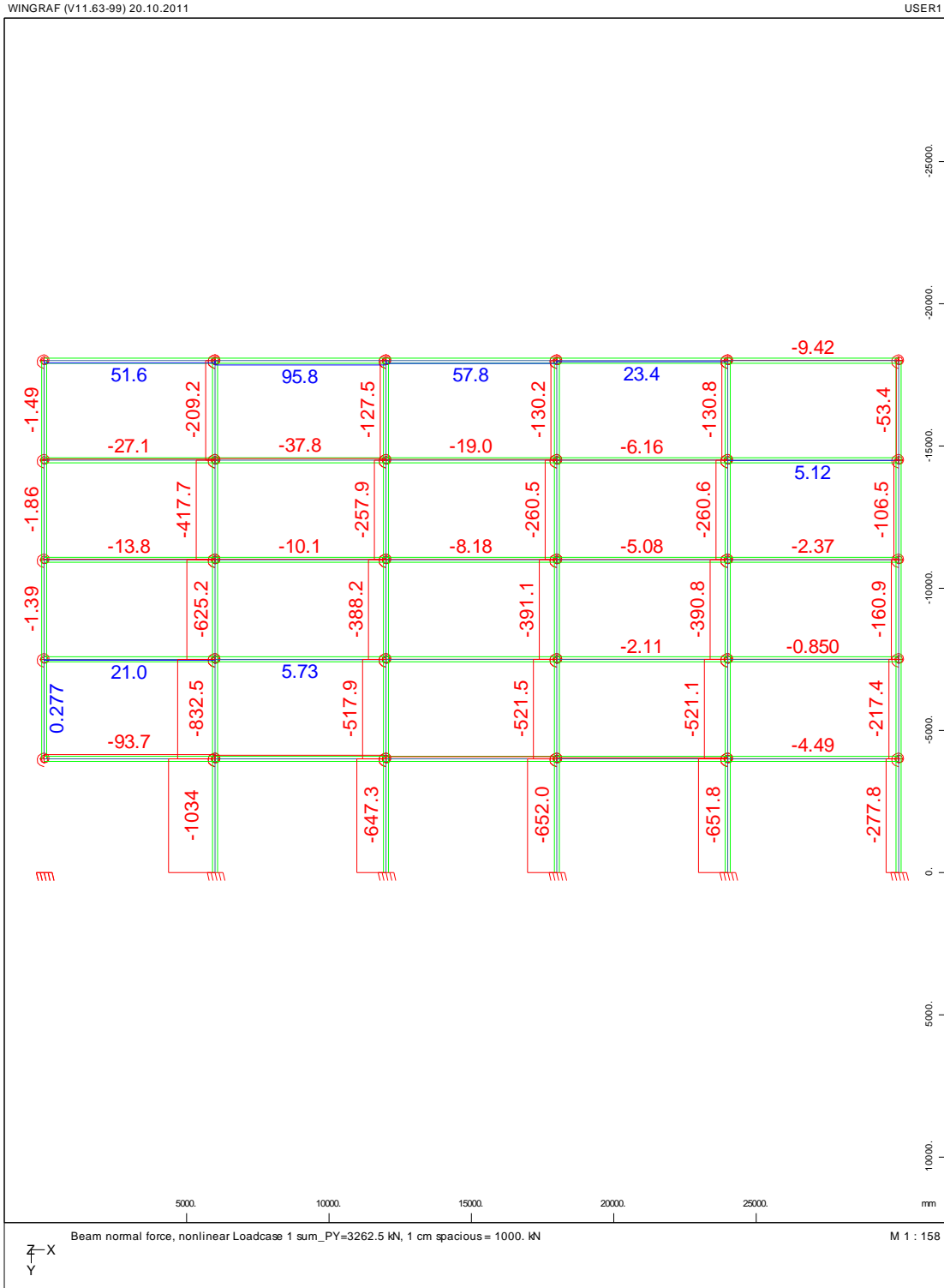
Για φόρτιση $5 \times (G+0.30Q)$, ο φορέας φτάνει στη φάση της κατάρρευσης. Σύμφωνα με το SOFISTIK δεν ικανοποιείται πλέον το ισοζύγιο ενέργειας.

- Οι περισσότεροι κόμβοι στήριξης των δοκών έχουν διαρρεύσει λόγω καταπόνησης σε κάμψη.
- Σε ορισμένα υποστυλώματα παρατηρούνται αξονικές εντάσεις που ξεπερνούν τα 4000kN. Πάραυτα τα υποστυλώματα δεν διαρρέουν. Οι σύνδεσμοι δυσκαμψίας έχουν διαρρεύσει.
- Οι οριζόντιες μετατοπίσεις ξεπερνούν σε κάποιους κόμβους τα 6.5cm ενώ η κατακόρυφη βύθιση στον κόμβο που αφαιρέθηκε το υποστυλώμα είναι της τάξεως των 6cm.
- Οι στροφές στους κόμβους στήριξης της δοκού διπλάσιου ανοίγματος που δημιουργήθηκε κατά την αφαίρεση του υποστυλώματος αλλά και σε ορισμένων που βρίσκονται στην ίδια περιοχή στους υπερκείμενους ορόφους, ξεπερνούν τα 16 mrad το οποίο σημαίνει ότι έχουν ήδη διαρρεύσει.

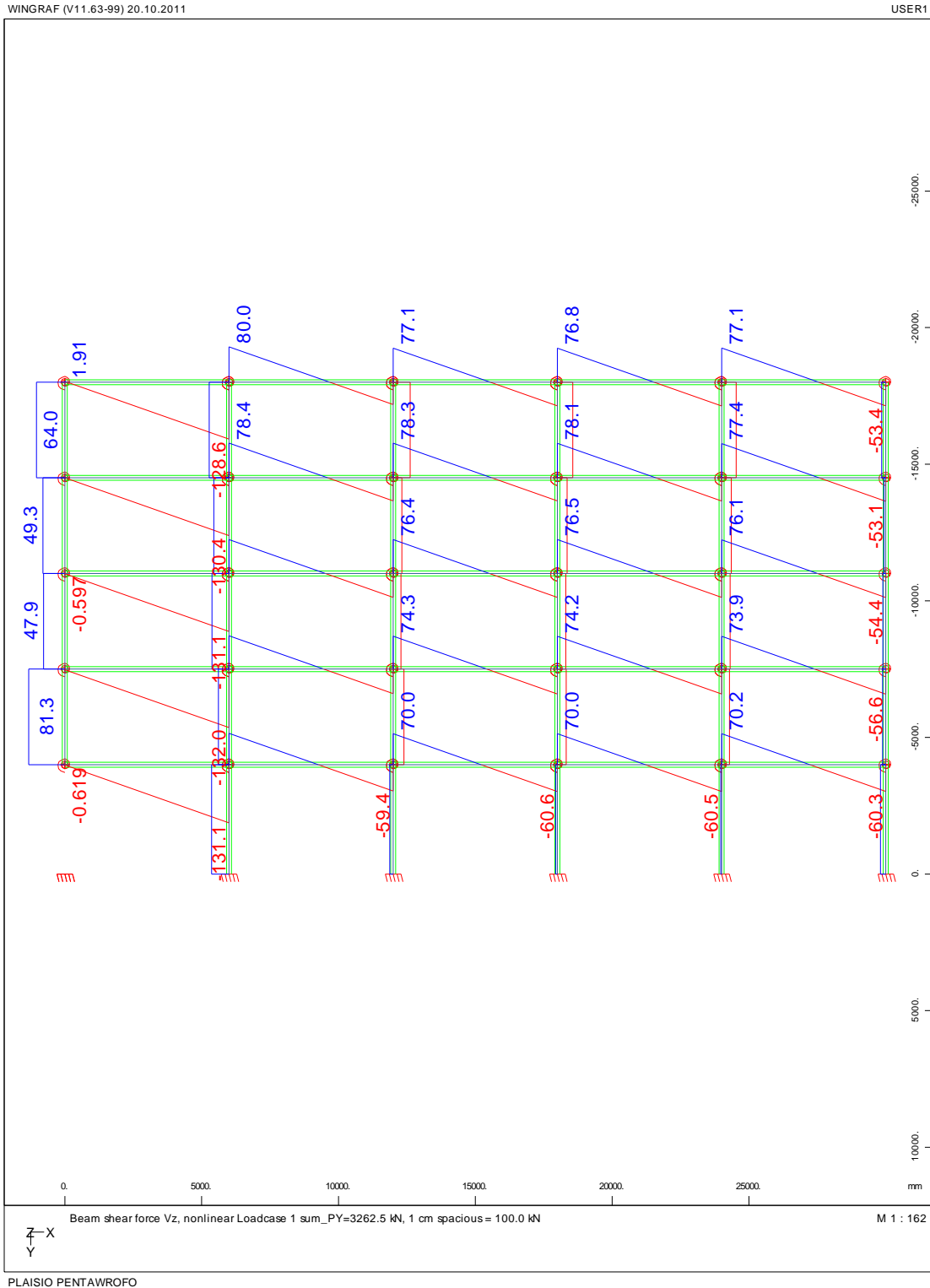
Το γεγονός ότι ο φορέας φτάνει στο στάδιο της κατάρρευσης για φορτία που ξεπερνούν τα $4 \times (G+0.30Q)$, μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ο φορέας έχει μεγάλη στιβαρότητα.

3.2.5 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 1 (απομάκρυνση ακραίου υποστυλώματος)

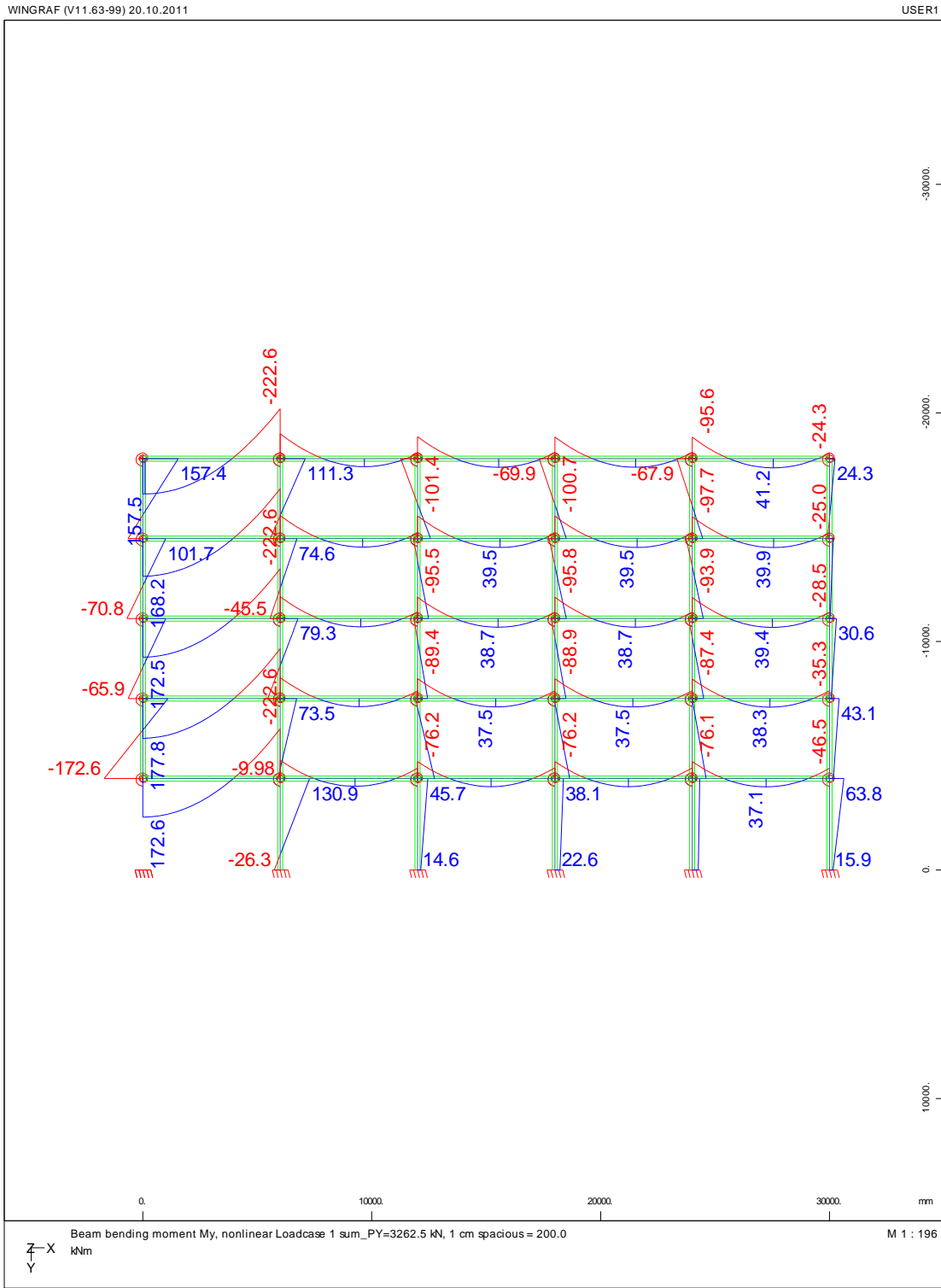
Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων N στο φορέα τύπου 1 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



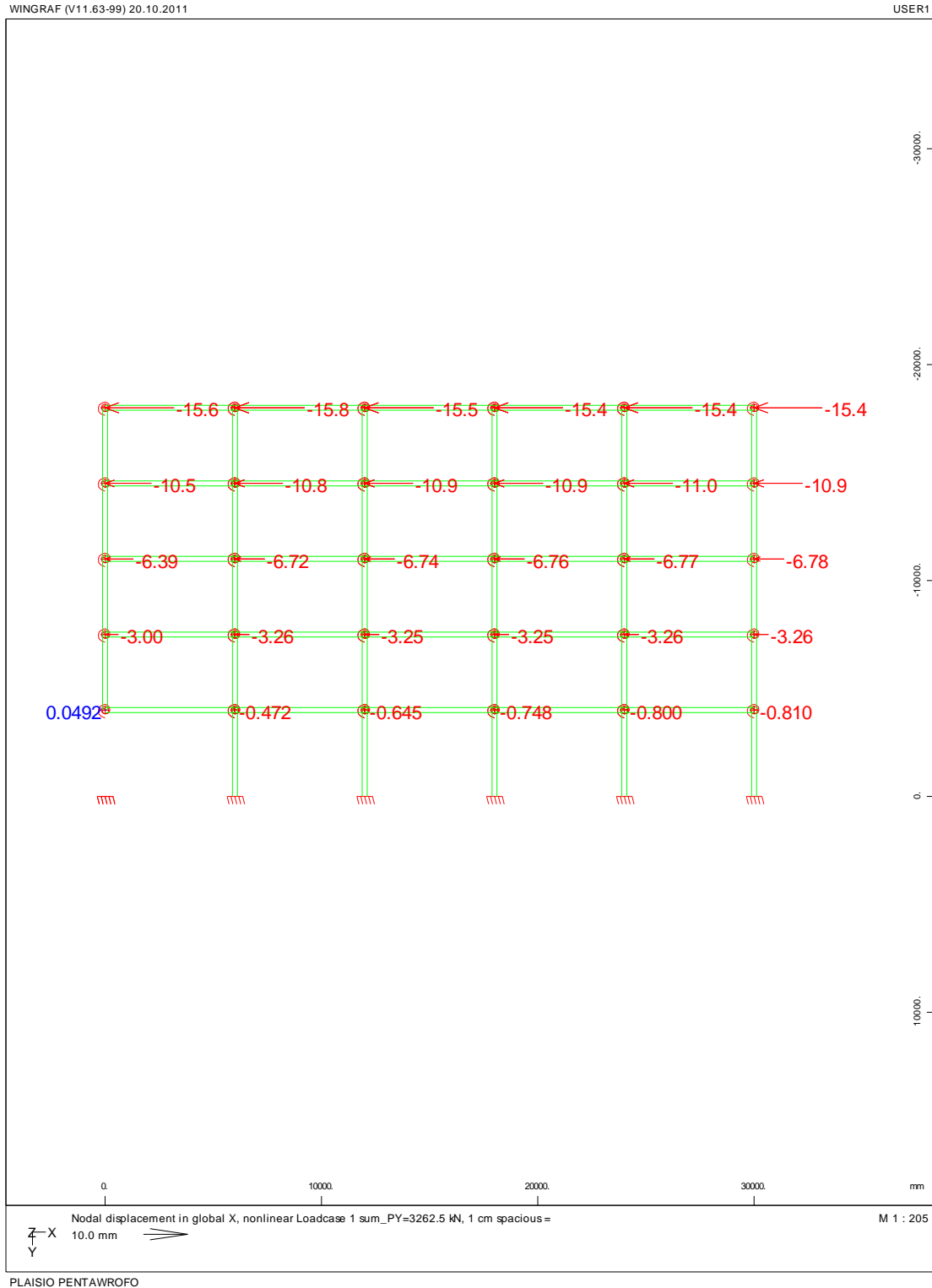
Διάγραμμα Τεμνουσών Δυνάμεων Q στο Φορέα τύπου 1 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



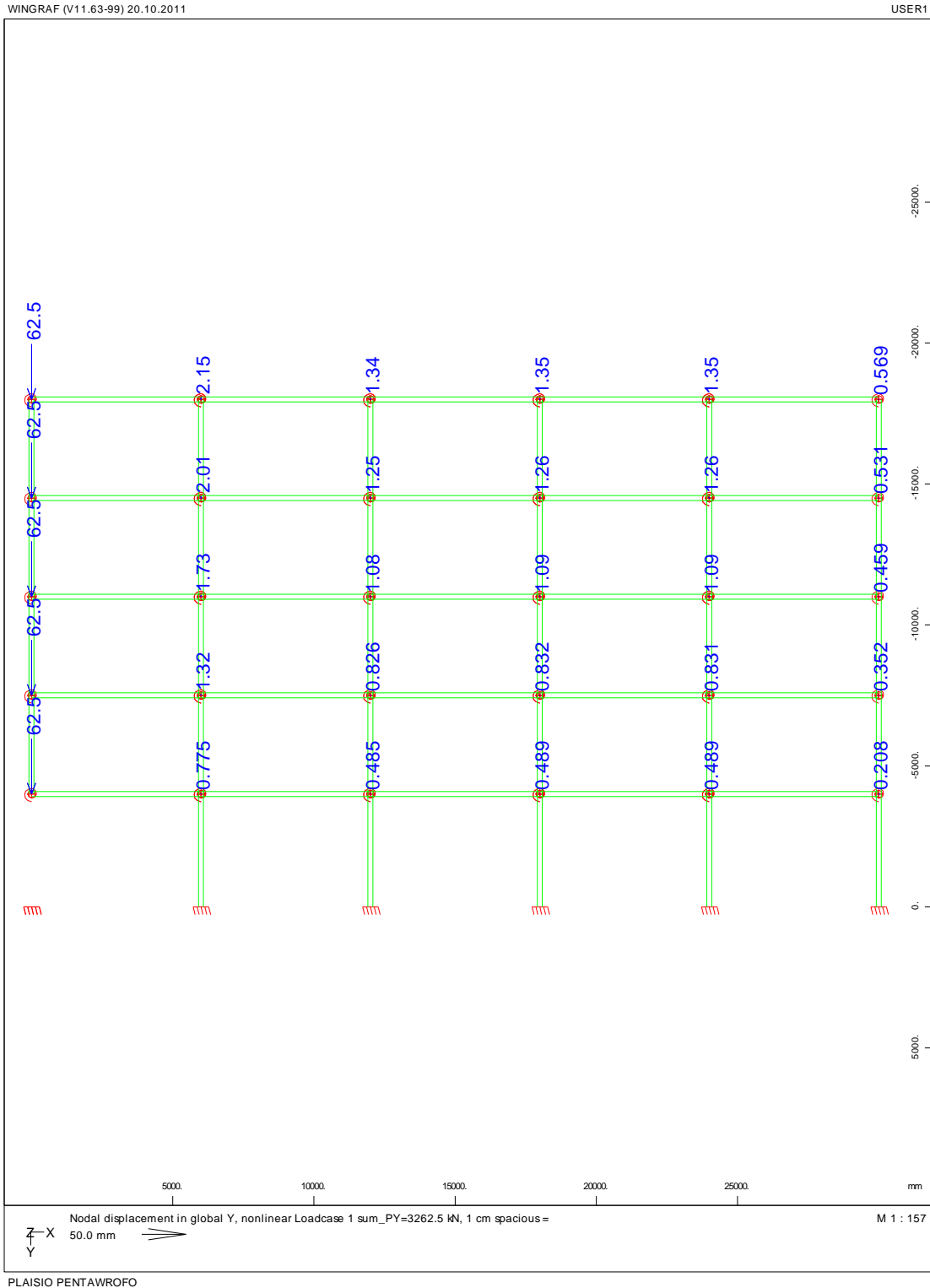
Διάγραμμα Καμπτικών Ροπών Μ στο Φορέα τύπου 1 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



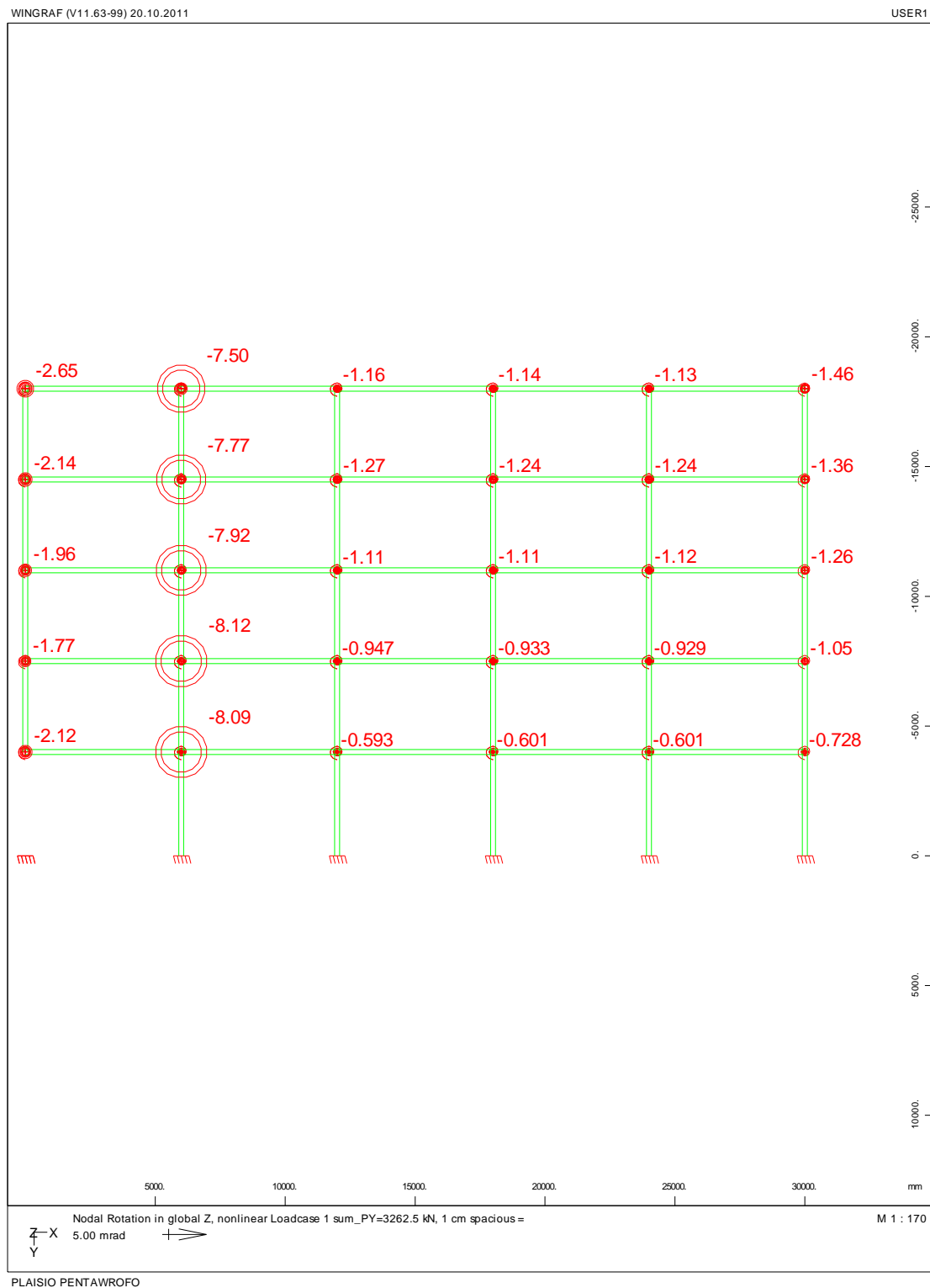
Διάγραμμα οριζόντιων μετατοπίσεων U_x (mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 1 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



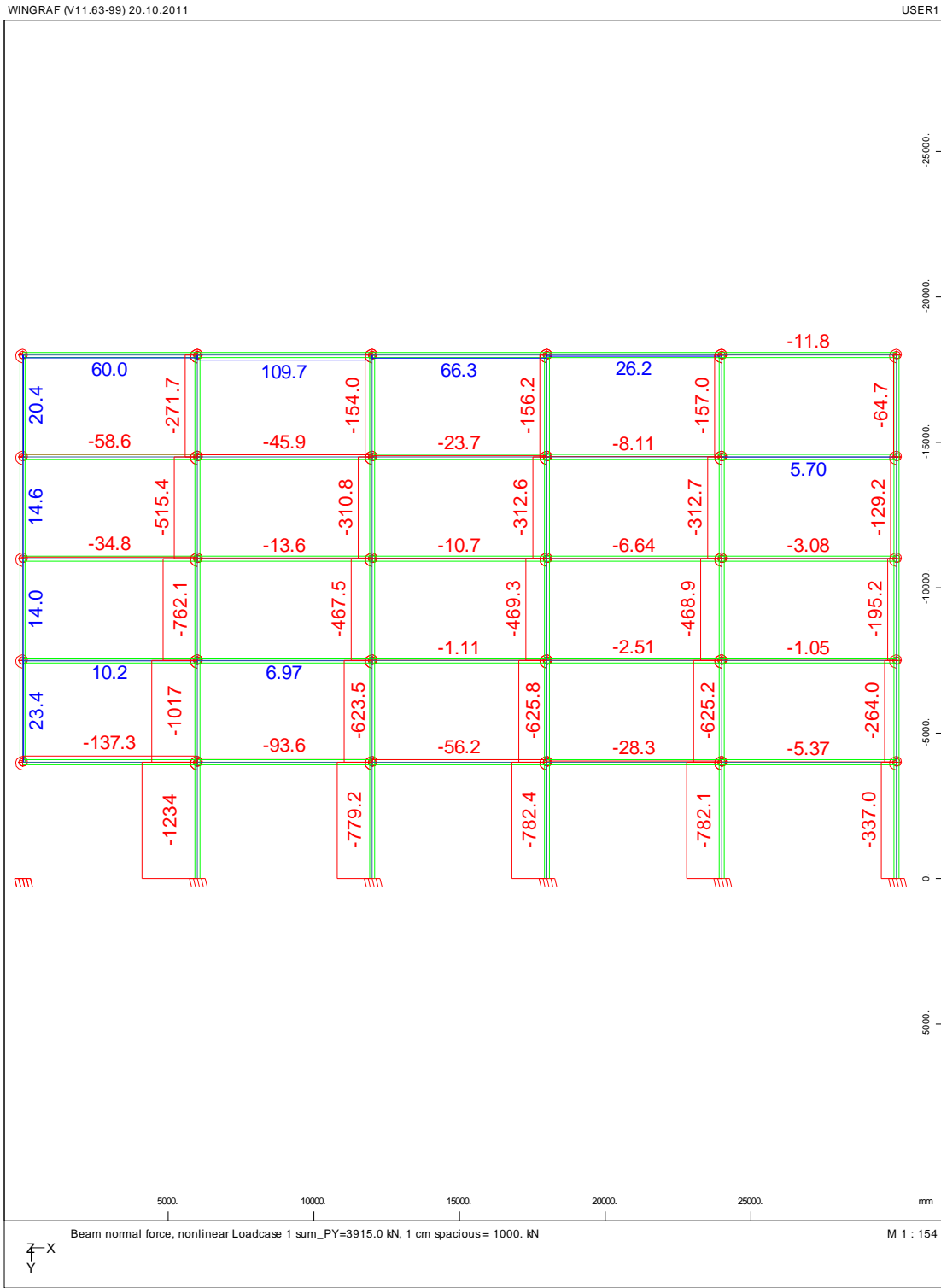
Διάγραμμα κατακόρυφων μετατοπίσεων U_y (mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 1 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



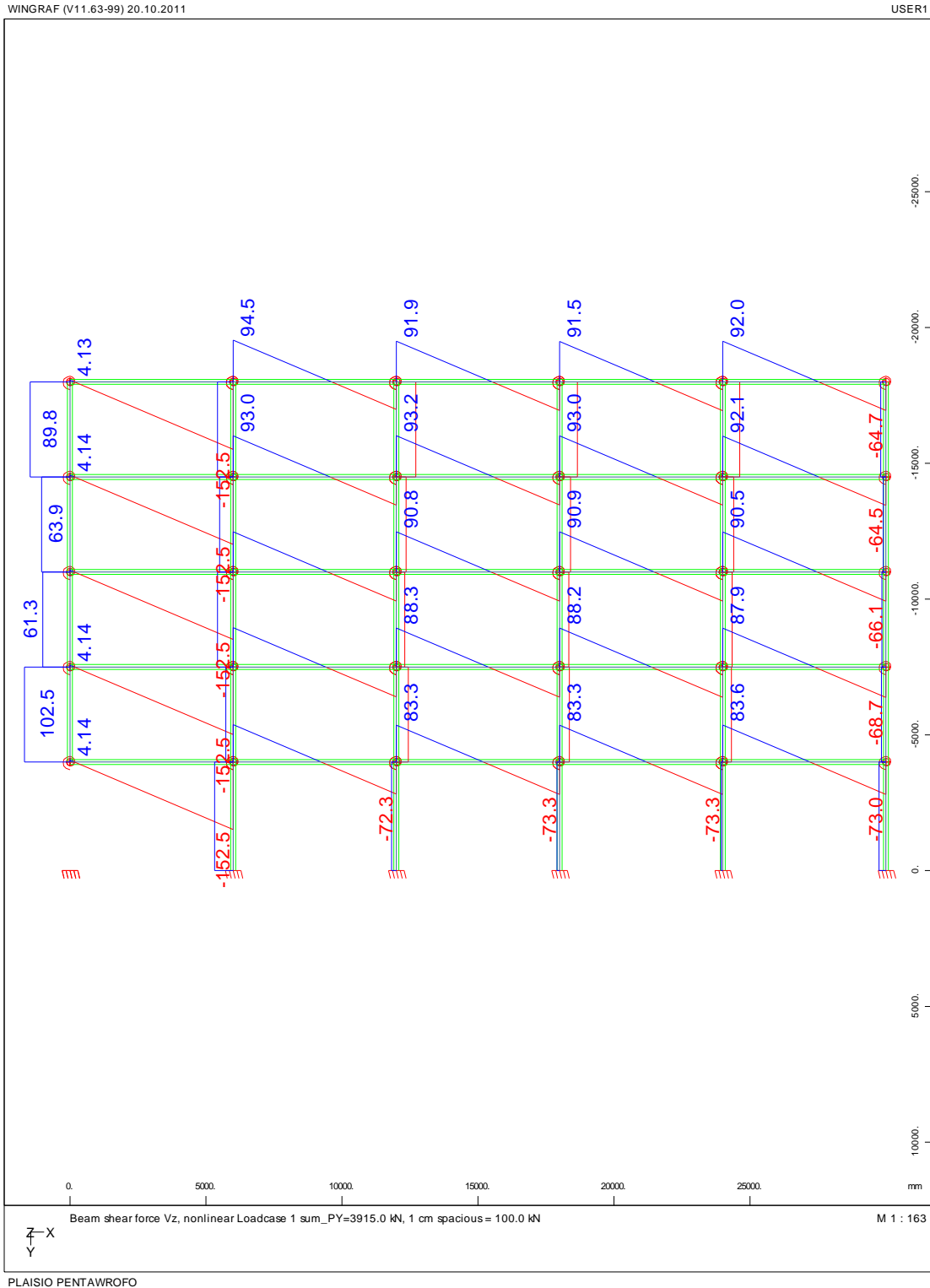
Διάγραμμα στροφών φ(mrad) των κόμβων στο Φορέα τύπου 1 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



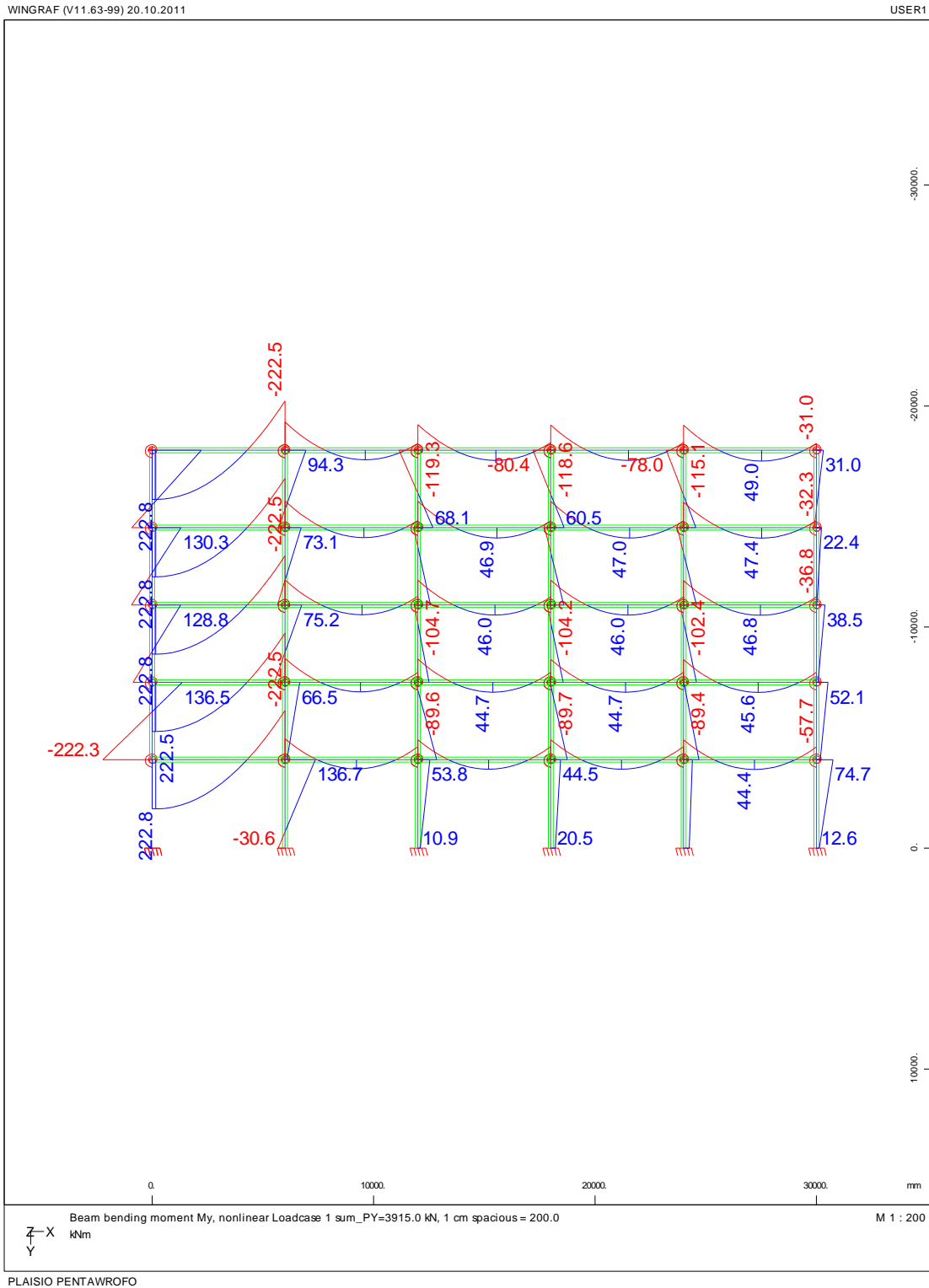
Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων N στο φορέα τύπου 1 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,2



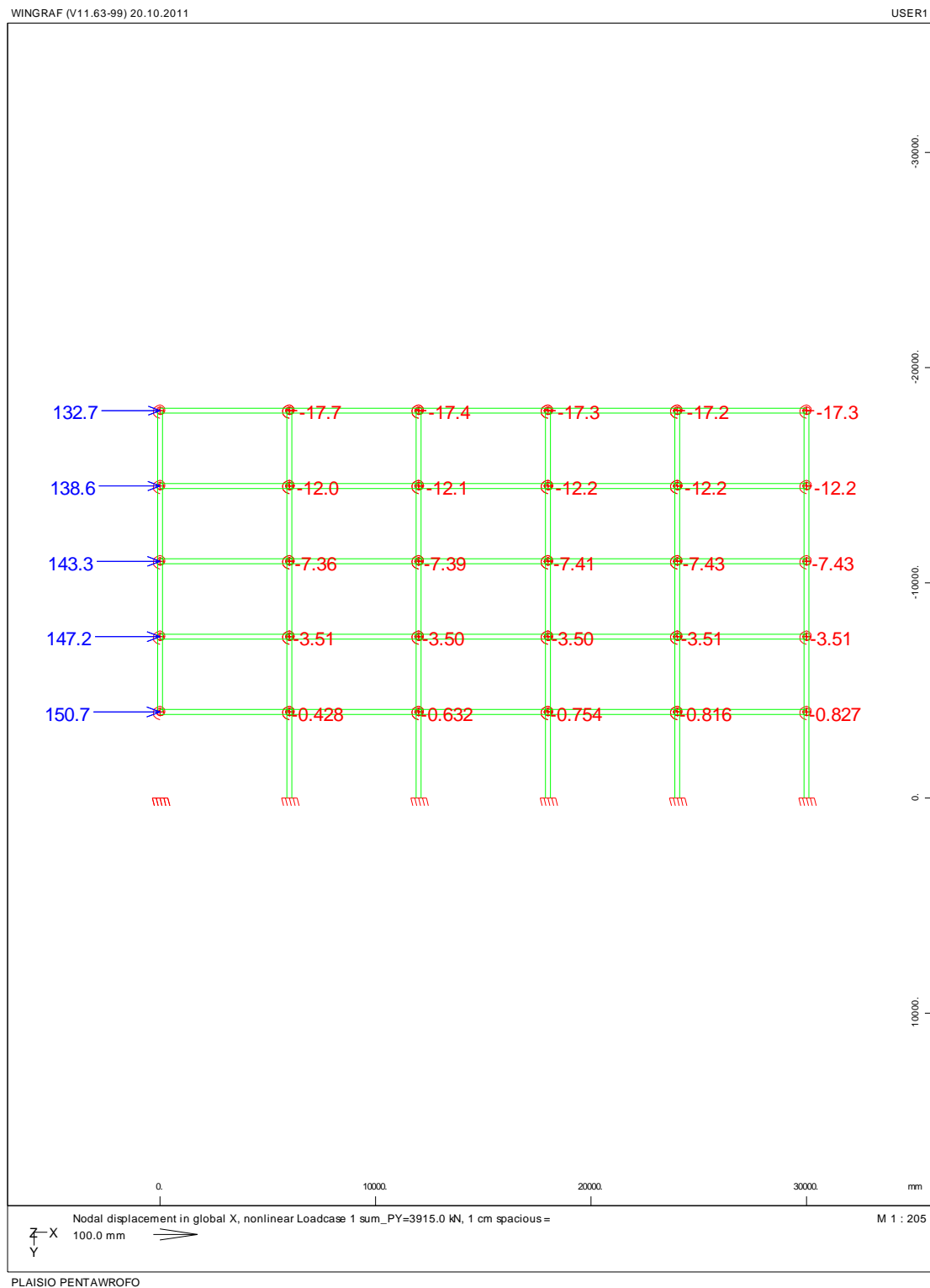
Διάγραμμα Τεμνουσών Δυνάμεων Q στο Φορέα τύπου 1 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,2



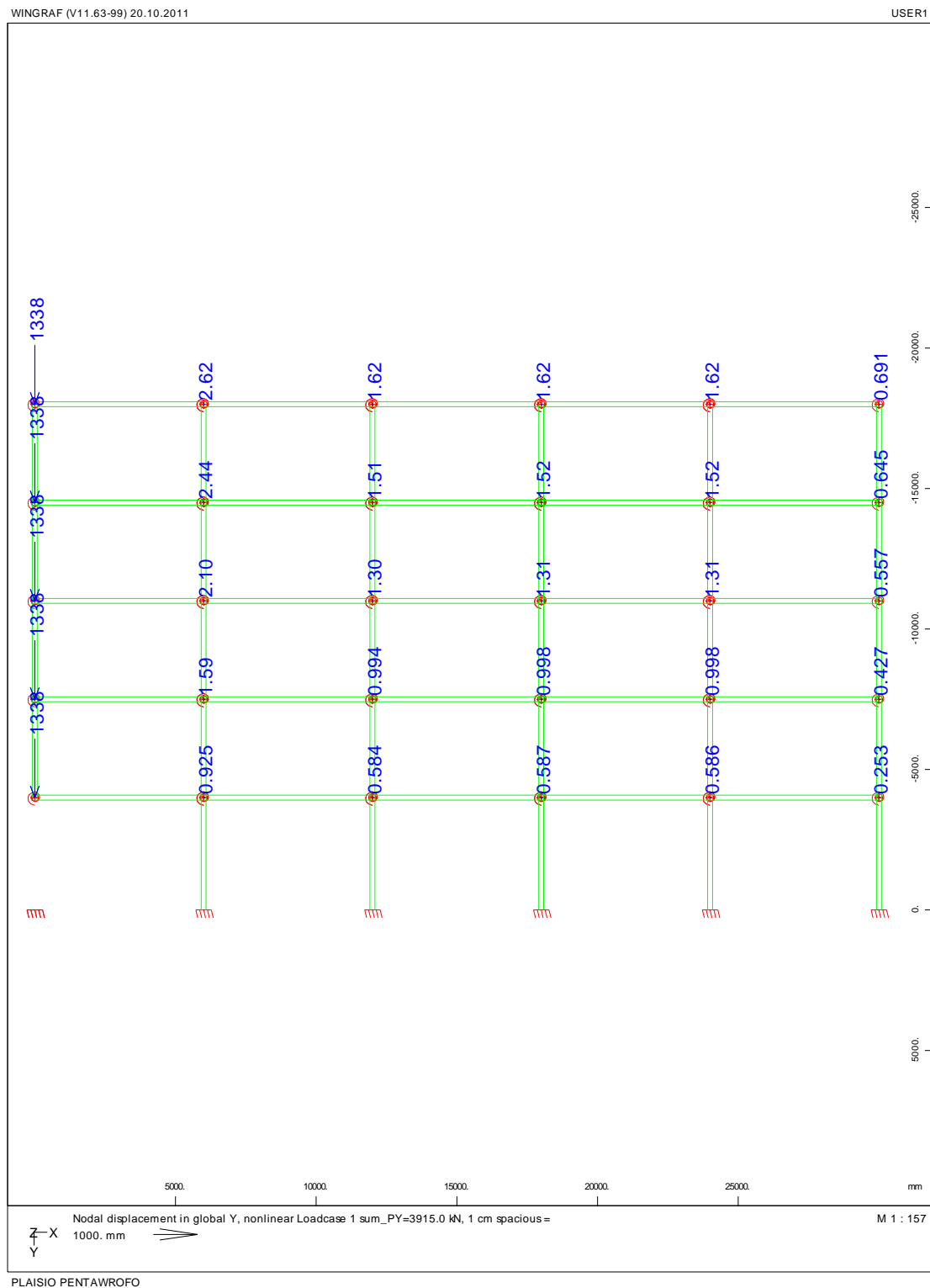
Διάγραμμα Καμπτικών Ροπών Μ στο Φορέα τύπου 1 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,2



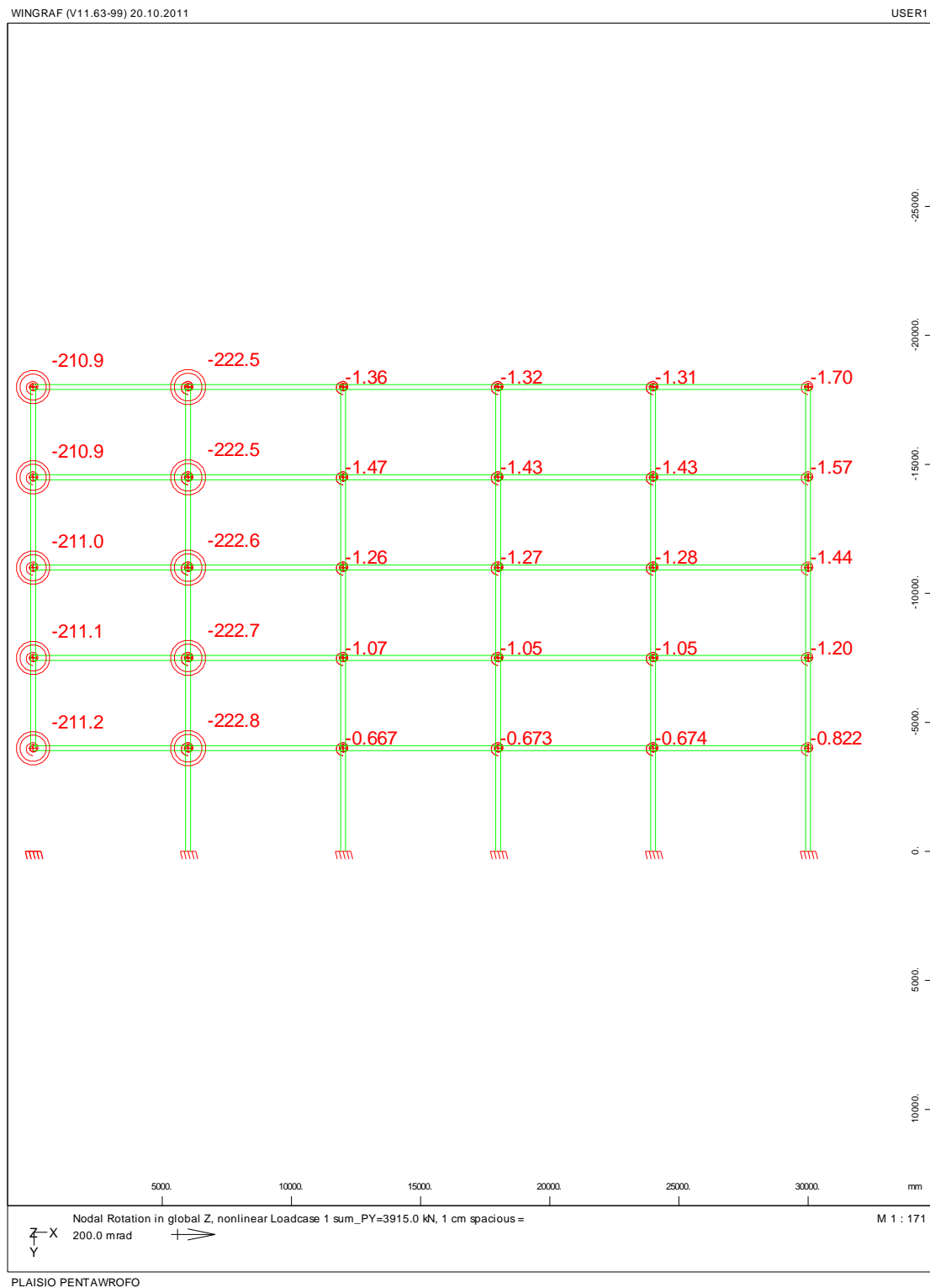
Διάγραμμα οριζόντιων μετατοπίσεων U_x (mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 1 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,2



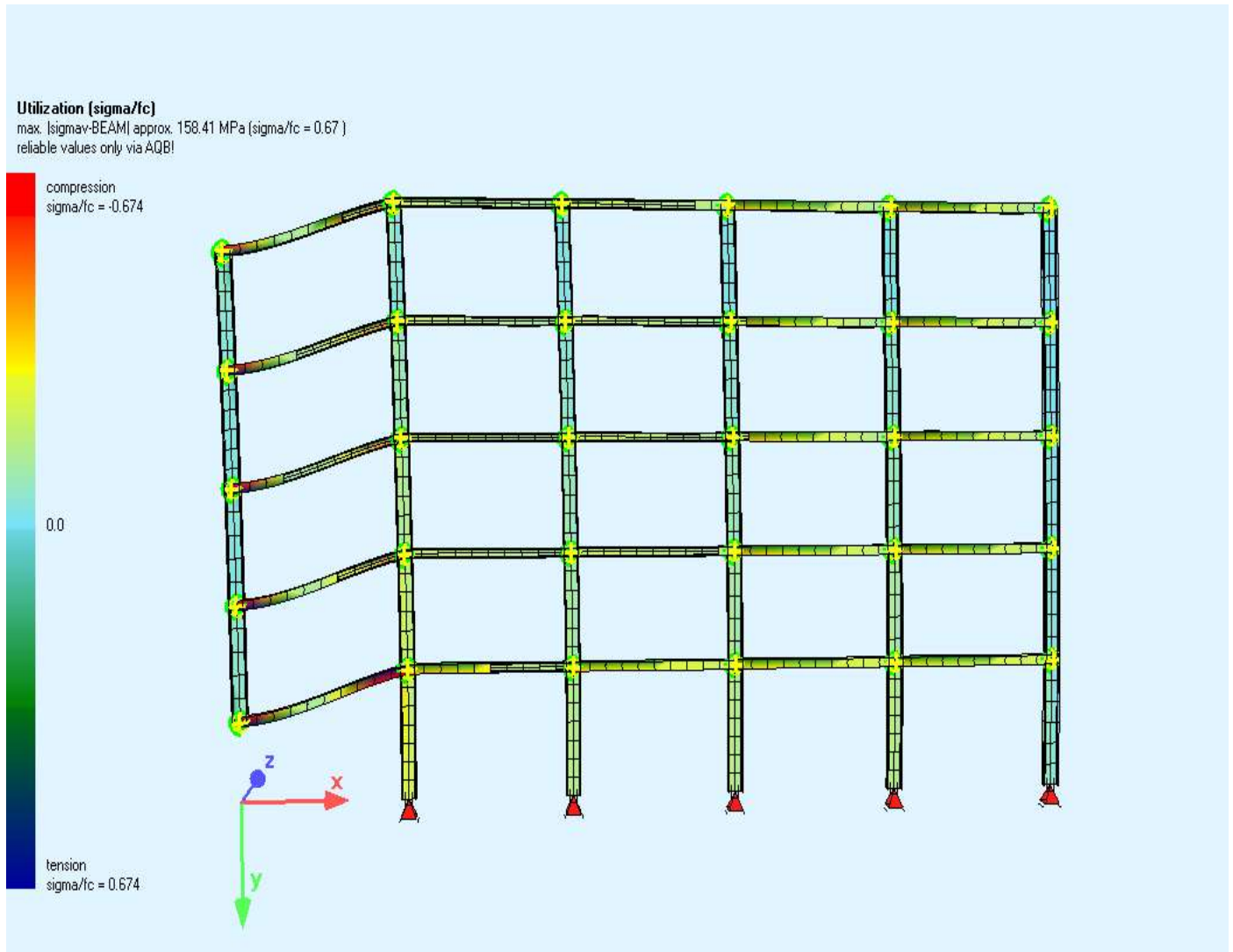
Διάγραμμα κατακόρυφων μετατοπίσεων U_y (mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 1 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,2



Διάγραμμα στροφών φ(mrad) των κόμβων στο Φορέα τύπου 1 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,2



Απεικόνιση Φορέα τύπου 1 για φόρτιση με FACT=1.0 ύστερα από αφαίρεση ενός ακραίου υποστυλώματος:



Παρατηρήσεις και σχόλια στον φορέα τύπου 1

Μετά την αφαίρεση του ακραίου υποστυλώματος δημιουργείται ένας πρόβολος μήκους 6m, ο οποίος στηρίζεται στο παρακείμενο υποστύλωμα.

Για φόρτιση $G+0.30Q$ έχουμε:

- Αύξηση της έντασης στα υποστυλώματα και ιδιαιτέρως στο παρακείμενο.
- Οι ροπές κάμψης που εντείνουν τους κόμβους στους οποίους στηρίζεται ο πρόβολος ξεπερνούν τη ροπή διαρροής των κόμβων και αρχίζει η πλαστικοποίησή τους.
- Οι οριζόντιες μετατοπίσεις φτάνουν σε κάποιους κόμβους τα 16mm, ενώ η κατακόρυφη βύθιση στους κόμβους όπου αφαιρέθηκε το υποστύλωμα είναι 6.25cm.
- Οι στροφές στους κόμβους που έχουν διαρρεύσει είναι της τάξεως των 8mrad.

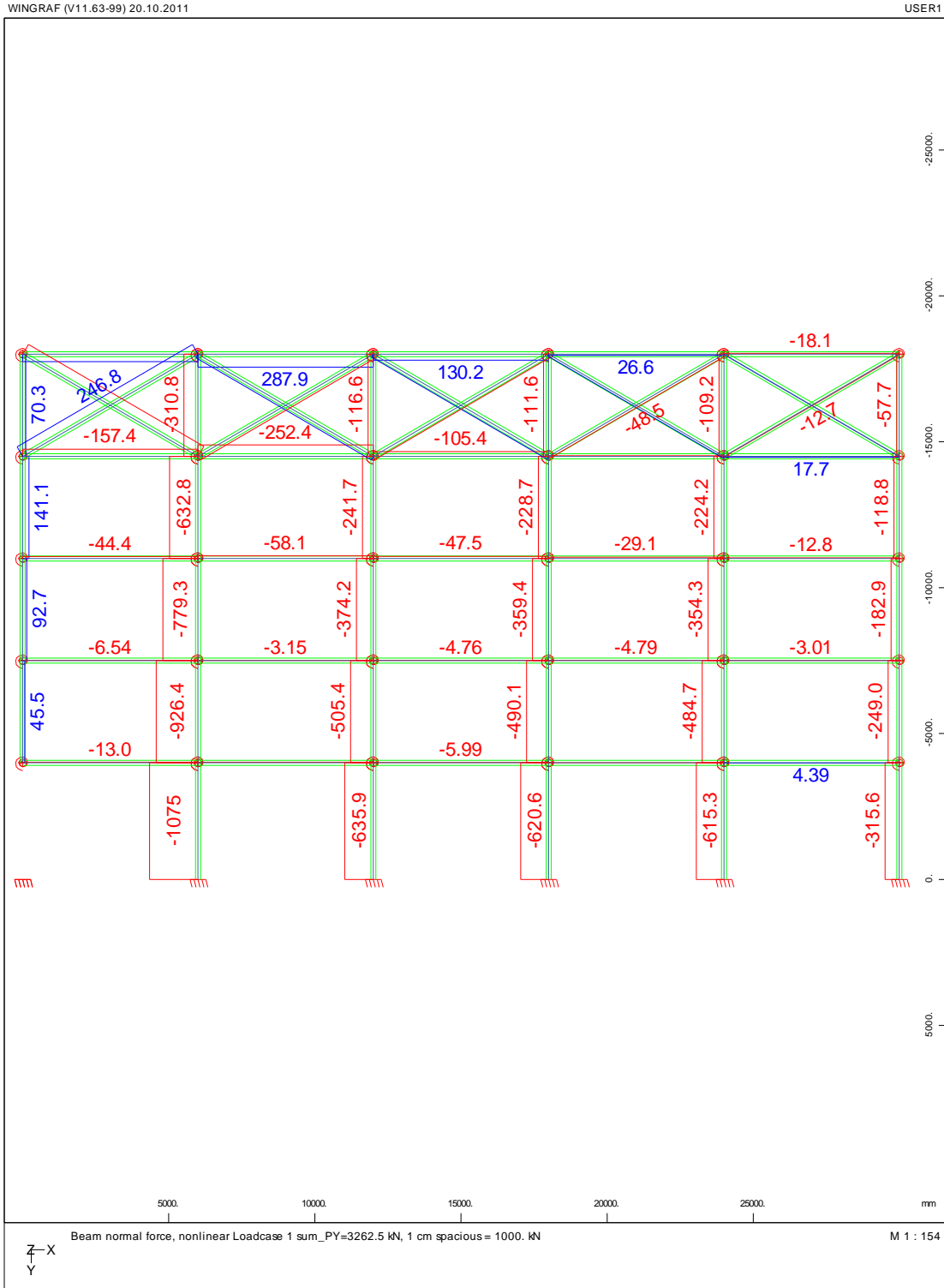
Για μικρή αύξηση της φόρτισης στα $1.2 \times (G+0.30Q)$ παρατηρούμε:

- Πλήρη πλαστικοποίηση των κόμβων που στηρίζουν τον πρόβολο καθώς και των ακραίων κόμβων.
- Οι οριζόντιες μετατοπίσεις φτάνουν τα 15cm ενώ η κατακόρυφη βύθιση ξεπερνάει το ένα μέτρο.
- Ο φορέας βρίσκεται ήδη στη φάση της κατάρρευσης (εάν δεν έχει καταρρεύσει ήδη), ενώ παράλληλα οι στροφές στους επίμαχους κόμβους έχουν ξεπεράσει τα 200mrad.

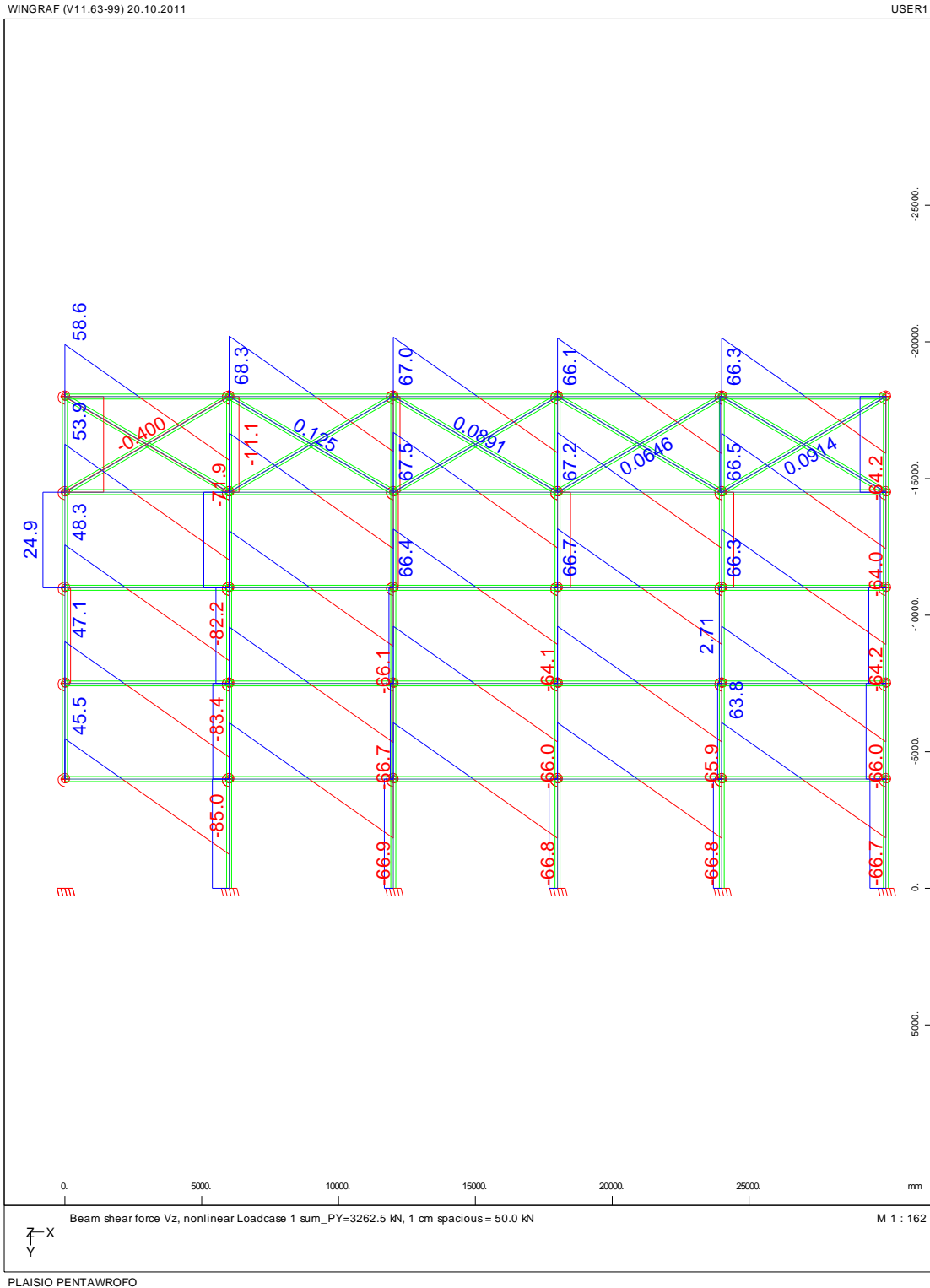
Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι ο συγκεκριμένος φορέας παρουσιάζει πολύ χαμηλή στιβαρότητα αφού για χαμηλή σχετικά φόρτιση μετά την αφαίρεση του εξωτερικού υποστυλώματος φτάνει στην κατάρρευση.

3.2.6 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 2 (απομάκρυνση ακραίου υποστυλώματος)

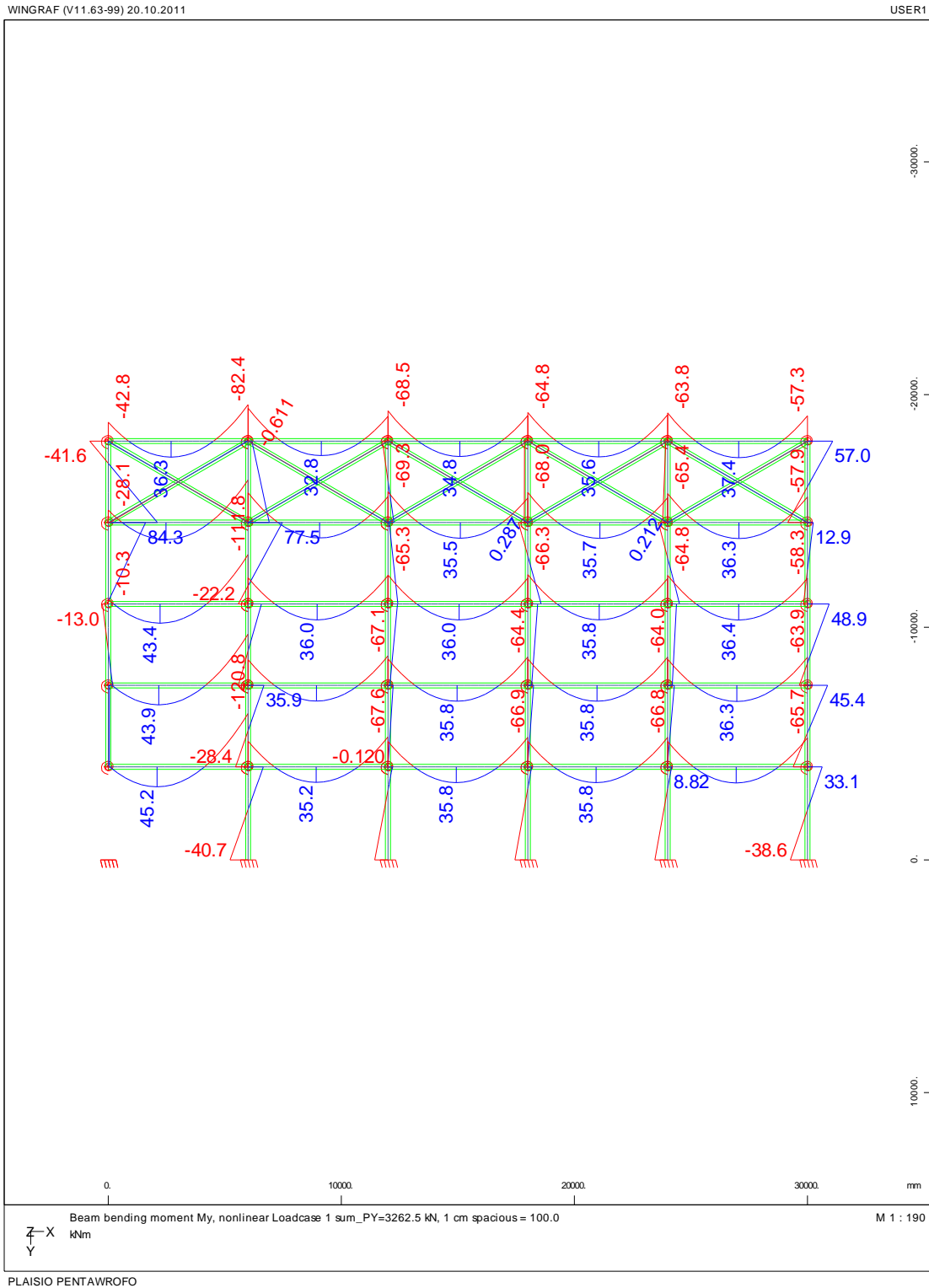
Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων N στο φορέα τύπου 2 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



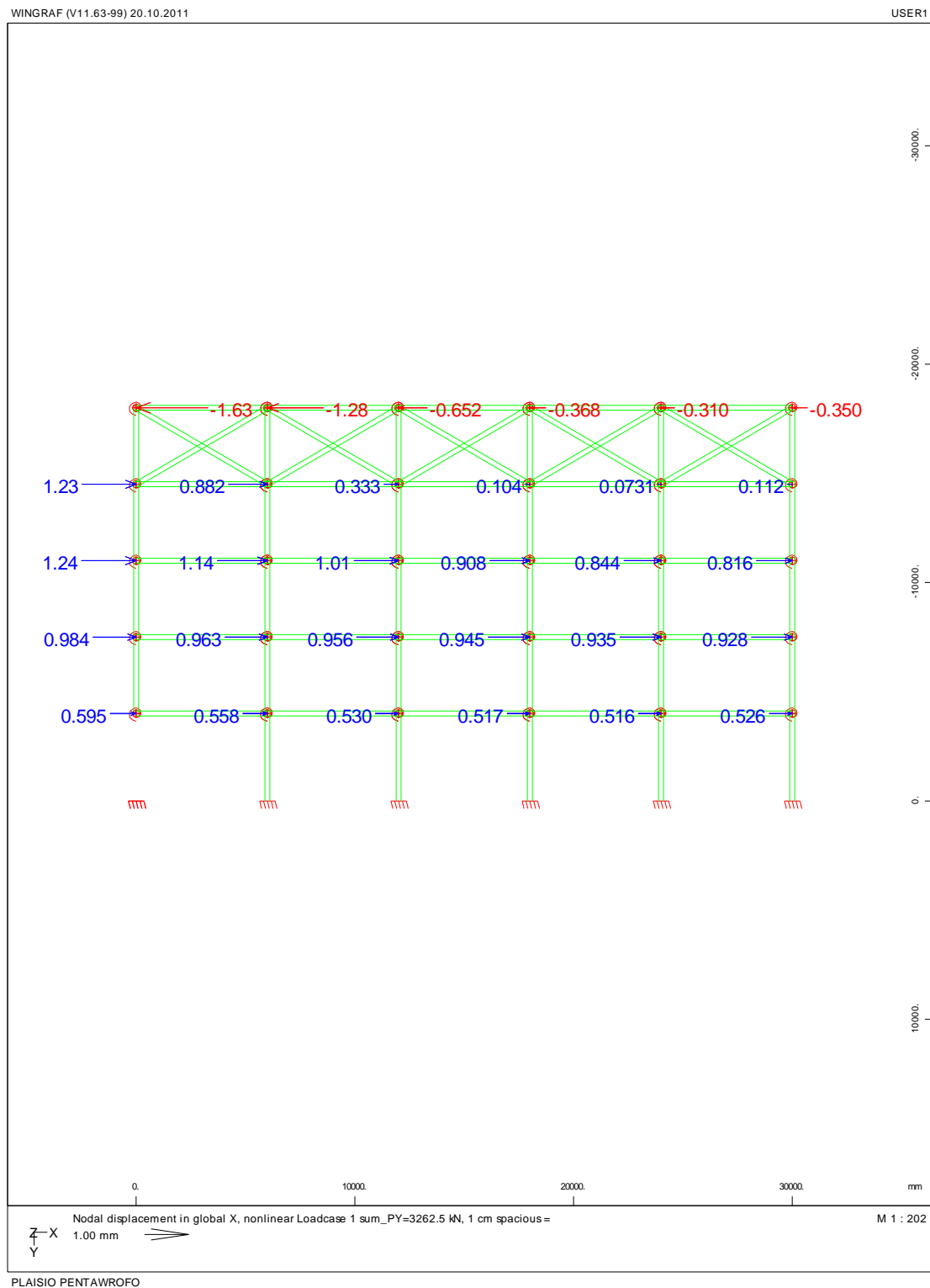
Διάγραμμα Τεμνουσών Δυνάμεων Q στο Φορέα τύπου 2 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



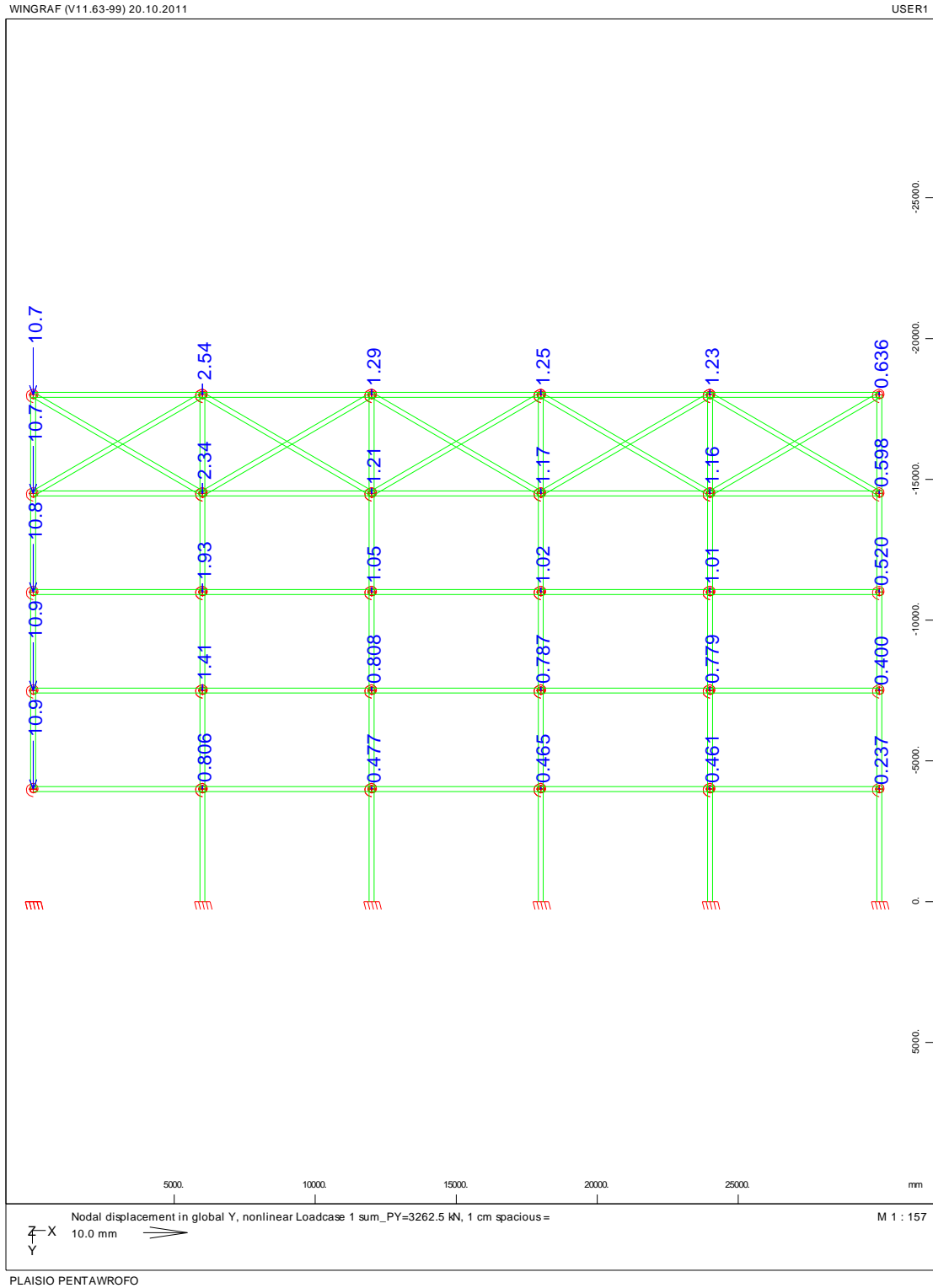
Διάγραμμα Καμπτικών Ροπών Μ στο Φορέα τύπου 2 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



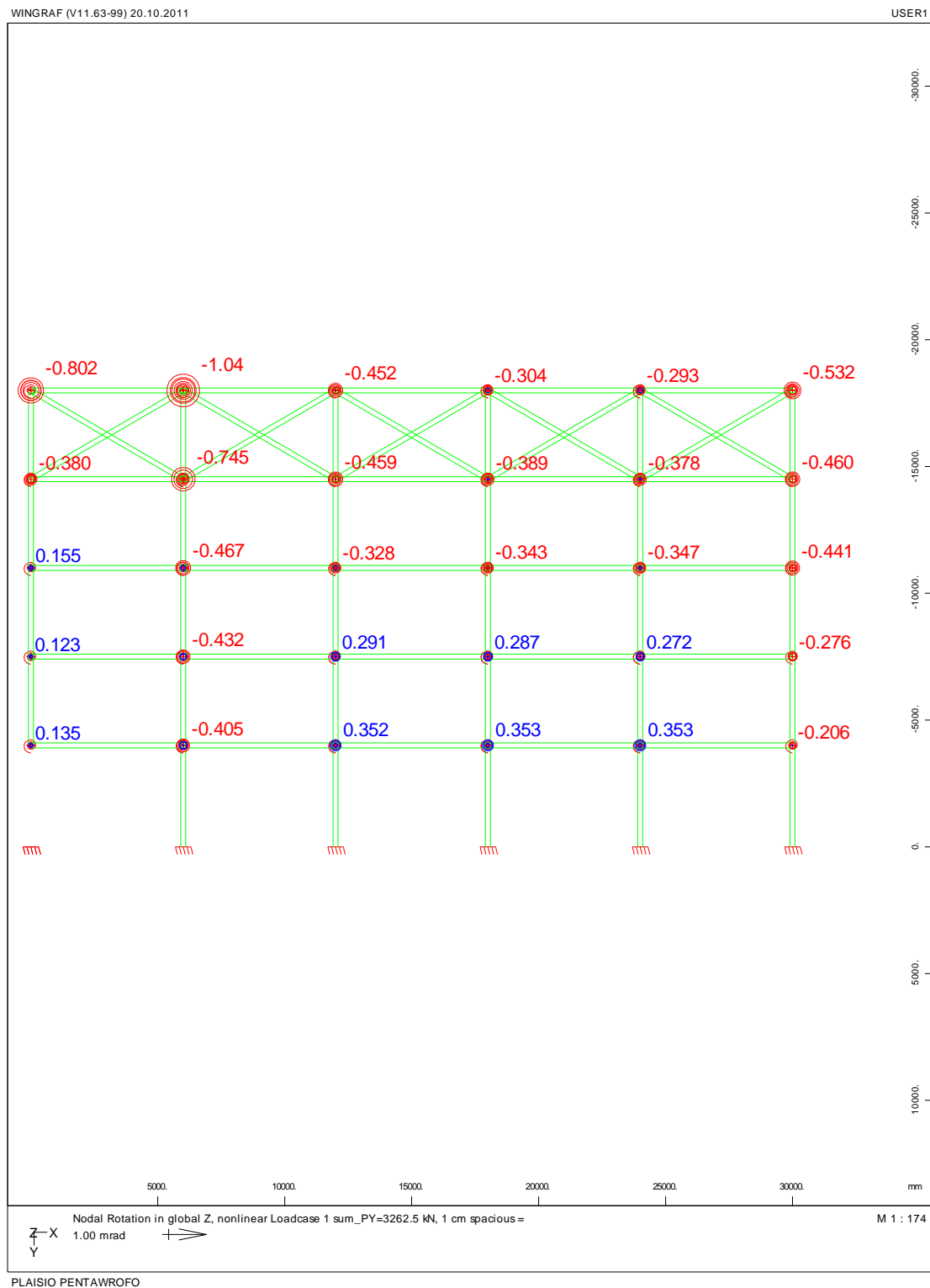
Διάγραμμα οριζόντιων μετατοπίσεων U_x (mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 2 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



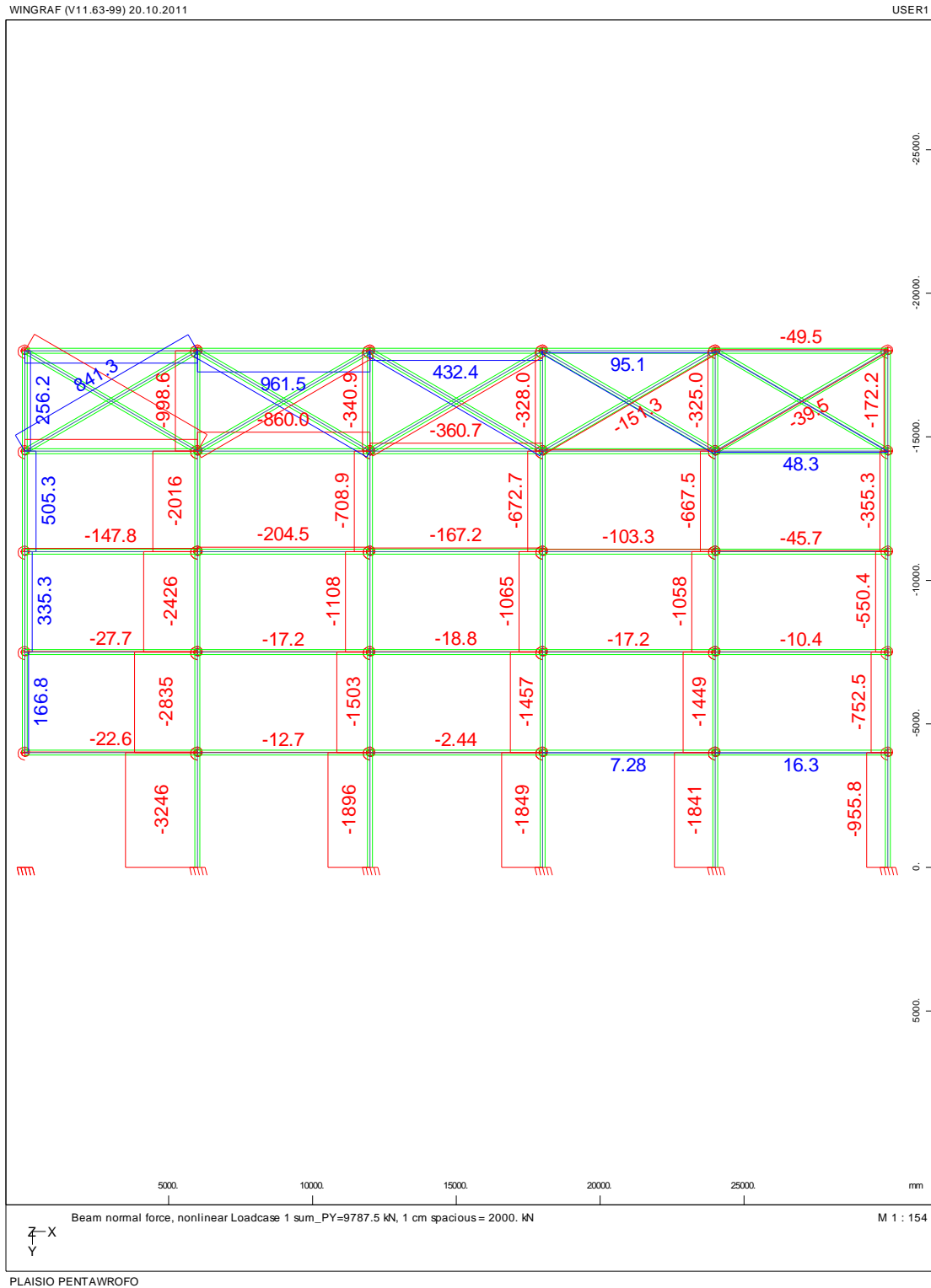
Διάγραμμα κατακόρυφων μετατοπίσεων U_y (mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 2 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



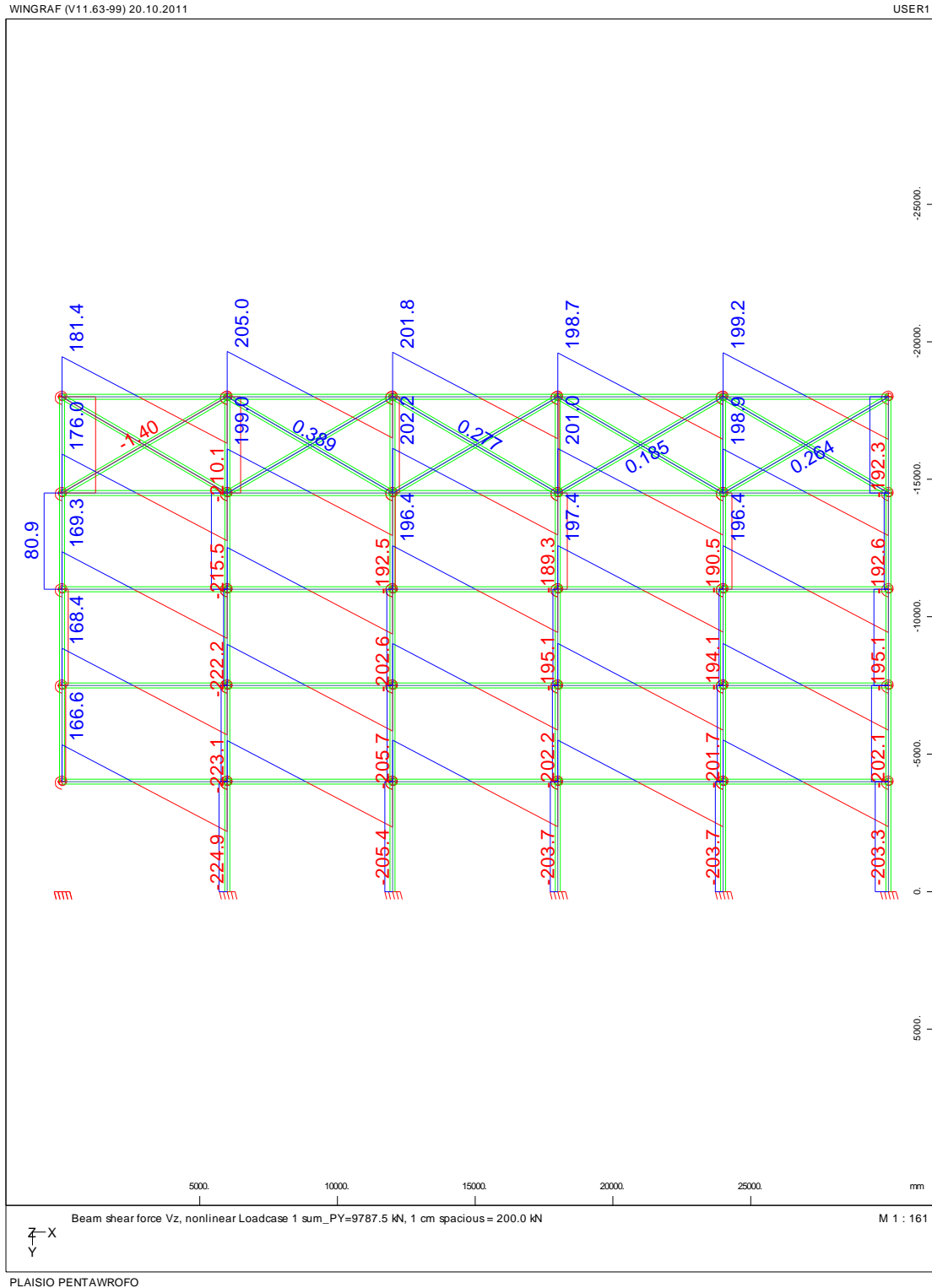
Διάγραμμα στροφών φ (mrad) των κόμβων στο Φορέα τύπου 2 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



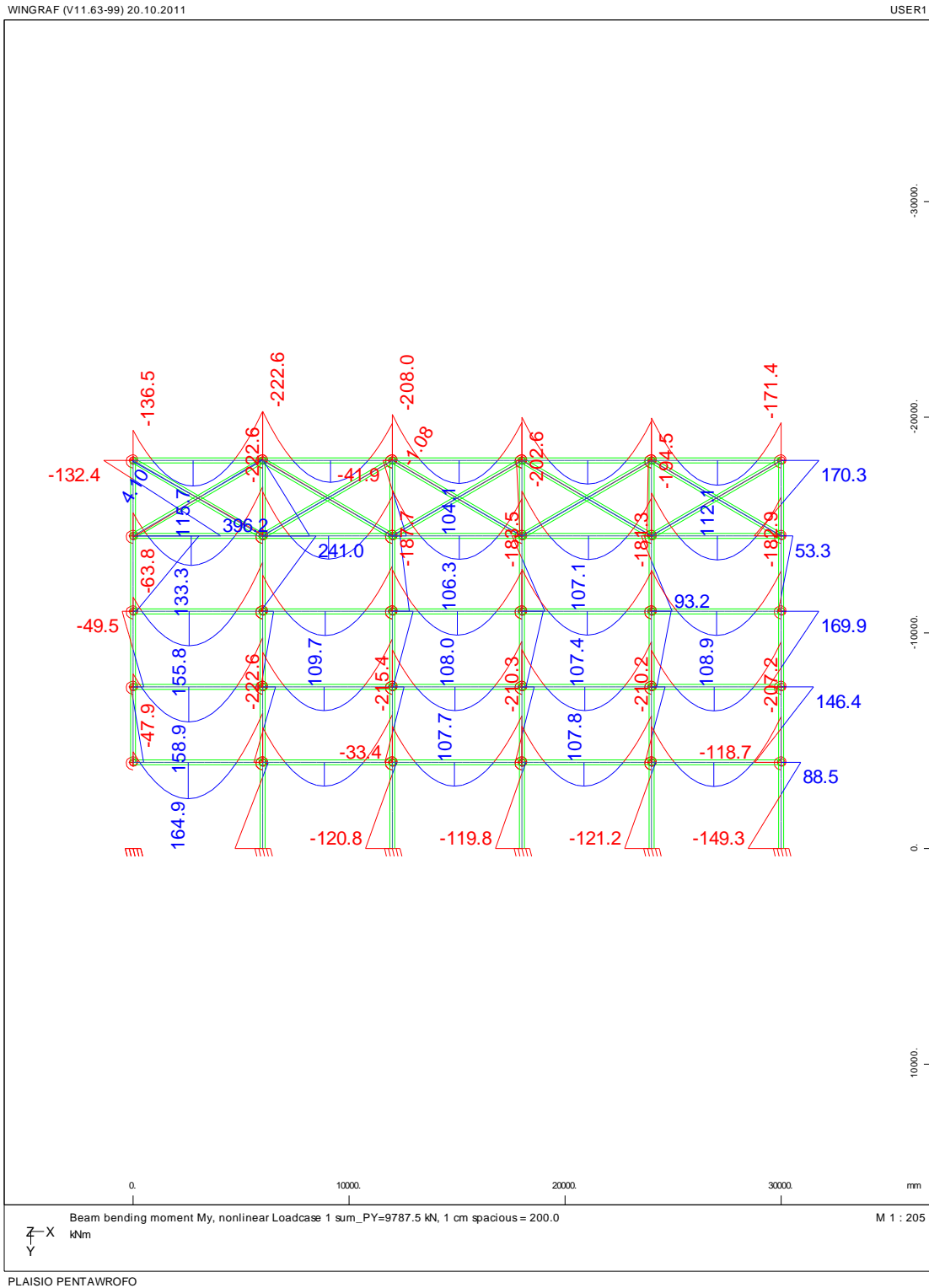
Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων N στο φορέα τύπου 2 για συντελεστή φόρτισης FACT 3,0



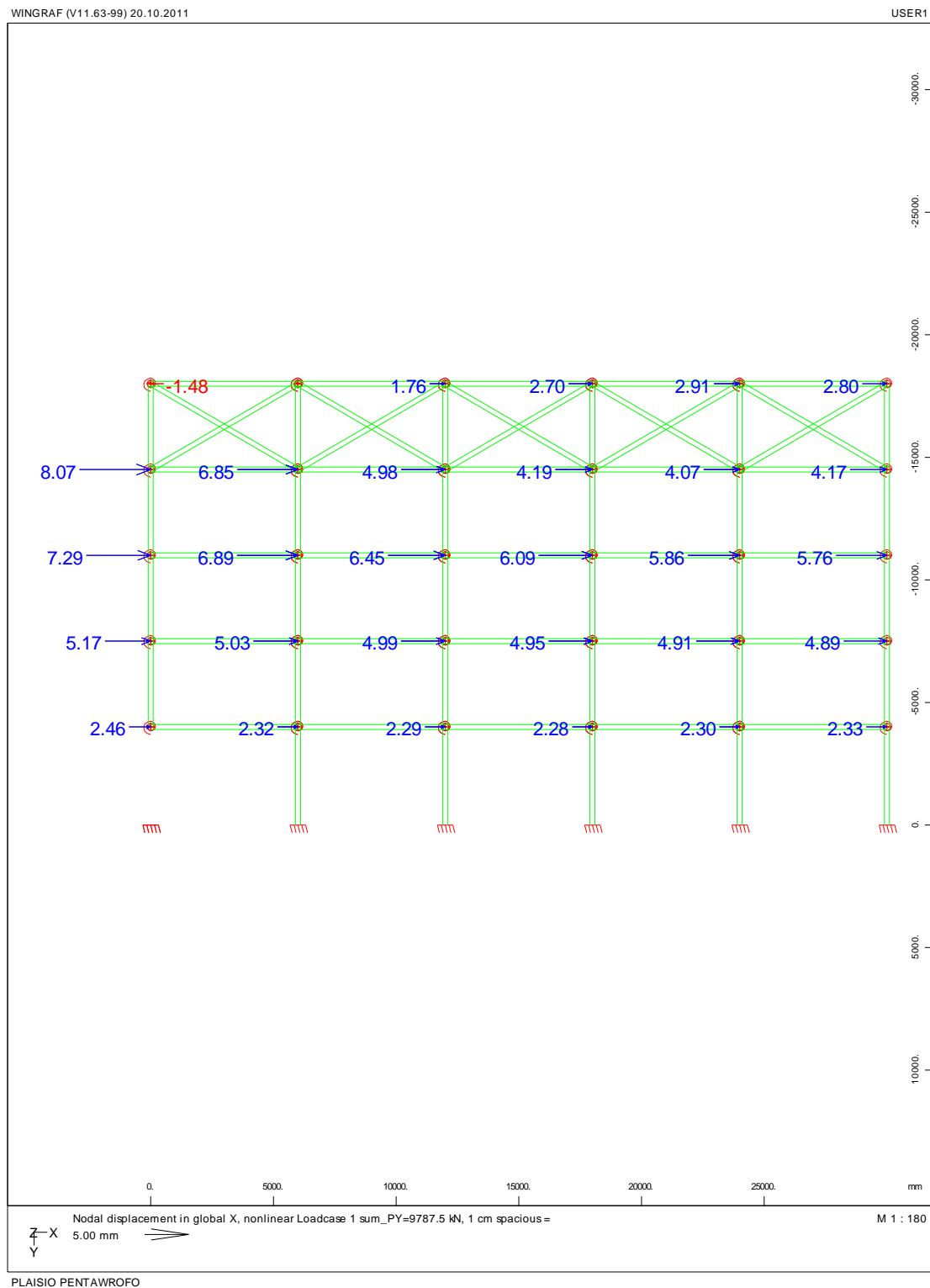
Διάγραμμα Τεμνουσών Δυνάμεων Q στο Φορέα τύπου 2 για συντελεστή φόρτισης FACT=3,0



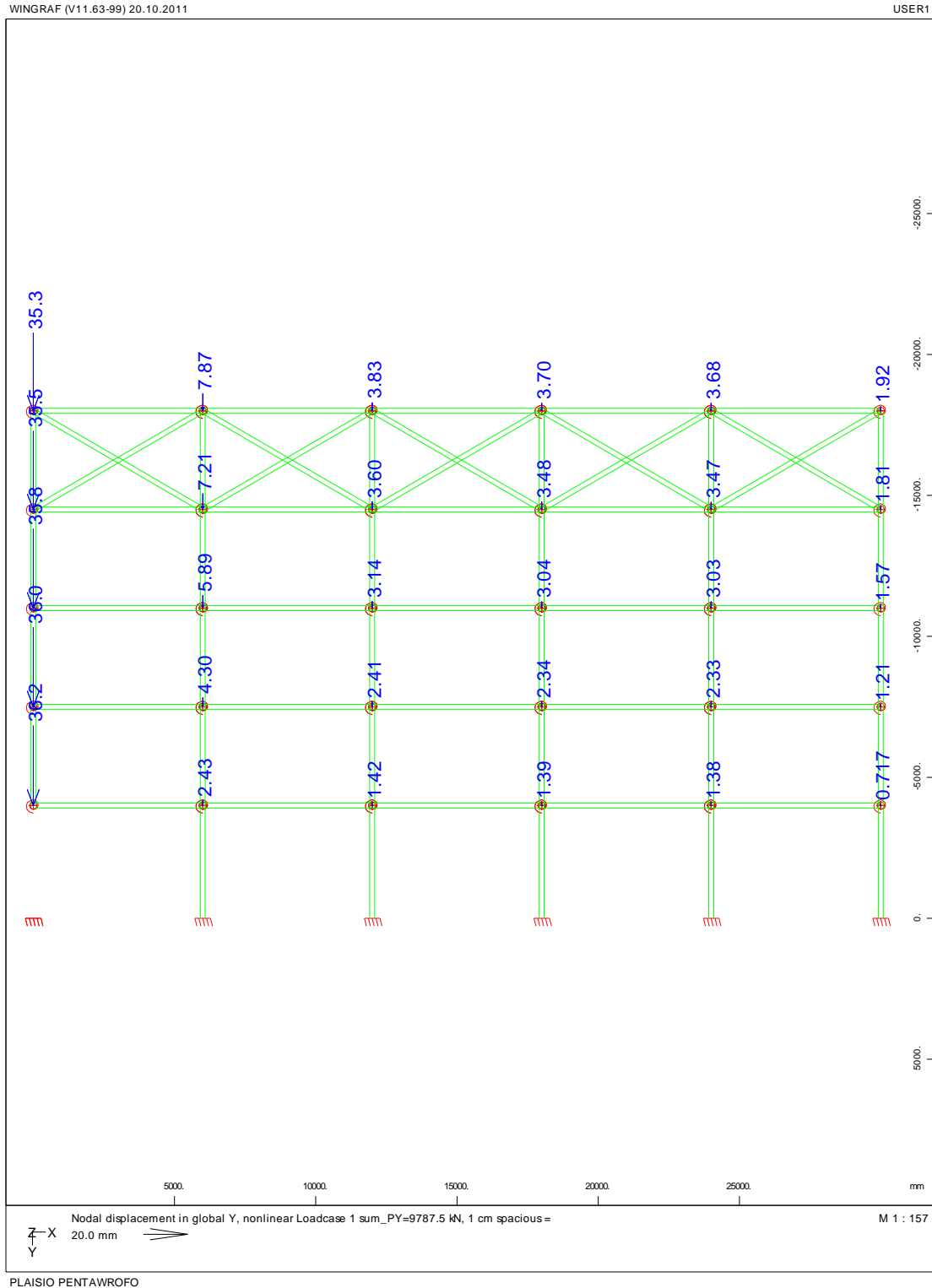
Διάγραμμα Καμπτικών Ροπών Μ στο Φορέα τύπου 2 για συντελεστή φόρτισης FACT=3,0



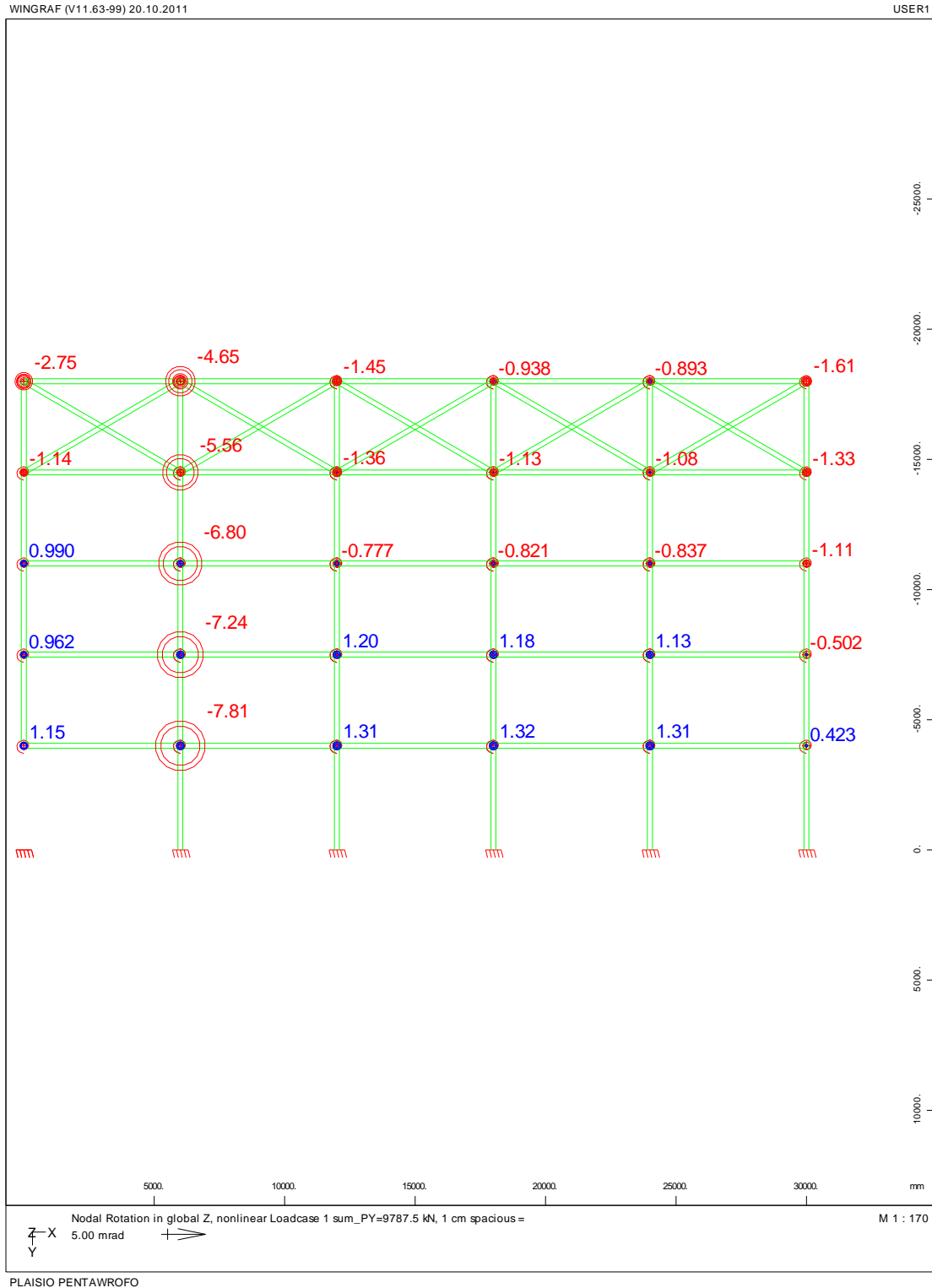
Διάγραμμα οριζόντιων μετατοπίσεων U_x (mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 2 για συντελεστή φόρτισης FACT=3,0



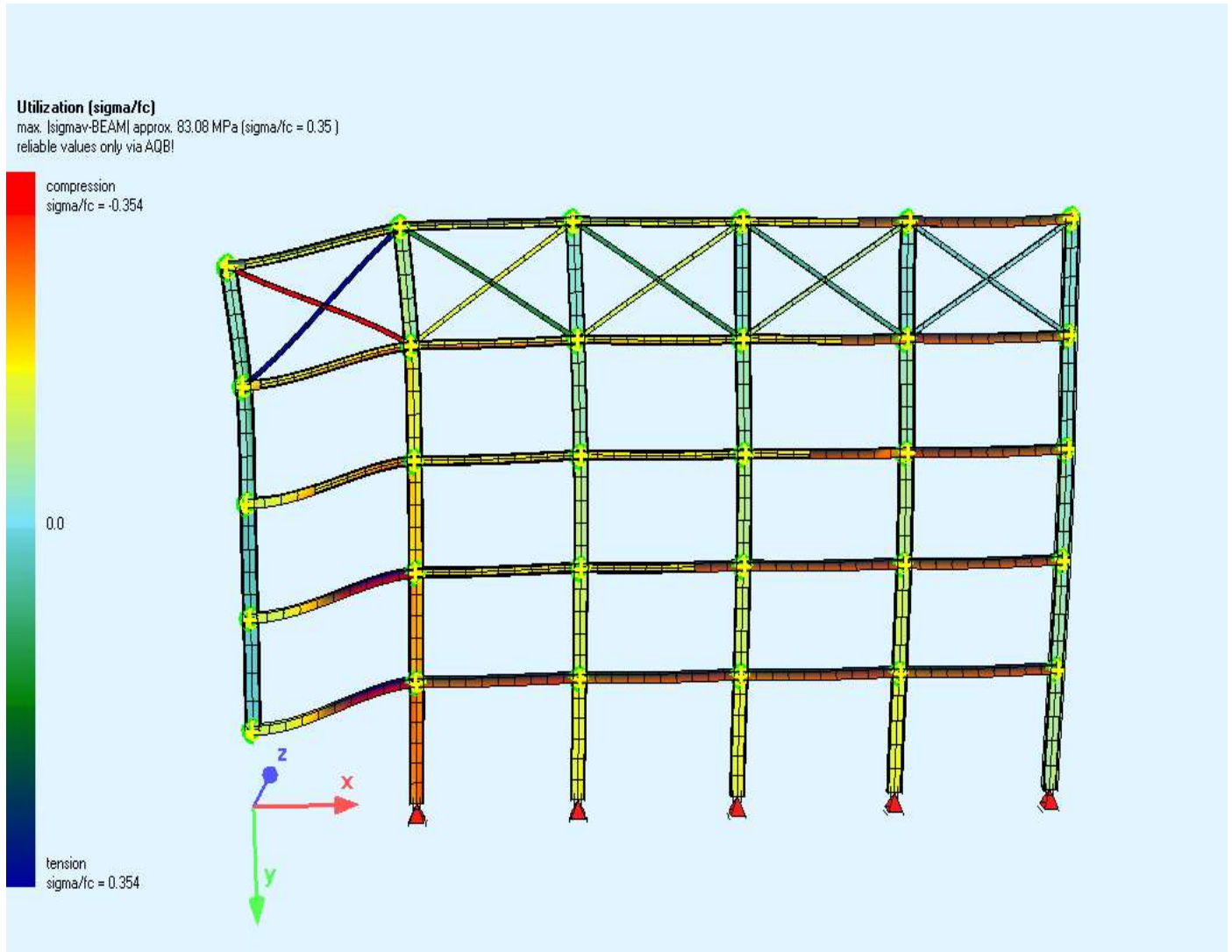
Διάγραμμα κατακόρυφων μετατοπίσεων U_y (mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 2 για συντελεστή φόρτισης FACT=3,0



Διάγραμμα στροφών φ (mrad) των κόμβων στο Φορέα τύπου 2 για συντελεστή φόρτισης FACT=3,0



Απεικόνιση Φορέα τύπου 2 για φόρτιση με FACT=1.0 ύστερα από αφαίρεση ενός ακραίου υποστυλώματος:



Παρατηρήσεις και σχόλια στον φορέα τύπου 2

Μετά την αφαίρεση του ακραίου υποστυλώματος δημιουργείται ένας πρόβολος μήκους 6m, ο οποίος στηρίζεται στο παρακείμενο υποστύλωμα.

Για φόρτιση $G+0.30Q$ παρατηρούμε:

- Αύξηση των αξονικών εντάσεων στα υποστυλώματα και κυρίως στο παρακείμενο, με παράλληλη ενεργοποίηση των συνδέσμων δυσκαμψίας μέσω της λειτουργίας δικτυώματος στον τελευταίο όροφο.
- Οι ροπές κάμψης που εντείνουν τους κόμβους στους οποίους στηρίζεται ο πρόβολος δεν ξεπερνούν τη ροπή διαρροής τους.
- Οι οριζόντιες μετατοπίσεις φτάνουν σε κάποιους κόμβους το 1.5 mm, ενώ η κατακόρυφη βύθιση στους κόμβους όπου αφαιρέθηκε το υποστύλωμα είναι 1.1cm.
- Οι στροφές στους κόμβους που έχουν διαρρεύσει είναι της τάξεως των 0.8mrad.

Για συνεχή αύξηση του φορτίου έως $2\times(G+0.30Q)$, ο φορέας μπορεί και παραλαμβάνει με τους ίδιους μηχανισμούς τα φορτία, ενώ σταδιακά φτάνουν σε κατάσταση διαρροής κάποια μέλη του (σύνδεσμοι δυσκαμψίας και κόμβοι στήριξης).

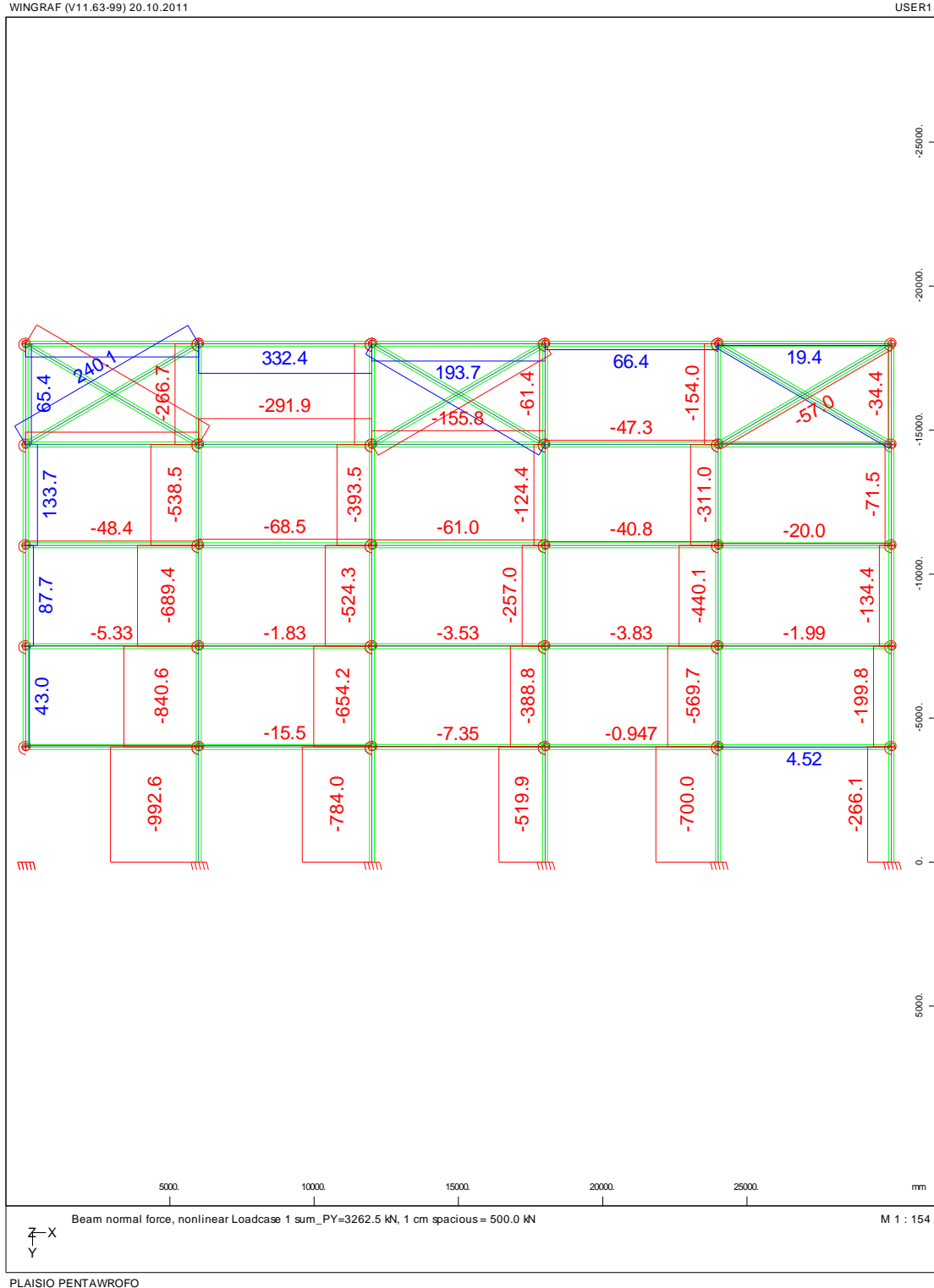
Για φόρτιση $3\times(G+0.30Q)$, ο φορέας φτάνει στη φάση της κατάρρευσης. Σύμφωνα με το SOFISTIK δεν ικανοποιείται πλέον το ισοζύγιο ενέργειας.

- Οι περισσότεροι κόμβοι στήριξης των δοκών έχουν διαρρεύσει σε κάμψη.
- Σε ορισμένα υποστυλώματα παρατηρούνται πολύ μεγάλες αξονικές εντάσεις που ξεπερνούν τα 3000kN χωρίς όμως να έχουν ξεπεράσει το όριο διαρροής τους.
- Οι σύνδεσμοι δυσκαμψίας δεν έχουν διαρρεύσει.
- Οι οριζόντιες μετατοπίσεις μόλις που ξεπερνούν σε κάποιους κόμβους τα 8mm ενώ η κατακόρυφη βύθιση στον κόμβο που αφαιρέθηκε το υποστύλωμα είναι της τάξεως των 3.5cm.
- Οι στροφές των κόμβων στήριξης που έχουν διαρρεύσει είναι της τάξεως των 7mrad.

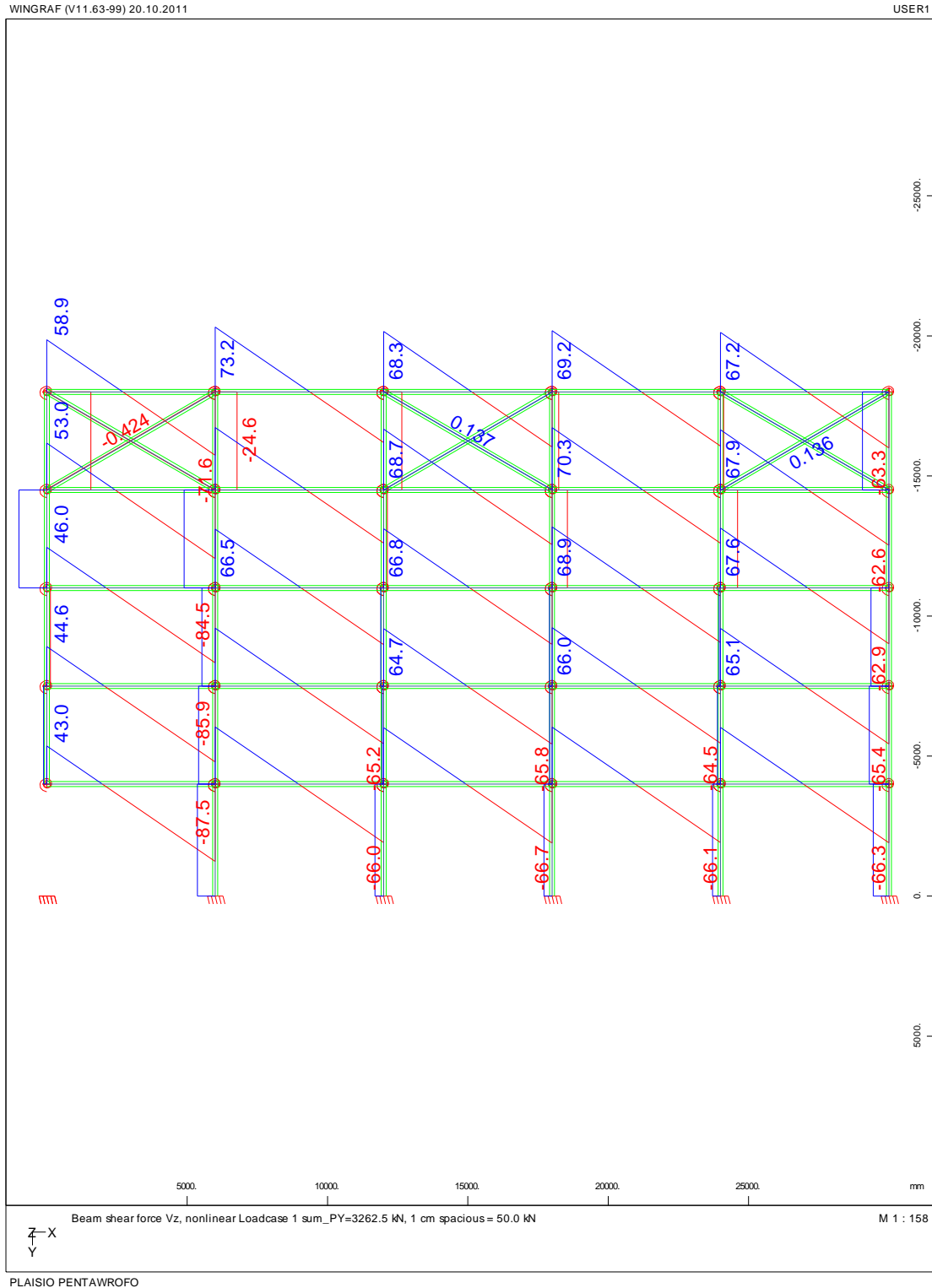
Το γεγονός ότι ο φορέας φτάνει στο στάδιο της κατάρρευσης για φορτία που ξεπερνούν τα $3\times(G+0.30Q)$, μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ο φορέας έχει μέτρια στιβαρότητα.

3.2.7 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 3 (απομάκρυνση ακραίου υποστυλώματος)

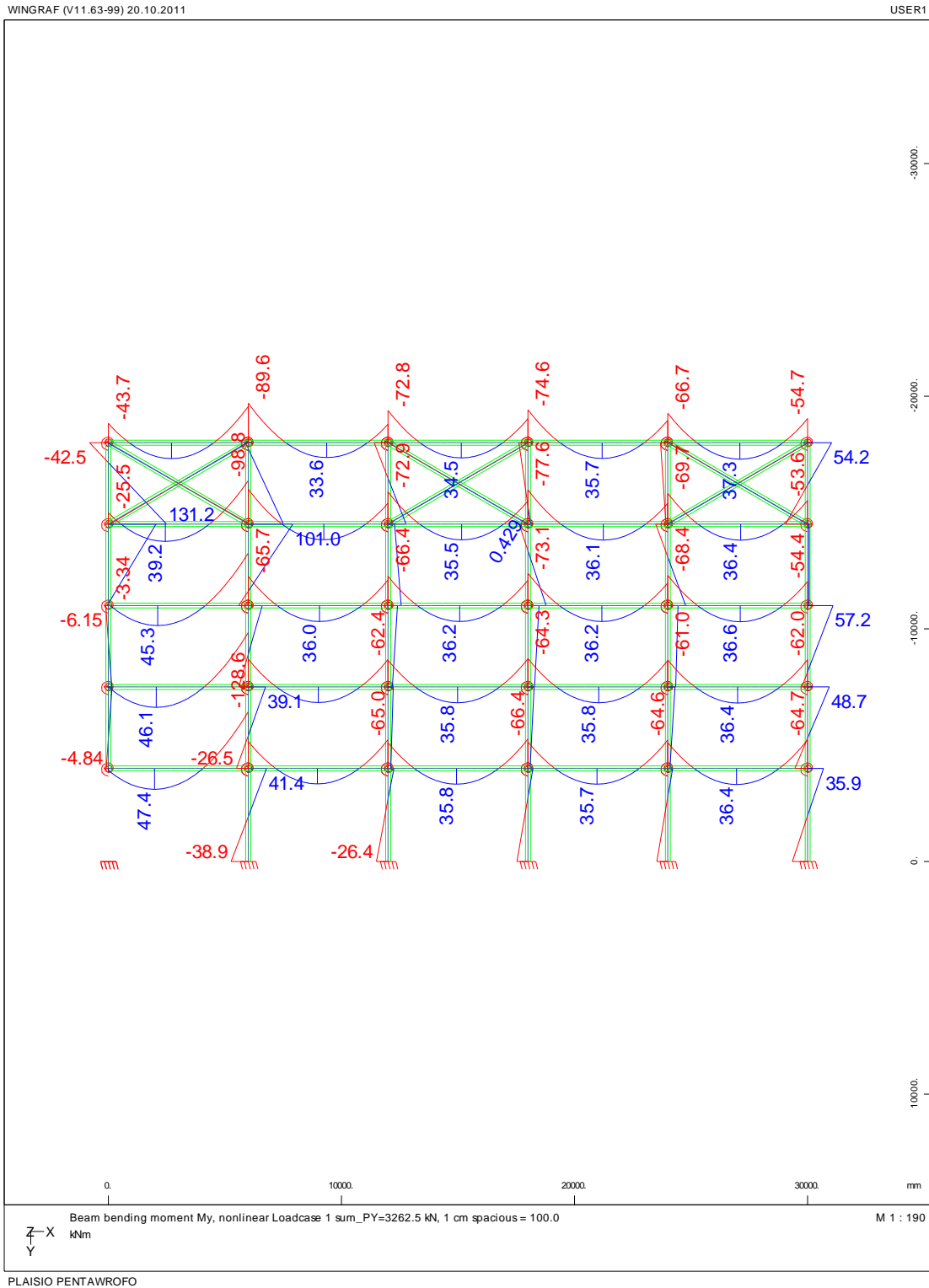
Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων N στο φορέα τύπου 3 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



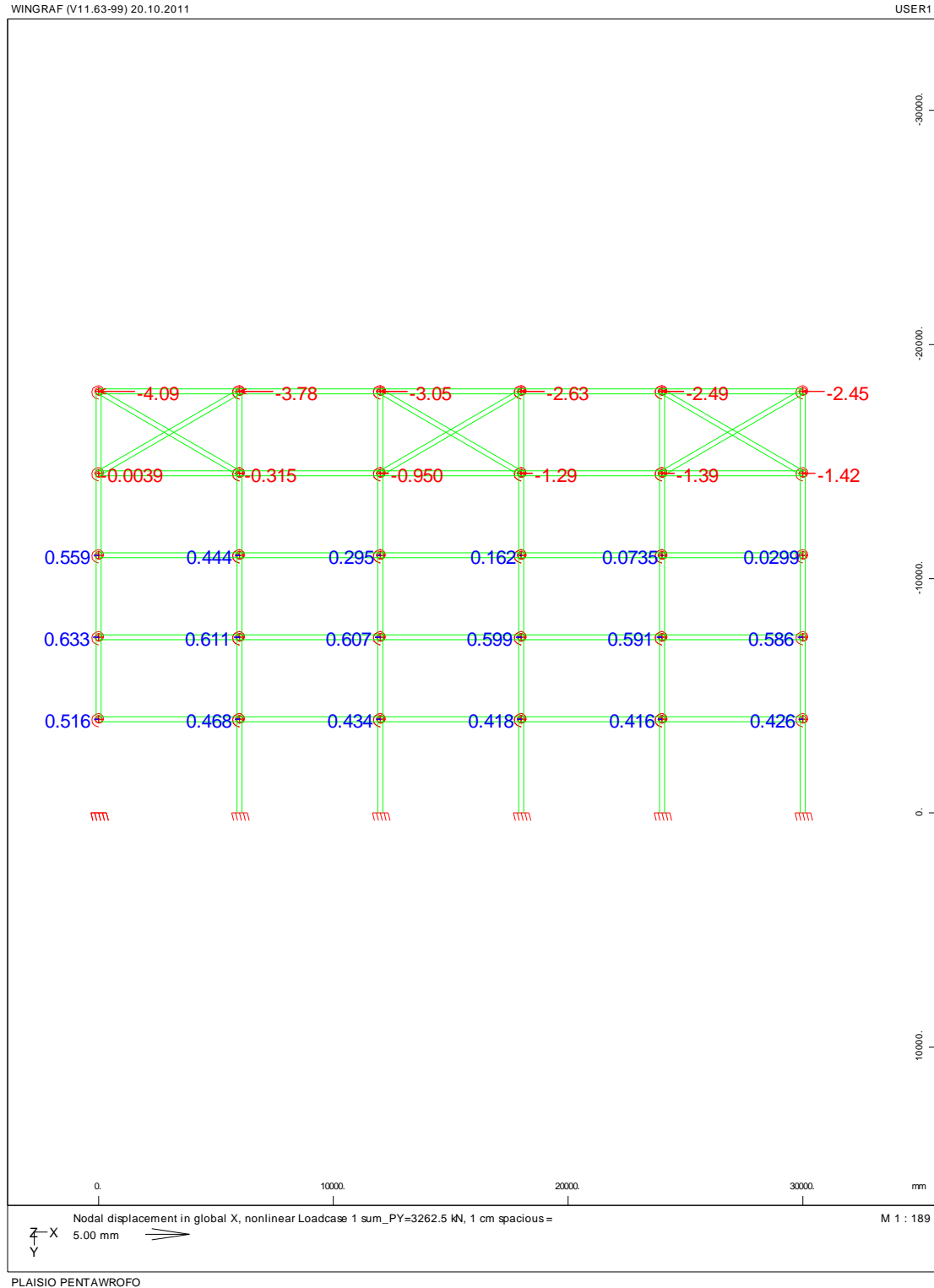
Διάγραμμα Τεμνουσών Δυνάμεων Q στο Φορέα τύπου 3 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



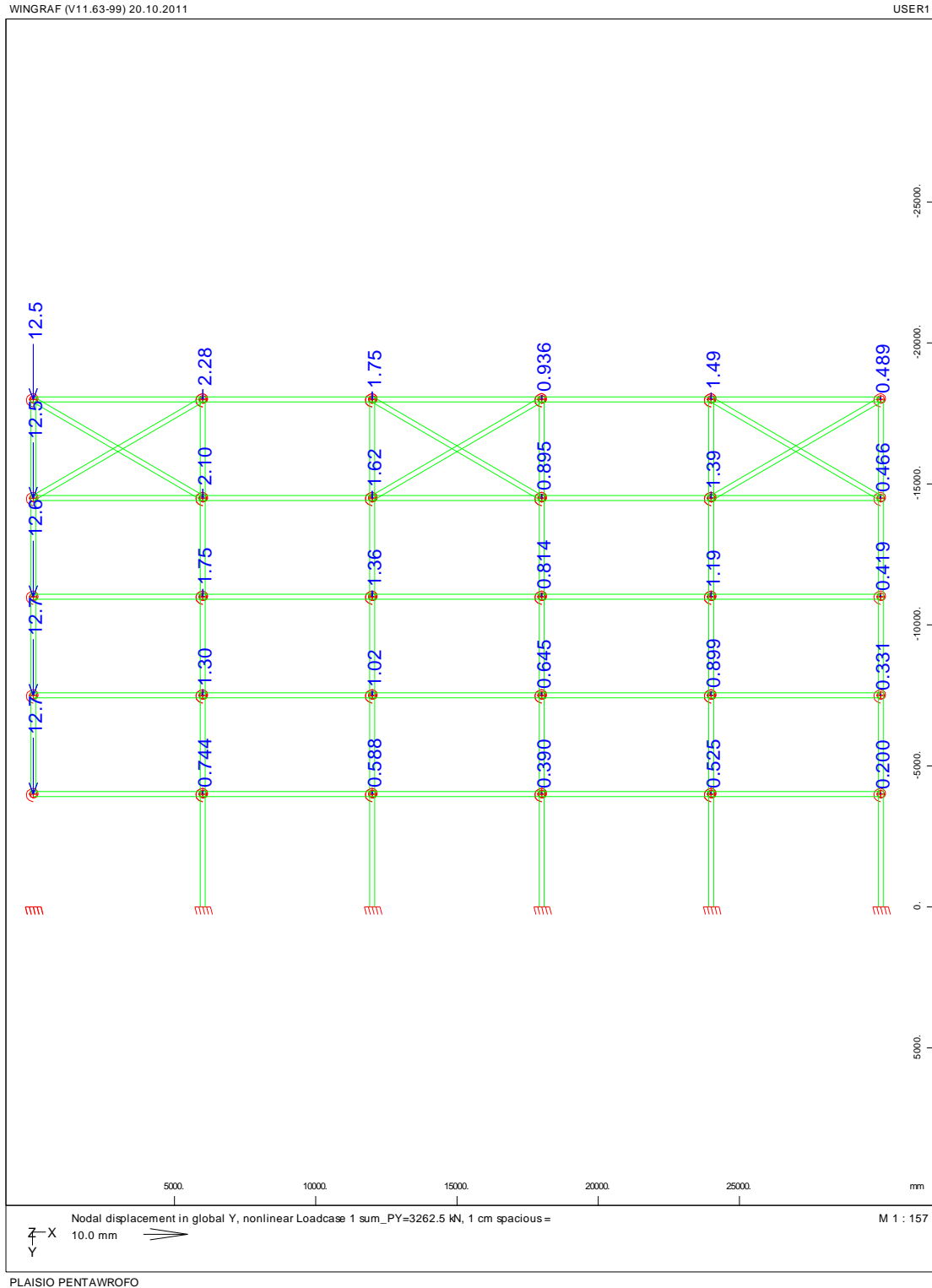
Διάγραμμα Καμπτικών Ροπών Μ στο Φορέα τύπου 3 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



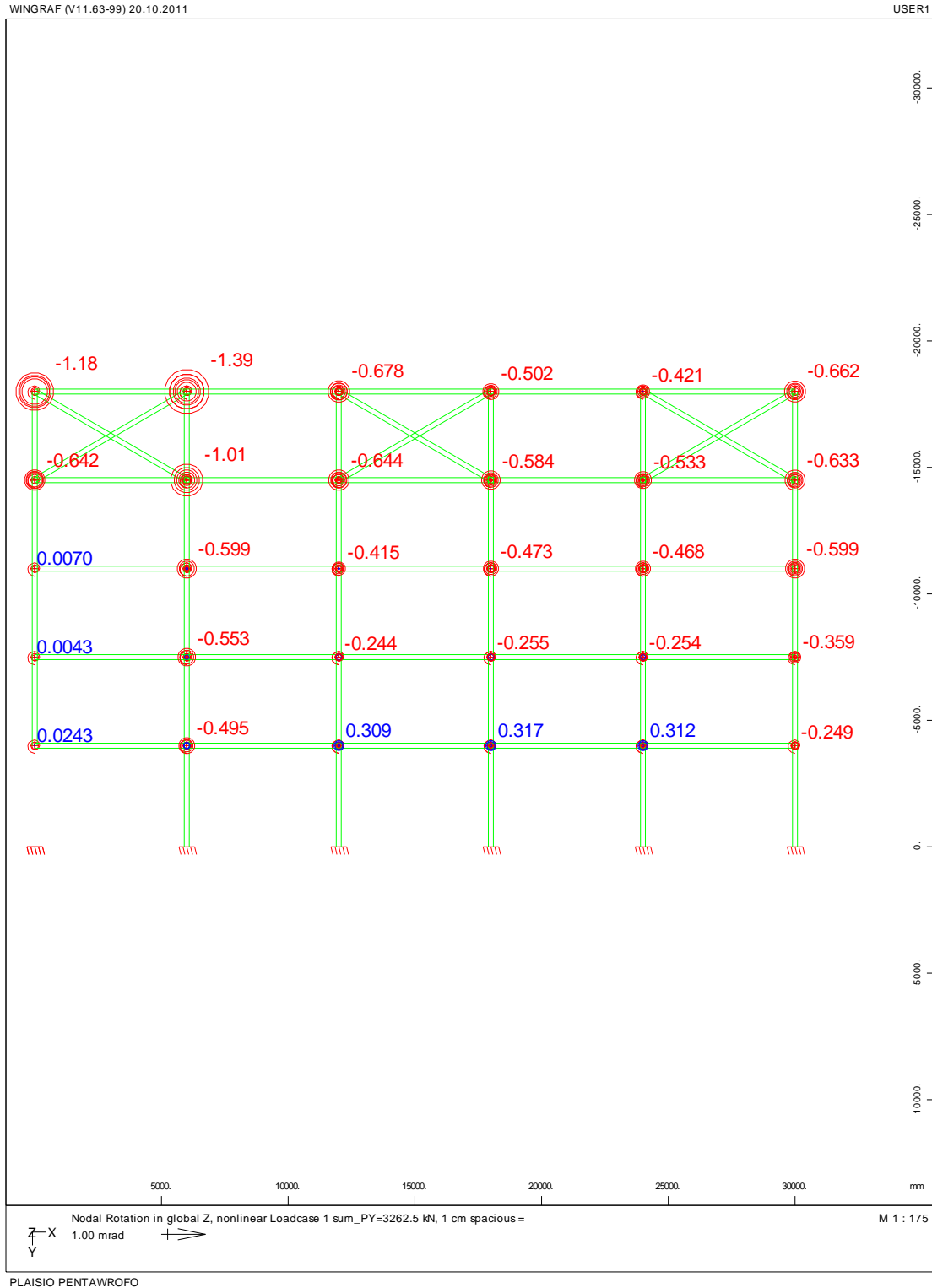
Διάγραμμα οριζόντιων μετατοπίσεων U_x (mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 3 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



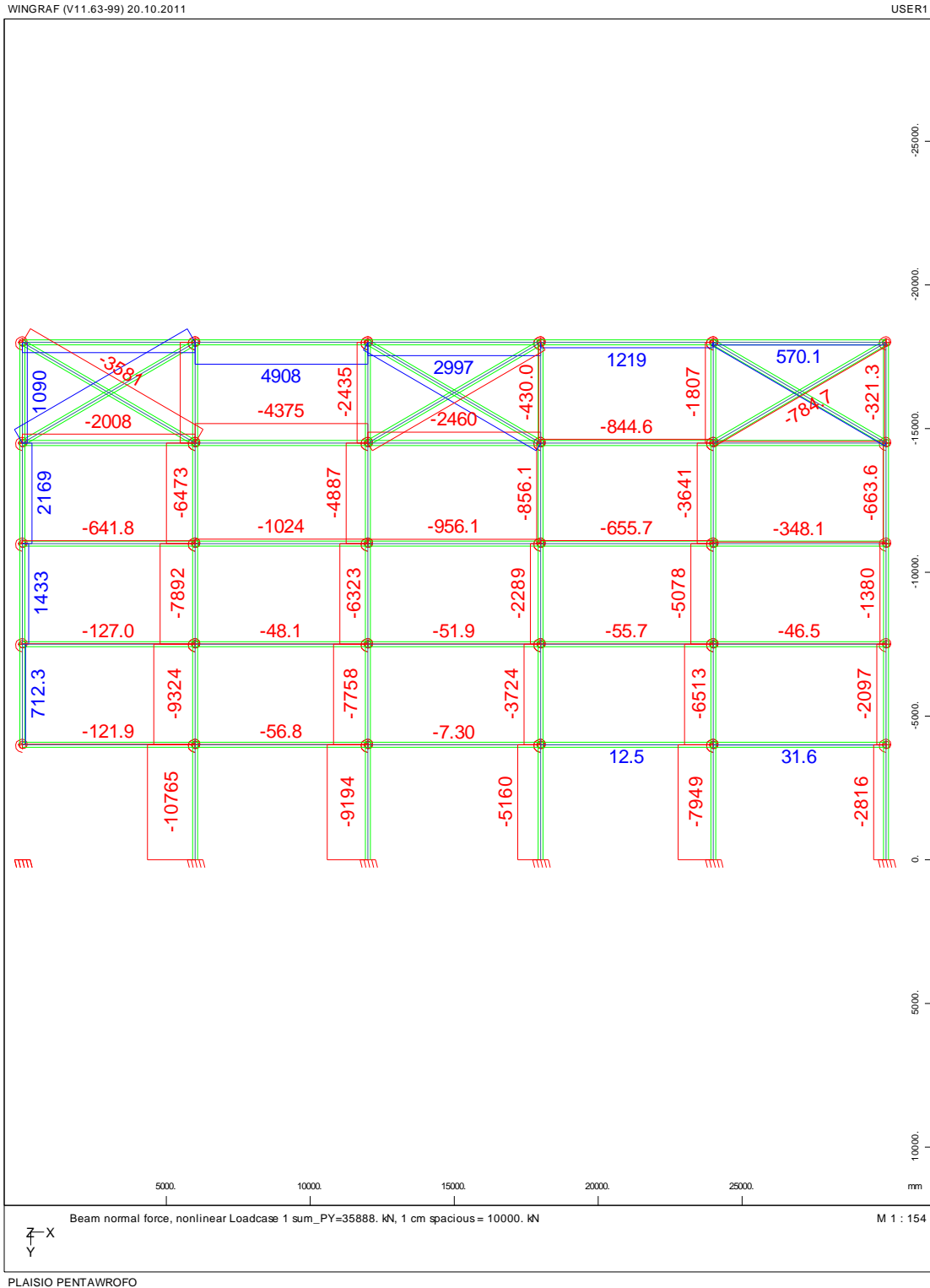
Διάγραμμα κατακόρυφων μετατοπίσεων U_y (mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 3 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



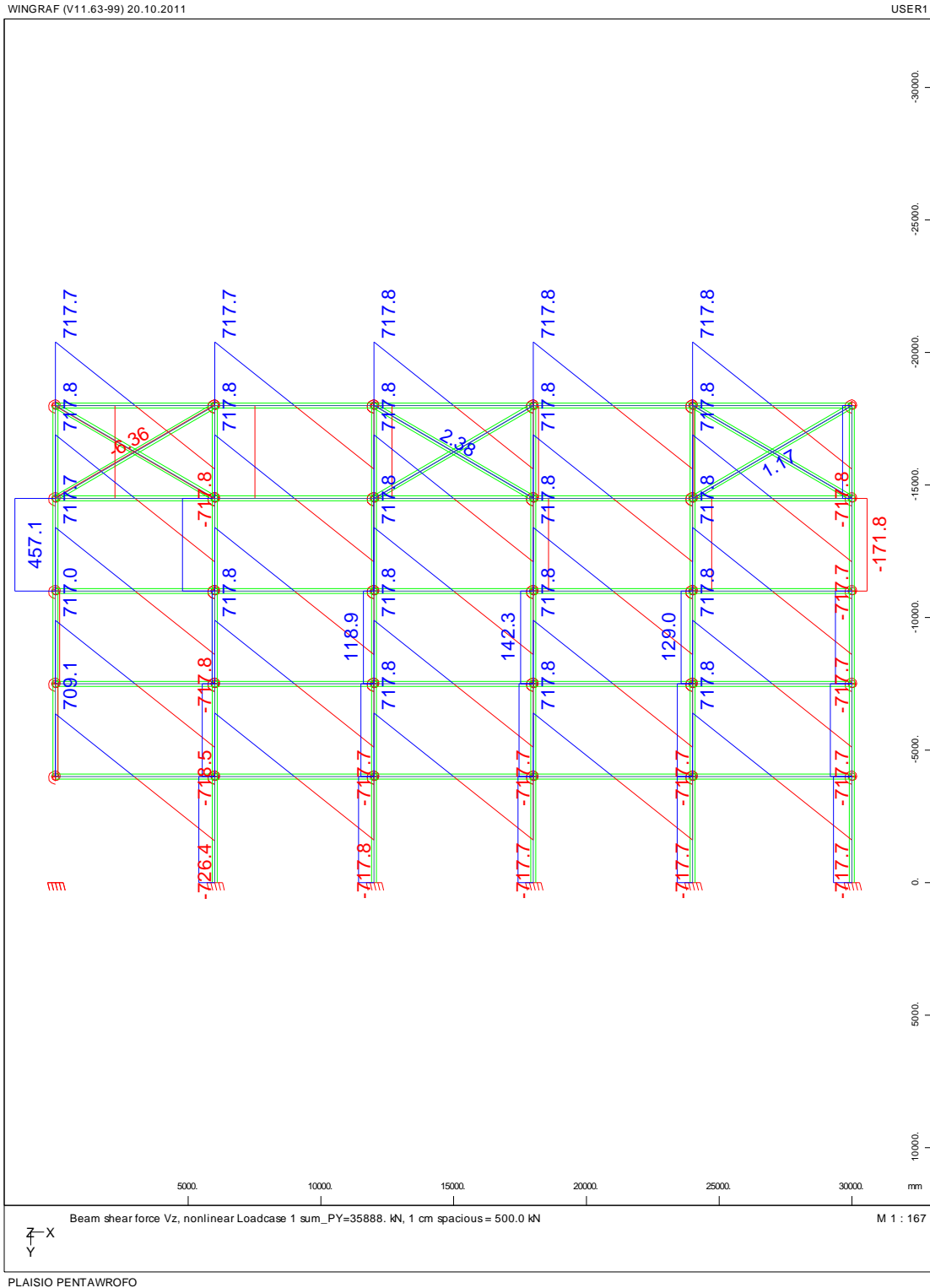
Διάγραμμα στροφών φ (mrad) των κόμβων στο Φορέα τύπου 3 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



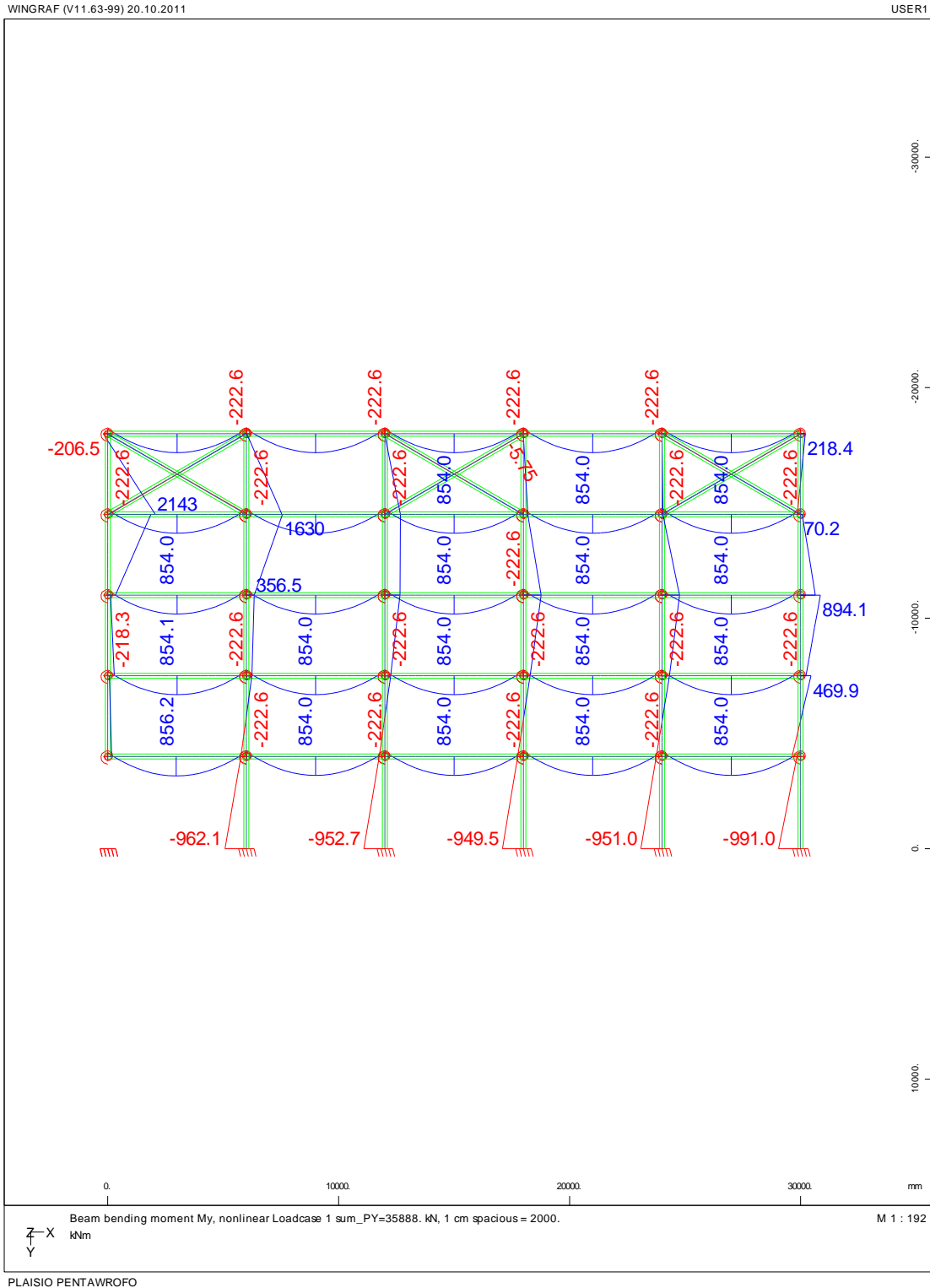
Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων N στο φορέα τύπου 3 για συντελεστή φόρτισης FACT=11,0



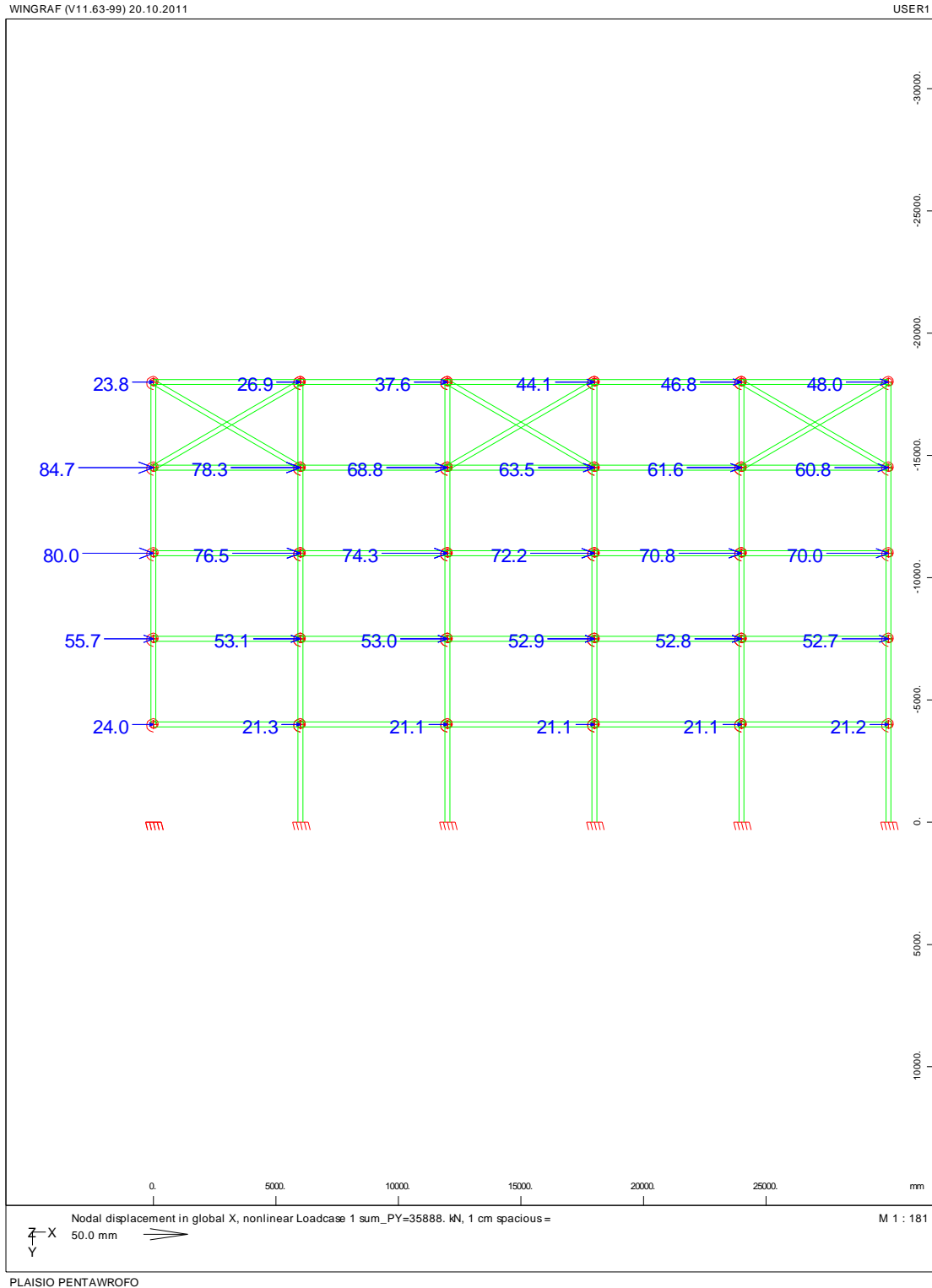
Διάγραμμα Τεμνουσών Δυνάμεων Q στο Φορέα τύπου 3 για συντελεστή φόρτισης FACT=11,0



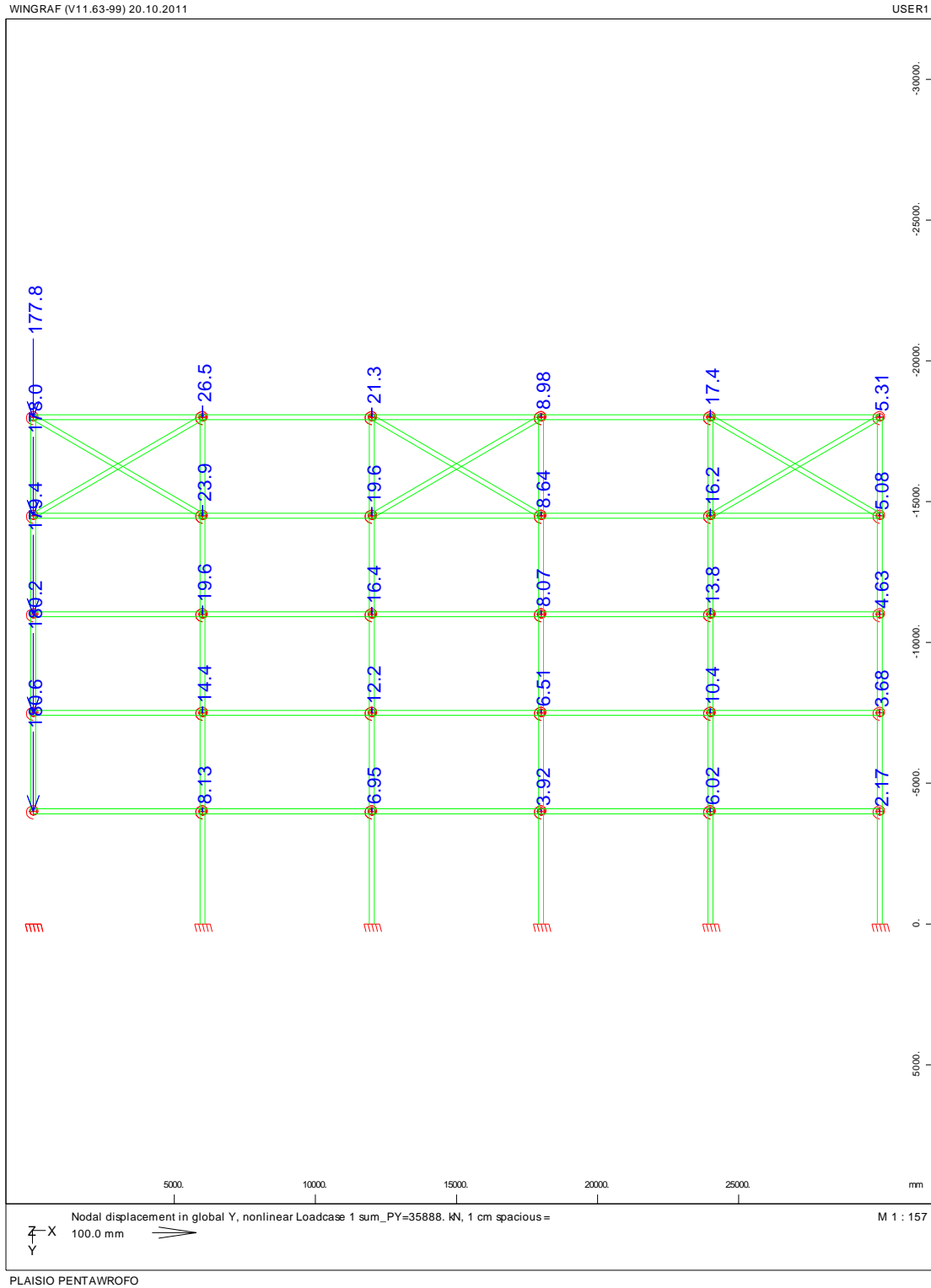
Διάγραμμα Καμπτικών Ροπών Μ στο Φορέα τύπου 3 για συντελεστή φόρτισης FACT=11,0



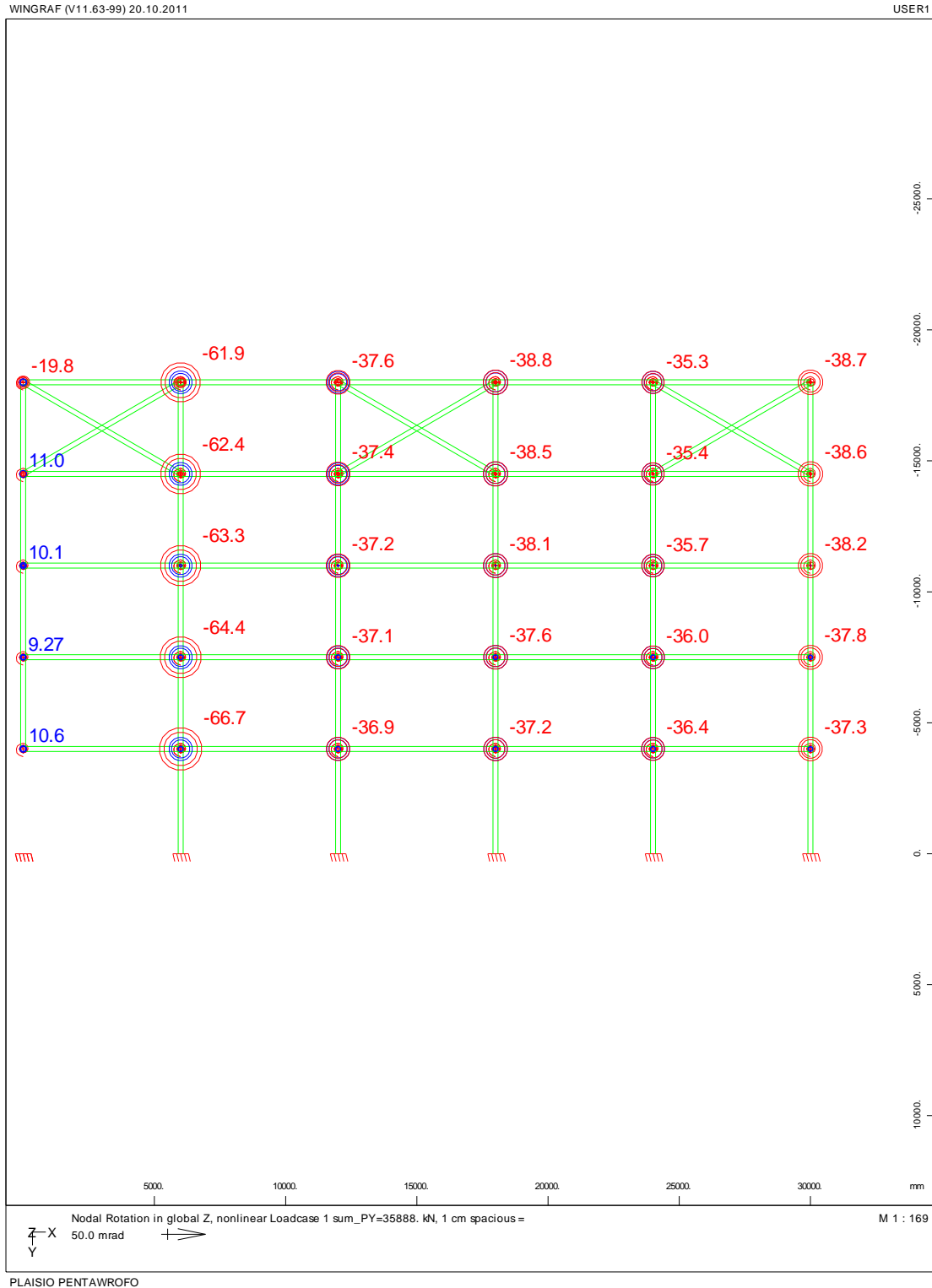
Διάγραμμα οριζόντιων μετατοπίσεων U_x (mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 3 για συντελεστή φόρτισης FACT=11,0



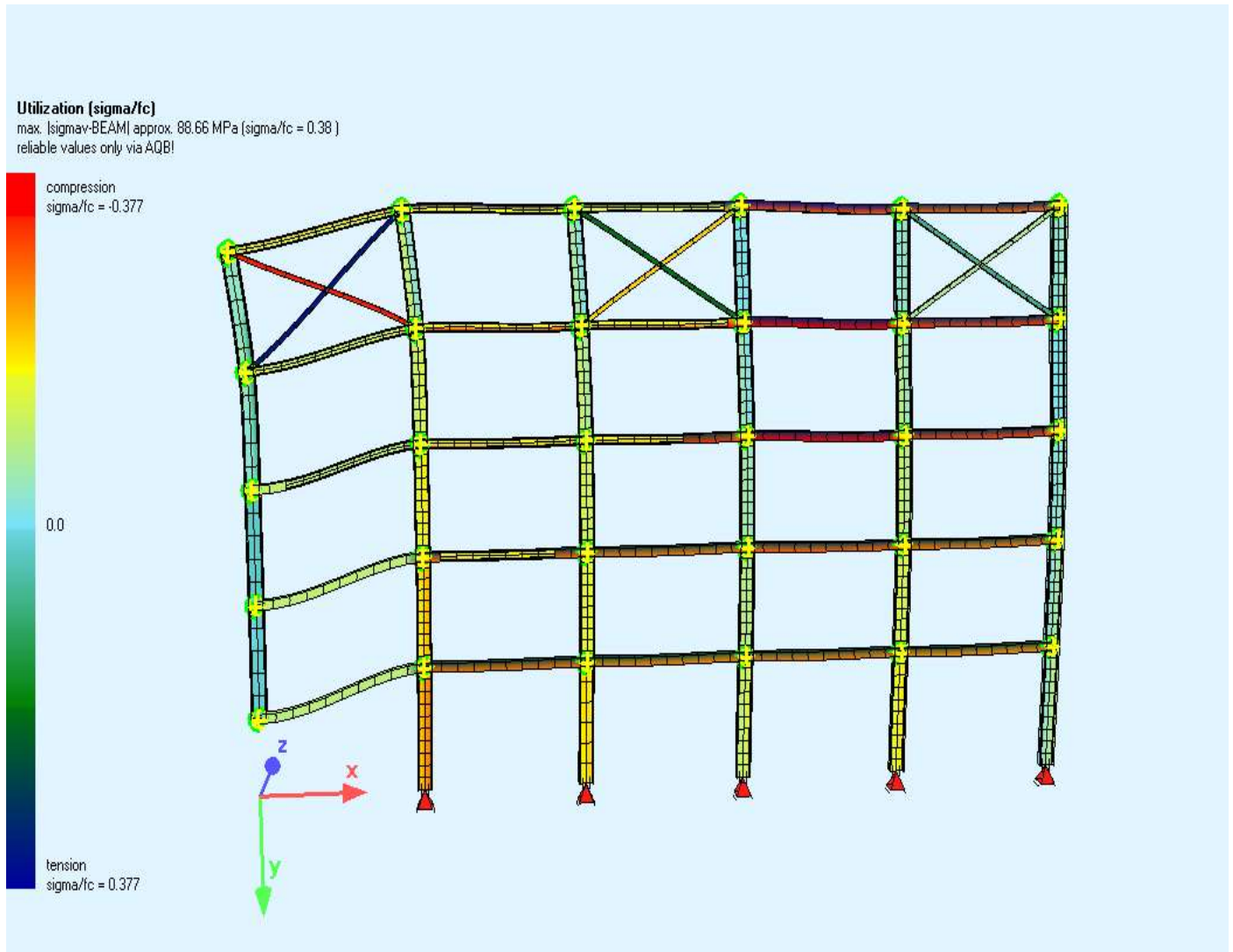
Διάγραμμα κατακόρυφων μετατοπίσεων Uy(mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 3 για συντελεστή φόρτισης FACT=11,0



Διάγραμμα στροφών φ (mrad) των κόμβων στο Φορέα τύπου 3 για συντελεστή φόρτισης FACT=11,0



Απεικόνιση Φορέα τύπου 3 για φόρτιση με FACT=1.0 ύστερα από αφαίρεση ενός ακραίου υποστυλώματος:



Παρατηρήσεις και σχόλια στον φορέα τύπου 3

Μετά την αφαίρεση του ακραίου υποστυλώματος δημιουργείται ένας πρόβολος μήκους 6m, ο οποίος στηρίζεται στο παρακείμενο υποστύλωμα.

Για φόρτιση $G+0.30Q$ παρατηρούμε:

- Αύξηση των αξονικών εντάσεων στα υποστυλώματα και κυρίως στο παρακείμενο, με παράλληλη ενεργοποίηση των συνδέσμων δυσκαμψίας μέσω της λειτουργίας δικτύωματος στον τελευταίο όροφο.
- Οι ροπές κάμψης που εντείνουν τους κόμβους στους οποίους στηρίζεται ο πρόβολος δεν ξεπερνούν τη ροπή διαρροής τους.
- Οι οριζόντιες μετατοπίσεις φτάνουν σε κάποιους κόμβους τα 0.5 mm, ενώ η κατακόρυφη βύθιση στους κόμβους όπου αφαιρέθηκε το υποστύλωμα είναι 1.25cm.
- Οι στροφές στους κόμβους που έχουν διαρρεύσει είναι της τάξεως των 1.3mrad.

Για συνεχή αύξηση του φορτίου έως $10 \times (G+0.30Q)$, ο φορέας μπορεί και παραλαμβάνει με τους ίδιους μηχανισμούς τα φορτία, ενώ σταδιακά φτάνουν σε κατάσταση διαρροής κάποια μέλη του (σύνδεσμοι δυσκαμψίας, κόμβοι στήριξης, δοκοί, υποστυλώματα.).

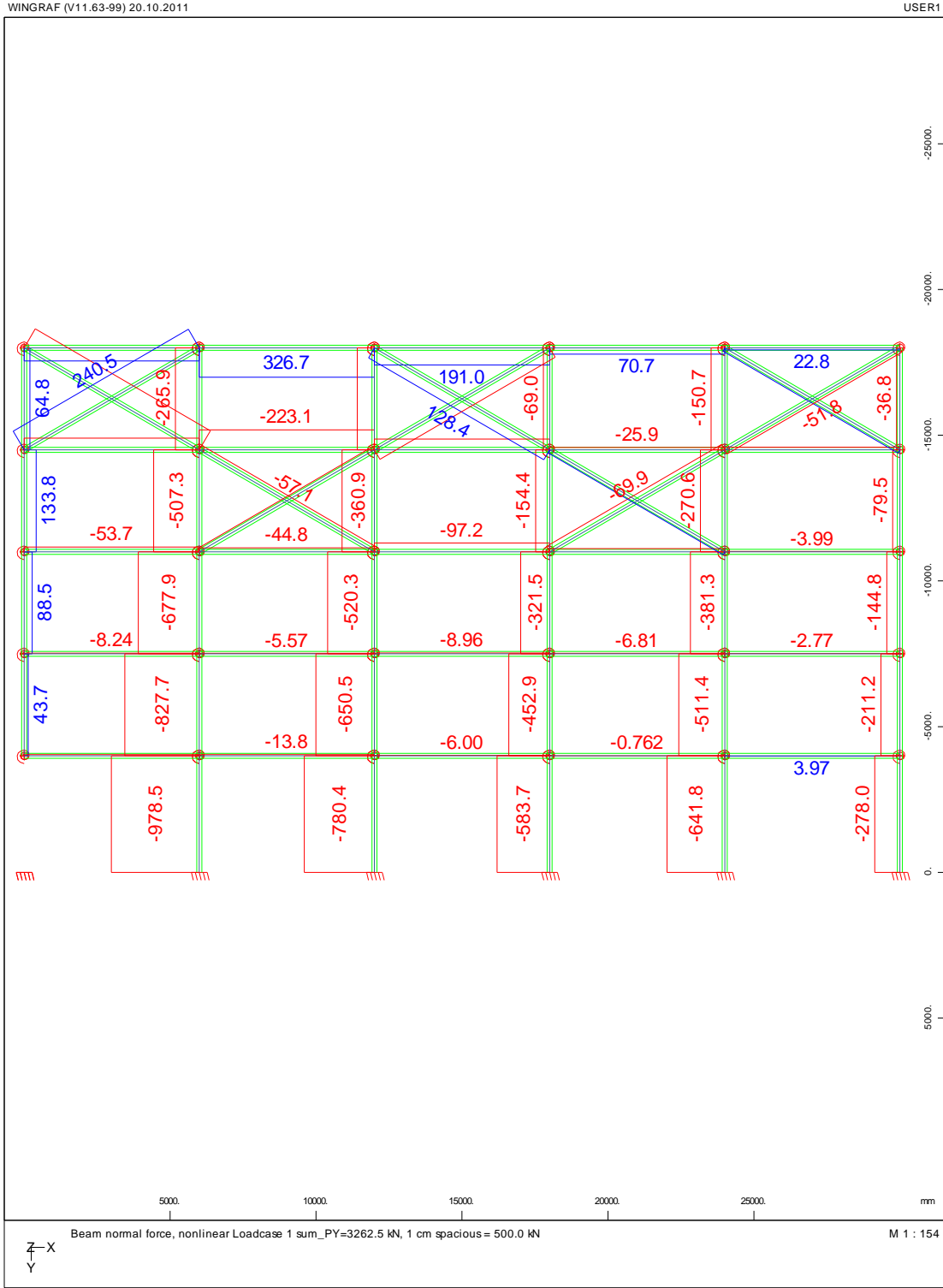
Για φόρτιση $11 \times (G+0.30Q)$, ο φορέας φτάνει στη φάση της κατάρρευσης. Σύμφωνα με το SOFISTIK δεν ικανοποιείται πλέον το ισοζύγιο ενέργειας.

- Οι περισσότεροι κόμβοι στήριξης των δοκών έχουν διαρρεύσει σε κάμψη.
- Σε ορισμένα υποστυλώματα παρατηρούνται πολύ μεγάλες αξονικές εντάσεις που ξεπερνούν τα 6000kN έχοντας ξεπεράσει το όριο διαρροής τους.
- Οι σύνδεσμοι δυσκαμψίας έχουν διαρρεύσει.
- Οι οριζόντιες μετατοπίσεις ξεπερνούν σε κάποιους κόμβους τα 70mm ενώ η κατακόρυφη βύθιση στον κόμβο που αφαιρέθηκε το υποστύλωμα είναι της τάξεως των 18cm.
- Οι στροφές των κόμβων στήριξης που έχουν διαρρεύσει είναι της τάξεως των 60mrad.

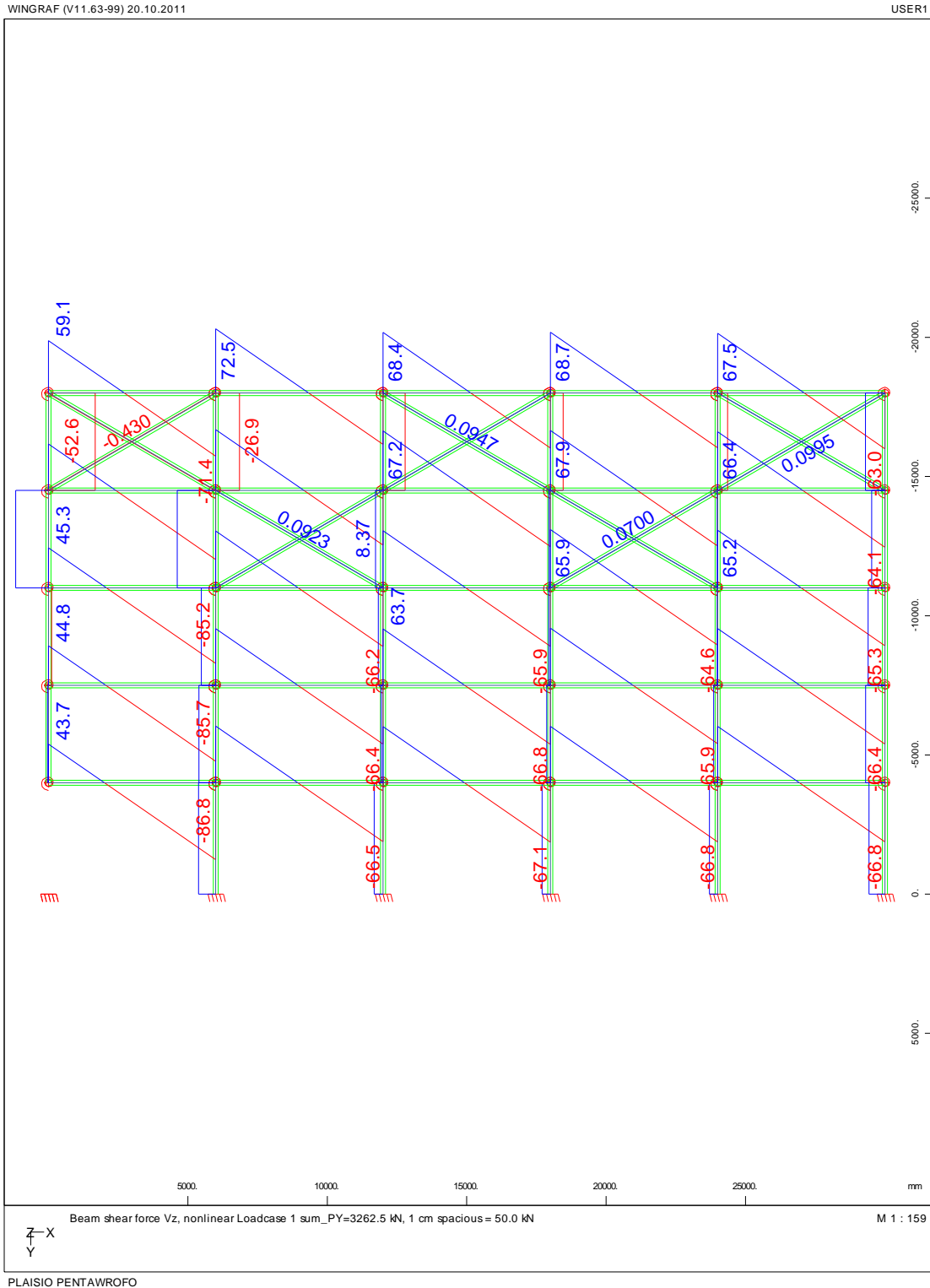
Το γεγονός ότι ο φορέας φτάνει στο στάδιο της κατάρρευσης για φορτία που ξεπερνούν τα $10 \times (G+0.30Q)$ παρόλο που από πολύ νωρίτερα έχουν διαρρεύσει κάποια μέλη του, μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ο φορέας έχει ιδιαίτερα μεγάλη στιβαρότητα.

3.2.8 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 4 (απομάκρυνση ακραίου υποστυλώματος)

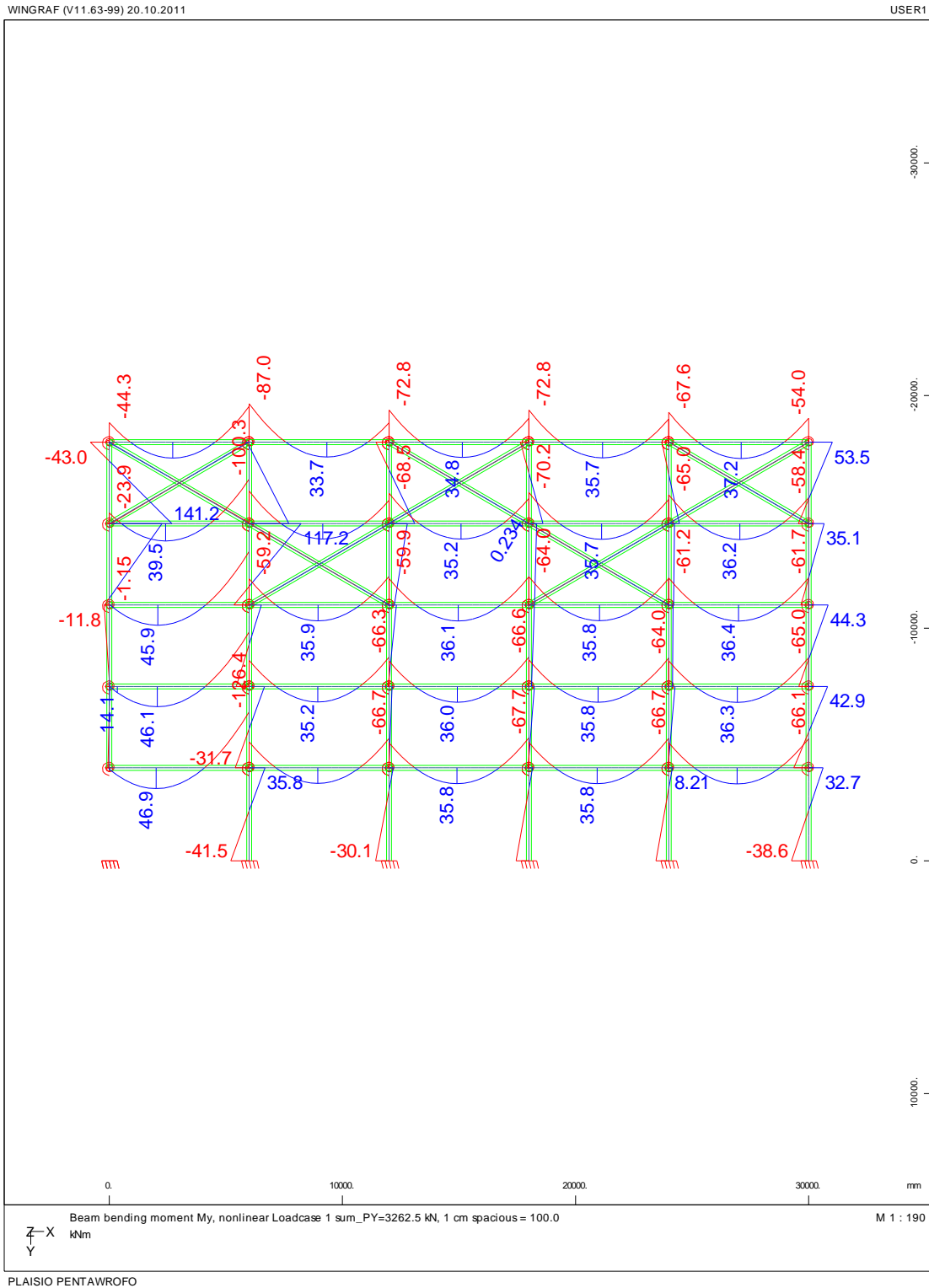
Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων N στο φορέα τύπου 4 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



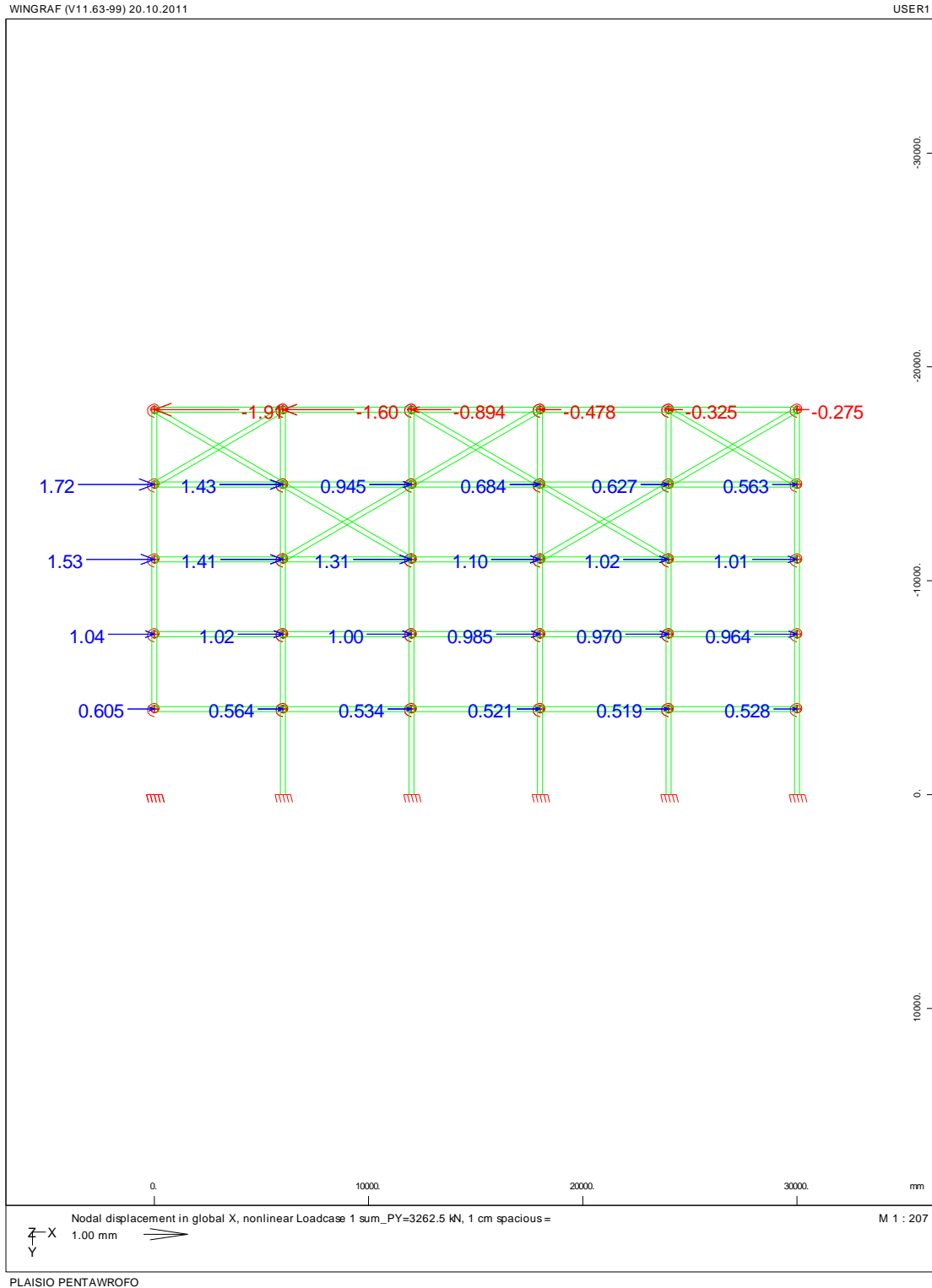
Διάγραμμα Τεμνουσών Δυνάμεων Q στο Φορέα τύπου 4 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



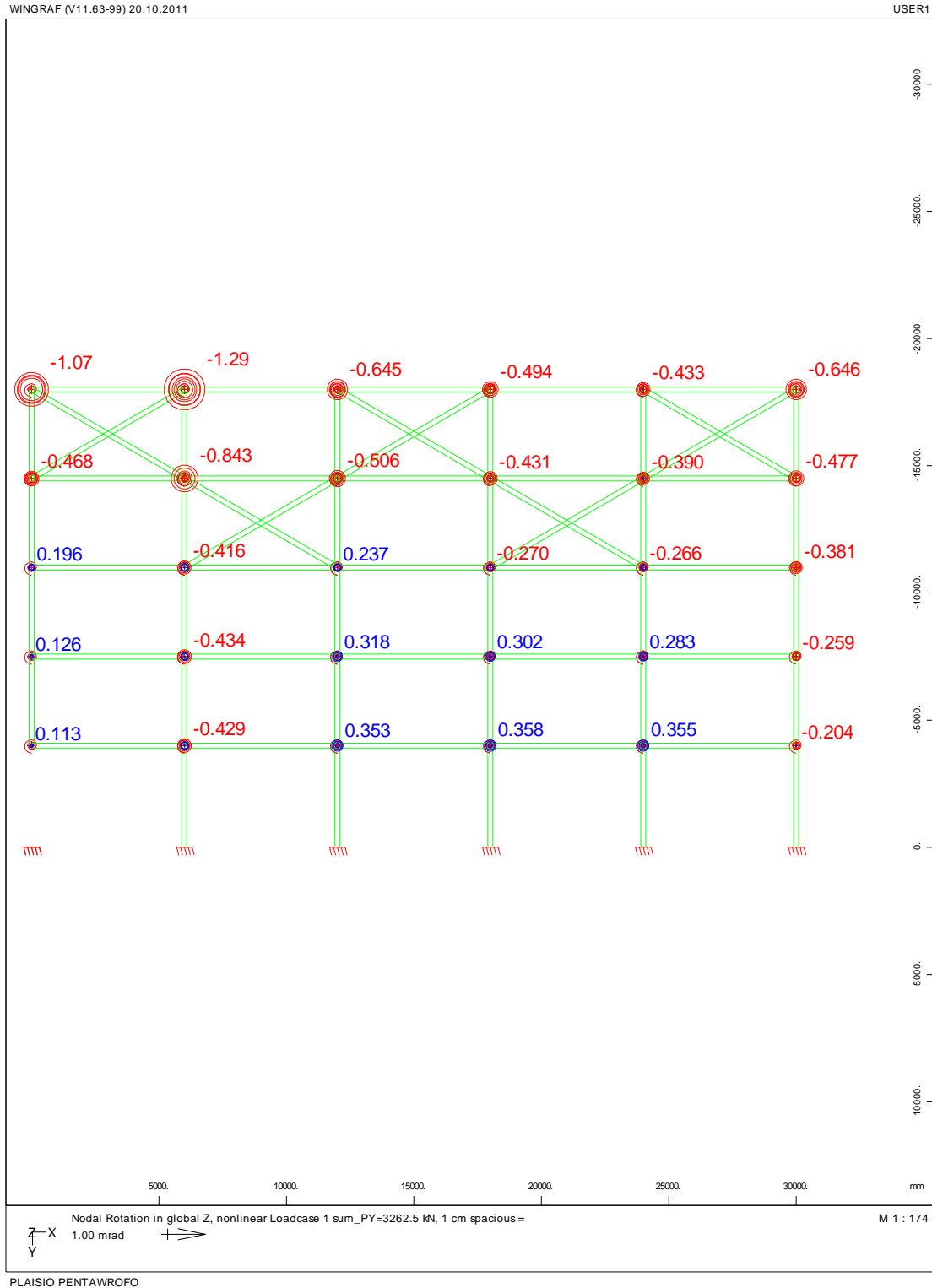
Διάγραμμα Καμπτικών Ροπών Μ στο Φορέα τύπου 4 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



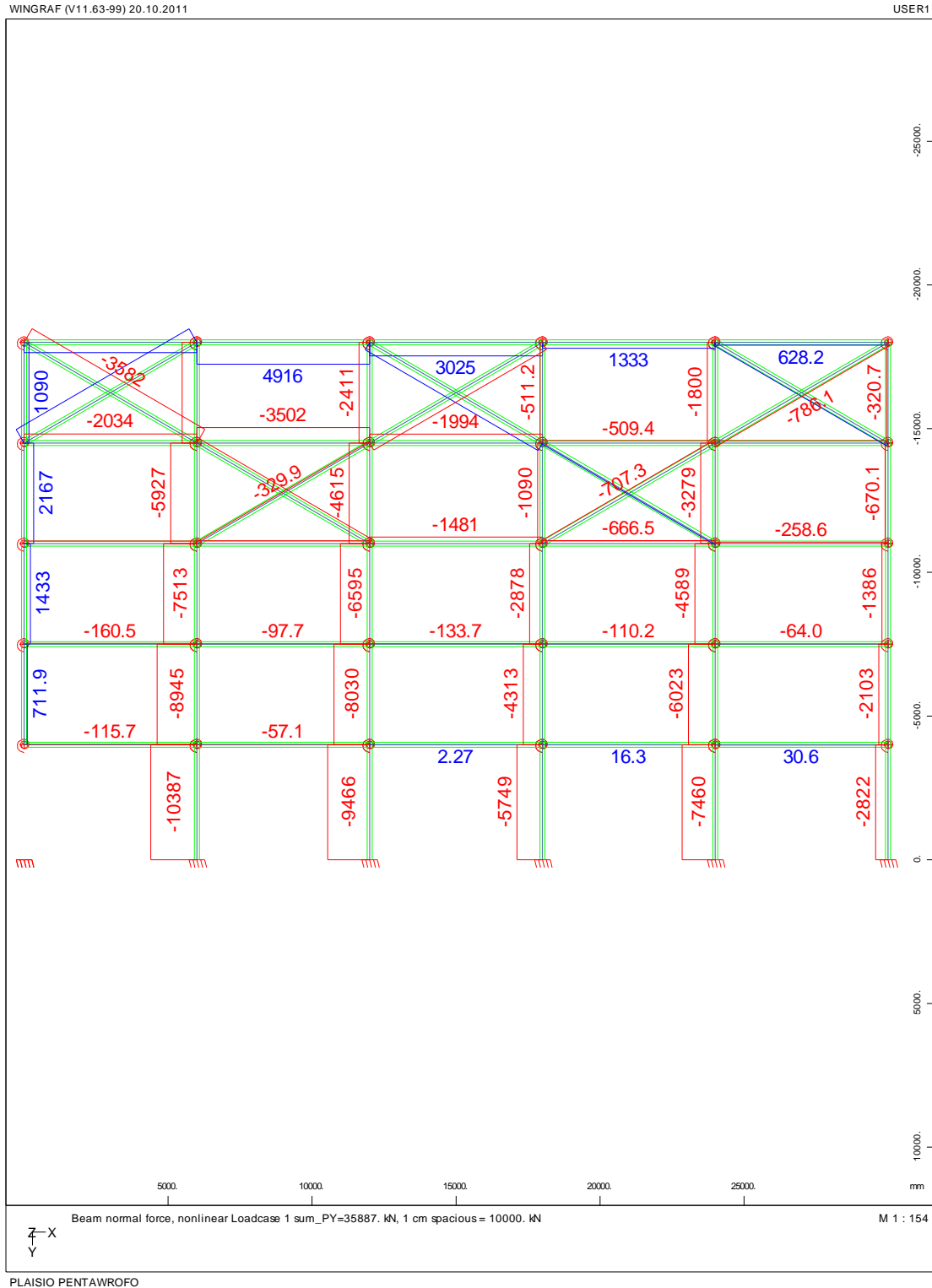
Διάγραμμα οριζόντιων μετατοπίσεων $U_x(\text{mm})$ των κόμβων στο Φορέα τύπου 4 για συντελεστή φόρτισης $\text{FACT}=1,0$



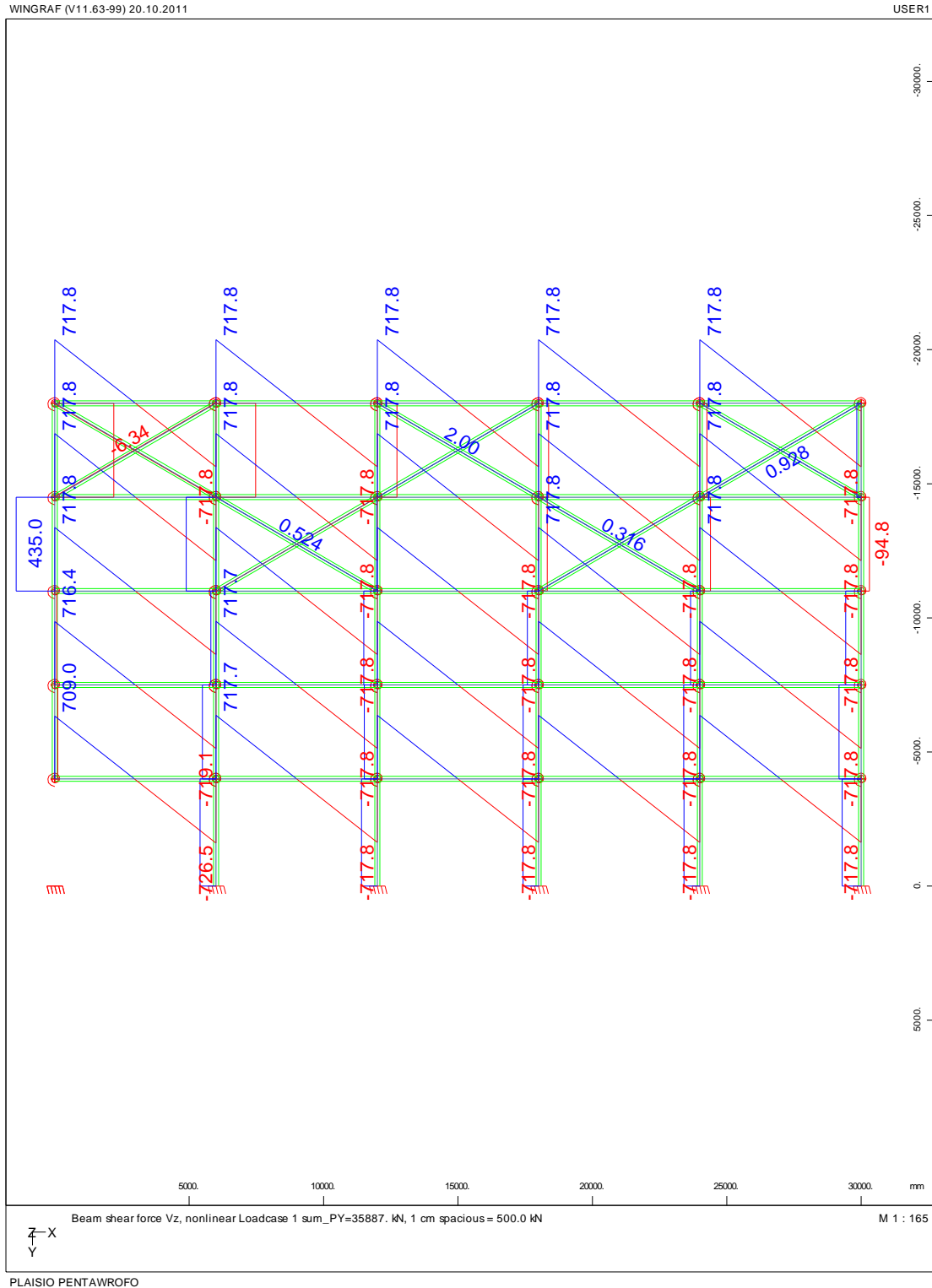
Διάγραμμα στροφών φ(mrad) των κόμβων στο Φορέα τύπου 4 για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



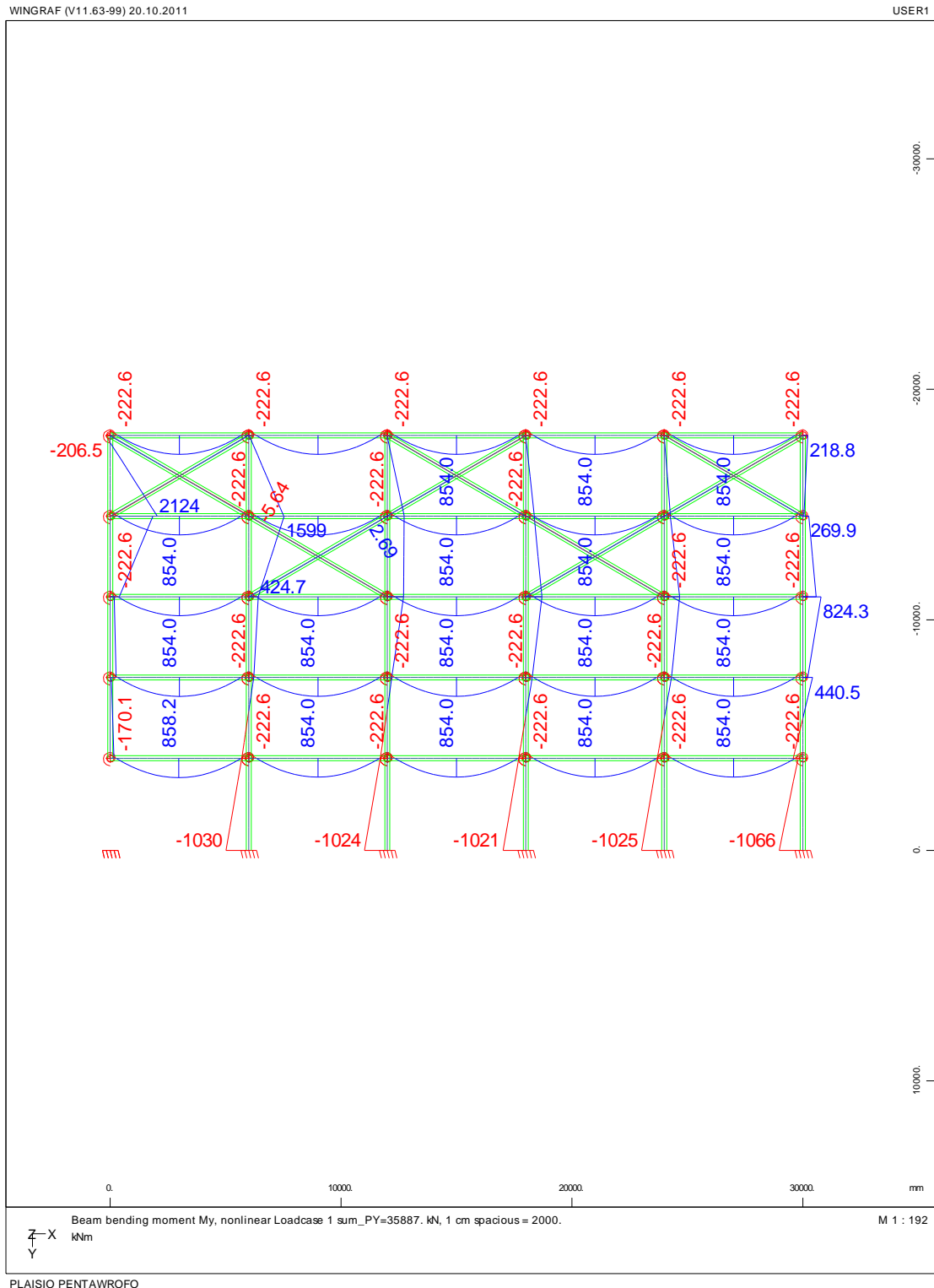
Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων N στο φορέα τύπου 4 για συντελεστή φόρτισης FACT=11,0



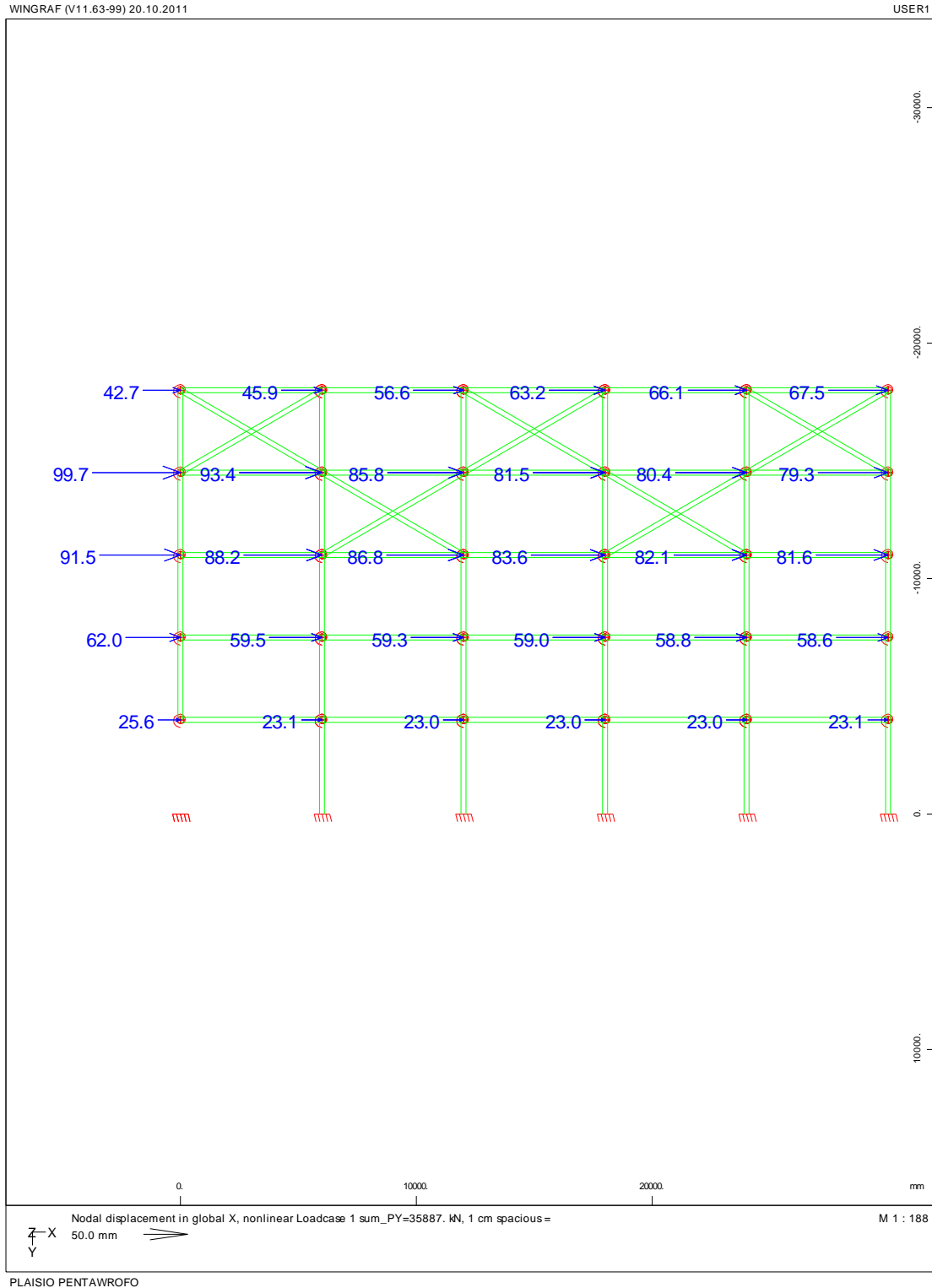
Διάγραμμα Τεμνουσών Δυνάμεων Q στο Φορέα τύπου 4 για συντελεστή φόρτισης FACT=11,0



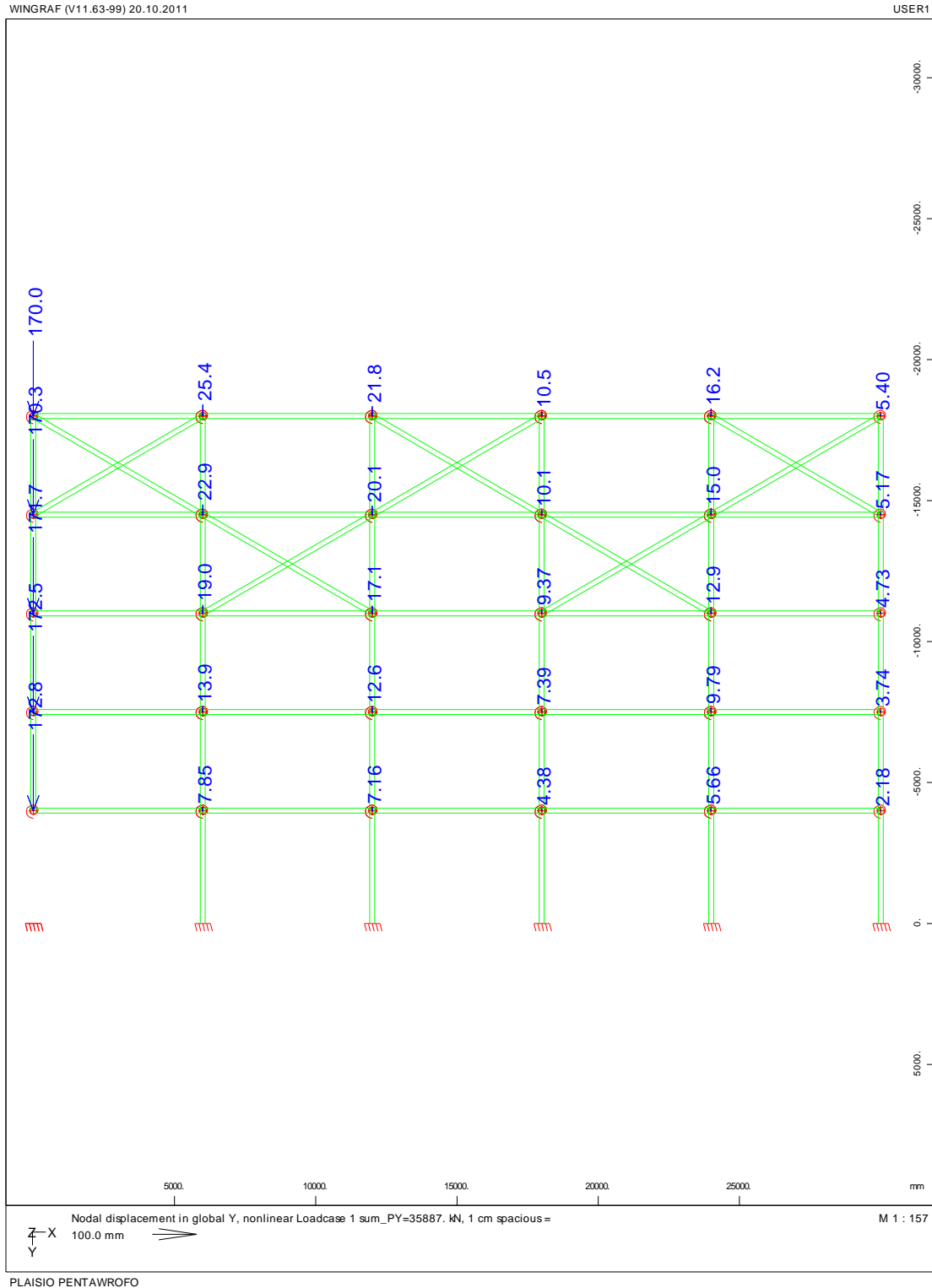
Διάγραμμα Καμπτικών Ροπών M στο Φορέα τύπου 4 για συντελεστή φόρτισης $FACT=11,0$



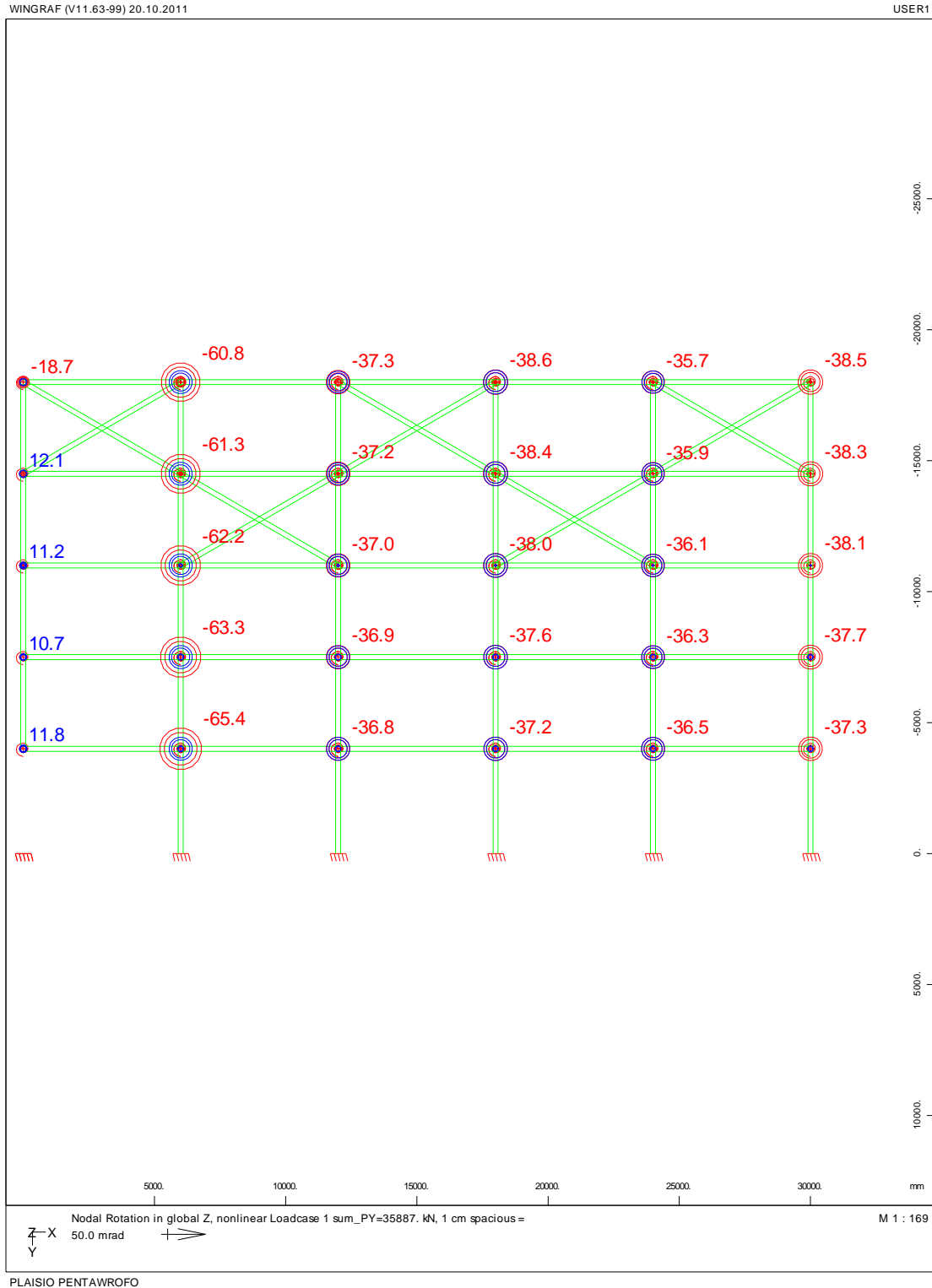
Διάγραμμα οριζόντιων μετατοπίσεων U_x (mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 4 για συντελεστή φόρτισης FACT=11,0



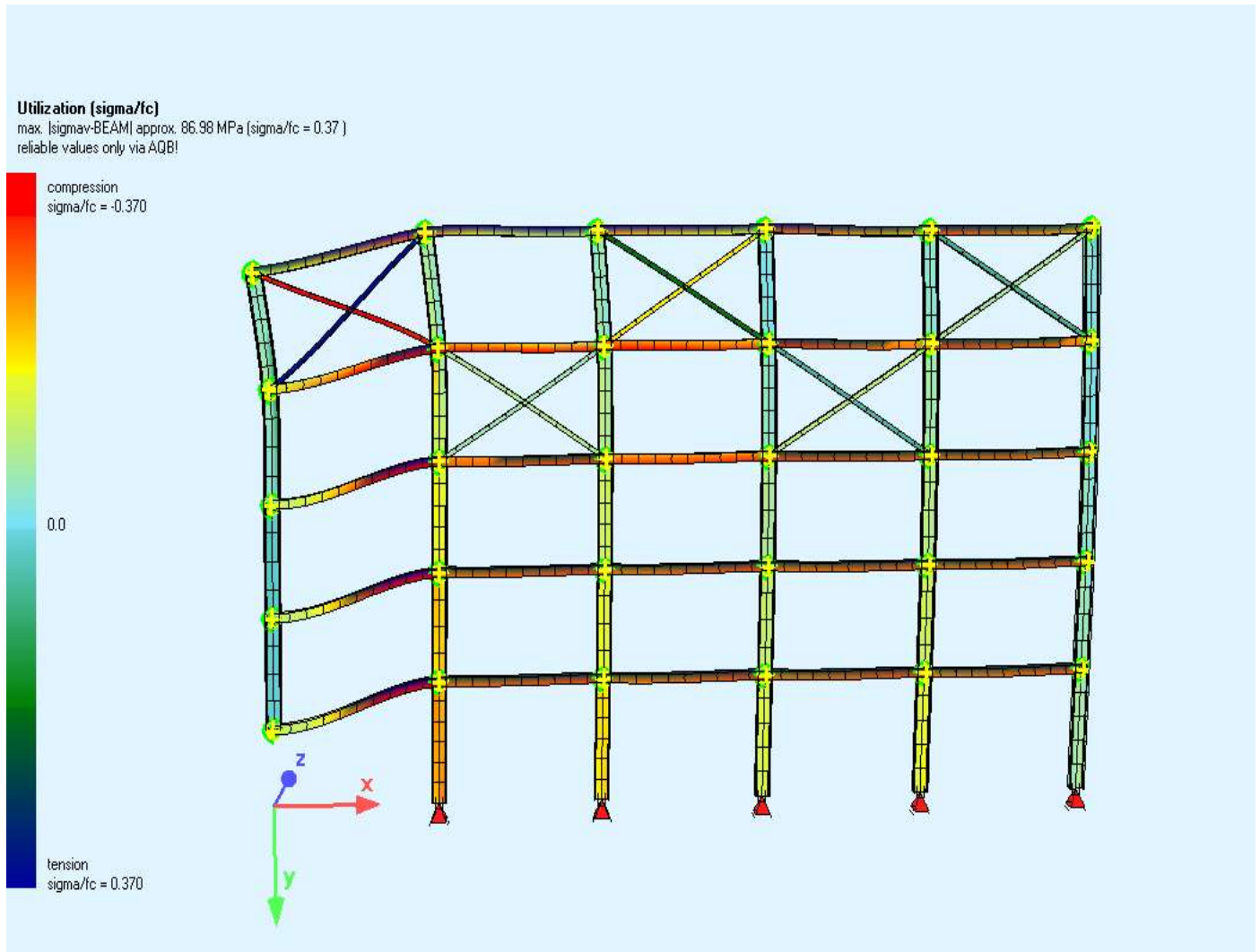
Διάγραμμα κατακόρυφων μετατοπίσεων U_y (mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 4 για συντελεστή φόρτισης FACT=11,0



Διάγραμμα στροφών φ(mrad) των κόμβων στο Φορέα τύπου 4 για συντελεστή φόρτισης FACT=11,0



Απεικόνιση Φορέα τύπου 4 για φόρτιση με FACT=1.0 ύστερα από αφαίρεση ενός ακραίου υποστυλώματος:



Παρατηρήσεις και σχόλια στον φορέα τύπου 4

Μετά την αφαίρεση του ακραίου υποστυλώματος δημιουργείται ένας πρόβολος μήκους 6m, ο οποίος στηρίζεται στο παρακείμενο υποστύλωμα.

Για φόρτιση $G+0.30Q$ παρατηρούμε:

- Αύξηση των αξονικών εντάσεων στα υποστυλώματα και κυρίως στο παρακείμενο, με παράλληλη ενεργοποίηση των συνδέσμων δυσκαμψίας μέσω της λειτουργίας δικτύωματος στον τελευταίο όροφο.
- Οι ροπές κάμψης που εντείνουν τους κόμβους στους οποίους στηρίζεται ο πρόβολος δεν ξεπερνούν τη ροπή διαρροής τους.
- Οι οριζόντιες μετατοπίσεις φτάνουν σε κάποιους κόμβους το 1.5 mm, ενώ η κατακόρυφη βύθιση στους κόμβους όπου αφαιρέθηκε το υποστύλωμα είναι 1.2cm.
- Η στροφή στο δυσμενέστερο κόμβο που δεν έχουν διαρρεύσει φτάνει τα 1.3mrad.

Για συνεχή αύξηση του φορτίου έως $10 \times (G+0.30Q)$, ο φορέας μπορεί και παραλαμβάνει με τους ίδιους μηχανισμούς τα φορτία, ενώ σταδιακά φτάνουν σε κατάσταση διαρροής κάποια μέλη του (σύνδεσμοι δυσκαμψίας, κόμβοι στήριξης, δοκοί, υποστυλώματα).

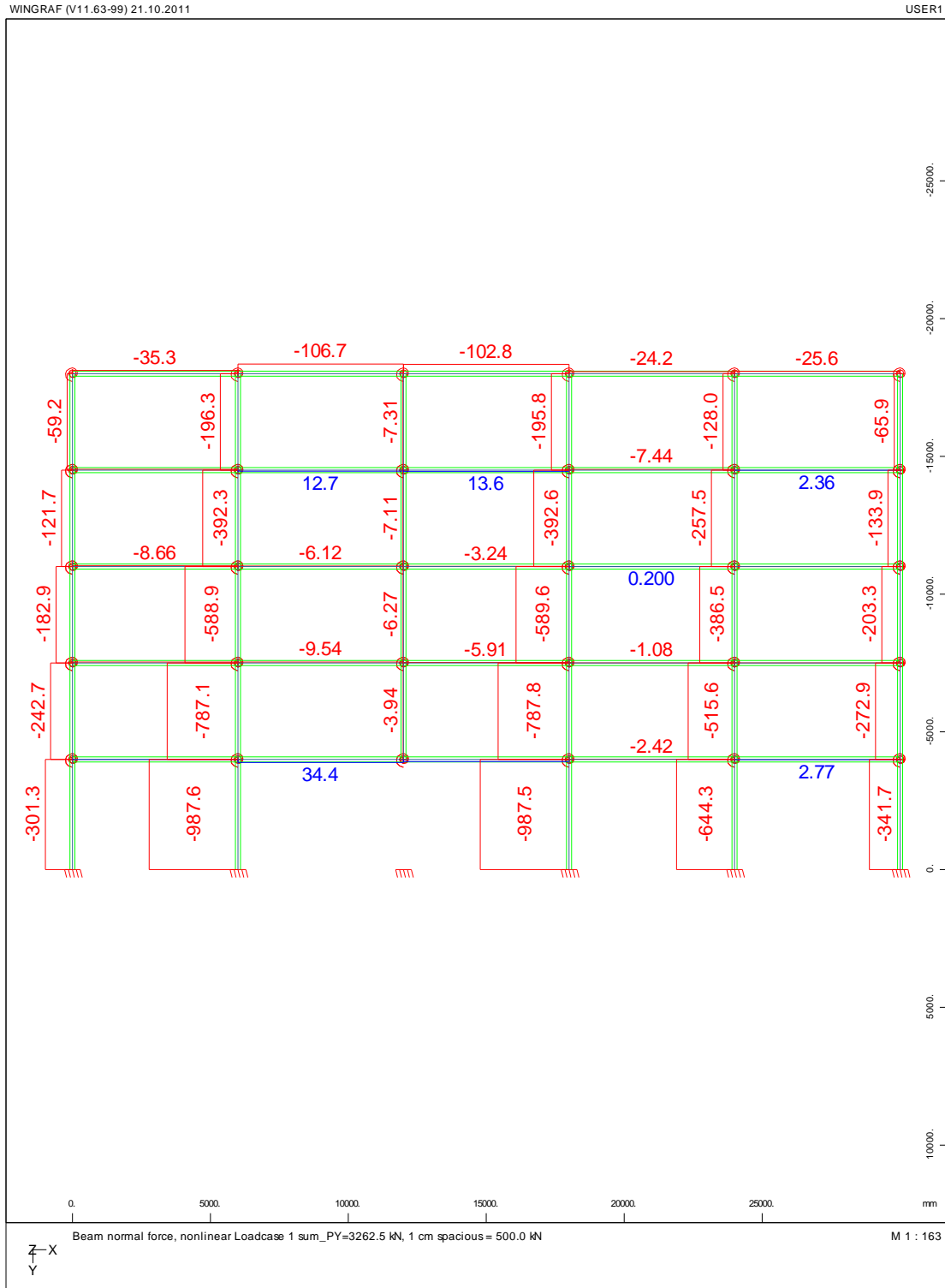
Για φόρτιση $11 \times (G+0.30Q)$, ο φορέας φτάνει στη φάση της κατάρρευσης. Σύμφωνα με το SOFISTIK δεν ικανοποιείται πλέον το ισοζύγιο ενέργειας.

- Οι περισσότεροι κόμβοι στήριξης των δοκών έχουν διαρρεύσει σε κάμψη.
- Σε ορισμένα υποστυλώματα παρατηρούνται πολύ μεγάλες αξονικές εντάσεις που υπερβαίνουν τα 10000kN χωρίς όμως να έχουν ξεπεράσει το όριο διαρροής τους σε αξονική ένταση.
- Οι σύνδεσμοι δυσκαμψίας έχουν πλέον διαρρεύσει. Οι οριζόντιες μετατοπίσεις φτάνουν σε κάποιους κόμβους τα 100mm ενώ η κατακόρυφη βύθιση στον κόμβο που αφαιρέθηκε το υποστύλωμα είναι της τάξεως των 17cm.
- Οι στροφές των κόμβων στήριξης που έχουν διαρρεύσει είναι της τάξεως των 60mrad.

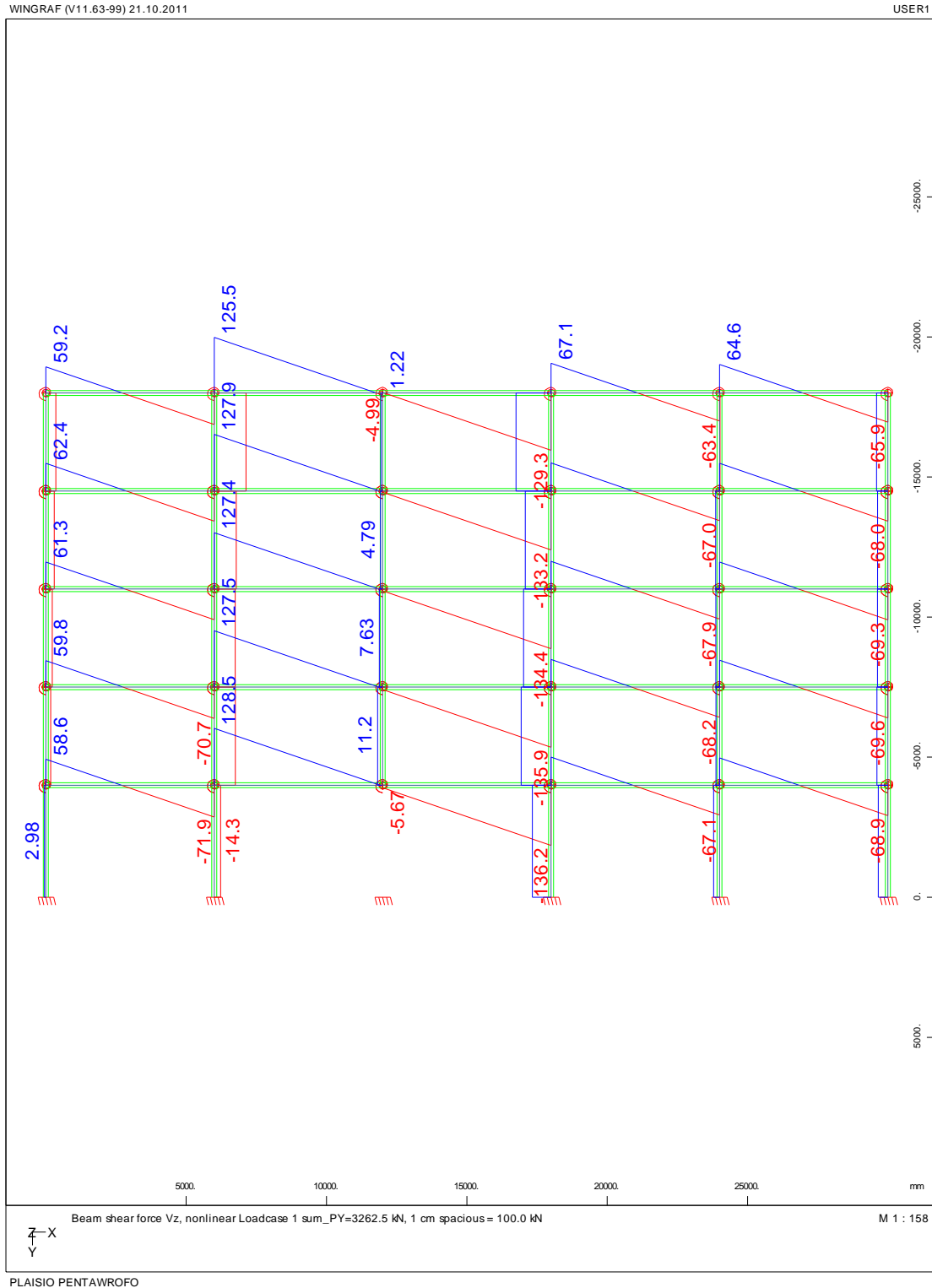
Το γεγονός ότι ο φορέας φτάνει στο στάδιο της κατάρρευσης για φορτία που ξεπερνούν τα $10 \times (G+0.30Q)$, μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ο φορέας έχει ιδιαίτερα μεγάλη στιβαρότητα.

3.2.9 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 1' (απομάκρυνση εσωτερικού υποστυλώματος)

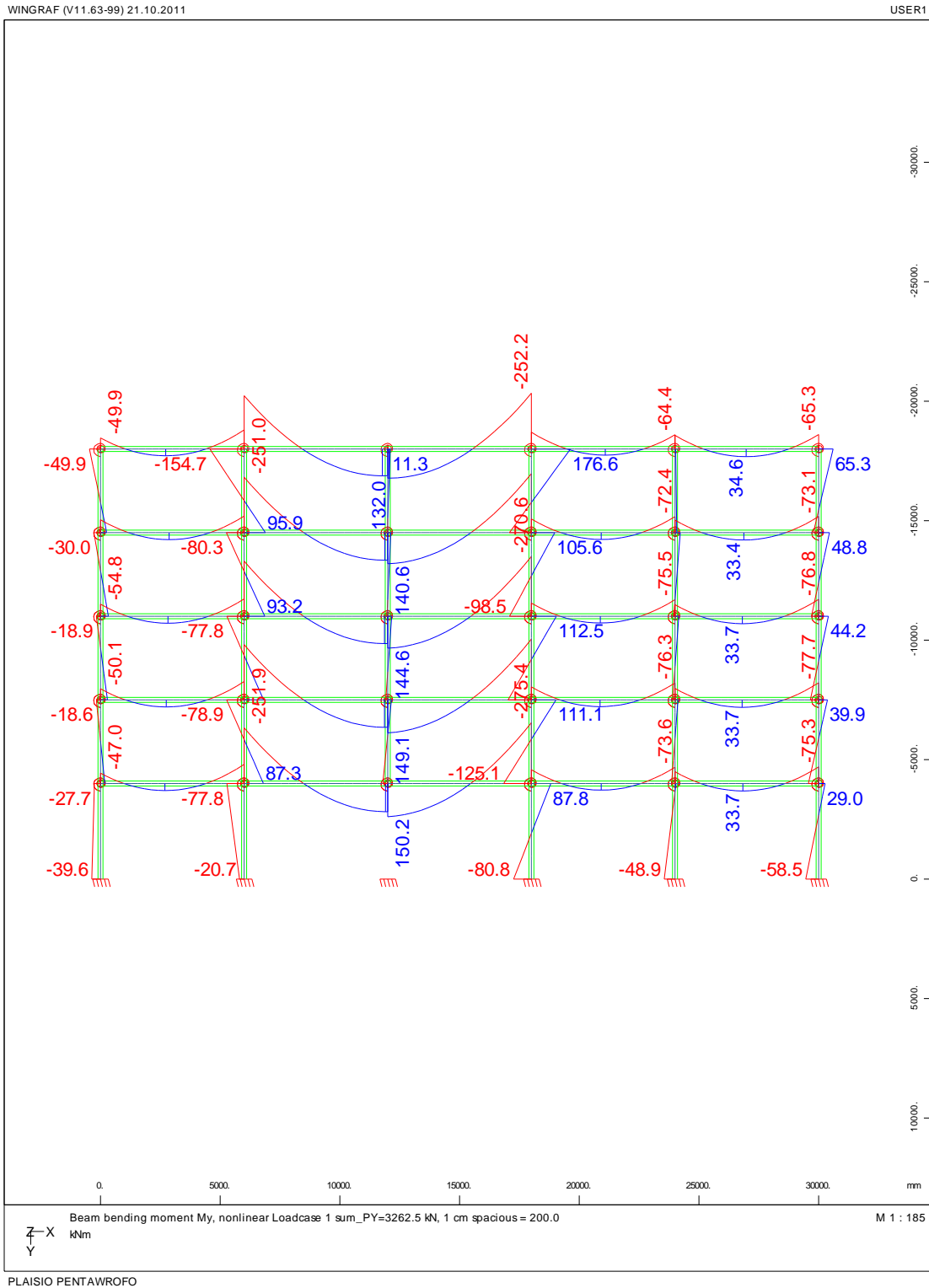
Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων N στο φορέα τύπου 1' για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



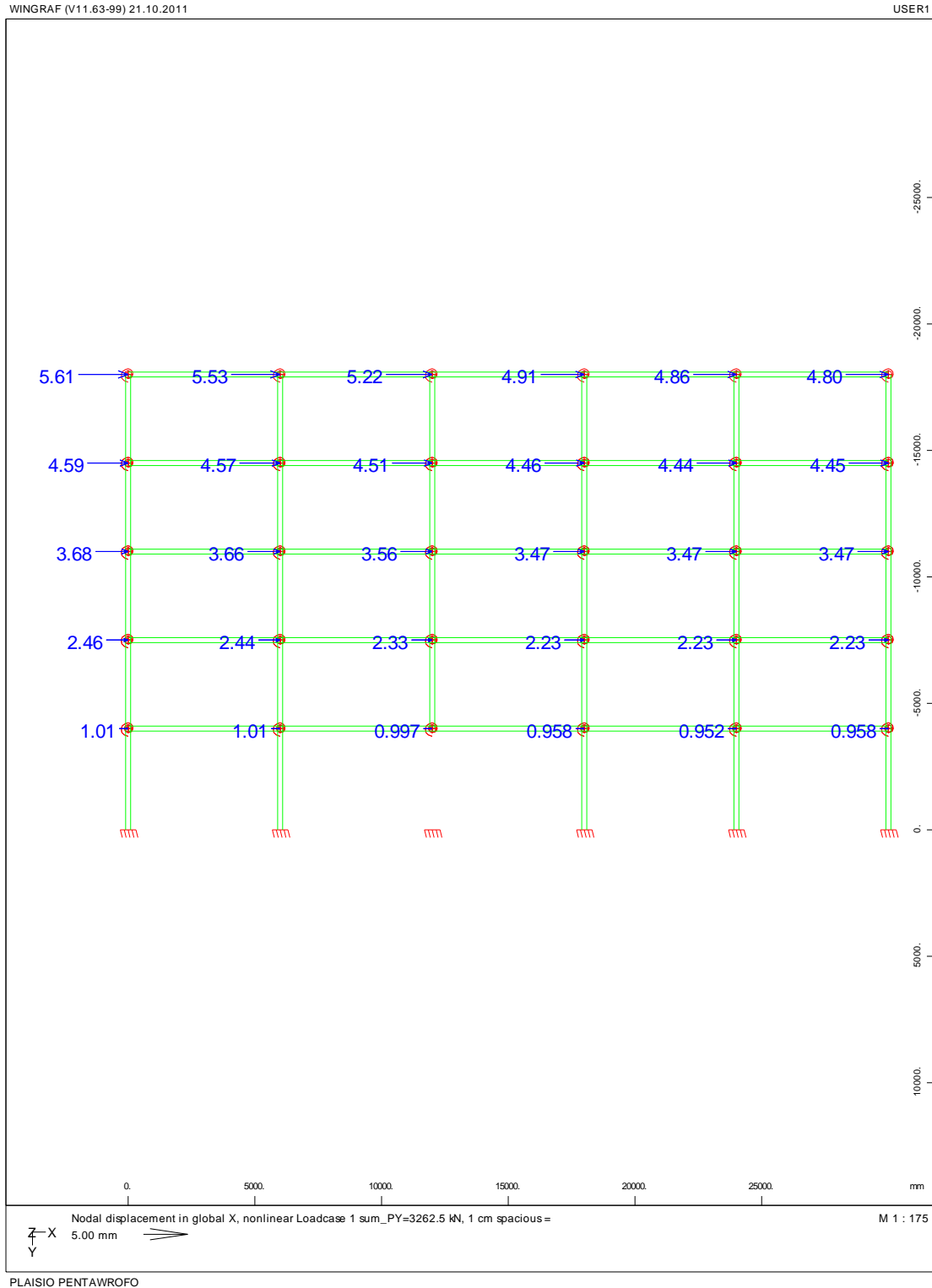
Διάγραμμα Τεμνουσών Δυνάμεων Q στο Φορέα τύπου 1' για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



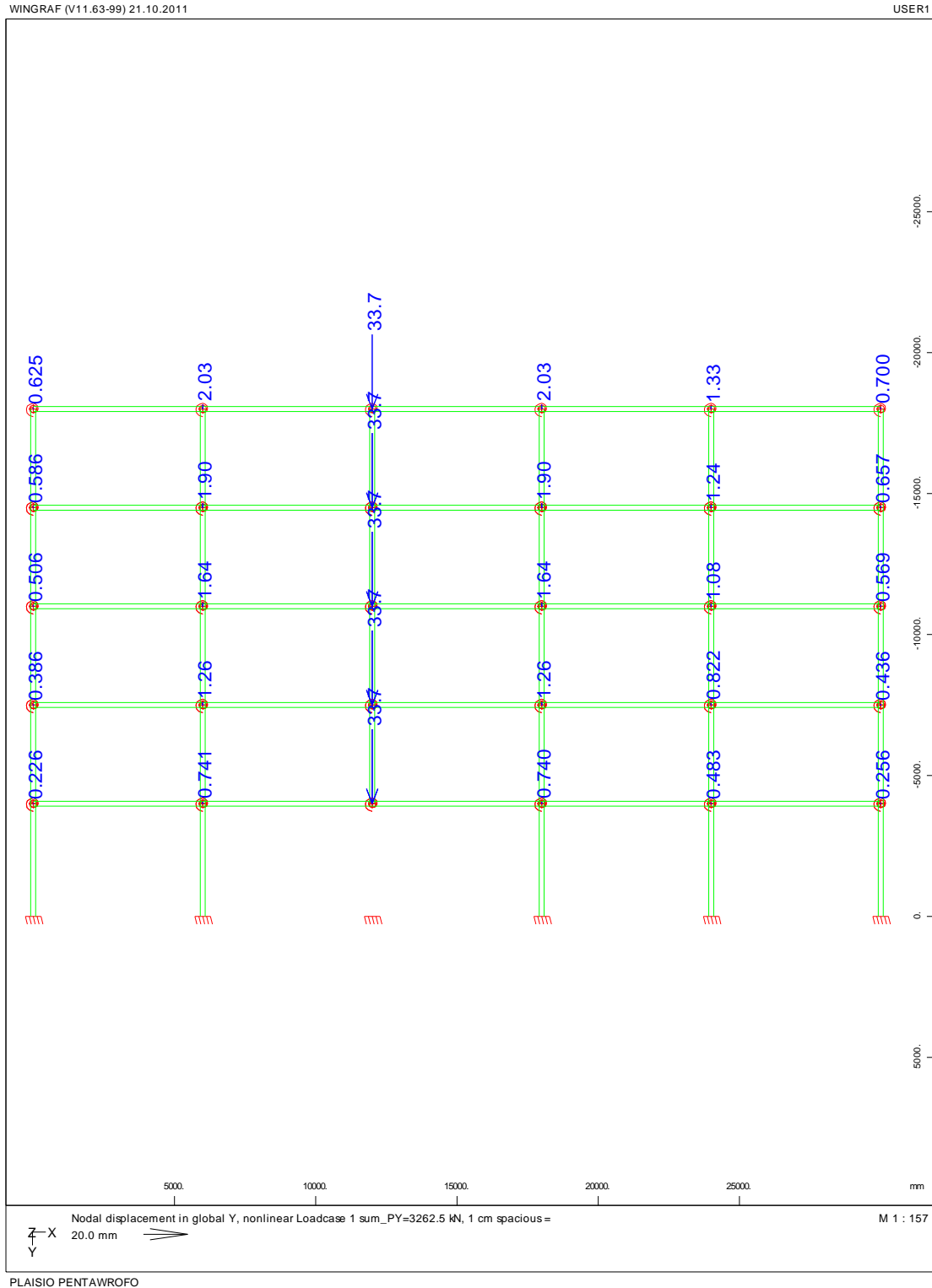
Διάγραμμα Καμπτικών Ροπών Μ στο Φορέα τύπου 1' για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



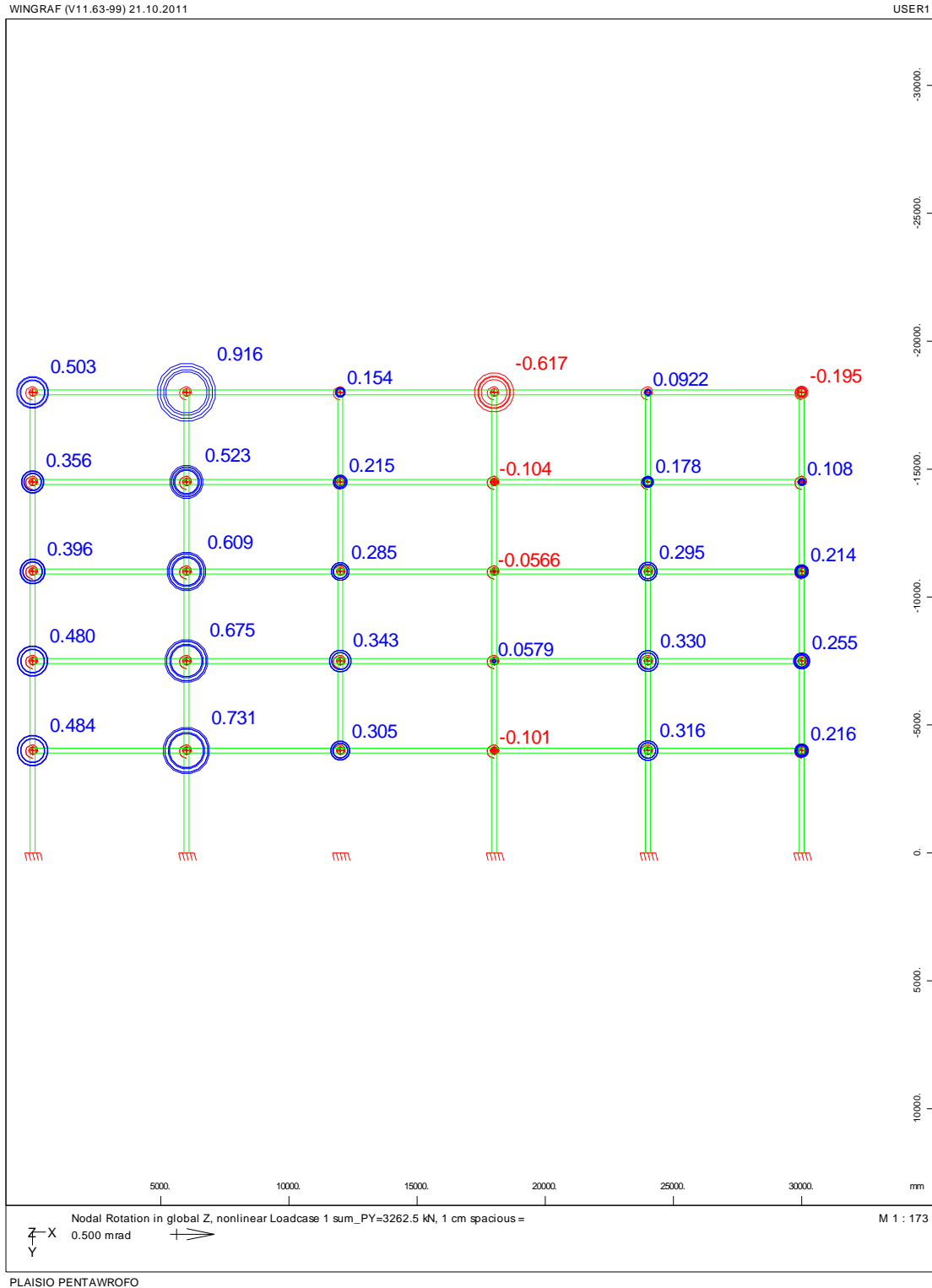
Διάγραμμα οριζόντιων μετατοπίσεων U_x (mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 1' για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



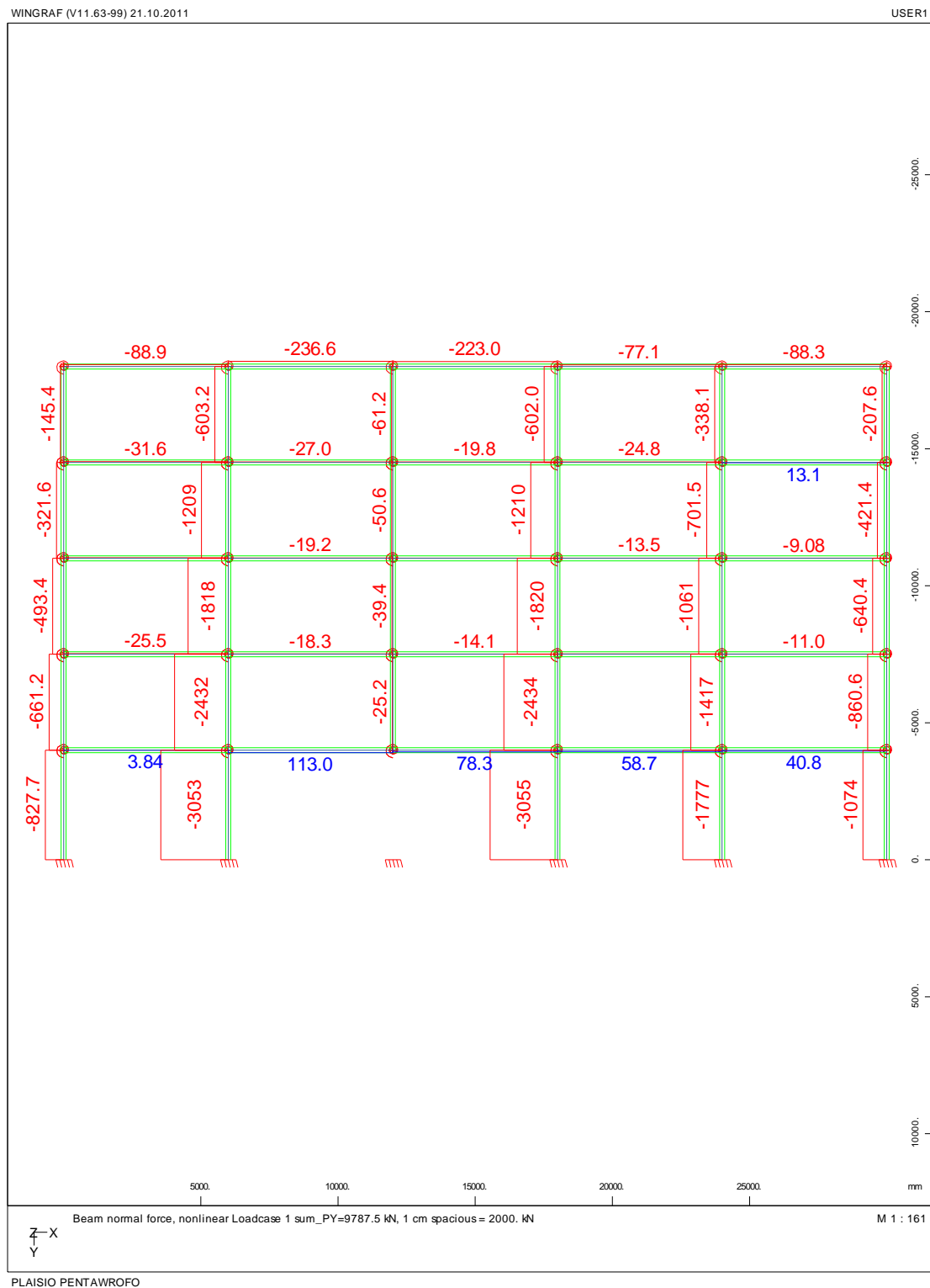
Διάγραμμα κατακόρυφων μετατοπίσεων U_y (mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 1' για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



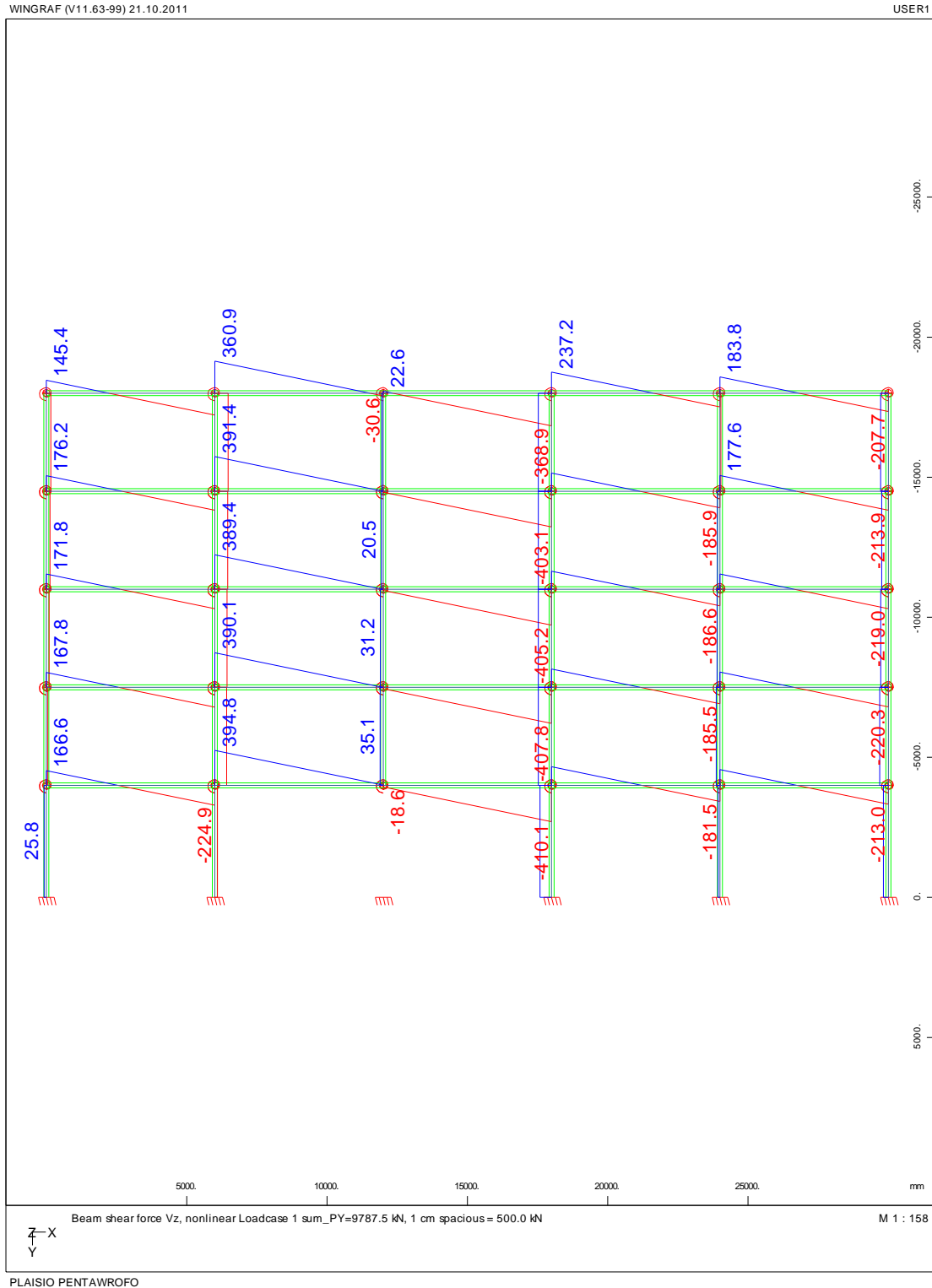
Διάγραμμα στροφών φ(mrad) των κόμβων στο Φορέα τύπου 1' για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



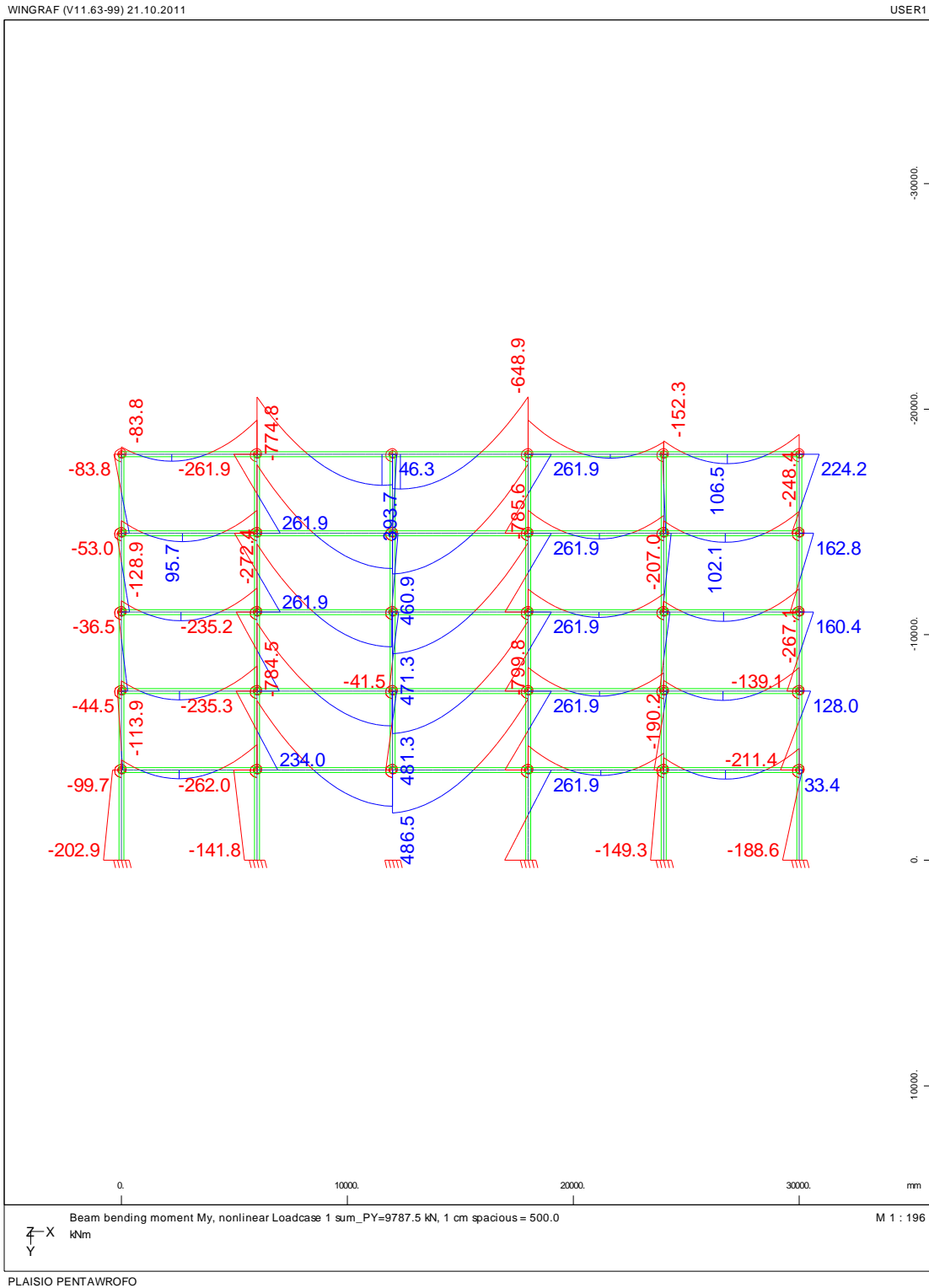
Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων N στο φορέα τύπου 1' για συντελεστή φόρτισης FACT=3,0



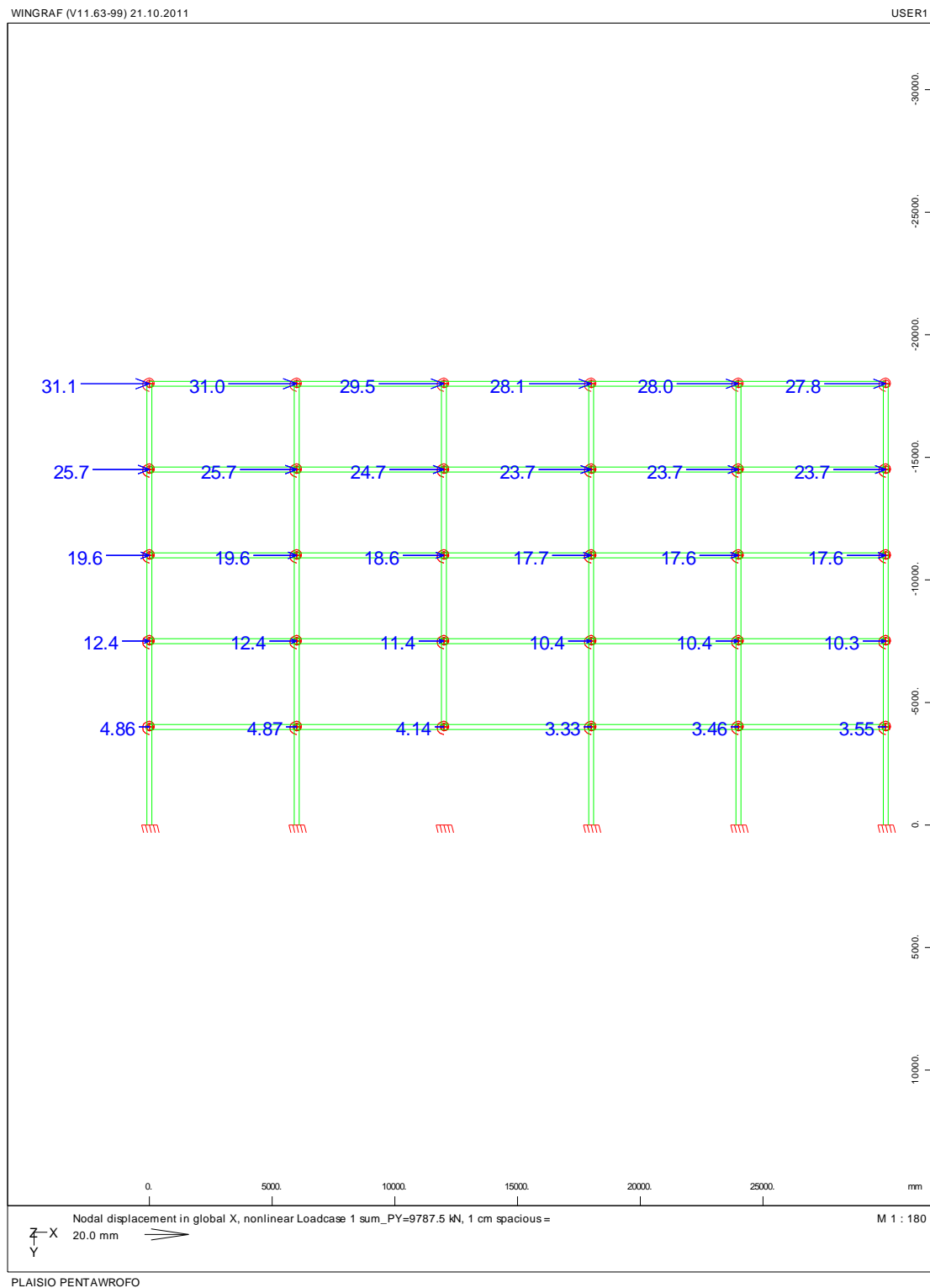
Διάγραμμα Τεμνουσών Δυνάμεων Q στο Φορέα τύπου 1' για συντελεστή φόρτισης FACT=3,0



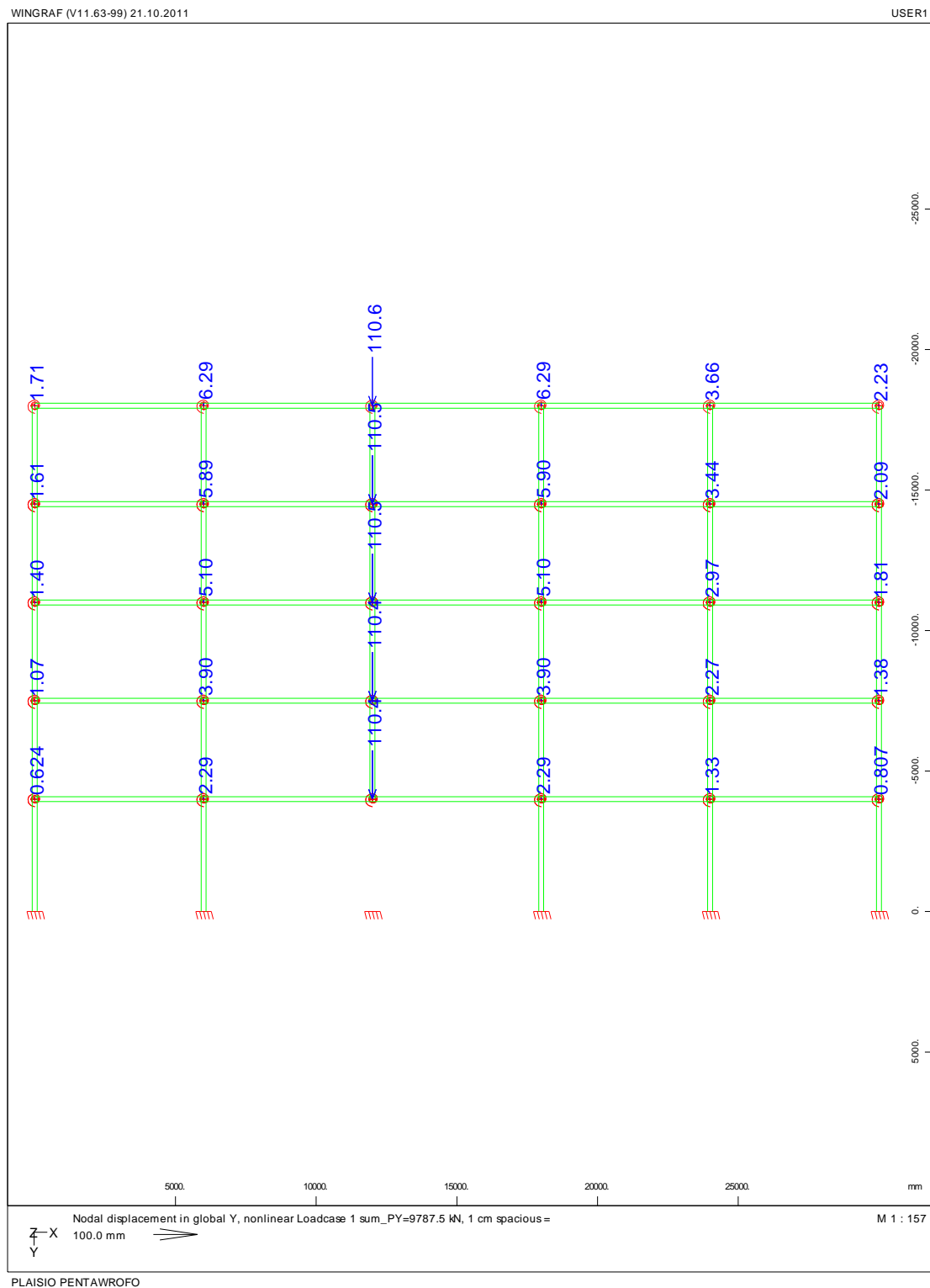
Διάγραμμα Καμπτικών Ροπών Μ στο Φορέα τύπου 1' για συντελεστή φόρτισης FACT=3,0



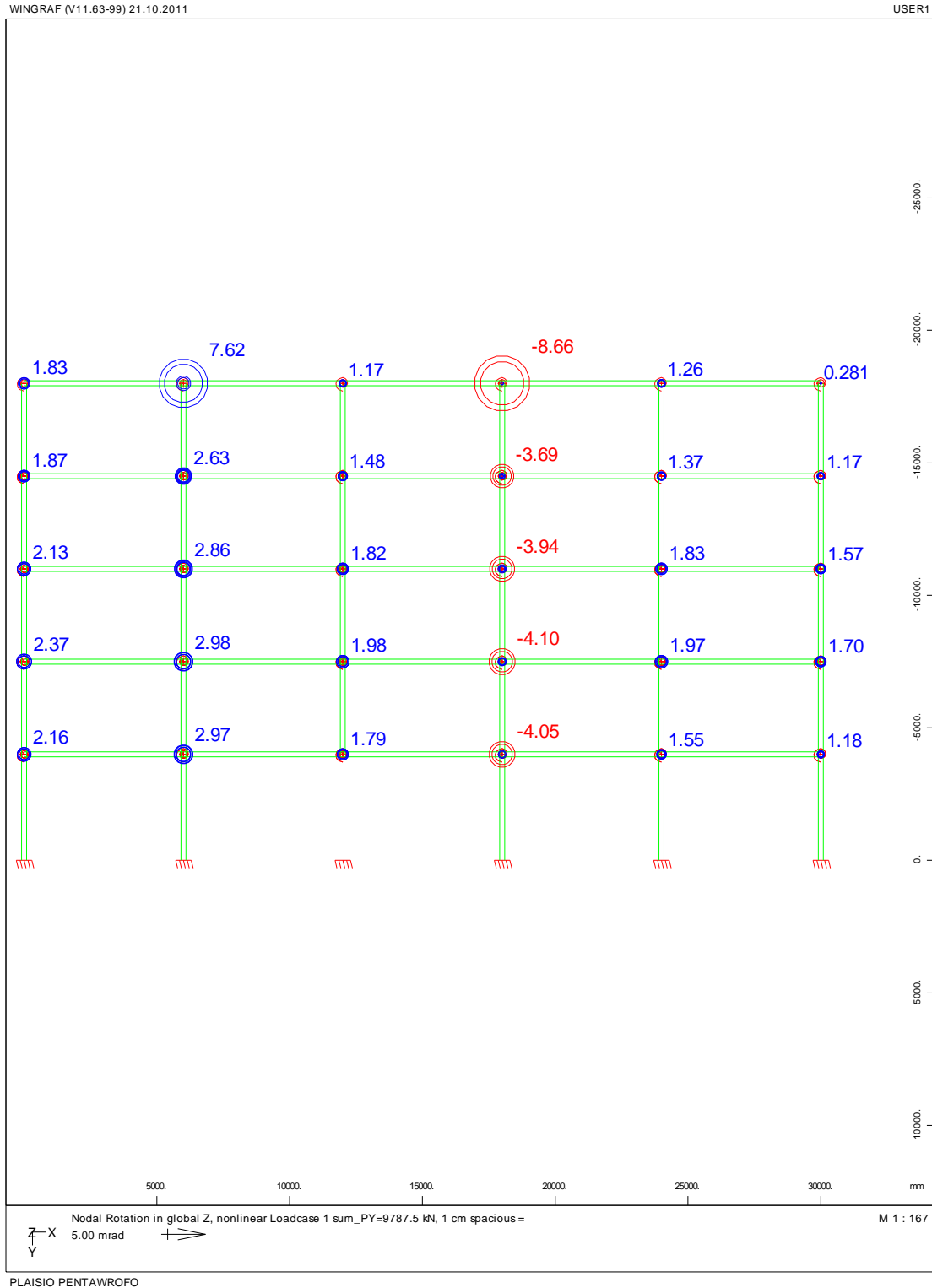
Διάγραμμα οριζόντιων μετατοπίσεων U_x (mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 1' για συντελεστή φόρτισης FACT=3,0



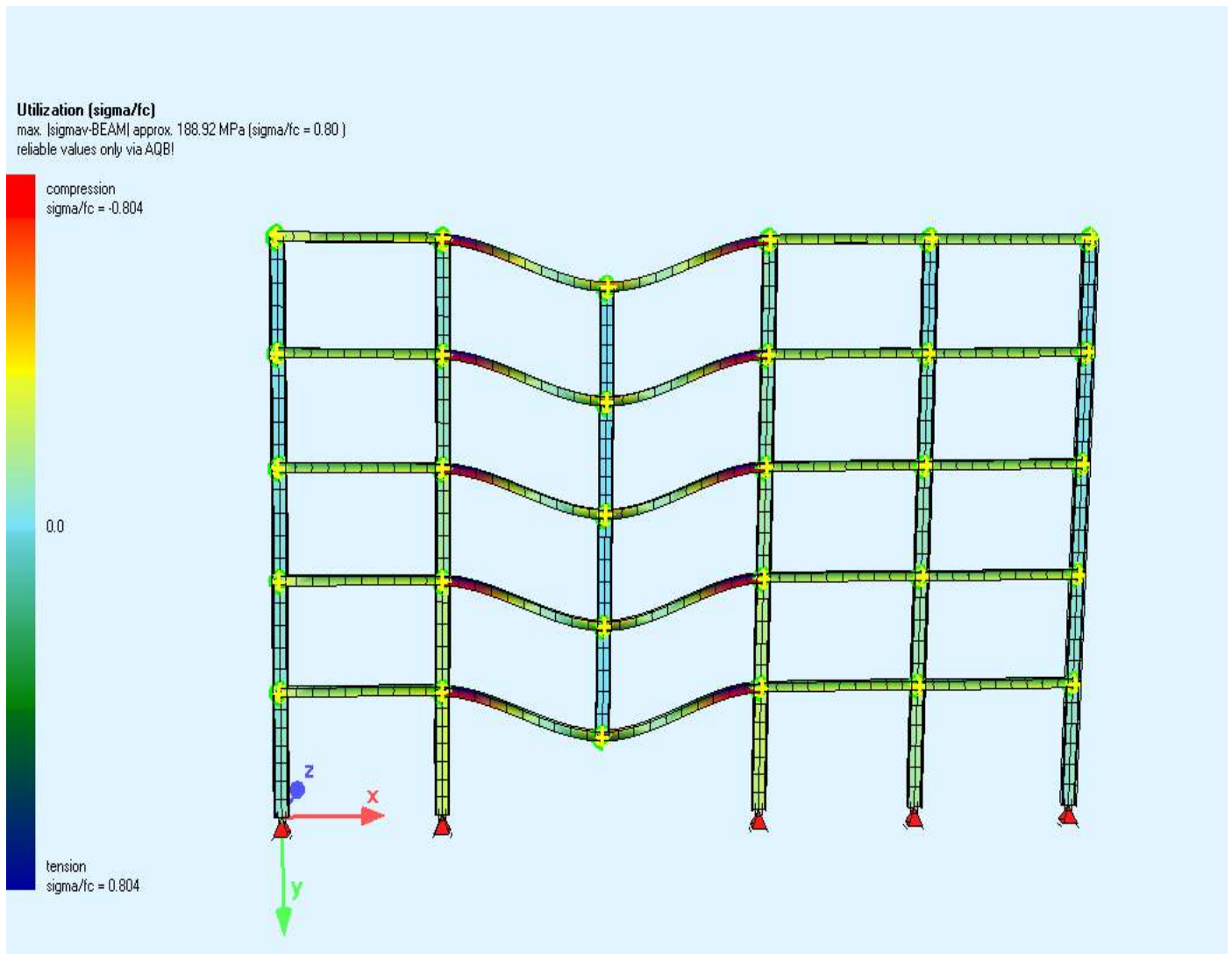
Διάγραμμα κατακόρυφων μετατοπίσεων Uy(mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 1' για συντελεστή φόρτισης FACT=3,0



Διάγραμμα στροφών φ (mrad) των κόμβων στο Φορέα τύπου 1' για συντελεστή φόρτισης FACT=3,0



Απεικόνιση Φορέα τύπου 1' για φόρτιση με FACT=1.0 ύστερα από αφαίρεση ενός εσωτερικού υποστυλώματος:



Παρατηρήσεις και σχόλια στο Φορέα τύπου 1.

Μετά την αφαίρεση του εσωτερικού υποστυλώματος στη στάθμη του ισογείου δημιουργείται ένα άνοιγμα δοκού της τάξεως των 12m.

Για φόρτιση (G+0,3Q) παρατηρείται:

- αύξηση της αξονικής δύναμης που καταπονεί τα παρακείμενα υποστυλώματα (N=987,5KN).
- Επίσης μεγάλη αύξηση της ροπής που καταπονεί το φορέα στο μέσον του ανοίγματος αυτού όπως θα αναμενόταν (M=150,2 KNm), την οποία όμως ο φορέας μπορεί να αναλάβει με ασφάλεια αφού απέχει από την πλαστική ροπή αντοχής του.
- Η οριζόντια μετακίνηση φτάνει τα 5mm σε κάποιους κόμβους ενώ η κατακόρυφη βύθιση του κόμβου όπου αφαιρέθηκε το υποστυλώμα είναι ανεκτή ($u_y=3,37\text{cm}$) για το σχεδιασμό του φορέα.
- Οι στροφές των κόμβων φτάνουν έως και τα 0.9mrad.

Για φόρτιση έως 2.0X(G+0,3Q) παρατηρούμε ότι ο φορέας συνεχίζει να παραλαμβάνει τα φορτία με τους ίδιους μηχανισμούς ενώ κάποια μέλη του έχουν αρχίσει να διαρρέουν.

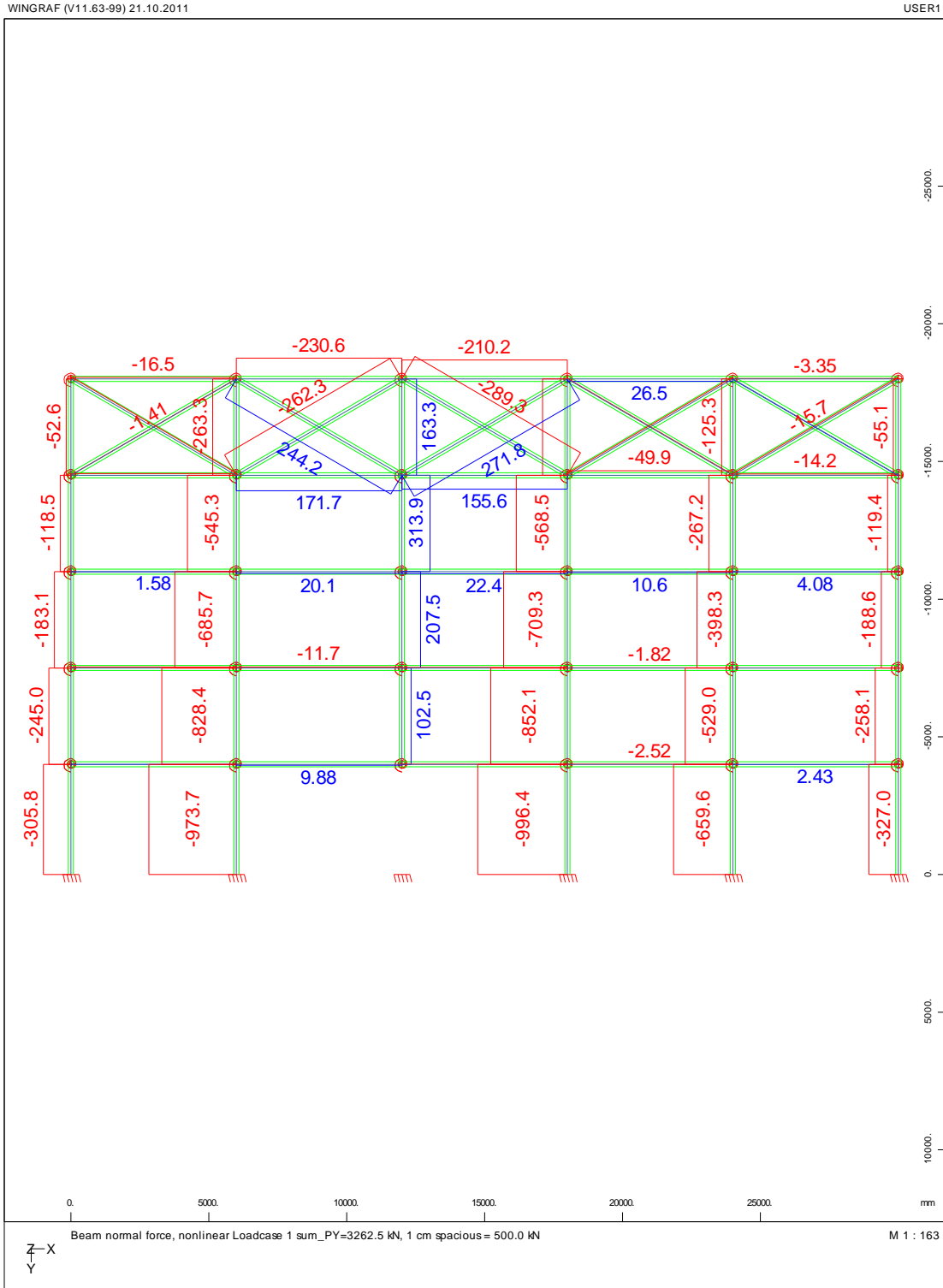
Για φόρτιση 3,0X(G+0,3Q) παρατηρούμε ότι κατά την εκτέλεση της μελέτης του φορέα από το πρόγραμμα παύει να ισχύει η εξίσωση ενέργειας και βρισκόμαστε πλέον στο στάδιο κατάρρευσης του φορέα. Τα διαγράμματα παραμορφώσεων και εντατικής κατάστασης του φορέα είναι ενδεικτικά για αυτή τη φόρτιση.

- Οι αξονικές δυνάμεις στα υποστυλώματα έχουν αυξηθεί (3055KN) χωρίς όμως αυτά να έχουν διαρρεύσει.
- Έχουμε πλήρη διαρροή του χάλυβα και πλαστικοποίηση σε κάποιες διατομές δοκών λόγω ροπής κάμψης. Πολλοί κόμβοι έχουν ξεπεράσει την πλαστική ροπή αντοχής τους.
- Οι οριζόντιες μετατοπίσεις φτάνουν τα 31mm σε κάποιους κόμβους ενώ το κατακόρυφο βέλος στο μέσον του ανοίγματος που έχει δημιουργηθεί έχει ξεπεράσει τα 11cm.
- Οι μεγαλύτερες στροφές σε κάποιους κόμβους είναι της τάξης των 8 mrad.

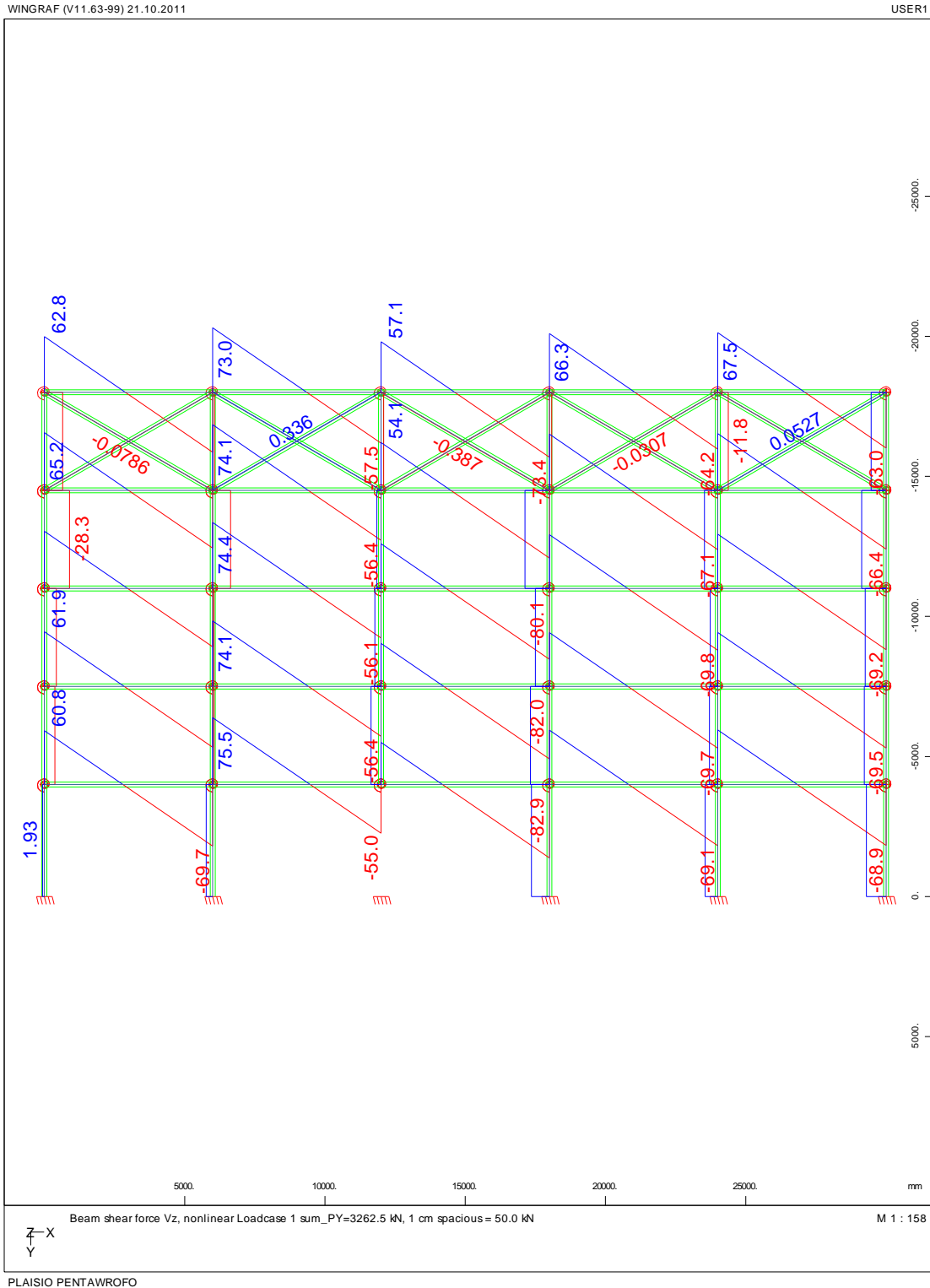
Το γεγονός ότι ο φορέας φτάνει στο στάδιο της κατάρρευσης για φορτία που δεν ξεπερνούν τα 3×(G+0.30Q), μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ο φορέας έχει μέτρια στιβαρότητα.

3.2.10 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 2' (απομάκρυνση εσωτερικού υποστυλώματος)

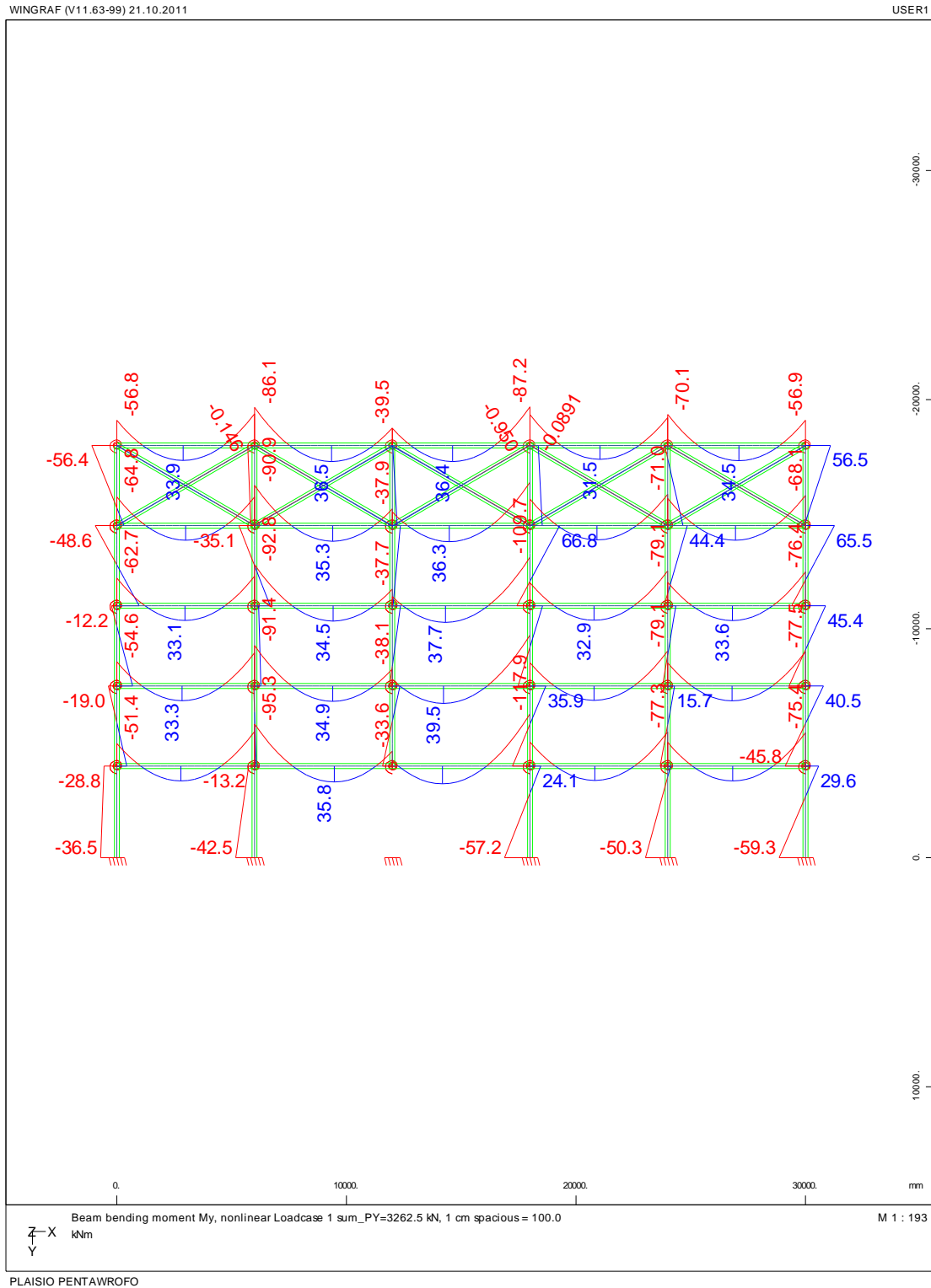
Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων N στο φορέα τύπου 2' για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



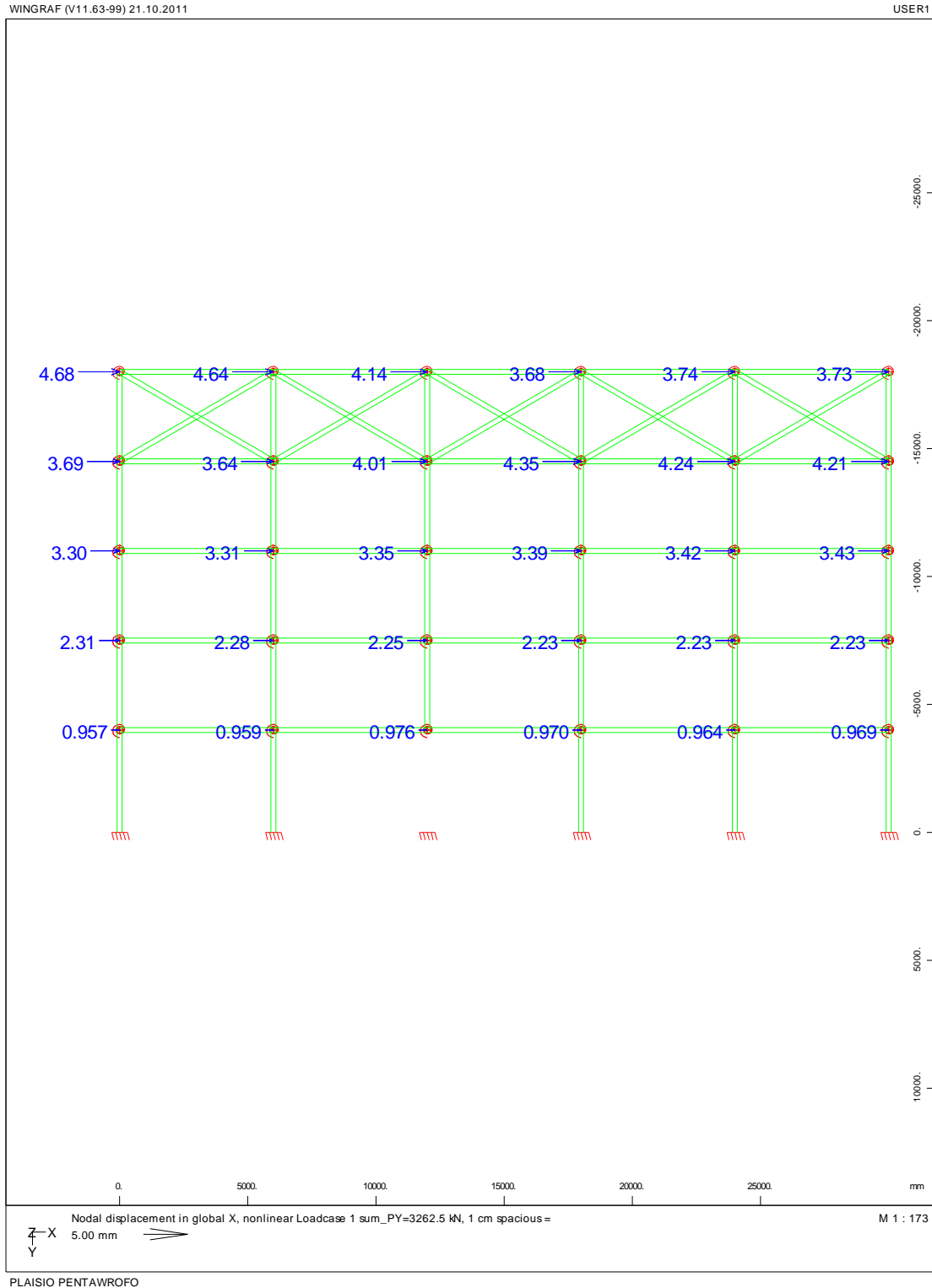
Διάγραμμα Τεμνουσών Δυνάμεων Q στο Φορέα τύπου 2' για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



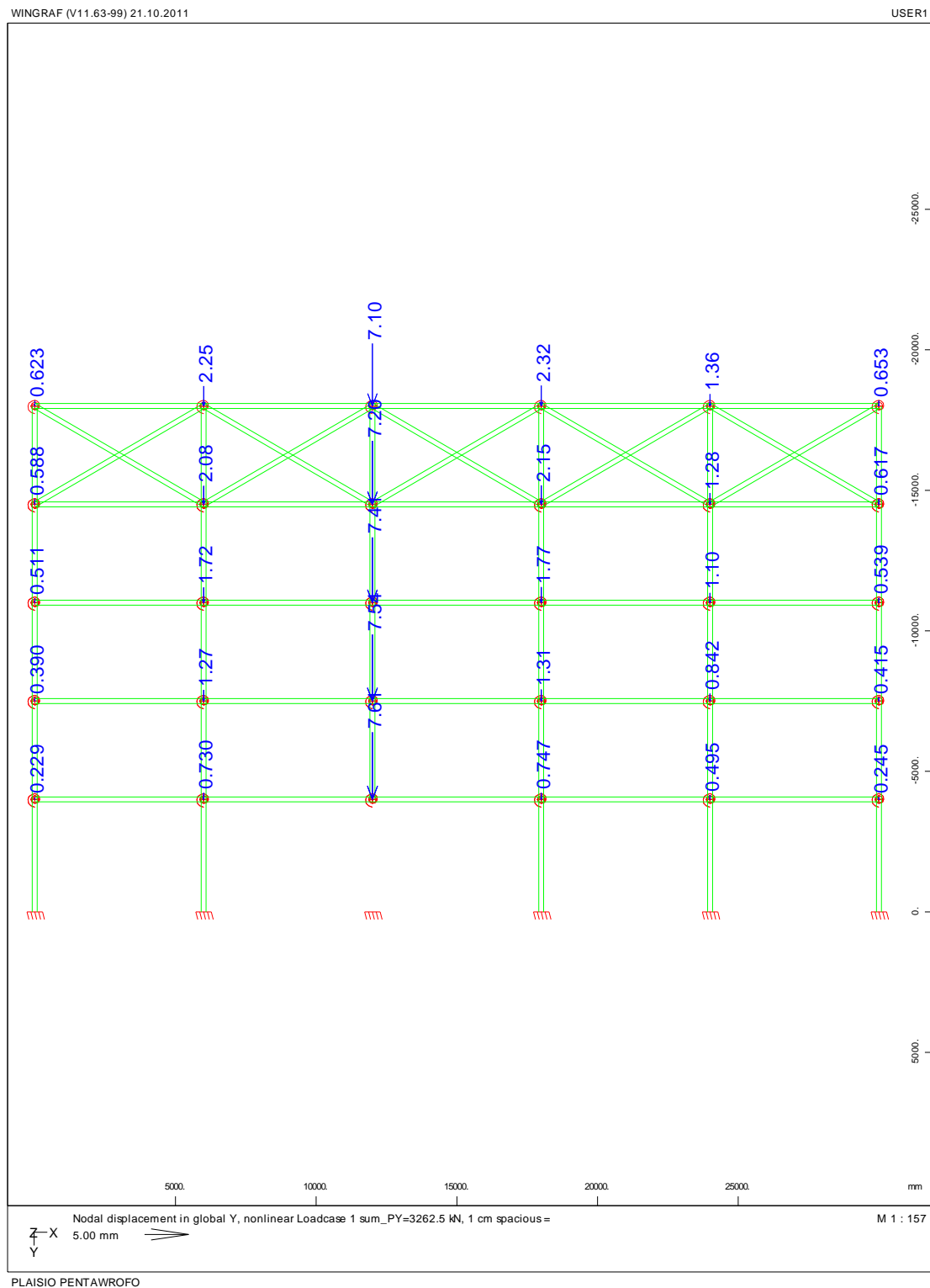
Διάγραμμα Καμπτικών Ροπών Μ στο Φορέα τύπου 2' για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



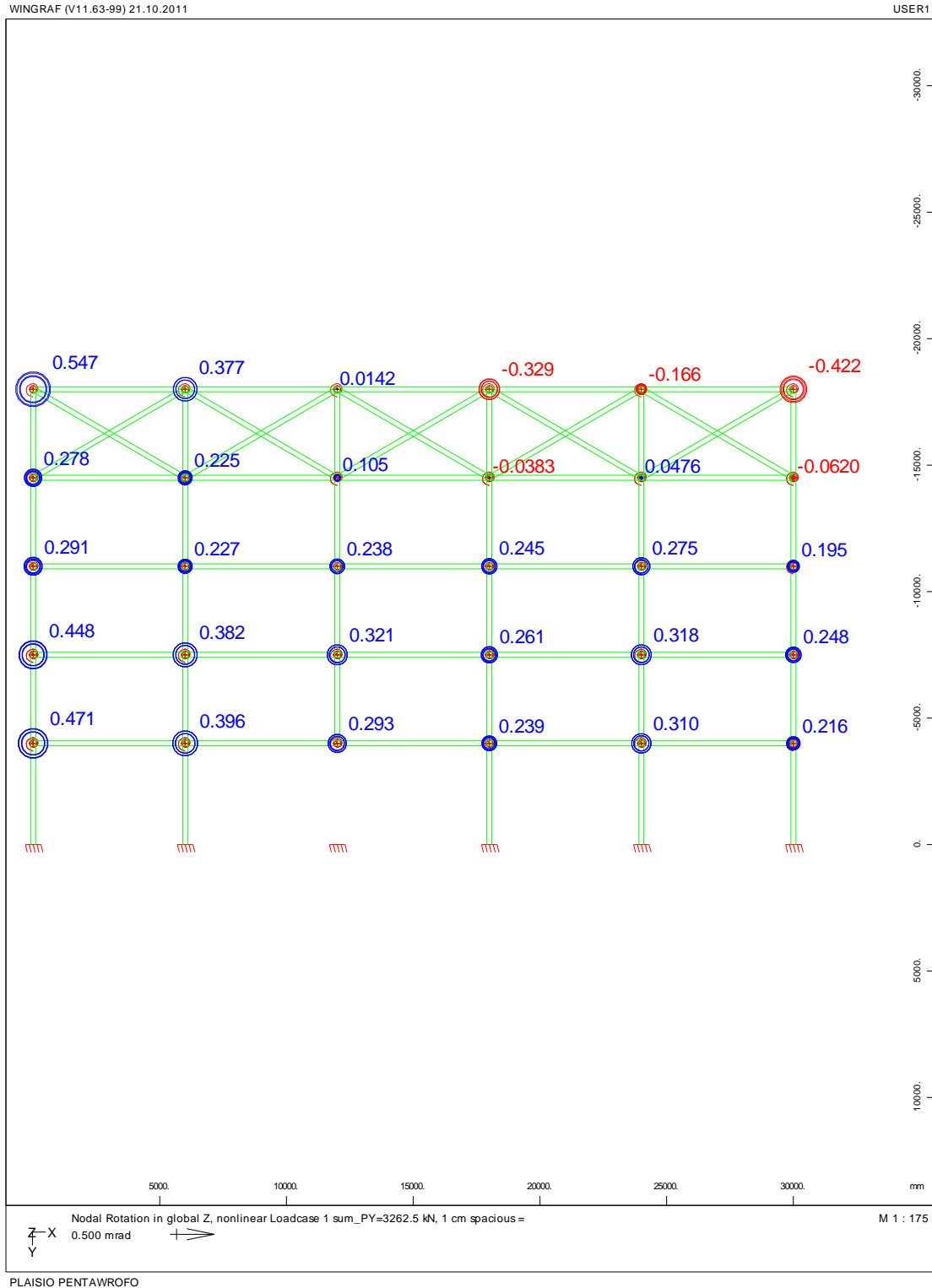
Διάγραμμα οριζόντιων μετατοπίσεων U_x (mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 2' για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



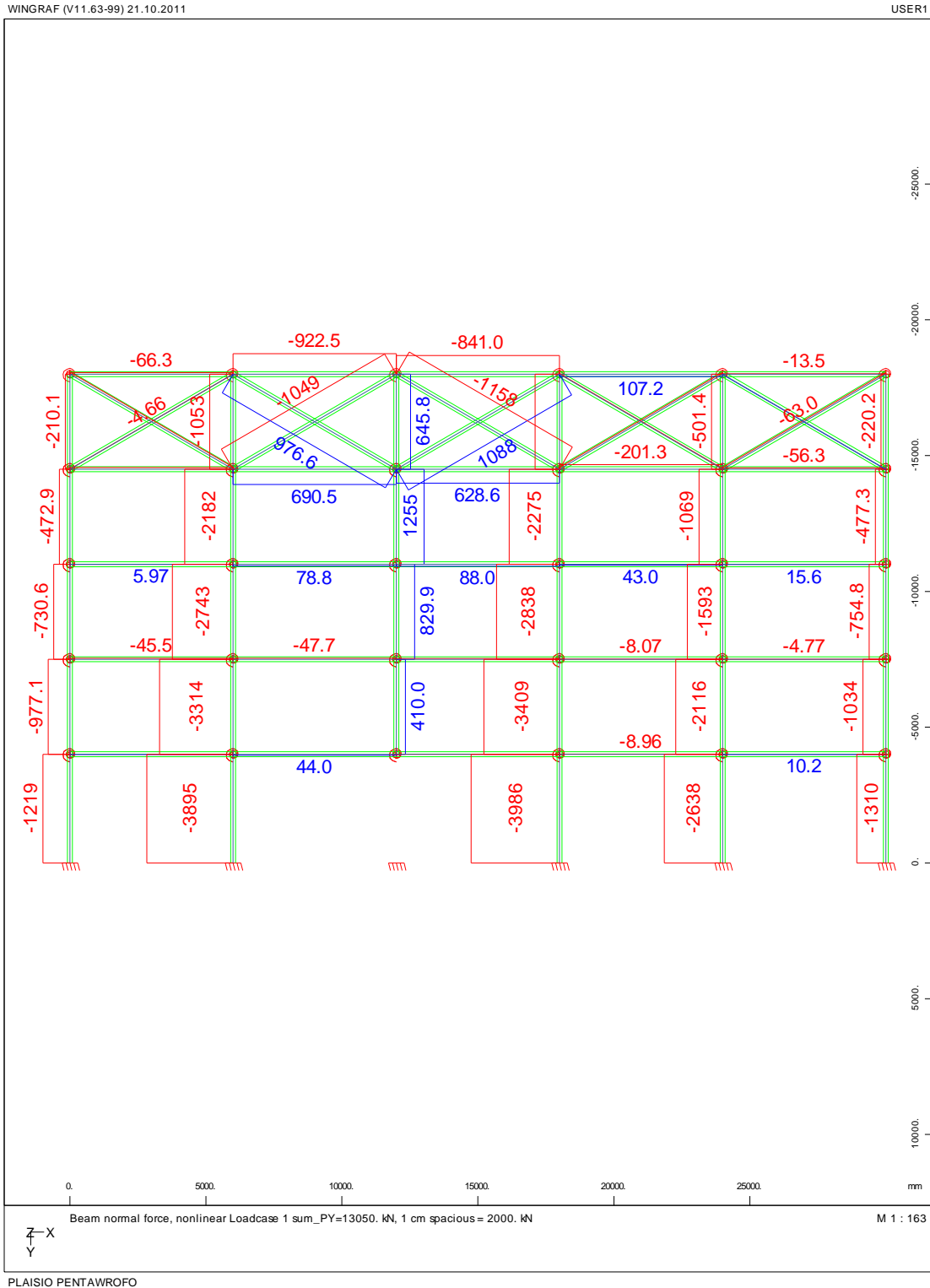
Διάγραμμα κατακόρυφων μετατοπίσεων Uy(mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 2' για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



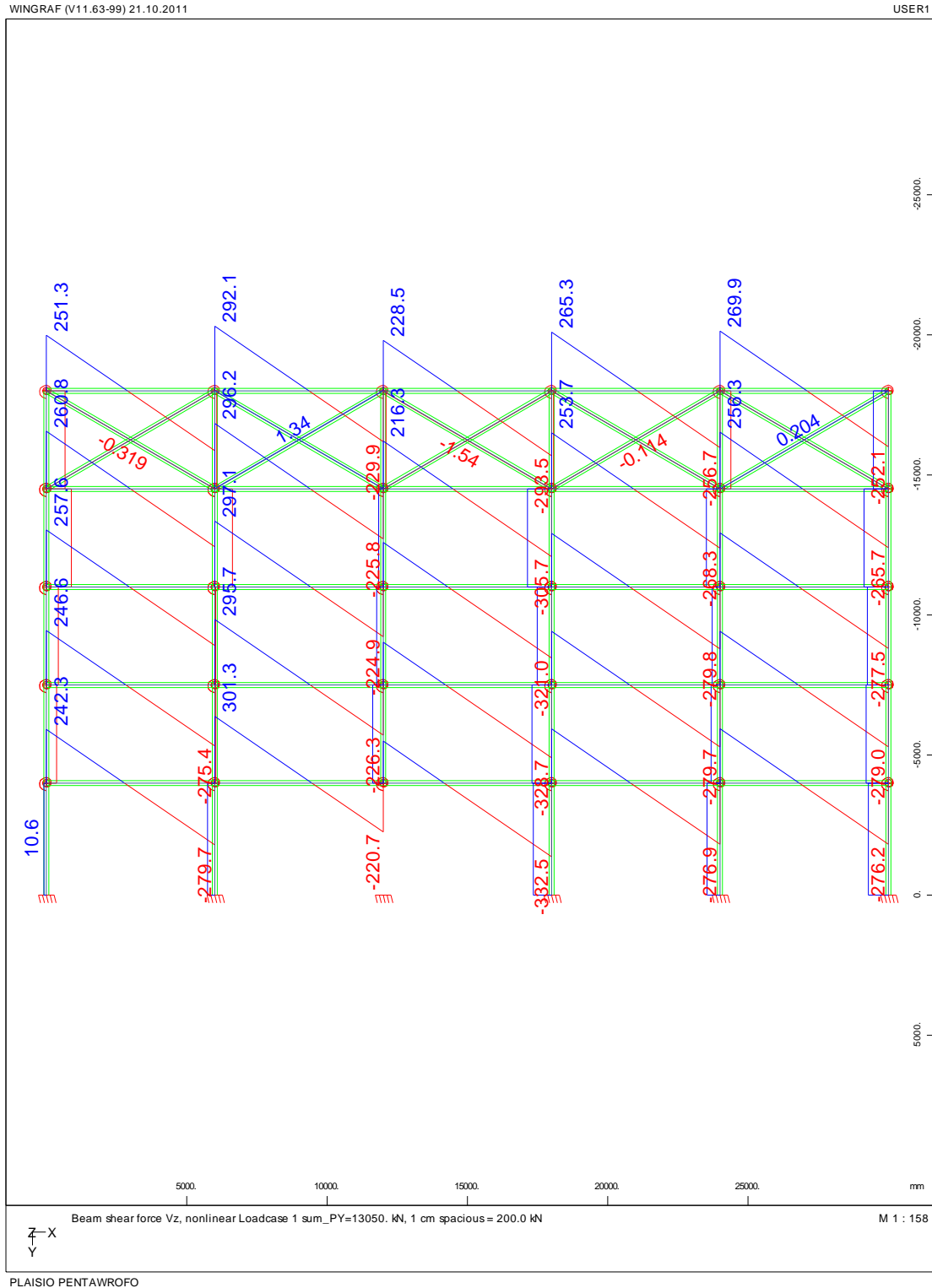
Διάγραμμα στροφών φ(mrad) των κόμβων στο Φορέα τύπου 2' για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



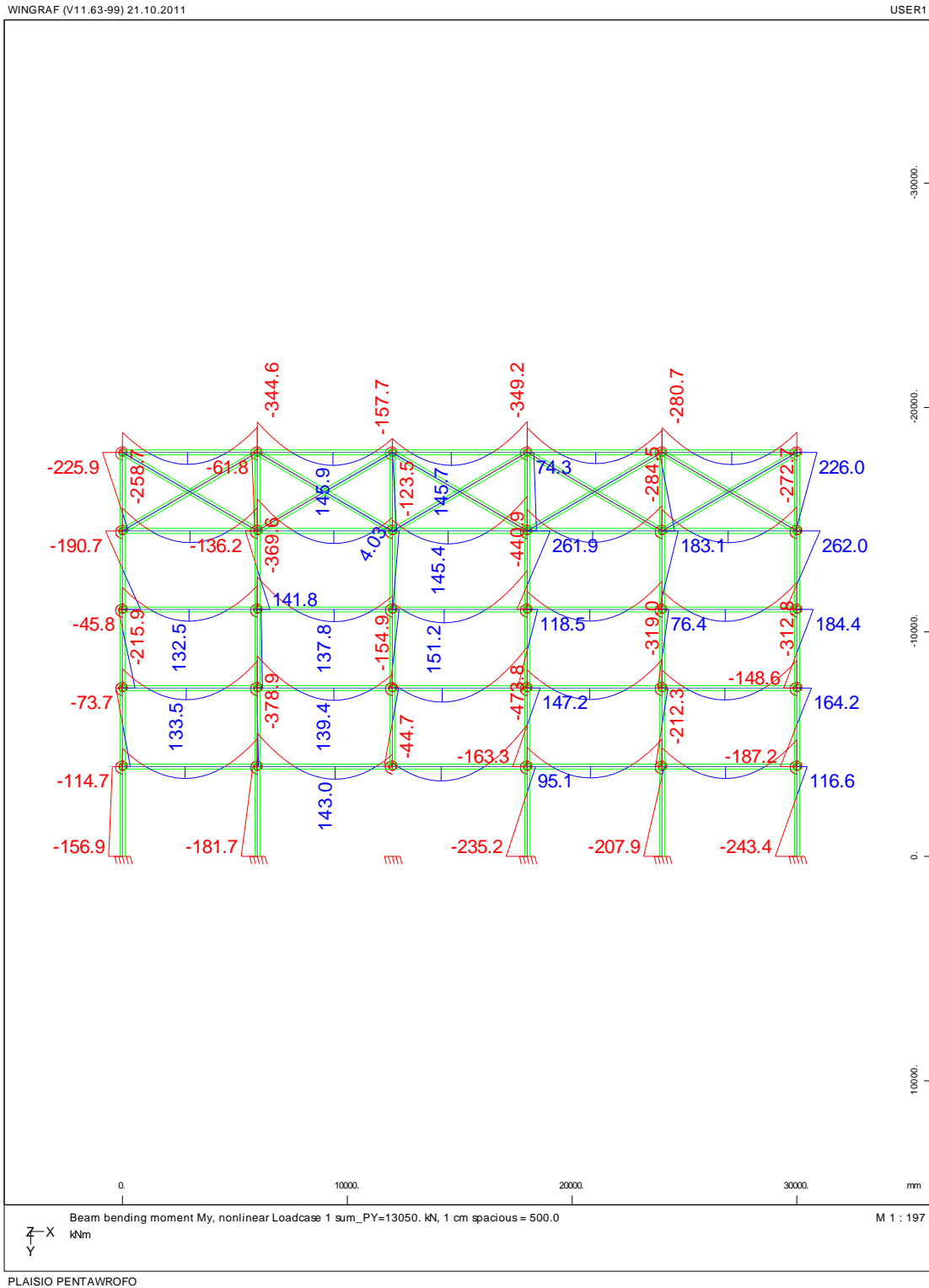
Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων N στο φορέα τύπου 2' για συντελεστή φόρτισης FACT=4,0



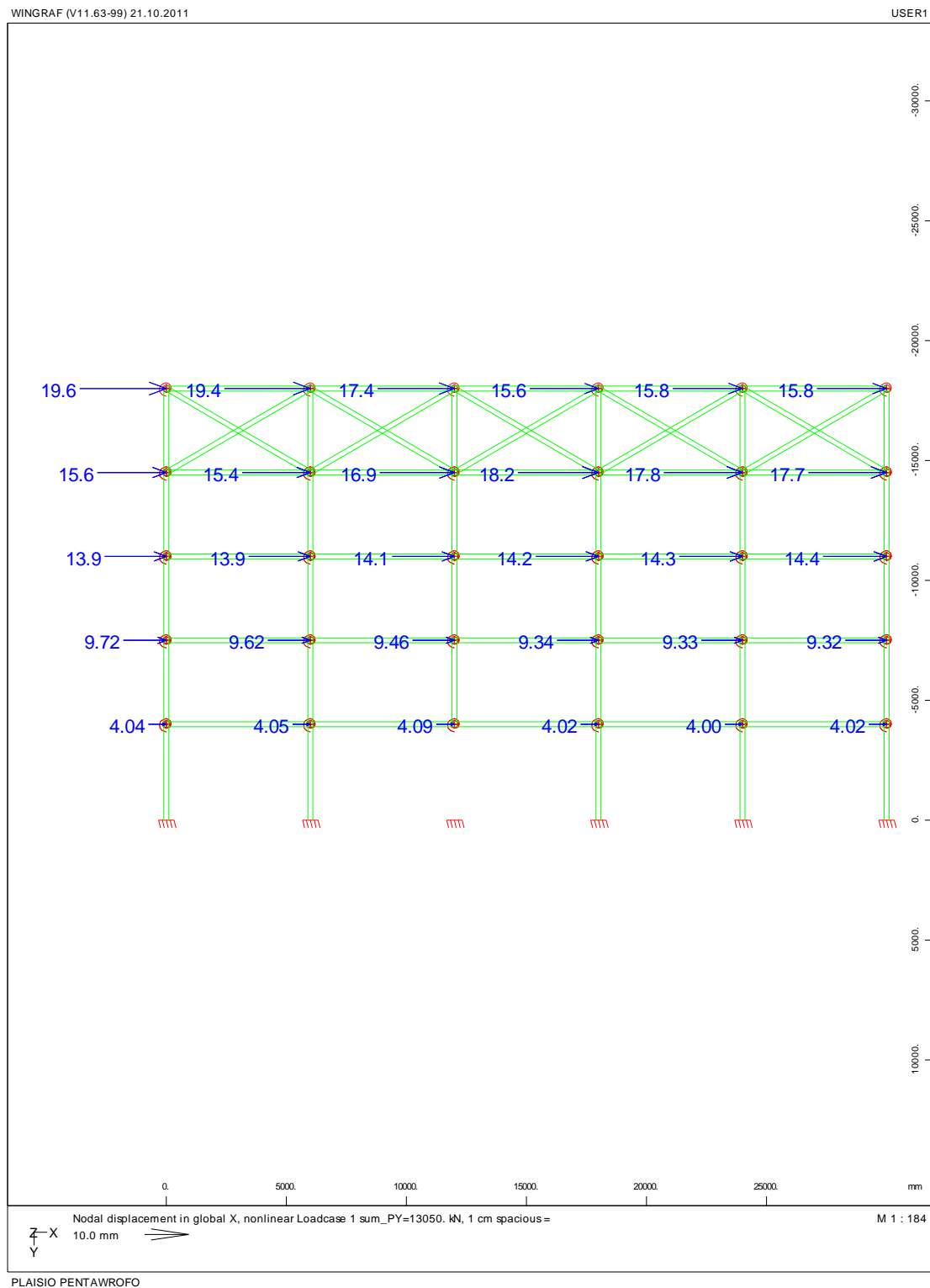
Διάγραμμα Τεμνουσών Δυνάμεων Q στο Φορέα τύπου 2' για συντελεστή φόρτισης FACT=4,0



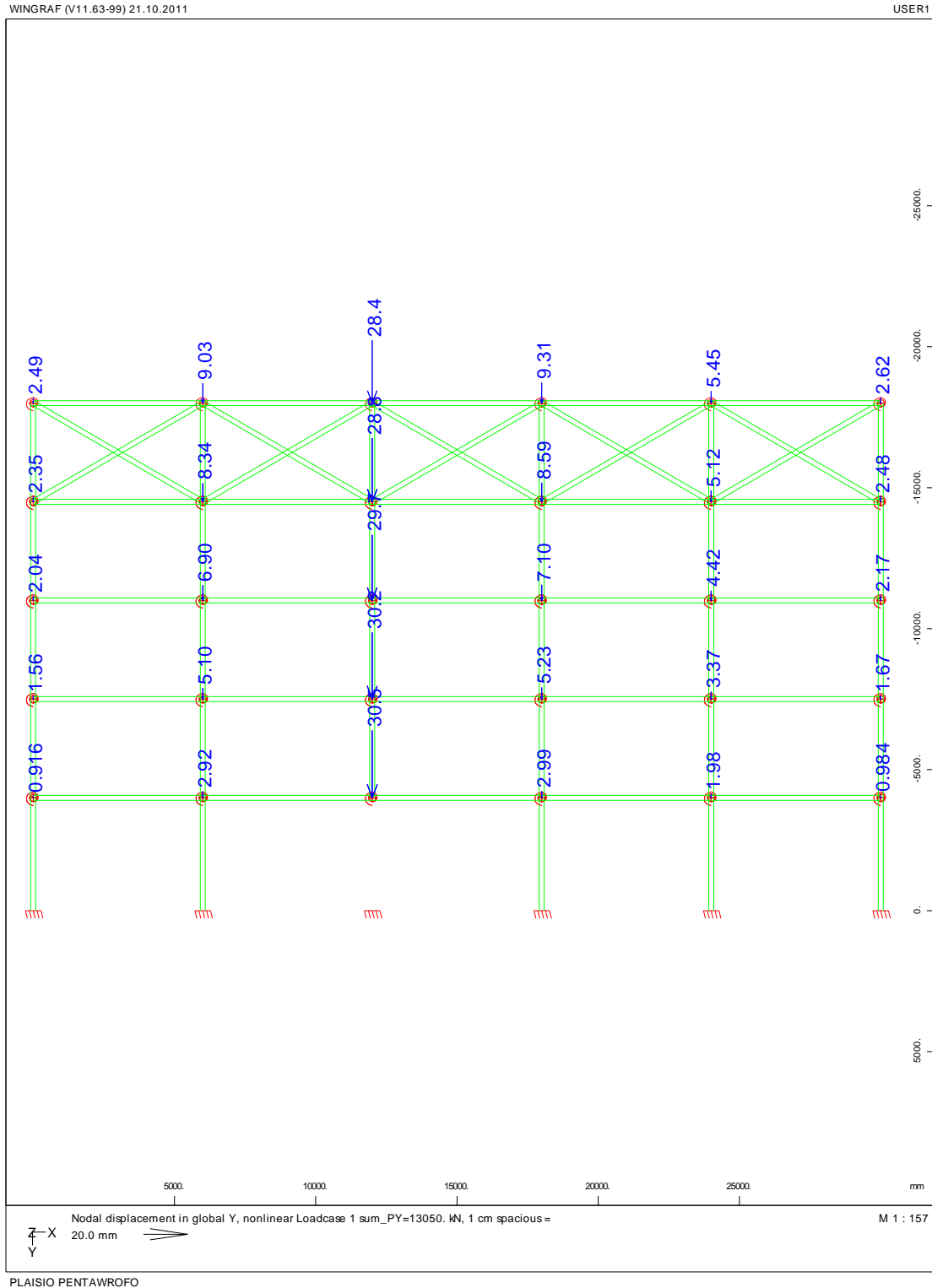
Διάγραμμα Καμπτικών Ροπών Μ στο Φορέα τύπου 2' για συντελεστή φόρτισης FACT=4,0



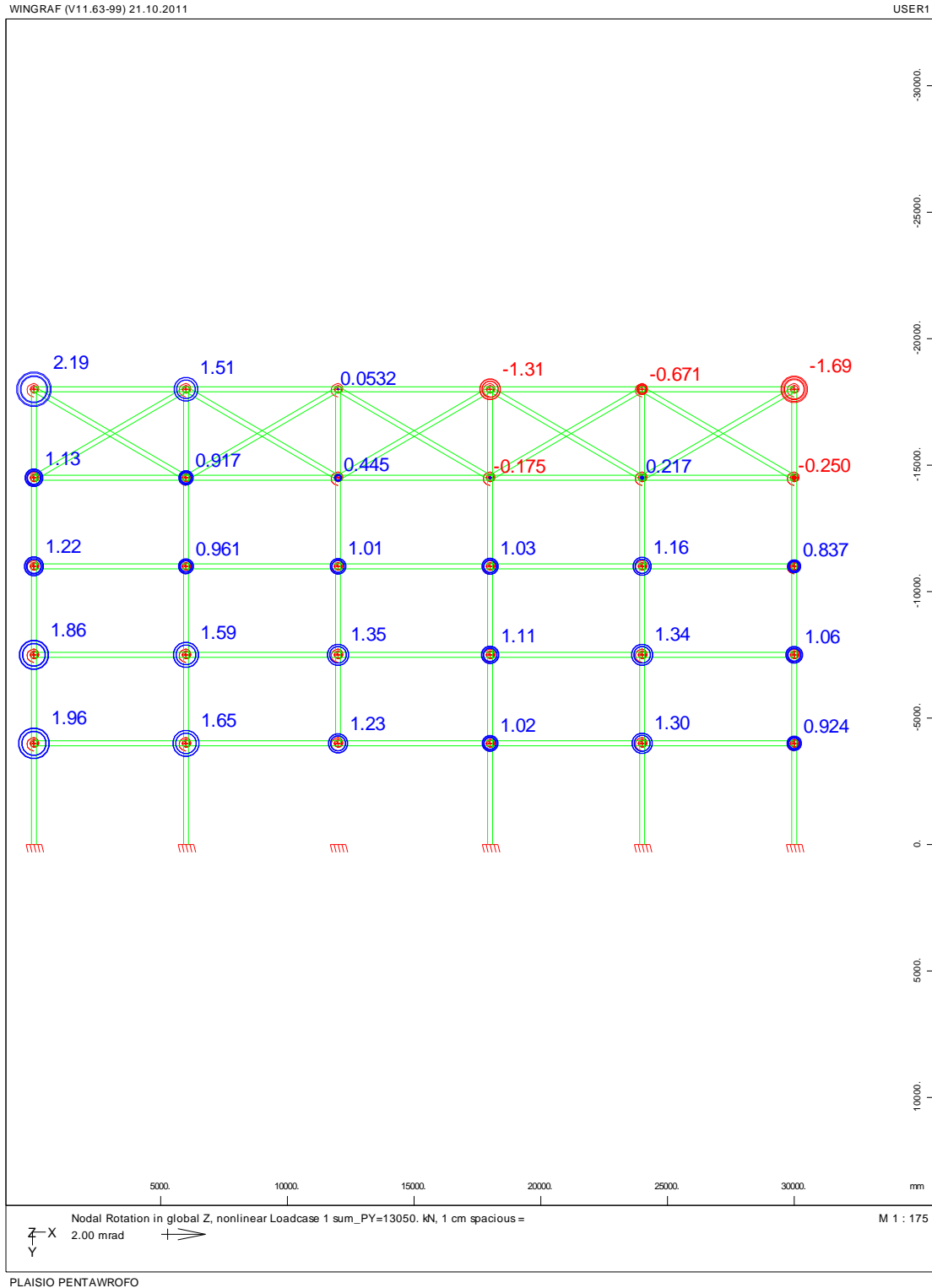
Διάγραμμα οριζόντιων μετατοπίσεων U_x (mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 2' για συντελεστή φόρτισης FACT=4,0



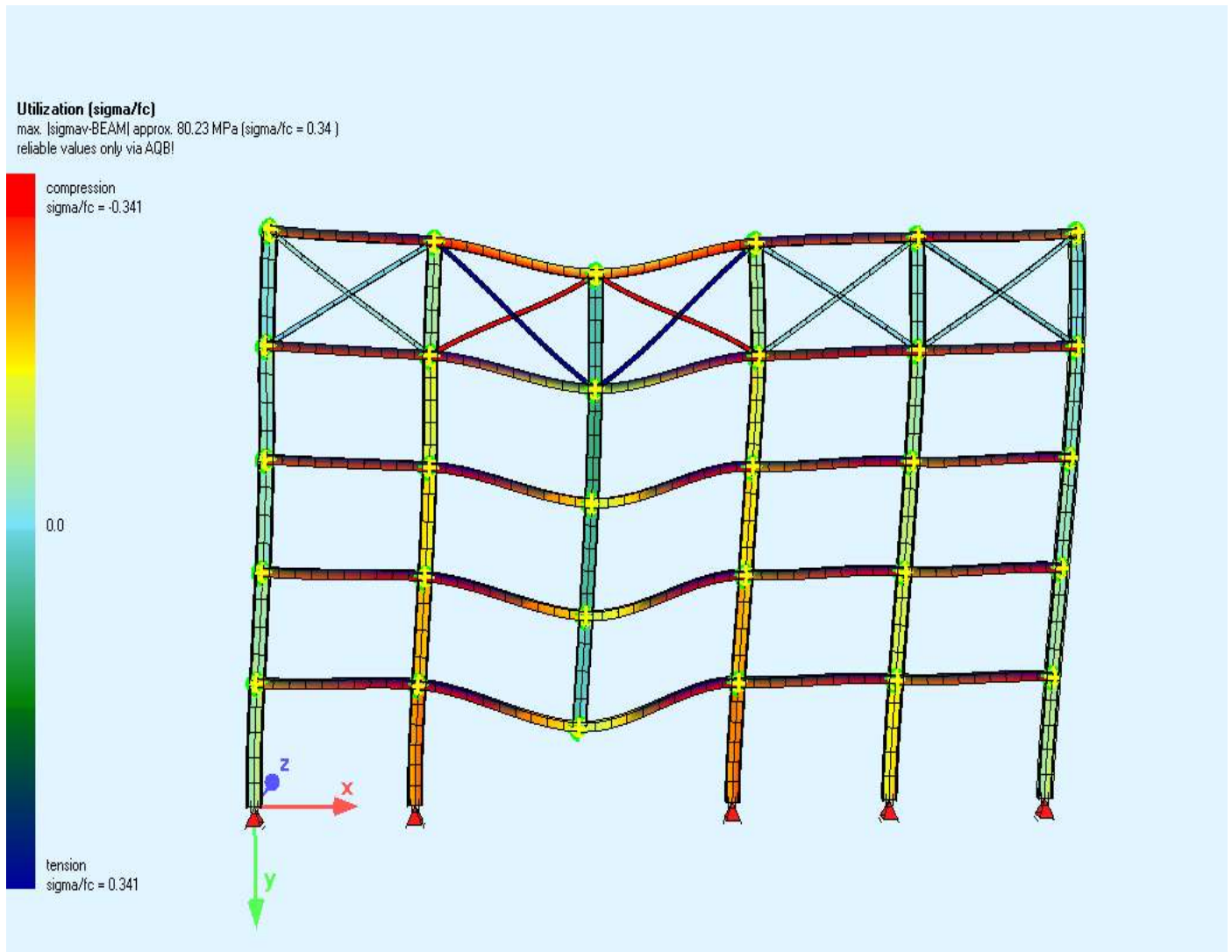
Διάγραμμα κατακόρυφων μετατοπίσεων Uy(mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 2' για συντελεστή φόρτισης FACT=4,0



Διάγραμμα στροφών φ (mrad) των κόμβων στο Φορέα τύπου 2' για συντελεστή φόρτισης FACT=4,0



Απεικόνιση Φορέα τύπου 2' για φόρτιση με FACT=1.0 ύστερα από αφαίρεση ενός εσωτερικού υποστυλώματος:



Παρατηρήσεις και σχόλια στον φορέα τύπου 2'

Μετά την αφαίρεση ενός εσωτερικού υποστυλώματος στην στάθμη του ισογείου, δημιουργείται άνοιγμα δοκού της τάξεως των 12m.

Για φόρτιση $G+0,30Q$ παρατηρούμε τα εξής:

- αύξηση των αξονικών εντάσεων στα παρακείμενα υποστυλώματα και ενεργοποίηση των συνδέσμων δυσκαμψίας μέσω της λειτουργίας δικτύωματος στον τελευταίο όροφο στην περιοχή του μεγάλου πλέον ανοίγματος.
- Οι ροπές κάμψης στις δοκούς και τα υποστυλώματα βρίσκονται μακριά από τα αντίστοιχα μεγέθη διαρροής.
- Οι μετατοπίσεις κατά την οριζόντια διεύθυνση u_x είναι της τάξεως των 4.5 mm, ενώ κατά την κατακόρυφη διεύθυνση οι μετατοπίσεις u_y δεν ξεπερνούν τα 7.1 mm.
- Οι στροφές στις δυσμενέστερες θέσεις είναι της τάξεως των 0.5-0.6 mrad.

Για συνεχή αύξηση του φορτίου έως $3 \times (G+0.30Q)$, ο φορέας μπορεί και παραλαμβάνει με τους ίδιους μηχανισμούς τα φορτία (λειτουργία δικτύωματος στον τελευταίο όροφο κλπ.) ενώ σταδιακά φτάνουν σε κατάσταση διαρροής κάποια μέλη του.

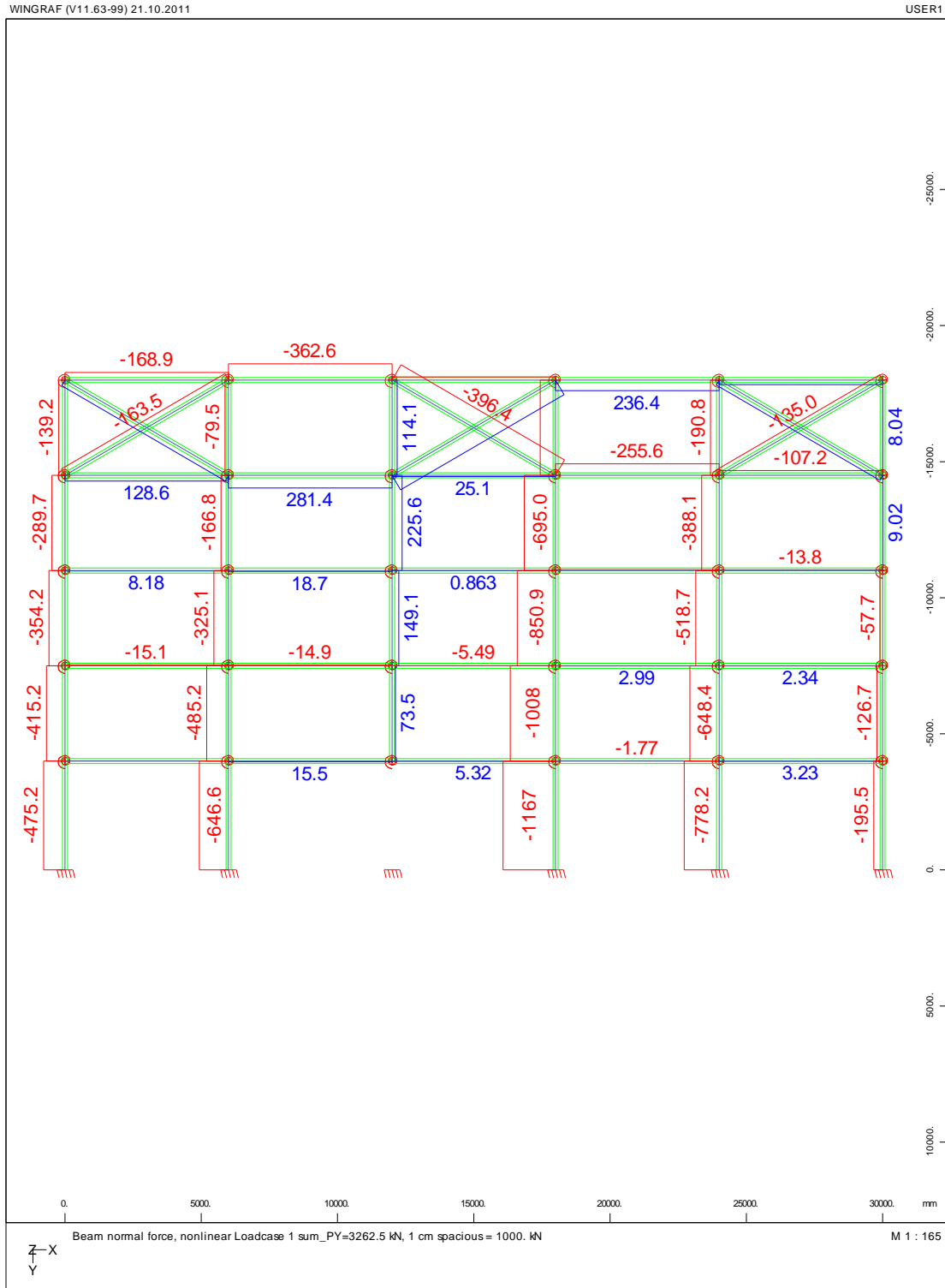
Για φόρτιση $4 \times (G+0.30Q)$, ο φορέας φτάνει στη φάση της κατάρρευσης. Σύμφωνα με το SOFISTIK δεν ικανοποιείται πλέον το ισοζύγιο ενέργειας.

- Κάποιοι κόμβοι στήριξης των δοκών έχουν διαρρεύσει λόγω κάμψης.
- Στα υποστυλώματα παρατηρούνται μεγάλες αξονικές εντάσεις που φτάνουν τα 3900kN. Κάποιοι σύνδεσμοι δυσκαμψίας επίσης έχουν διαρρεύσει.
- Οι οριζόντιες μετατοπίσεις είναι της τάξεως των 2cm ενώ η κατακόρυφη βύθιση στον κόμβο που αφαιρέθηκε το υποστυλόμετρο είναι της τάξεως των 3cm.
- Οι στροφές στους κόμβους στήριξης της δοκού διπλάσιου ανοίγματος που δημιουργήθηκε κατά την αφαίρεση του υποστυλώματος αλλά και όσων βρίσκονται στην ίδια περιοχή στους υπερκείμενους ορόφους, ξεπερνούν τα 1.5 mrad το οποίο σημαίνει ότι έχουν ήδη διαρρεύσει.

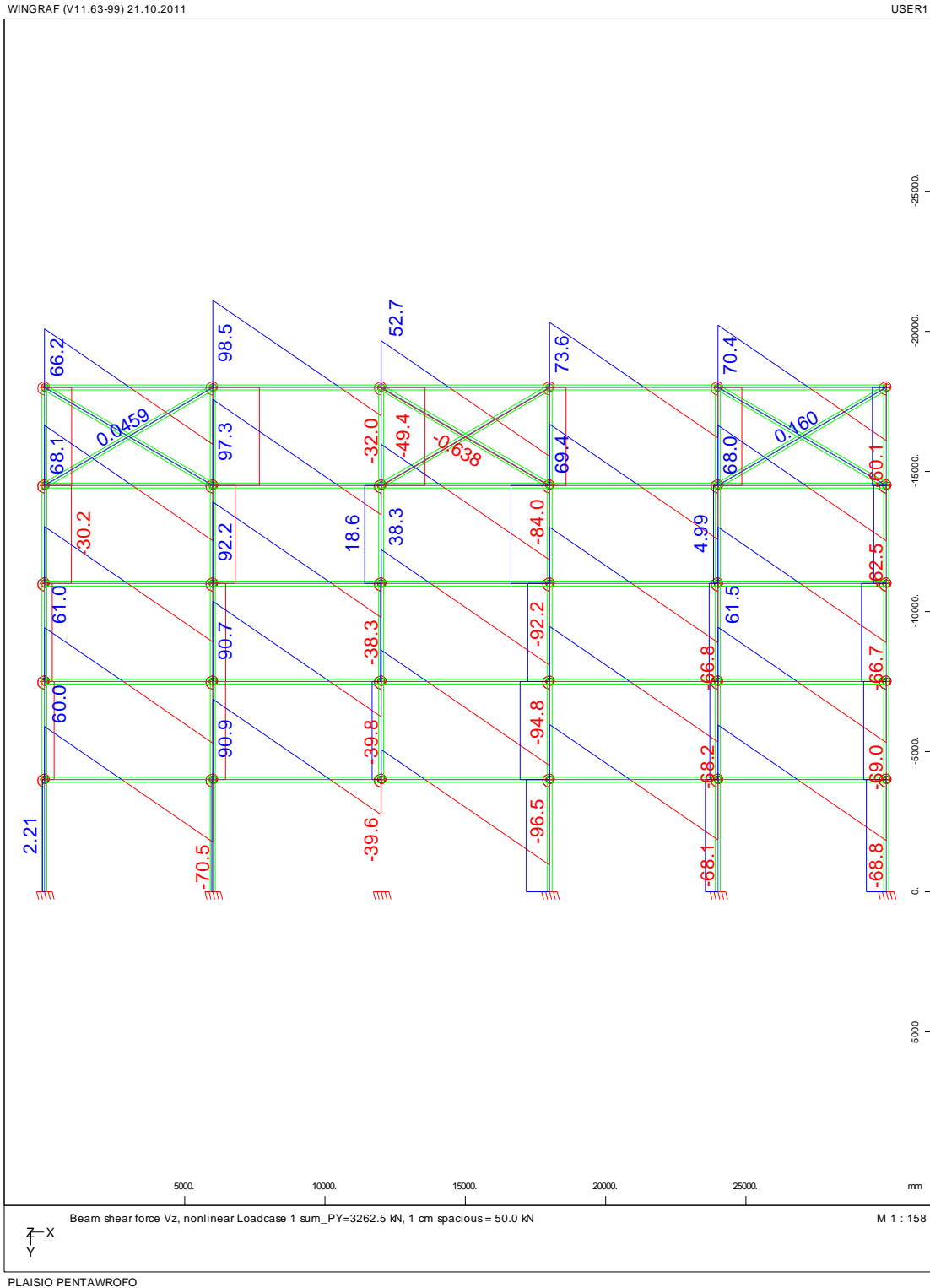
Το γεγονός ότι ο φορέας φτάνει στο στάδιο της κατάρρευσης για φορτία που ξεπερνούν τα $3 \times (G+0.30Q)$, μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ο φορέας έχει ικανοποιητική στιβαρότητα.

3.2.11 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 3' (απομάκρυνση εσωτερικού υποστυλώματος)

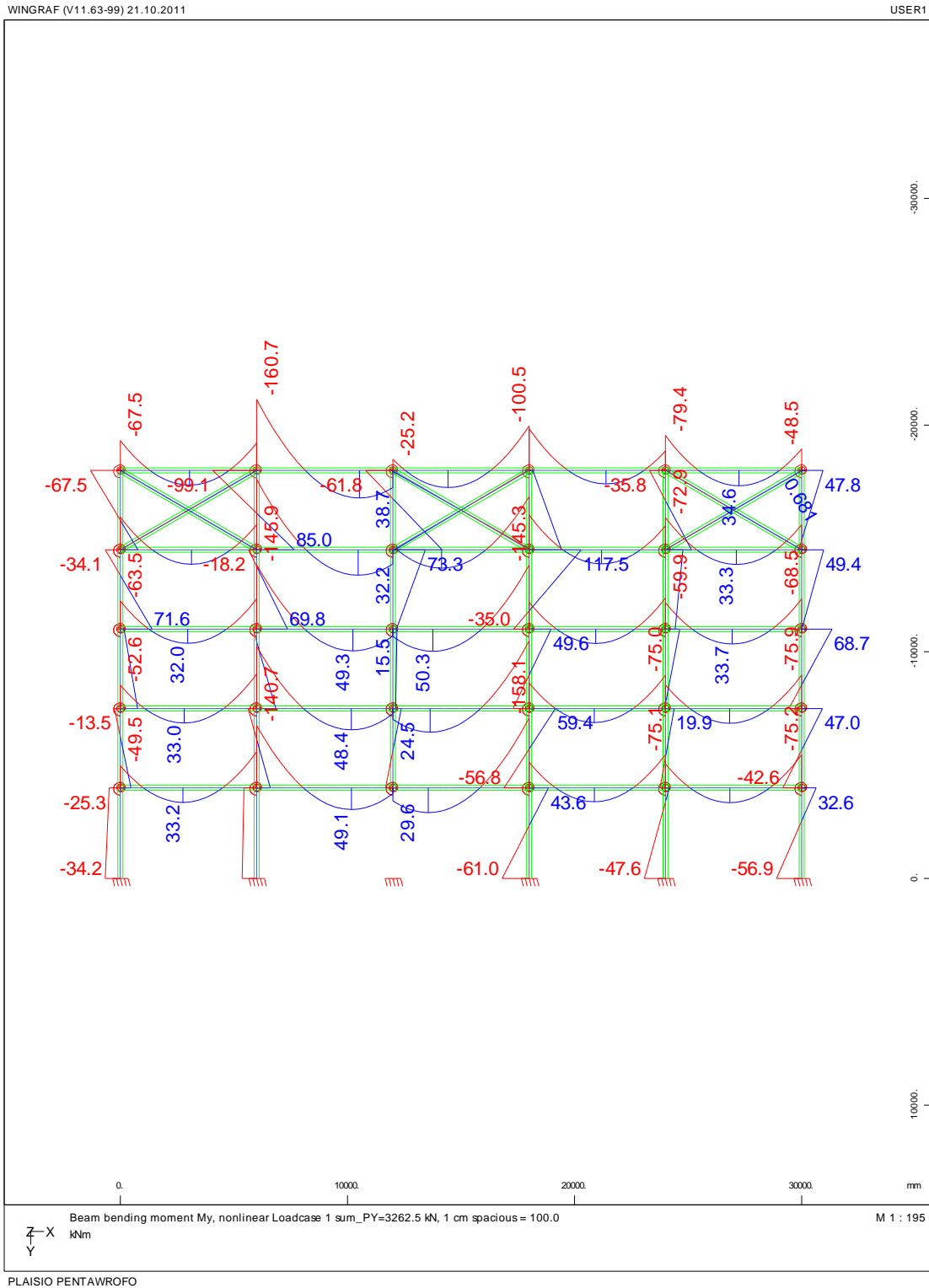
Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων N στο φορέα τύπου 3' για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



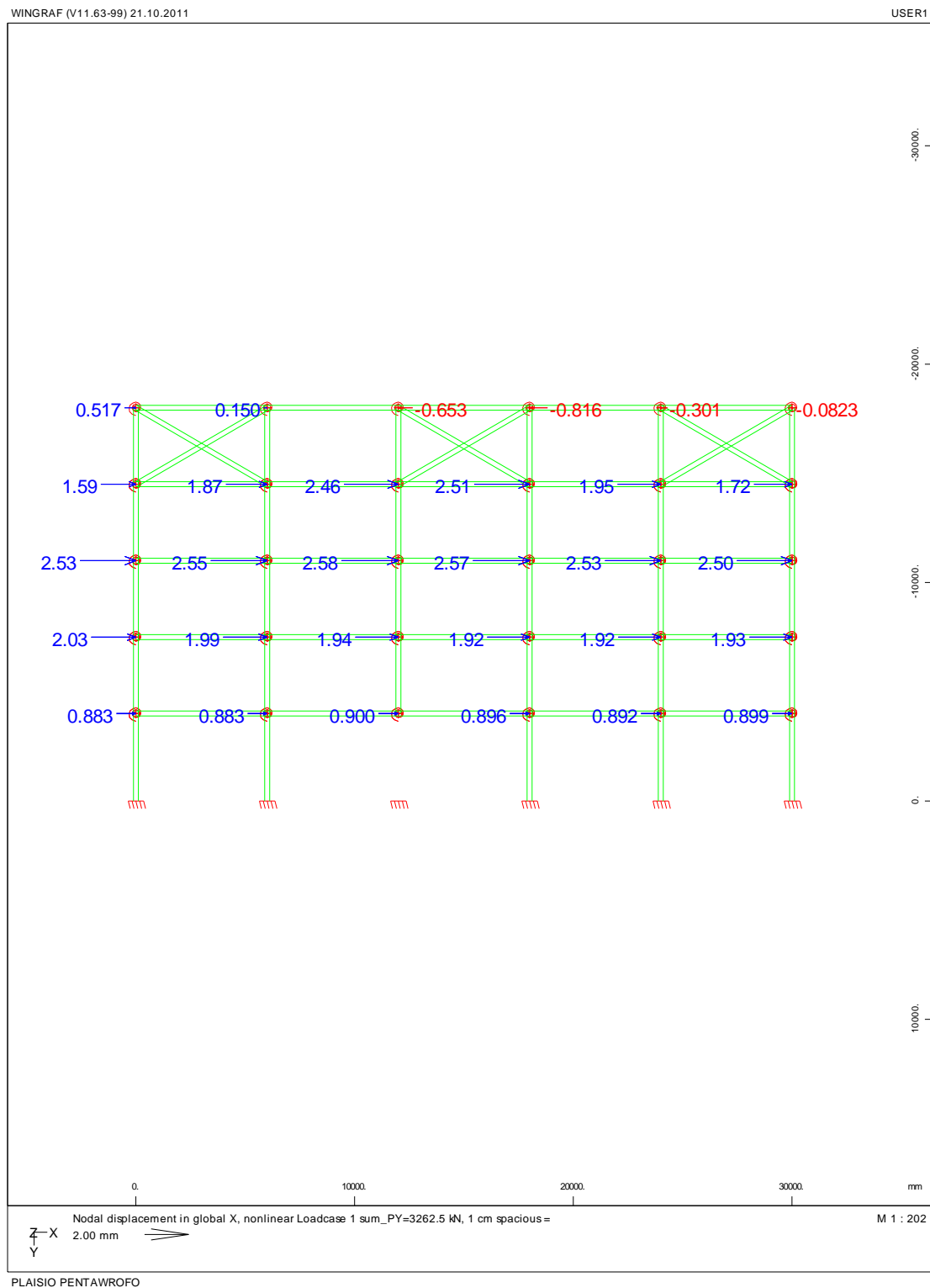
Διάγραμμα Τεμνουσών Δυνάμεων Q στο Φορέα τύπου 3' για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



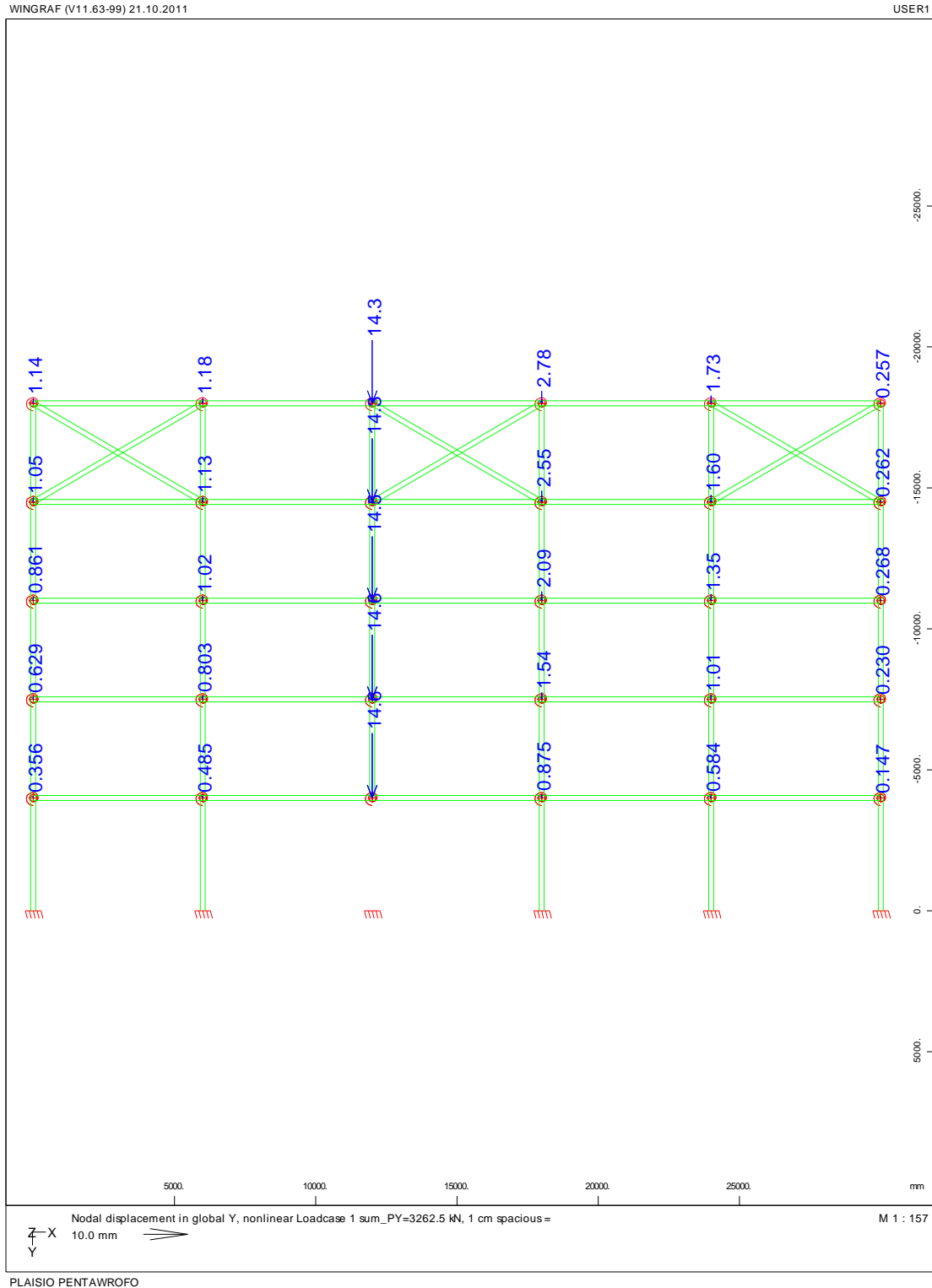
Διάγραμμα Καμπτικών Ροπών Μ στο Φορέα τύπου 3' για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



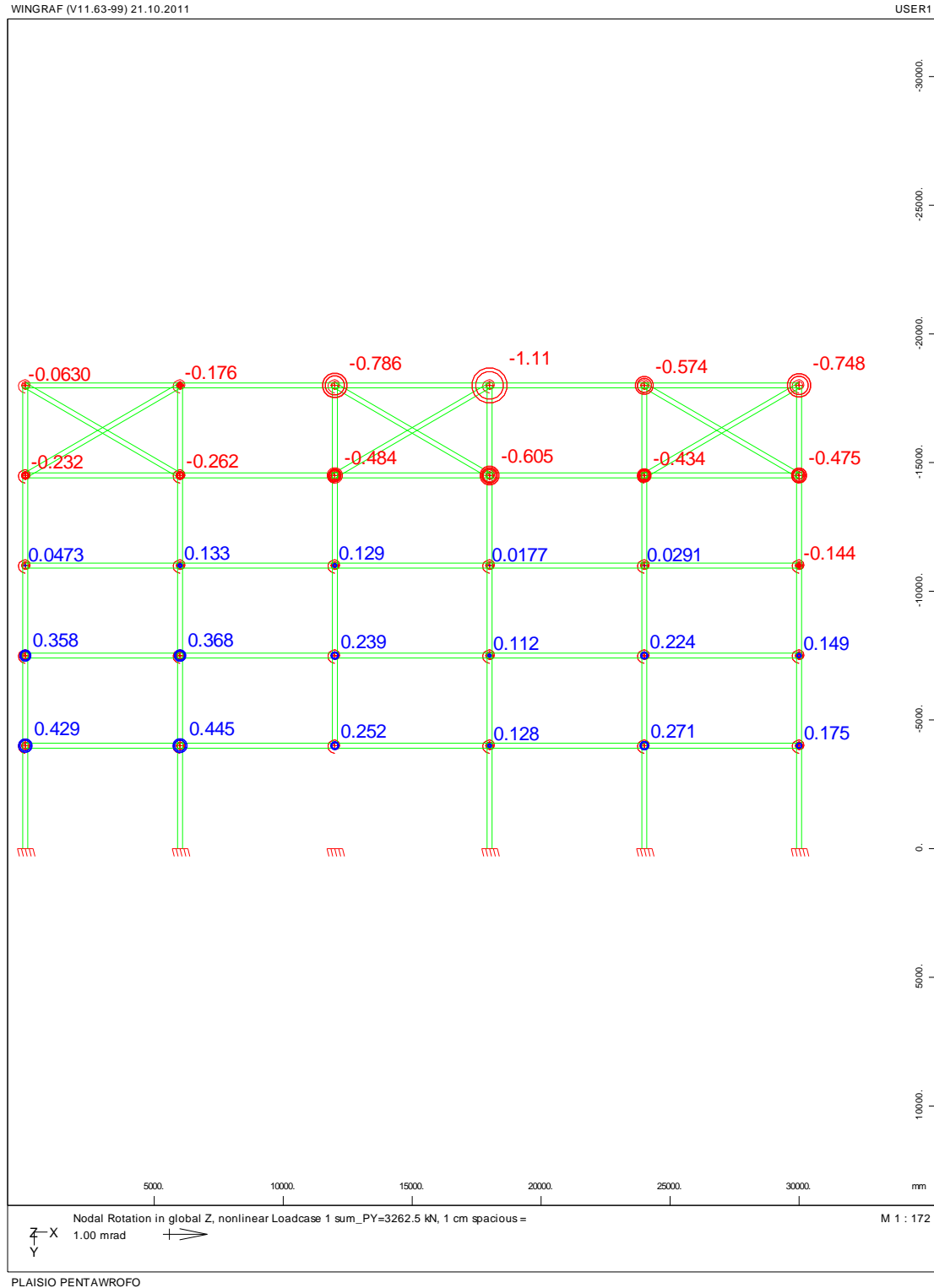
Διάγραμμα οριζόντιων μετατοπίσεων U_x (mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 3' για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



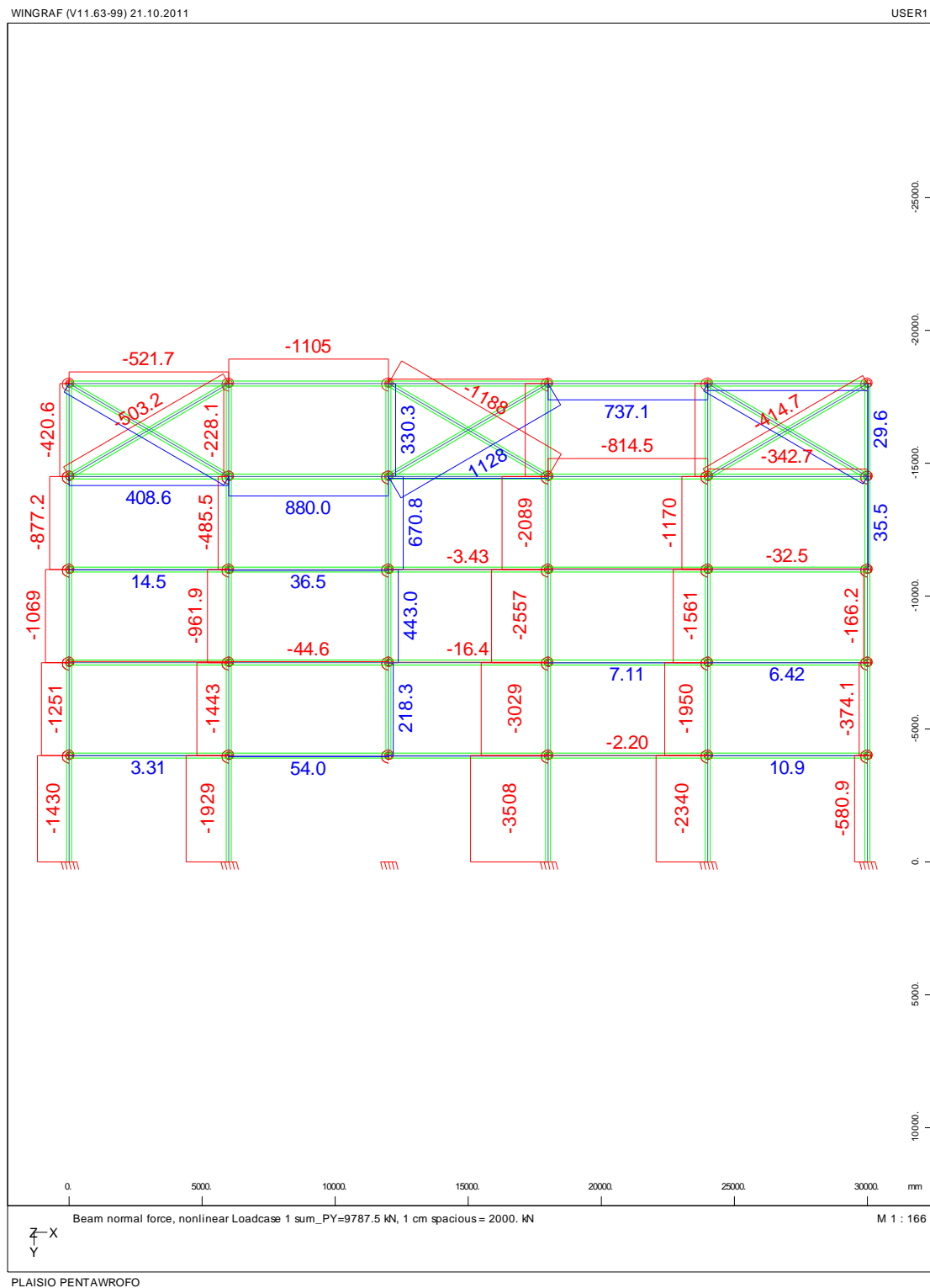
Διάγραμμα κατακόρυφων μετατοπίσεων U_y (mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 3' για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



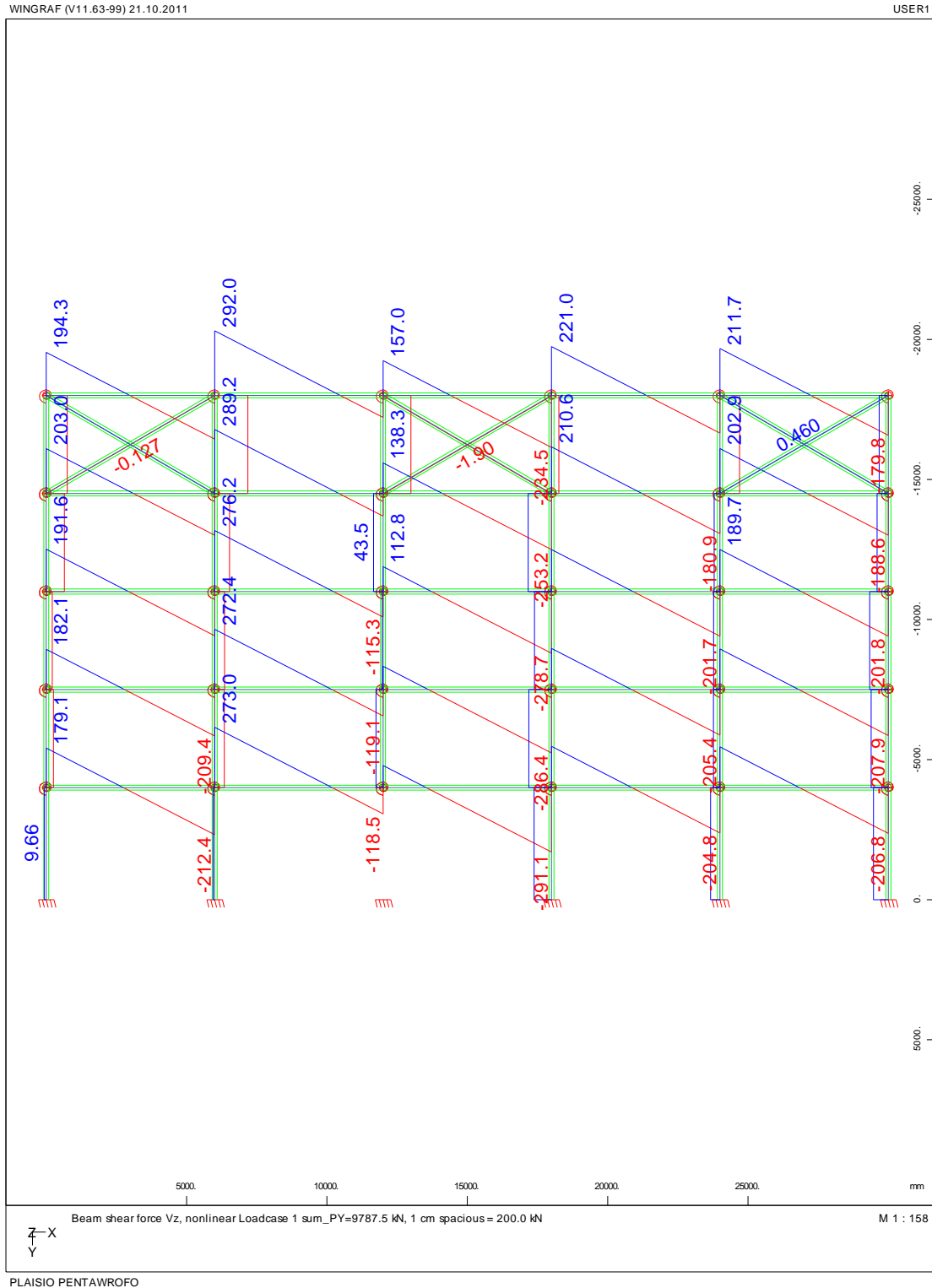
Διάγραμμα στροφών φ (mrad) των κόμβων στο Φορέα τύπου 3' για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



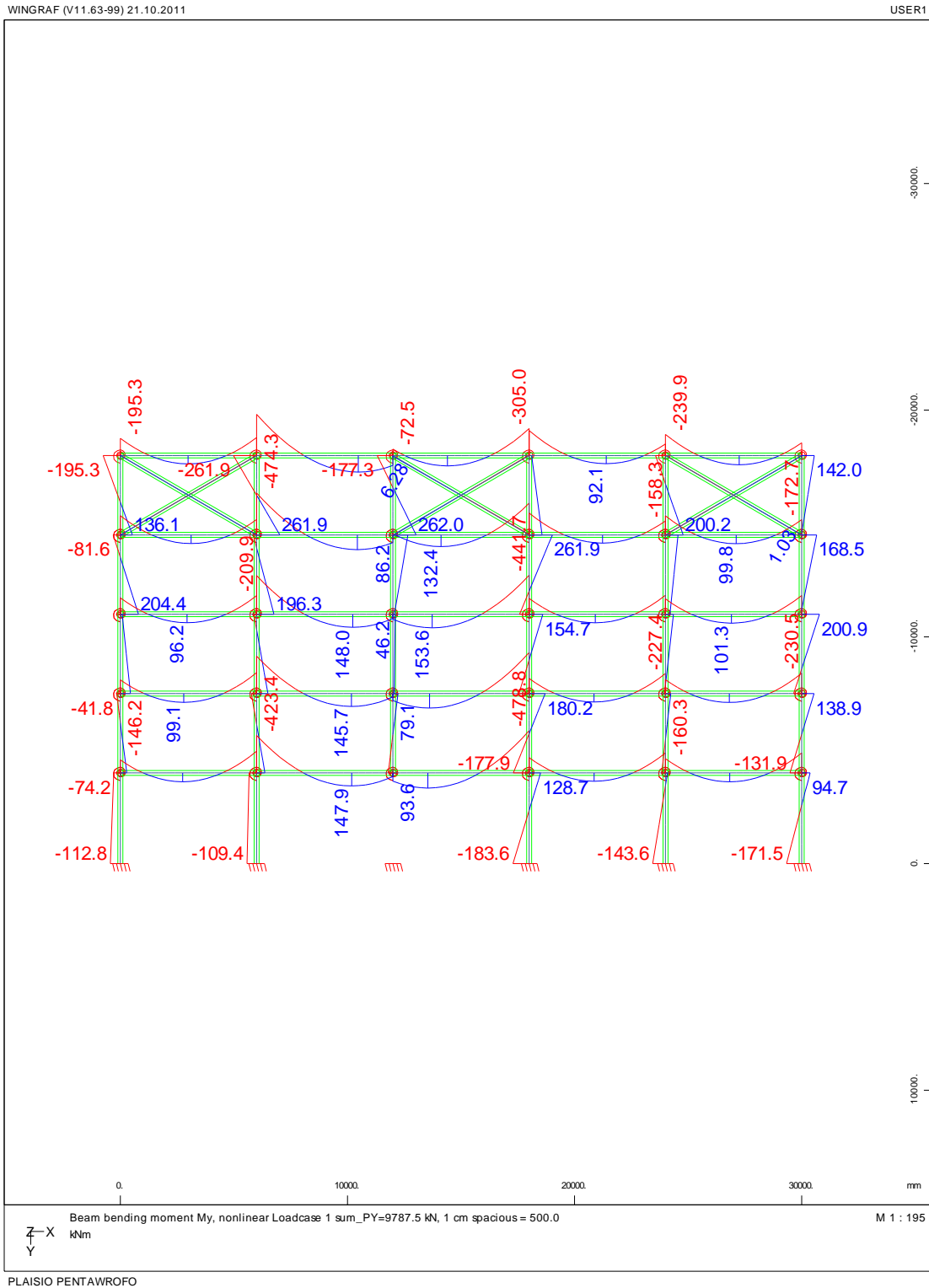
Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων N στο φορέα τύπου 3' για συντελεστή φόρτισης FACT=3,0



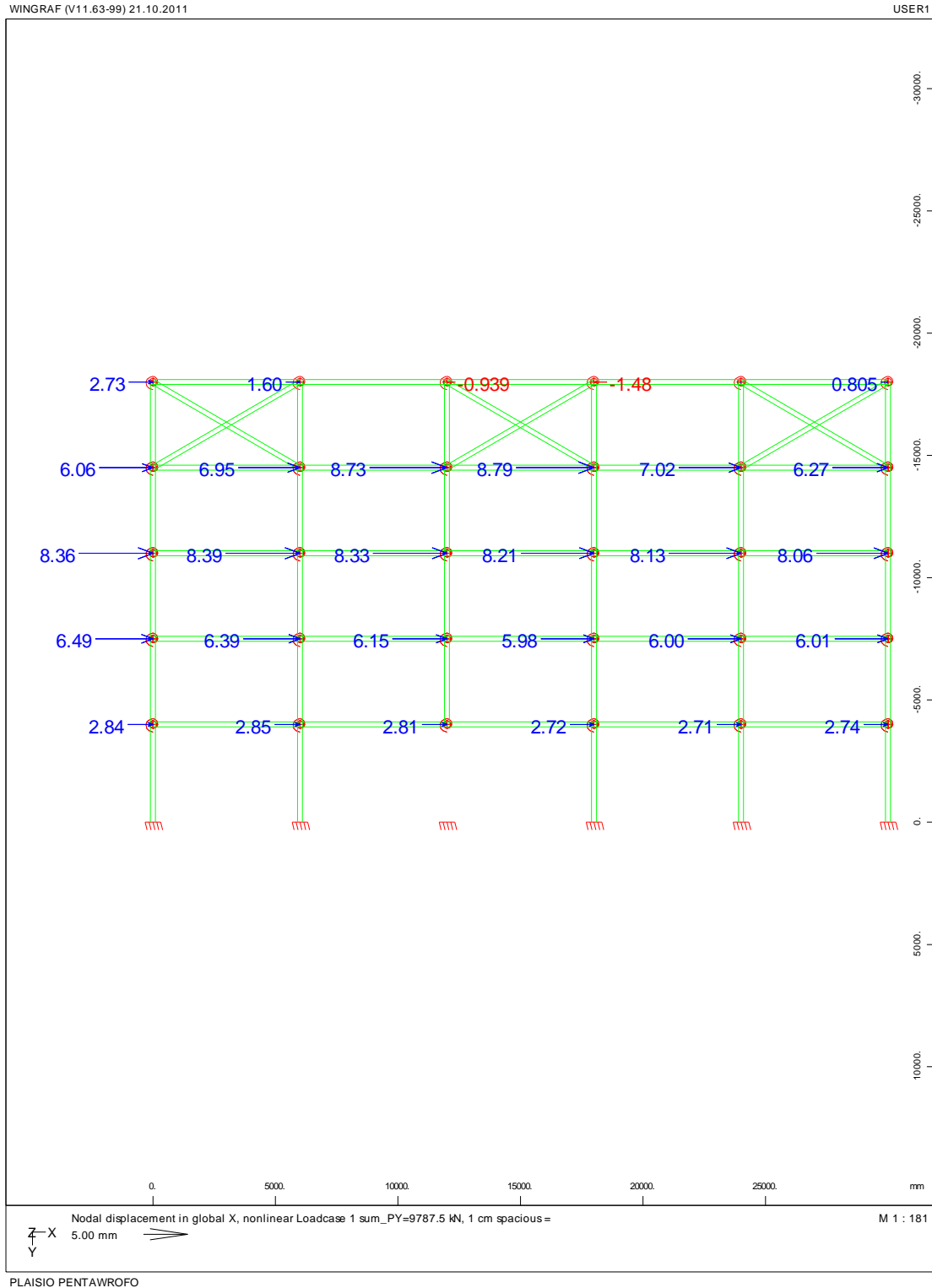
Διάγραμμα Τεμνουσών Δυνάμεων Q στο Φορέα τύπου 3' για συντελεστή φόρτισης FACT=3,0



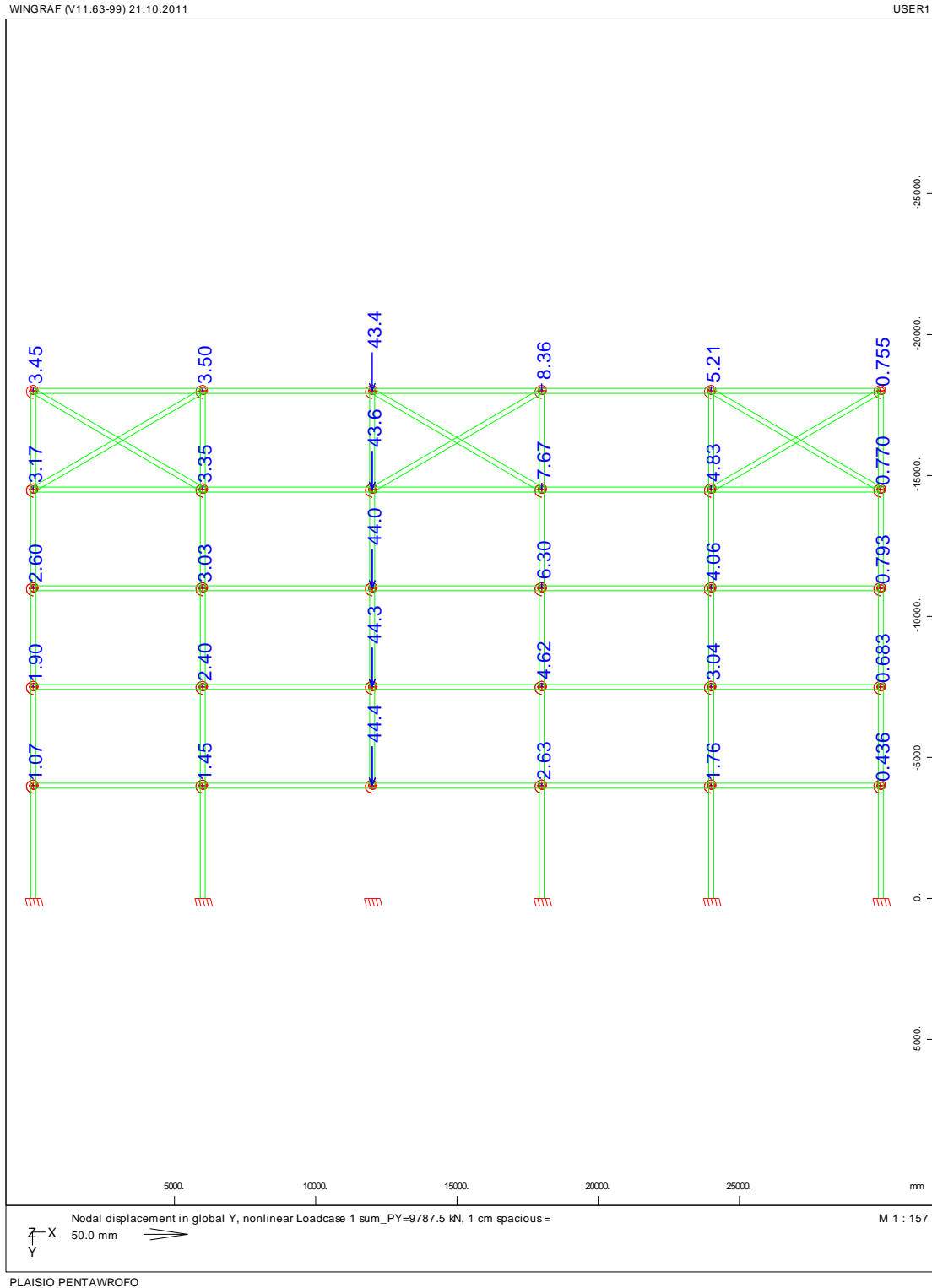
Διάγραμμα Καμπτικών Ροπών Μ στο Φορέα τύπου 3' για συντελεστή φόρτισης FACT=3,0



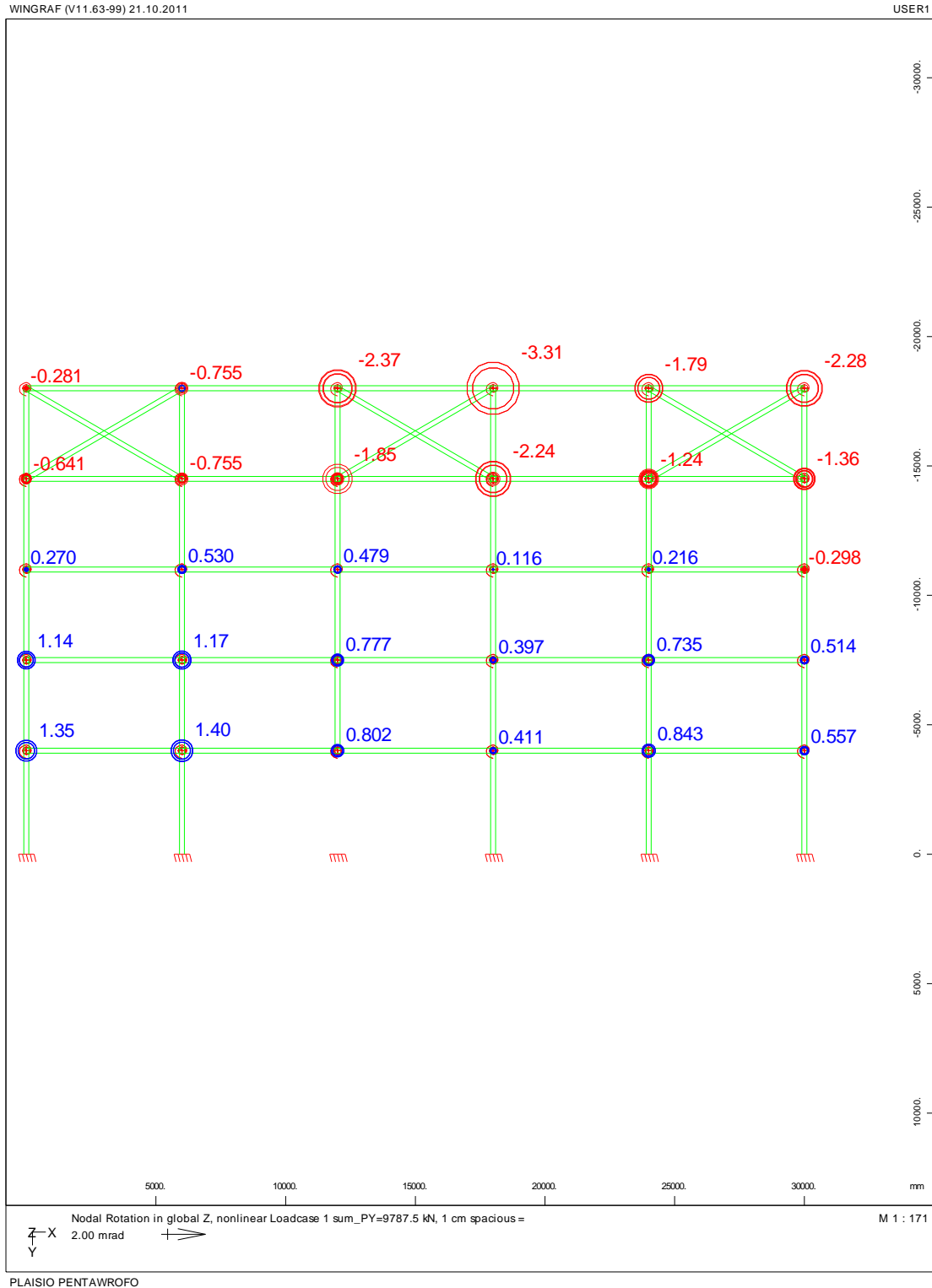
Διάγραμμα οριζόντιων μετατοπίσεων U_x (mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 3' για συντελεστή φόρτισης FACT=3,0



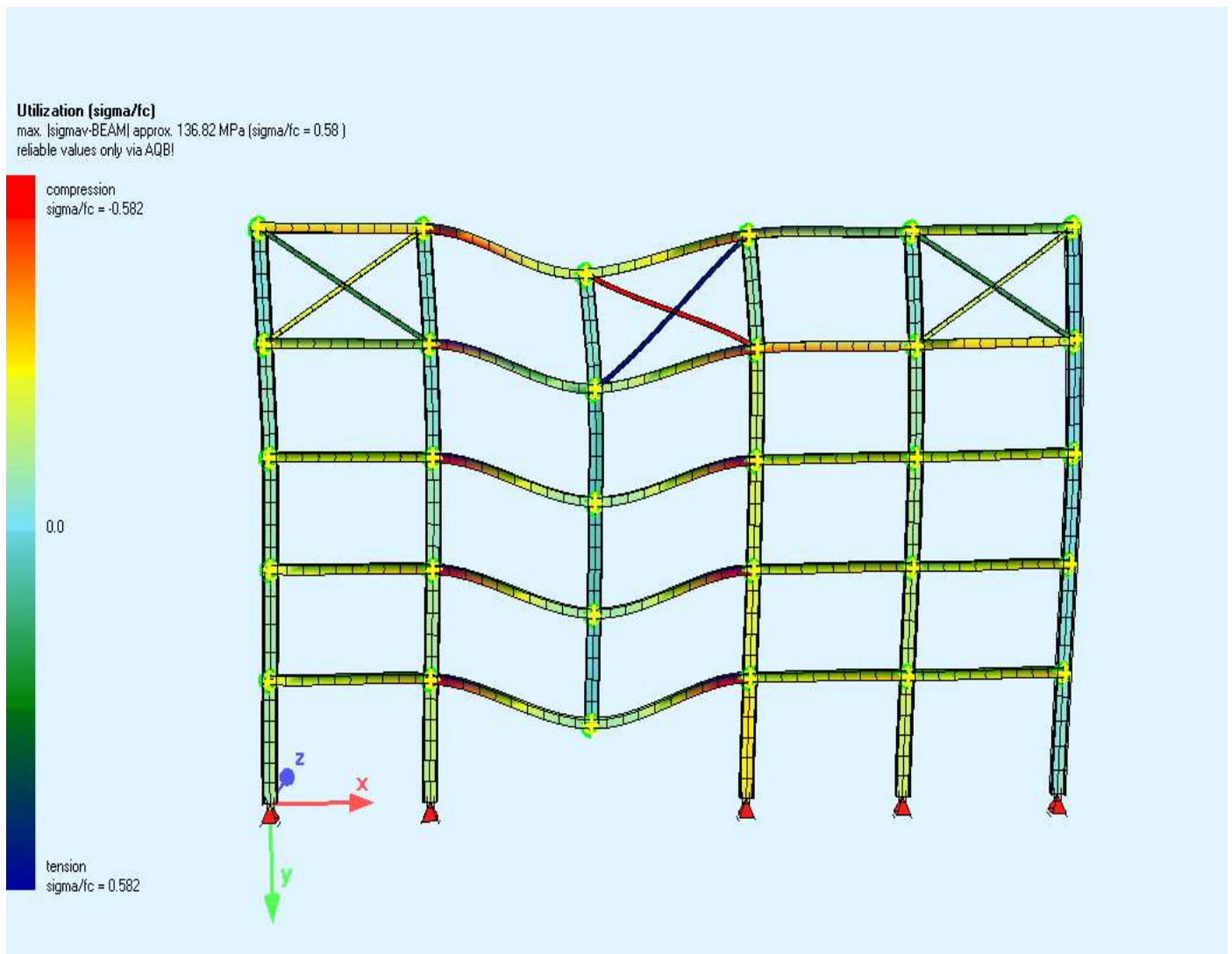
Διάγραμμα κατακόρυφων μετατοπίσεων Uy(mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 3' για συντελεστή φόρτισης FACT=3,0



Διάγραμμα στροφών φ (mrad) των κόμβων στο Φορέα τύπου 3' για συντελεστή φόρτισης FACT=3,0



Απεικόνιση Φορέα τύπου 3' για φόρτιση με FACT=1.0 ύστερα από αφαίρεση ενός εσωτερικού υποστυλώματος:



Παρατηρήσεις και σχόλια στον φορέα τύπου 3'

Μετά την αφαίρεση ενός εσωτερικού υποστυλώματος στην στάθμη του ισογείου, δημιουργείται άνοιγμα δοκού της τάξεως των 12m.

Για φόρτιση $G+0,30Q$ παρατηρούμε:

- αύξηση των αξονικών εντάσεων στα παρακείμενα υποστυλώματα και ενεργοποίηση των συνδέσμων δυσκαμψίας μέσω της λειτουργίας δικτυώματος στον τελευταίο όροφο στην περιοχή του μεγάλου πλέον ανοίγματος.
- Οι ροπές κάμψης στις δοκούς και τα υποστυλώματα βρίσκονται μακριά από τα αντίστοιχα μεγέθη διαρροής.
- Οι μετατοπίσεις κατά την οριζόντια διεύθυνση u_x είναι της τάξεως των 2.5 mm , ενώ κατά την κατακόρυφη διεύθυνση οι μετατοπίσεις u_y δεν ξεπερνούν τα 15mm.
- Οι στροφές στις δυσμενέστερες θέσεις είναι της τάξεως των 0.7-1.2 mrad.

Για συνεχή αύξηση του φορτίου έως $2 \times (G+0.30Q)$, ο φορέας μπορεί και παραλαμβάνει με τους ίδιους μηχανισμούς τα φορτία (λειτουργία δικτυώματος στον τελευταίο όροφο κλπ.) ενώ σταδιακά φτάνουν σε κατάσταση διαρροής κάποια μέλη του(σύνδεσμοι δυσκαμψίας, κόμβοι).

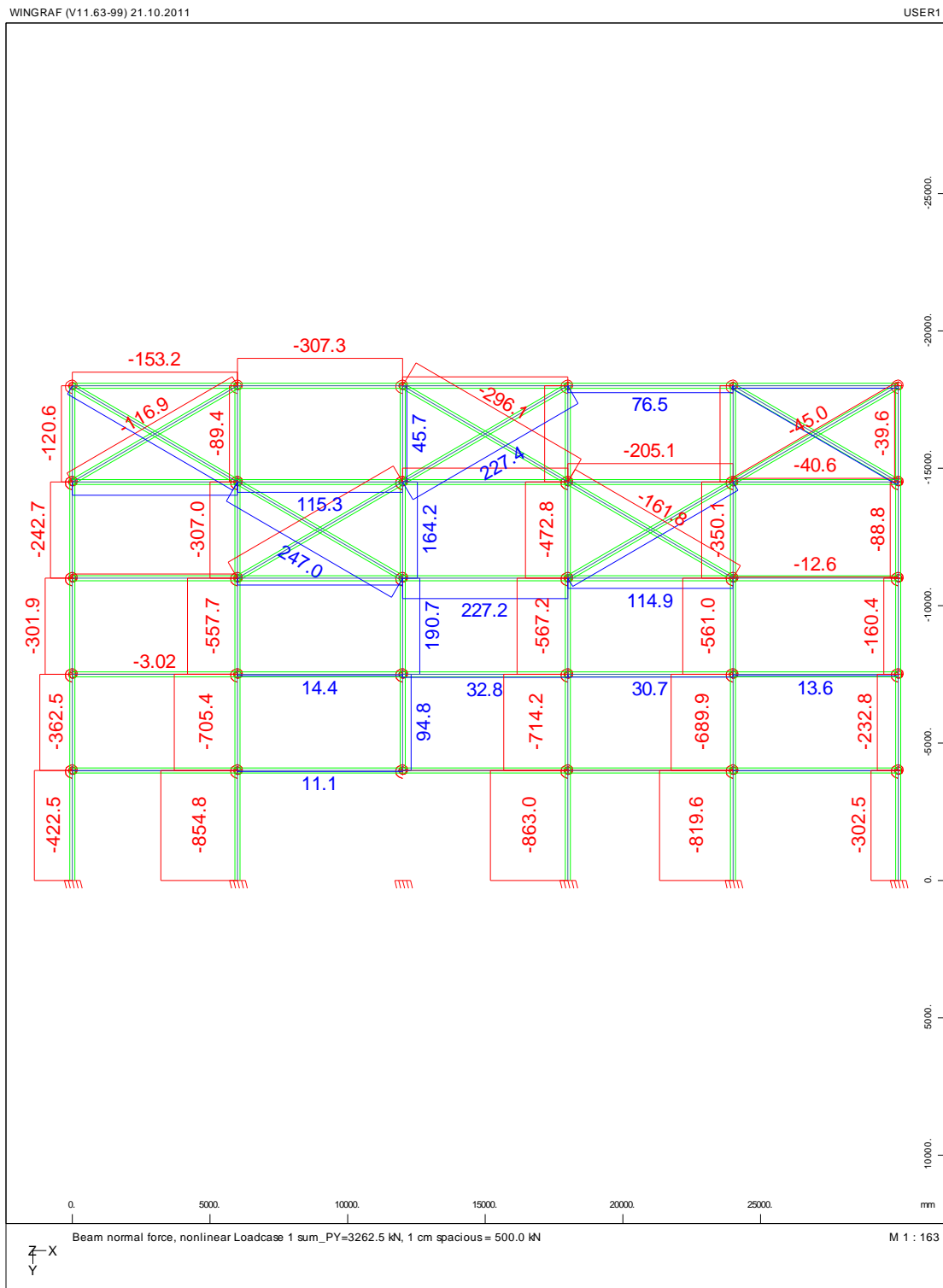
Για φόρτιση $3 \times (G+0.30Q)$, ο φορέας φτάνει στη φάση της κατάρρευσης. Σύμφωνα με το SOFISTIK δεν ικανοποιείται πλέον το ισοζύγιο ενέργειας.

- Υπάρχουν κόμβοι στήριξης των δοκών που έχουν ξεπεράσει την αντοχή τους σε κάμψη. Οι αξονικές εντάσεις στα υποστυλώματα φτάνουν τα 3500KN ενώ οι σύνδεσμοι δυσκαμψίας έχουν διαρρεύσει.
- Οι οριζόντιες μετατοπίσεις δεν ξεπερνούν στους κόμβους τα 8.5mm ενώ η κατακόρυφη βύθιση στον κόμβο που αφαιρέθηκε το υποστυλώμα είναι της τάξεως των 4.5cm.
- Οι στροφές στους κόμβους στήριξης της δοκού διπλάσιου ανοίγματος που δημιουργήθηκε κατά την αφαίρεση του υποστυλώματος αλλά και σε ορισμένων που βρίσκονται στην ίδια περιοχή στους υπερκείμενους ορόφους, είναι της τάξης των 2.5-3.3 mrad.

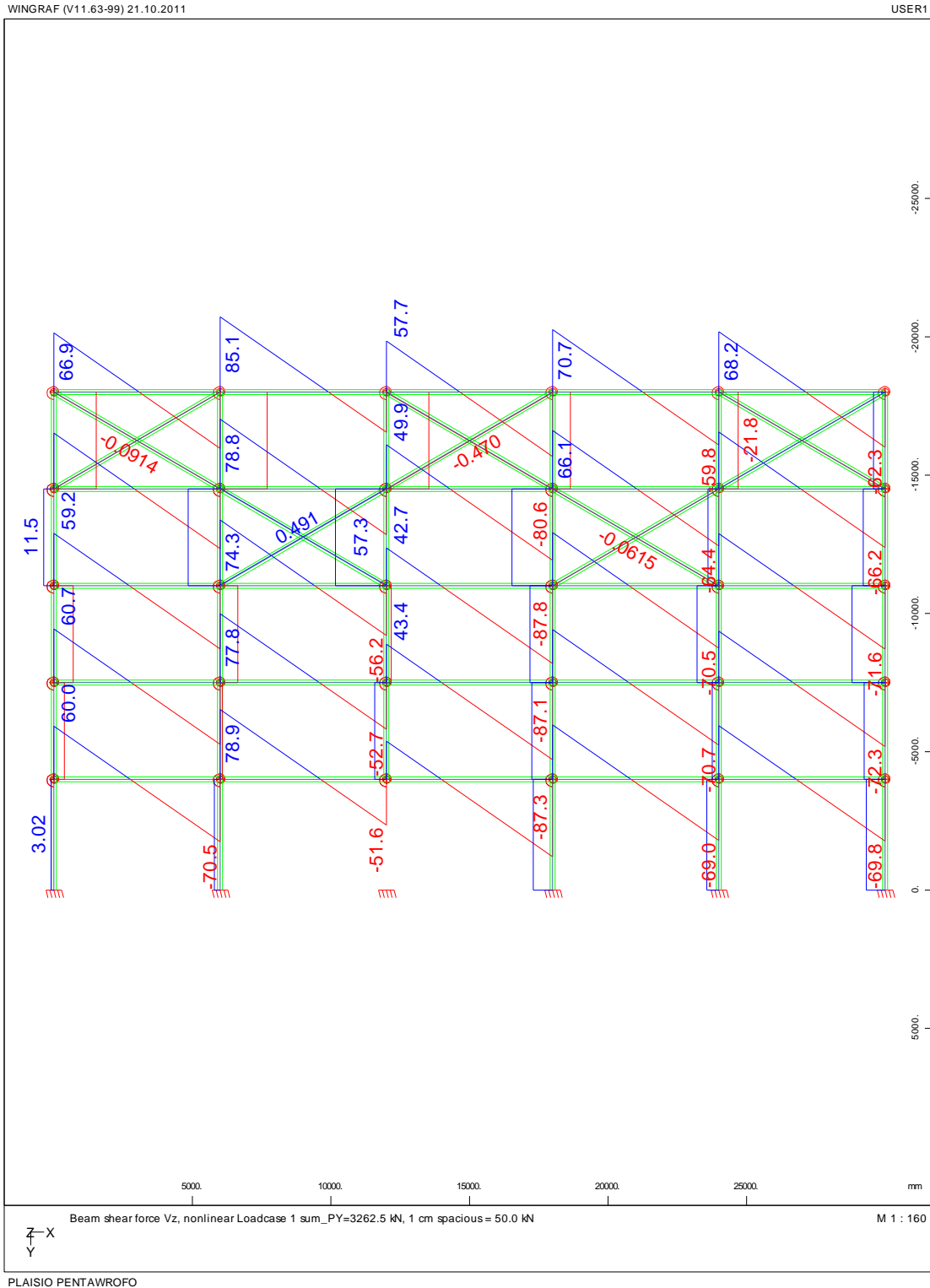
Το γεγονός ότι ο φορέας φτάνει στο στάδιο της κατάρρευσης για φορτία που δεν ξεπερνούν τα $3 \times (G+0.30Q)$, μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ο φορέας έχει μέτρια στιβαρότητα.

3.2.12 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 4' (απομάκρυνση εσωτερικού υποστυλώματος)

Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων N στο φορέα τύπου 4' για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



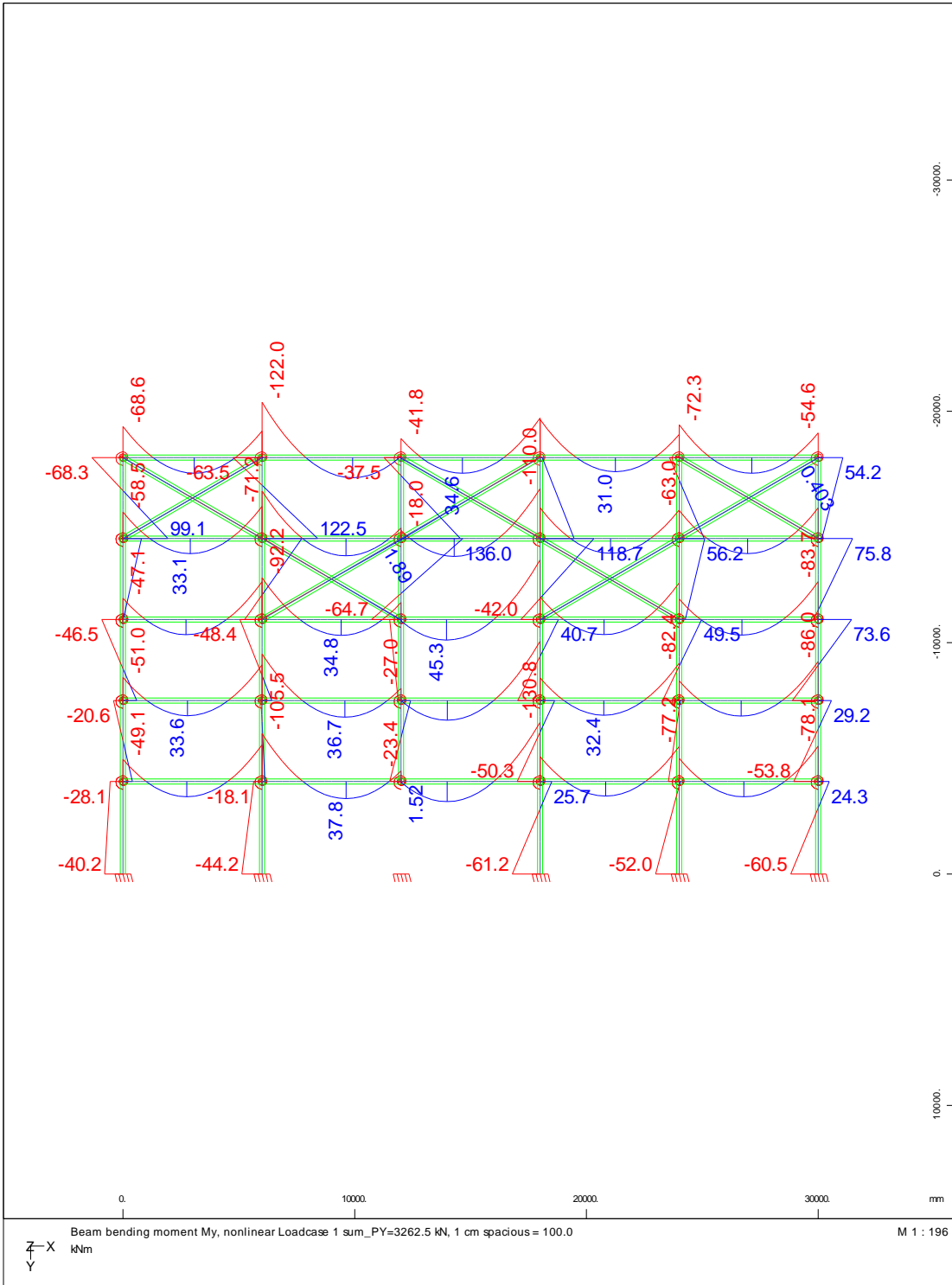
Διάγραμμα Τεμνουσών Δυνάμεων Q στο Φορέα τύπου 4' για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



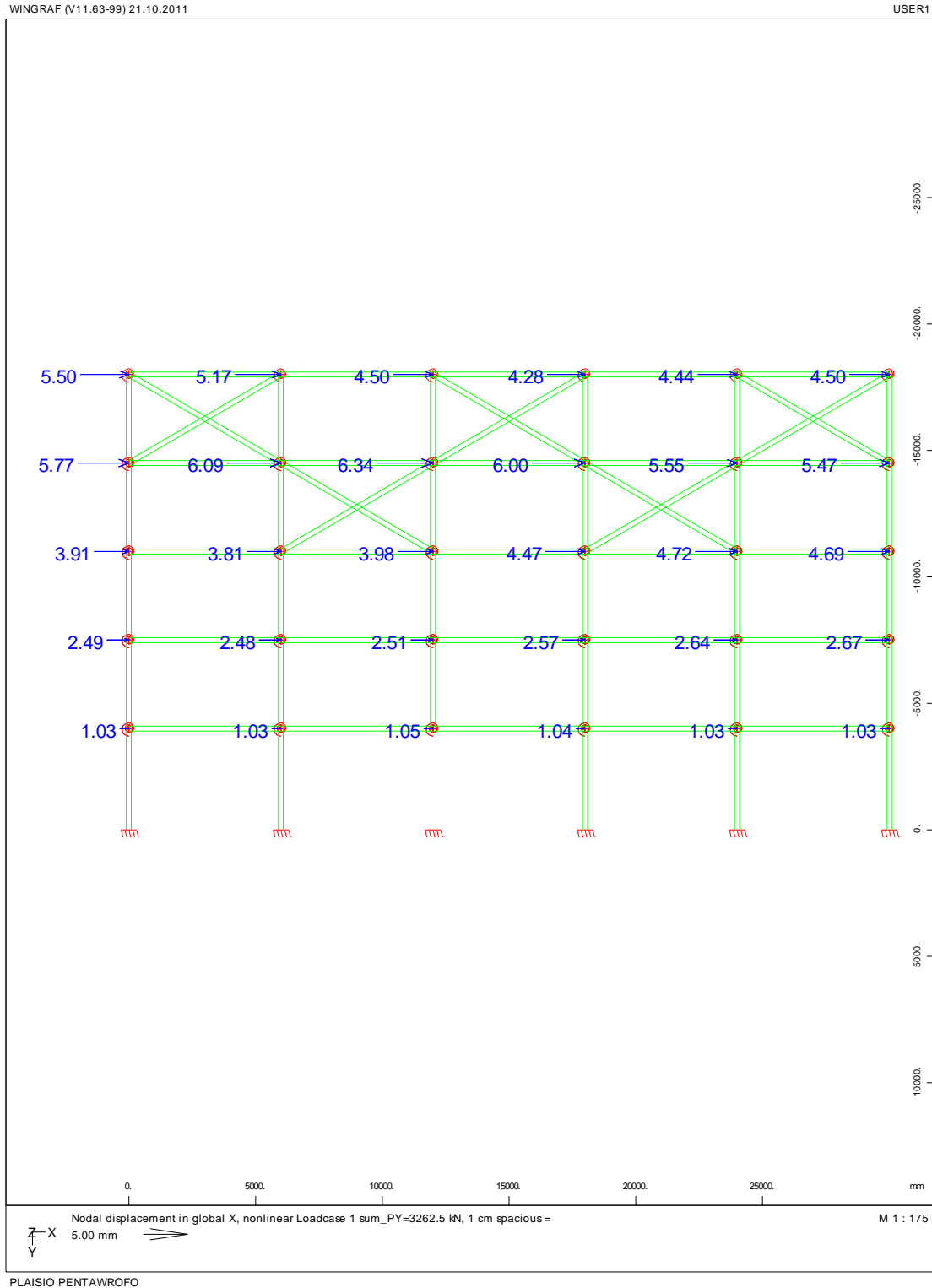
Διάγραμμα Καμπτικών Ροπών Μ στο Φορέα τύπου 4' για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0

WINGRAF (V11.63-99) 21.10.2011

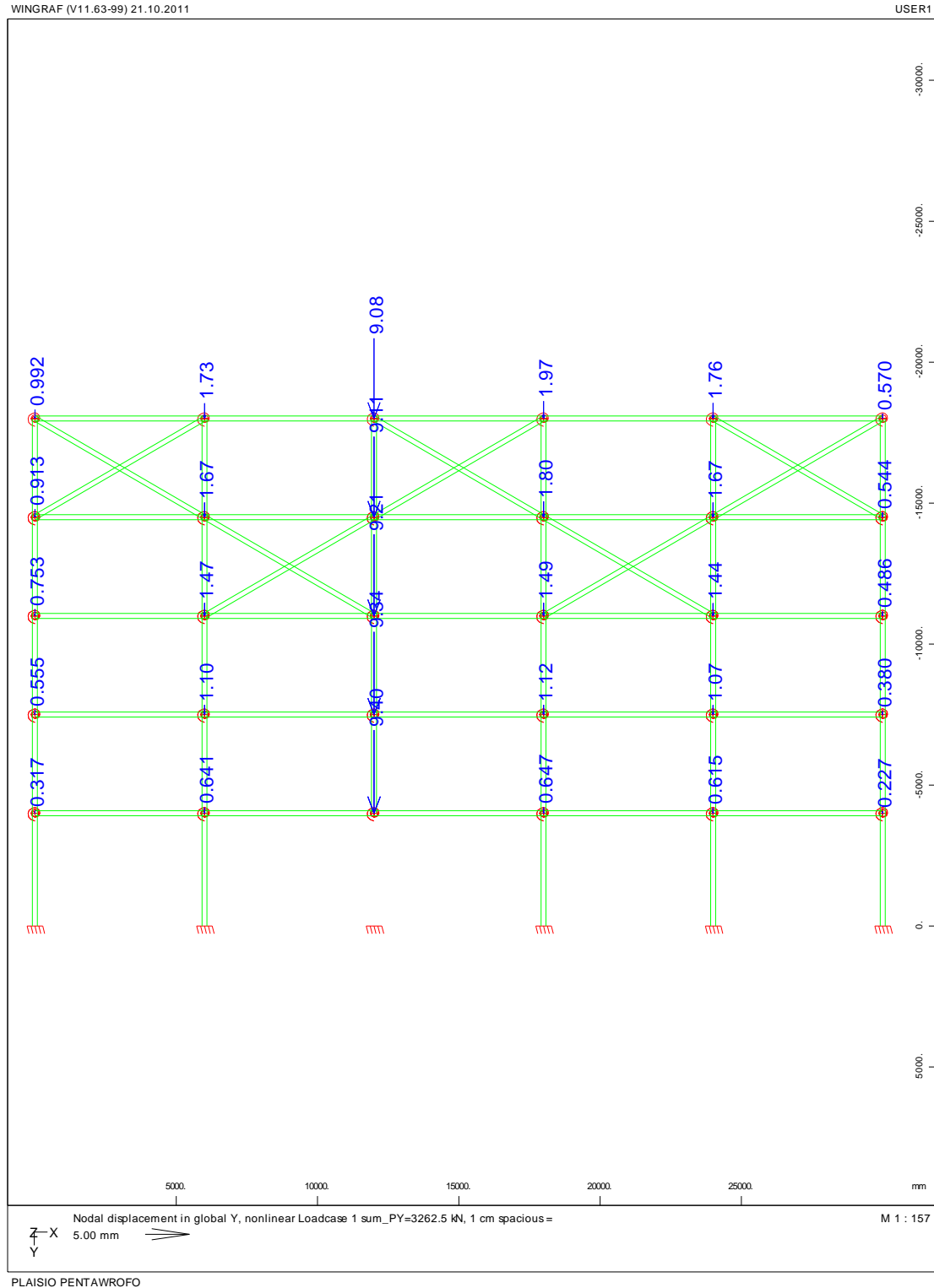
USER1



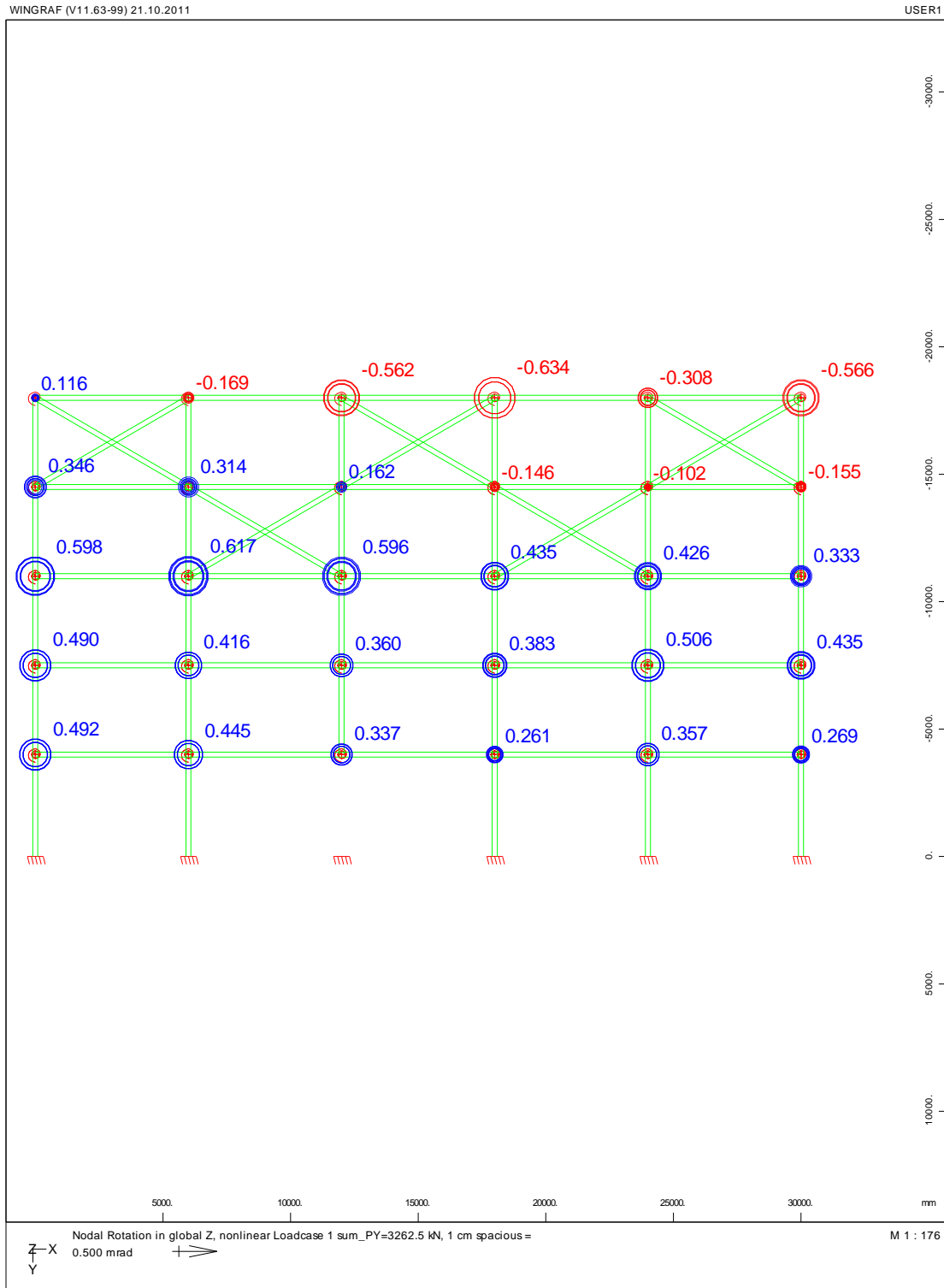
Διάγραμμα οριζόντιων μετατοπίσεων U_x (mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 4' για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



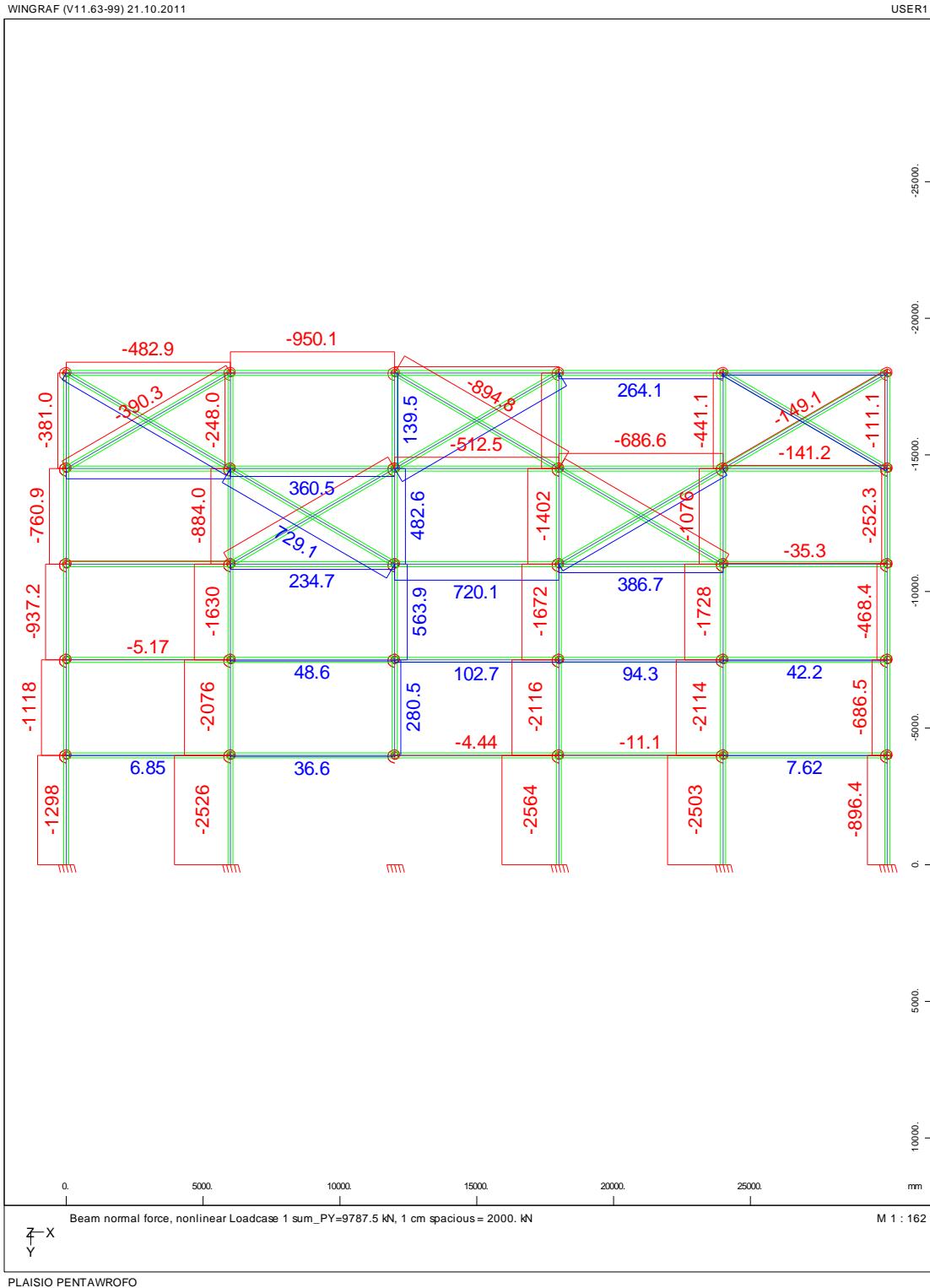
Διάγραμμα κατακόρυφων μετατοπίσεων U_y (mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 4' για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



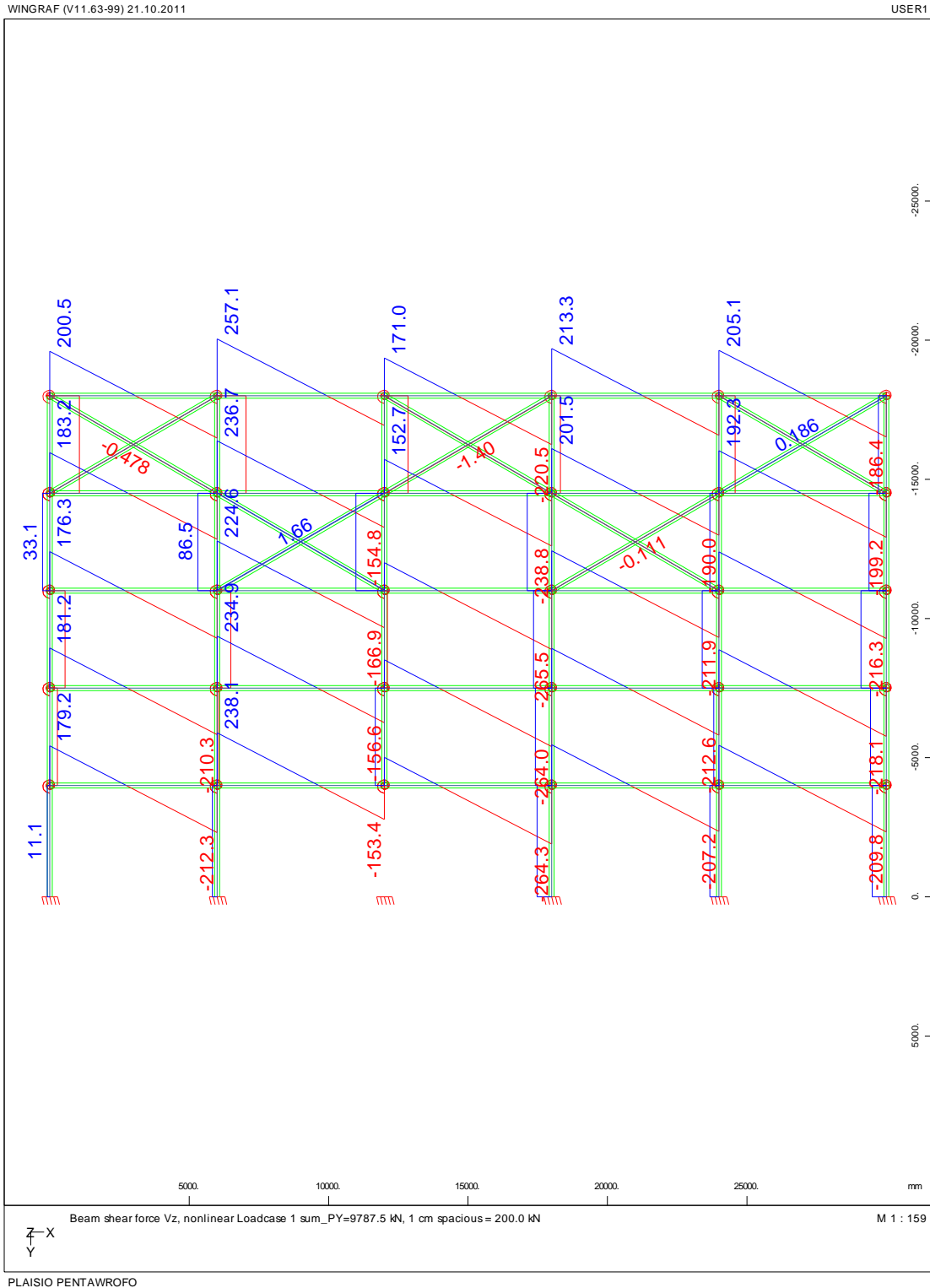
Διάγραμμα στροφών φ (mrad) των κόμβων στο Φορέα τύπου 4' για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



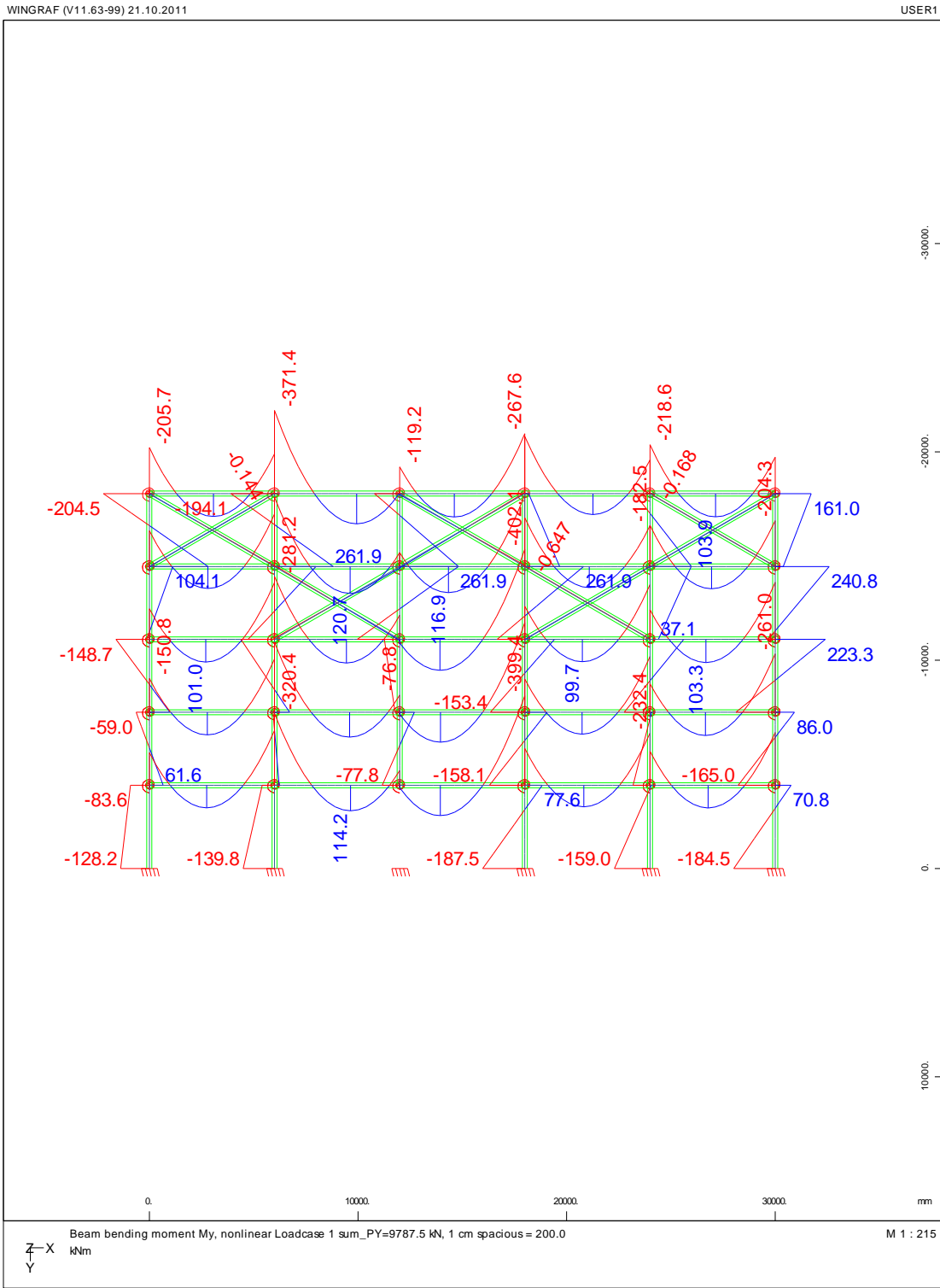
Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων N στο φορέα τύπου 4' για συντελεστή φόρτισης FACT=3,0



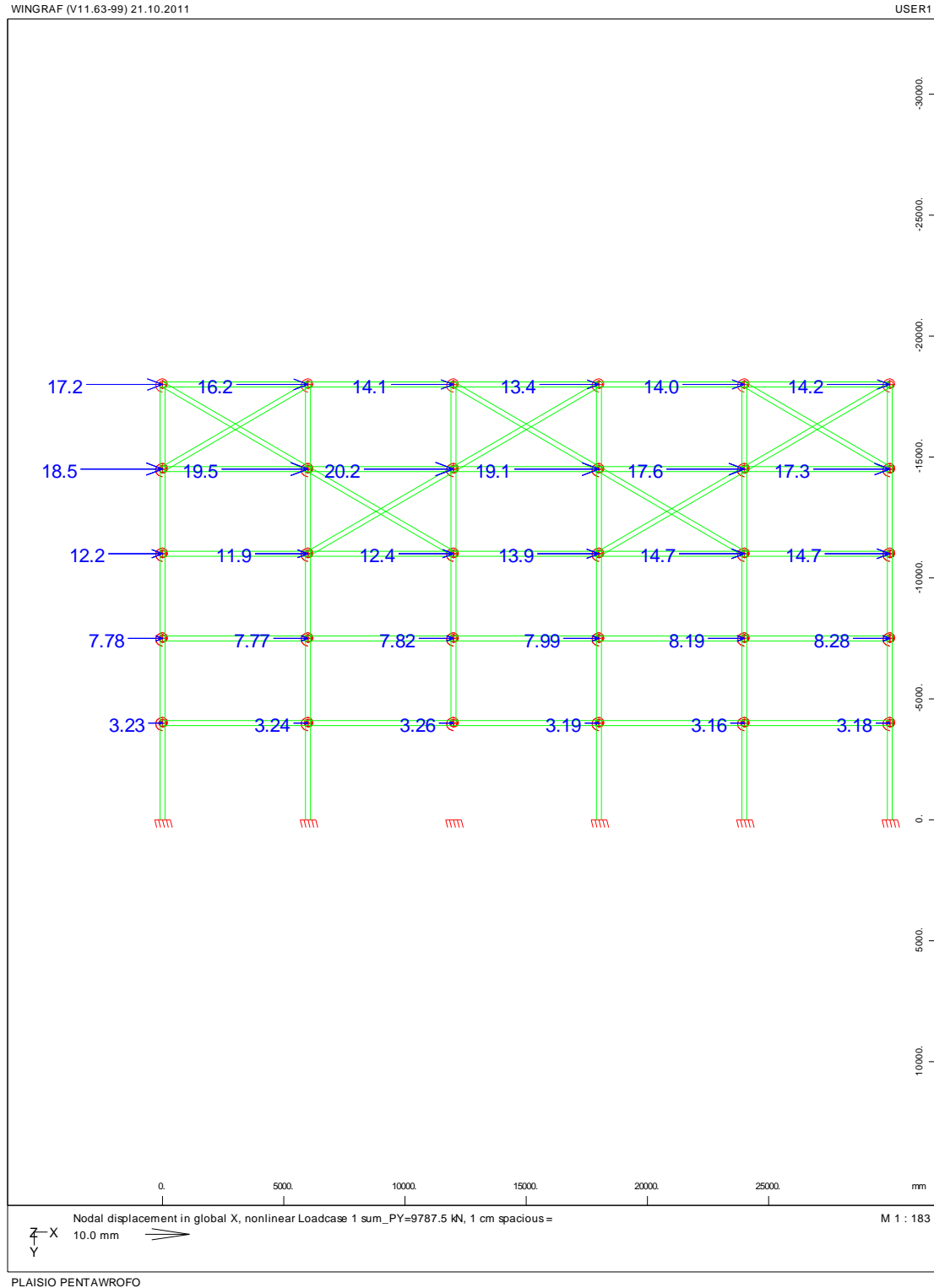
Διάγραμμα Τεμνουσών Δυνάμεων Q στο Φορέα τύπου 4' για συντελεστή φόρτισης FACT=3,0



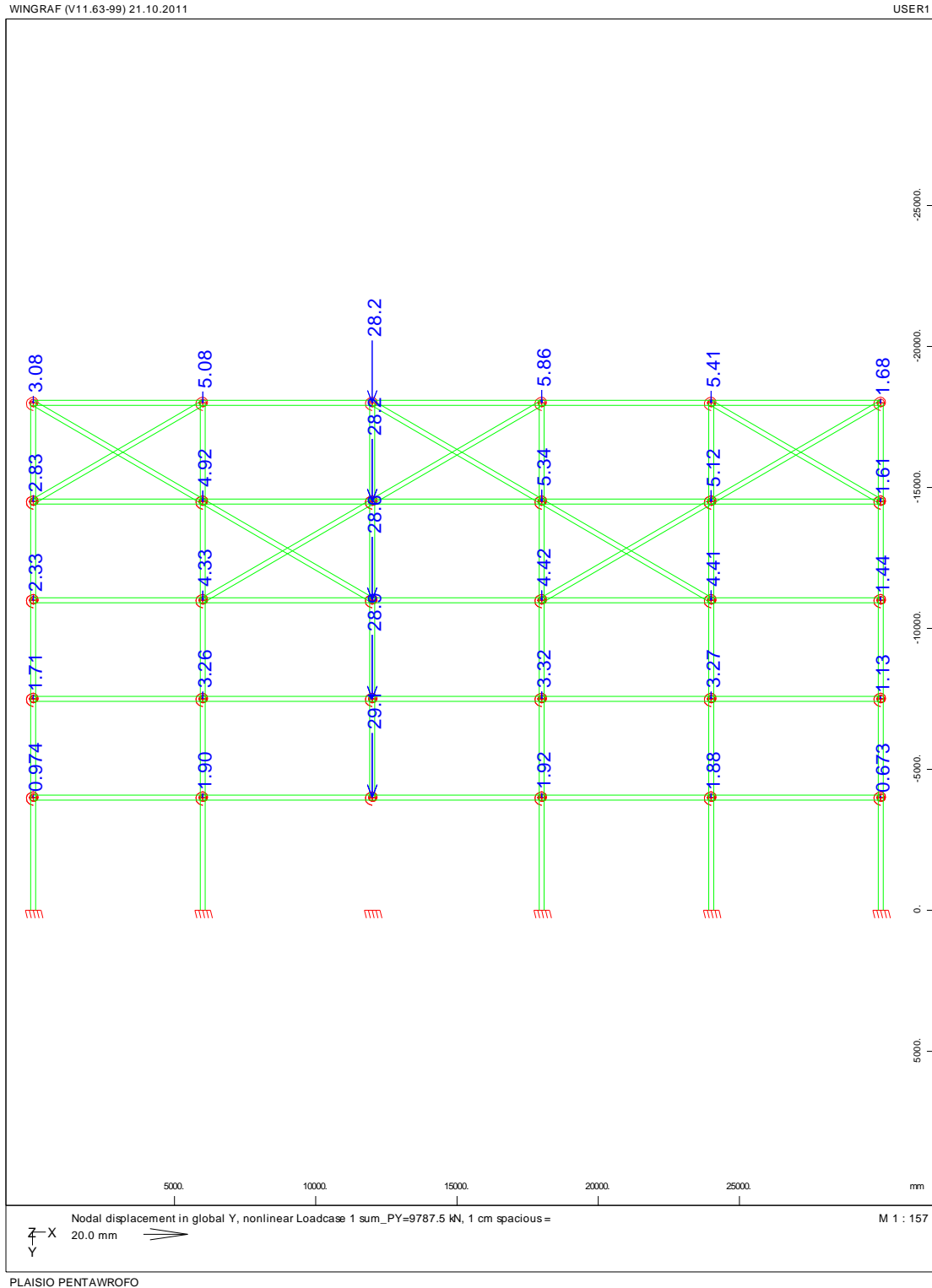
Διάγραμμα Καμπτικών Ροπών Μ στο Φορέα τύπου 4' για συντελεστή φόρτισης FACT=3,0



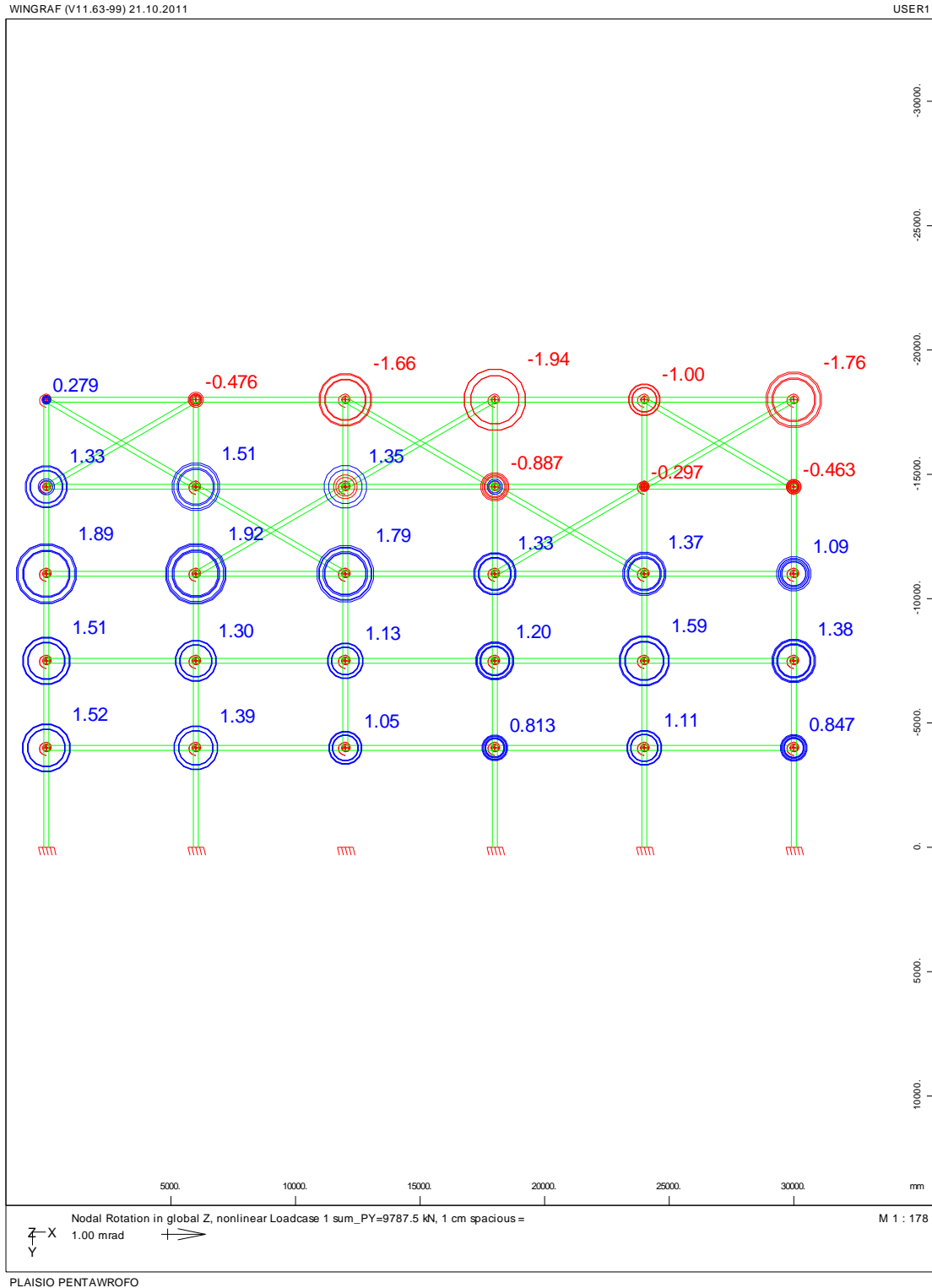
Διάγραμμα οριζόντιων μετατοπίσεων U_x (mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 4' για συντελεστή φόρτισης FACT=3,0



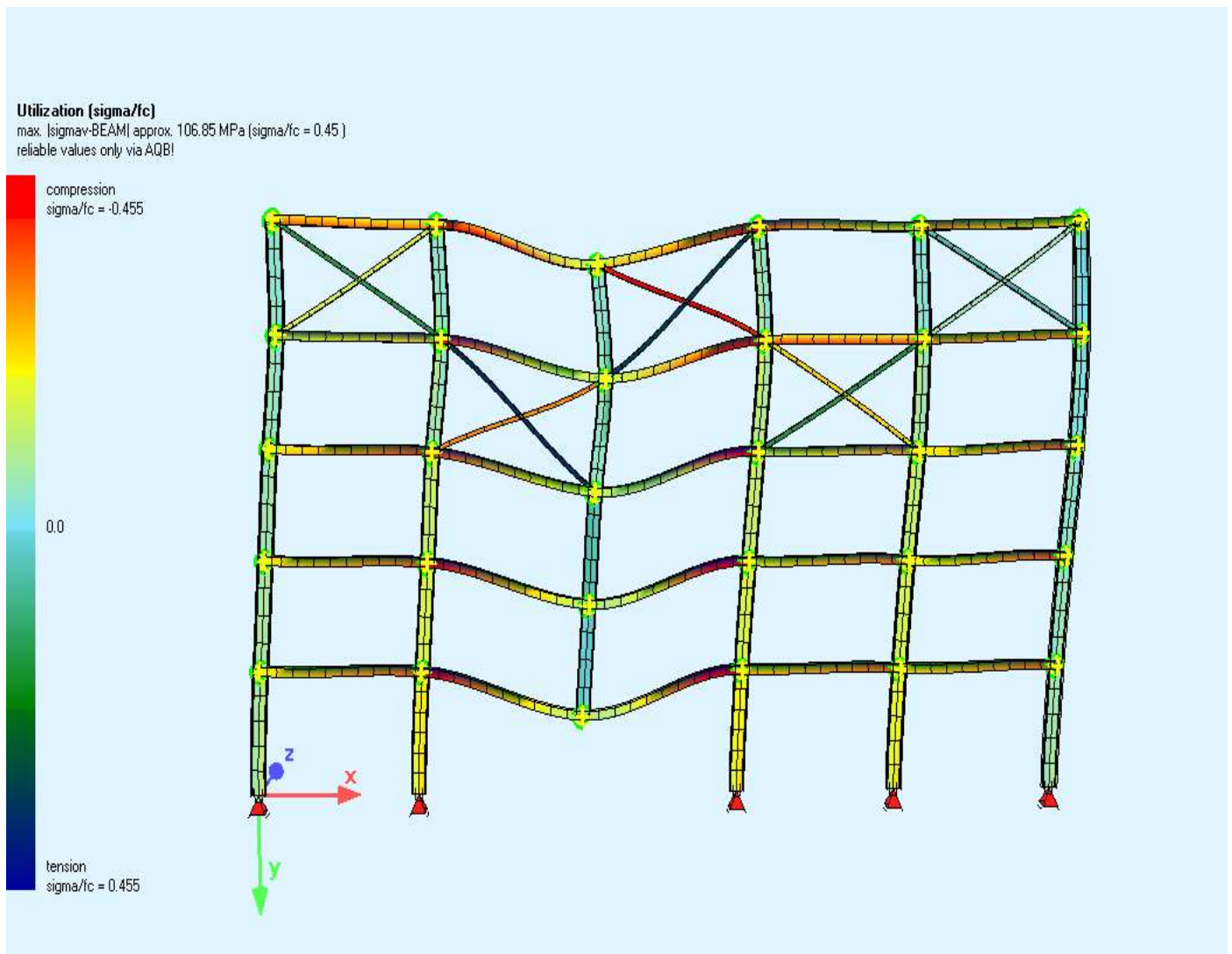
Διάγραμμα κατακόρυφων μετατοπίσεων Uy(mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 4' για συντελεστή φόρτισης FACT=3,0



Διάγραμμα στροφών φ (mrad) των κόμβων στο Φορέα τύπου 4' για συντελεστή φόρτισης FACT=3,0



Απεικόνιση Φορέα τύπου 4' για φόρτιση με FACT=1.0 ύστερα από αφαίρεση ενός εσωτερικού υποστυλώματος:



Παρατηρήσεις και σχόλια στον φορέα τύπου 4'

Μετά την αφαίρεση ενός εσωτερικού υποστυλώματος στην στάθμη του ισογείου, δημιουργείται άνοιγμα δοκού της τάξεως των 12m.

Για φόρτιση $G+0,30Q$ παρατηρούμε:

- αύξηση των αξονικών εντάσεων στα παρακείμενα υποστυλώματα και ενεργοποίηση των συνδέσμων δυσκαμψίας μέσω της λειτουργίας δικτύωματος στους δύο τελευταίους ορόφους.
- Οι ροπές κάμψης στις δοκούς και τα υποστυλώματα βρίσκονται μακριά από τα αντίστοιχα μεγέθη διαρροής.
- Οι μετατοπίσεις κατά την οριζόντια διεύθυνση u_x είναι της τάξεως των 6.0mm ,ενώ κατά την κατακόρυφη διεύθυνση οι μετατοπίσεις u_y δεν ξεπερνούν τα 9.5mm.
- Οι στροφές στις δυσμενέστερες θέσεις είναι της τάξεως του 0.6mrad.

Για συνεχή αύξηση του φορτίου έως $2 \times (G+0.30Q)$, ο φορέας μπορεί και παραλαμβάνει με τους ίδιους μηχανισμούς τα φορτία (λειτουργία δικτύωματος στους τελευταίους ορόφους κλπ.) ενώ σταδιακά φτάνουν σε κατάσταση διαρροής κάποια μέλη του (σύνδεσμοι δυσκαμψίας, κόμβοι).

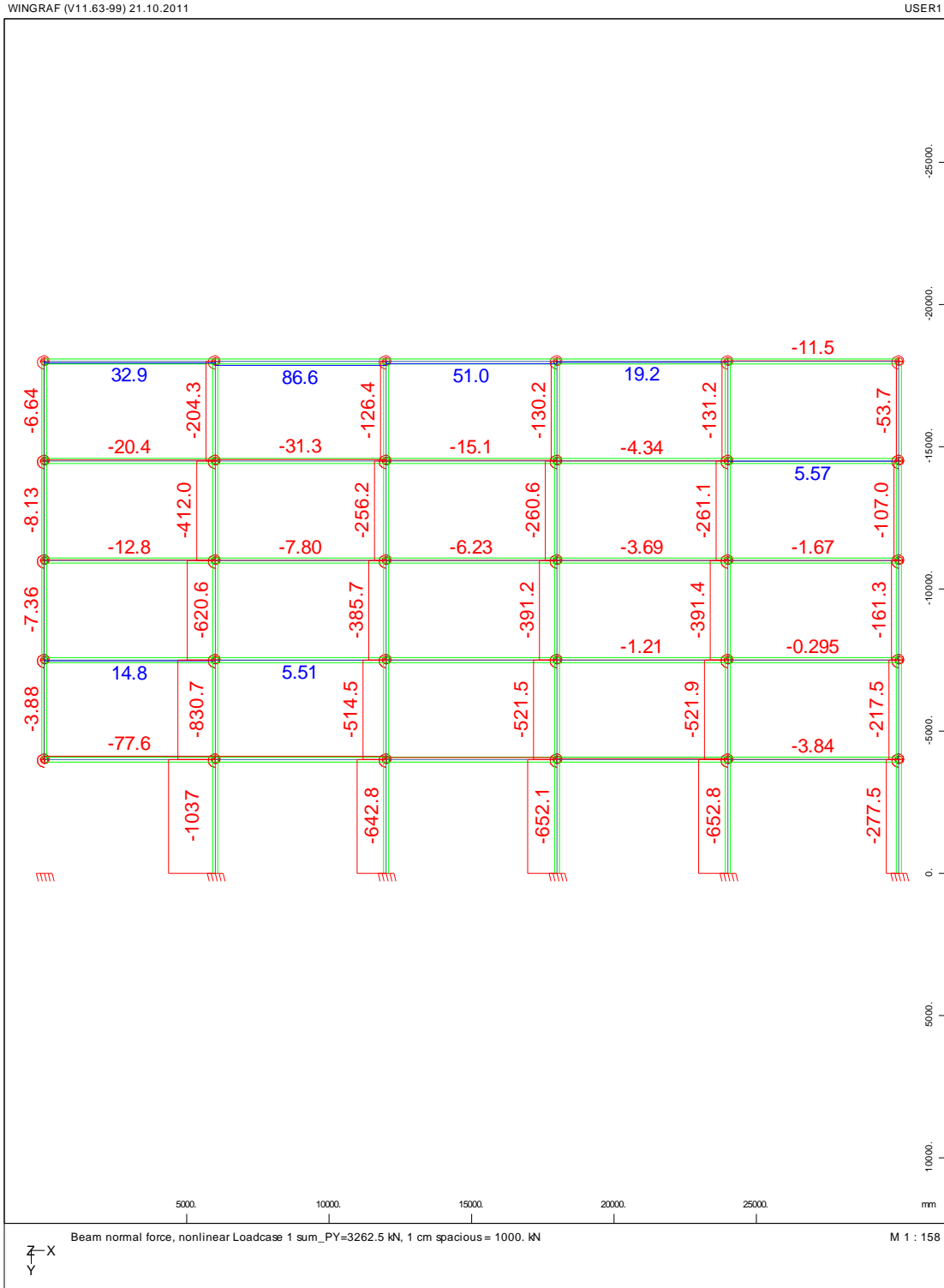
Για φόρτιση $3 \times (G+0.30Q)$, ο φορέας φτάνει στη φάση της κατάρρευσης. Σύμφωνα με το SOFISTIK δεν ικανοποιείται πλέον το ισοζύγιο ενέργειας.

- Υπάρχουν κόμβοι στήριξης δοκών που έχουν διαρρεύσει λόγω καταπόνησης σε κάμψη.
- Στα υποστυλώματα παρατηρούνται αξονικές εντάσεις που μόλις ξεπερνούν τα 2500kN οπότε και δεν έχουν διαρρεύσει.
- Οι σύνδεσμοι δυσκαμψίας δεν έχουν διαρρεύσει.
- Οι οριζόντιες μετατοπίσεις σε κάποιους κόμβους φτάνουν τα 19mm ενώ η κατακόρυφη βύθιση στον κόμβο που αφαιρέθηκε το υποστυλώμα είναι της τάξεως των 2.8cm.
- Οι στροφές στους κόμβους στήριξης της δοκού διπλάσιου ανοίγματος που δημιουργήθηκε κατά την αφαίρεση του υποστυλώματος αλλά και σε ορισμένων που βρίσκονται στην ίδια περιοχή στους υπερκείμενους ορόφους, φτάνουν τα 2 mrad το οποίο σημαίνει ότι έχουν ήδη διαρρεύσει.

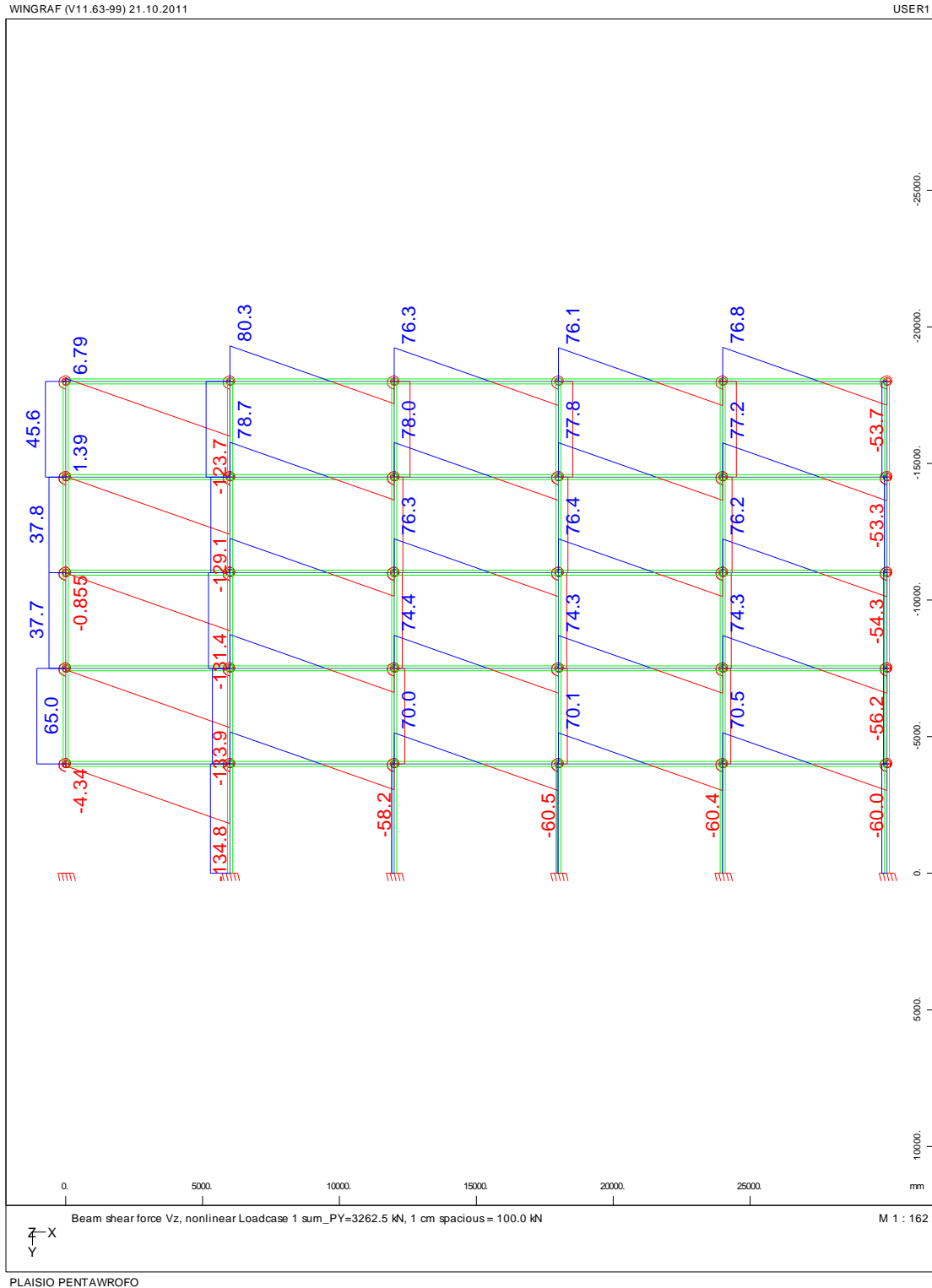
Το γεγονός ότι ο φορέας φτάνει στο στάδιο της κατάρρευσης για φορτία που δεν ξεπερνούν τα $3 \times (G+0.30Q)$, μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ο φορέας έχει μέτρια στιβαρότητα.

3.2.13 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 1' (απομάκρυνση ακραίου υποστυλώματος)

Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων N στο φορέα τύπου 1' για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



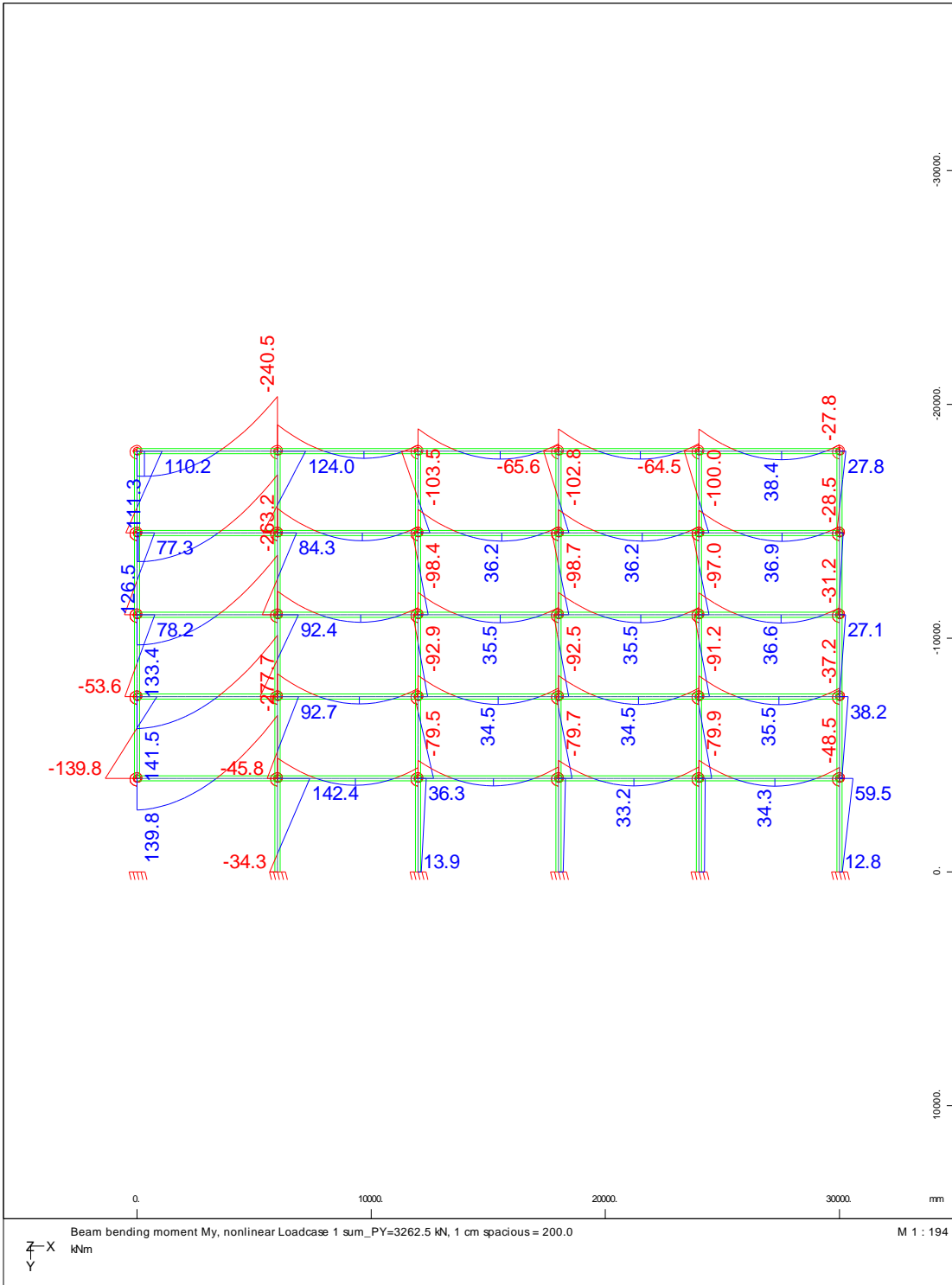
Διάγραμμα Τεμνουσών Δυνάμεων Q στο Φορέα τύπου 1' για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



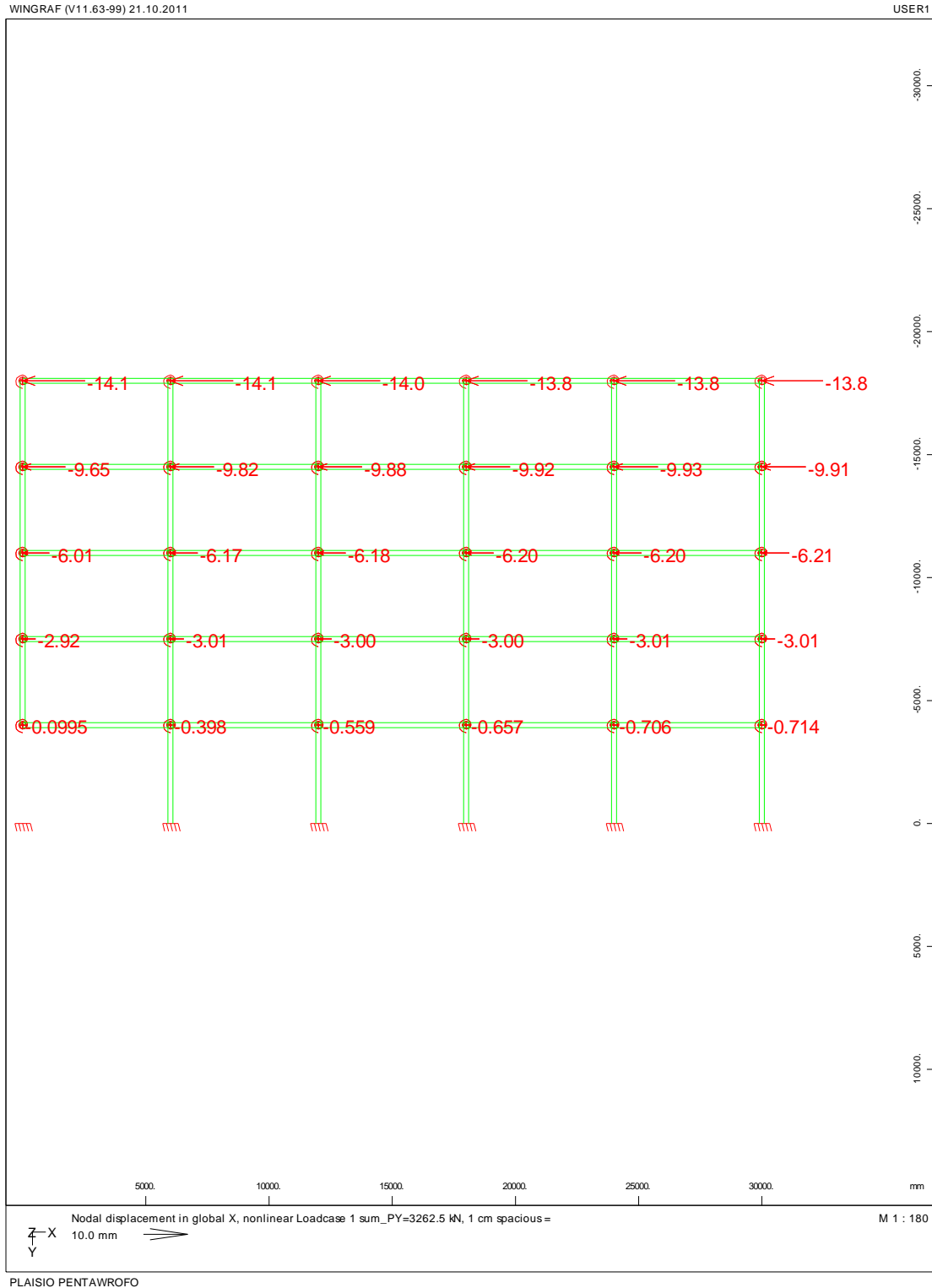
Διάγραμμα Καμπτικών Ροπών Μ στο Φορέα τύπου 1' για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0

WINGRAF (V11.63-99) 21.10.2011

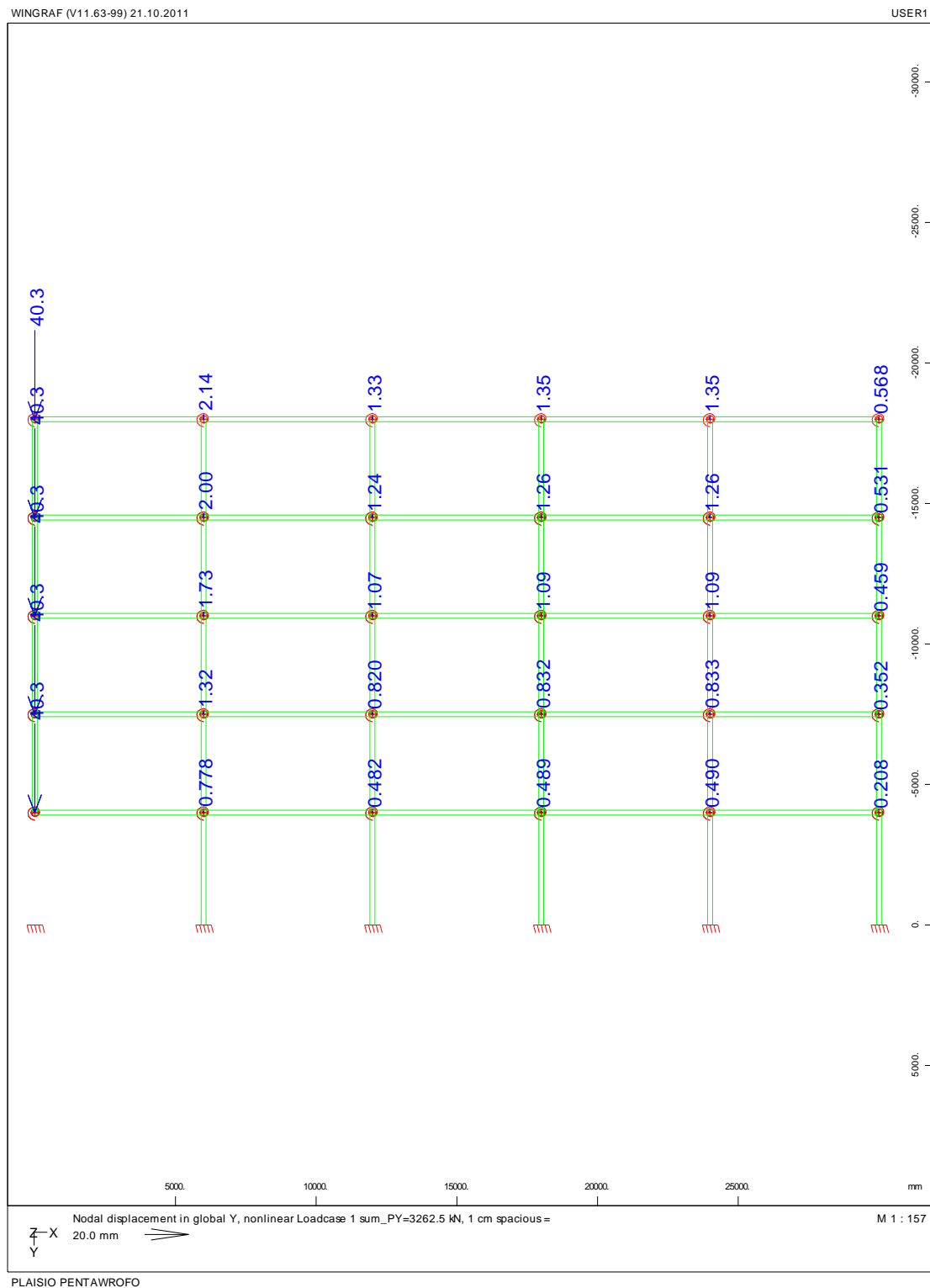
USER1



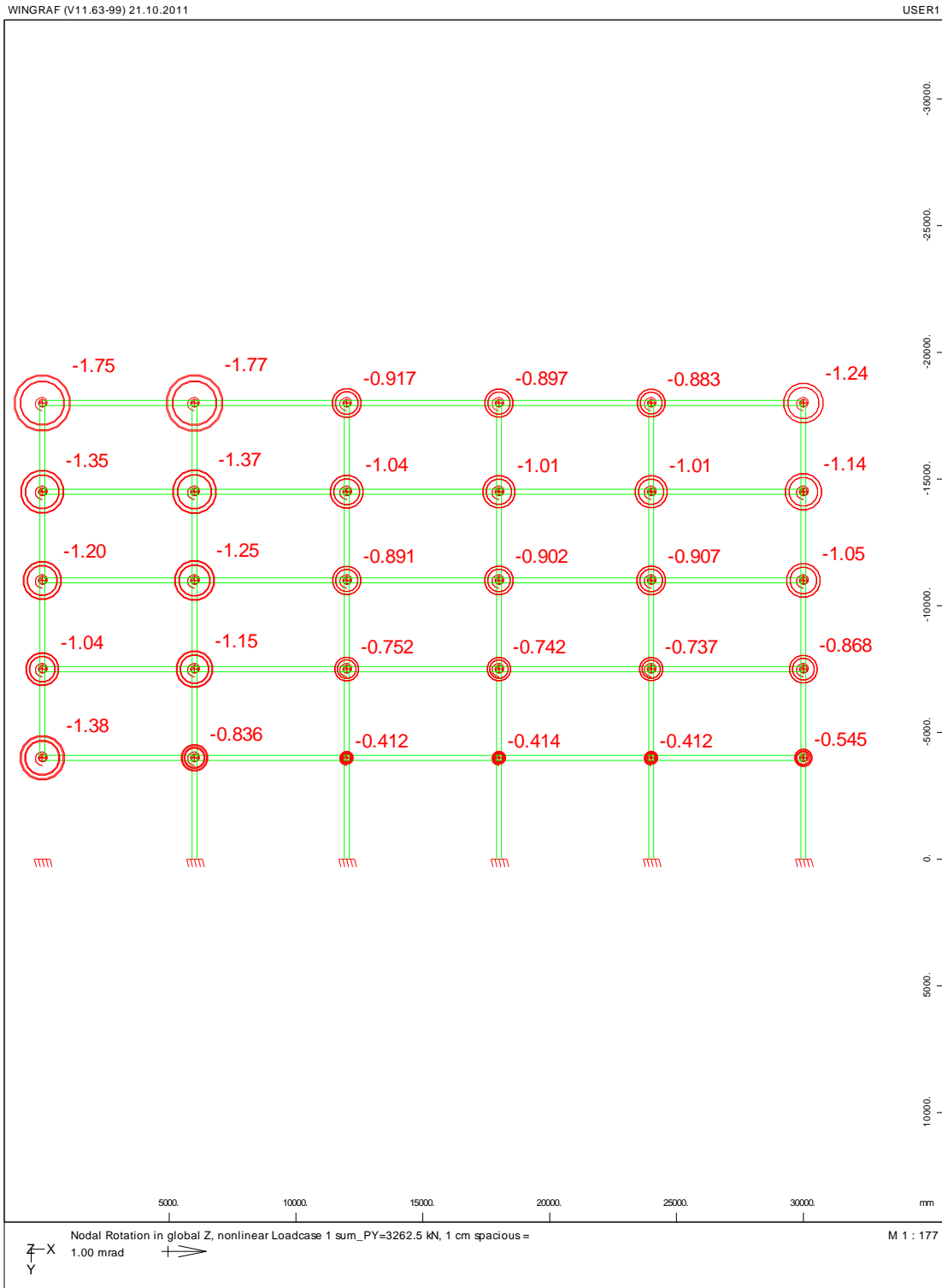
Διάγραμμα οριζόντιων μετατοπίσεων U_x (mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 1' για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



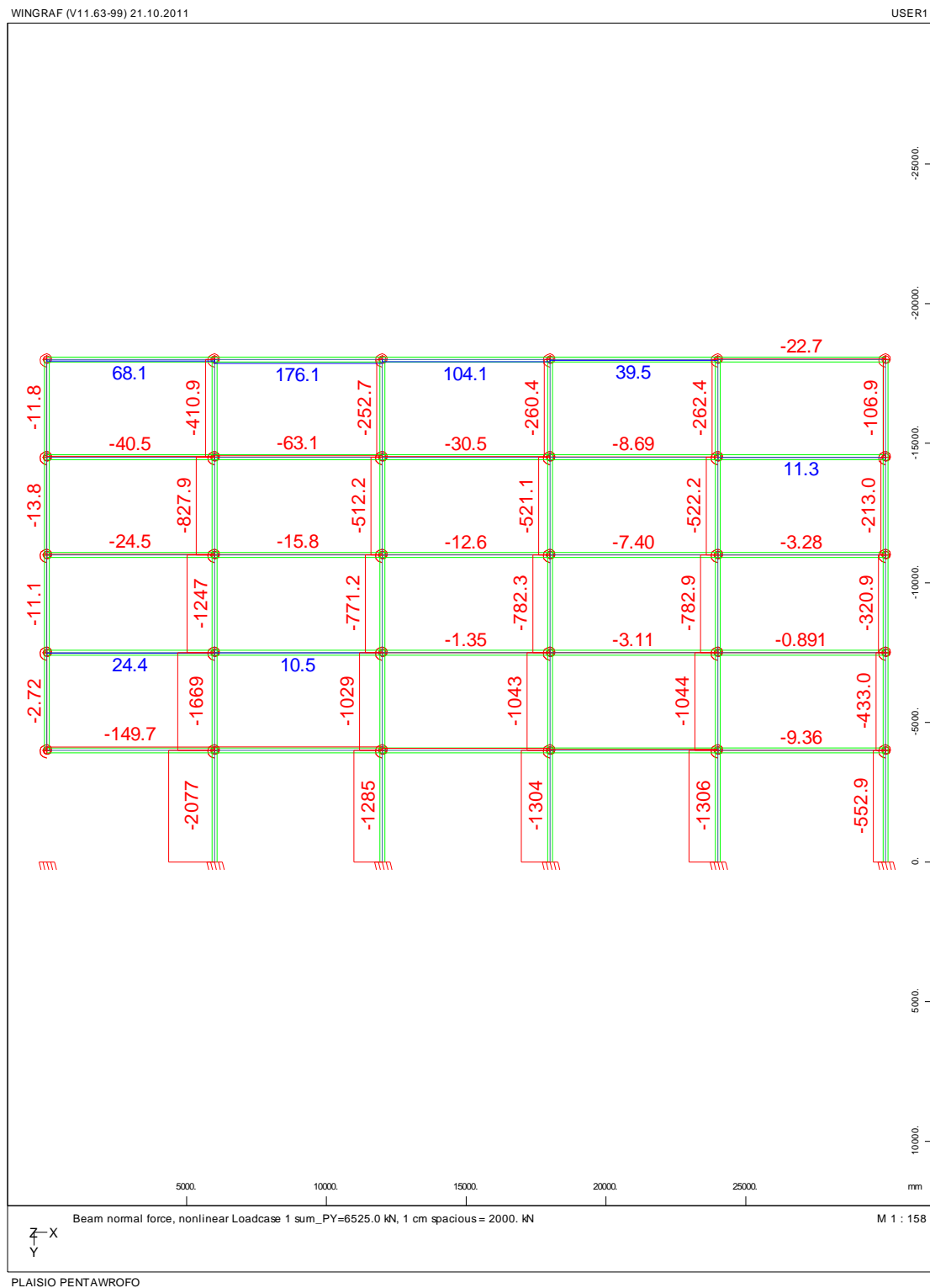
Διάγραμμα κατακόρυφων μετατοπίσεων Uy(mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 1' για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



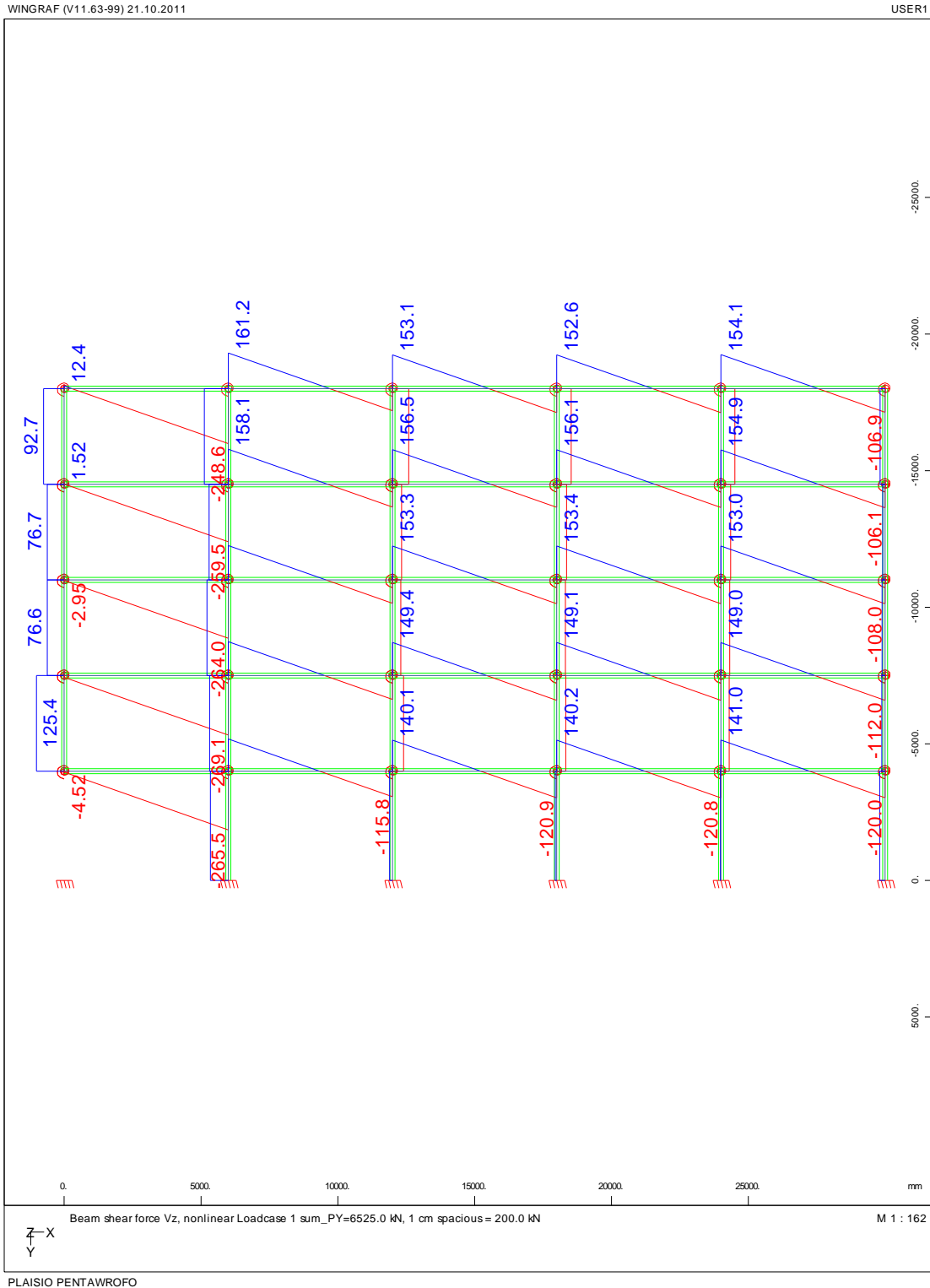
Διάγραμμα στροφών φ (mrad) των κόμβων στο Φορέα τύπου 1' για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



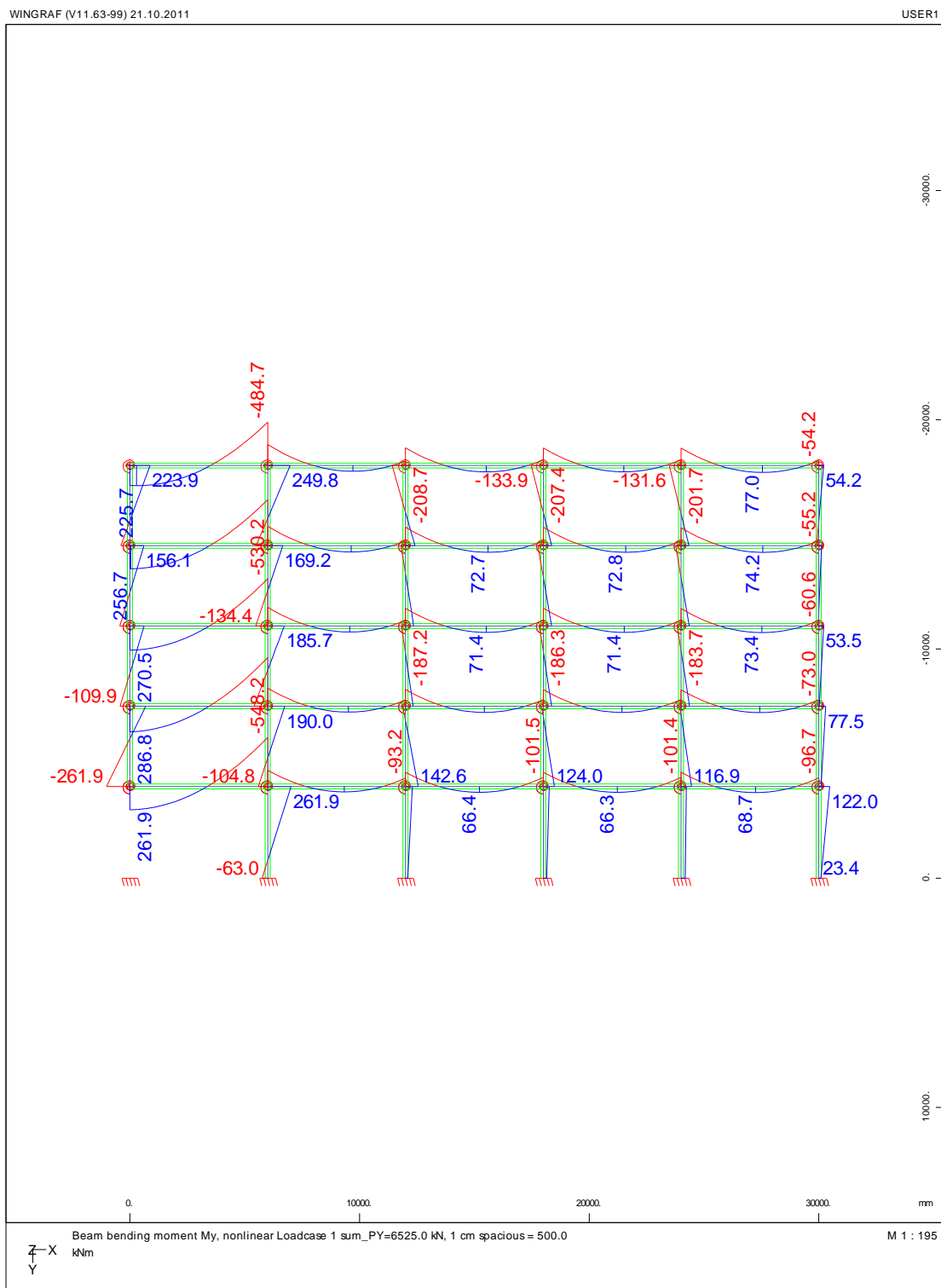
Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων N στο φορέα τύπου 1' για συντελεστή φόρτισης FACT=2,0



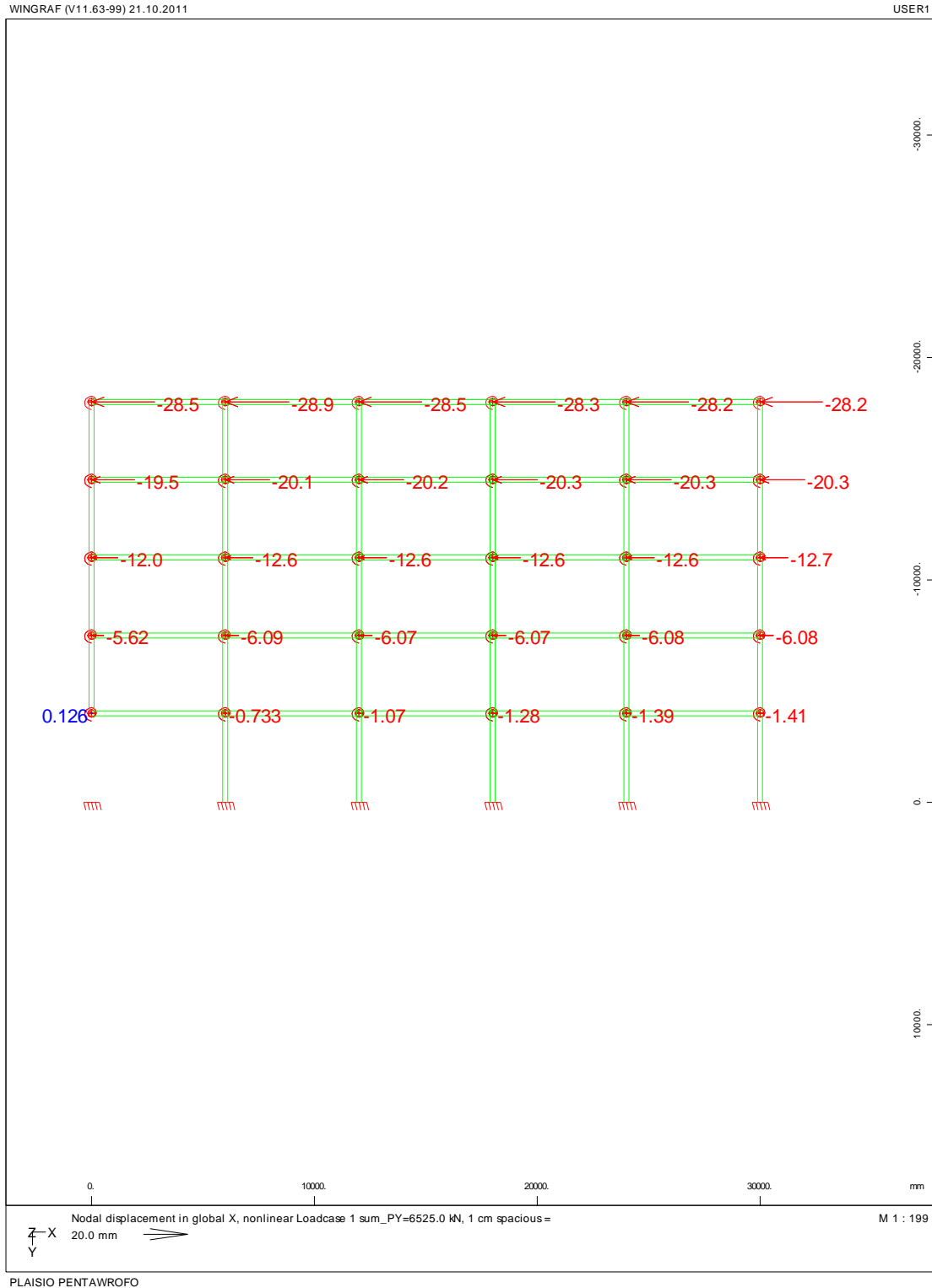
Διάγραμμα Τεμνουσών Δυνάμεων Q στο Φορέα τύπου 1' για συντελεστή φόρτισης FACT=2,0



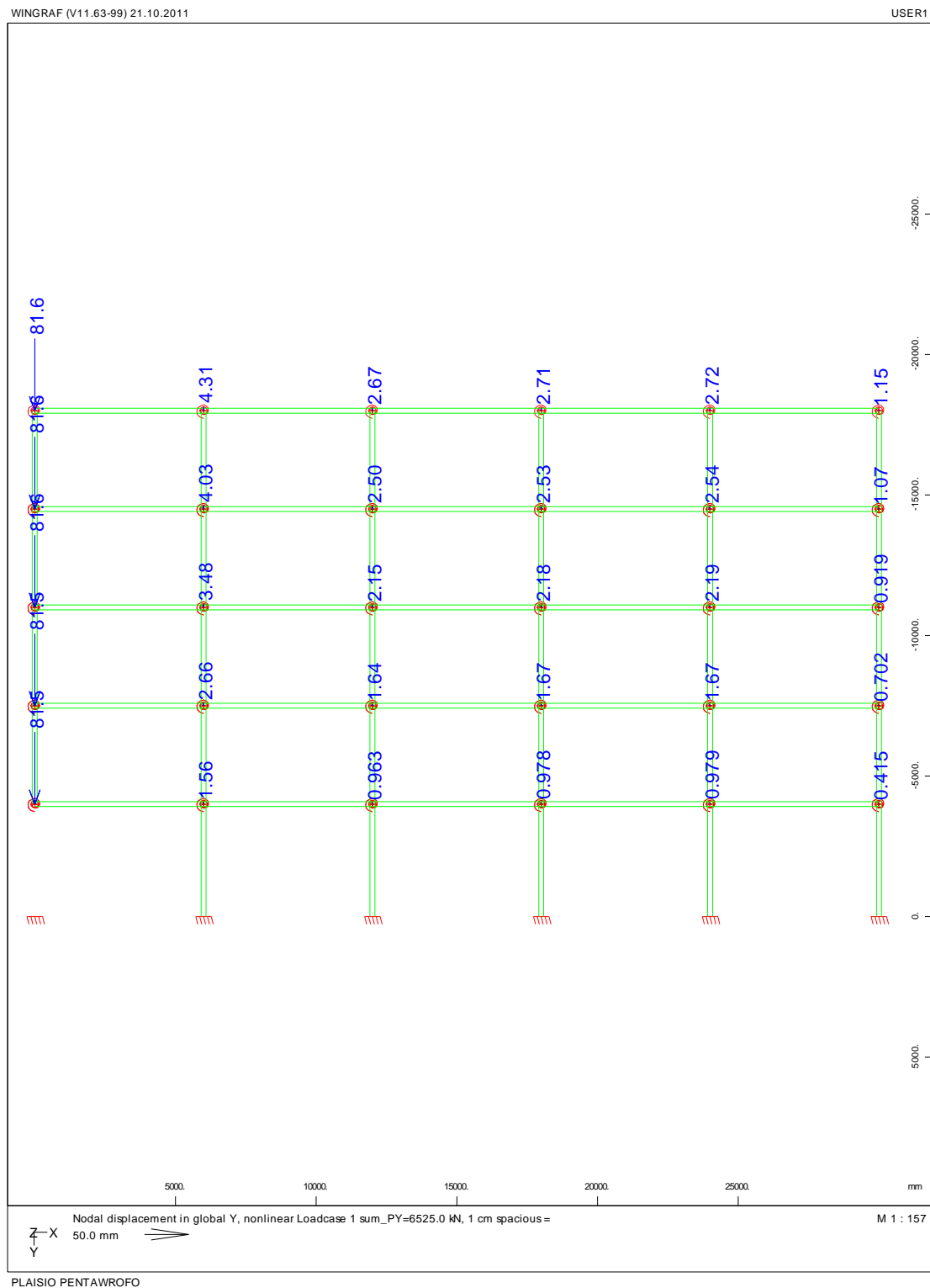
Διάγραμμα Καμπτικών Ροπών Μ στο Φορέα τύπου 1' για συντελεστή φόρτισης FACT=2,0



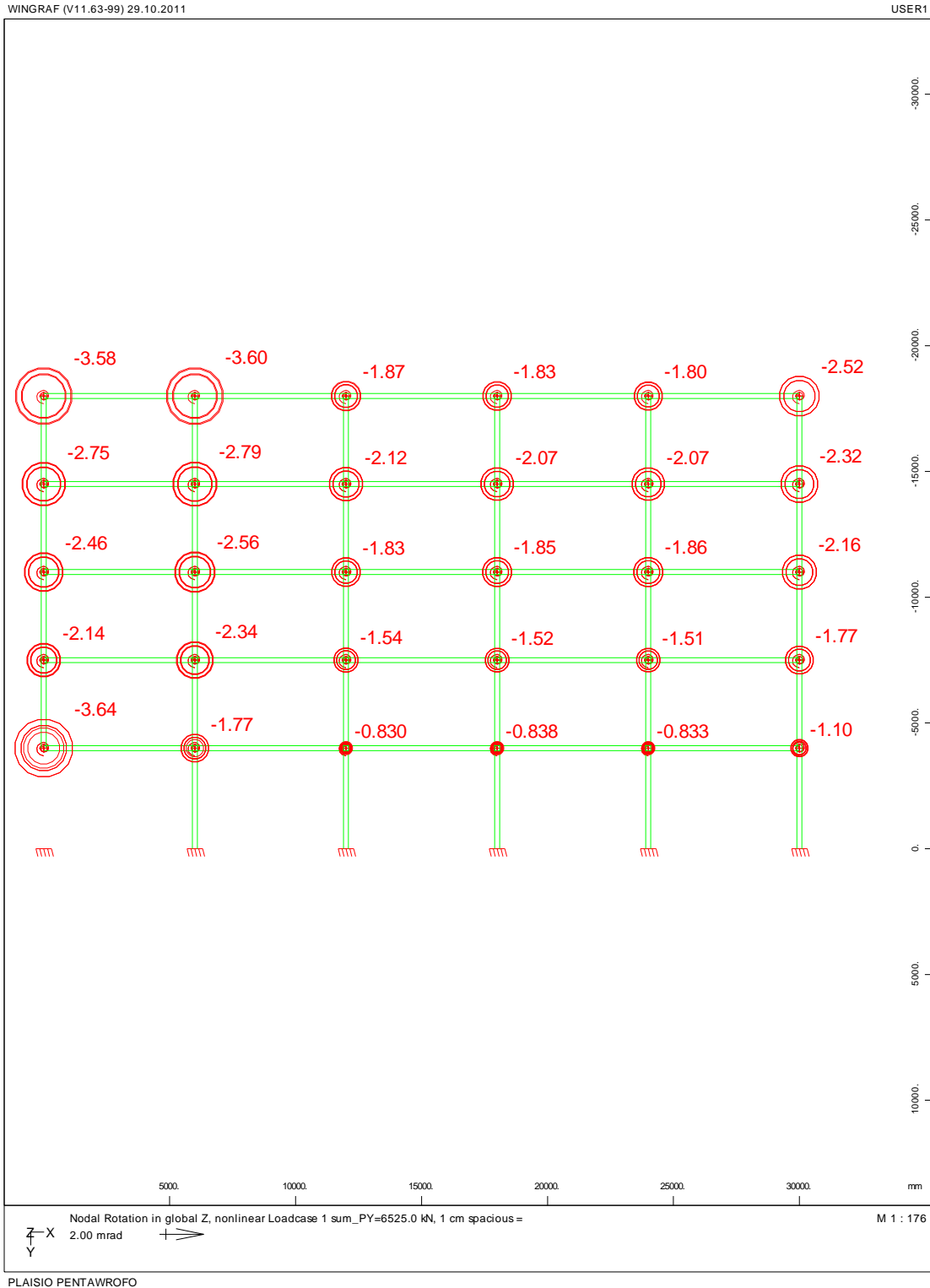
Διάγραμμα οριζόντιων μετατοπίσεων U_x (mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 1' για συντελεστή φόρτισης FACT=2,0



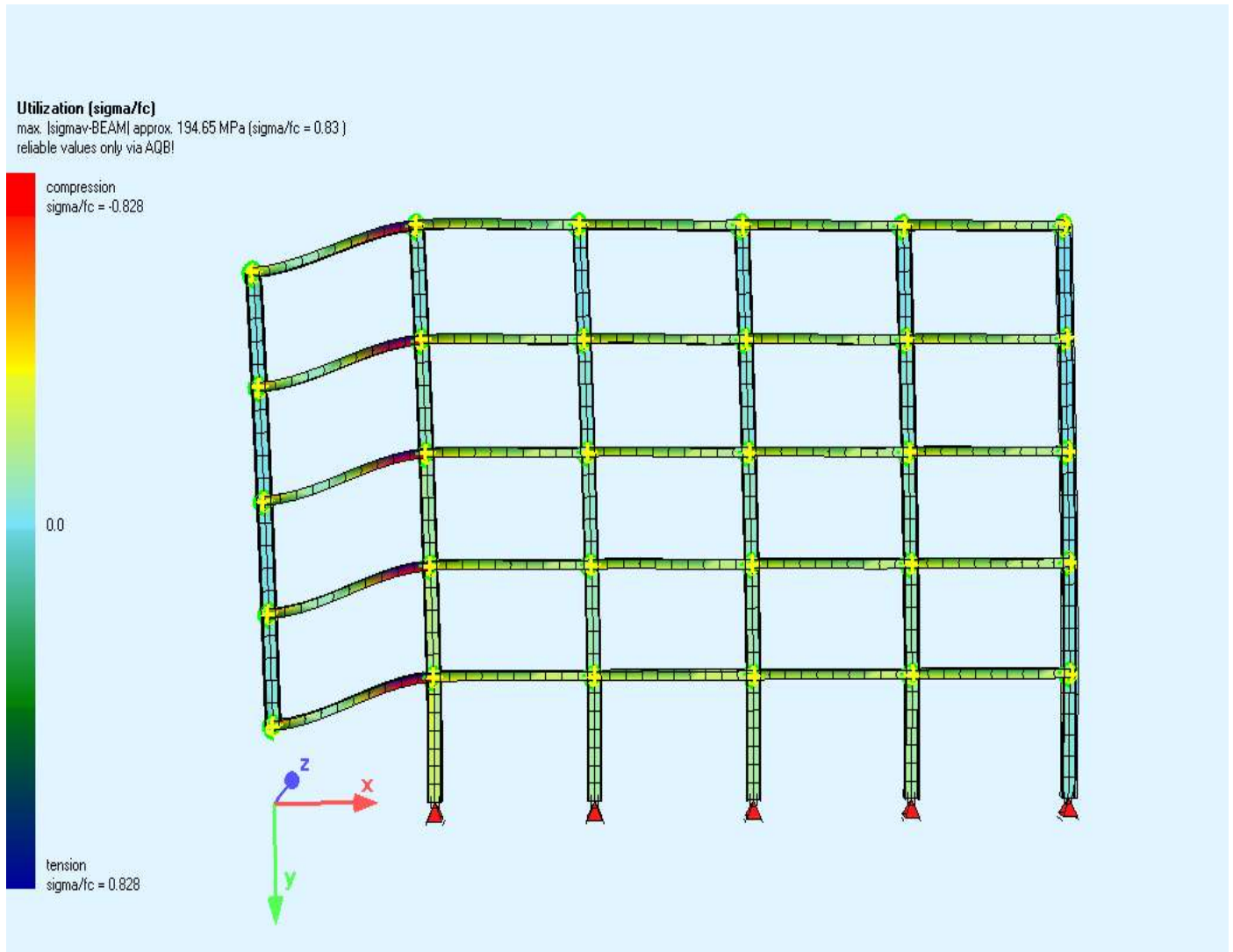
Διάγραμμα κατακόρυφων μετατοπίσεων Uy(mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 1' για συντελεστή φόρτισης FACT=2,0



Διάγραμμα στροφών φ (mrad) των κόμβων στο Φορέα τύπου 1' για συντελεστή φόρτισης FACT=2,0



Απεικόνιση Φορέα τύπου 1' για φόρτιση με FACT=1.0 ύστερα από αφαίρεση ενός ακραίου υποστυλώματος:



Παρατηρήσεις και σχόλια στον φορέα τύπου 1'

Μετά την αφαίρεση του ακραίου υποστυλώματος δημιουργείται ένας πρόβολος μήκους 6m, ο οποίος στηρίζεται στο παρακείμενο υποστύλωμα.

Για φόρτιση $G+0.30Q$ έχουμε:

- Αύξηση της έντασης στα υποστυλώματα και ιδιαίτερος στο παρακείμενο.
- Οι ροπές κάμψης που εντείνουν τους κόμβους στους οποίους στηρίζεται ο πρόβολος πλησιάζουν χωρίς όμως να ξεπερνούν τη ροπή διαρροής τους.
- Οι οριζόντιες μετατοπίσεις φτάνουν σε κάποιους κόμβους το όριο των 14mm, ενώ η κατακόρυφη βύθιση στους κόμβους όπου αφαιρέθηκε το υποστύλωμα είναι 4.05cm.
- Οι στροφές στους δυσμενέστερους κόμβους είναι της τάξεως των 1.5-2.0mrad.

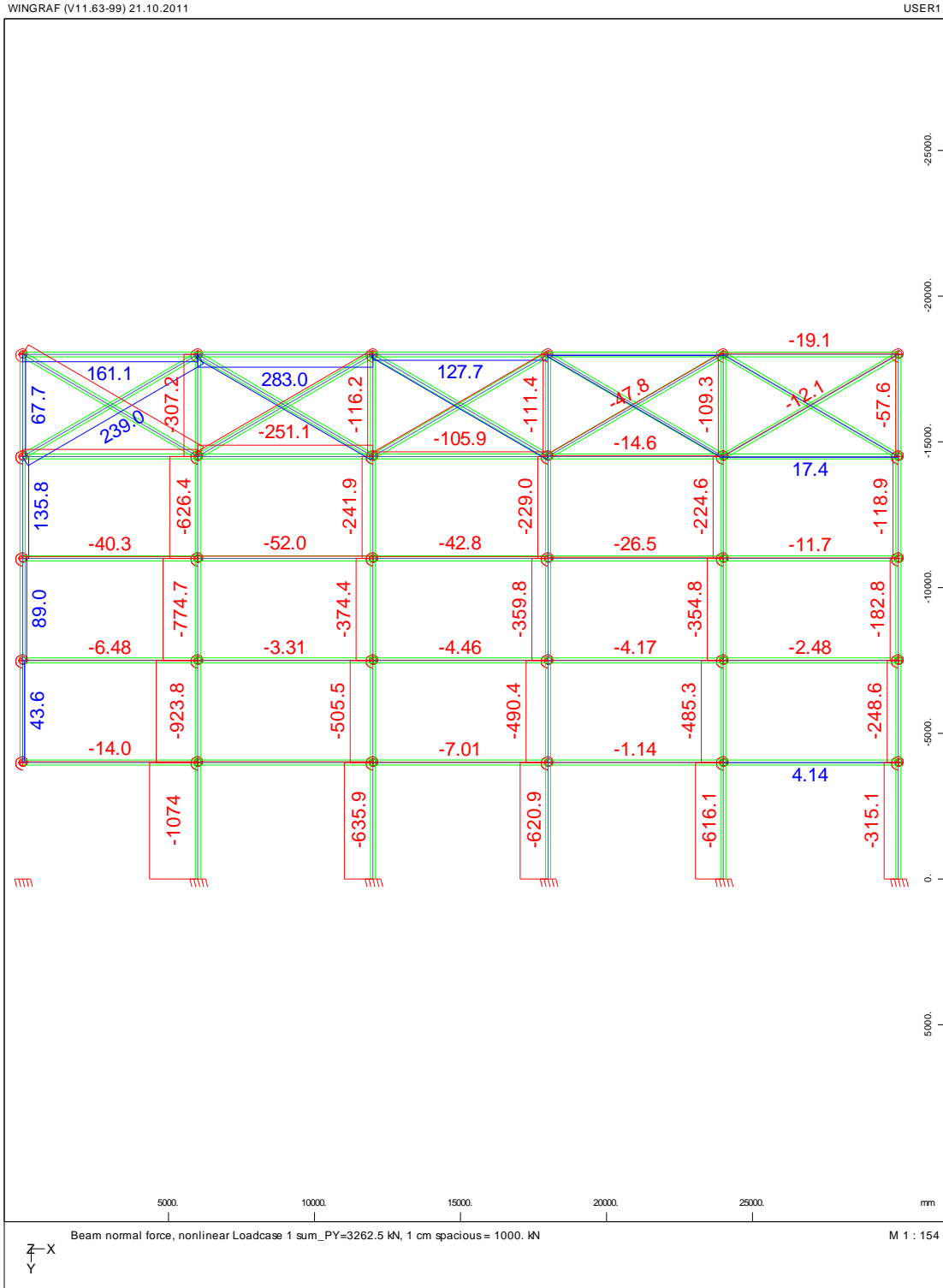
Για αύξηση της φόρτισης στα $2 \times (G+0.30Q)$ σύμφωνα με το SOFISTICK πάυει να ισχύει το ισοζύγιο ενέργειας του φορέα.

- Παρατηρούμε πλαστικοποίηση κάποιων κόμβων καθώς επίσης και κάποιων ακραίων δοκών λόγω κάμψης.
- Οι οριζόντιες μετατοπίσεις φτάνουν τα 2.5-3.0cm ενώ η κατακόρυφη βύθιση τα 8.15cm.
- Ο φορέας βρίσκεται ήδη στη φάση της κατάρρευσης (εάν δεν έχει καταρρεύσει ήδη), ενώ παράλληλα οι στροφές στους δυσμενέστερους κόμβους είναι της τάξης των 3.5mrad.

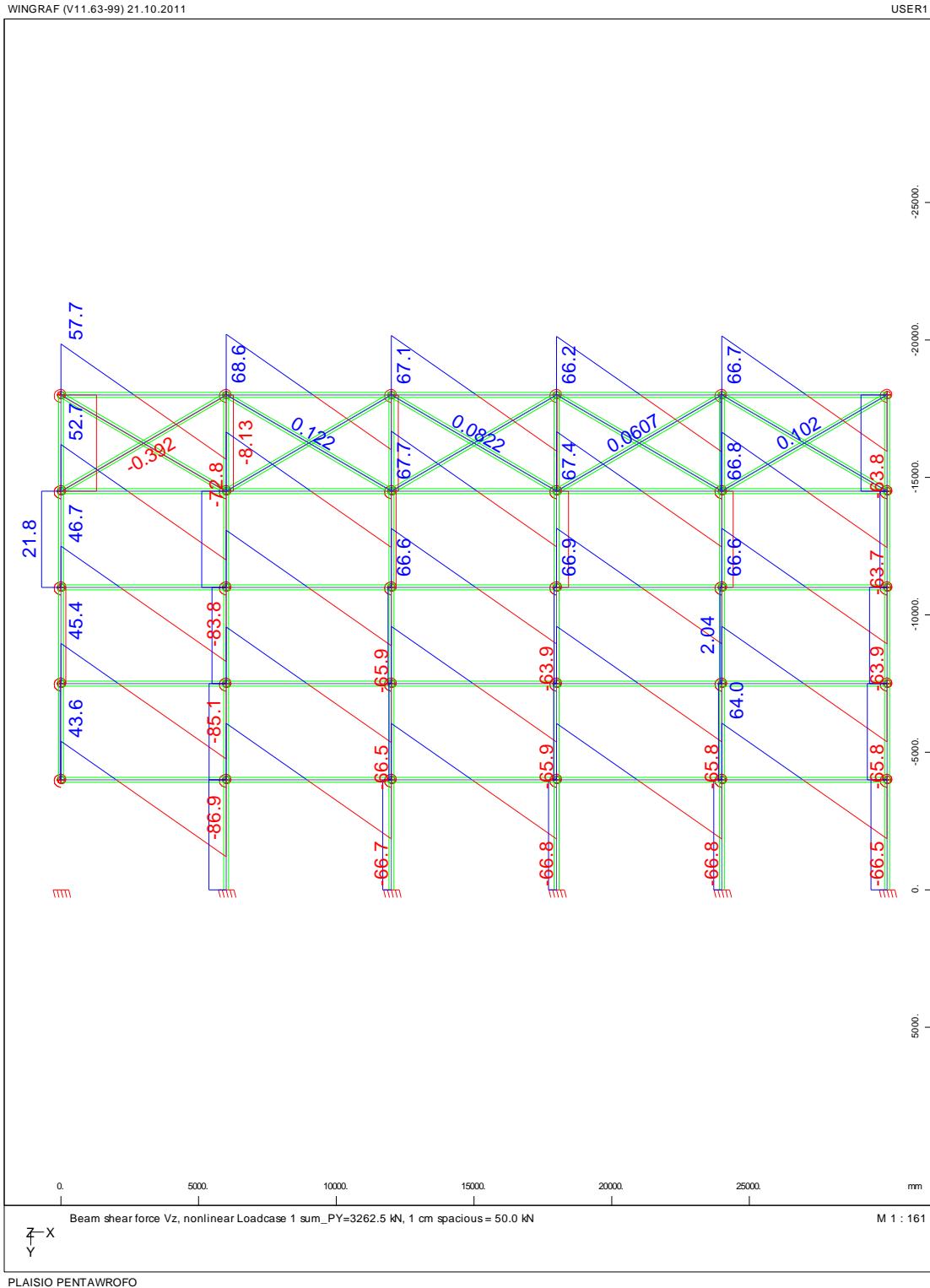
Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι ο συγκεκριμένος φορέας δεν παρουσιάζει επαρκή στιβαρότητα αφού για χαμηλή σχετικά φόρτιση φτάνει στο στάδιο της κατάρρευσης.

3.2.14 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 2' (απομάκρυνση ακραίου υποστυλώματος)

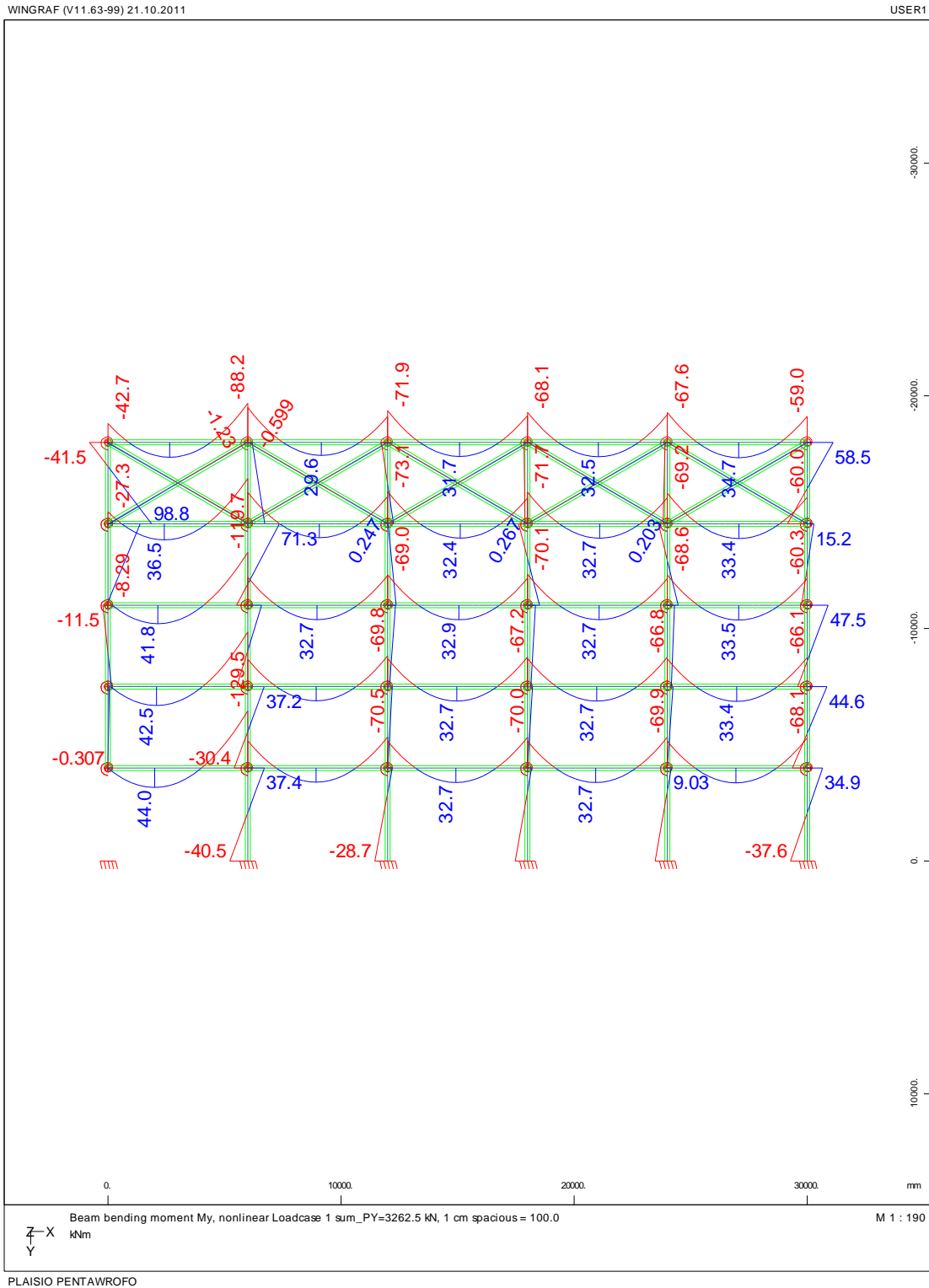
Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων N στο φορέα τύπου 2' για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



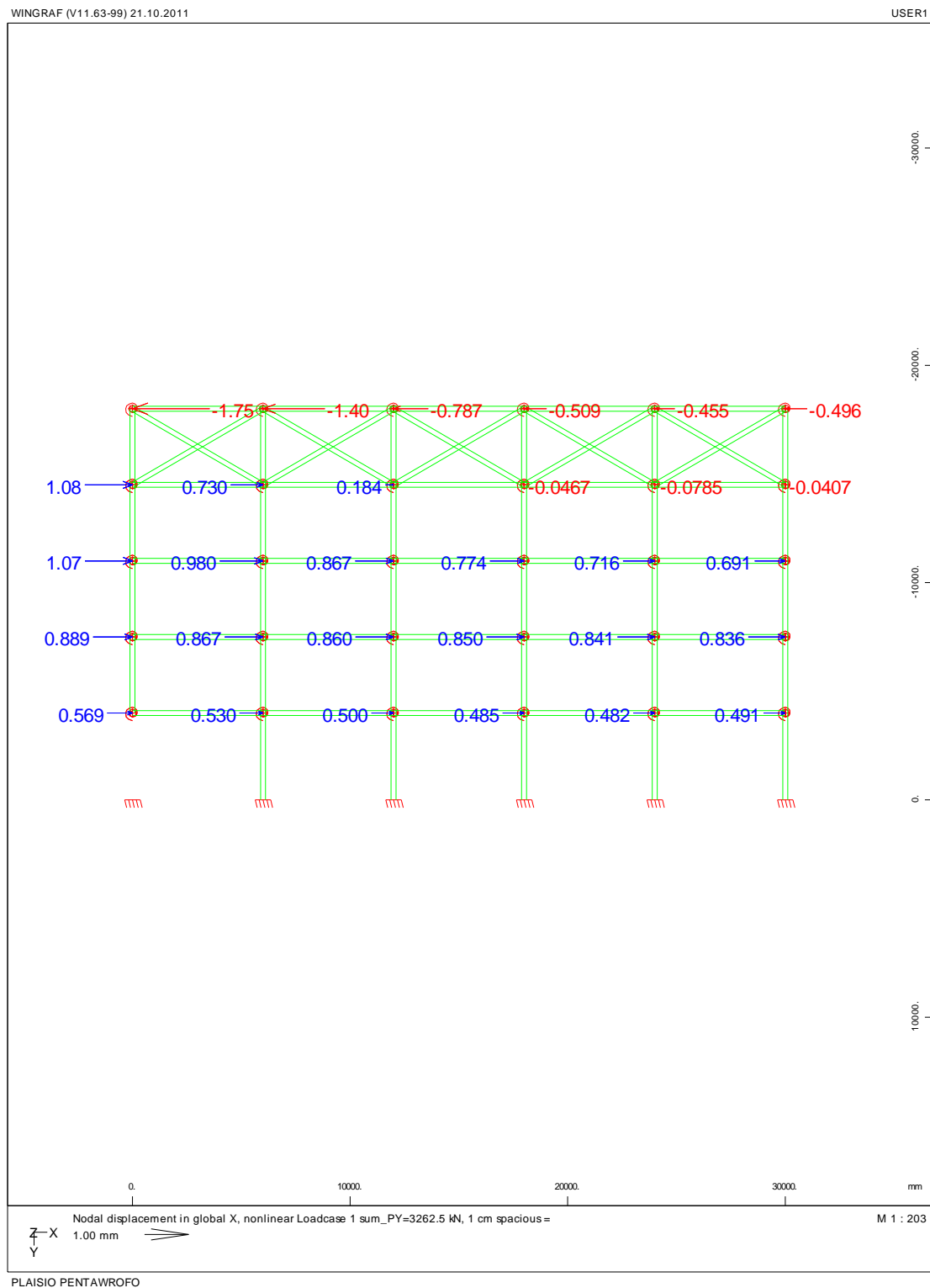
Διάγραμμα Τεμνουσών Δυνάμεων Q στο Φορέα τύπου 2' για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



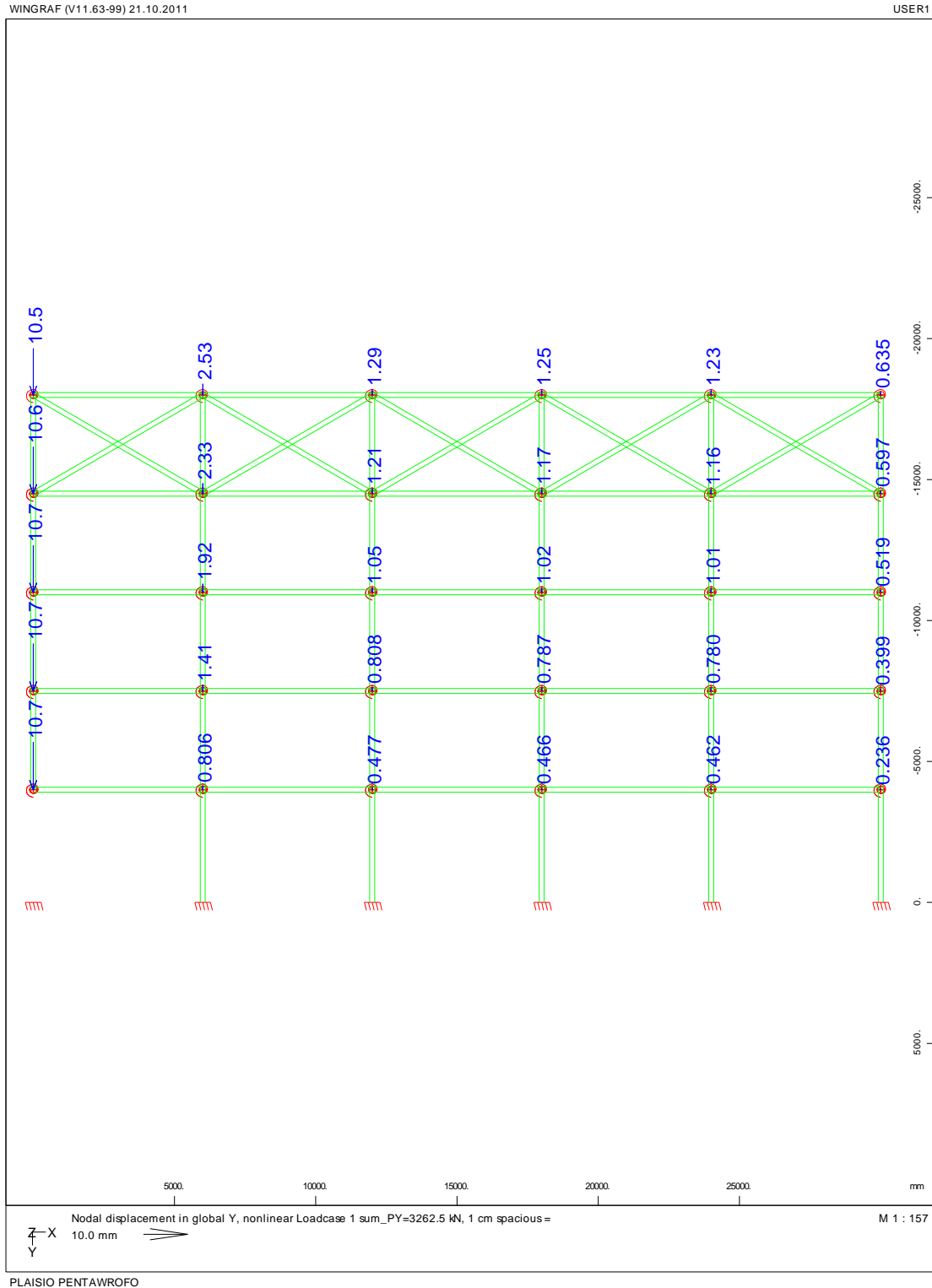
Διάγραμμα Καμπτικών Ροπών Μ στο Φορέα τύπου 2' για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



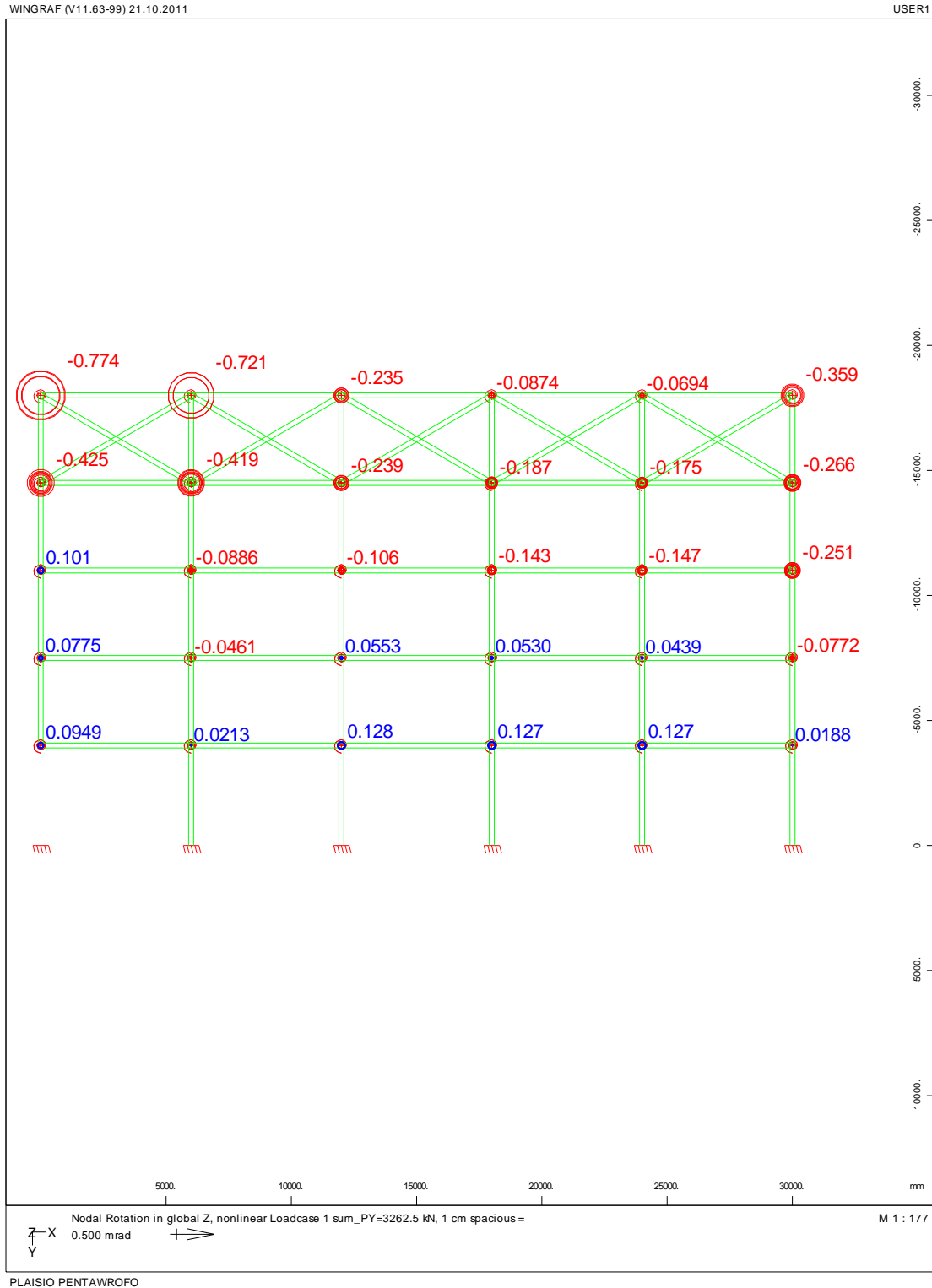
Διάγραμμα οριζόντιων μετατοπίσεων U_x (mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 2' για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



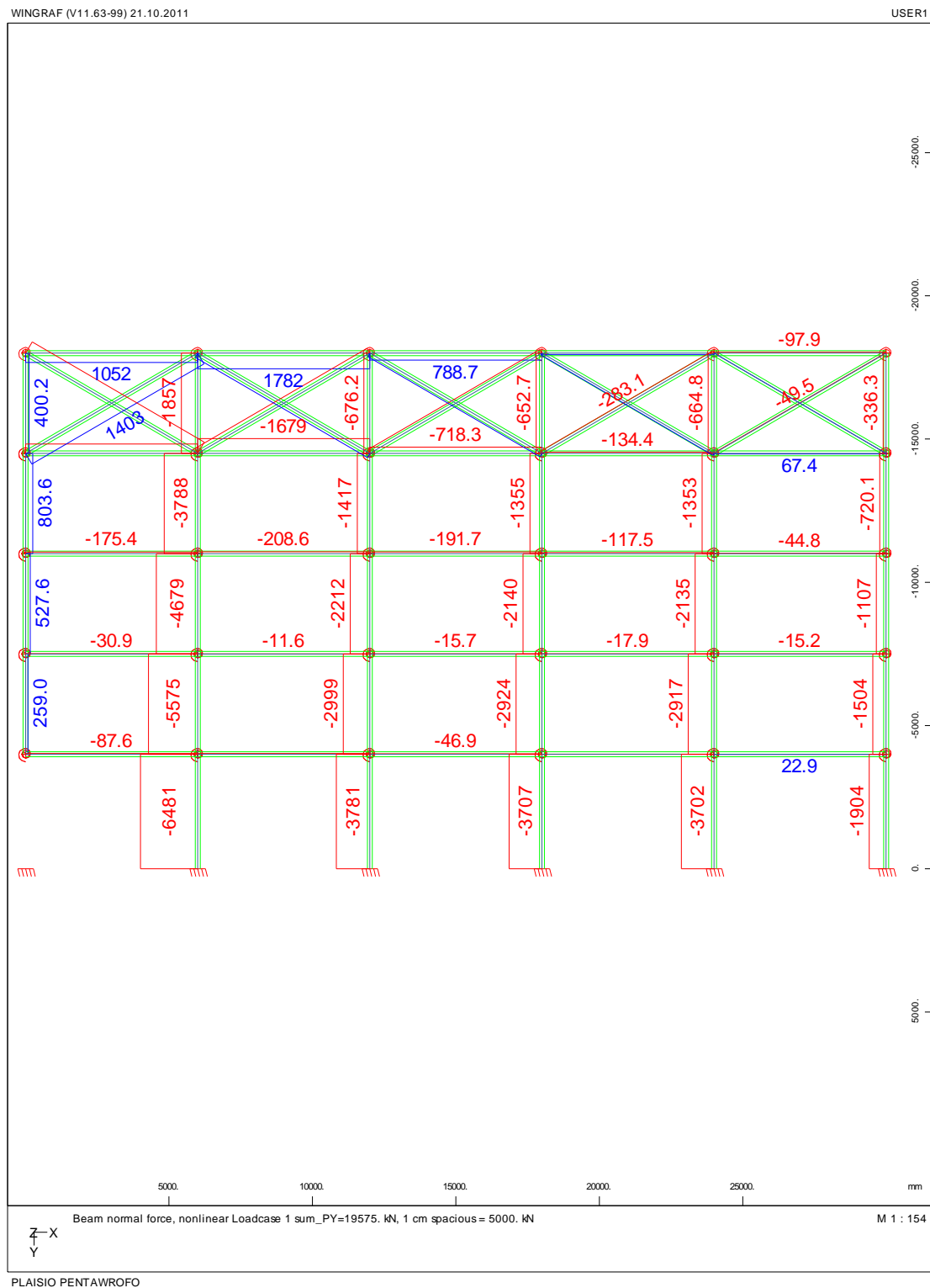
Διάγραμμα κατακόρυφων μετατοπίσεων Uy(mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 2' για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



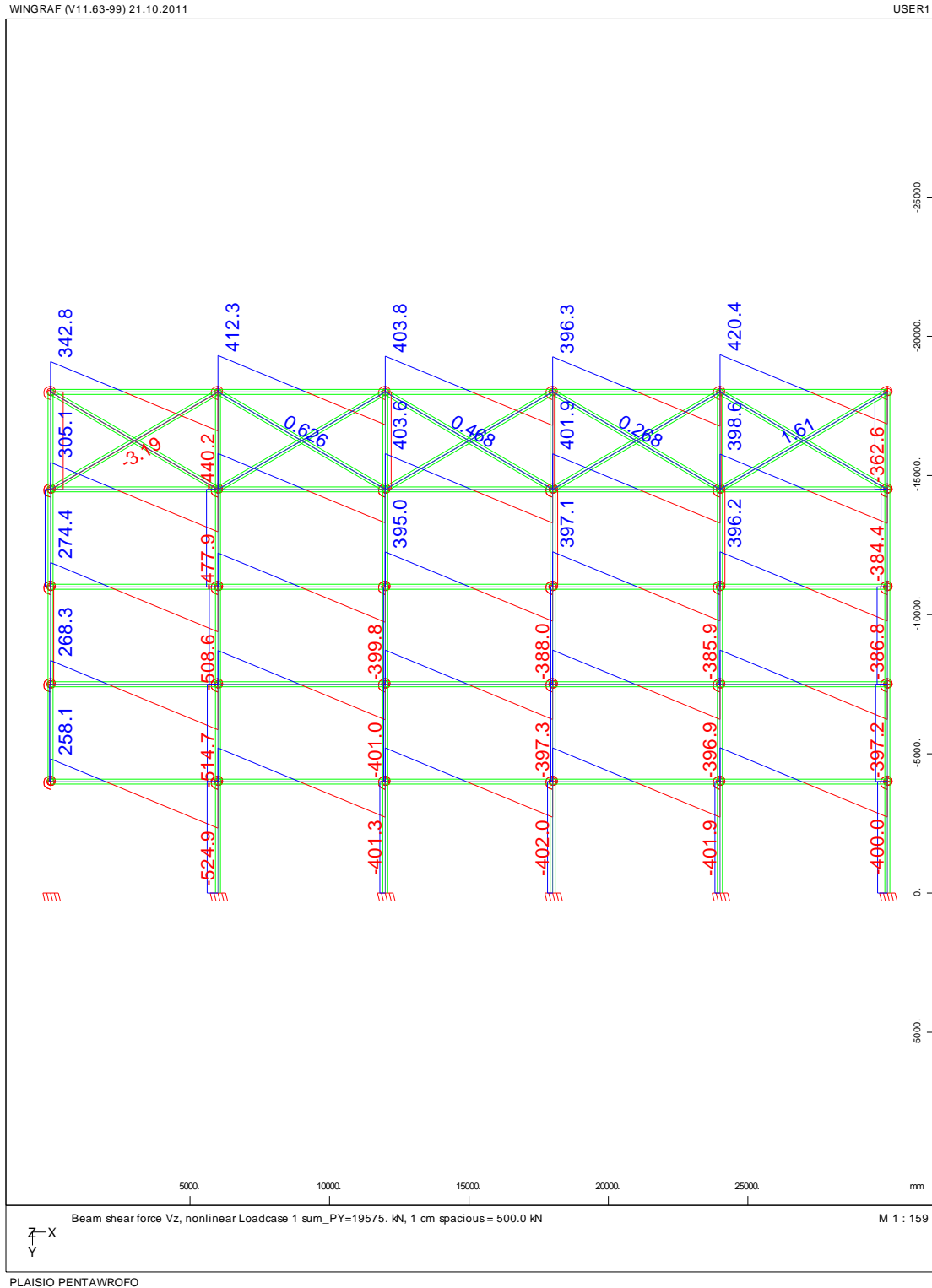
Διάγραμμα στροφών φ (mrad) των κόμβων στο Φορέα τύπου 2' για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων N στο φορέα τύπου 2' για συντελεστή φόρτισης FACT=6,0



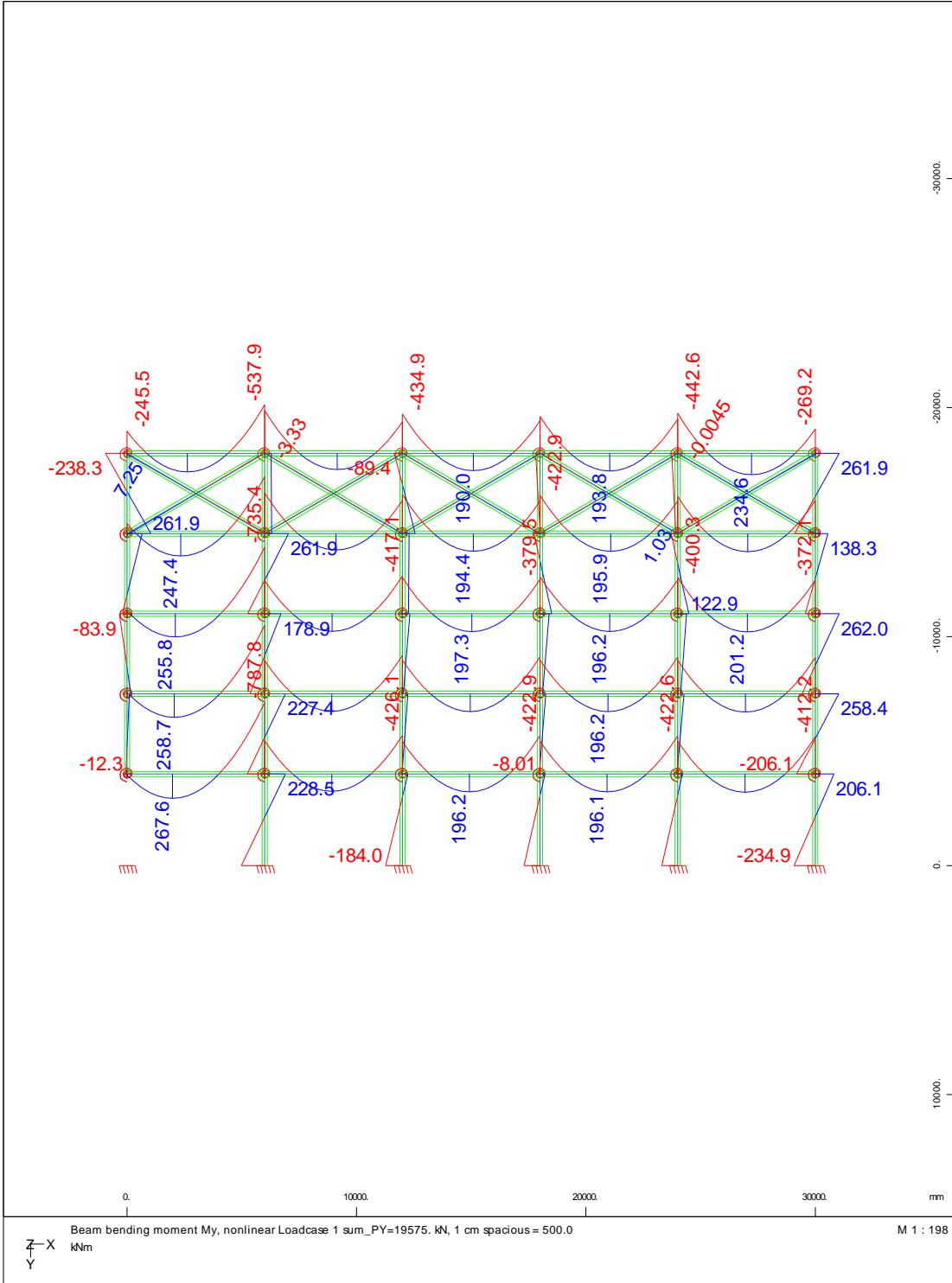
Διάγραμμα Τεμνουσών Δυνάμεων Q στο Φορέα τύπου 2' για συντελεστή φόρτισης FACT=6,0



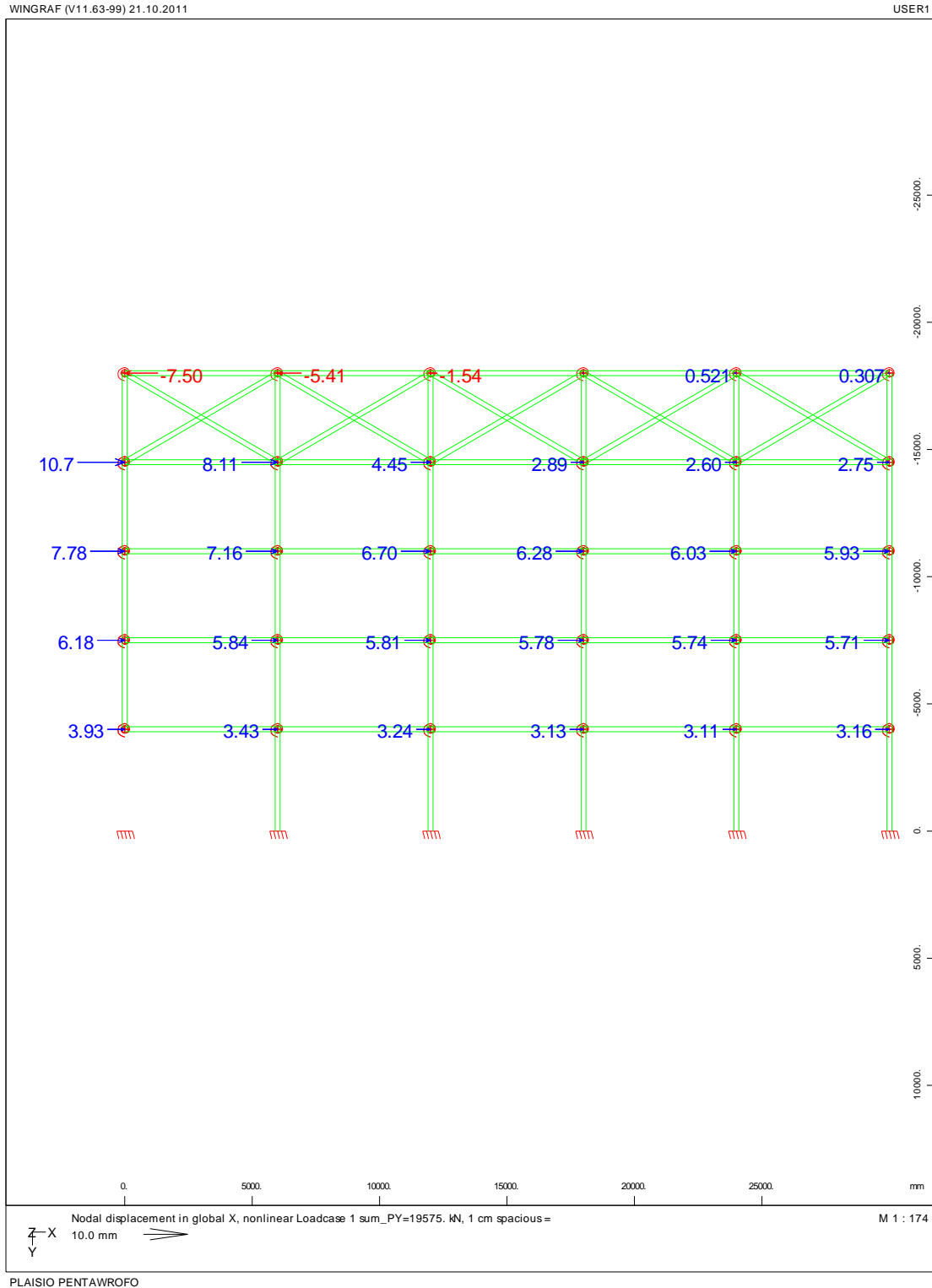
Διάγραμμα Καμπτικών Ροπών Μ στο Φορέα τύπου 2' για συντελεστή φόρτισης FACT=6,0

WINGRAF (V11.63-99) 21.10.2011

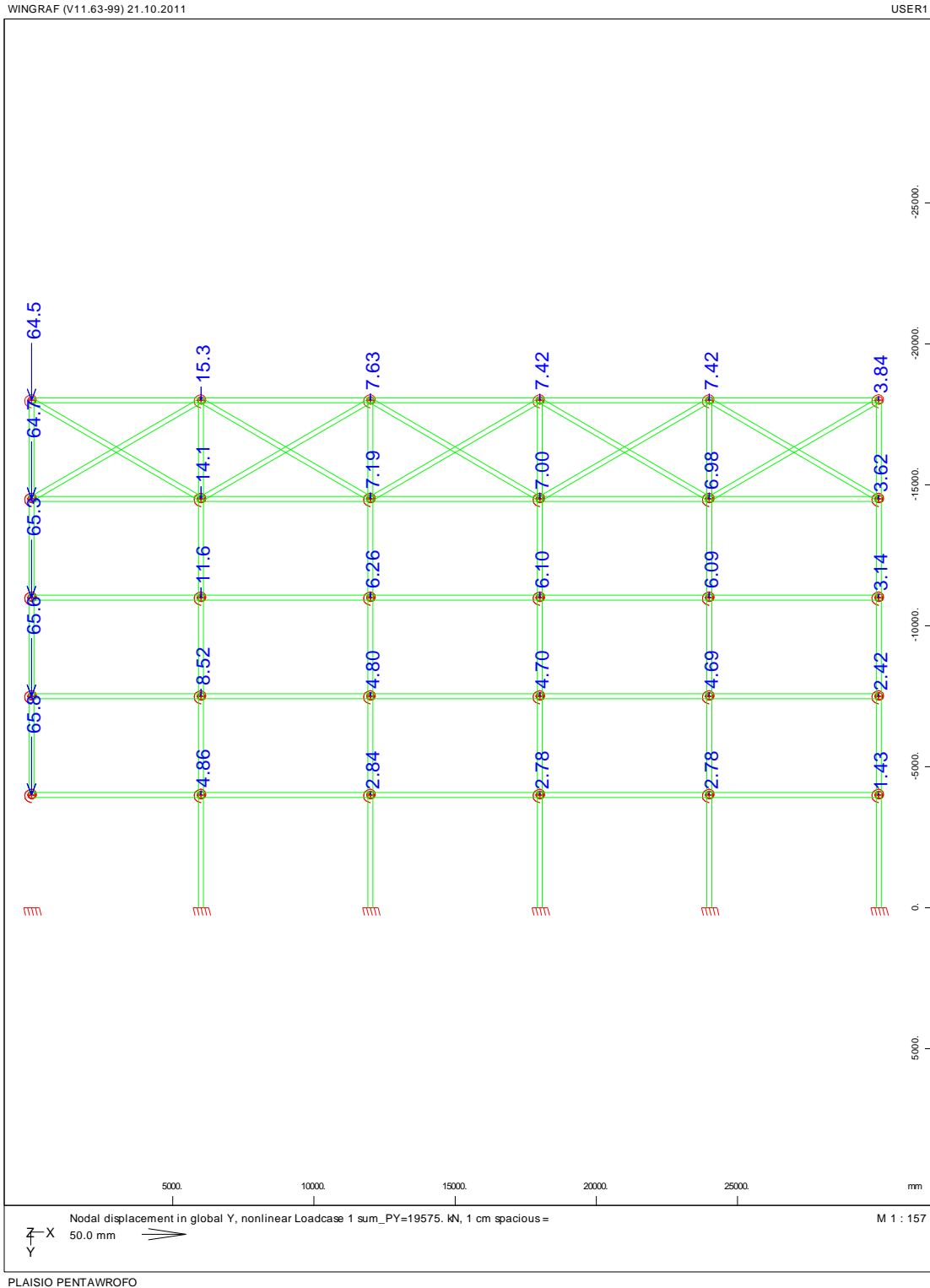
USER1



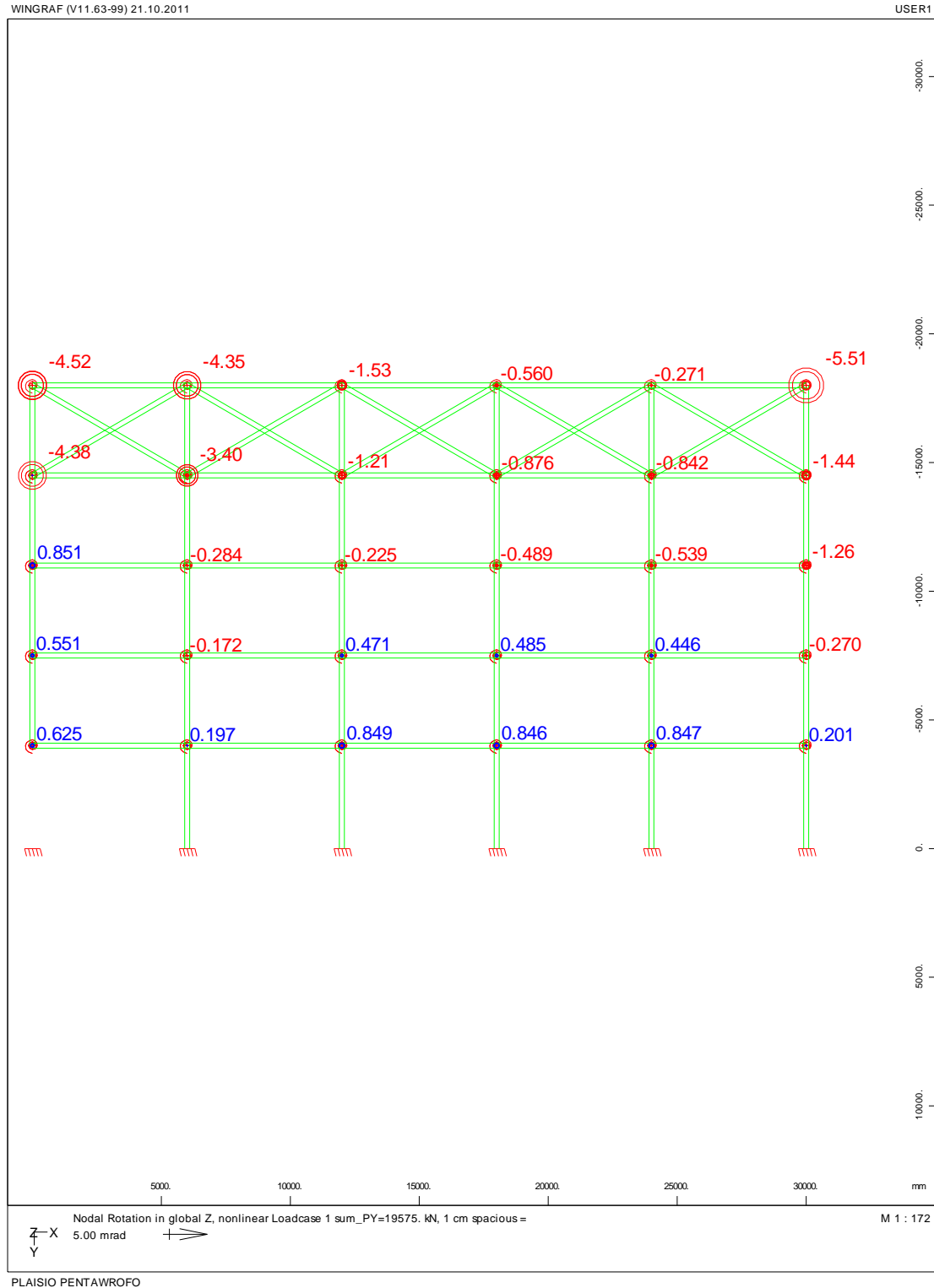
Διάγραμμα οριζόντιων μετατοπίσεων U_x (mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 2' για συντελεστή φόρτισης FACT=6,0



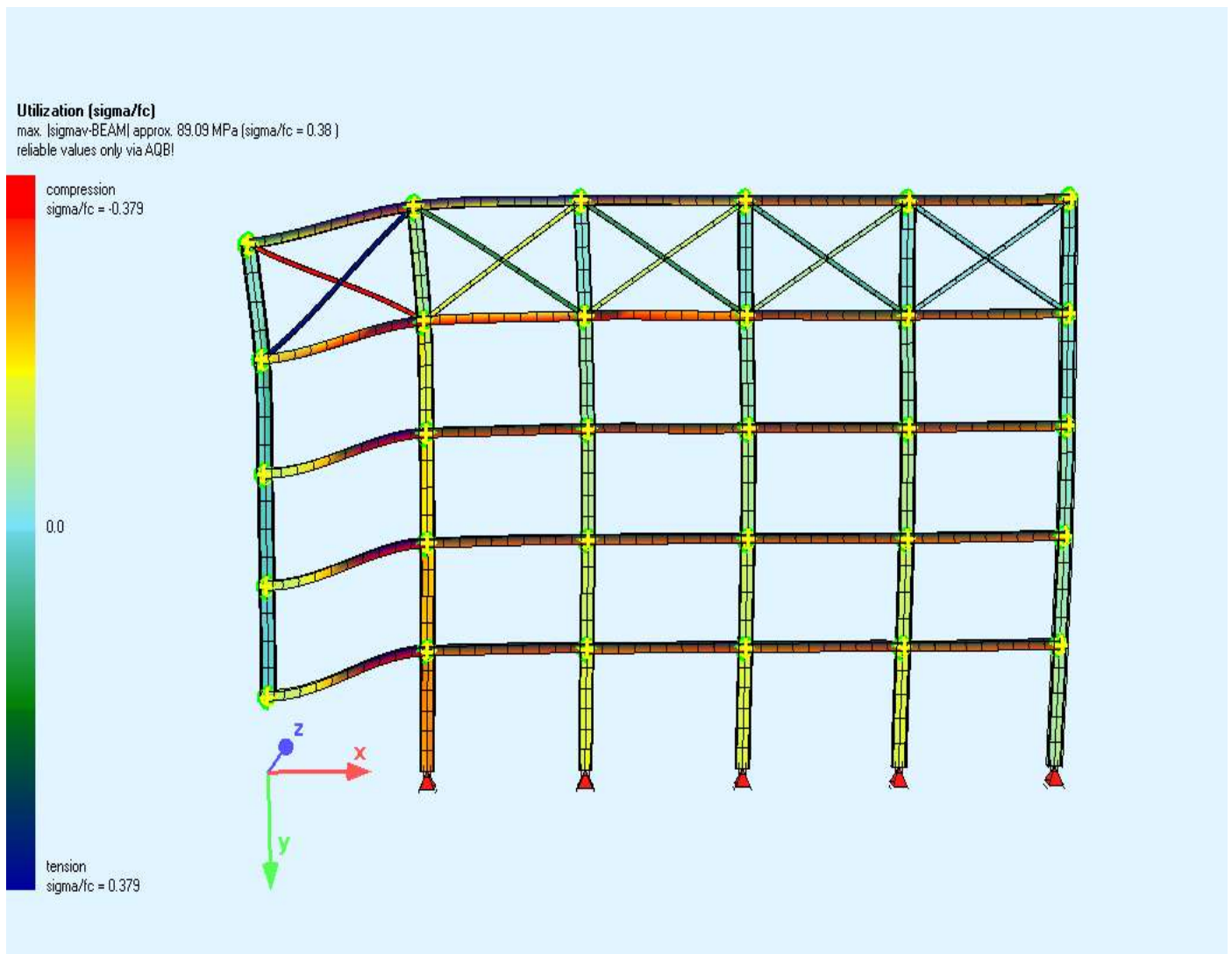
Διάγραμμα κατακόρυφων μετατοπίσεων U_y (mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 2' για συντελεστή φόρτισης FACT=6,0



Διάγραμμα στροφών φ (mrad) των κόμβων στο Φορέα τύπου 2' για συντελεστή φόρτισης FACT=6,0



Απεικόνιση Φορέα τύπου 2' για φόρτιση με FACT=1.0 ύστερα από αφαίρεση ενός ακραίου υποστυλώματος:



Παρατηρήσεις και σχόλια στον φορέα τύπου 2

Μετά την αφαίρεση του ακραίου υποστυλώματος δημιουργείται ένας πρόβολος μήκους 6m, ο οποίος στηρίζεται στο παρακείμενο υποστύλωμα.

Για φόρτιση $G+0.30Q$ παρατηρούμε:

- Αύξηση των αξονικών εντάσεων στα υποστυλώματα και κυρίως στο παρακείμενο, με παράλληλη ενεργοποίηση των συνδέσμων δυσκαμψίας μέσω της λειτουργίας δικτυώματος στον τελευταίο όροφο.
- Οι ροπές κάμψης που εντείνουν τους κόμβους στους οποίους στηρίζεται ο πρόβολος δεν ξεπερνούν τη ροπή διαρροής τους.
- Οι οριζόντιες μετατοπίσεις φτάνουν σε κάποιους κόμβους τα 1.7 mm, ενώ η κατακόρυφη βύθιση στους κόμβους όπου αφαιρέθηκε το υποστύλωμα είναι 1.1cm.
- Οι στροφές στους κόμβους που έχουν διαρρεύσει είναι της τάξεως των 0.5-0.8mrad.

Για συνεχή αύξηση του φορτίου έως $5 \times (G+0.30Q)$, ο φορέας μπορεί και παραλαμβάνει με τους ίδιους μηχανισμούς τα φορτία, ενώ σταδιακά φτάνουν σε κατάσταση διαρροής κάποια μέλη του (σύνδεσμοι δυσκαμψίας και κόμβοι στήριξης).

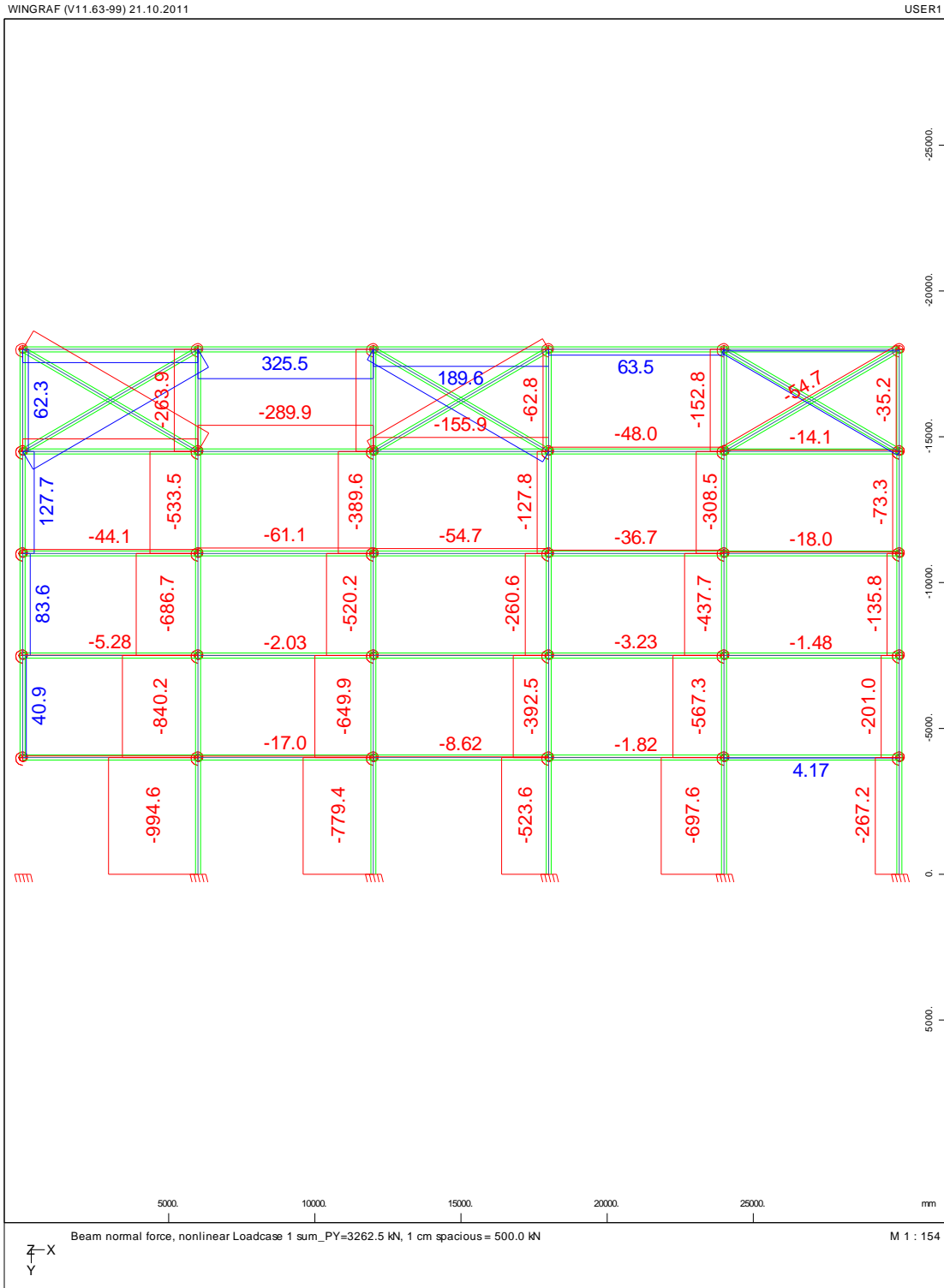
Για φόρτιση $6 \times (G+0.30Q)$, ο φορέας φτάνει στη φάση της κατάρρευσης. Σύμφωνα με το SOFISTIK δεν ικανοποιείται πλέον το ισοζύγιο ενέργειας.

- Οι περισσότεροι κόμβοι στήριξης των δοκών έχουν διαρρεύσει σε κάμψη.
- Σε ορισμένα υποστυλώματα παρατηρούνται πολύ μεγάλες αξονικές εντάσεις που ξεπερνούν τα 3000kN και φτάνουν έως τα 6000KN όπου έχουν ξεπεράσει το όριο διαρροής τους.
- Κάποιοι σύνδεσμοι δυσκαμψίας έχουν διαρρεύσει.
- Οι οριζόντιες μετατοπίσεις μόλις που ξεπερνούν σε κάποιους κόμβους τα 11mm ενώ η κατακόρυφη βύθιση στον κόμβο που αφαιρέθηκε το υποστύλωμα είναι της τάξεως των 6.5cm.
- Οι στροφές των κόμβων στήριξης που έχουν διαρρεύσει είναι της τάξεως των 4.0-5.5mrad.

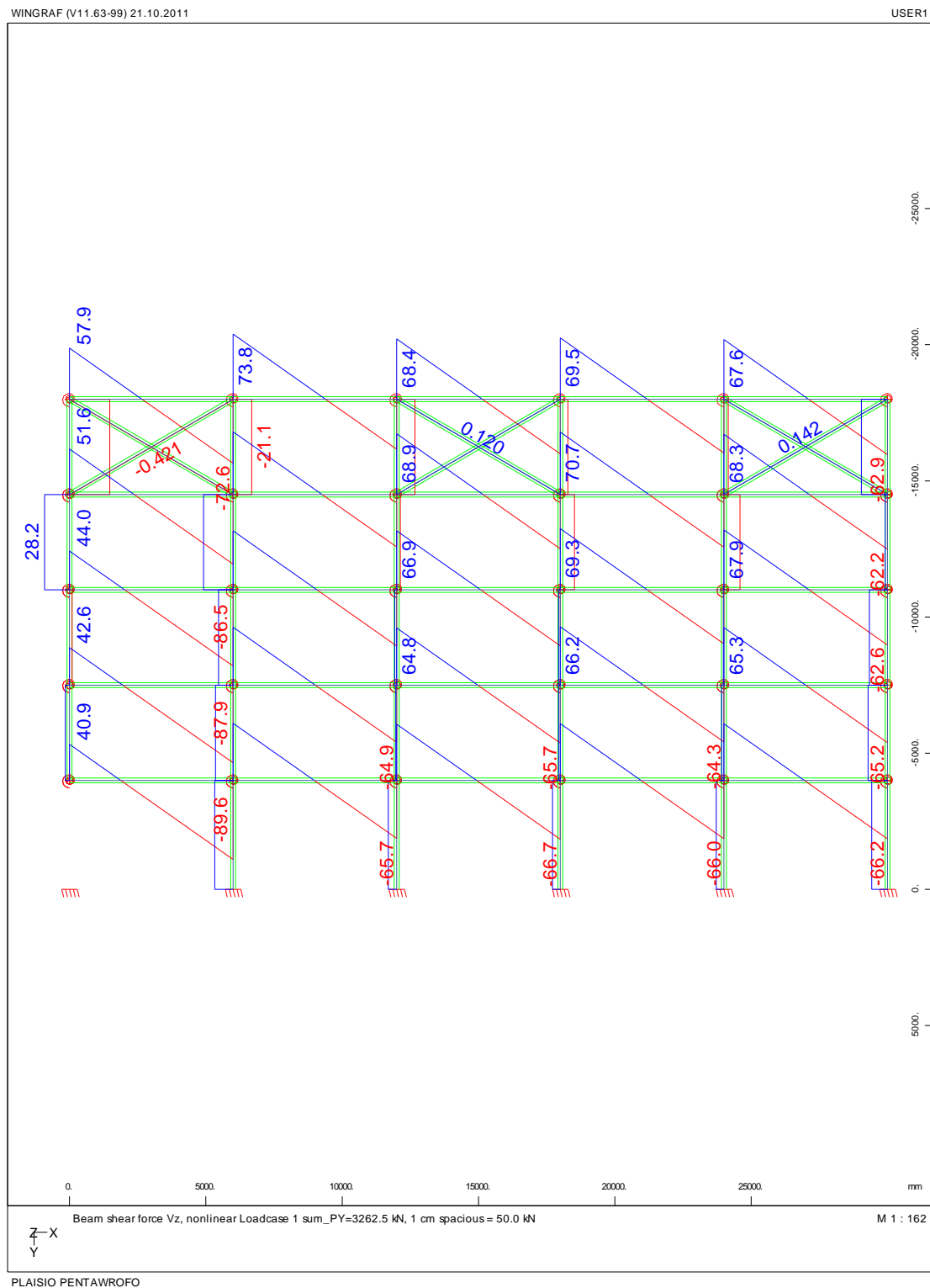
Το γεγονός ότι ο φορέας φτάνει στο στάδιο της κατάρρευσης για φορτία που ξεπερνούν τα $5 \times (G+0.30Q)$, μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ο φορέας έχει μεγάλη στιβαρότητα.

3.2.15 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 3' (απομάκρυνση ακραίου υποστυλώματος)

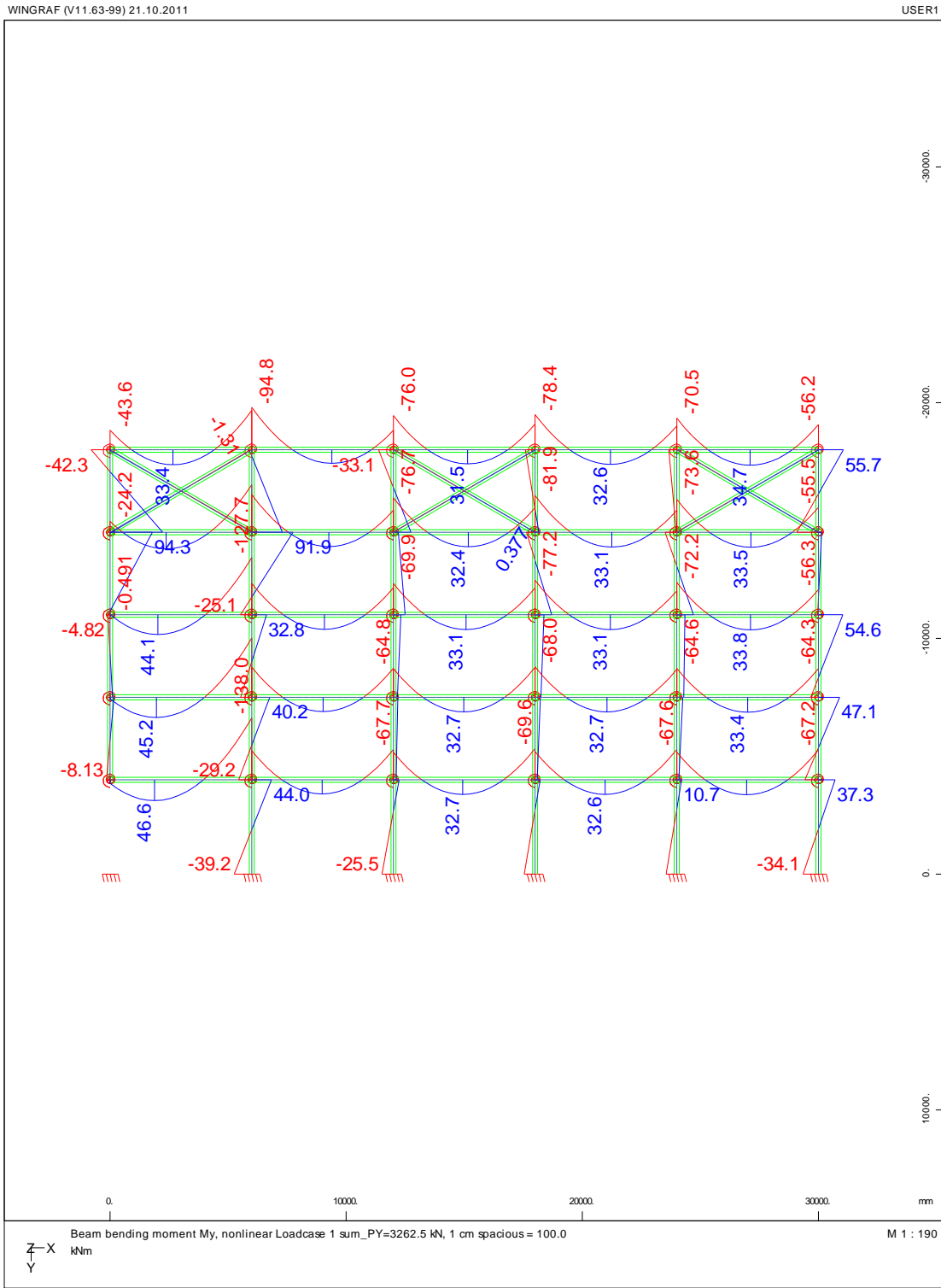
Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων N στο φορέα τύπου 3' για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



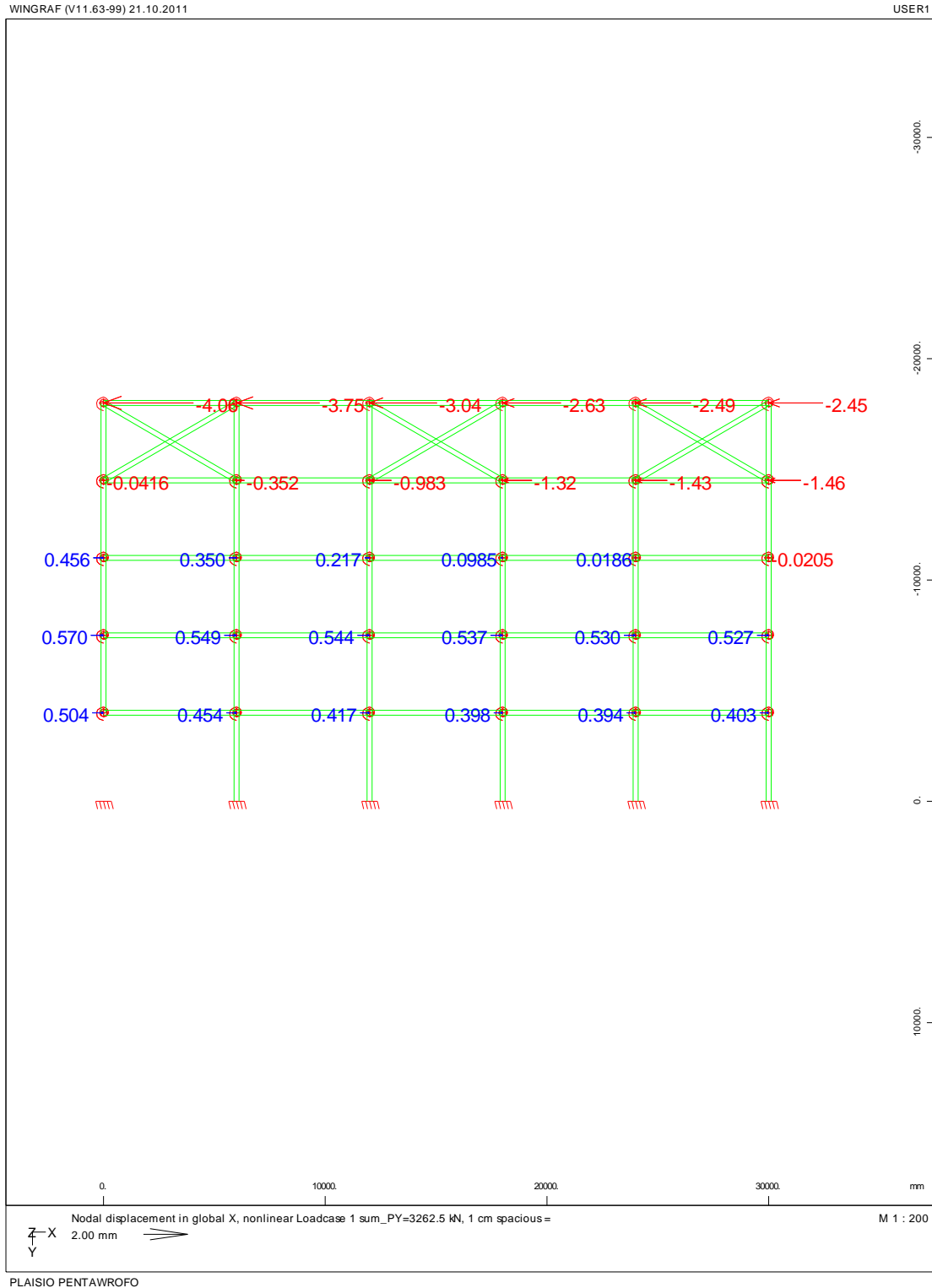
Διάγραμμα Τεμνουσών Δυνάμεων Q στο Φορέα τύπου 3' για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



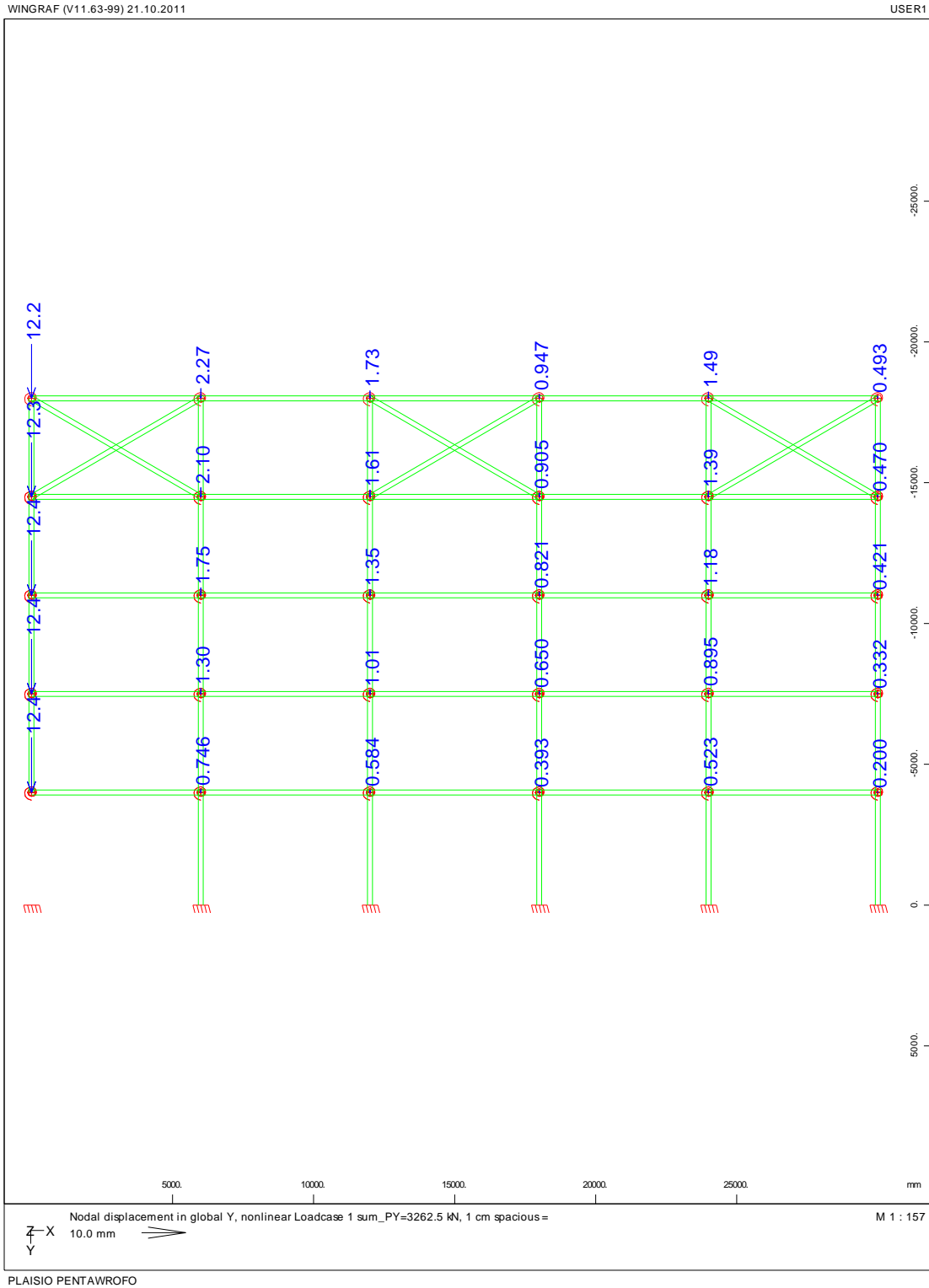
Διάγραμμα Καμπτικών Ροπών Μ στο Φορέα τύπου 3' για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



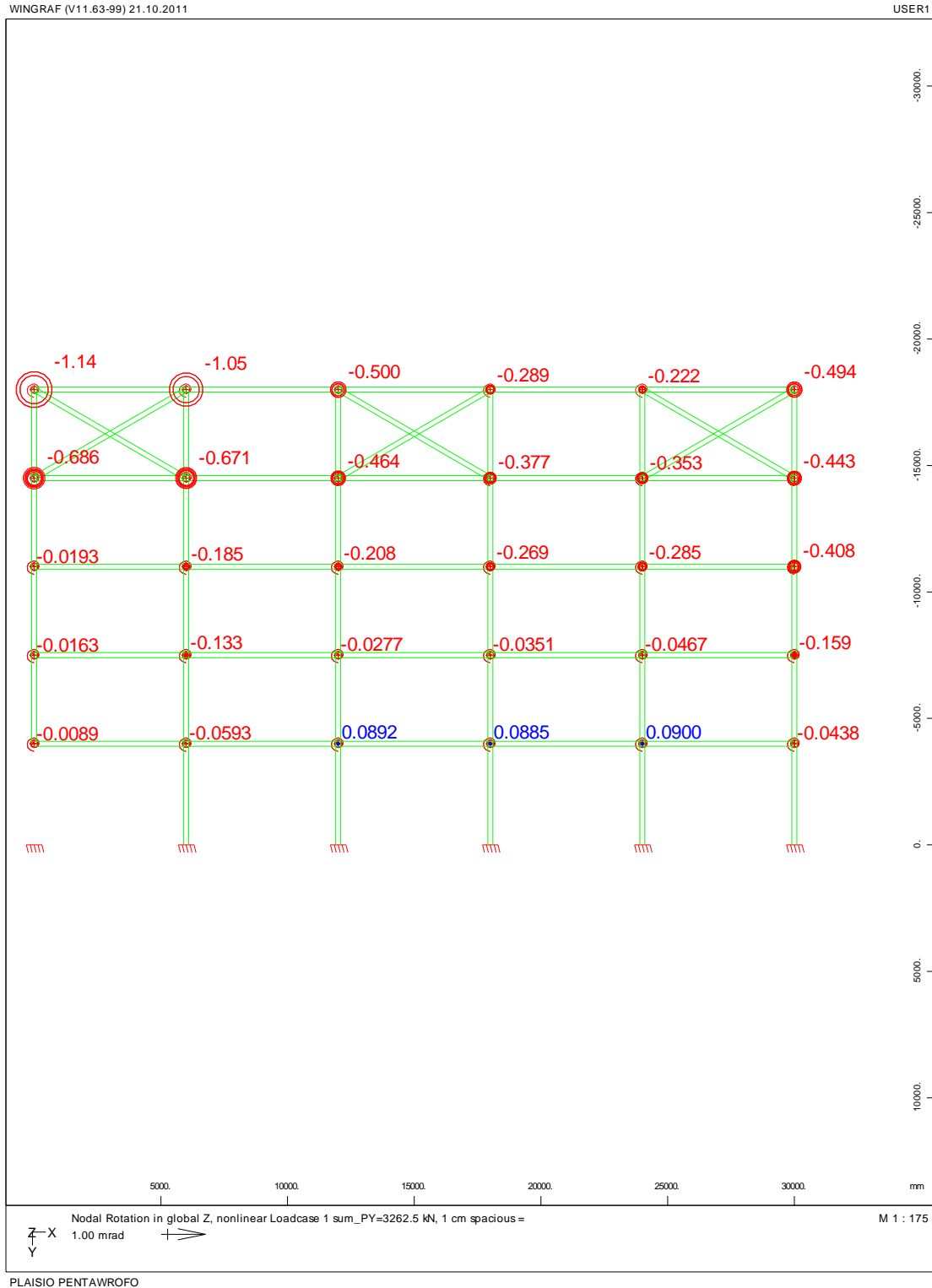
Διάγραμμα οριζόντιων μετατοπίσεων U_x (mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 3' για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



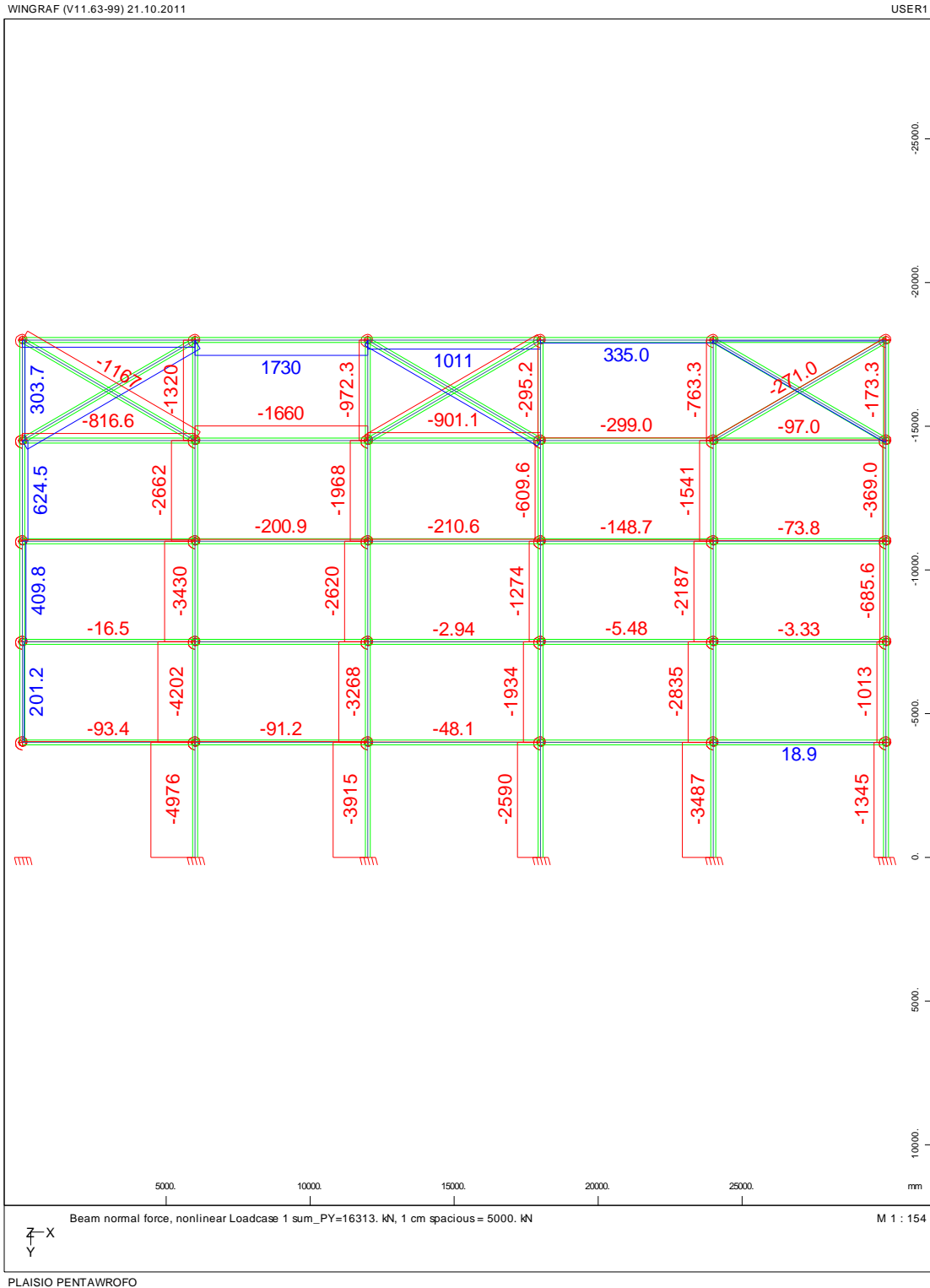
Διάγραμμα κατακόρυφων μετατοπίσεων U_y (mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 3' για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



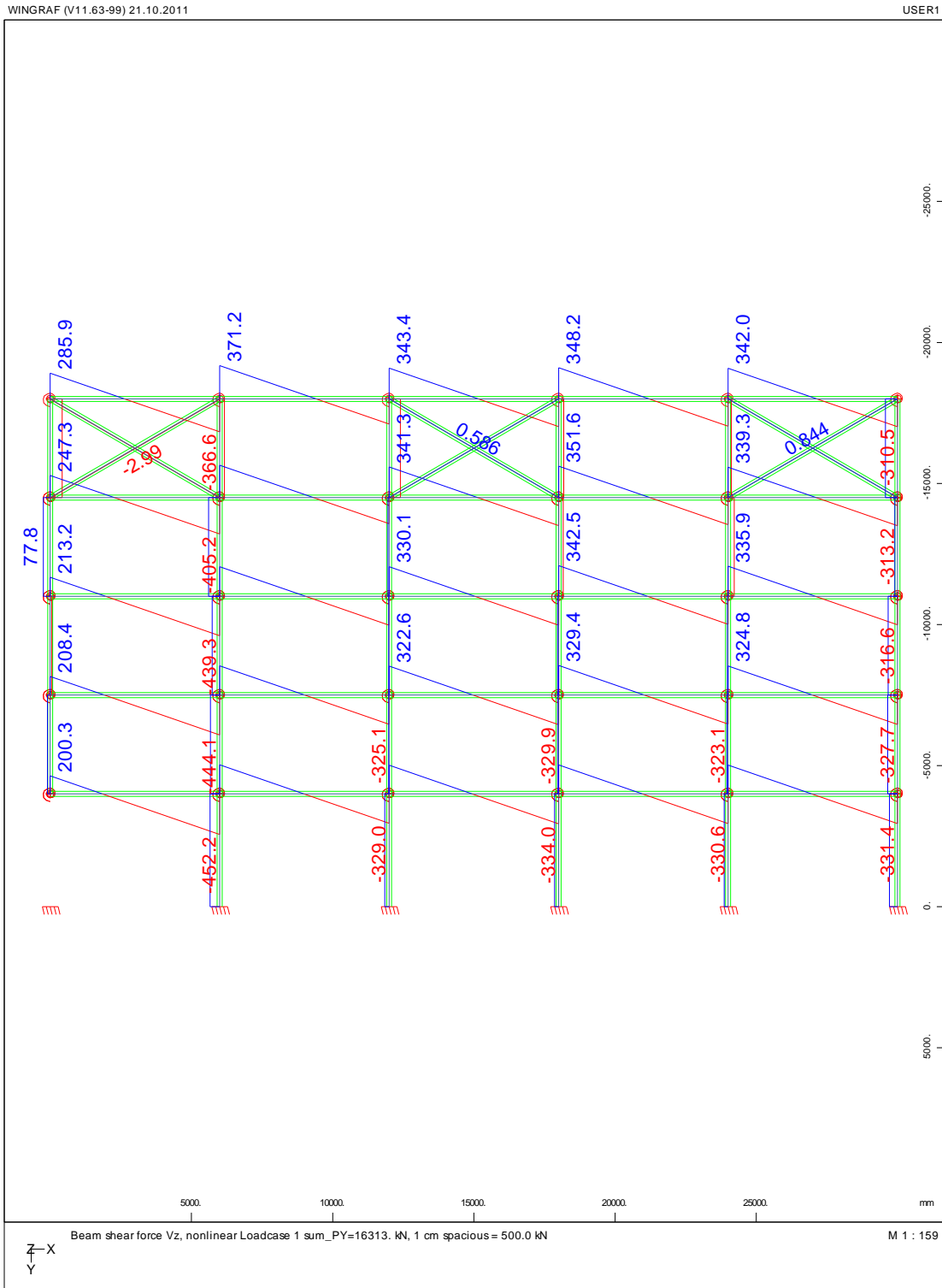
Διάγραμμα στροφών φ (mrad) των κόμβων στο Φορέα τύπου 3' για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



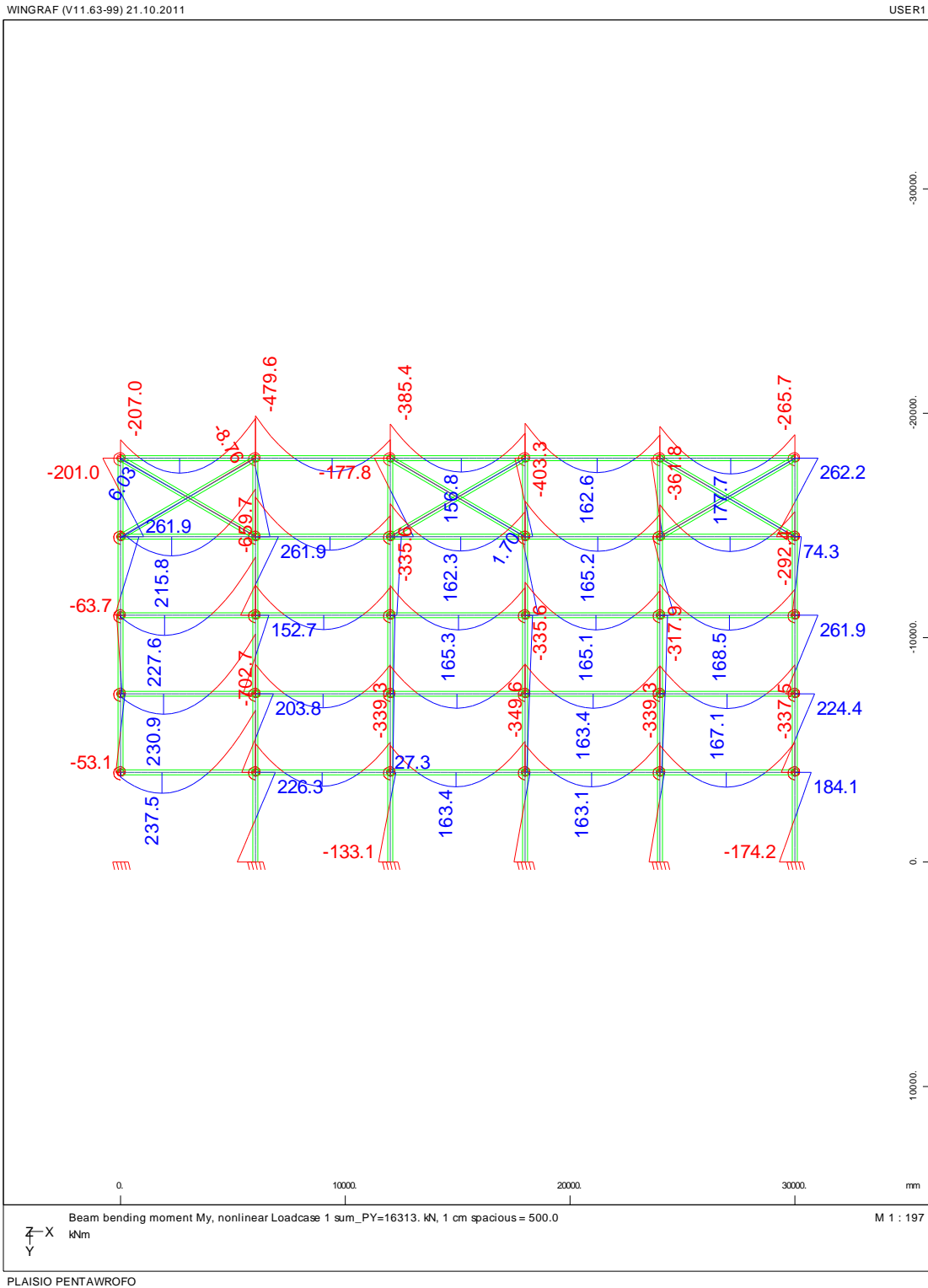
Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων N στο φορέα τύπου 3' για συντελεστή φόρτισης FACT=5,0



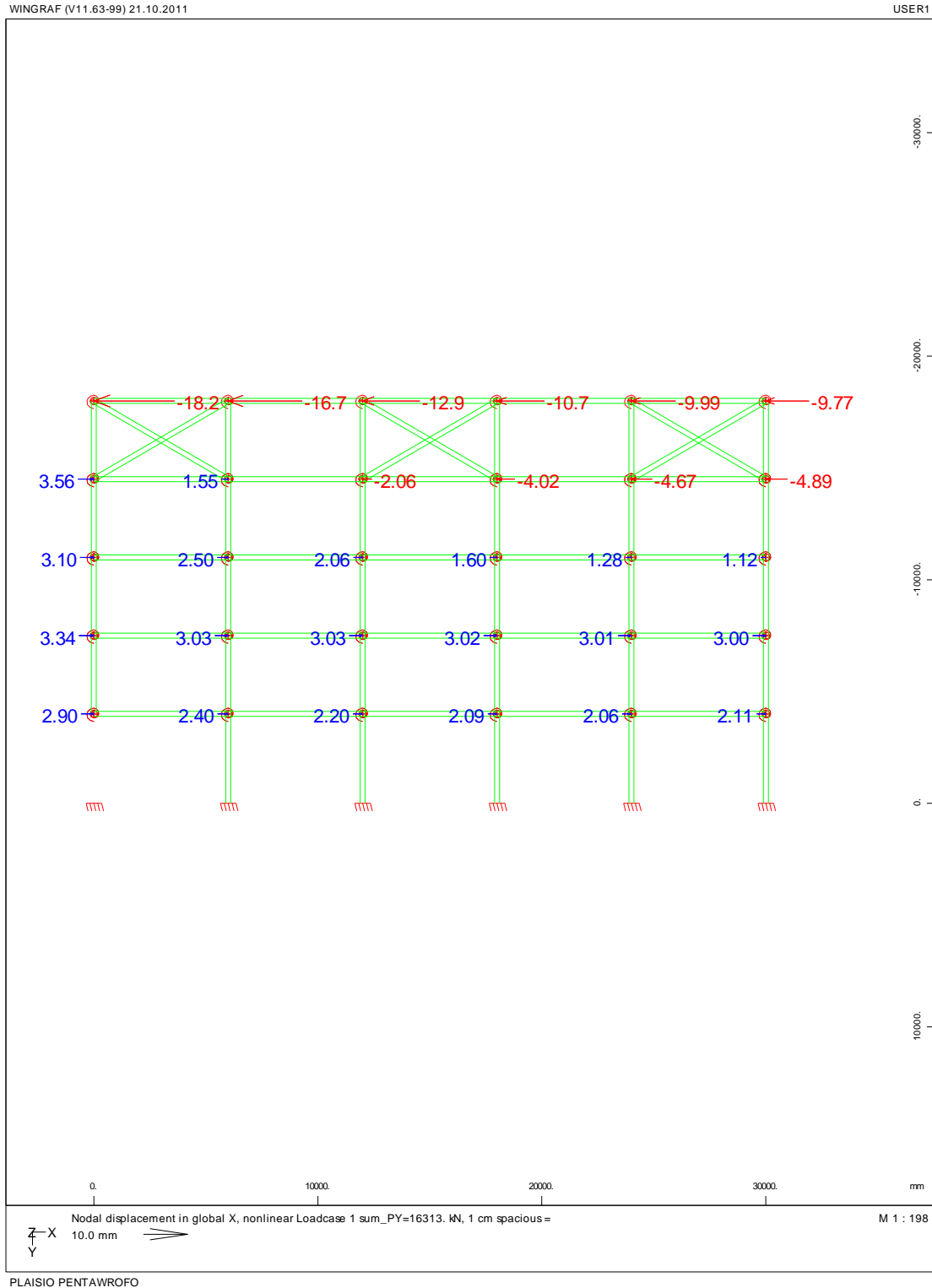
Διάγραμμα Τεμνουσών Δυνάμεων Q στο Φορέα τύπου 3' για συντελεστή φόρτισης FACT=5,0



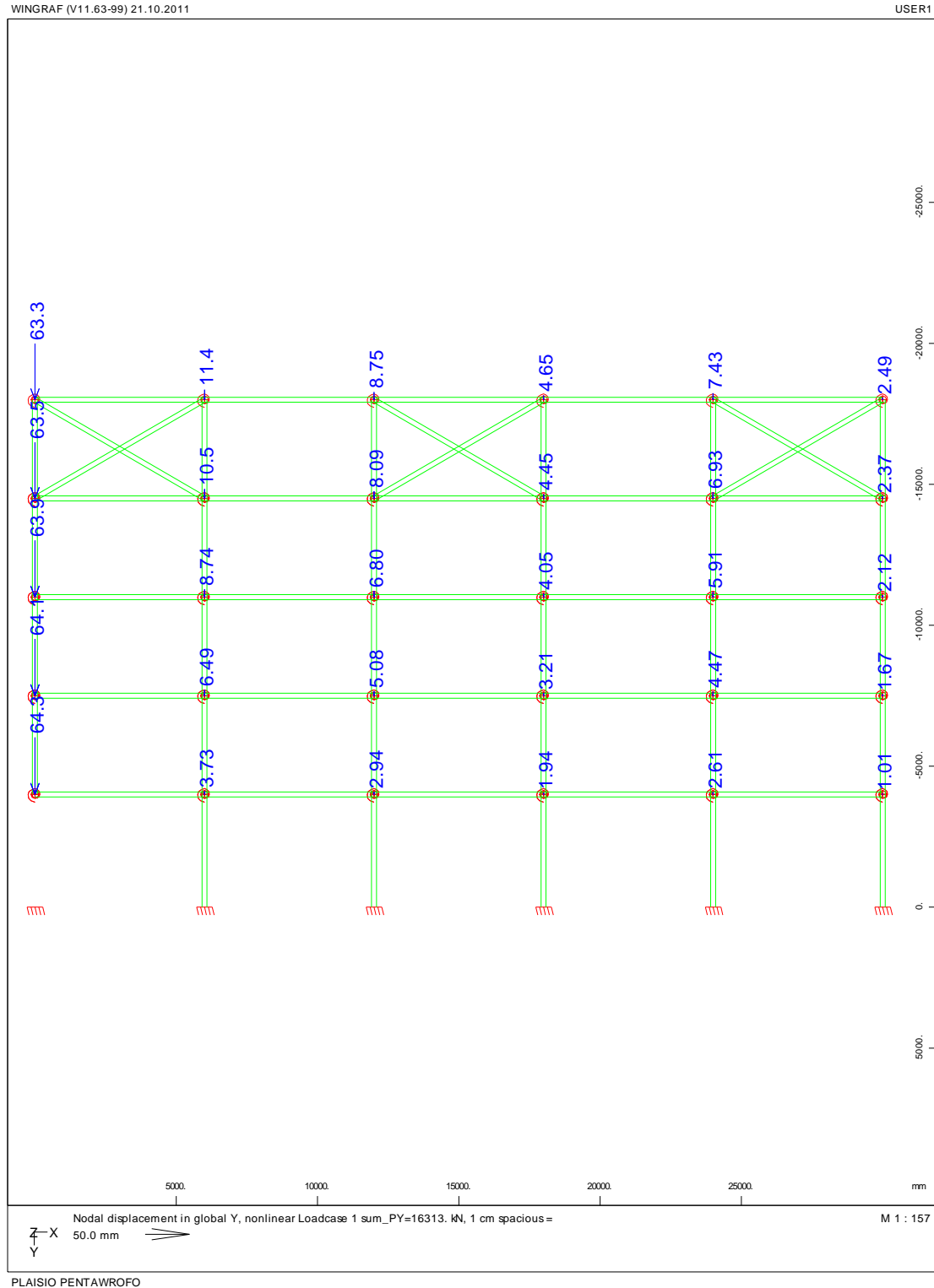
Διάγραμμα Καμπτικών Ροπών Μ στο Φορέα τύπου 3' για συντελεστή φόρτισης FACT=5,0



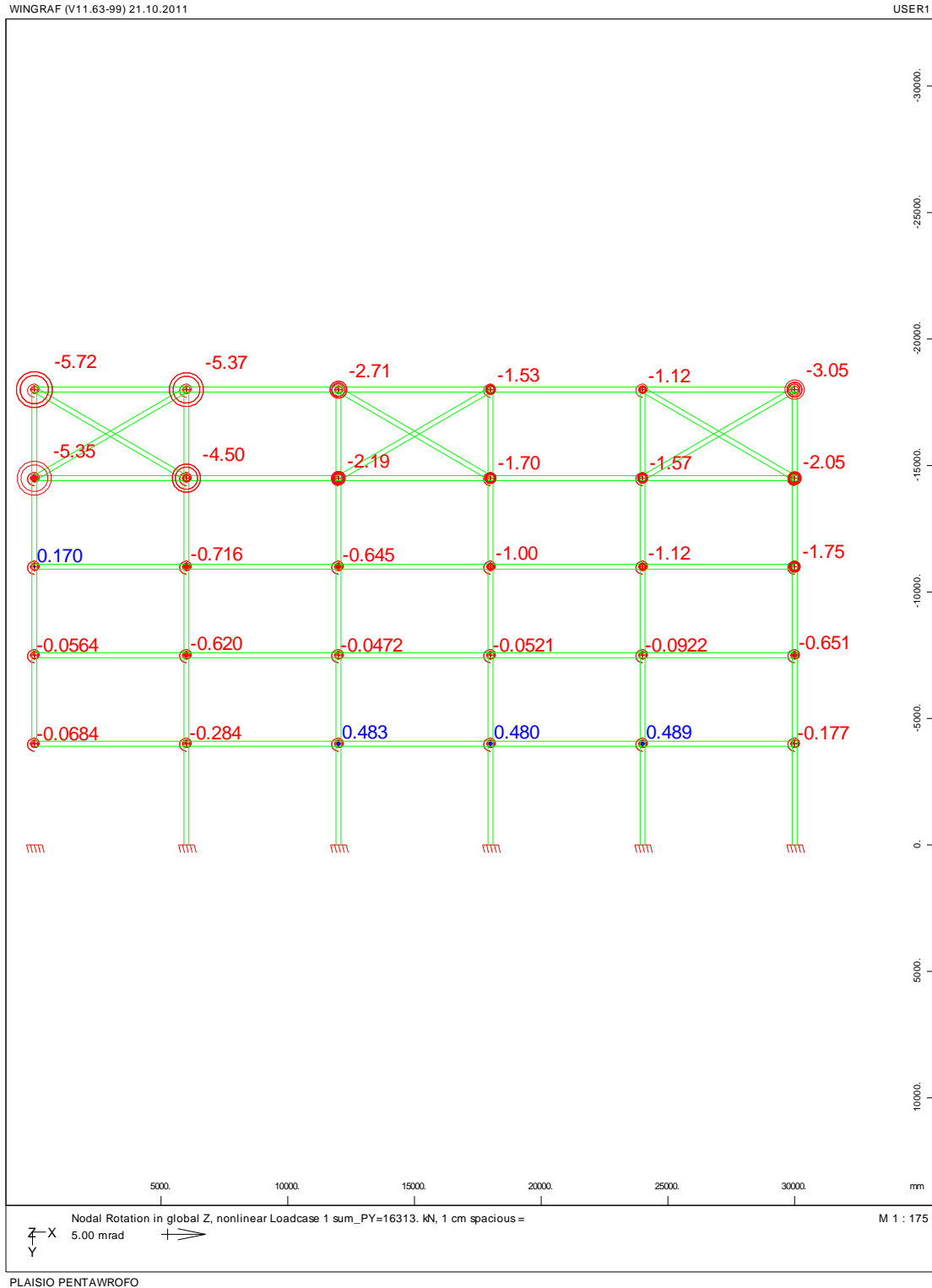
Διάγραμμα οριζόντιων μετατοπίσεων U_x (mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 3' για συντελεστή φόρτισης FACT=5,0



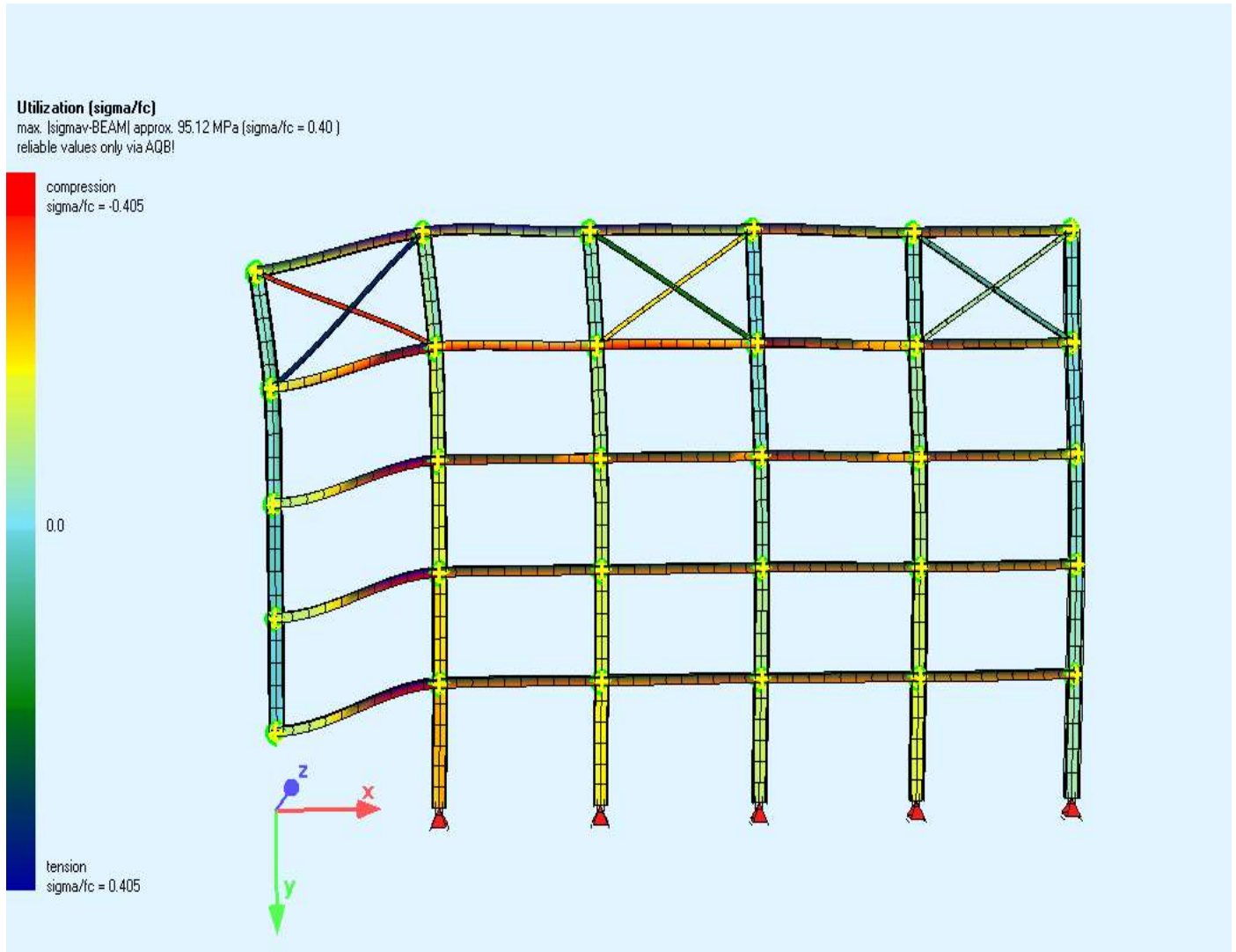
Διάγραμμα κατακόρυφων μετατοπίσεων Uy(mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 3' για συντελεστή φόρτισης FACT=5,0



Διάγραμμα στροφών φ (mrad) των κόμβων στο Φορέα τύπου 3' για συντελεστή φόρτισης FACT=5,0



Απεικόνιση Φορέα τύπου 3' για φόρτιση με FACT=1.0 ύστερα από αφαίρεση ενός ακραίου υποστυλώματος:



Παρατηρήσεις και σχόλια στον φορέα τύπου 3'

Μετά την αφαίρεση του ακραίου υποστυλώματος δημιουργείται ένας πρόβολος μήκους 6m, ο οποίος στηρίζεται στο παρακείμενο υποστύλωμα.

Για φόρτιση $G+0.30Q$ παρατηρούμε:

- Αύξηση των αξονικών εντάσεων στα υποστυλώματα και κυρίως στο παρακείμενο, με παράλληλη ενεργοποίηση των συνδέσμων δυσκαμψίας μέσω της λειτουργίας δικτυώματος στον τελευταίο όροφο.
- Οι ροπές κάμψης που εντείνουν τους κόμβους στους οποίους στηρίζεται ο πρόβολος δεν ξεπερνούν τη ροπή διαρροής τους.
- Οι οριζόντιες μετατοπίσεις φτάνουν σε κάποιους κόμβους τα 4.5mm, ενώ η κατακόρυφη βύθιση στους κόμβους όπου αφαιρέθηκε το υποστύλωμα είναι 1.25cm.
- Οι στροφές στους δυσμενέστρους κόμβους είναι της τάξεως των 0.6-1.2mrad.

Για συνεχή αύξηση του φορτίου έως $4 \times (G+0.30Q)$, ο φορέας μπορεί και παραλαμβάνει με τους ίδιους μηχανισμούς τα φορτία, ενώ σταδιακά φτάνουν σε κατάσταση διαρροής κάποια μέλη του (σύνδεσμοι δυσκαμψίας, κόμβοι στήριξης, δοκοί).

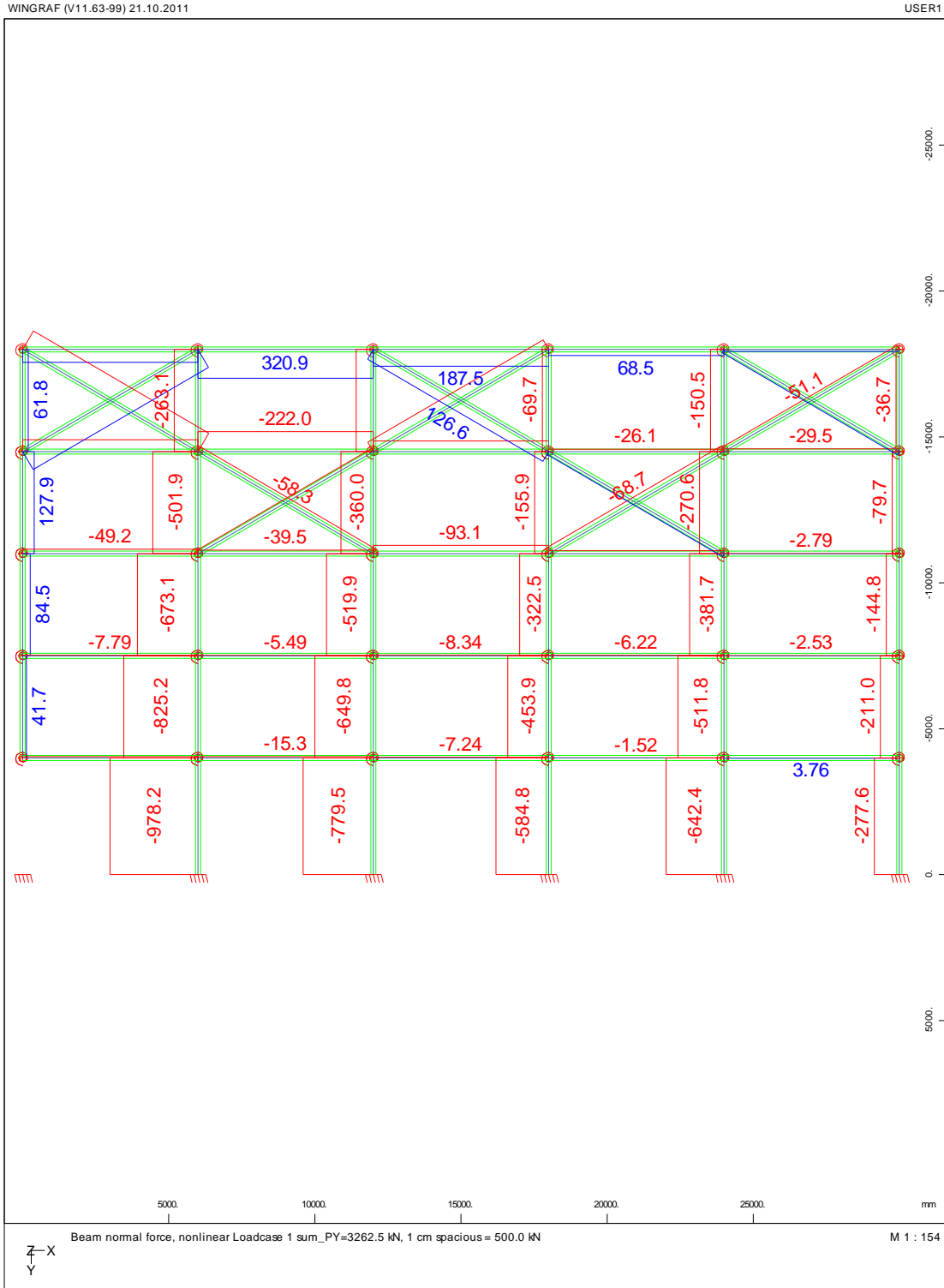
Για φόρτιση $5 \times (G+0.30Q)$, ο φορέας φτάνει στη φάση της κατάρρευσης. Σύμφωνα με το SOFISTIK δεν ικανοποιείται πλέον το ισοζύγιο ενέργειας.

- Υπάρχουν δοκοί καθώς και κόμβοι που έχουν διαρρεύσει σε κάμψη.
- Σε ορισμένα υποστυλώματα παρατηρούνται πολύ μεγάλες αξονικές εντάσεις που ξεπερνούν τα 3900KN και φτάνουν τα 5000KN χωρίς να έχουν ξεπεράσει το όριο διαρροής τους.
- Υπάρχουν επίσης σύνδεσμοι δυσκαμψίας που έχουν διαρρεύσει.
- Οι οριζόντιες μετατοπίσεις κάποιων κόμβων φτάνουν τα 18mm ενώ η κατακόρυφη βύθιση στον κόμβο που αφαιρέθηκε το υποστύλωμα είναι της τάξεως των 6.5cm.
- Οι στροφές των κόμβων στήριξης που έχουν διαρρεύσει είναι της τάξεως των 5mrad.

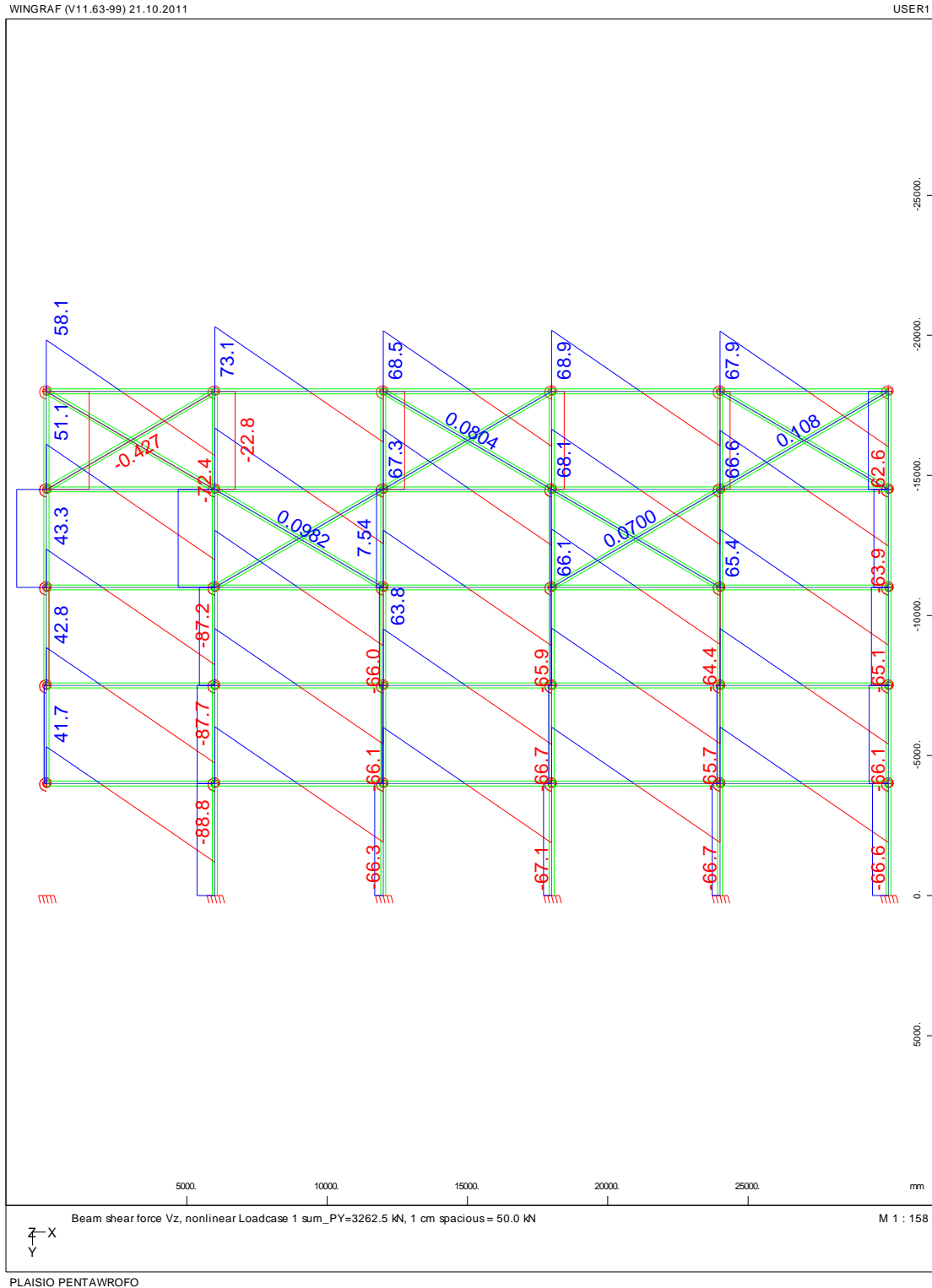
Το γεγονός ότι ο φορέας φτάνει στο στάδιο της κατάρρευσης για φορτία που ξεπερνούν τα $4 \times (G+0.30Q)$, μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ο φορέας έχει μεγάλη στιβαρότητα

3.2.16 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 4' (απομάκρυνση ακραίου υποστυλώματος)

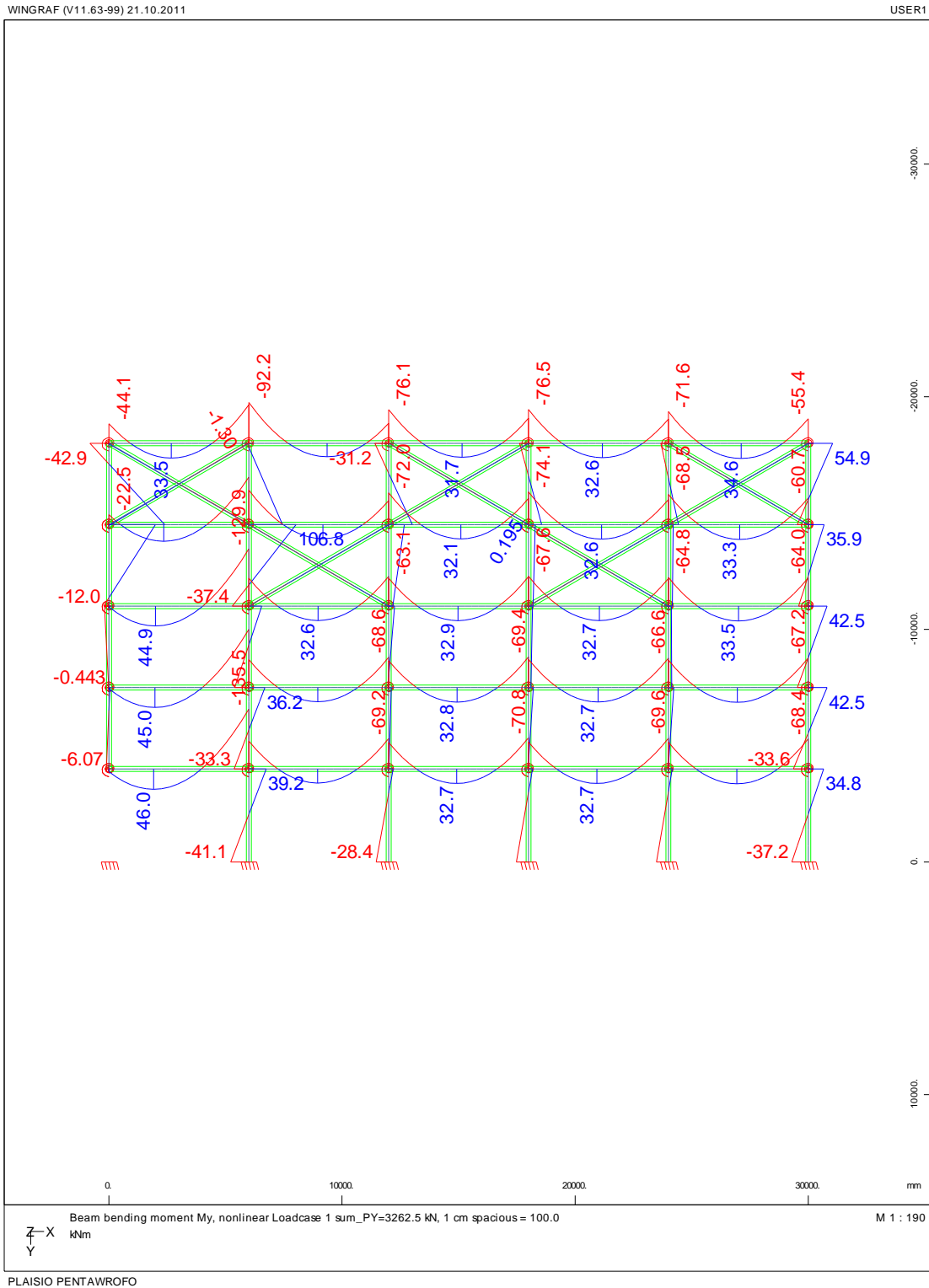
Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων N στο φορέα τύπου 4' για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



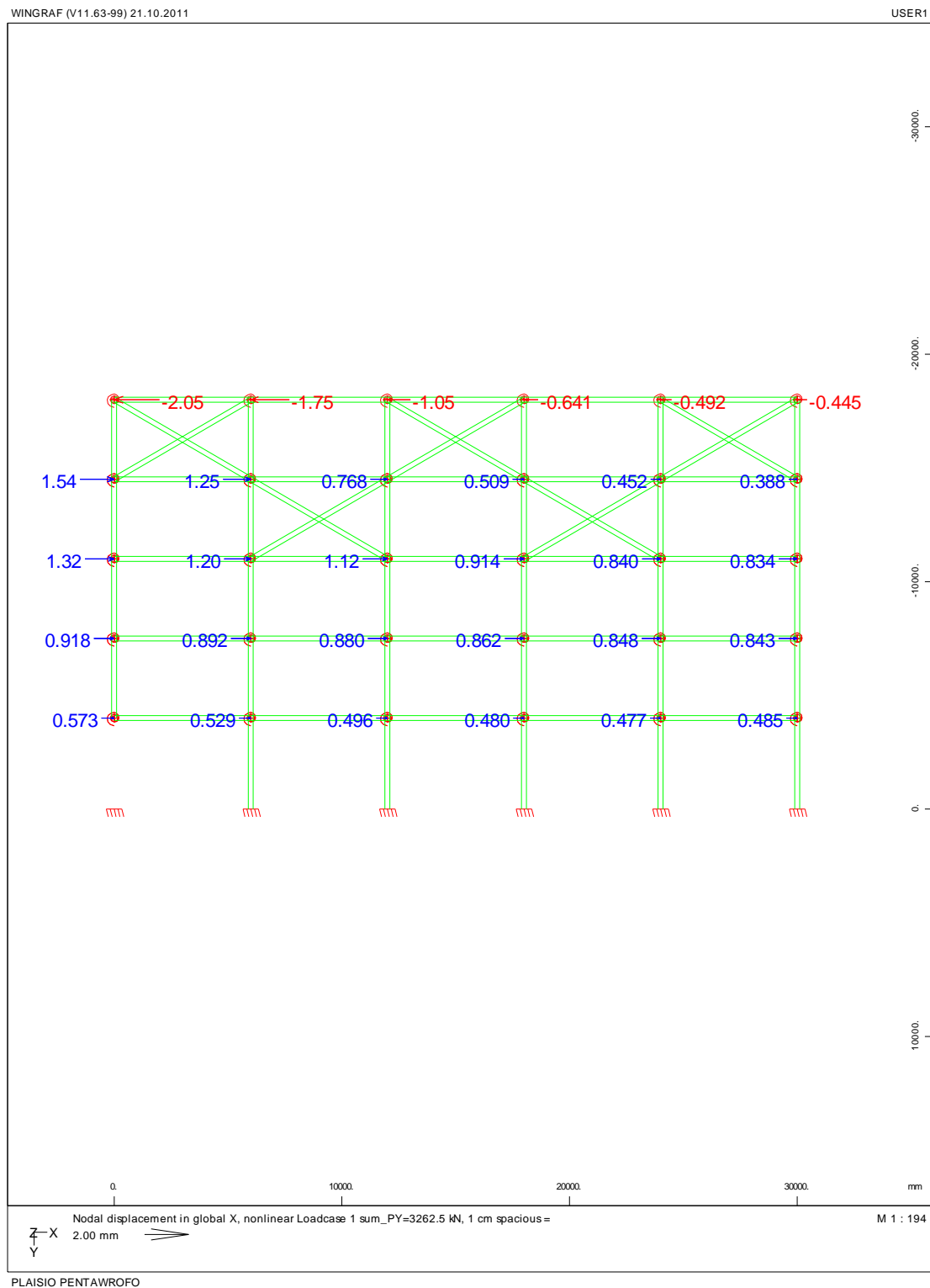
Διάγραμμα Τεμνουσών Δυνάμεων Q στο Φορέα τύπου 4' για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



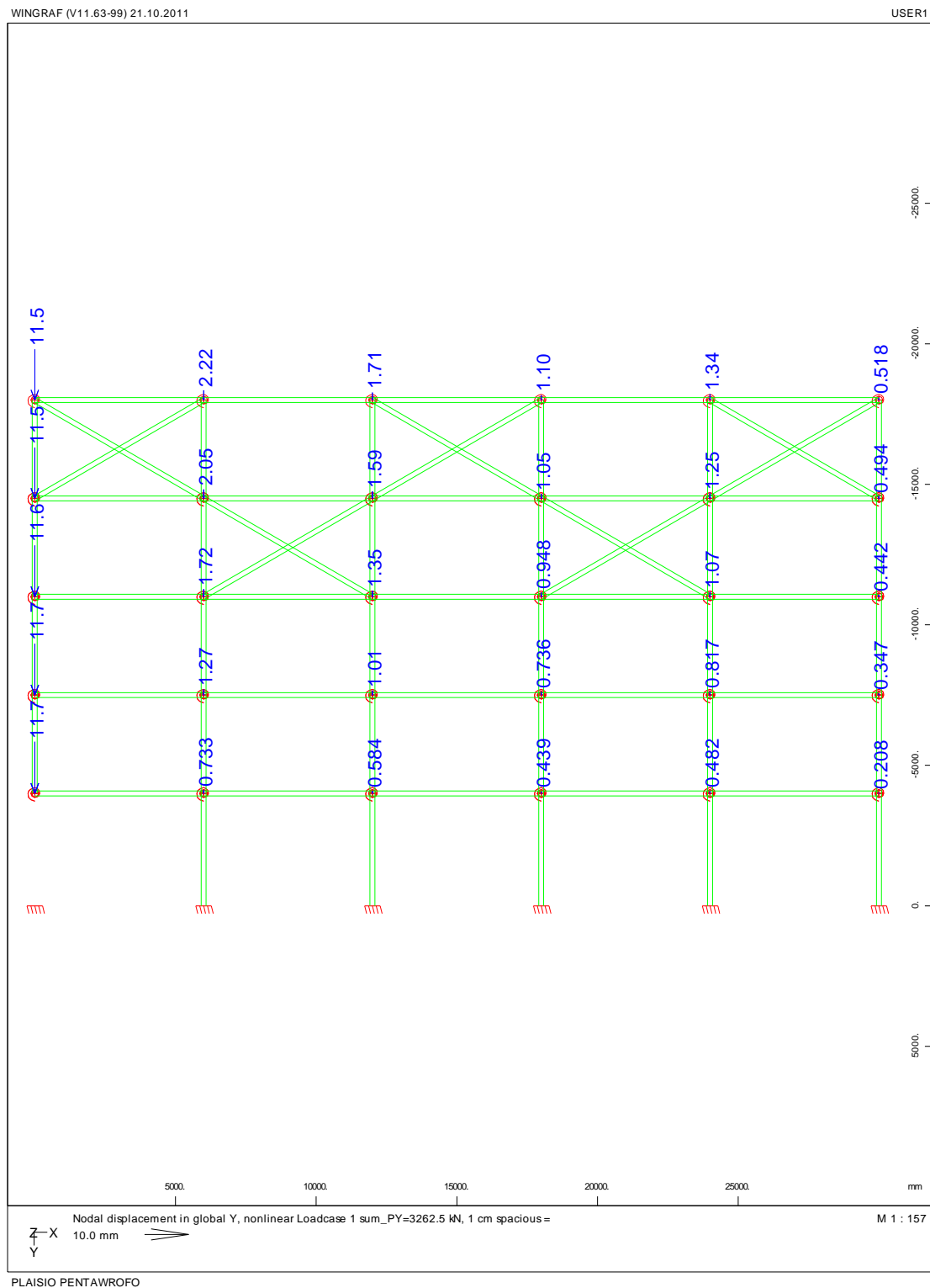
Διάγραμμα Καμπτικών Ρομών Μ στο Φορέα τύπου 4' για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



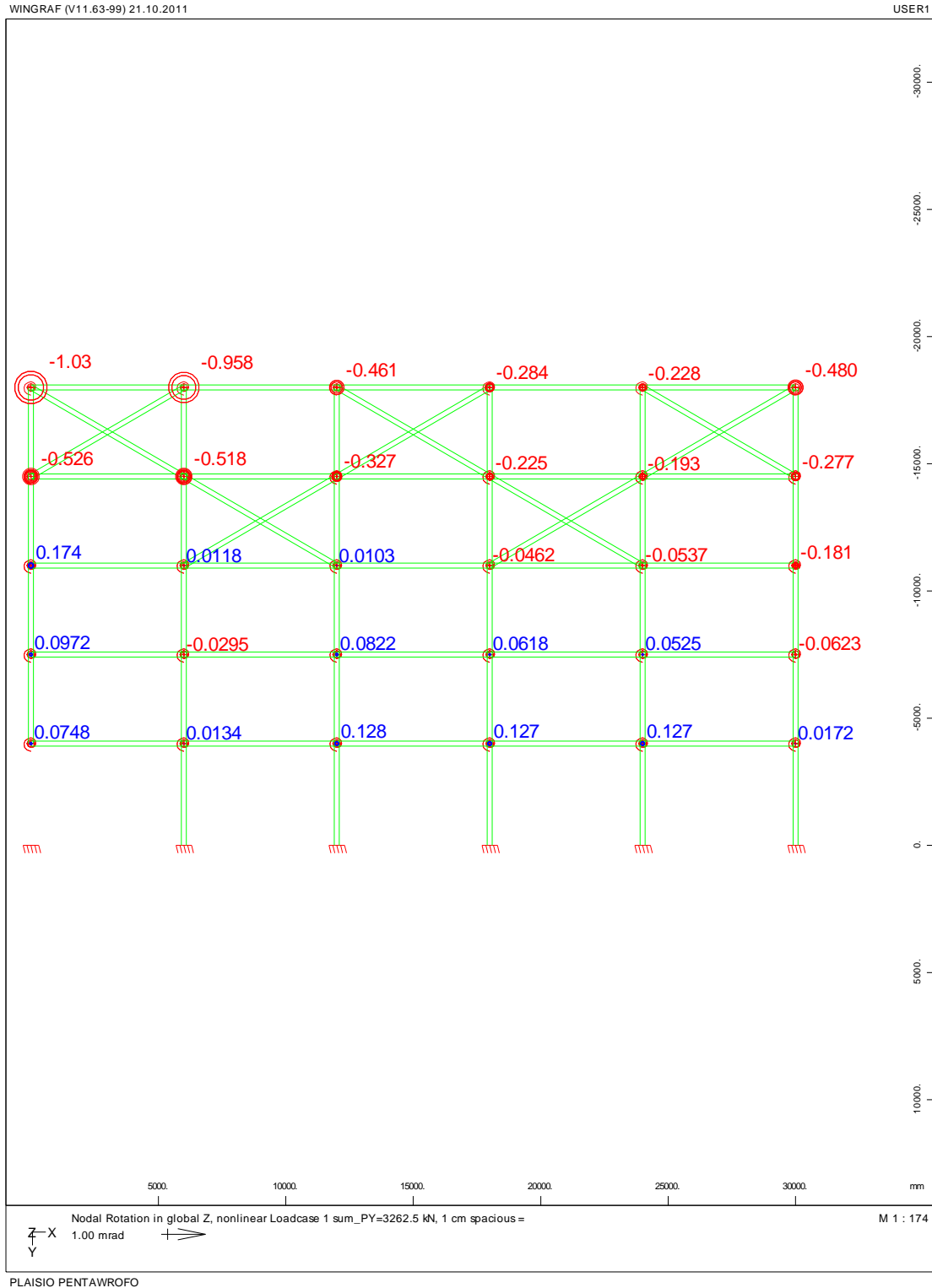
Διάγραμμα οριζόντιων μετατοπίσεων U_x (mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 4' για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



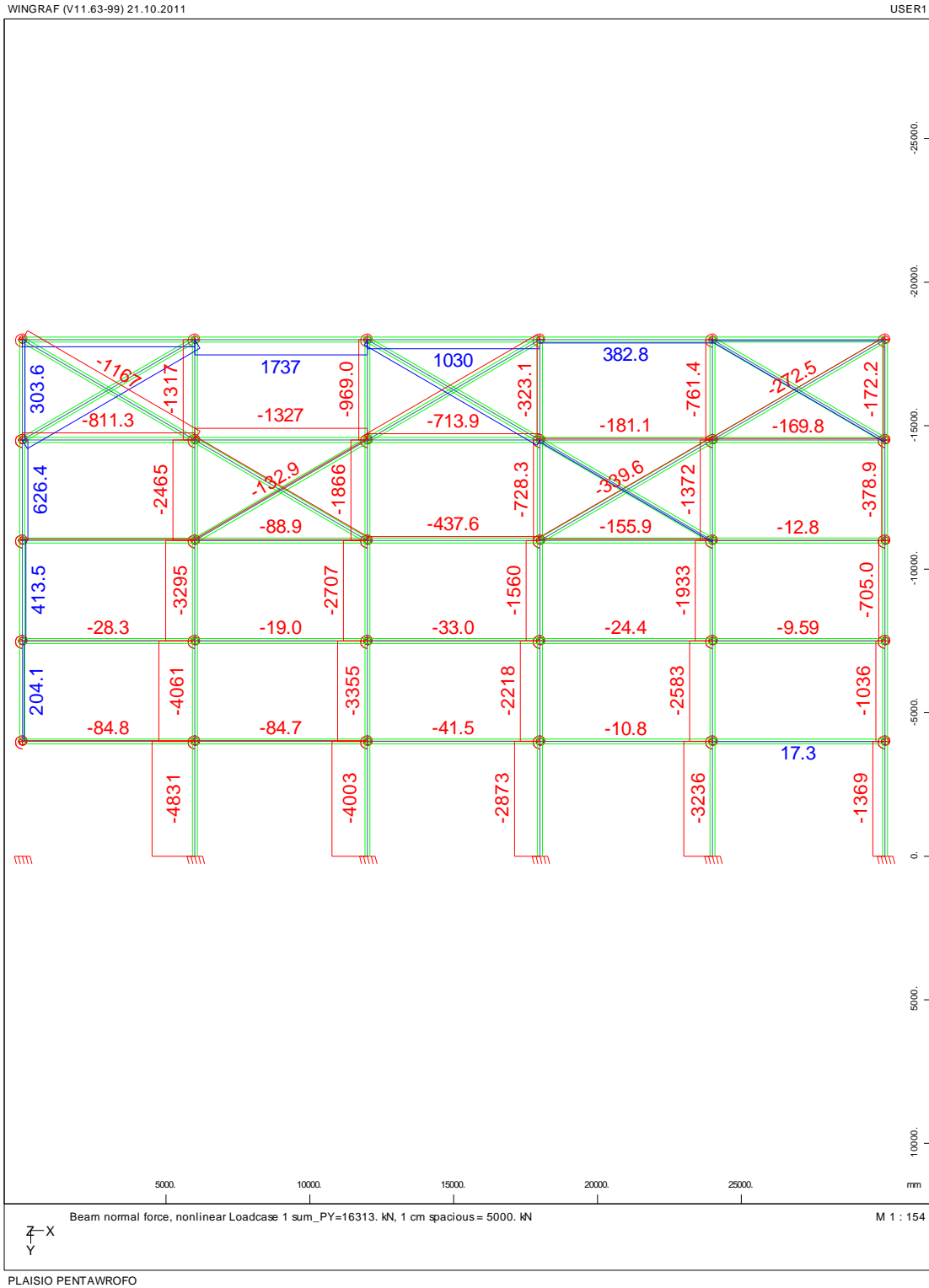
Διάγραμμα κατακόρυφων μετατοπίσεων Uy(mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 4' για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



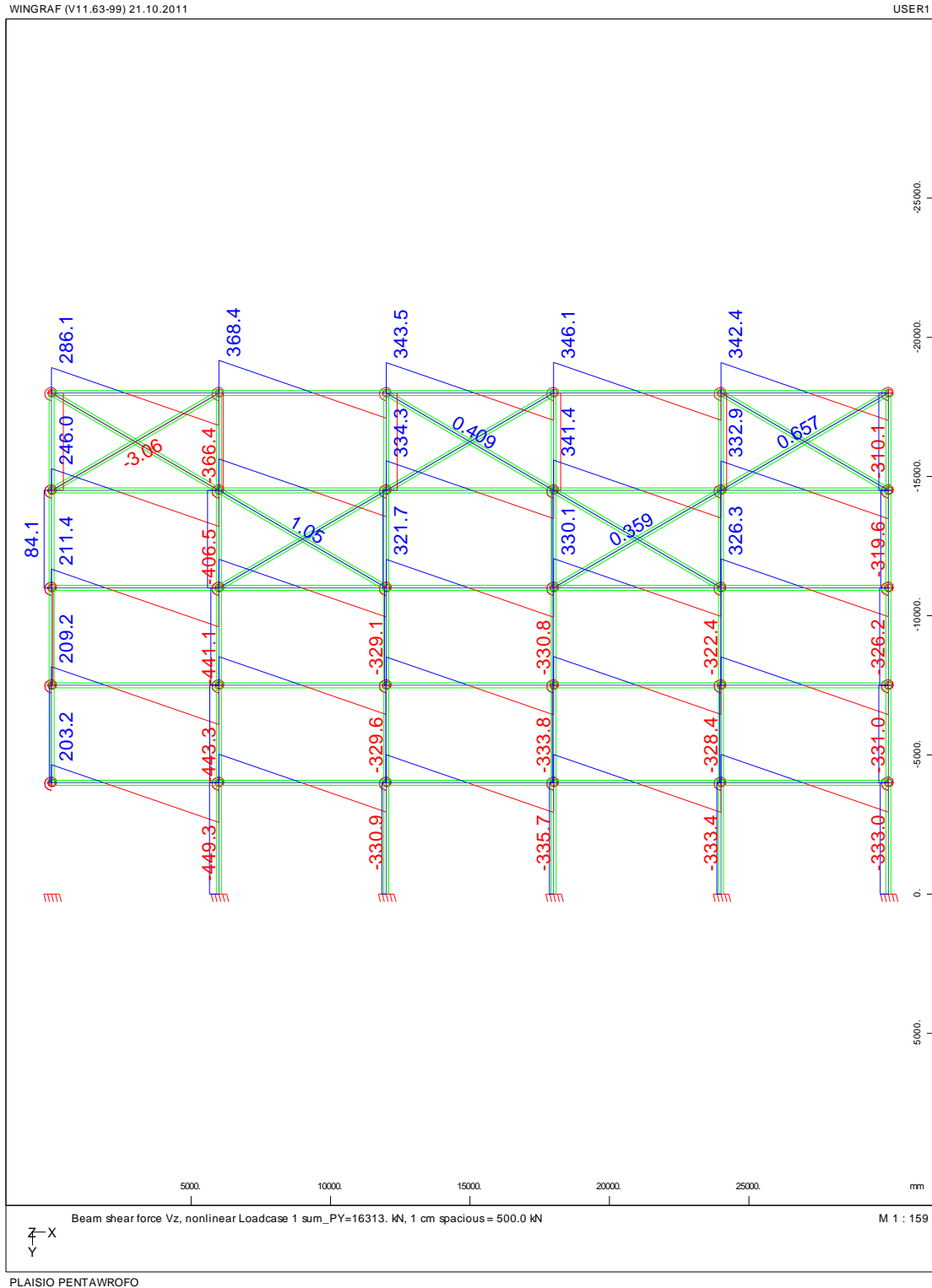
Διάγραμμα στροφών φ (mrad) των κόμβων στο Φορέα τύπου 4' για συντελεστή φόρτισης FACT=1,0



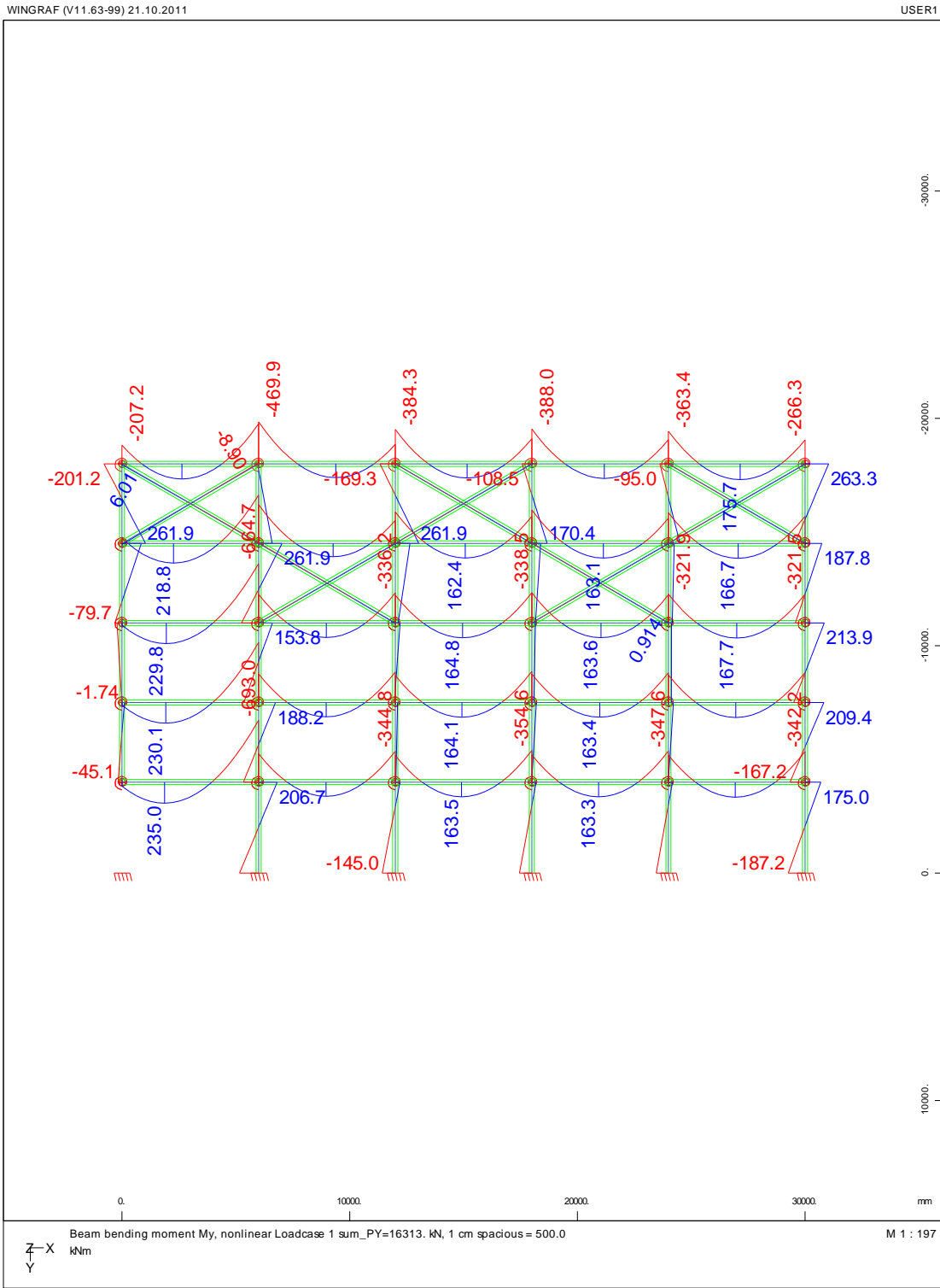
Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων N στο φορέα τύπου 4' για συντελεστή φόρτισης FACT=5,0



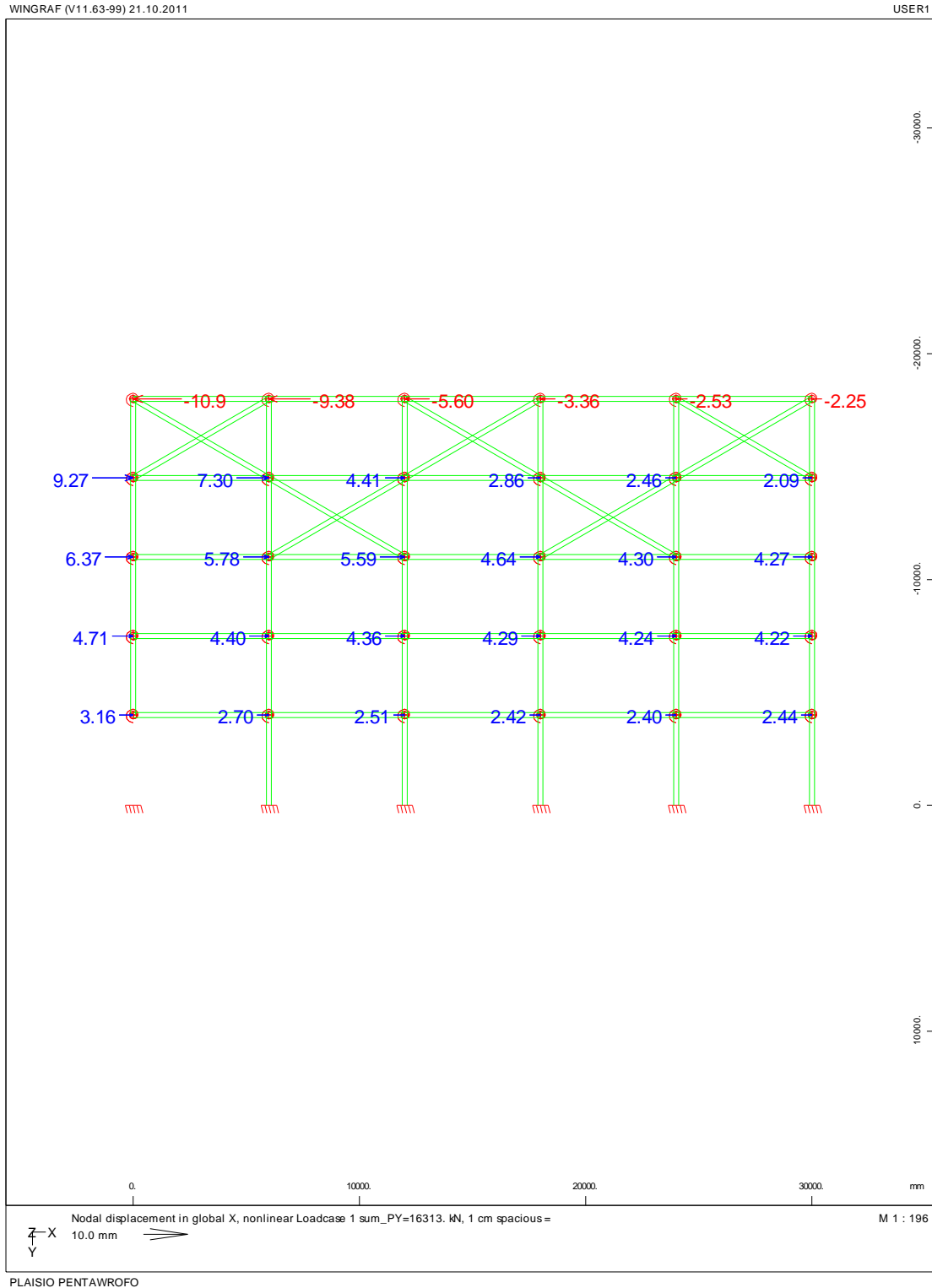
Διάγραμμα Τεμνουσών Δυνάμεων Q στο Φορέα τύπου 4' για συντελεστή φόρτισης FACT=5,0



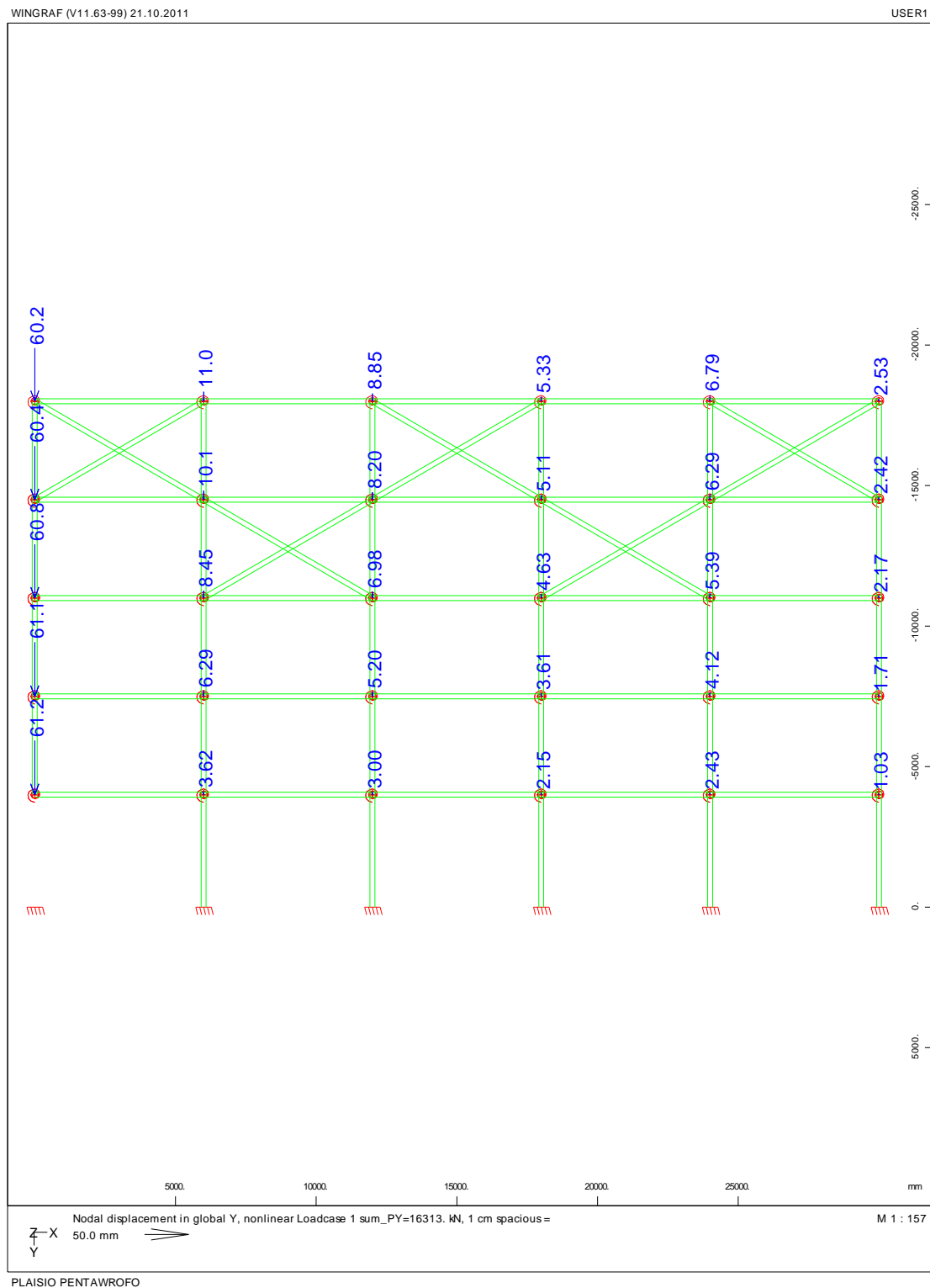
Διάγραμμα Καμπτικών Ρομών Μ στο Φορέα τύπου 4' για συντελεστή φόρτισης FACT=5,0



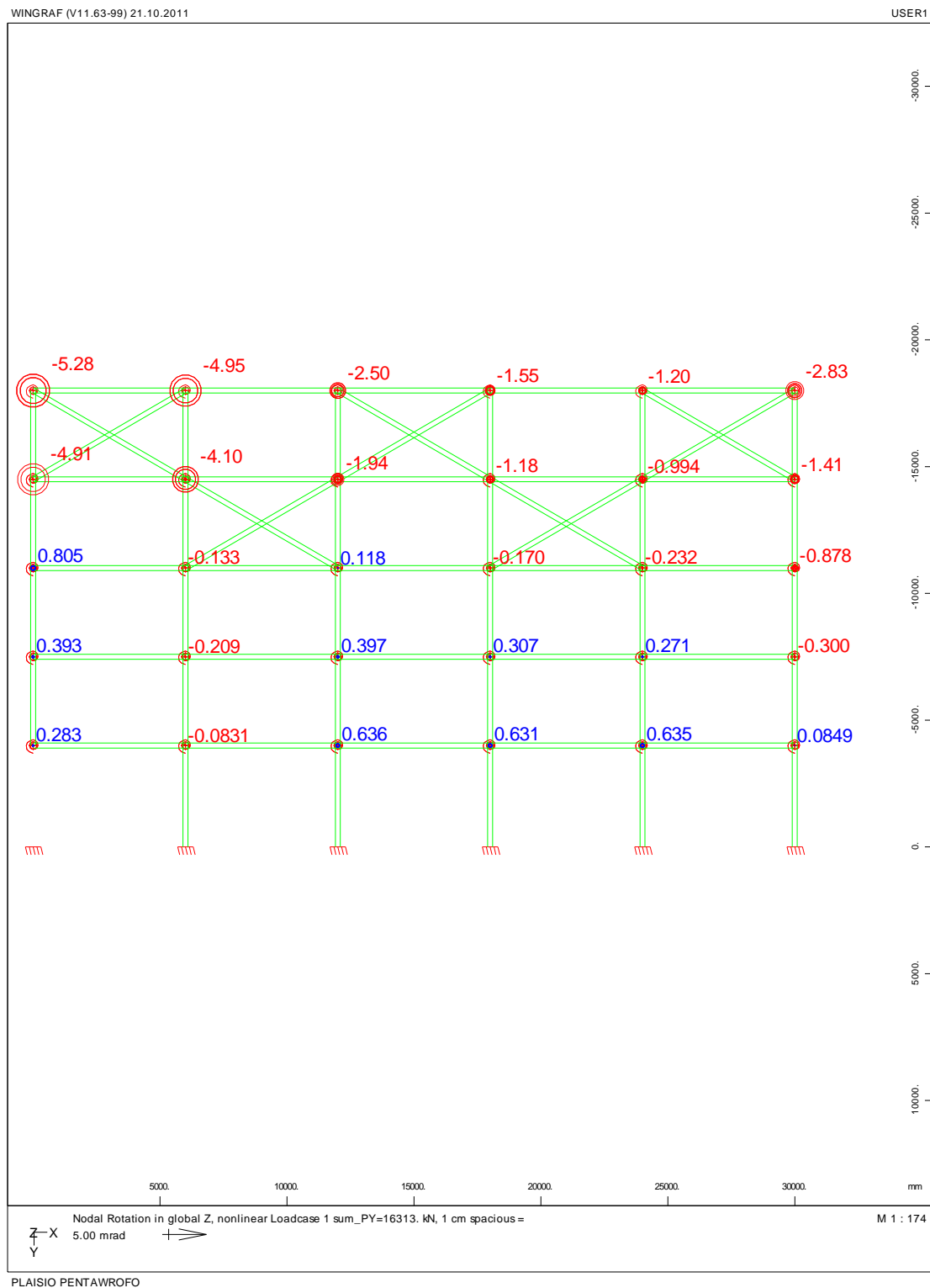
Διάγραμμα οριζόντιων μετατοπίσεων U_x (mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 4' για συντελεστή φόρτισης FACT=5,0



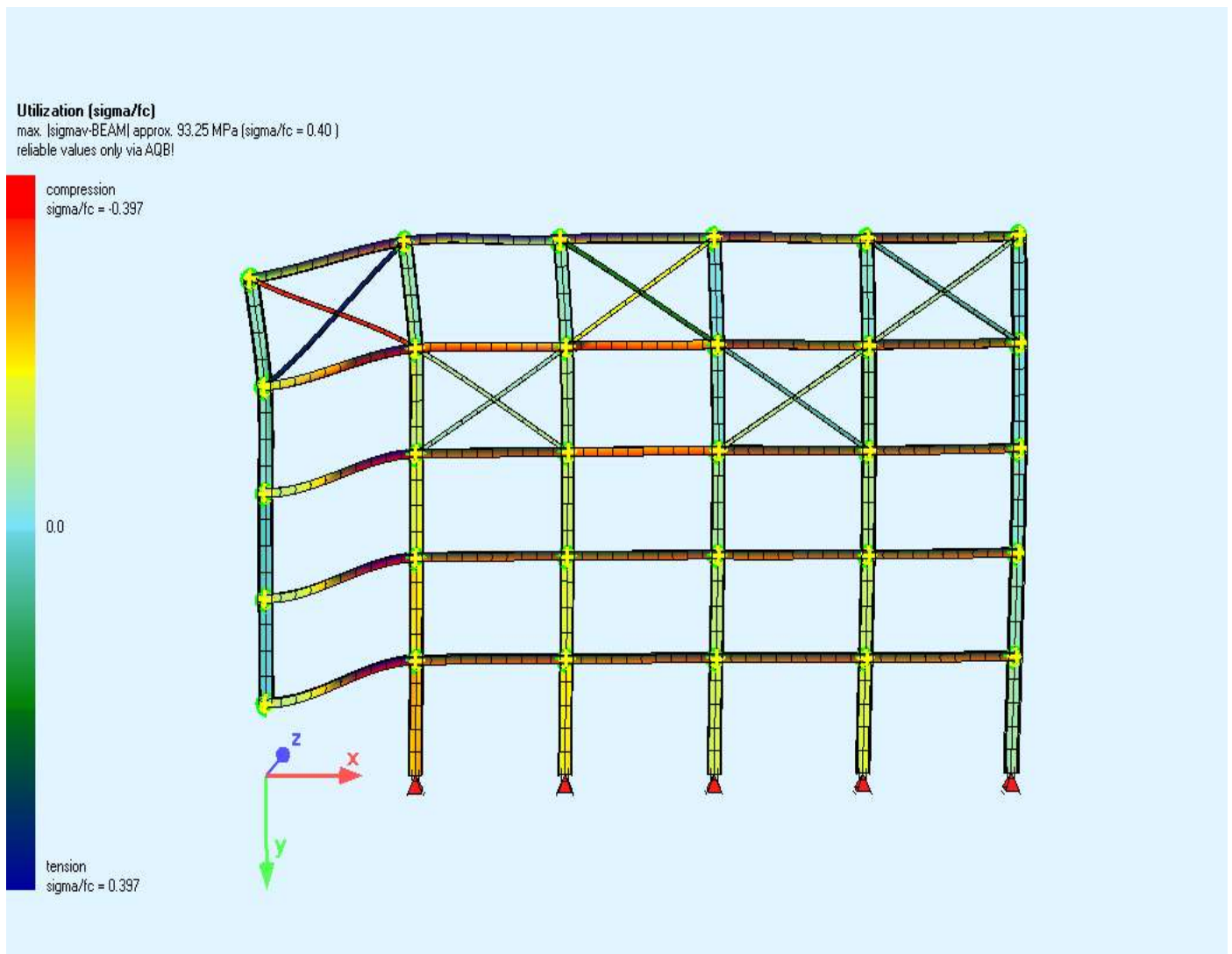
Διάγραμμα κατακόρυφων μετατοπίσεων Uy(mm) των κόμβων στο Φορέα τύπου 4' για συντελεστή φόρτισης FACT=5,0



Διάγραμμα στροφών φ (mrad) των κόμβων στο Φορέα τύπου 4' για συντελεστή φόρτισης FACT=5,0



Απεικόνιση Φορέα τύπου 4' για φόρτιση με FACT=1.0 ύστερα από αφαίρεση ενός ακραίου υποστυλώματος:



Παρατηρήσεις και σχόλια στον φορέα τύπου 4'

Μετά την αφαίρεση του ακραίου υποστυλώματος δημιουργείται ένας πρόβολος μήκους 6m, ο οποίος στηρίζεται στο παρακείμενο υποστύλωμα.

Για φόρτιση $G+0.30Q$ παρατηρούμε:

- Αύξηση των αξονικών εντάσεων στα υποστυλώματα και κυρίως στο παρακείμενο, με παράλληλη ενεργοποίηση των συνδέσμων δυσκαμψίας μέσω της λειτουργίας δικτυώματος στον τελευταίο όροφο.
- Οι ροπές κάμψης που εντείνουν τους κόμβους στου οποίους στηρίζεται ο πρόβολος δεν ξεπερνούν τη ροπή διαρροής τους.
- Οι οριζόντιες μετατοπίσεις φτάνουν σε κάποιους κόμβους τα 2.0 mm, ενώ η κατακόρυφη βύθιση στους κόμβους όπου αφαιρέθηκε το υποστύλωμα είναι 1.2cm.
- Οι στροφές στους κόμβους χωρίς αυτοί να έχουν διαρρεύσει φτάνουν τα 1.1mrad.

Για συνεχή αύξηση του φορτίου έως $4 \times (G+0.30Q)$, ο φορέας μπορεί και παραλαμβάνει με τους ίδιους μηχανισμούς τα φορτία, ενώ σταδιακά φτάνουν σε κατάσταση διαρροής κάποια μέλη του (σύνδεσμοι δυσκαμψίας, κόμβοι στήριξης, δοκοί).

Για φόρτιση $5 \times (G+0.30Q)$, ο φορέας φτάνει στη φάση της κατάρρευσης. Σύμφωνα με το SOFISTIK δεν ικανοποιείται πλέον το ισοζύγιο ενέργειας.

- Υπάρχουν κόμβοι στήριξης των δοκών που έχουν διαρρεύσει σε κάμψη.
- Σε ορισμένα υποστυλώματα παρατηρούνται πολύ μεγάλες αξονικές εντάσεις που ξεπερνούν τα 4000kN χωρίς όμως να έχουν ξεπεράσει το όριο διαρροής τους.
- Πολλοί σύνδεσμοι δυσκαμψίας έχουν πλέον διαρρεύσει.
- Η δυσμενέστερη οριζόντια μετατόπιση φτάνει τα 11mm ενώ η κατακόρυφη βύθιση στον κόμβο που αφαιρέθηκε το υποστύλωμα είναι της τάξεως των 6.2cm.
- Οι στροφές των κόμβων στήριξης που έχουν διαρρεύσει είναι της τάξεως των 4-5.3mrad.

Το γεγονός ότι ο φορέας φτάνει στο στάδιο της κατάρρευσης για φορτία που ξεπερνούν τα $4 \times (G+0.30Q)$, μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ο φορέας έχει μεγάλη στιβαρότητα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΦΟΡΕΩΝ

4.1 ΦΟΡΕΙΣ ΤΥΠΟΥ 1,2,3,4 (απομάκρυνση εσωτερικού υποστυλώματος)

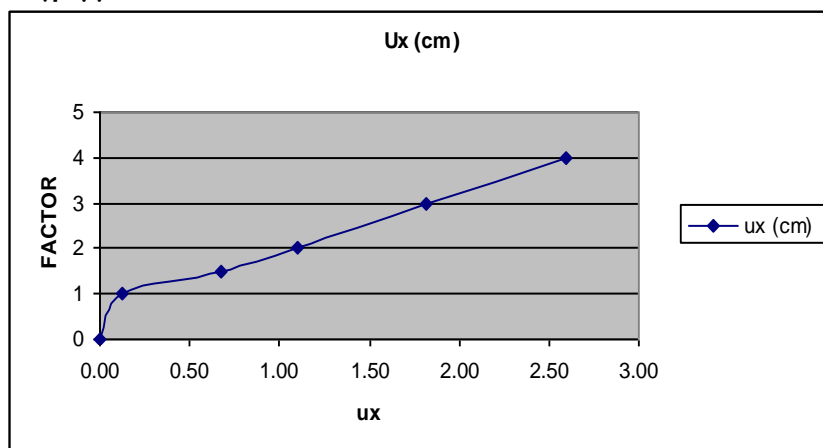
4.1.1 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 1

Στα παρακάτω διαγράμματα φαίνεται η συμπεριφορά των εντατικών και παραμορφωσιακών μεγεθών του φορέα 1 μετά την αφαίρεση ενός εσωτερικού υποστυλώματος για συνεχώς αυξανόμενη φόρτιση, στην στήριξη όπου αφαιρέθηκε το υποστυλώμα .

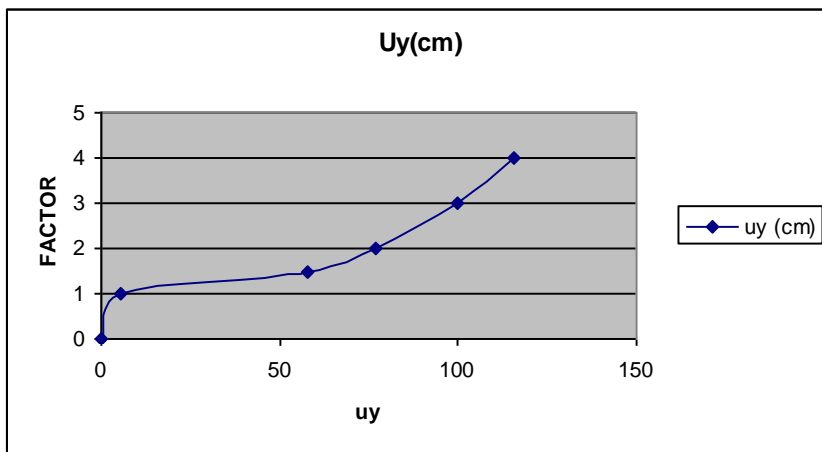
ΦΟΡΕΑΣ
1

ΣΥΝΤ.ΦΟΡΤ.	u_y (cm)	u_x (cm)	φ (mrad)	My (kNm)	Vz (kN)	N (kN)
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	5.34	0.12	1.05	180.2	-1.88	38.4
1.5	57.92	0.67	-83.20	222.6	-23.7	1709
2	77.1	1.10	-112.70	222.6	-56.3	3010
3	99.96	1.82	-145.50	222.6	-121.6	5026
4	115.7	2.59	-166.60	222.6	-186.8	6663

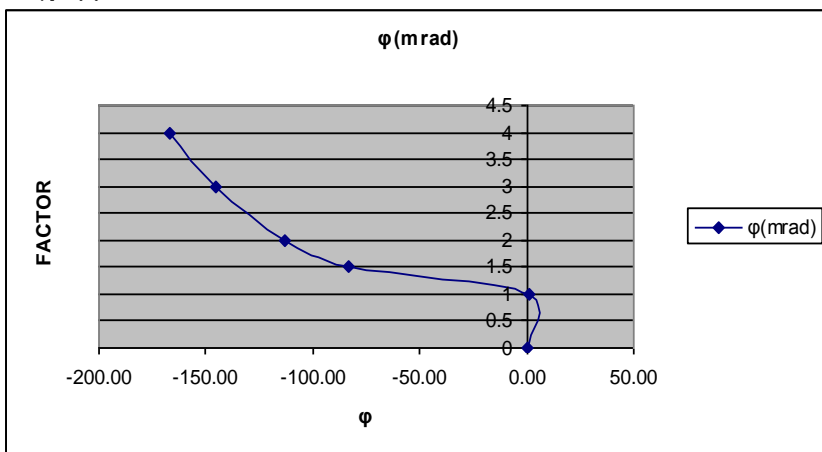
Διάγραμμα 1



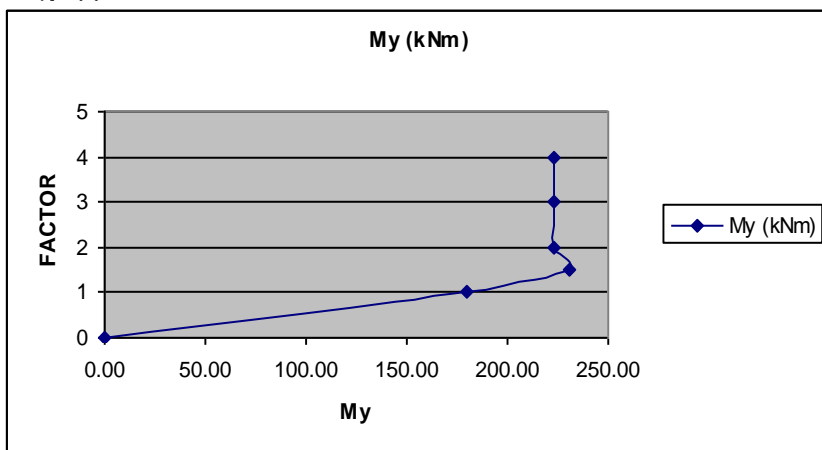
Διάγραμμα 2



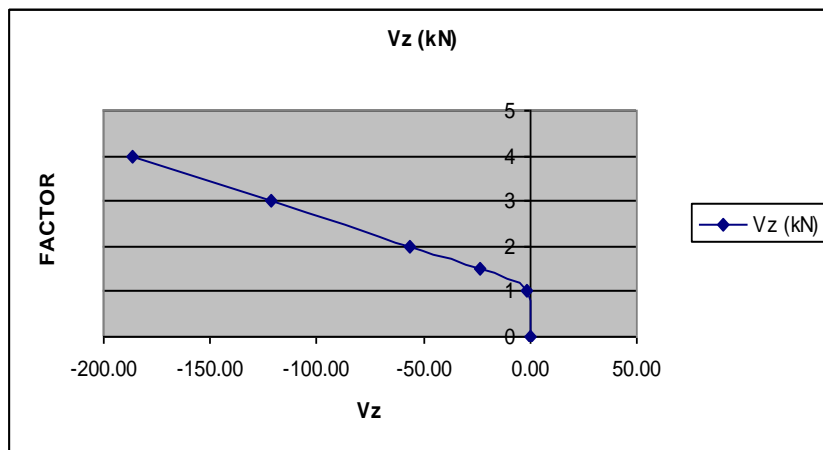
Διάγραμμα 3



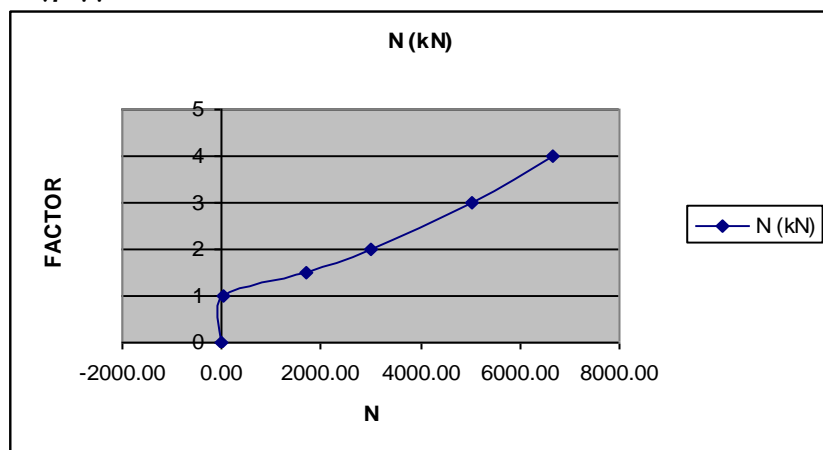
Διάγραμμα 4



Διάγραμμα 5



Διάγραμμα 6

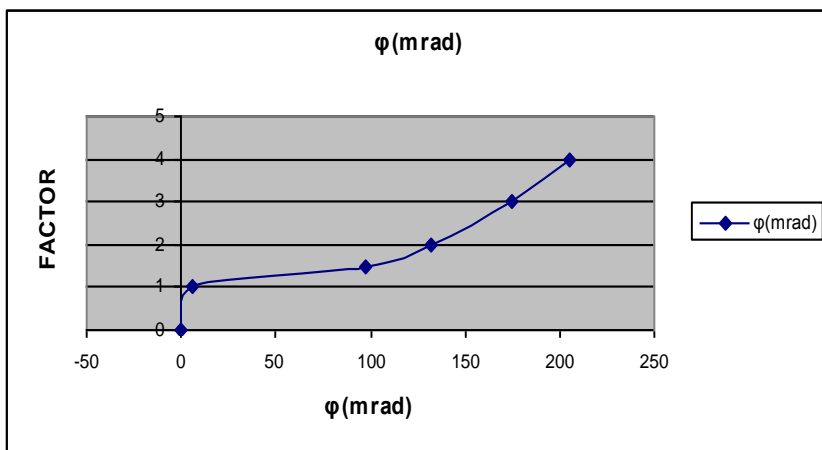


Ακολουθούν τα αντίστοιχα διαγράμματα για τους κόμβους στήριξης της δοκού διπλάσιου πλέον ανοίγματος.

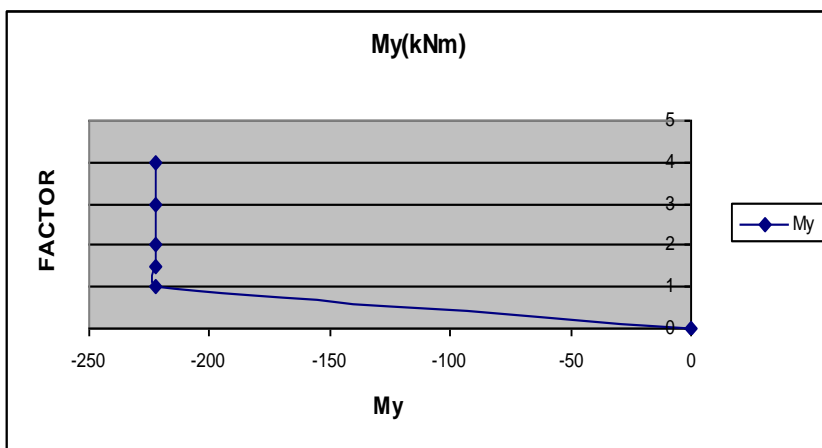
ΦΟΡΕΑΣ 1	(αριστερα κόμβος στήριξης)
-----------------	----------------------------------

ΣΥΝΤ.ΦΟΡΤ.	ux	φ(mrad)	My	Vz	N
0	0	0	0	0	0
1	0.136	6.36	-222.60	-129.60	38.40
1.5	3.09	97.70	-222.6	-149.3	1709
2	5.40	131.90	-222.60	-189.5	3010
3	9.04	174.40	-222.6	-264.1	5026
4	12.47	205.00	-222.60	-335.3	6693

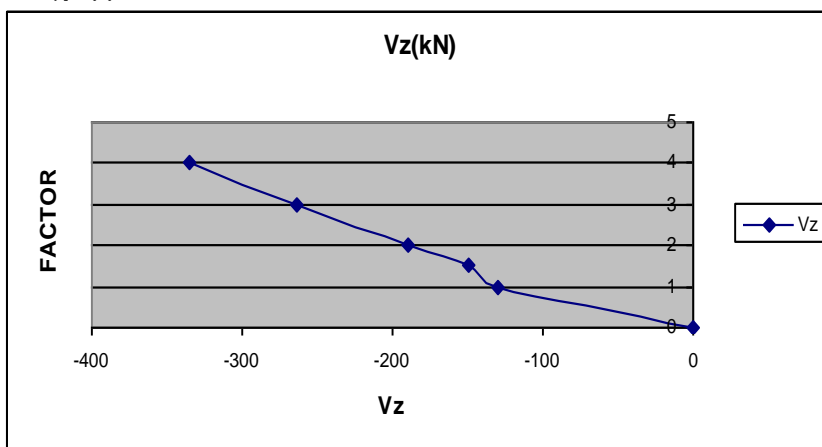
Διάγραμμα 7



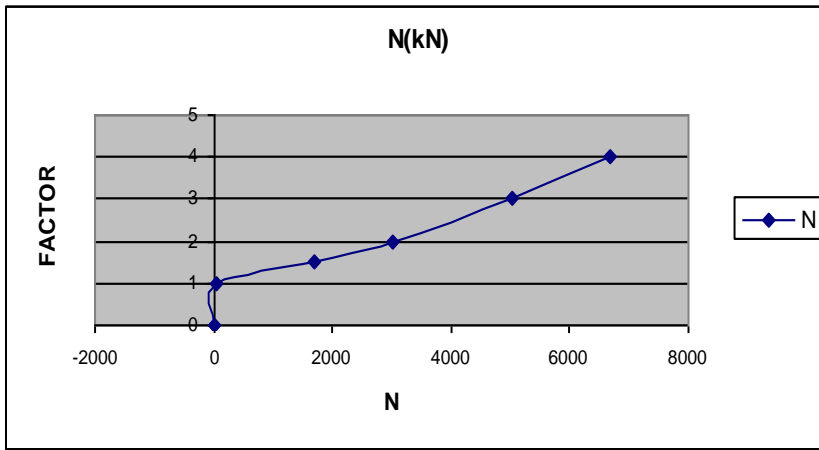
Διάγραμμα 8



Διάγραμμα 9



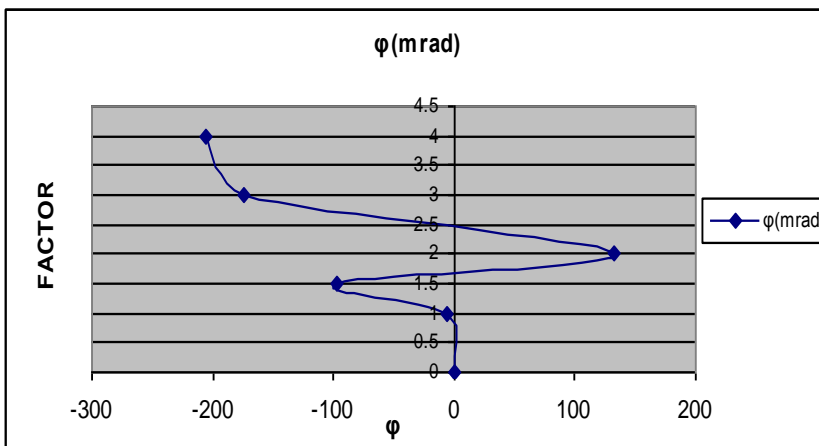
Διάγραμμα 10



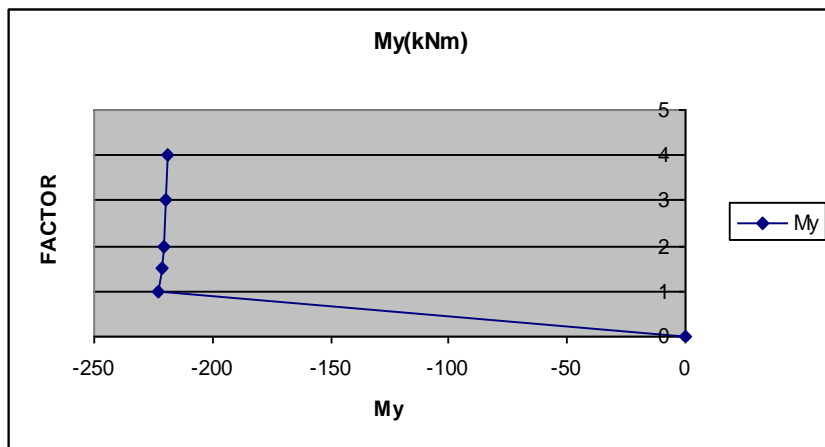
ΦΟΡΕΑΣ 1	(δεξιά κόμβος στήριξης)
-----------------	-------------------------------

ΣΥΝΤ.ΦΟΡΤ.	ux	φ(mrad)	My	Vz	N
0	0	0	0	0	0
1	0.105	-6.76	-222.60	-132.4	30.5
1.5	-1.75	-97.70	-221.60	-172.1	1694
2	-3.20	132.00	-220.60	-204	2983
3	-5.42	-174.50	-219.60	-270	4992
4	-6.92	-205.30	-218.60	-335.2	6690

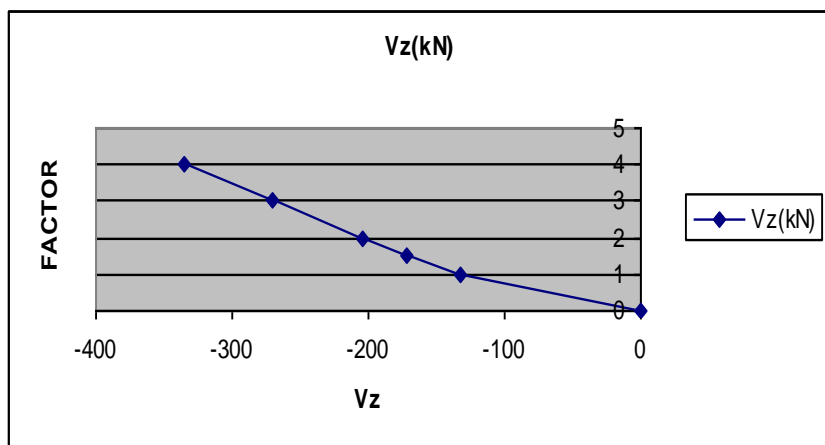
Διάγραμμα 11



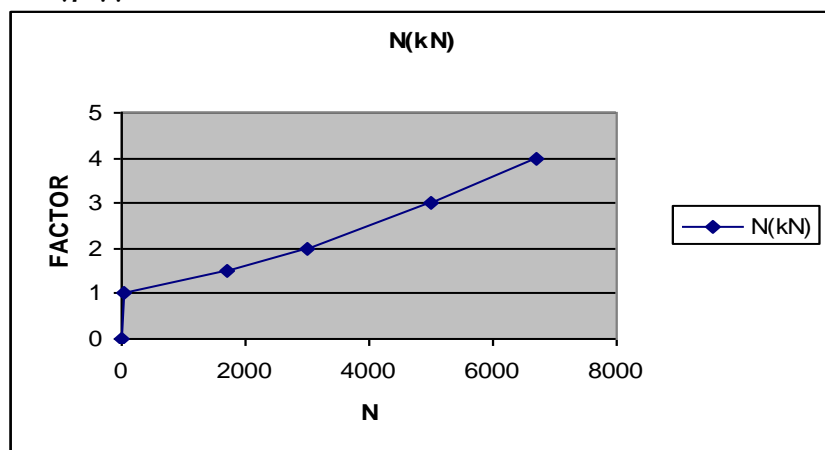
Διάγραμμα 12



Διάγραμμα 13



Διάγραμμα 14



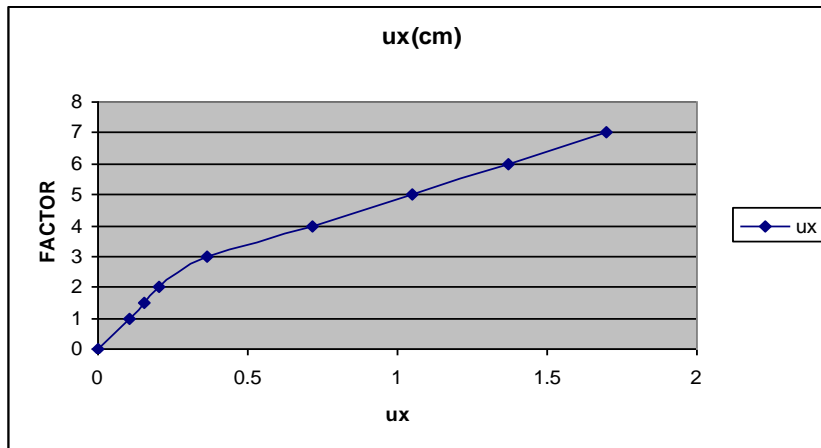
4.1.2 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 2

Στα παρακάτω διαγράμματα φαίνεται η συμπεριφορά των εντατικών και παραμορφωσιακών μεγεθών του φορέα 2 μετά την αφαίρεση ενός εσωτερικού υποστυλώματος για συνεχώς αυξανόμενη φόρτιση, στην στήριξη όπου αφαιρέθηκε το υποστύλωμα .

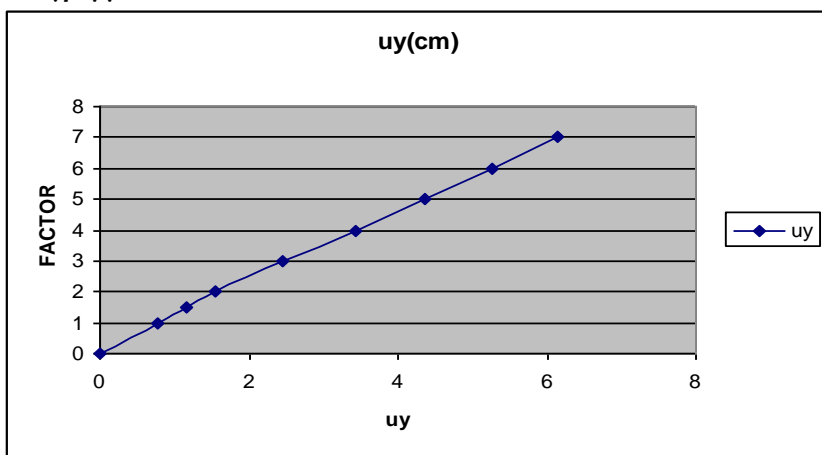
ΦΟΡΕΑΣ 2

ΣΥΝΤ.ΦΟΡΤΙΣΗΣ	uy(cm)	ux (cm)	φ(mrad)	My(kNm)	Vz(kN)	N(kN)
0	0	0	0	0	0	0
1	0.772	0.102	0.361	-34.5	-56.2	9.02
1.5	1.16	0.153	0.545	-51.9	-84.4	13.8
2	1.54	0.206	0.731	-69.4	-112.6	18.8
3	2.45	0.365	1.62	-126.2	-179.7	17.2
4	3.44	0.714	3.26	-215.6	-259.8	32.1
5	4.36	1.05	5.22	-222.6	-326.5	34.5
6	5.26	1.37	7.09	-222.6	-391.5	32.7
7	6.15	1.7	9.03	-222.6	-456.8	31.2

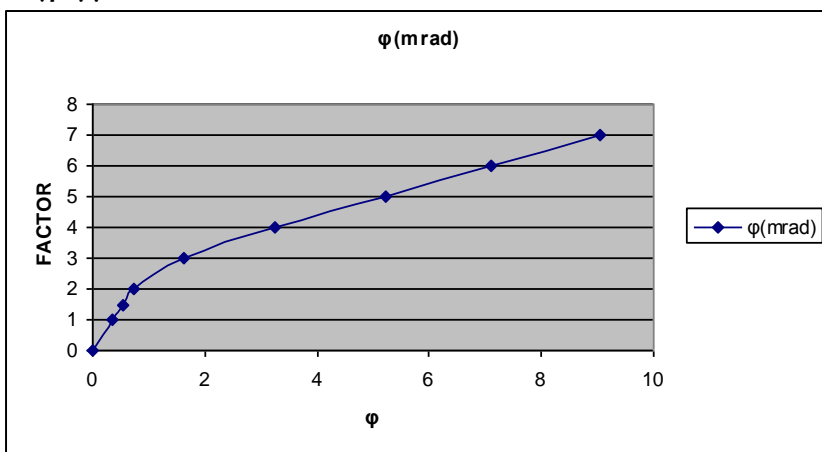
Διάγραμμα 15



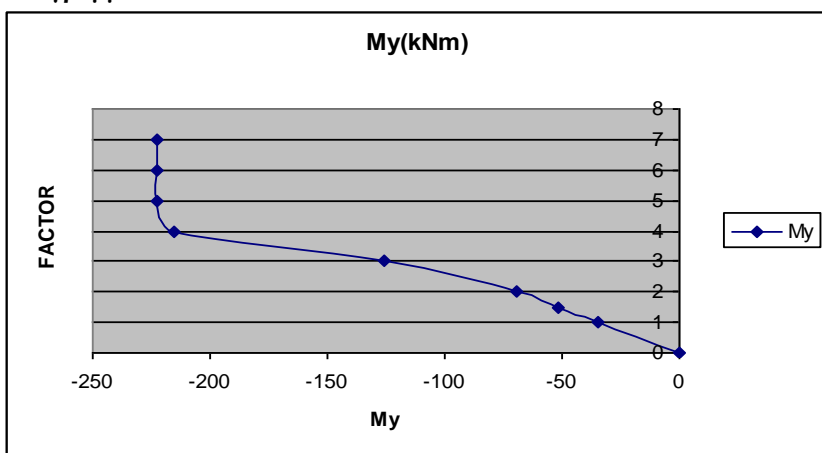
Διάγραμμα 16



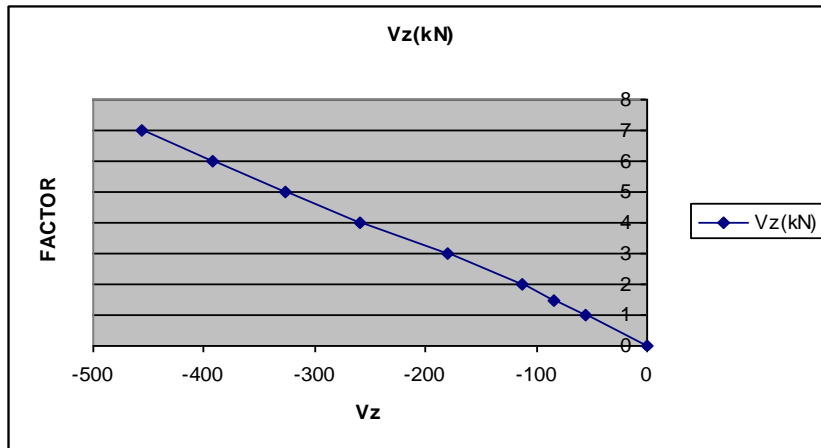
Διάγραμμα 16



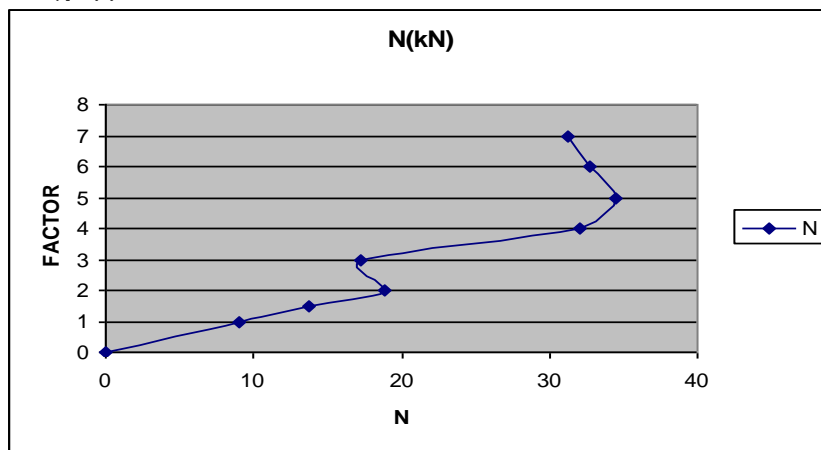
Διάγραμμα 17



Διάγραμμα 18



Διάγραμμα 19

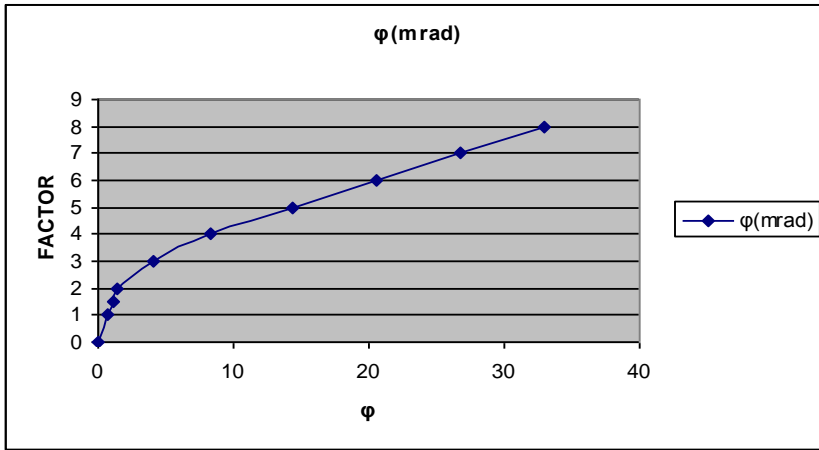


Ακολουθούν τα αντίστοιχα διαγράμματα για τους κόμβους στήριξης της δοκού διπλάσιου πλέον ανοίγματος.

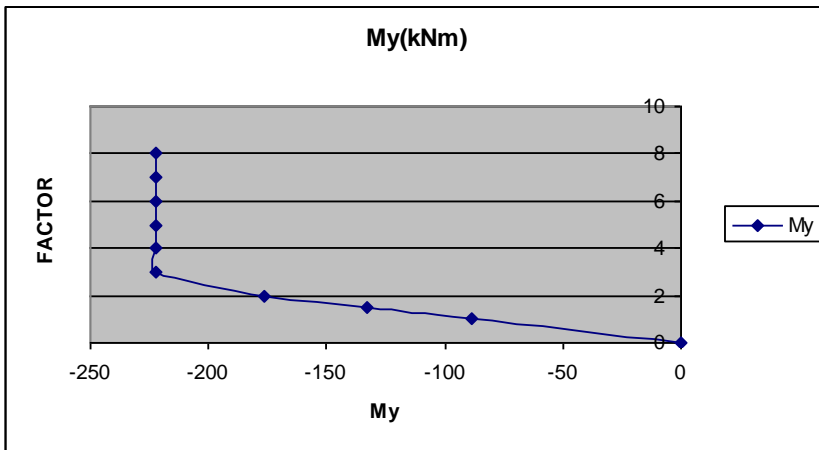
ΦΟΡΕΑΣ 2	(αριστερά κόμβος στήριξης)
-----------------	----------------------------

ΣΥΝΤ.ΦΟΡΤ.	ux(cm)	φ(mrad)	My(kNm)	Vz(kN)	N(kN)
0	0	0	0	0	0
1	0.1	0.73	-88.6	74.3	9.02
1.5	0.151	1.1	-132.7	111.3	13.8
2	0.204	1.47	-176.8	148.4	18.8
3	0.365	4.03	-222.6	211.8	17.2
4	0.718	8.26	-222.6	-263.8	21.8
5	1.07	14.3	-222.6	326.3	10.5
6	1.39	20.5	-222.6	391.5	0.862
7	1.73	26.7	-222.6	-456.8	-7.86

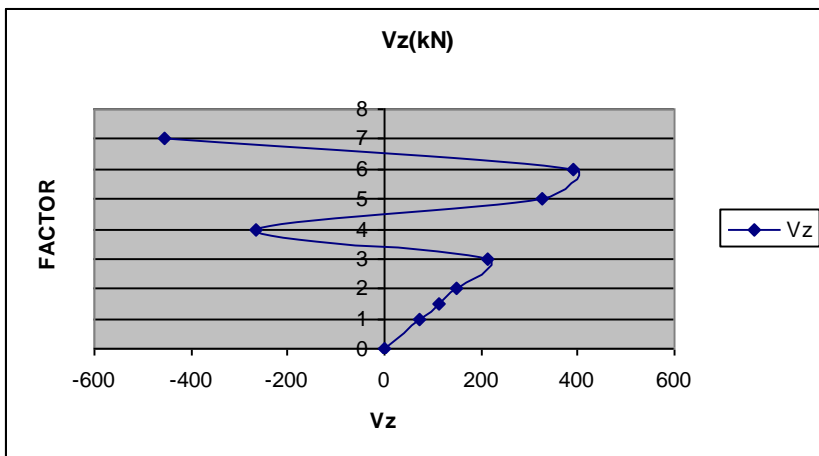
Διάγραμμα 20



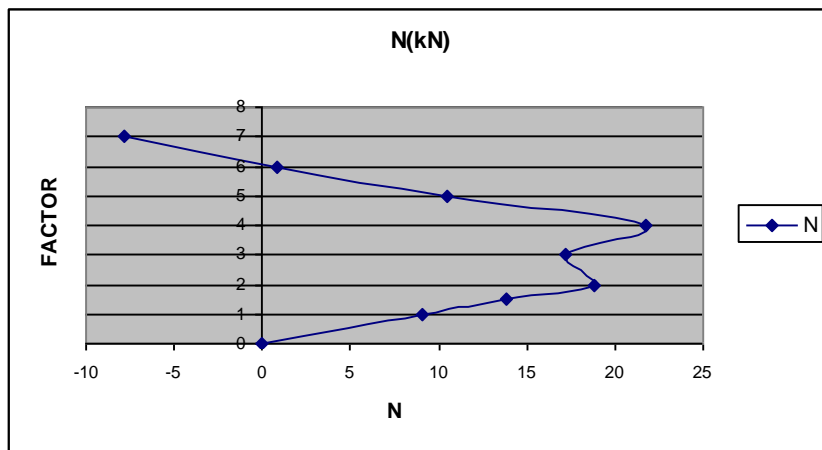
Διάγραμμα 21



Διάγραμμα 22



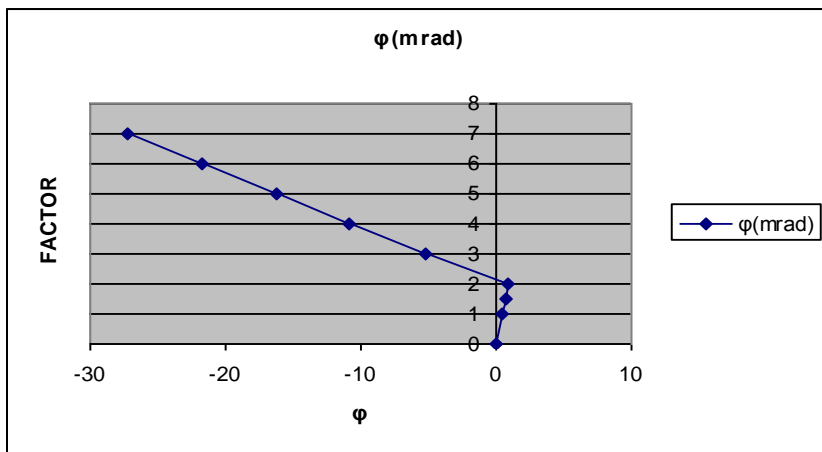
Διάγραμμα 23



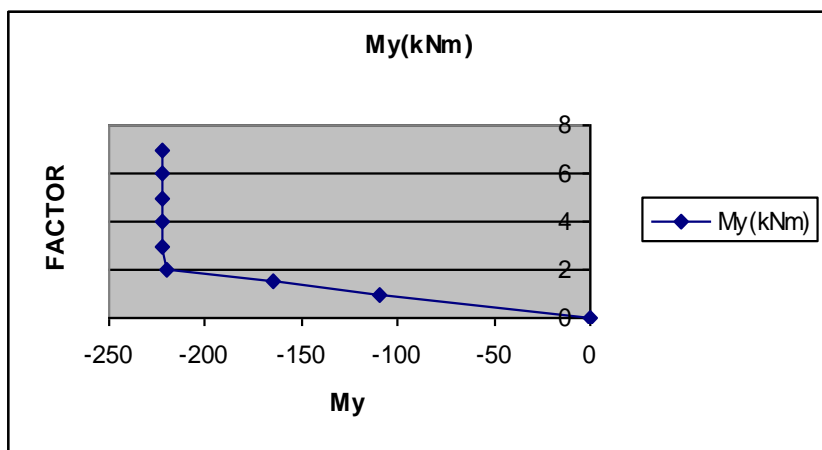
ΦΟΡΕΑΣ 2	(δεξιά κόμβος στήριξης)
-----------------	-------------------------------

ΣΥΝΤ.ΦΟΡΤ.	u_x (cm)	φ (mrad)	M_y (kNm)	V_z (kN)	N (kN)
0	0	0	0	0	0
1	0.101	0.449	-110	-81.4	-1.96
1.5	0.152	0.76	-165.3	-122.1	-2.81
2	0.204	0.906	-220.5	-162.8	-3.58
3	0.359	-5.21	-222.6	-220	-9.81
4	0.769	-10.8	-222.6	-279.7	-32.1
5	1.03	-16.3	-222.6	-340.1	-34.5
6	1.34	-21.8	-222.6	-400.1	-32.7
7	1.67	-27.2	-222.6	-460.2	-31.2

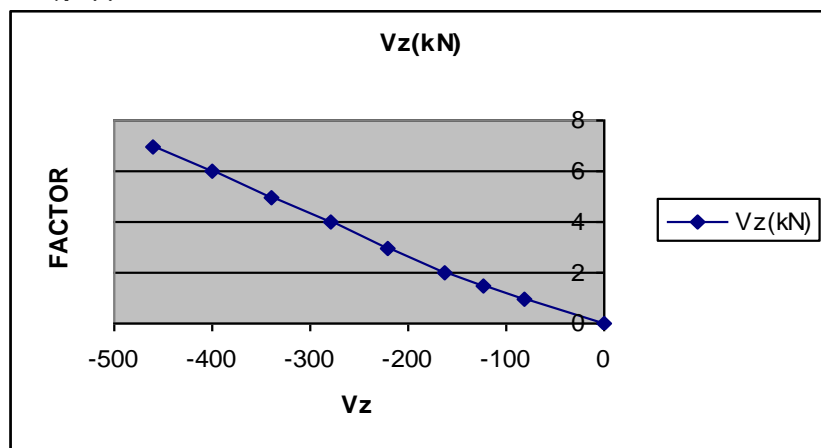
Διάγραμμα 24



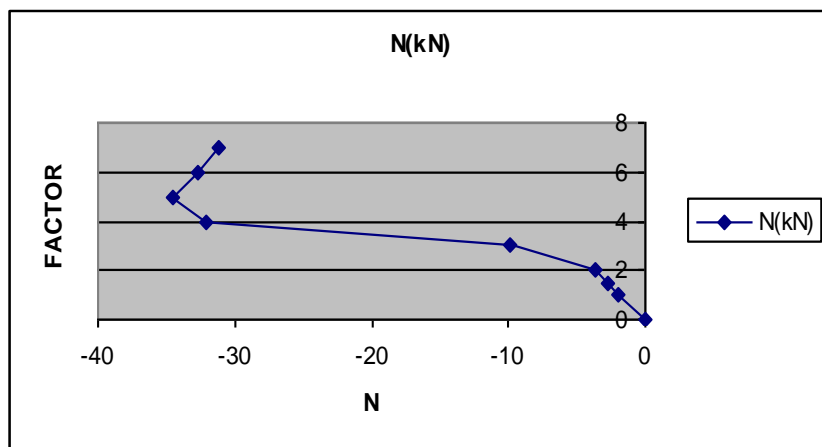
Διάγραμμα 25



Διάγραμμα 26



Διάγραμμα 27



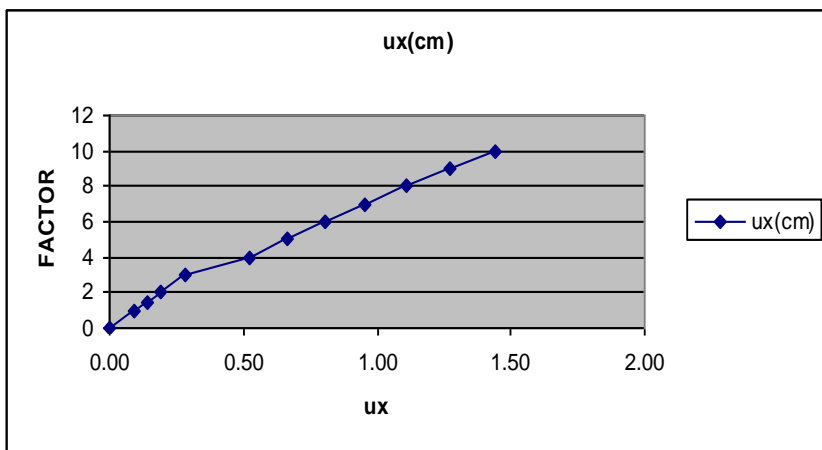
4.1.3.ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 3

Στα παρακάτω διαγράμματα φαίνεται η συμπεριφορά των εντατικών και παραμορφωσιακών μεγεθών του φορέα 3 μετά την αφαίρεση ενός εσωτερικού υποστυλώματος για συνεχώς αυξανόμενη φόρτιση, στην στήριξη όπου αφαιρέθηκε το υποστέλωμα .

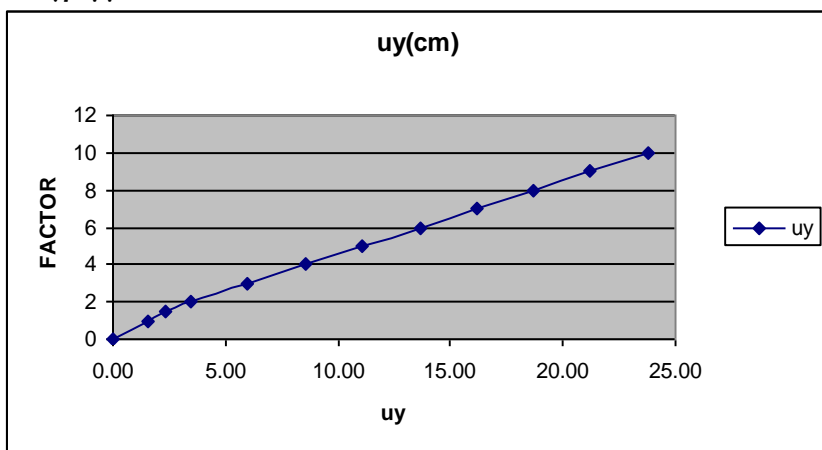
ΦΟΡΕΑΣ 3

ΣΥΝΤ.ΦΟΡΤ.	uy(cm)	ux(cm)	φ(mrad)	My(kNm)	Vz(kN)	N(kN)
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	1.53	0.0911	0.292	25.3	-41.6	15
1.5	2.30	0.138	0.442	38.4	-62.2	23.6
2	3.44	0.192	0.639	31.3	-91.4	26
3	5.96	0.283	0.836	21	-159.5	34.4
4	8.54	0.522	1.71	24.2	-229.2	54.8
5	11.10	0.662	2.13	18.4	-297.7	78.7
6	13.64	0.804	2.57	12.1	-366.3	108.7
7	16.17	0.953	3.02	6.2	-434.9	144.8
8	18.70	1.11	3.49	0.12	-503.7	186.9
9	21.22	1.27	4	-134.6	-572.6	235
10	23.75	1.44	4.54	-156.6	-641.5	289.1

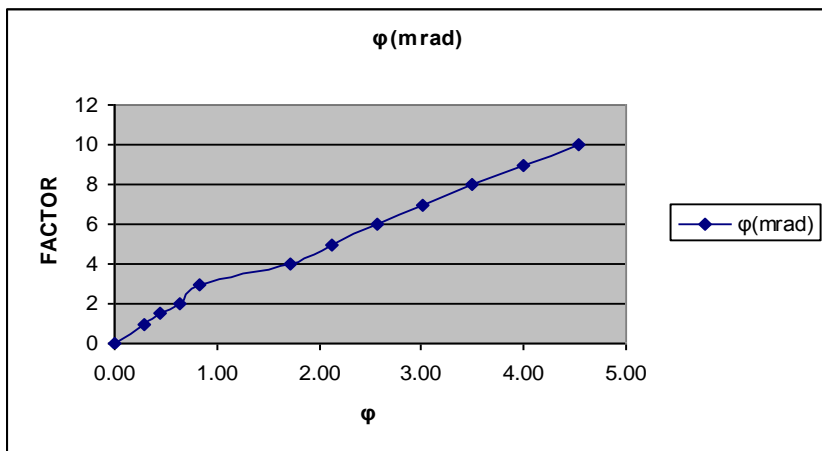
Διάγραμμα 28



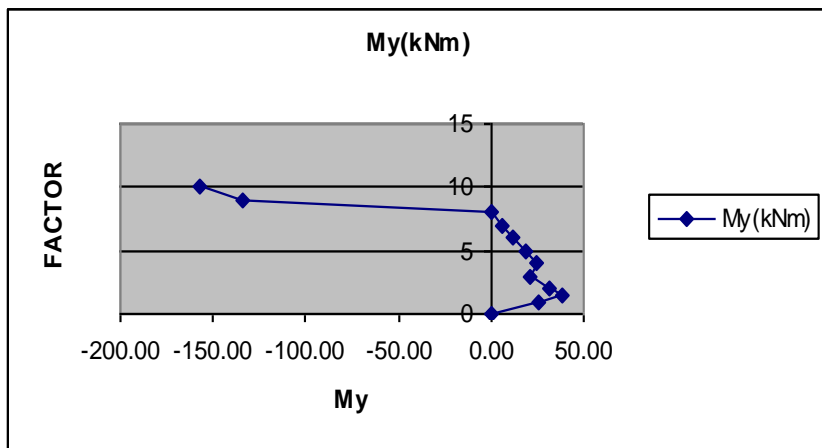
Διάγραμμα 29



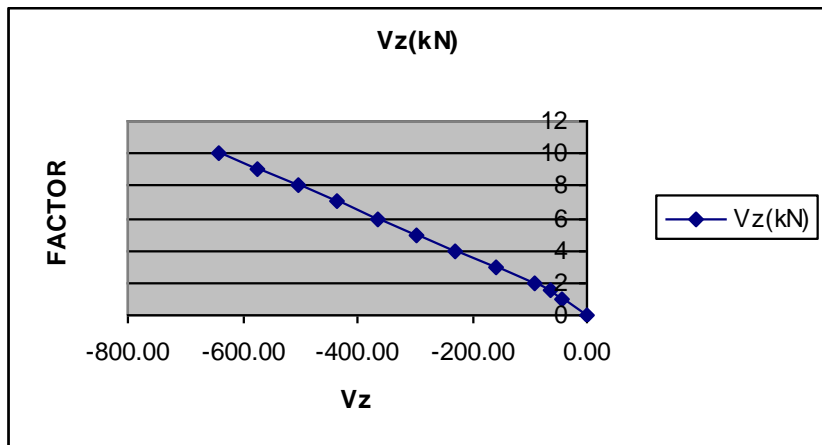
Διάγραμμα 30



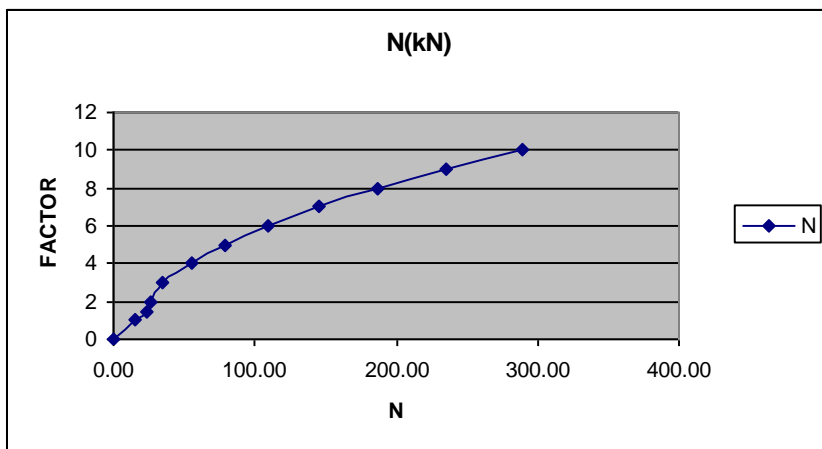
Διάγραμμα 31



Διάγραμμα 32



Διάγραμμα 33



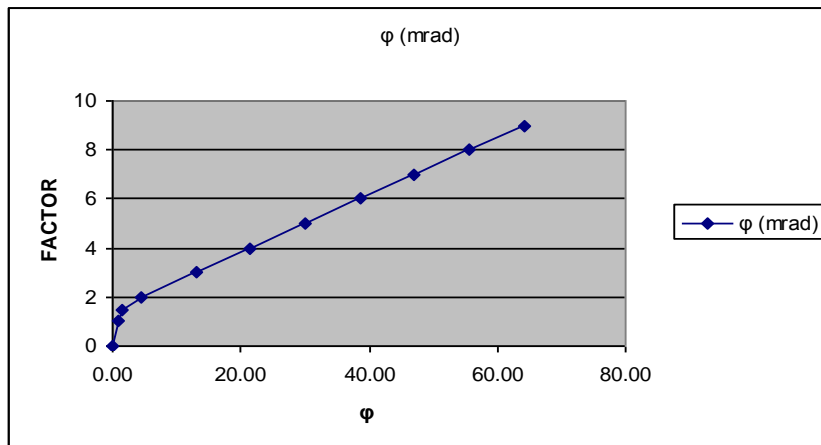
Ακολουθούν τα αντίστοιχα διαγράμματα για τους κόμβους στήριξης της δοκού διπλάσιου πλέον ανοίγματος.

ΦΟΡΕΑΣ 3

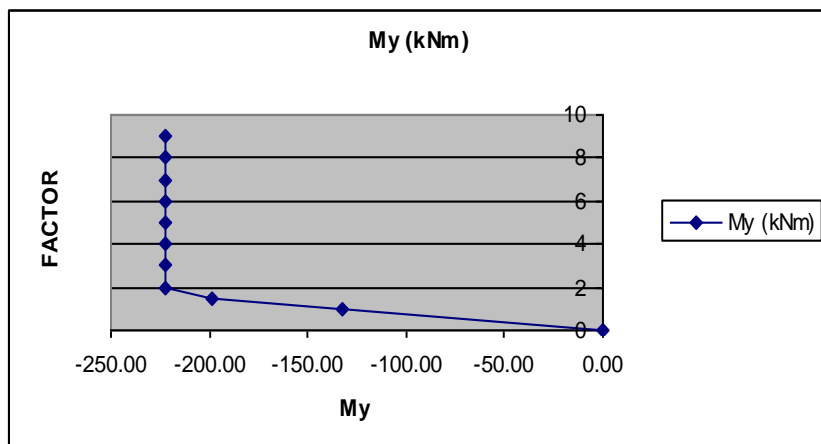
(αριστερά κόμβος
στήριξης)

ΣΥΝΤ.ΦΟΡΤ.	$u_x(\text{cm})$	$\varphi(\text{mrad})$	$M_y(\text{kNm})$	$V_z(\text{kN})$	$N(\text{kN})$
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.0896	0.913	-132.1	88.9	15
1.5	0.137	1.38	-198.5	133.5	23.6
2	0.196	4.39	-222.6	169.6	26
3	0.304	13	-222.6	232	34.4
4	0.569	21.4	-222.6	292.8	54.8
5	0.745	30	-222.6	354.8	78.7
6	0.932	38.6	-222.6	416.7	108.7
7	1.13	47.1	-222.6	478.6	144.8
8	1.35	55.6	-222.6	540.3	186.9
9	1.59	64.1	-222.6	601.9	235

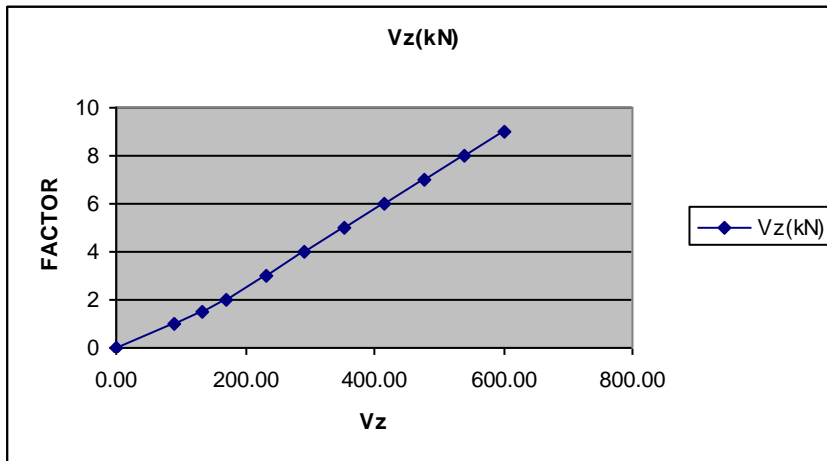
Διάγραμμα 34



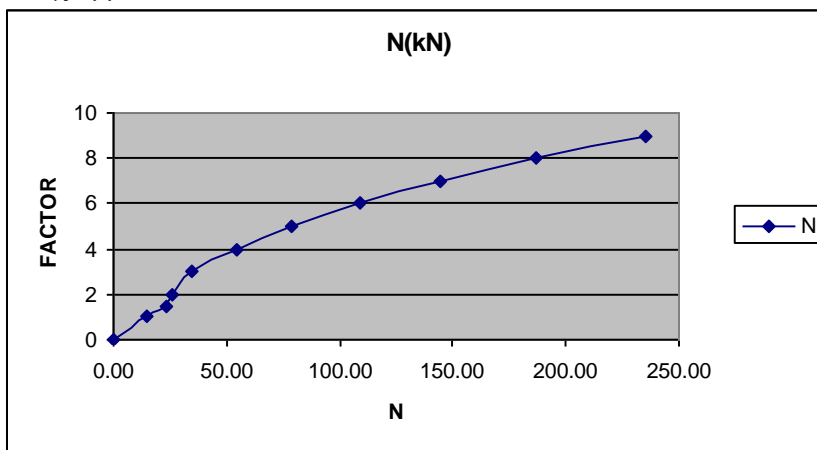
Διάγραμμα 35



Διάγραμμα 36

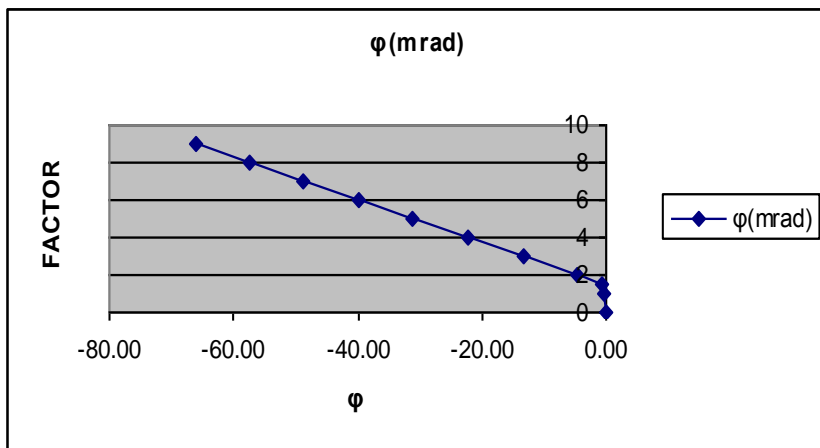


Διάγραμμα 37

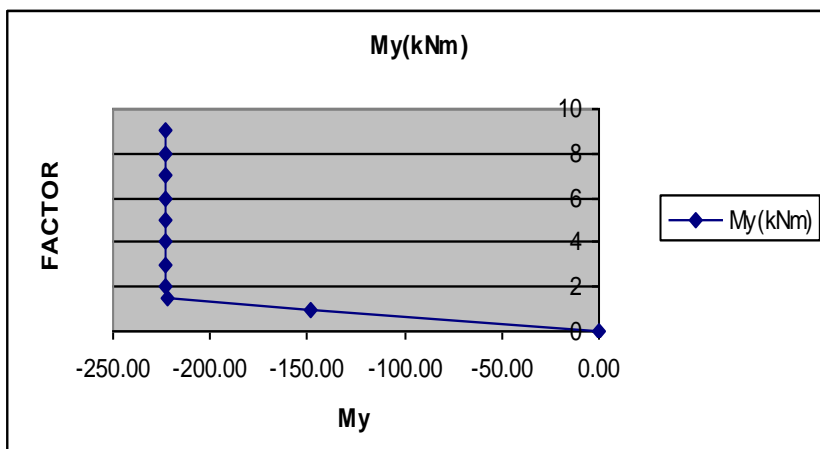
**ΦΟΡΕΑΣ 3**(δεξιά
κόμβος
στήριξης)

ΣΥΝΤ.ΦΟΡΤ.	ux(cm)	φ(mrad)	My(kNm)	Vz (kN)	N(kN)
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.0944	-0.412	-148	-94.1	4.78
1.5	0.135	-0.621	-222.5	-141.4	8.06
2	0.185	-4.69	-222.6	-172.8	8.46
3	0.257	-13.3	-222.6	-236.4	7.12
4	0.467	-22.4	-222.6	-302.1	1.63
5	0.57	-31.2	-222.6	-366.4	10.2
6	0.667	-39.9	-222.6	-430.6	24.7
7	0.763	-48.7	-222.6	-494.9	44.6
8	0.856	-57.4	-222.6	-559.1	69.6
9	0.947	-66.1	-222.6	-623.4	99.9

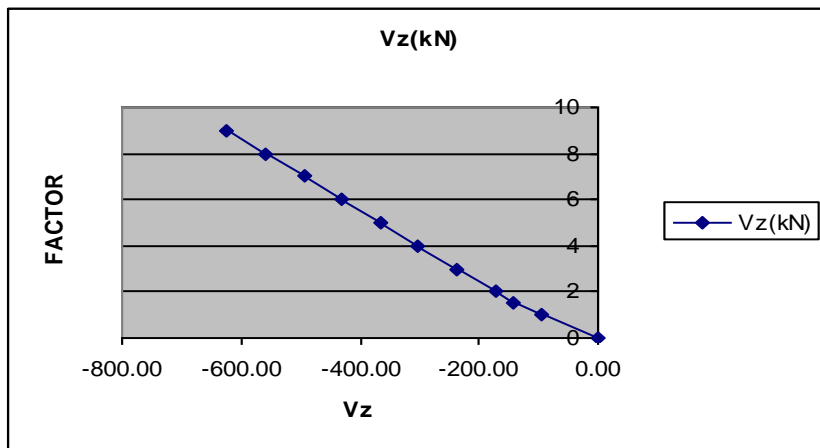
Διάγραμμα 38



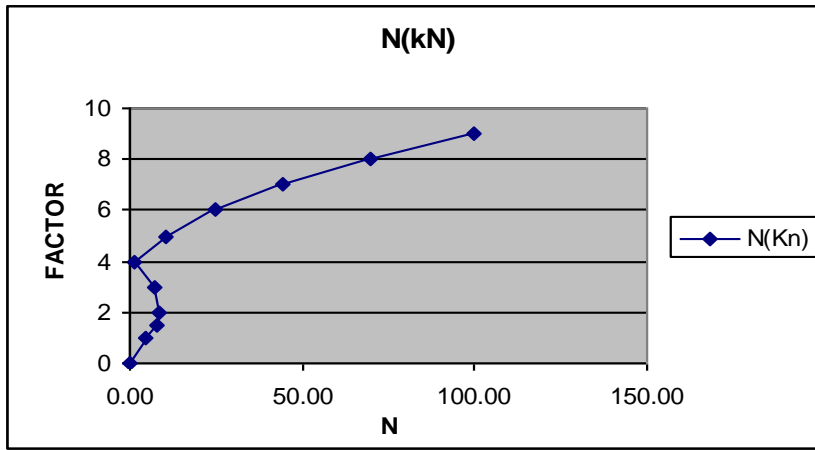
Διάγραμμα 39



Διάγραμμα 40



Διάγραμμα 41



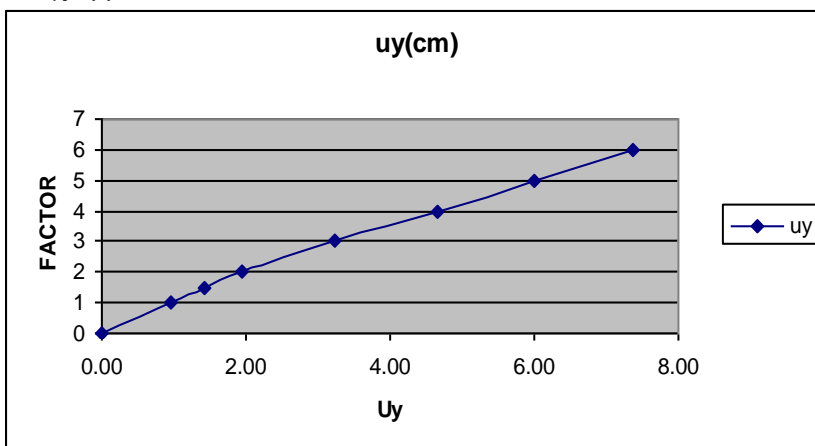
4.1.4.ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 4

Στα παρακάτω διαγράμματα φαίνεται η συμπεριφορά των εντατικών και παραμορφωσιακών μεγεθών του φορέα 4 μετά την αφαίρεση ενός εσωτερικού υποστυλώματος για συνεχώς αυξανόμενη φόρτιση, στην στήριξη όπου αφαιρέθηκε το υποστυλωμα .

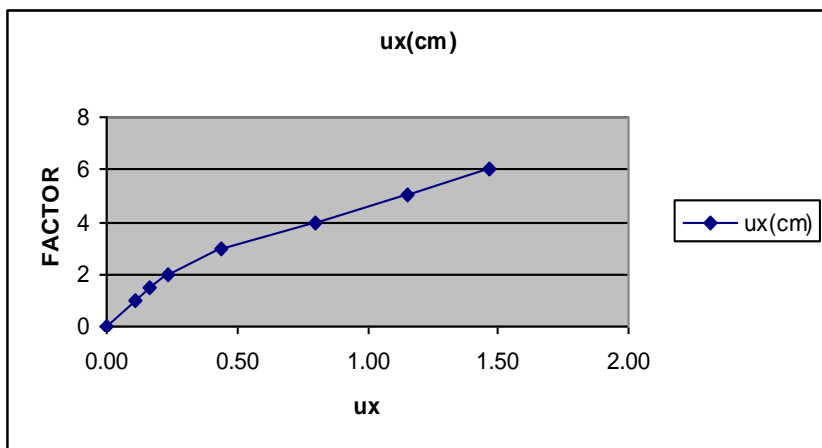
ΦΟΡΕΑΣ
4

ΣΥΝΤ.ΦΟΡΤ.	uy(cm)	ux(cm)	φ(mrad)	My(kNm)	Vz(kN)	N(kN)
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.95	0.111	0.37	-25.8	53.3	10.5
1.5	1.41	0.168	0.56	-38.8	-80	16.1
2	1.94	0.238	0.872	-53	-107	19.7
3	3.23	0.44	1.91	-108.7	-176.8	-18.4
4	4.65	0.8	3.54	-185.1	-254.8	-43.7
5	6.01	1.15	5.3	-222.6	-326.3	-58.8
6	7.37	1.47	7.08	-222.6	-391.5	-61.7

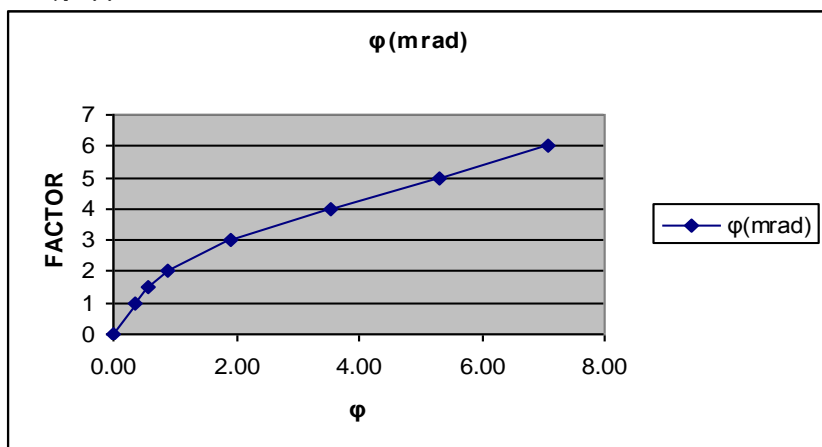
Διάγραμμα 42



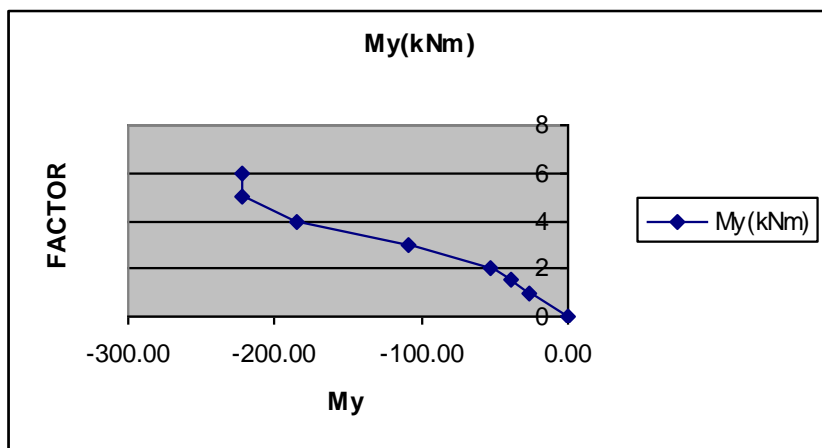
Διάγραμμα 43



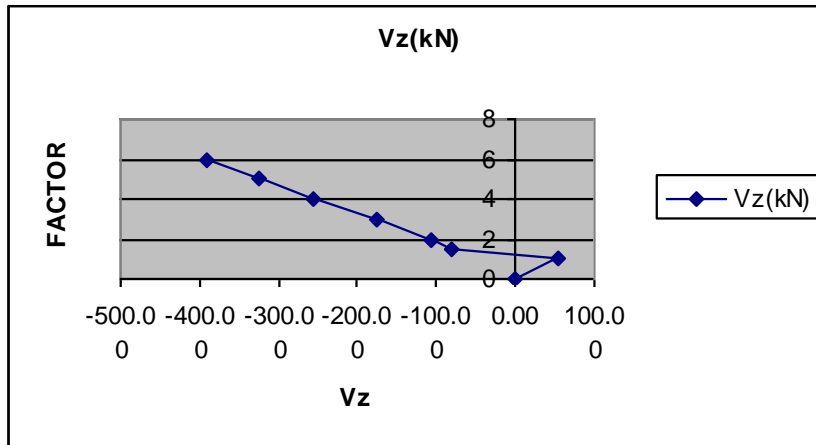
Διάγραμμα 44



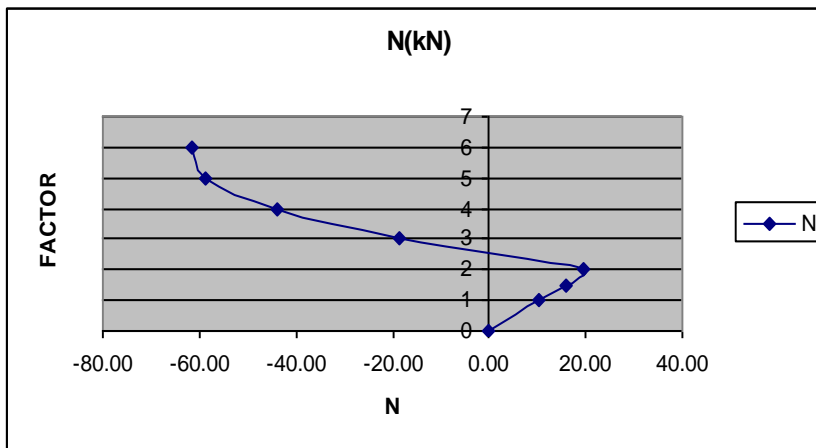
Διάγραμμα 45



Διάγραμμα 46



Διάγραμμα 47



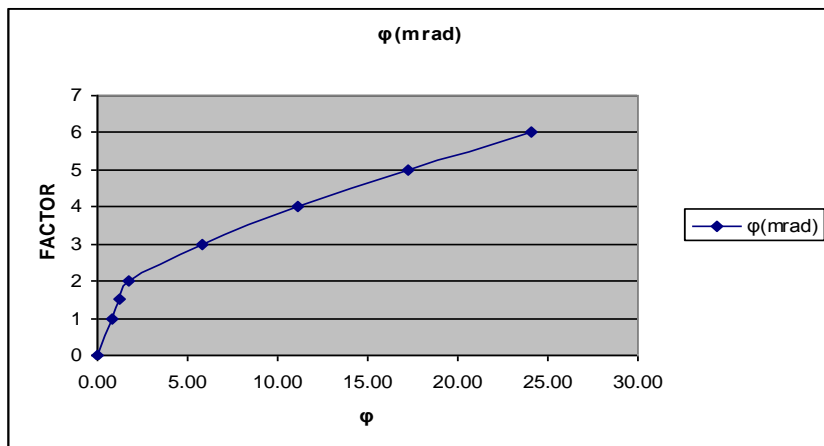
Ακολουθούν τα αντίστοιχα διαγράμματα για τους κόμβους στήριξης της δοκού διπλάσιου πλέον ανοίγματος.

ΦΟΡΕΑΣ 4

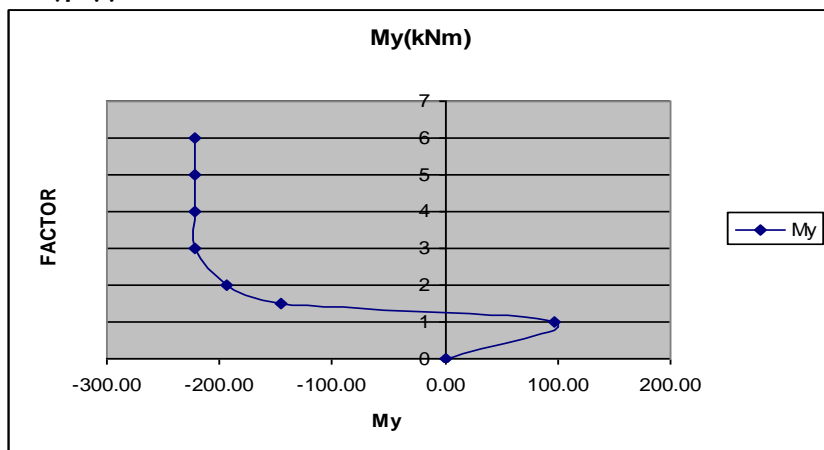
(αριστερα κόμβος
στήριξης)

ΣΥΝΤ.ΦΟΡΤ.	ux(cm)	φ(mrad)	My(kNm)	Vz(kN)	N(kN)
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.11	0.82	97.30	70.00	10.50
1.5	0.17	1.23	-145.90	-105.00	16.10
2	0.24	1.70	-193.80	-140.70	19.70
3	0.44	5.81	-222.60	-210.10	17.40
4	0.81	11.10	-222.60	-265.40	23.40
5	1.17	17.20	-222.60	-326.20	22.20
6	1.50	24.10	-222.60	391.50	16.70

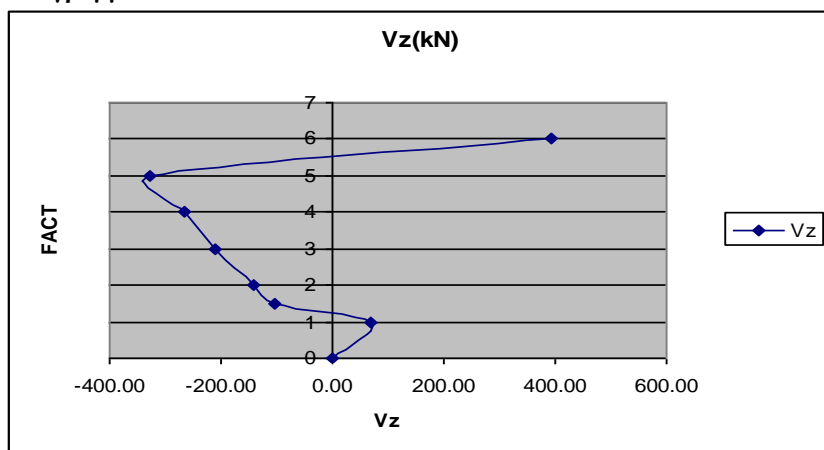
Διάγραμμα 48



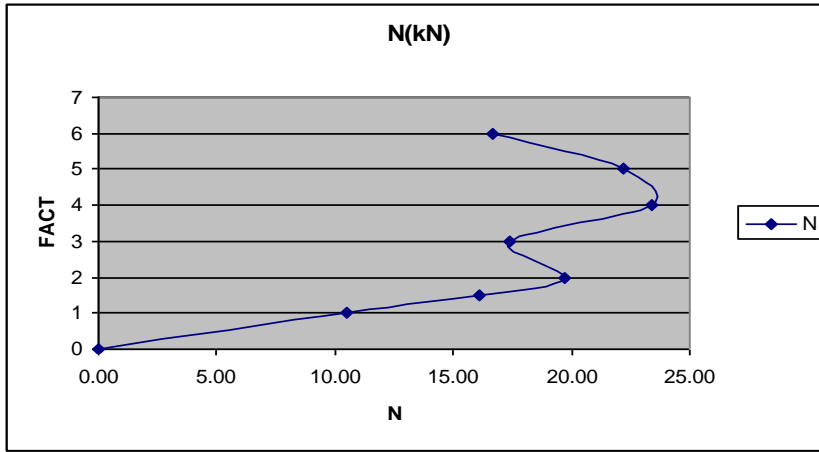
Διάγραμμα 49



Διάγραμμα 50



Διάγραμμα 51

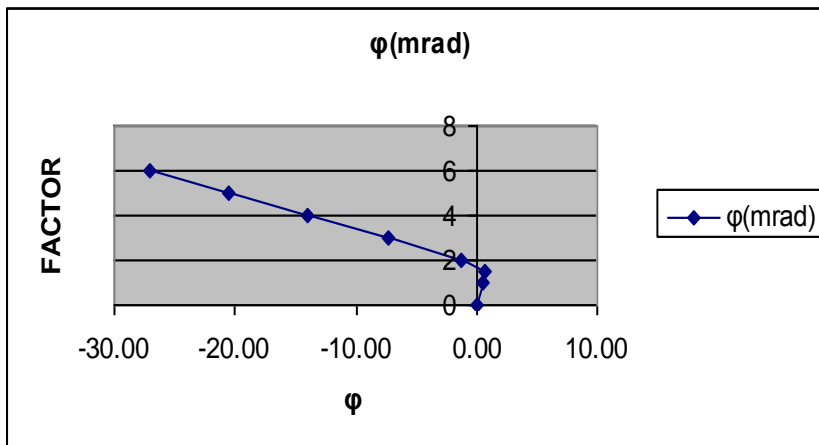


ΦΟΡΕΑΣ 4

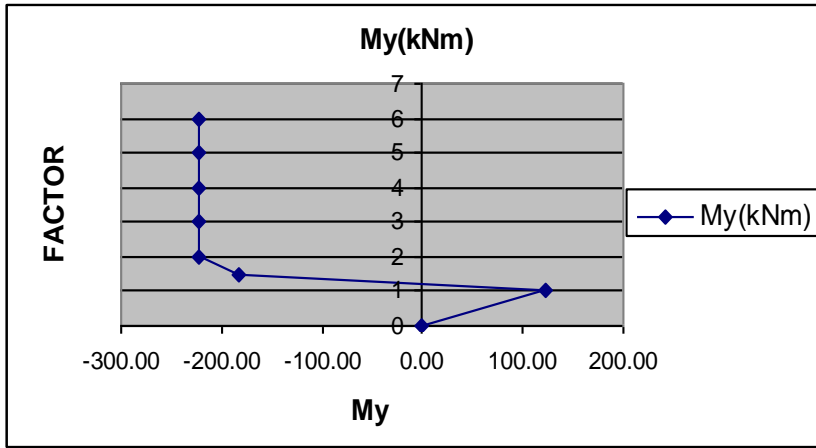
(δεξιά
κόμβος
στήριξης)

ΣΥΝΤ.ΦΟΡΤ.	ux(cm)	φ(cm)	My(kNm)	Vz(kN)	N(kN)
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.11	0.479	122	85.4	3.88
1.5	0.166	0.722	-183.2	-128.1	-5.71
2	0.234	-1.3	-222.6	-166.1	-5.8
3	0.428	-7.37	-222.6	-225.6	-18.4
4	0.774	-14	-222.6	-287.7	-43.7
5	1.11	-20.6	-222.6	-349.9	-58.8
6	1.41	-27.1	-222.6	-412	-61.7

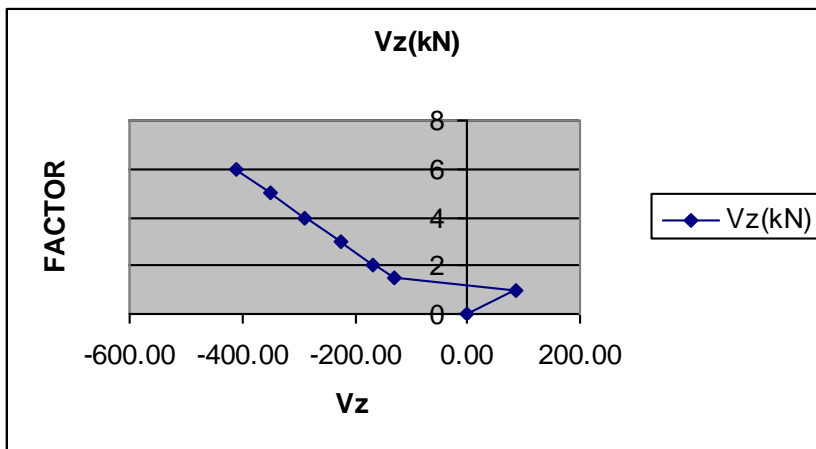
Διάγραμμα 52



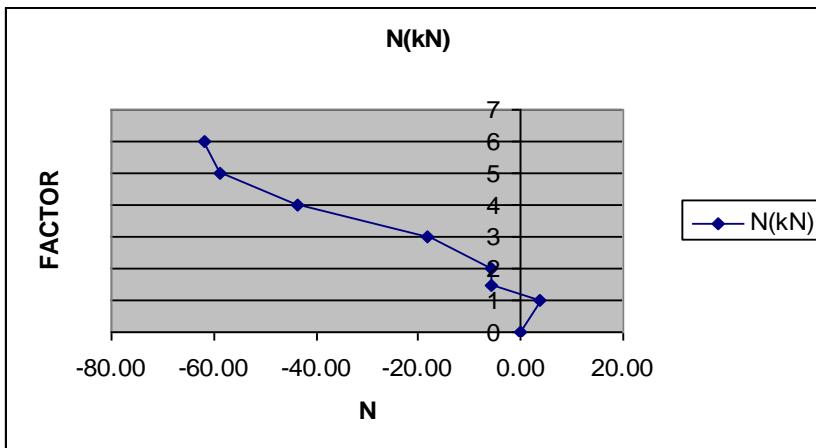
Διάγραμμα 53



Διάγραμμα 54



Διάγραμμα 55



4.2 ΦΟΡΕΙΣ ΤΥΠΟΥ 1,2,3,4 (απομάκρυνση ακραίου υποστυλώματος)

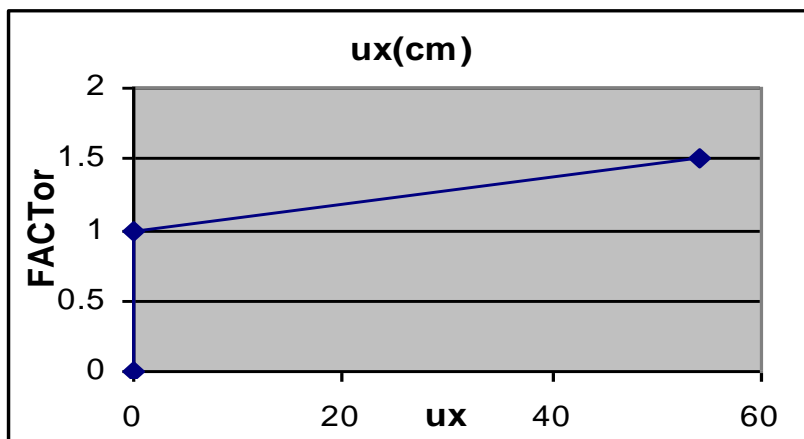
4.2.1 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 1

Στα παρακάτω διαγράμματα φαίνεται η συμπεριφορά των εντατικών και παραμορφωσιακών μεγεθών του φορέα 1 μετά την απομάκρυνση ακραίου υποστυλώματος για συνεχώς αυξανόμενη φόρτιση, στην στήριξη όπου αφαιρέθηκε το υποστύλωμα.

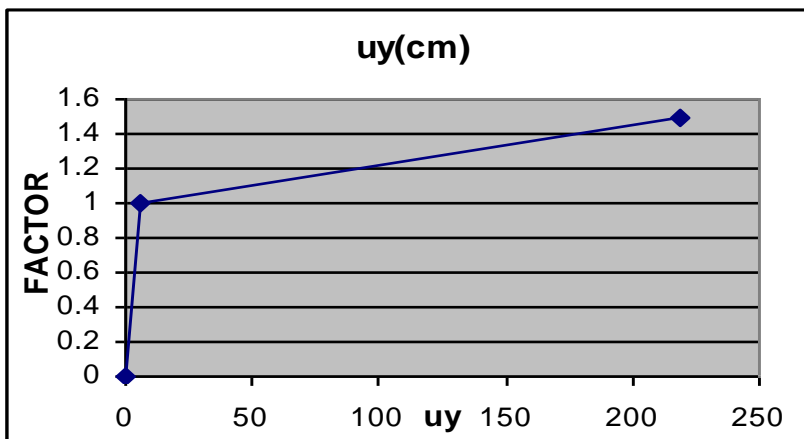
ΦΟΡΕΑΣ 1

ΣΥΝΤ.ΦΟΡΤΙΣΗΣ	$u_x(\text{cm})$	$u_y(\text{cm})$	$\varphi(\text{mrad})$	$M(\text{kNm})$	$V_z(\text{kN})$	$N(\text{kN})$
0	0	0	0	0	0	0
1	0.00492	6.25	-2.12	172.6	-0.619	-93.7
1.5	53.96	219.3	-403.8	154.1	46.6	850.2

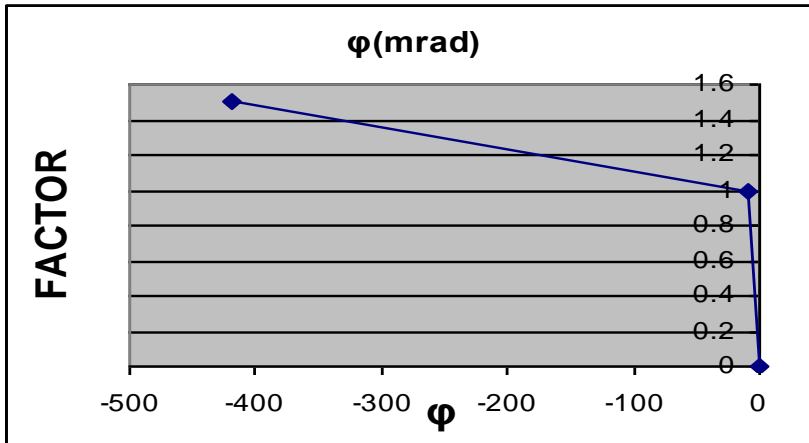
Διάγραμμα 56



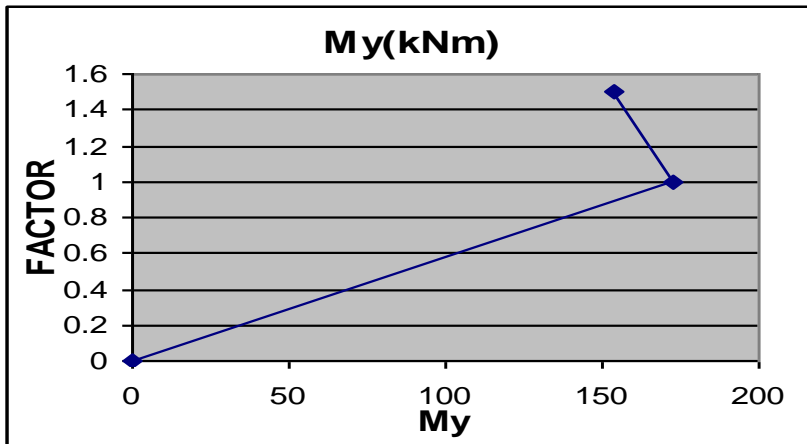
Διάγραμμα 57



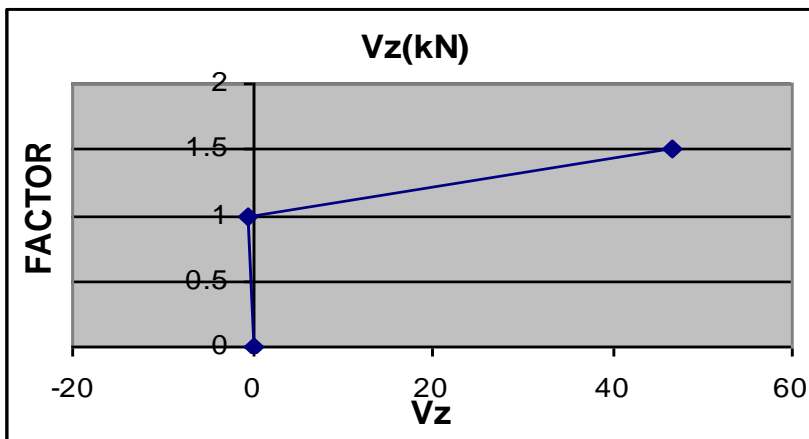
Διάγραμμα 58



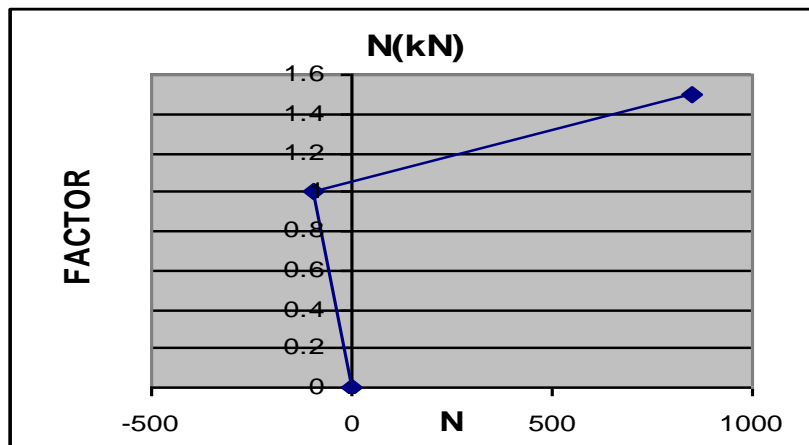
Διάγραμμα 59



Διάγραμμα 60



Διάγραμμα 61

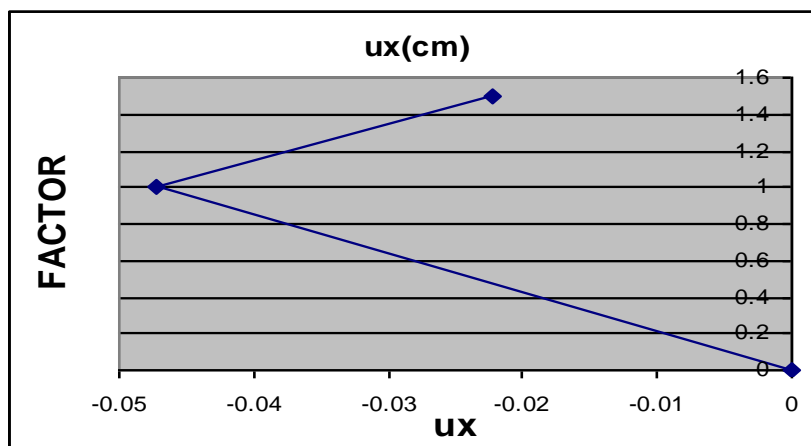


Ακολουθούν τα αντίστοιχα διαγράμματα για τον διπλανό κόμβο στήριξης.

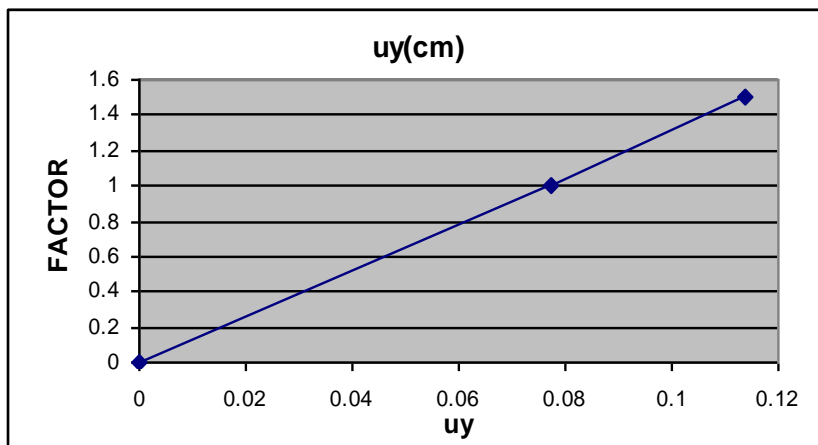
ΦΟΡΕΑΣ 1

ΣΥΝΤ.ΦΟΡΤΙΣΗΣ	ux(cm)	uy(cm)	φ(mrad)	M(kNm)	Vz(kN)	N(kN)
0	0	0	0	0	0	0
1	-0.0472	0.0775	-8.09	-222.6	-131.1	-93.7
1.5	-0.0223	0.114	-418.4	-153.6	-149.2	850.2

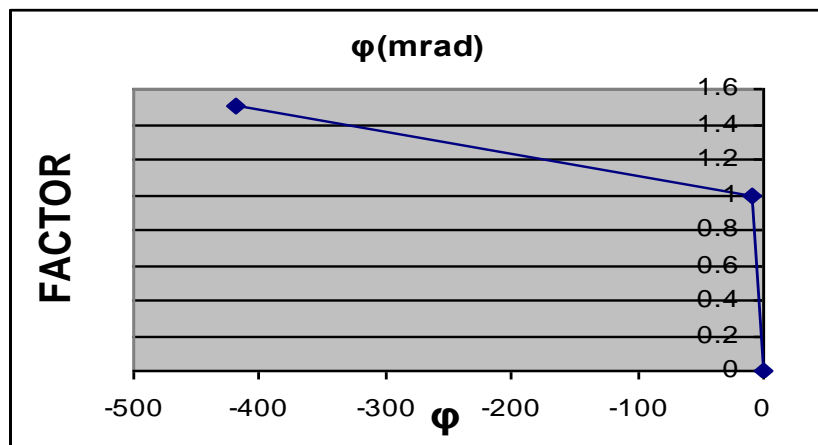
Διάγραμμα 62



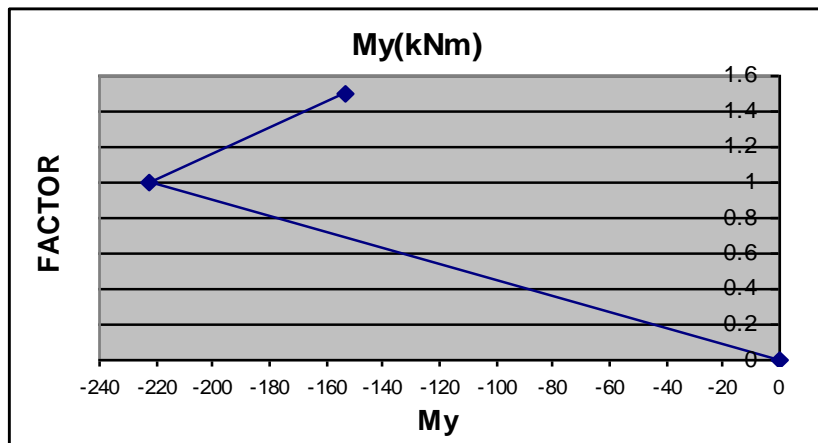
Διάγραμμα 63



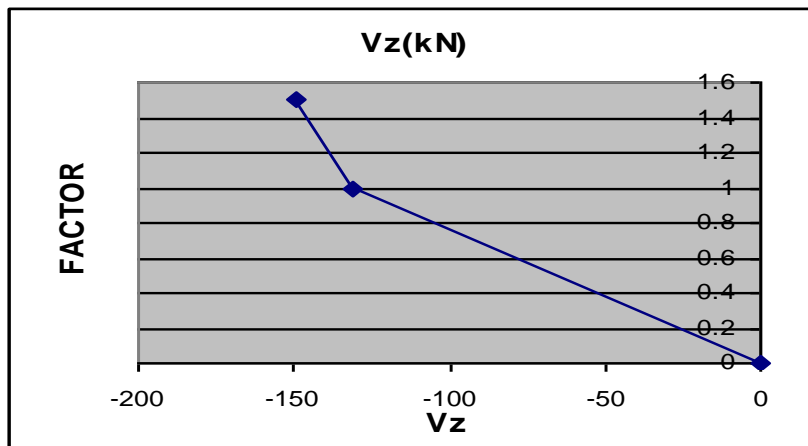
Διάγραμμα 64



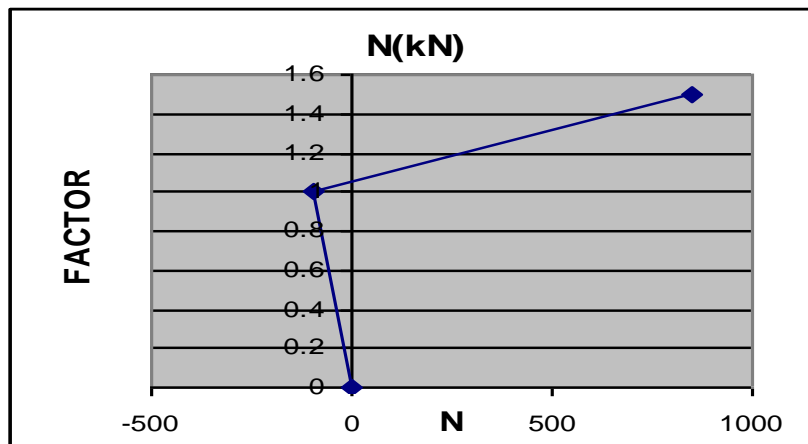
Διάγραμμα 65



Διάγραμμα 66



Διάγραμμα 67



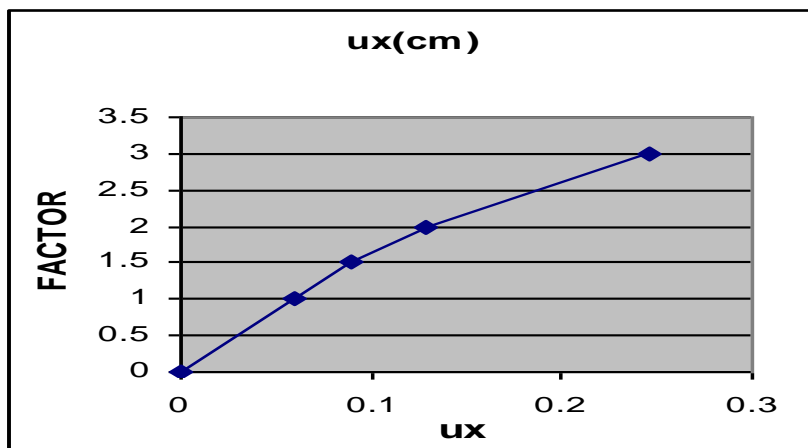
4.2.2.ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 2

Στα παρακάτω διαγράμματα φαίνεται η συμπεριφορά των εντατικών και παραμορφωσιακών μεγεθών του φορέα 2 μετά την απομάκρυνση ακραίου υποστυλώματος για συνεχώς αυξανόμενη φόρτιση, στην στήριξη όπου αφαιρέθηκε το υποστυλώμα.

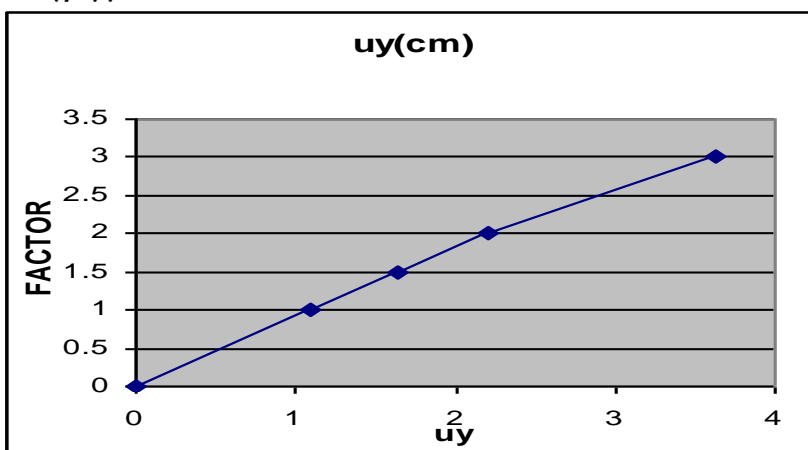
ΦΟΡΕΑΣ 2

ΣΥΝΤ.ΦΟΡΤΙΣΗΣ	ux(cm)	uy(cm)	φ(mrad)	M(kNm)	Vz(kN)	N(kN)
0	0	0	0	0	0	0
1	0.0595	1.09	0.135	2.42	45.5	-13
1.5	0.0903	1.64	0.203	3.59	68.3	-19.6
2	0.128	2.21	0.367	11.2	95.3	-24.2
3	0.246	3.62	1.15	-47.9	166.6	-22.6

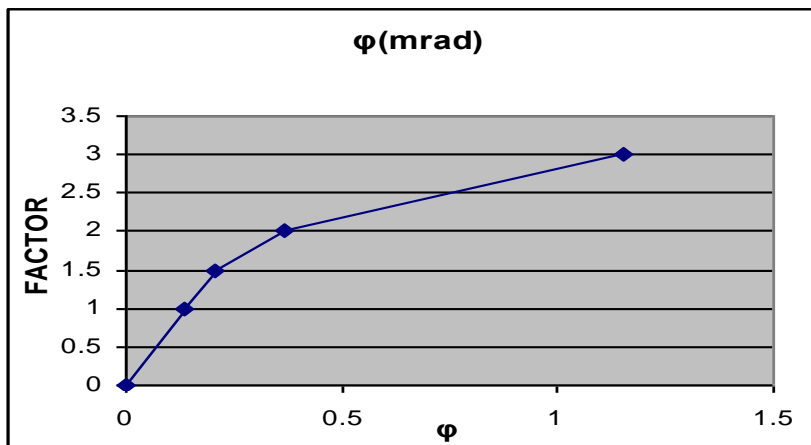
Διάγραμμα 68



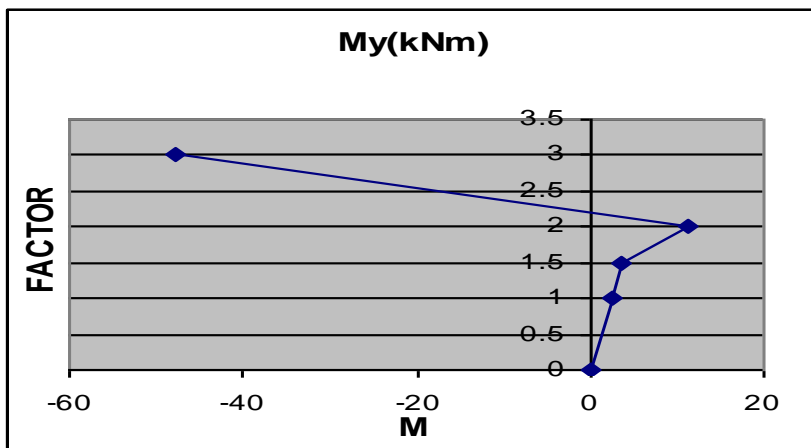
Διάγραμμα 69



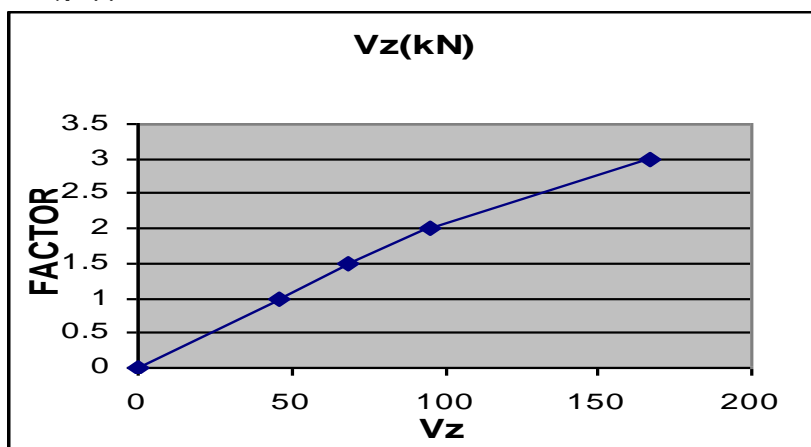
Διάγραμμα 70



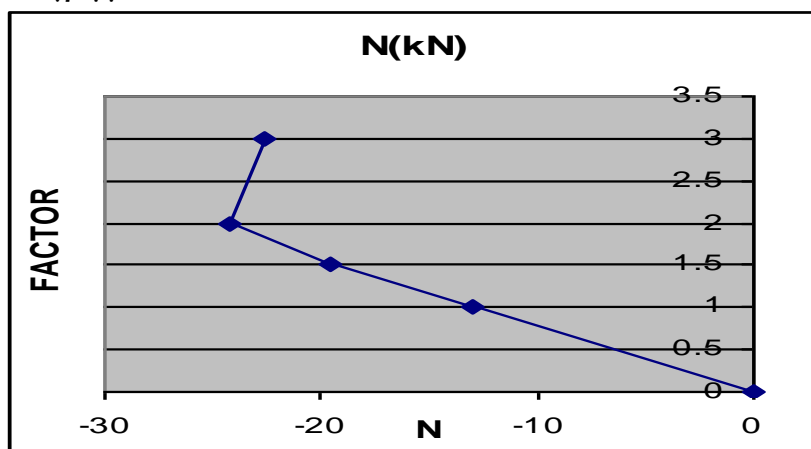
Διάγραμμα 71



Διάγραμμα 72



Διάγραμμα 73

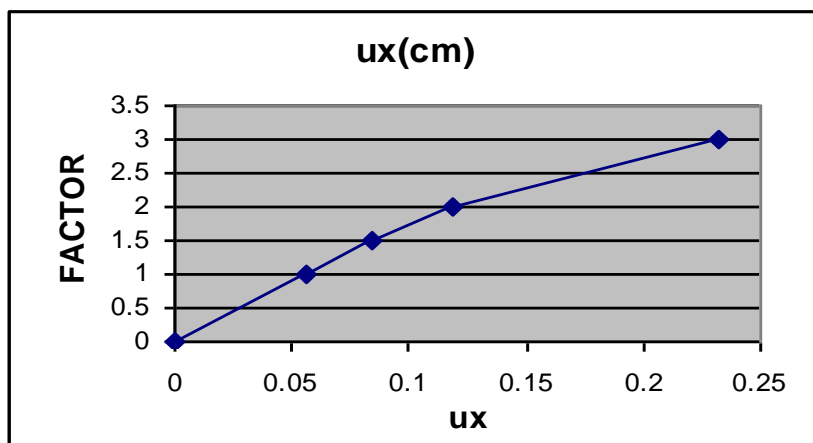


Ακολουθούν τα αντίστοιχα διαγράμματα για τον διπλανό κόμβο στήριξης.

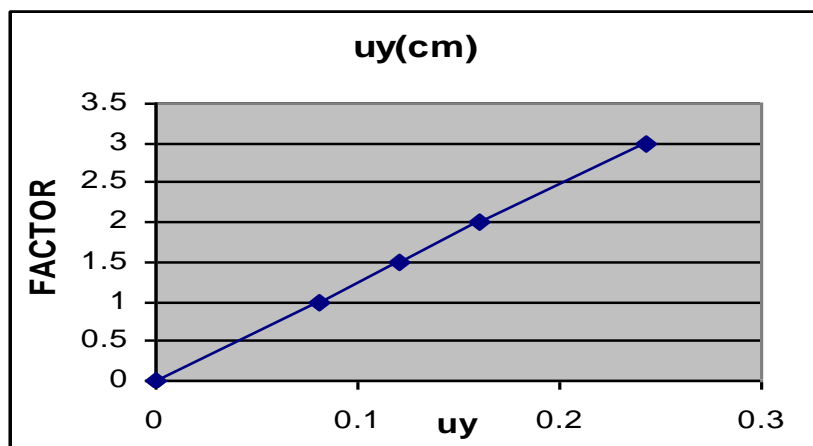
ΦΟΡΕΑΣ 2

ΣΥΝΤ.ΦΟΡΤΙΣΗΣ	ux(cm)	uy(cm)	φ(mrad)	My(kNm)	Vz(kN)	N(kN)
0	0	0	0	0	0	0
1	0.0558	0.0806	-0.405	-120.8	-85	-13
1.5	0.0841	0.121	0.607	-86.8	-127.5	-19.6
2	0.119	0.161	-1.65	-222.6	-165.7	-24.2
3	0.232	0.243	-7.81	-222.6	-224.9	-22.6

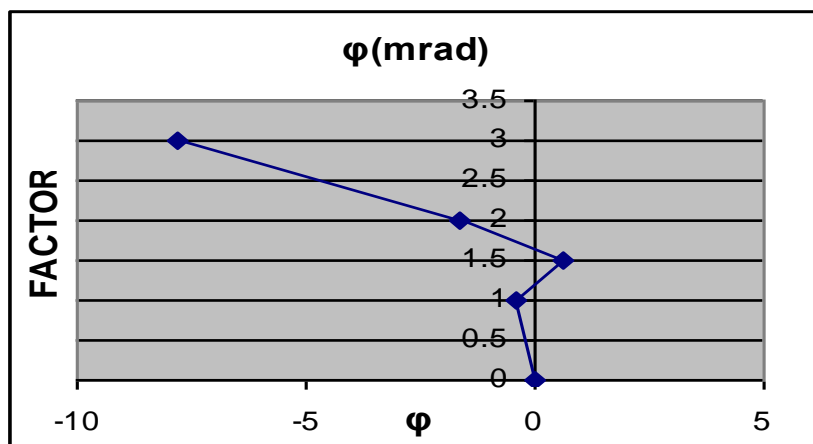
Διάγραμμα 74



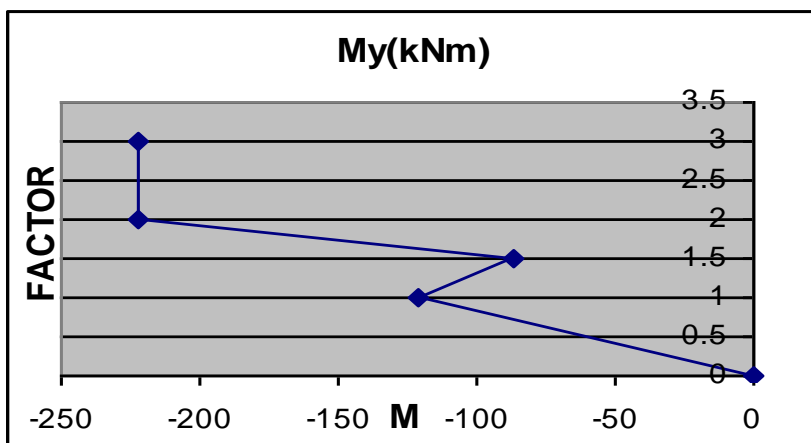
Διάγραμμα 75



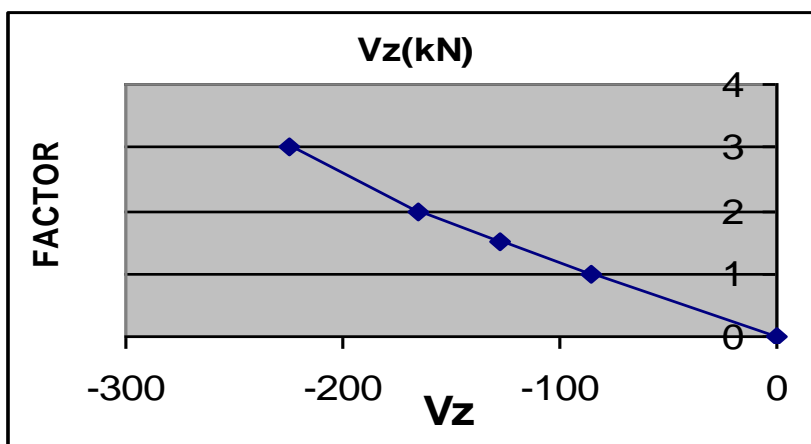
Διάγραμμα 76



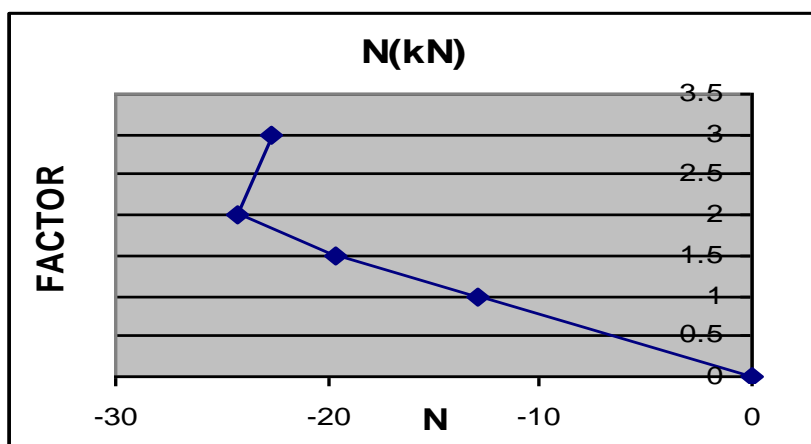
Διάγραμμα 77



Διάγραμμα 78



Διάγραμμα 79



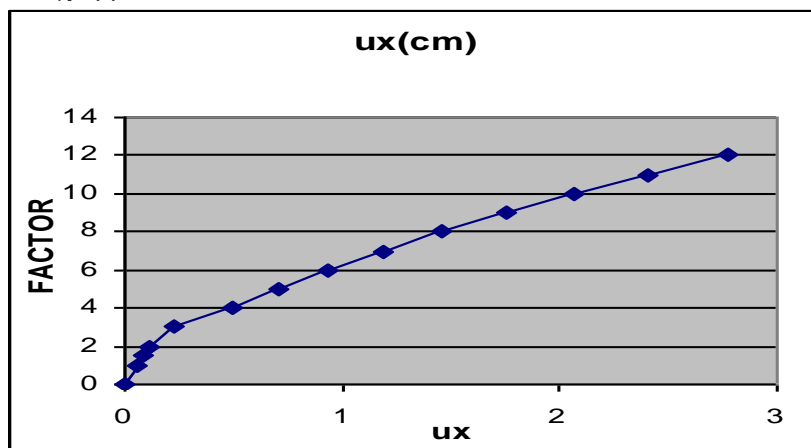
4.2.3.ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 3

Στα παρακάτω διαγράμματα φαίνεται η συμπεριφορά των εντατικών και παραμορφωσιακών μεγεθών του φορέα 3 μετά την απομάκρυνση ακραίου υποστυλώματος για συνεχώς αυξανόμενη φόρτιση, στην στήριξη όπου αφαιρέθηκε το υποστυλώμα.

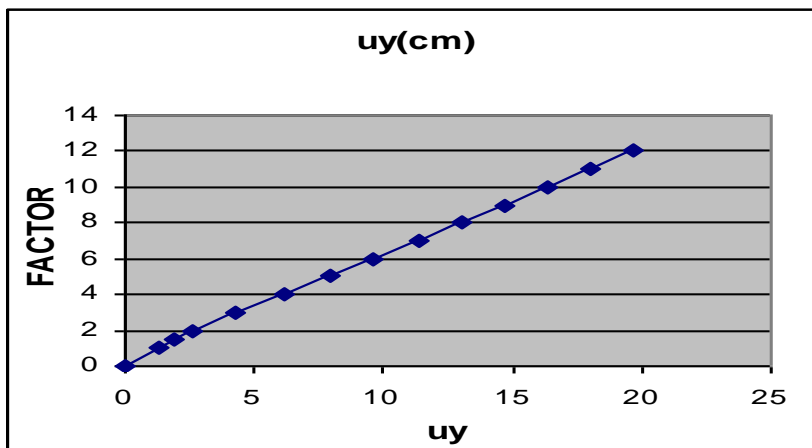
ΦΟΡΕΑΣ
3

ΣΥΝΤ.ΦΟΡΤ.	ux (cm)	uy(cm)	φ(mrad)	M(kNm)	Vz(kN)	N(kN)
0	0	0	0	0	0	0
1	0.0518	1.27	0.0243	4.84	43	-16.7
1.5	0.0785	1.91	0.036	7.3	64.5	-25.1
2	0.119	2.61	0.185	-1.07	93.6	-29.6
3	0.231	4.32	0.832	-30.1	163.7	-32.1
4	0.496	6.16	2.02	44.3	231.3	-47.9
5	0.71	7.9	3.04	65	300	-56.1
6	0.94	9.62	4.11	85.4	368.6	-64.7
7	1.19	11.32	5.25	-104.9	437.1	-74.2
8	1.46	13.03	6.45	123.1	505.4	-84.5
9	1.75	14.72	7.74	140	573.5	-95.8
10	2.06	16.39	9.1	156.1	641.4	-108.3
11	2.4	18.06	10.6	170.4	709.1	-121.9
12	2.77	19.7	12.2	183.1	776.4	-138.6

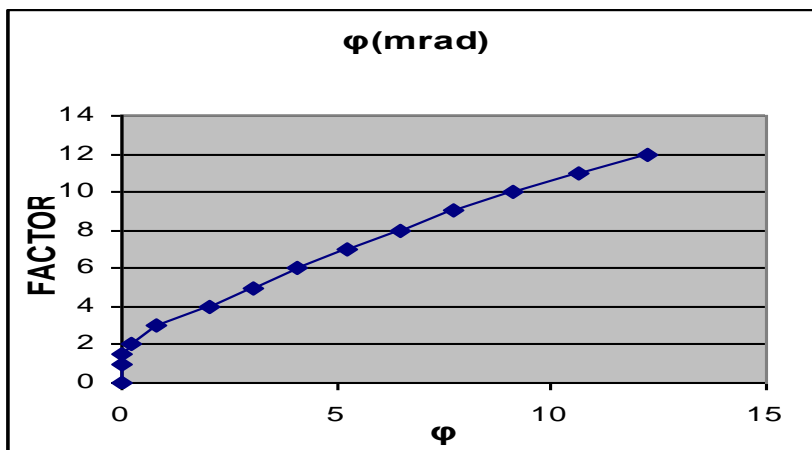
Διάγραμμα 80



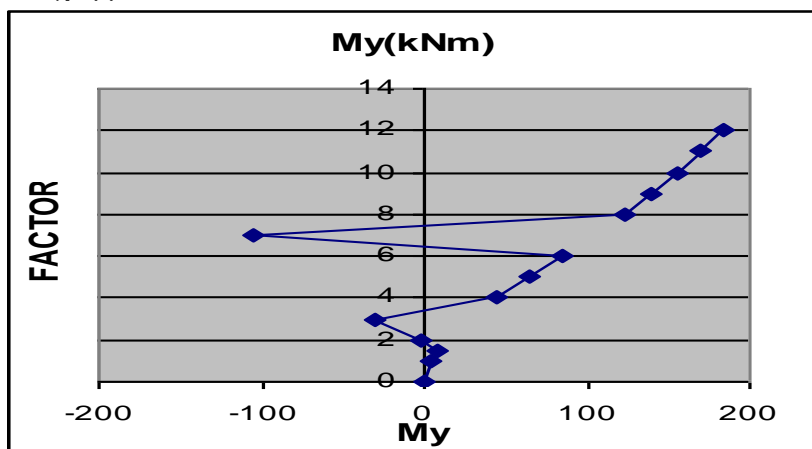
Διάγραμμα 81



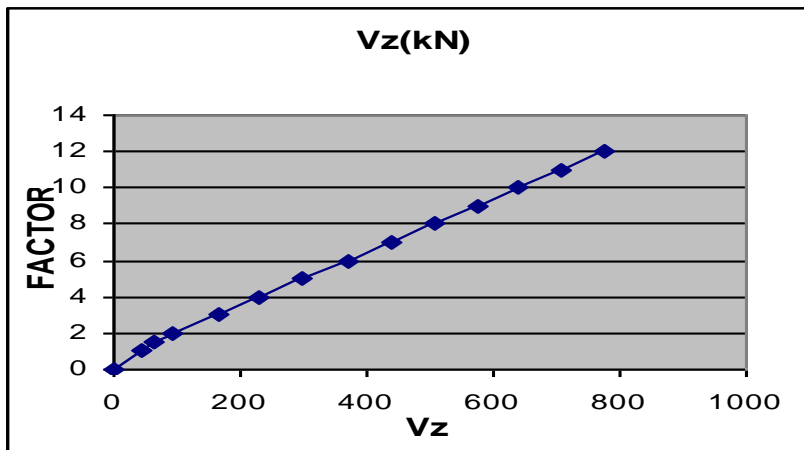
Διάγραμμα 82



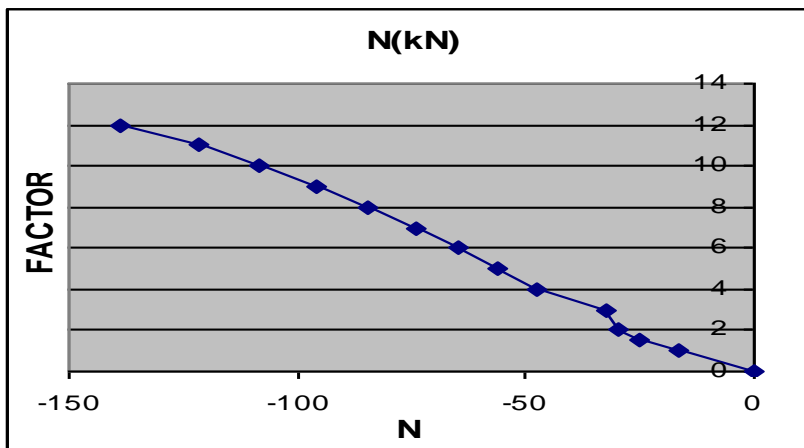
Διάγραμμα 83



Διάγραμμα 84



Διάγραμμα 85

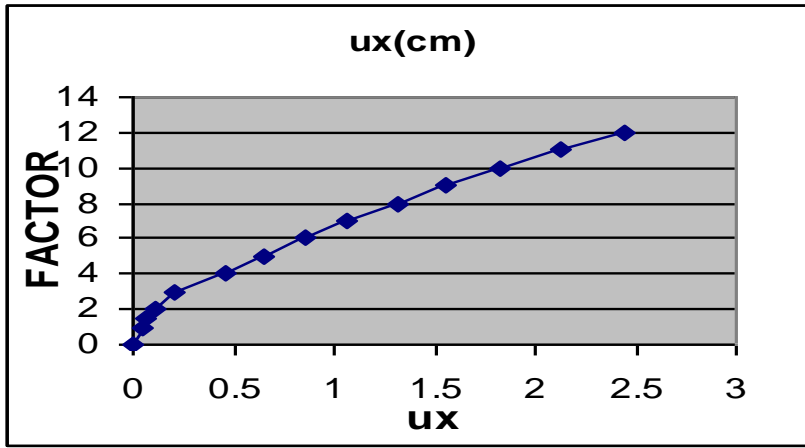


Ακολουθούν τα αντίστοιχα διαγράμματα για τον διπλανό κόμβο στήριξης.

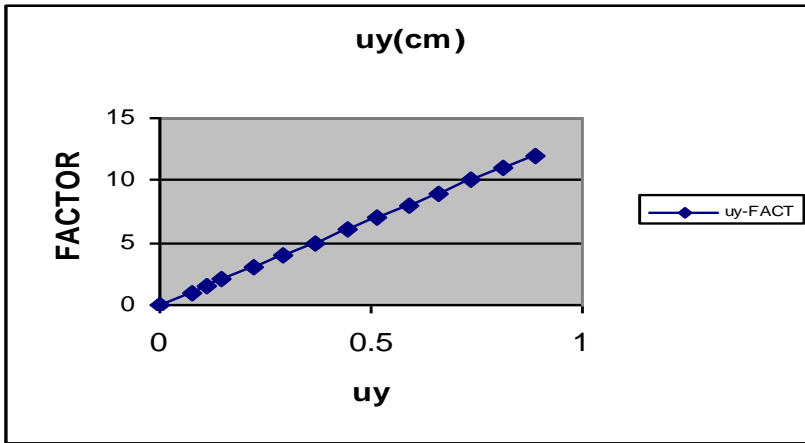
ΦΟΡΕΑΣ 3

ΣΥΝΤ.ΦΟΡΤΙΣΗΣ	ux(cm)	uy(cm)	φ(mrad)	My(kNm)	Vz(kN)	N(kN)
0	0	0	0	0	0	0
1	0.0468	0.0744	-0.495	-128.6	-87.5	-16.7
1.5	0.0704	0.112	-0.742	-192.9	-131.2	-25.1
2	0.107	0.149	-2.58	-222.6	-167.4	-29.6
3	0.21	0.221	-9.46	-222.6	-227.8	-32.1
4	0.457	0.294	-16.9	-222.6	-290.7	-47.9
5	0.65	0.367	-24	-222.6	-352.5	-56.1
6	0.855	0.441	-31.1	-222.6	-414.4	-64.7
7	1.07	0.515	-38.2	-222.6	-476.4	-74.2
8	1.31	0.589	-45.3	-222.6	-538.6	-84.5
9	1.56	0.663	-52.4	-222.6	-601	-95.8
10	1.83	0.738	-59.5	-222.6	-663.6	-108.3
11	2.13	0.813	-66.7	-222.6	-726.4	-121.9
12	2.44	0.888	-73.8	-222.6	-789.6	-138.6

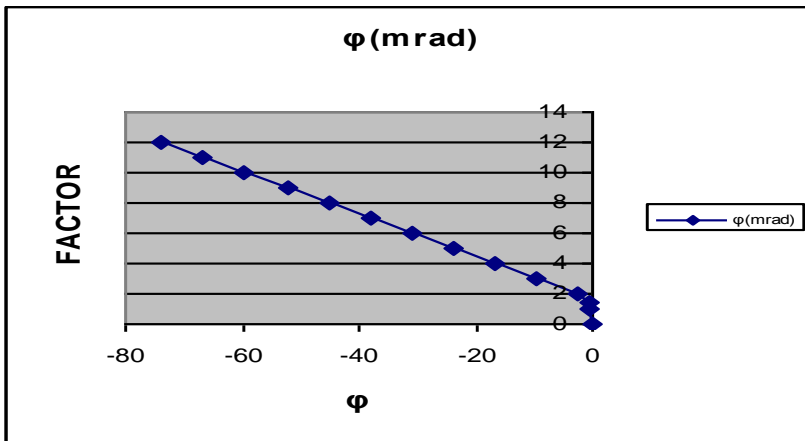
Διάγραμμα 86



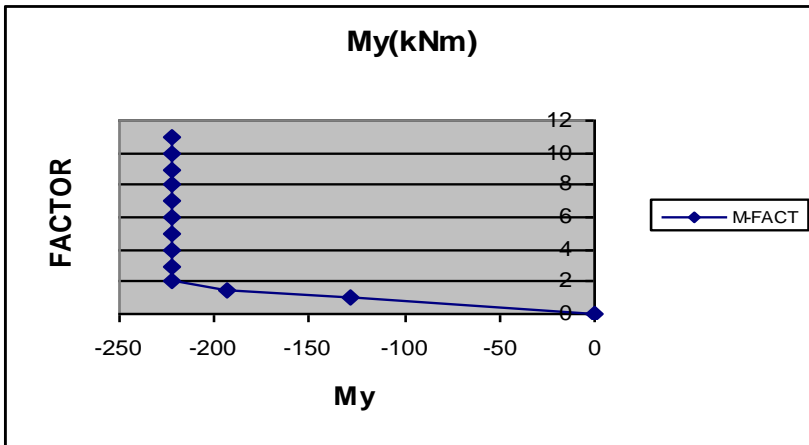
Διάγραμμα 87



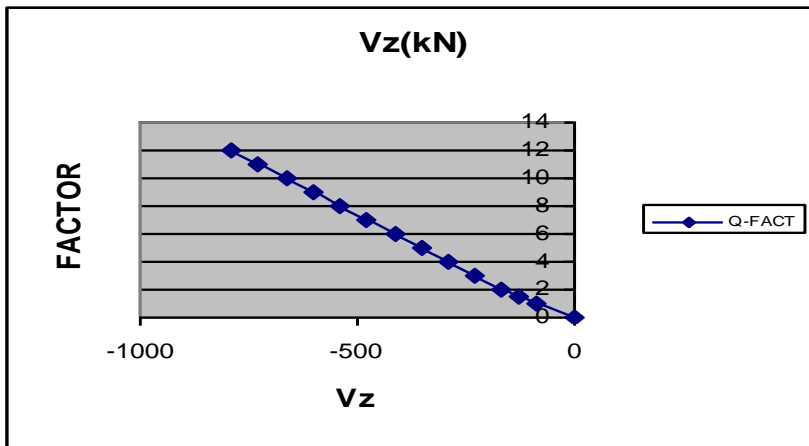
Διάγραμμα 88



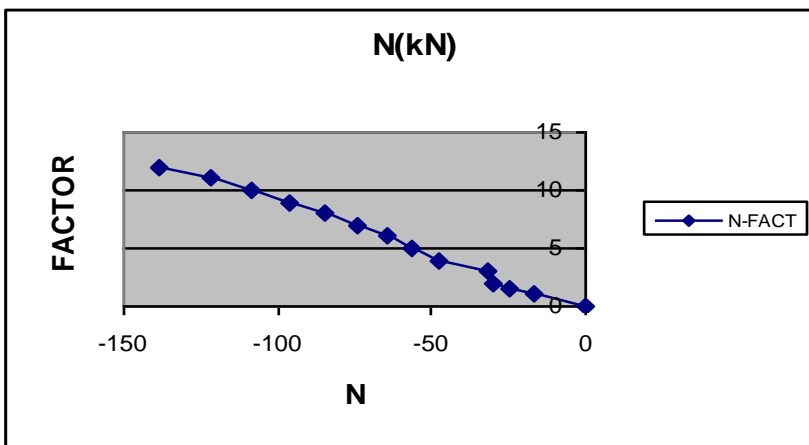
Διάγραμμα 89



Διάγραμμα 90



Διάγραμμα 91



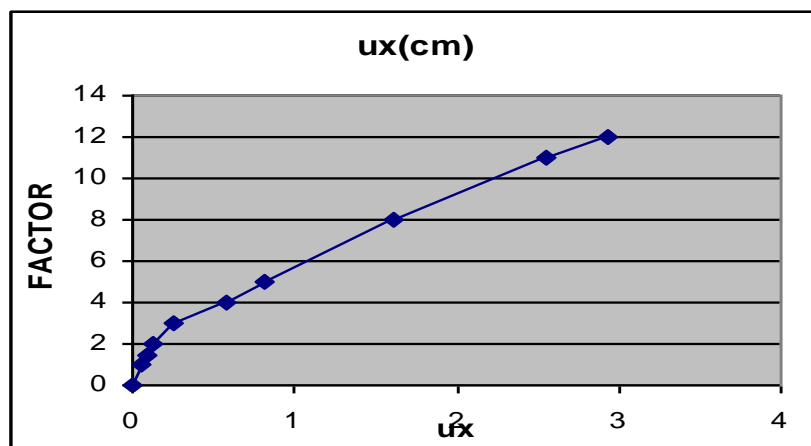
4.2.4.ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 4

Στα παρακάτω διαγράμματα φαίνεται η συμπεριφορά των εντατικών και παραμορφωσιακών μεγεθών του φορέα 4 μετά την απομάκρυνση ακραίου υποστυλώματος για συνεχώς αυξανόμενη φόρτιση, στην στήριξη όπου αφαιρέθηκε το υποστυλώμα.

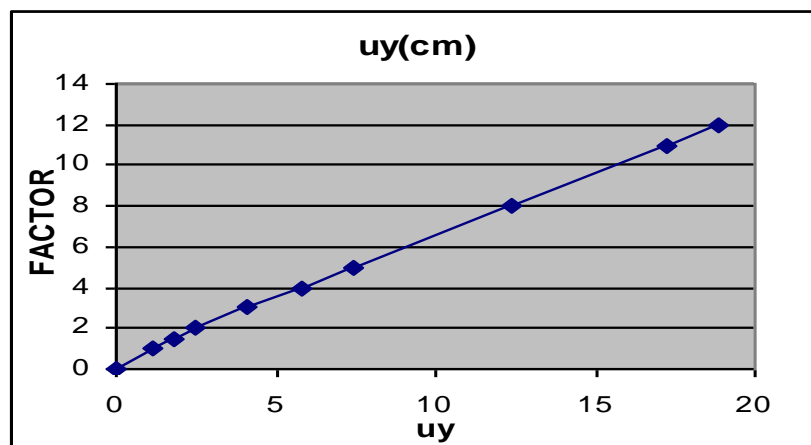
ΦΟΡΕΑΣ
4

FACTOR	$u_x(\text{cm})$	$u_y(\text{cm})$	$\phi(\text{mrad})$	$M_y(\text{kNm})$	$V_z(\text{kN})$	$N(\text{kN})$
0	0	0	0	0	0	0
1	0.0605	1.19	0.113	3.06	43.7	-14.2
1.5	0.092	1.79	0.17	4.66	65.5	-21.3
2	0.135	2.45	0.357	-2.98	93.9	-25
3	0.255	4.07	1.09	33.3	164.2	-25.5
4	0.584	5.77	2.68	43.5	231.2	-40.6
5	0.822	7.45	3.85	63.4	299.7	-49
8	1.61	12.38	7.57	121.6	505.2	-77.1
11	2.56	17.28	11.8	170.1	709	-115.7
12	2.93	18.89	13.4	183.8	776.5	-132.7

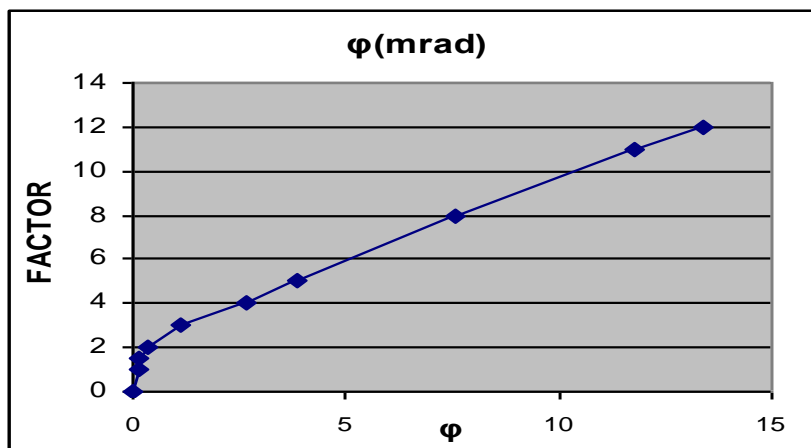
Διάγραμμα 92



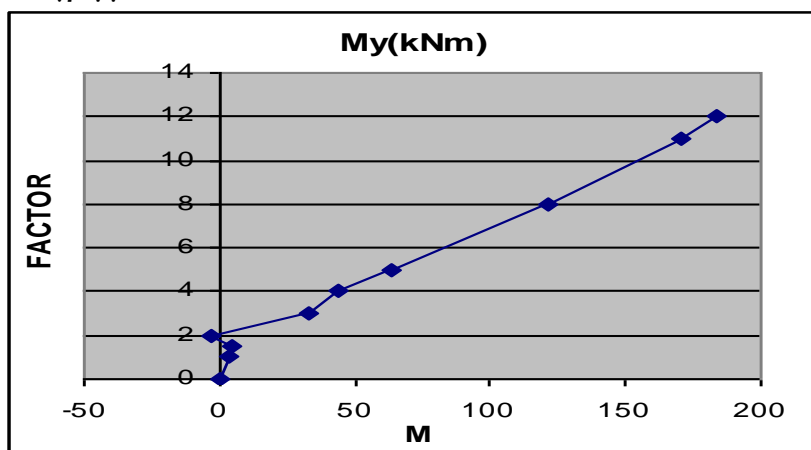
Διάγραμμα 93



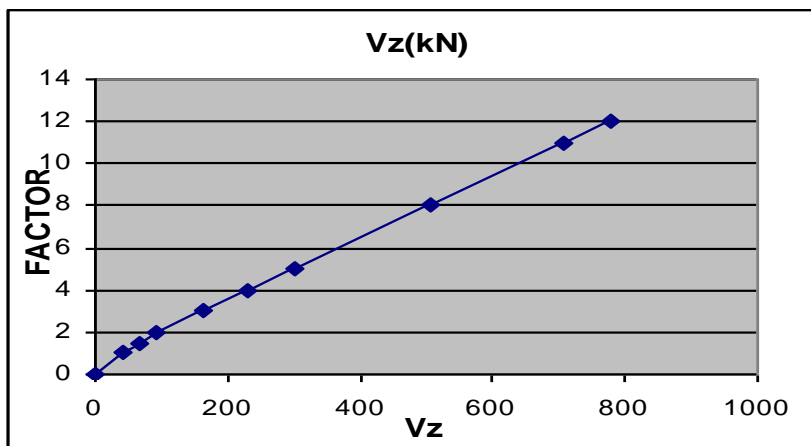
Διάγραμμα 94



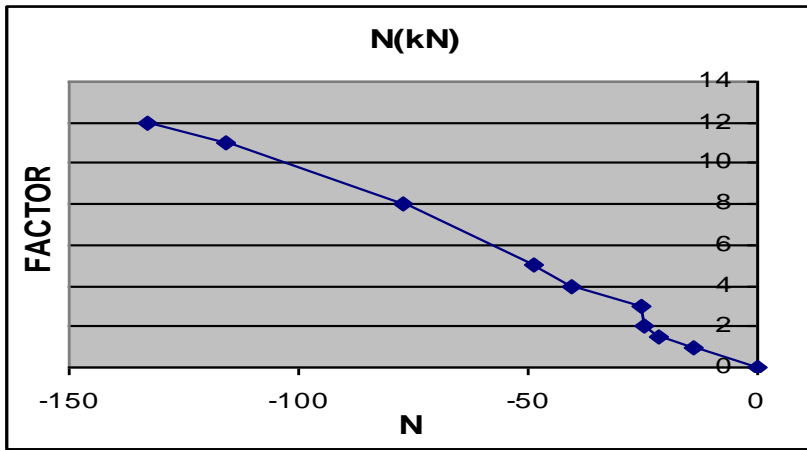
Διάγραμμα 95



Διάγραμμα 96



Διάγραμμα 97

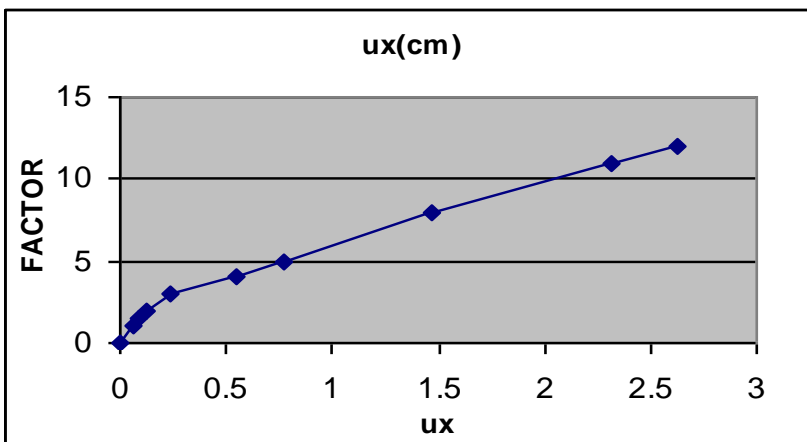


Ακολουθούν τα αντίστοιχα διαγράμματα για τον διπλανό κόμβο στήριξης.

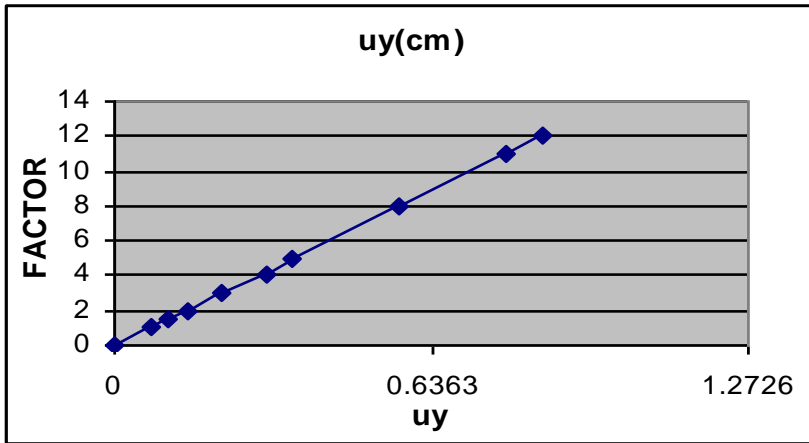
ΦΟΡΕΑΣ 4

ΣΥΝΤ.ΦΟΡΤΙΣΗΣ	$u_x(\text{cm})$	$u_y(\text{cm})$	$\varphi(\text{mrad})$	$M_y(\text{kNm})$	$V_z(\text{kN})$	$N(\text{kN})$
0	0	0	0	0	0	0
1	0.0564	0.0734	-0.429	-126.4	-86.8	-14.2
1.5	0.0851	0.11	-0.643	-189.7	-130.3	-21.3
2	0.126	0.146	-0.227	-222.6	-167.1	-25
3	0.237	0.217	-8.96	-222.6	-227.3	-25.5
4	0.55	0.503	-16.3	-222.6	-290.8	-40.6
5	0.769	0.358	-23.3	-222.6	-352.8	-49
8	1.47	0.571	-44.3	-222.6	-538.8	-77.1
11	2.31	0.785	-65.4	-222.6	-726.5	-115.7
12	2.63	0.857	-72.5	-222.6	-789.5	-132.7

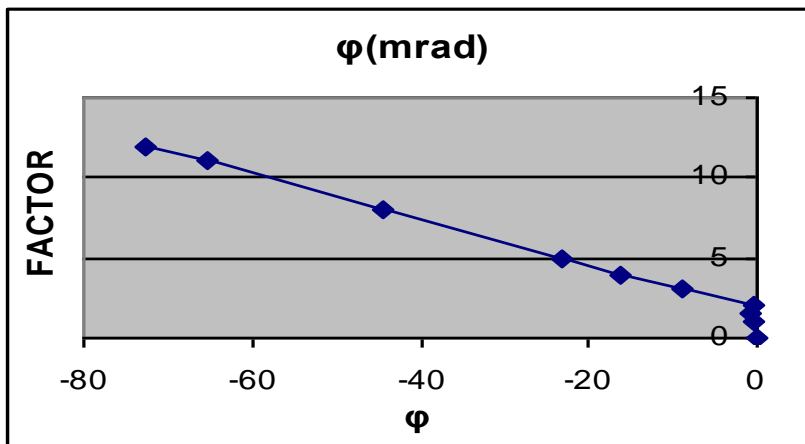
Διάγραμμα 98



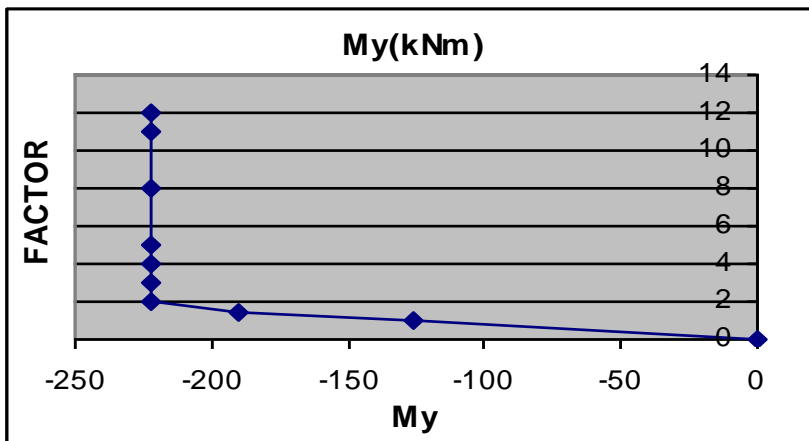
Διάγραμμα 99



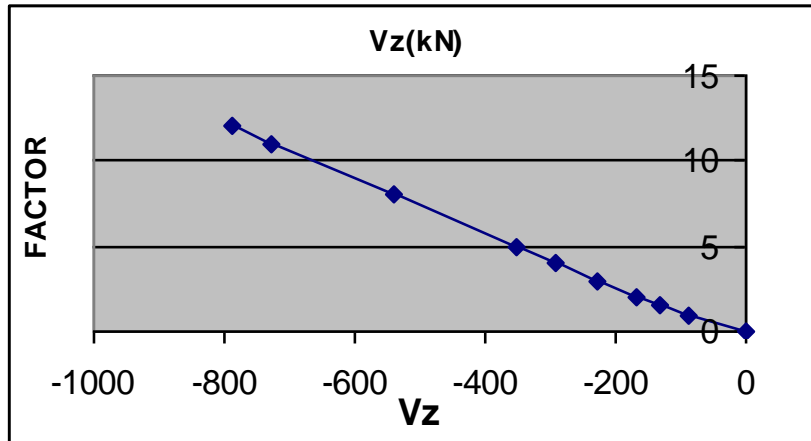
Διάγραμμα 100



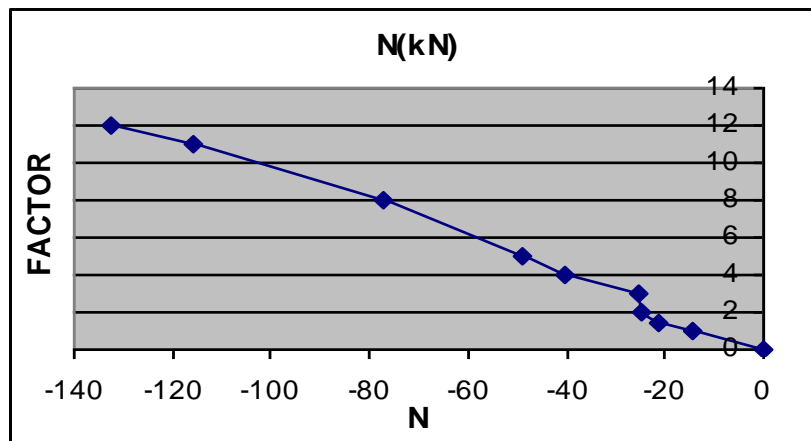
Διάγραμμα 101



Διάγραμμα 102



Διάγραμμα 103



4.3 ΦΟΡΕΙΣ ΤΥΠΟΥ 1', 2', 3', 4' (απομάκρυνση εσωτερικού υποστυλώματος)

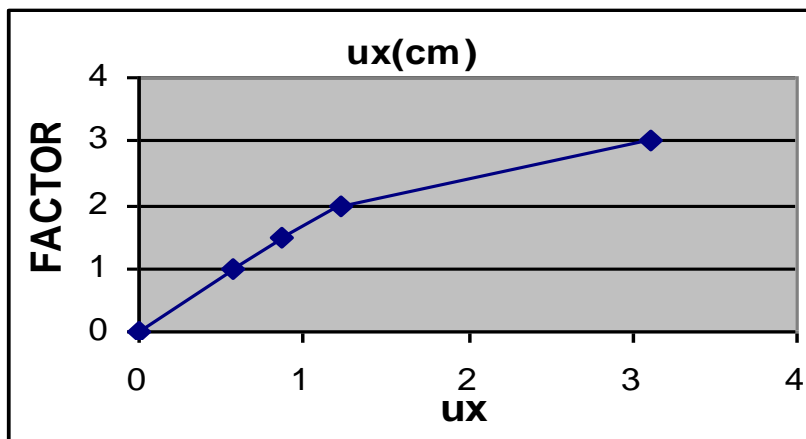
4.3.1 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 1'

Στα παρακάτω διαγράμματα φαίνεται η συμπεριφορά των εντατικών και παραμορφωσιακών μεγεθών του φορέα 1' μετά την αφαίρεση ενός εσωτερικού υποστυλώματος για συνεχώς αυξανόμενη φόρτιση, στην στήριξη όπου αφαιρέθηκε το υποστυλόμετρο (εκτός από την οριζόντια μετατόπιση, η οποία αναφέρεται στον ανώτερο και ακραίο αριστερά κόμβο του υψηλότερου ορόφου).

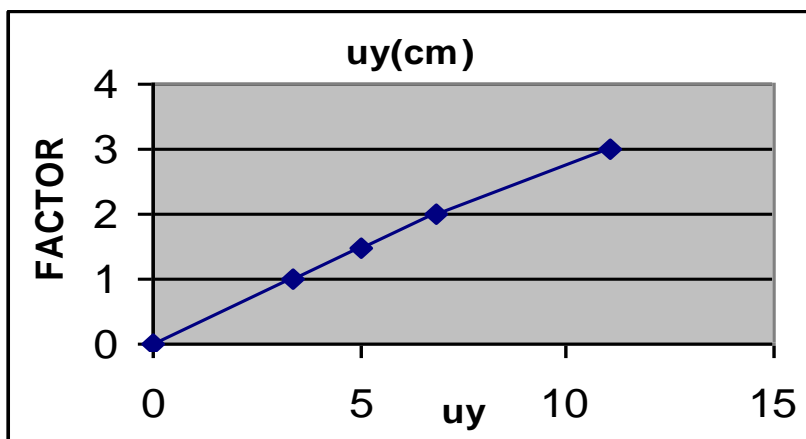
ΦΟΡΕΑΣ 1'

ΣΥΝΤ.ΦΟΡΤΙΣΗΣ	ux(cm)	uy(cm)	φ(mrad)	M(kNm)	Vz(kN)	N(kN)
0	0	0	0	0	0	0
1	0.561	3.37	0.305	150.2	11.2	34.4
1.5	0.859	5.05	0.462	225.6	17	56
2	1.22	6.84	0.627	307.1	22.9	81.7
3	3.11	11.04	1.79	486.5	35.1	113

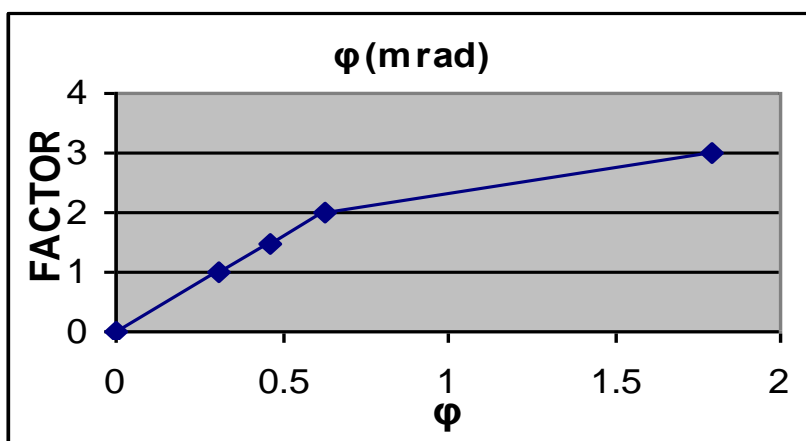
Διάγραμμα 104



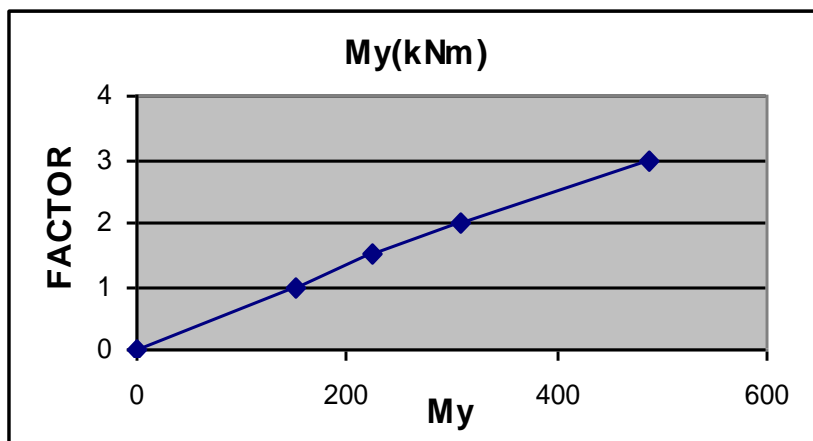
Διάγραμμα 105



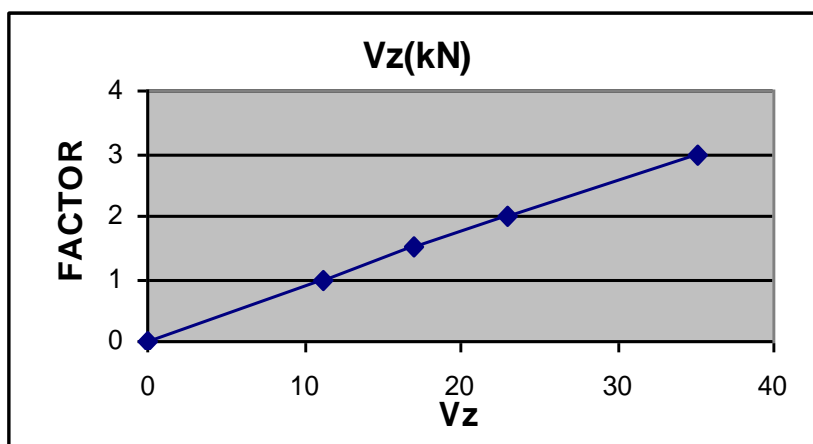
Διάγραμμα 106



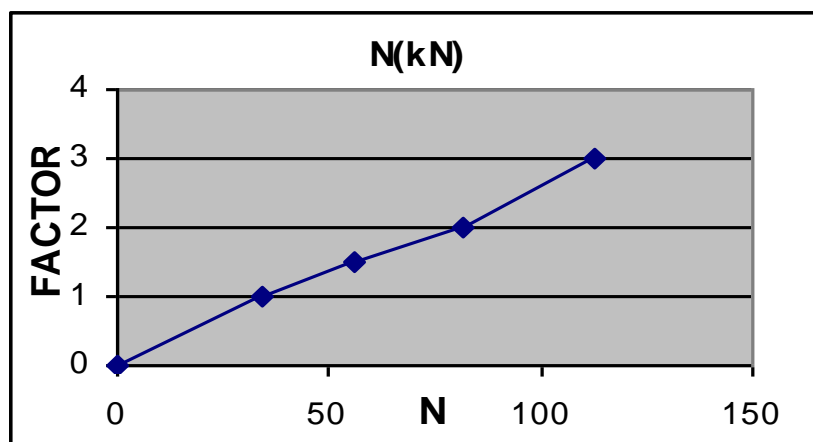
Διάγραμμα 107



Διάγραμμα 108



Διάγραμμα 109



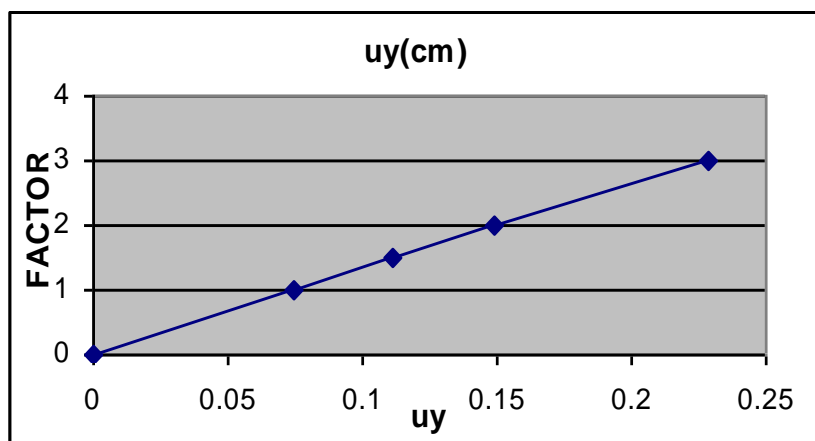
Ακολουθούν τα αντίστοιχα διαγράμματα για τους κόμβους στήριξης της δοκού διπλάσιου πλέον ανοίγματος.

ΦΟΡΕΑΣ 1'

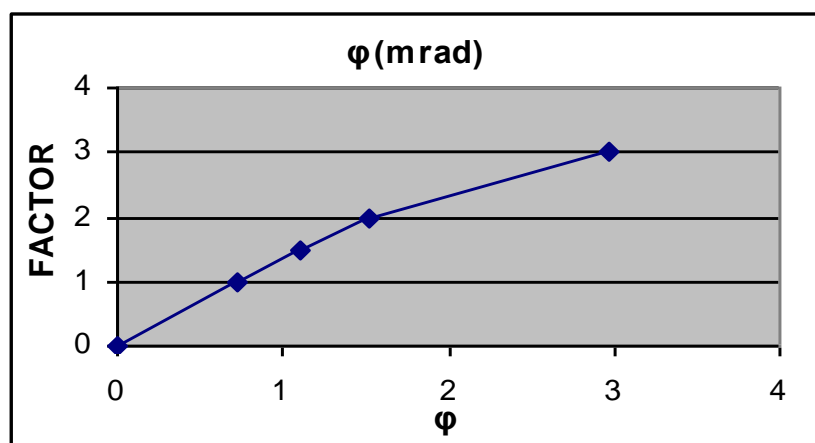
(αριστερά
κόμβος
στήριξης)

ΣΥΝΤ.ΦΟΡΤΙΣΗΣ	$u_x(\text{cm})$	$u_y(\text{cm})$	$\varphi(\text{mrad})$	$M(\text{kNm})$	$V_z(\text{kN})$	$N(\text{kN})$
0	0	0	0	0	0	0
1	0.561	0.074	0.731	-251.9	128.5	34.4
1.5	0.561	0.111	1.11	-377.7	192.7	56
2	0.561	0.149	1.52	-508.6	258.6	81.7
3	0.561	0.229	2.97	-784.5	394.8	113

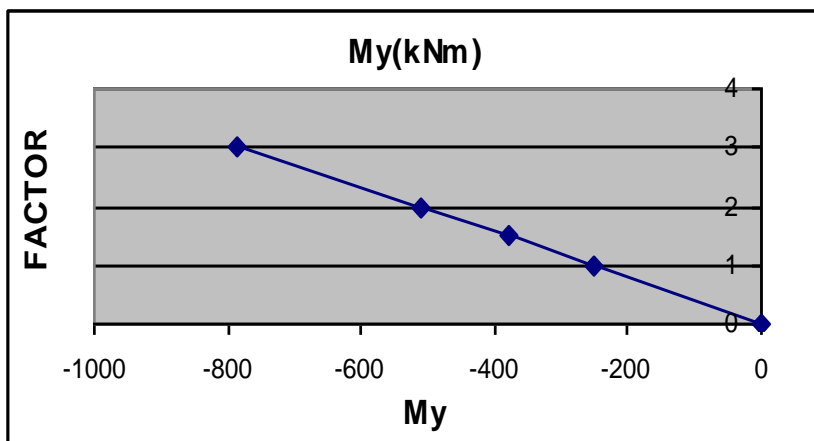
Διάγραμμα 110



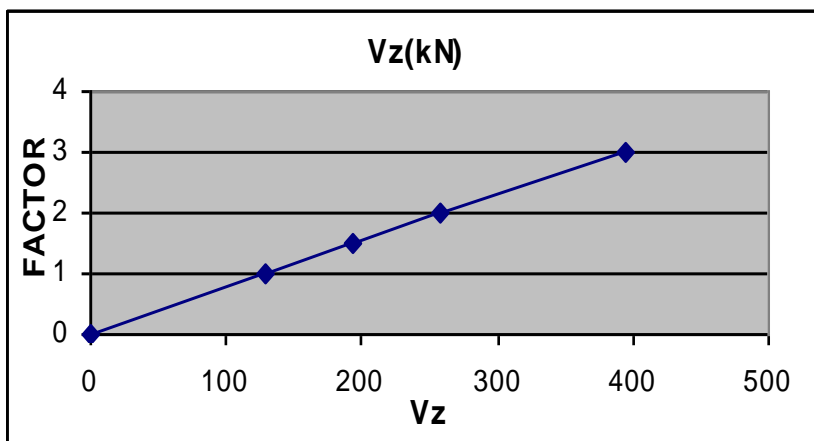
Διάγραμμα 111



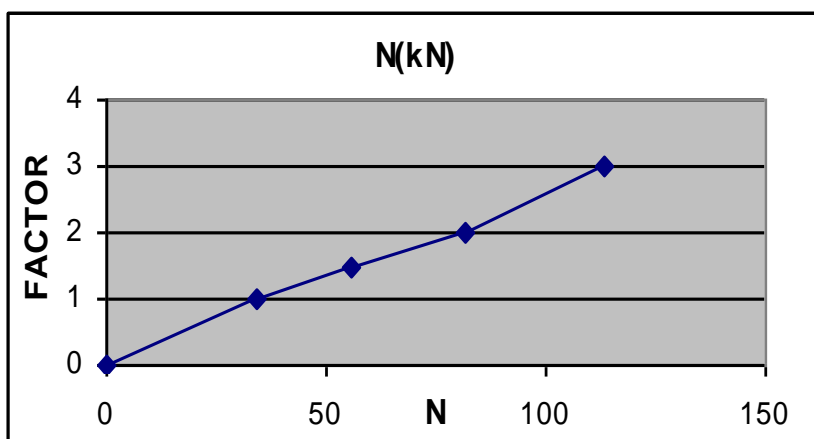
Διάγραμμα 112



Διάγραμμα 113



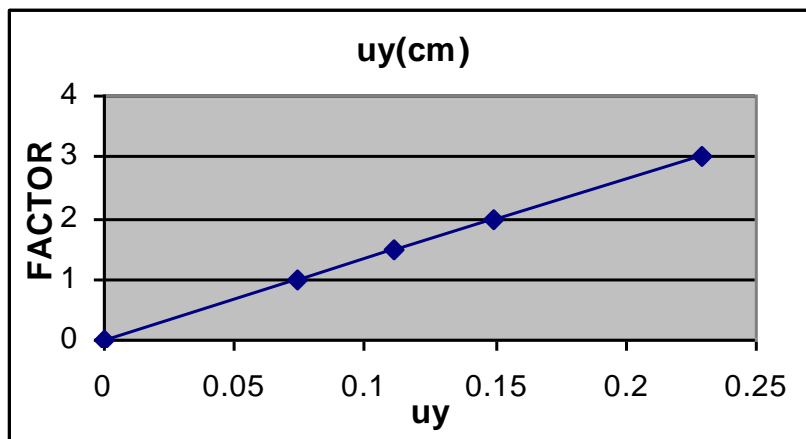
Διάγραμμα 114



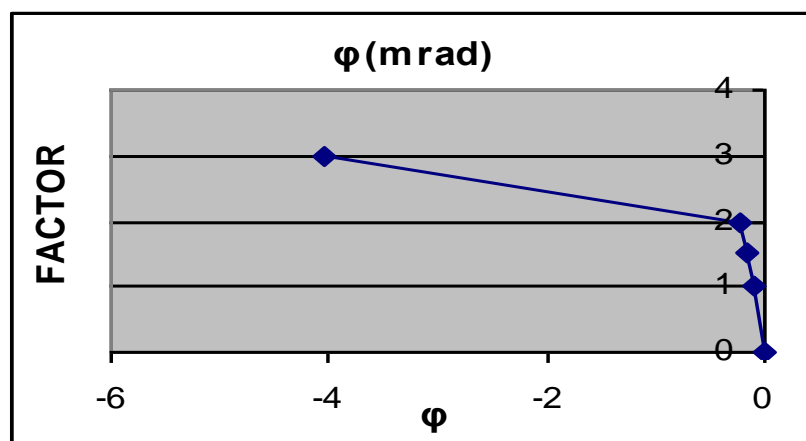
ΦΟΡΕΑΣ 1'(δεξιά
κόμβος
στήριξης)

ΣΥΝΤ.ΦΟΡΤΙΣΗΣ	$u_x(\text{cm})$	$u_y(\text{cm})$	$\varphi(\text{mrad})$	$M_y(\text{kNm})$	$V_z(\text{kN})$	$N(\text{kN})$
0	0	0	0	0	0	0
1	0.561	0.074	-0.101	-275.4	-136.2	34.4
1.5	0.561	0.111	-0.156	-413.3	-204.4	39.1
2	0.561	0.149	-0.222	-557.3	-274.5	81.7
3	0.561	0.229	-4.05	-799.8	-410.1	78.3

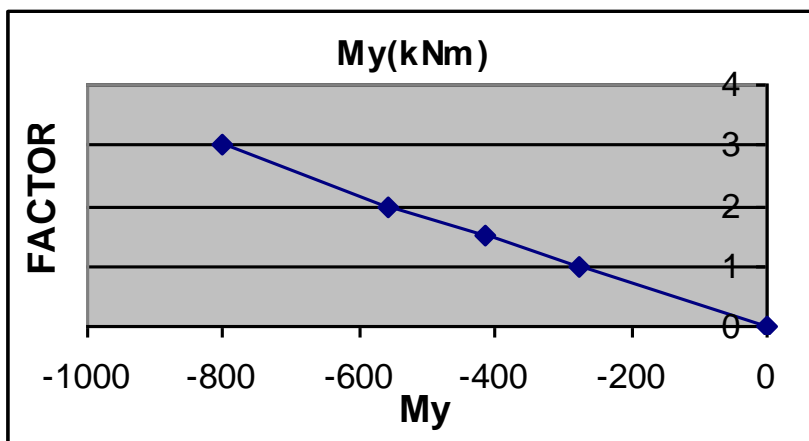
Διάγραμμα 115



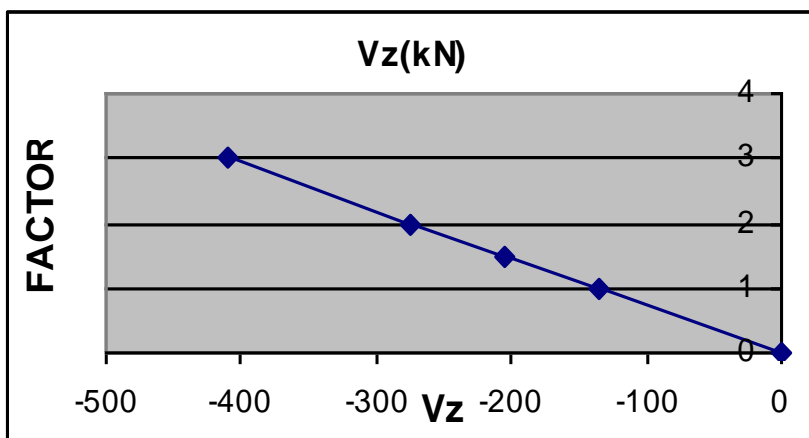
Διάγραμμα 116



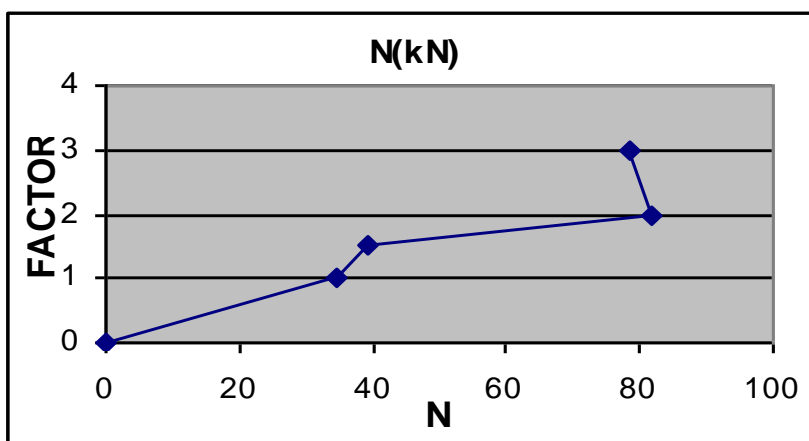
Διάγραμμα 117



Διάγραμμα 118



Διάγραμμα 119



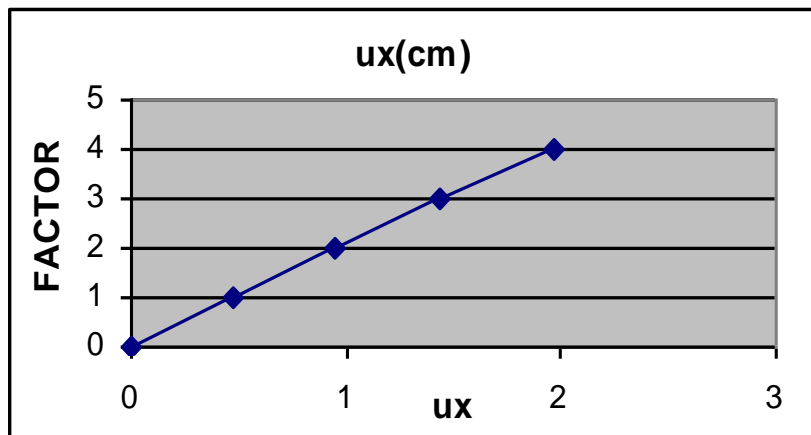
4.3.2. ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 2'

Στα παρακάτω διαγράμματα φαίνεται η συμπεριφορά των εντατικών και παραμορφωσιακών μεγεθών του φορέα 2' μετά την αφαίρεση ενός εσωτερικού υποστυλώματος για συνεχώς αυξανόμενη φόρτιση, στην στήριξη όπου αφαιρέθηκε το υποστυλόμετρο (εκτός από την οριζόντια μετατόπιση, η οποία αναφέρεται στον ανώτερο και ακραίο αριστερά κόμβο του υψηλότερου ορόφου).

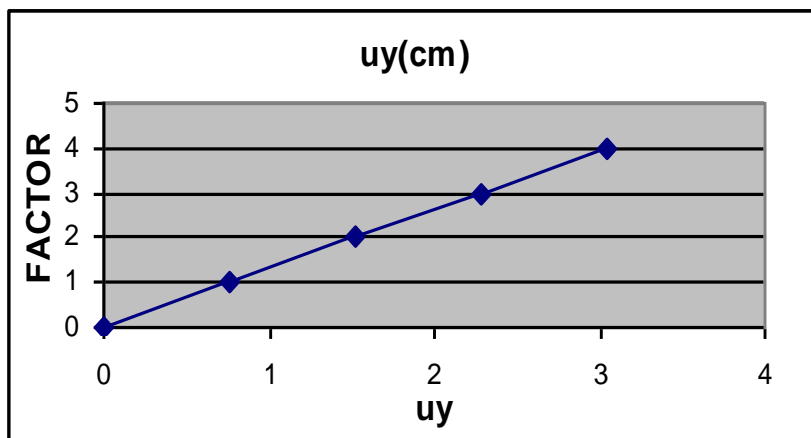
ΦΟΡΕΑΣ 2'

ΣΥΝΤ.ΦΟΡΤΙΣΗΣ	$u_x(\text{cm})$	$u_y(\text{cm})$	$\varphi(\text{mrad})$	$M_y(\text{kNm})$	$V_z(\text{kN})$	$N(\text{kN})$
0	0	0	0	0	0	0
1	0.468	0.761	0.293	-33.6	-55	9.88
2	0.949	1.52	0.596	-67.6	-110.1	20.5
3	1.44	2.28	0.909	-67.8	-65.3	31.8
4	1.96	3.05	1.23	-447	-220.7	44

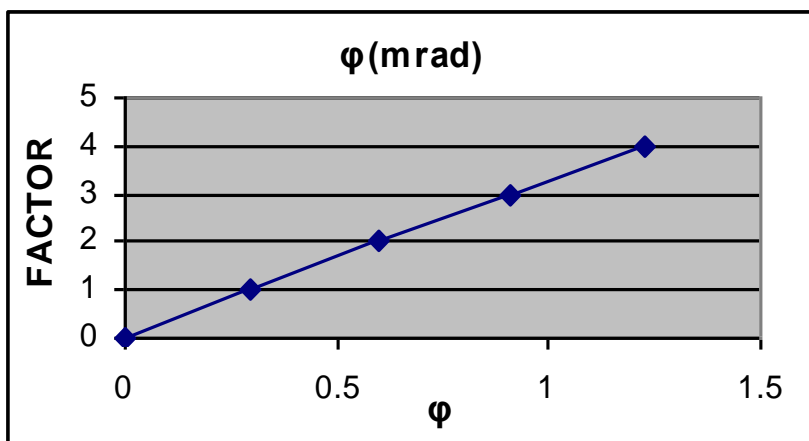
Διάγραμμα 120



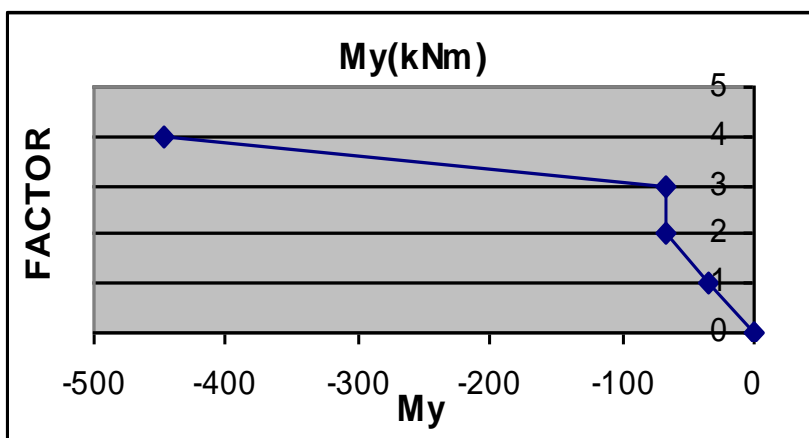
Διάγραμμα 121



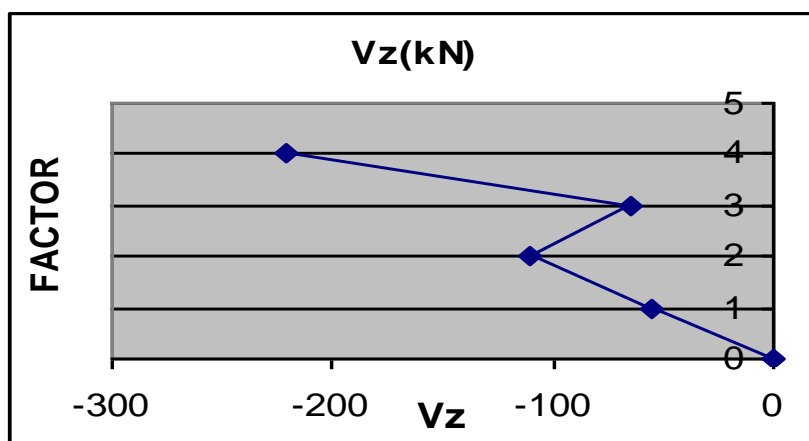
Διάγραμμα 122



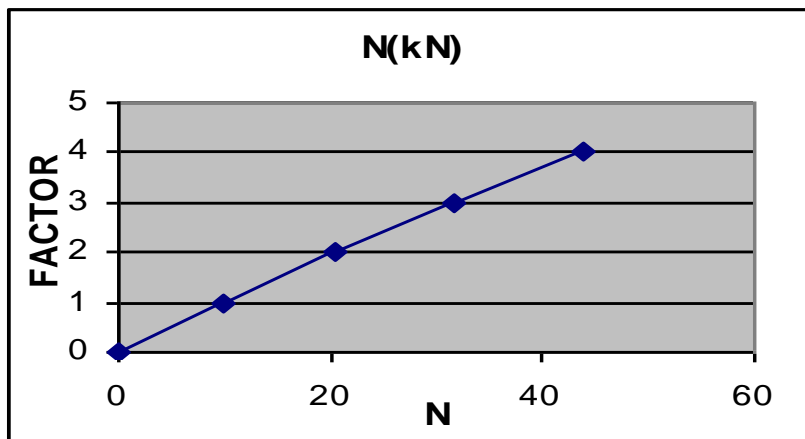
Διάγραμμα 123



Διάγραμμα 124



Διάγραμμα 125



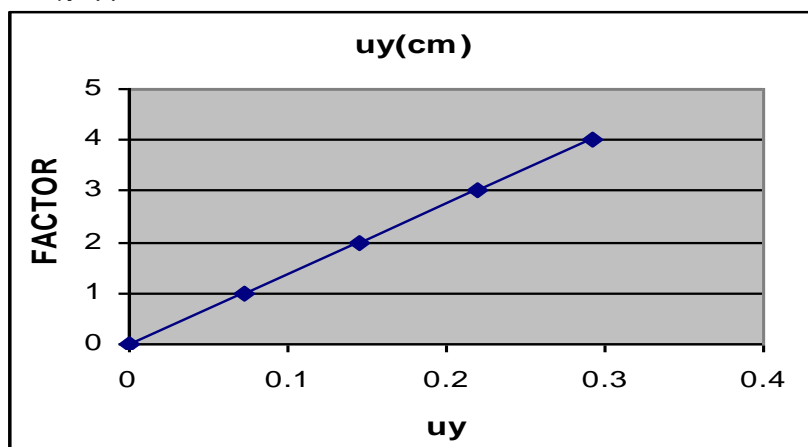
Ακολουθούν τα αντίστοιχα διαγράμματα για τους κόμβους στήριξης της δοκού διπλάσιου πλέον ανοίγματος.

ΦΟΡΕΑΣ 2'

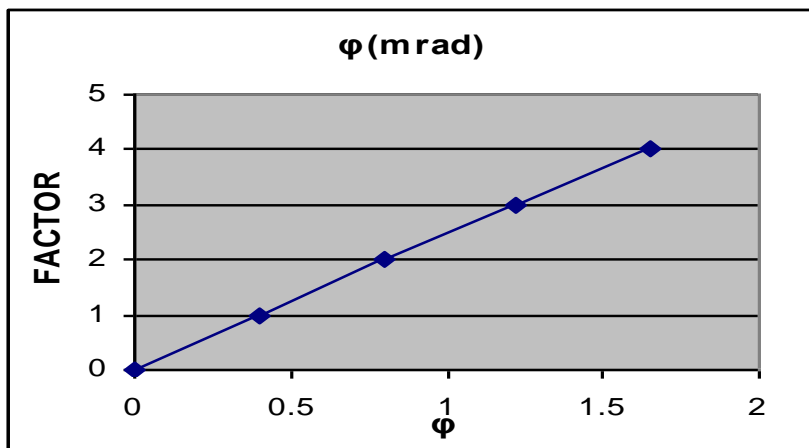
(αριστερά
κόμβος
στήριξης)

ΣΥΝΤ.ΦΟΡΤΙΣΗΣ	$u_x(\text{cm})$	$u_y(\text{cm})$	$\phi(\text{mrad})$	$M_y(\text{kNm})$	$V_z(\text{kN})$	$N(\text{kN})$
0	0	0	0	0	0	0
1		0.073	0.396	-95.3	75.5	9.88
2	0.949	0.146	0.802	-190.2	150.9	20.5
3		0.219	1.22	-284	226.2	31.8
4	1.96	0.292	1.65	-378.9	301.3	44

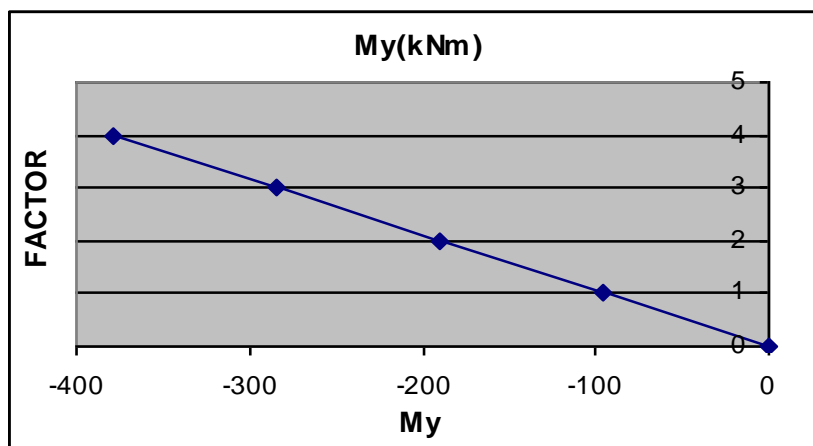
Διάγραμμα 126



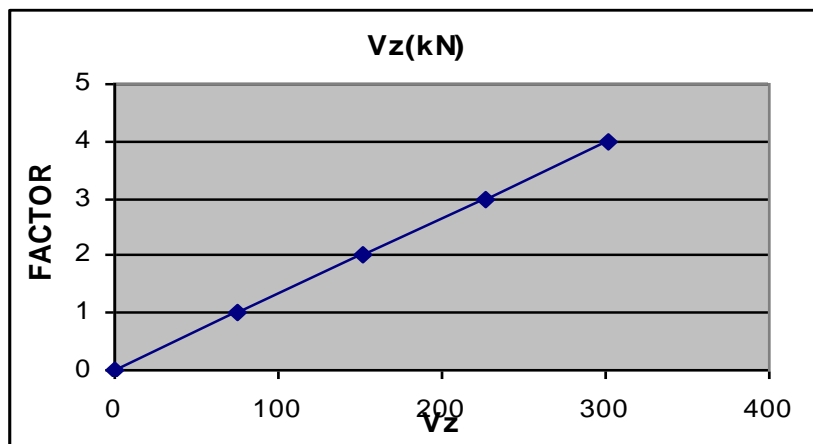
Διάγραμμα 127



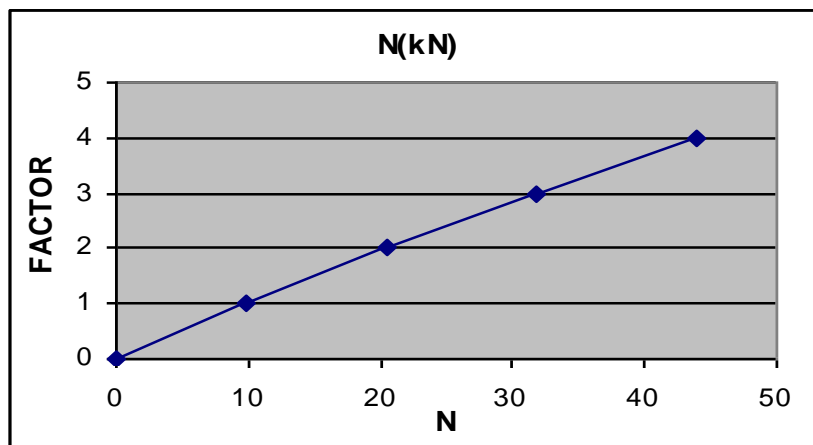
Διάγραμμα 128



Διάγραμμα 129



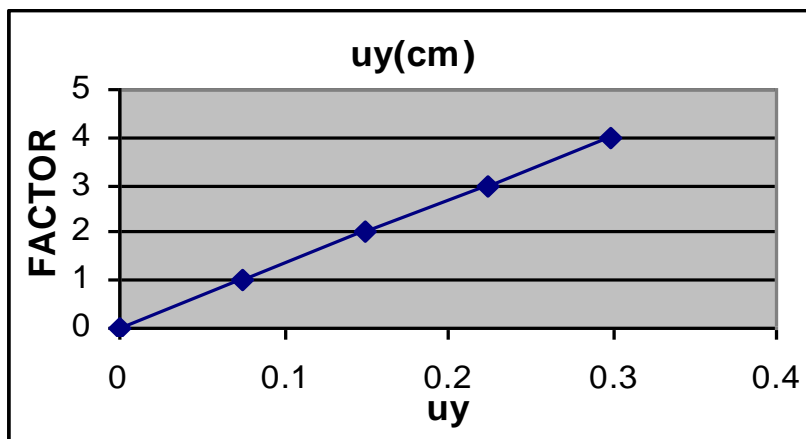
Διάγραμμα 130

**ΦΟΡΕΑΣ 2'**

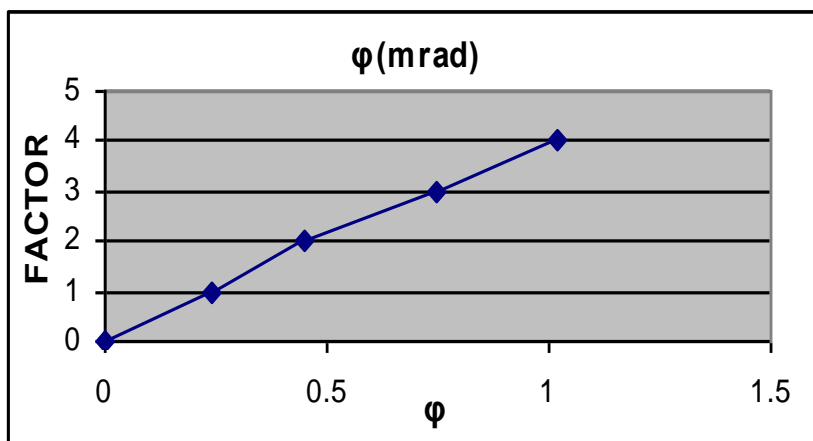
(δεξιά κόμβος στήριξης)

ΣΥΝΤ.ΦΟΡΤΙΣΗΣ	u _y (cm)	φ(mrad)	M _y (kNm)	V _z (kN)	N(kN)
0	0	0	0	0	0
1	0.0747	0.239	-117.9	-82.9	9.88
2	0.149	0.448	-236.1	-166	20.5
3	0.224	0.746	-354.7	-249.2	31.8
4	0.299	1.02	-473.8	-332.5	44

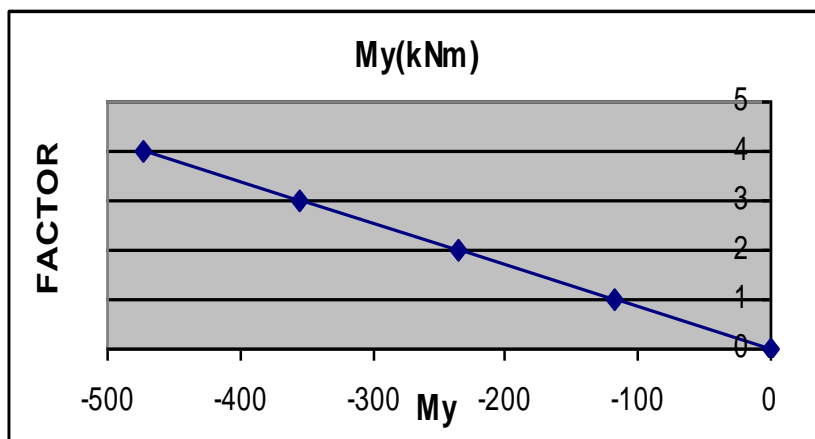
Διάγραμμα 131



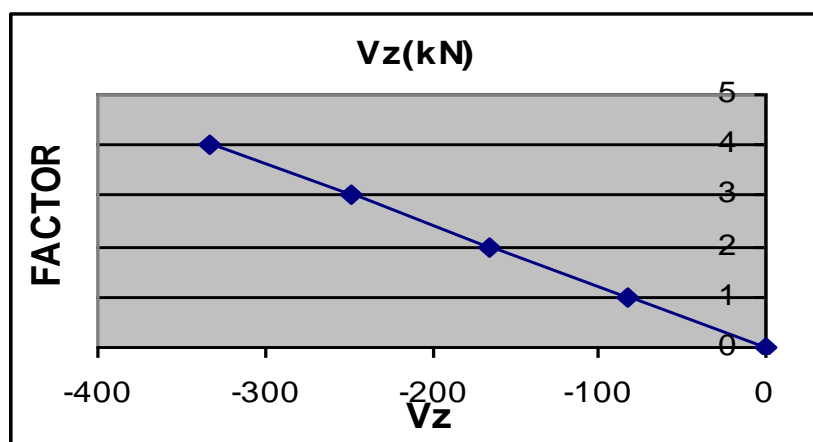
Διάγραμμα 132



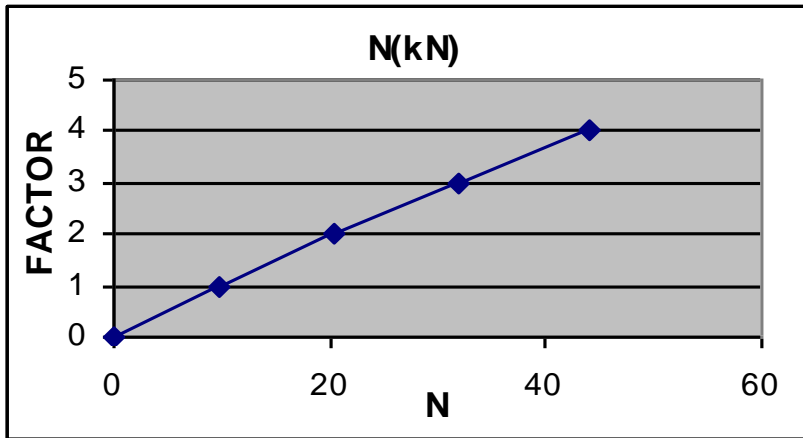
Διάγραμμα 133



Διάγραμμα 134



Διάγραμμα 135



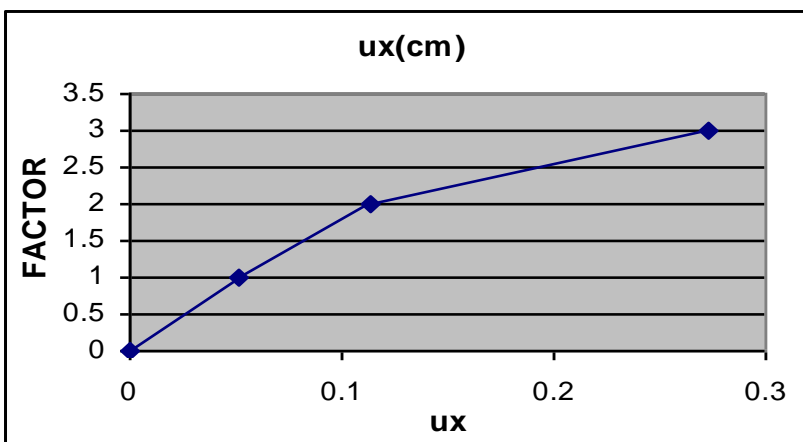
4.3.3 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 3'

Στα παρακάτω διαγράμματα φαίνεται η συμπεριφορά των εντατικών και παραμορφωσιακών μεγεθών του φορέα 3' μετά την αφαίρεση ενός εσωτερικού υποστυλώματος για συνεχώς αυξανόμενη φόρτιση, στην στήριξη όπου αφαιρέθηκε το υποσύλωμα (εκτός από την οριζόντια μετατόπιση, η οποία αναφέρεται στον ανώτερο και ακραίο αριστερά κόμβο του υψηλότερου ορόφου).

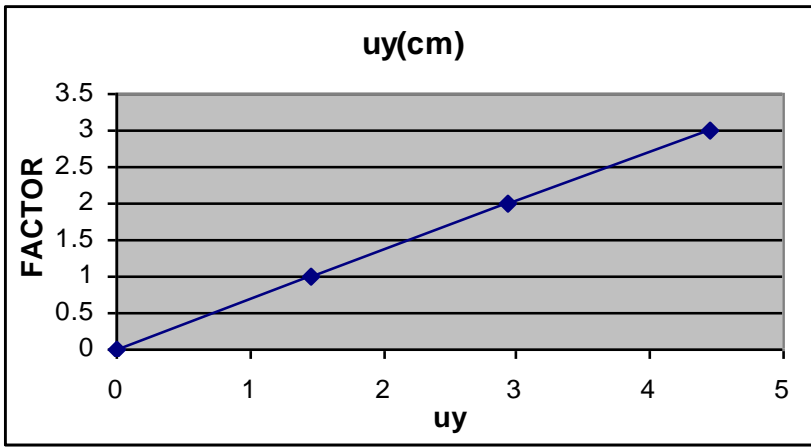
ΦΟΡΕΑΣ 3'

ΣΥΝΤ.ΦΟΡΤΙΣΗΣ	ux(cm)	uy(cm)	φ(mrad)	My(kNm)	Vz(kN)	N(kN)
0	0	0	0	0	0	0
1	0.0517	1.46	0.252	29.6	-39.6	15.5
2	0.114	2.93	0.512	25.6	-79.4	33.3
3	0.273	4.444	0.802	93.6	-118.5	54

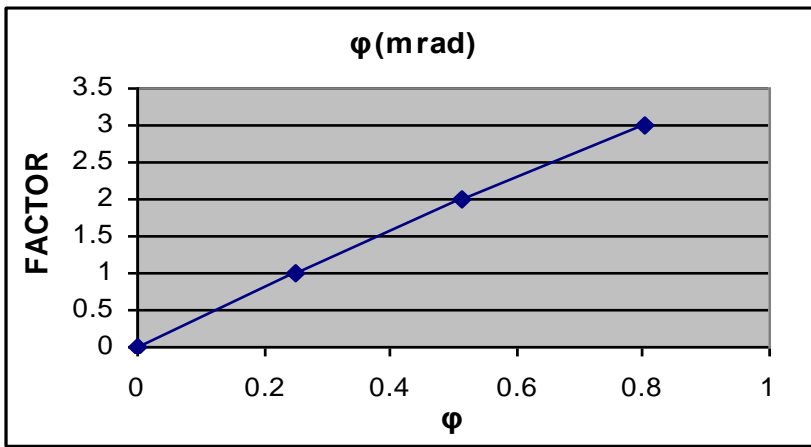
Διάγραμμα 136



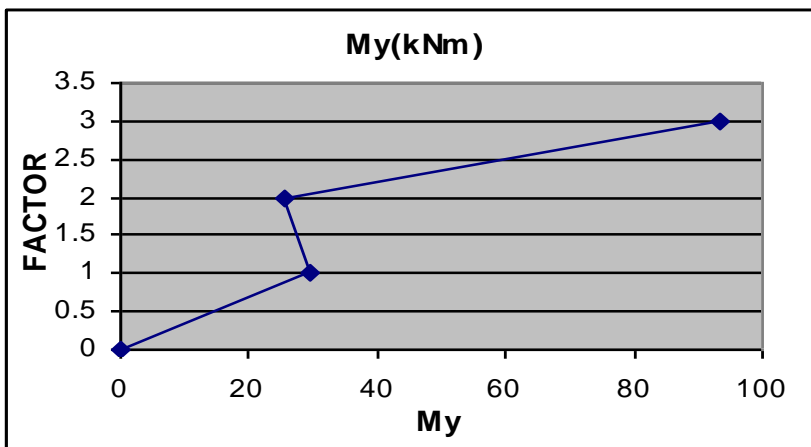
Διάγραμμα 137



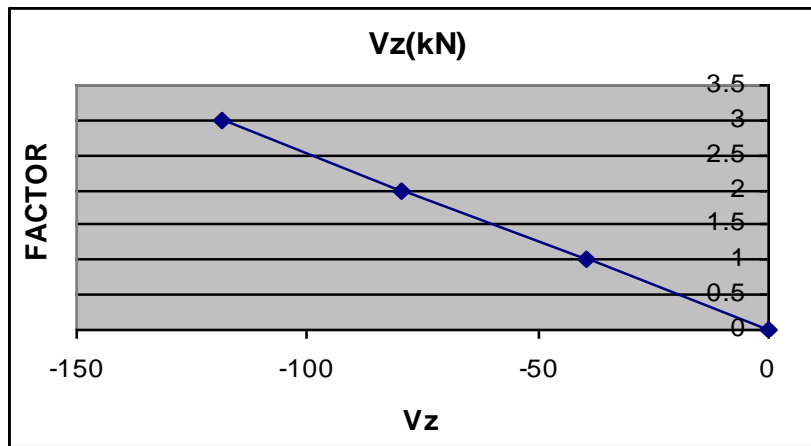
Διάγραμμα 138



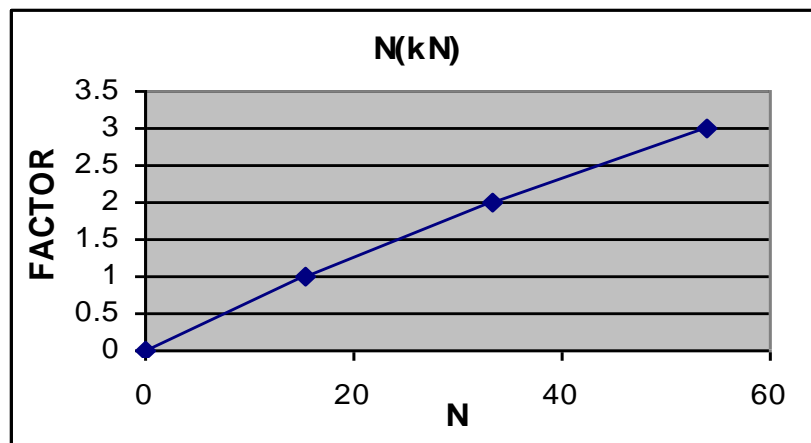
Διάγραμμα 139



Διάγραμμα 140



Διάγραμμα 141



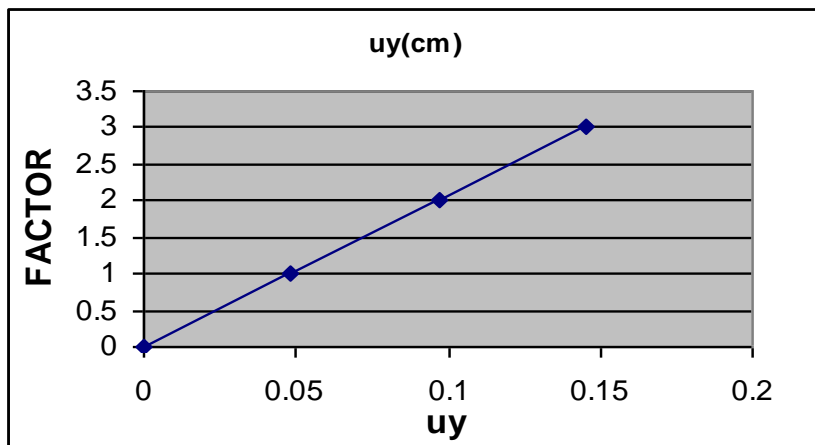
Ακολουθούν τα αντίστοιχα διαγράμματα για τους κόμβους στήριξης της δοκού διπλάσιου πλέον ανοίγματος.

ΦΟΡΕΑΣ 3'

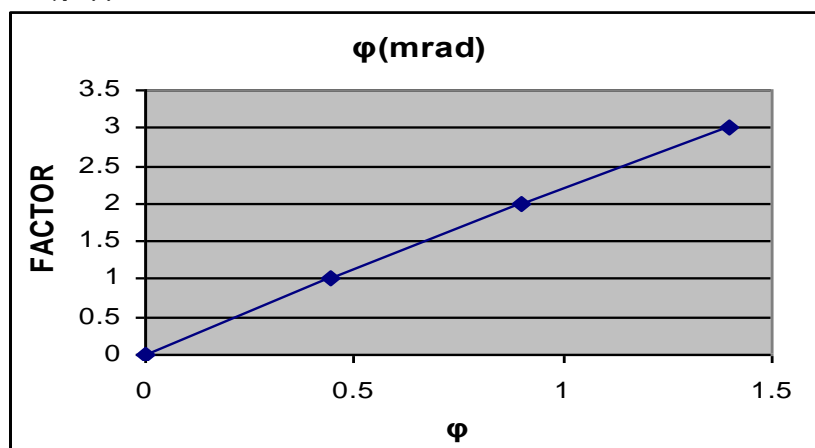
(αριστερά
κόμβος
στήριξης)

ΣΥΝΤ.ΦΟΡΤΙΣΗΣ	uy(cm)	φ(mrad)	My(kNm)	Vz(kN)	N(kN)
0	0	0	0	0	0
1	0.0485	0.445	-140.7	90.9	15.5
2	0.097	0.903	-281.1	181.6	33.3
3	0.145	1.4	-423.4	273	54

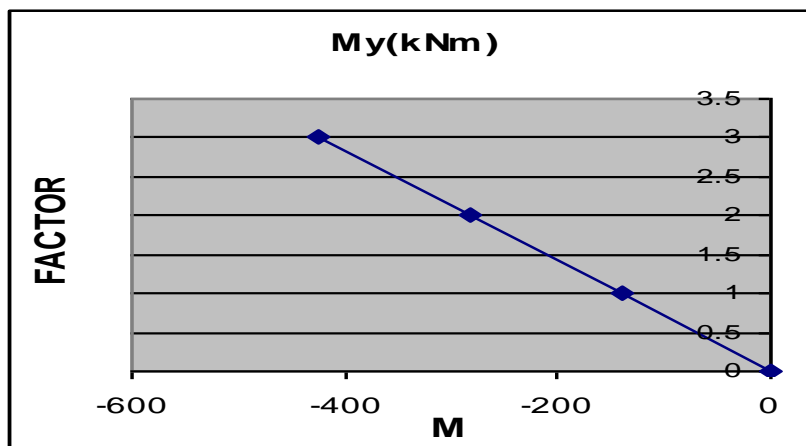
Διάγραμμα 142



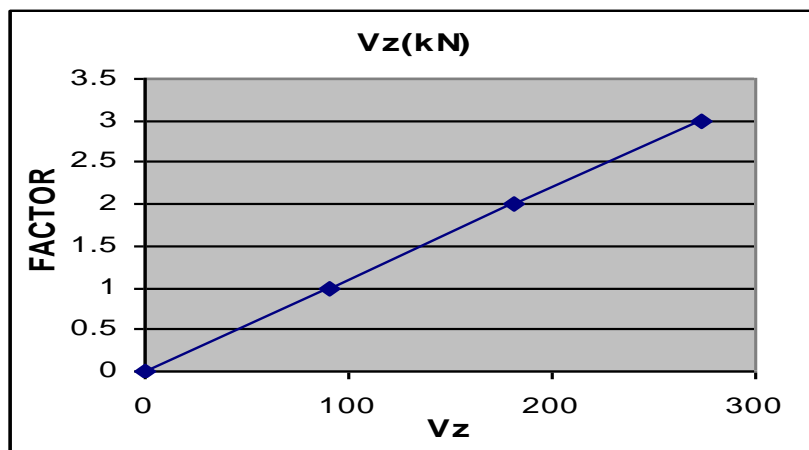
Διάγραμμα 143



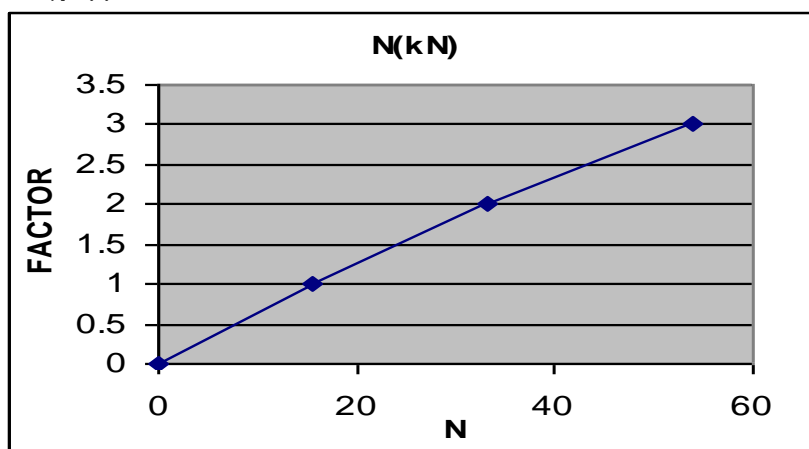
Διάγραμμα 144



Διάγραμμα 145



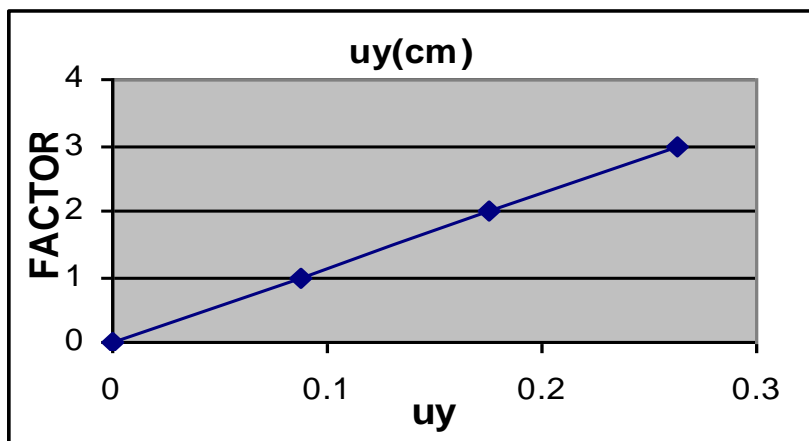
Διάγραμμα 146

**ΦΟΡΕΑΣ 3'**

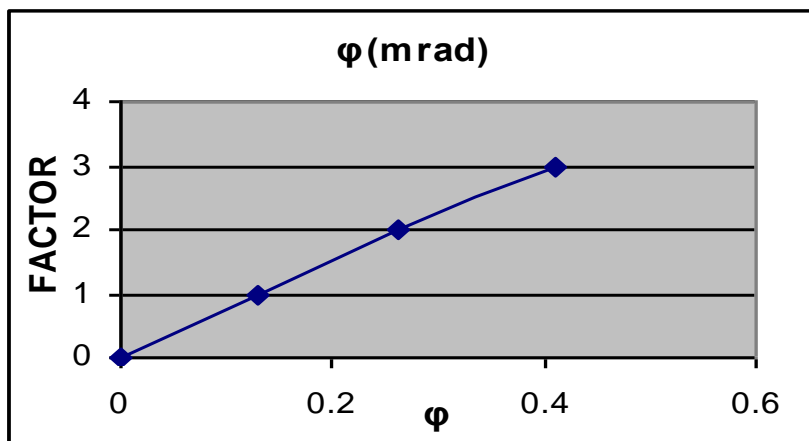
(δεξιά κόμβος στήριξης)

ΣΥΝΤ.ΦΟΡΤΙΣΗΣ	u_y (cm)	φ (mrad)	M_y (kNm)	V_z (kN)	N (kN)
0	0	0	0	0	0
1	0.0875	0.128	-158.1	-96.5	5.32
2	0.175	0.261	-316.6	-193.2	12.5
3	0.263	0.411	-478.8	-291.1	54

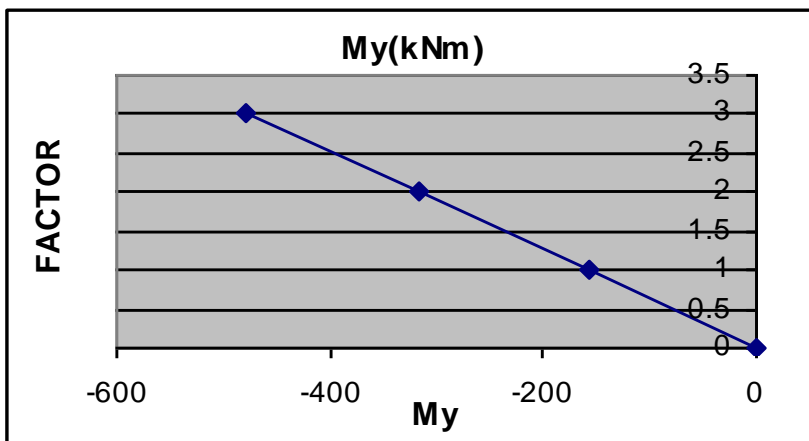
Διάγραμμα 147



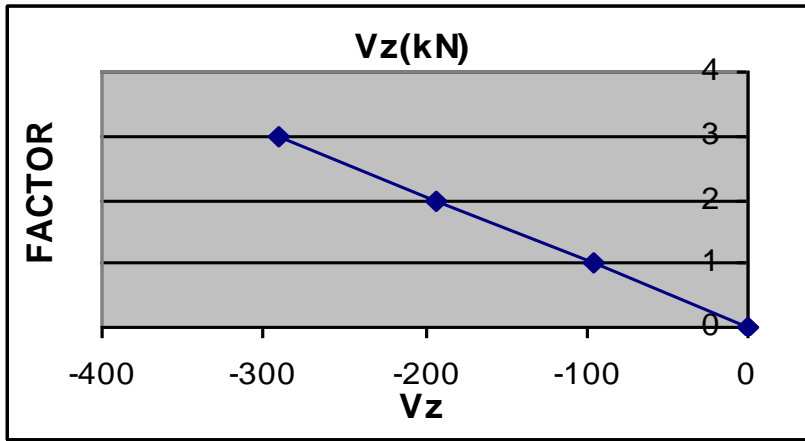
Διάγραμμα 148



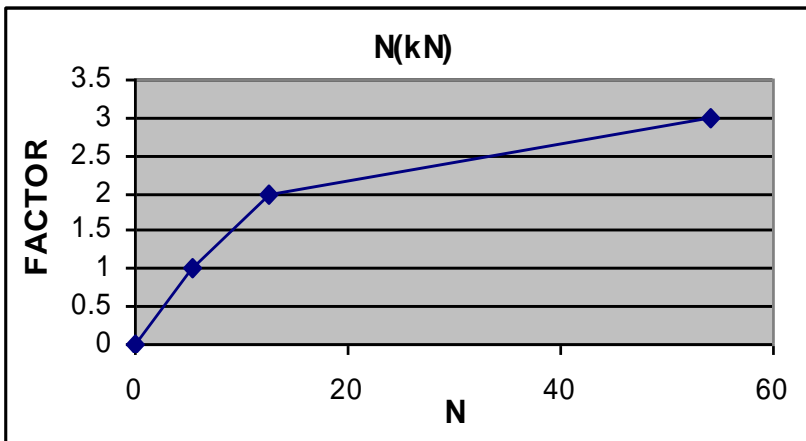
Διάγραμμα 149



Διάγραμμα 150



Διάγραμμα 151



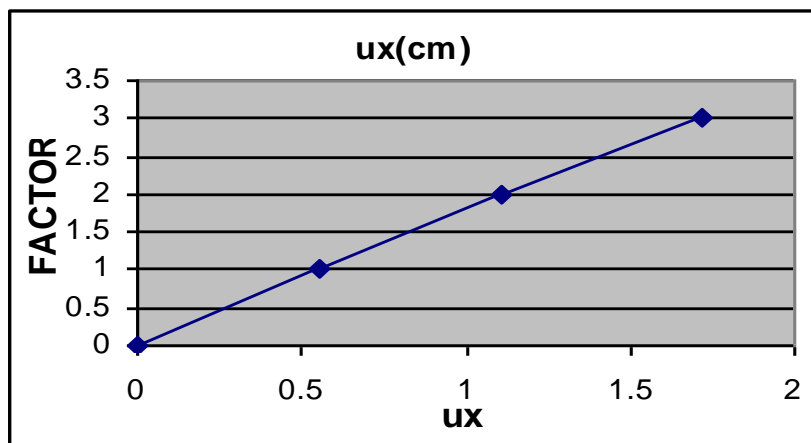
4.3.4 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 4'

Στα παρακάτω διαγράμματα φαίνεται η συμπεριφορά των εντατικών και παραμορφωσιακών μεγεθών του φορέα 4' μετά την αφαίρεση ενός εσωτερικού υποστυλώματος για συνεχώς αυξανόμενη φόρτιση, στην στήριξη όπου αφαιρέθηκε το υποστύλωμα (εκτός από την οριζόντια μετατόπιση, η οποία αναφέρεται στον ανώτερο και ακραίο αριστερά κόμβο του υψηλότερου ορόφου).

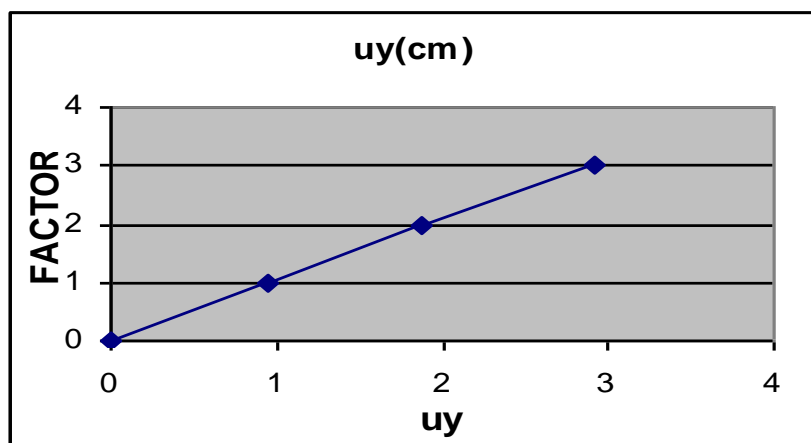
ΦΟΡΕΑΣ 4'

ΣΥΝΤ.ΦΟΡΤΙΣΗΣ	ux(cm)	uy(cm)	φ(mrad)	My(kNm)	Vz(kN)	N(kN)
0	0	0	0	0	0	0
1	0.55	0.94	0.337	1.52	-51.6	11.1
2	1.11	1.88	0.685	0	-103.2	23.2
3	1.72	2.91	1.05	0	-153.4	36.6

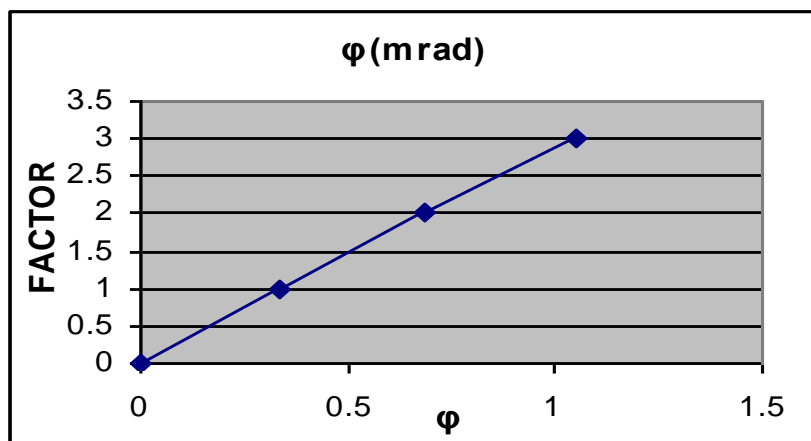
Διάγραμμα 152



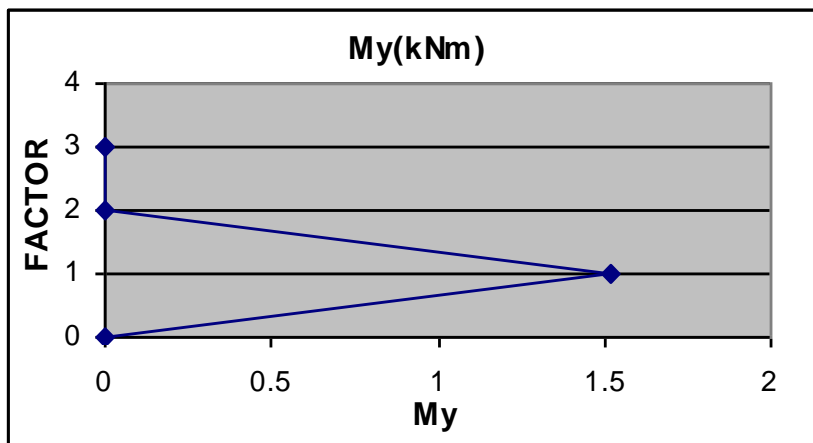
Διάγραμμα 153



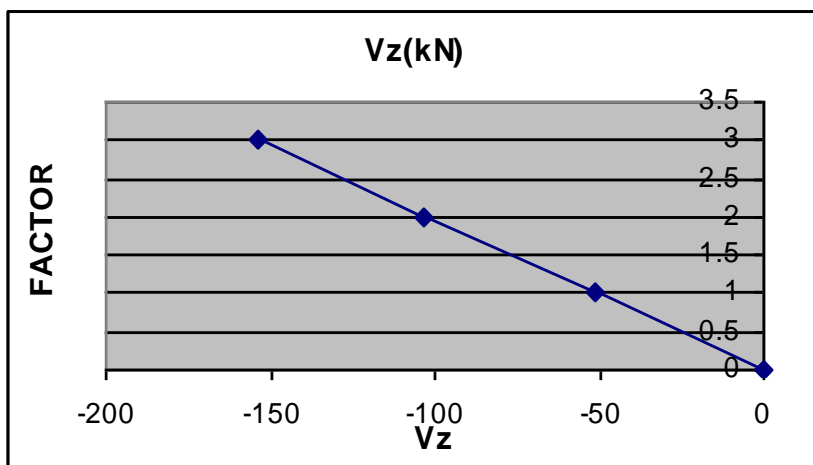
Διάγραμμα 154



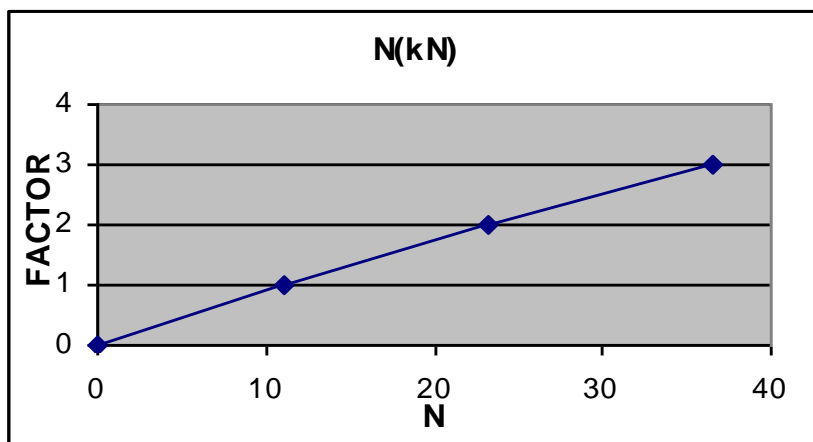
Διάγραμμα 155



Διάγραμμα 156



Διάγραμμα 157



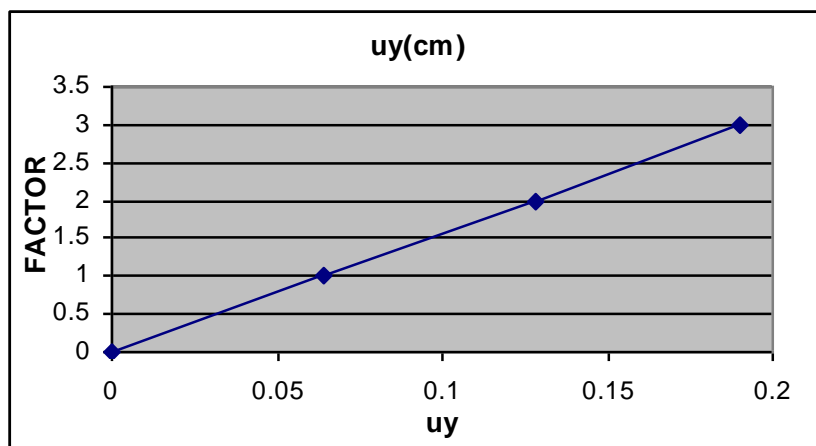
Ακολουθούν τα αντίστοιχα διαγράμματα για τους κόμβους στήριξης της δοκού διπλάσιου πλέον ανοίγματος.

ΦΟΡΕΑΣ 4'

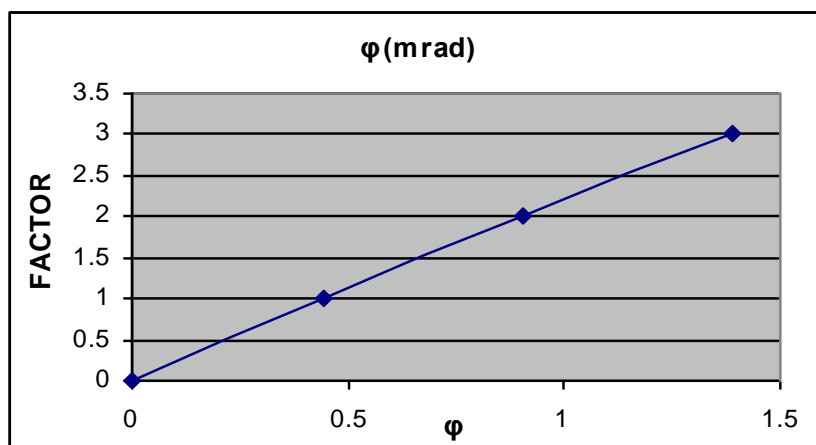
(αριστερά
κόμβος
στήριξης)

ΣΥΝΤ.ΦΟΡΤΙΣΗΣ	$u_y(\text{cm})$	$\varphi(\text{mrad})$	$M_y(\text{kNm})$	$V_z(\text{kN})$	$N(\text{kN})$
0	0	0	0	0	0
1	0.0641	0.445	-105.5	78.9	11.1
2	0.128	0.902	-210.6	157.8	23.2
3	0.19	1.39	-320.4	238.1	36.6

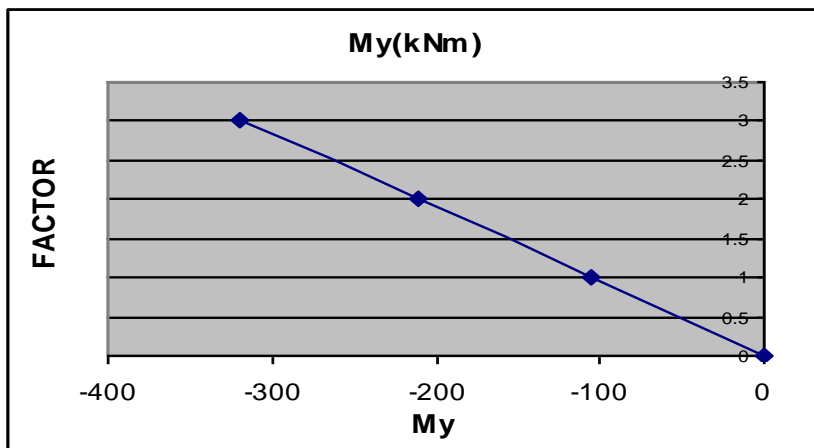
Διάγραμμα 158



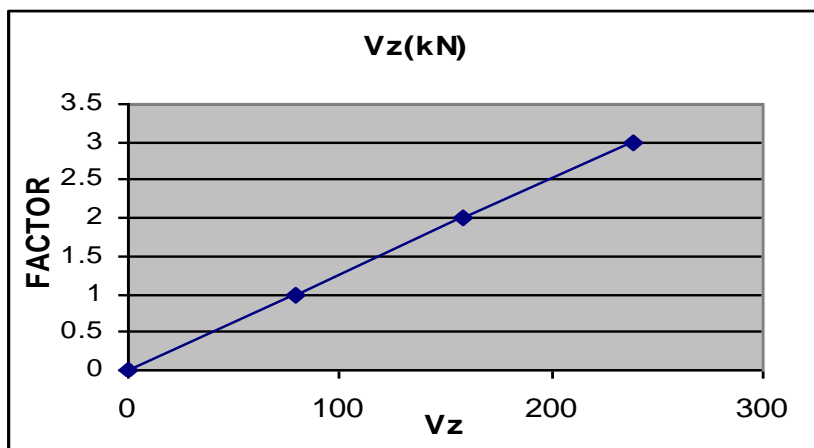
Διάγραμμα 159



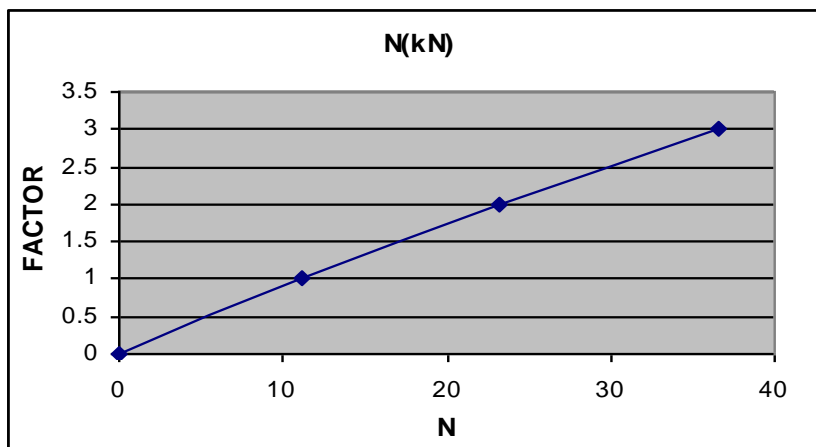
Διάγραμμα 160



Διάγραμμα 161



Διάγραμμα 162

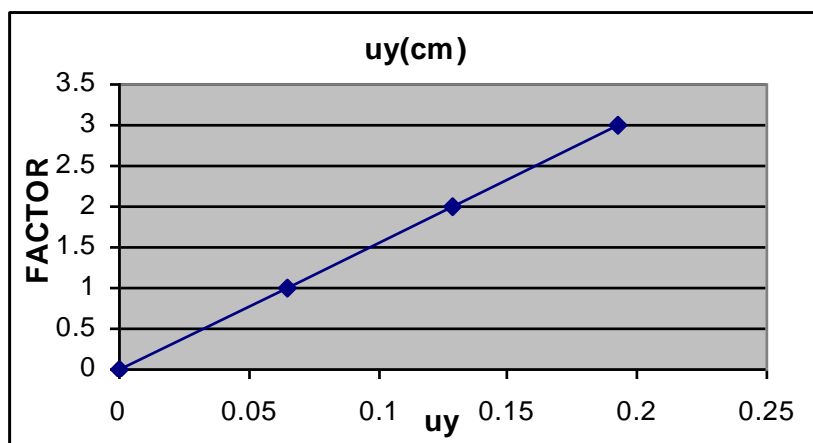


ΦΟΡΕΑΣ 4'

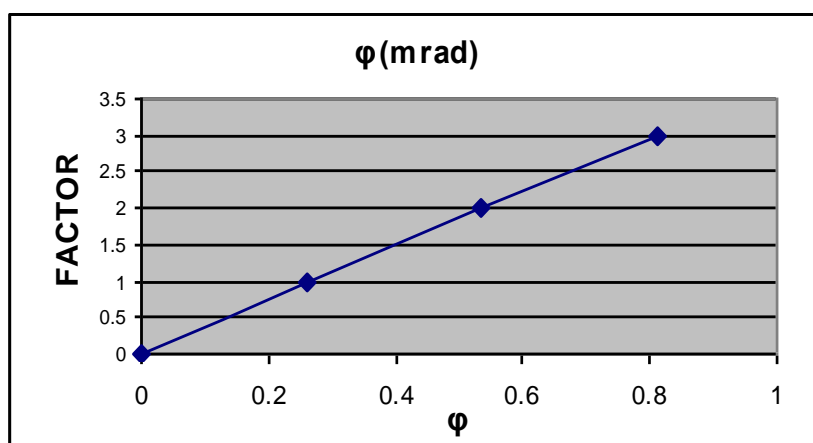
(δεξιά κόμβος στήριξης)

ΣΥΝΤ.ΦΟΡΤΙΣΗΣ	uy(cm)	φ(mrad)	Mγ(kNm)	Vz(kN)	N(kN)
0	0	0	0	0	0
1	0.0647	0.261	-130.8	-87.3	11.1
2	0.129	0.533	-262.2	-174.8	23.2
3	0.192	0.813	-399.4	-264.3	-11.1

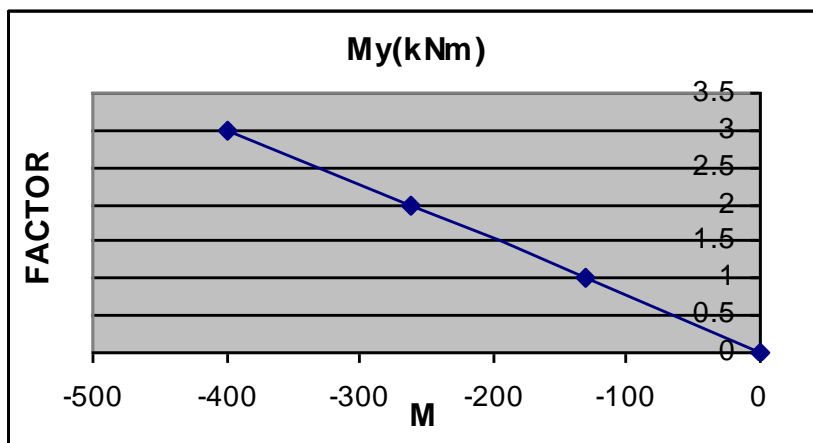
Διάγραμμα 163



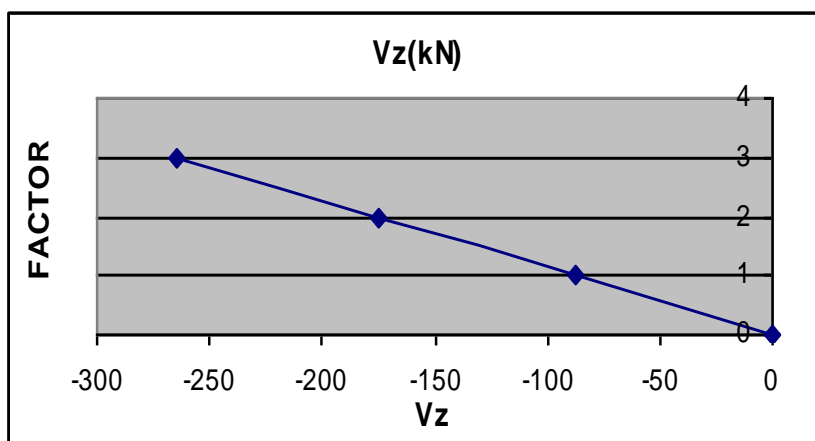
Διάγραμμα 164



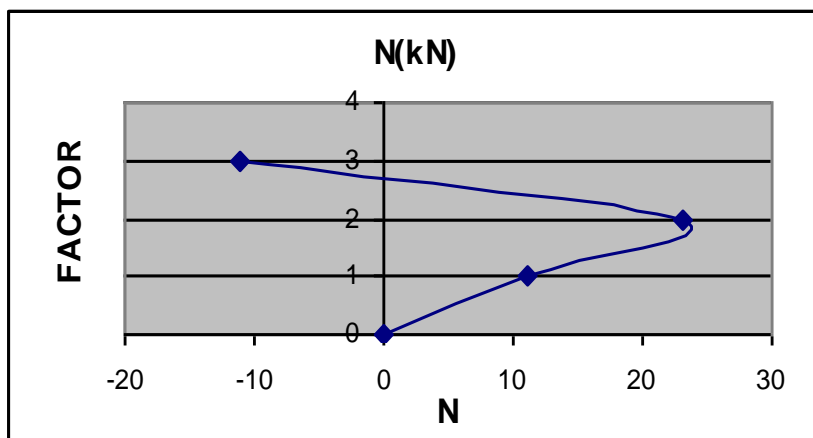
Διάγραμμα 165



Διάγραμμα 166



Διάγραμμα 167



4.4 ΦΟΡΕΙΣ ΤΥΠΟΥ 1',2',3',4' (για απομάκρυνση ακραίου υποστυλώματος)

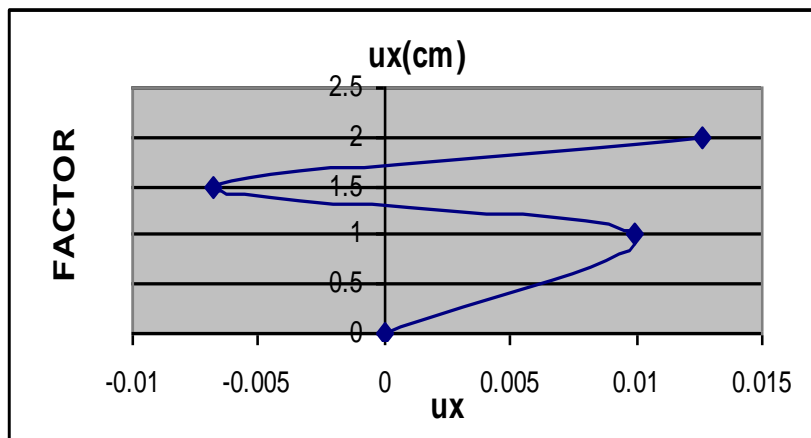
4.4.1 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 1'

Στα παρακάτω διαγράμματα φαίνεται η συμπεριφορά των εντατικών και παραμορφωσιακών μεγεθών του φορέα 1' μετά την απομάκρυνση ακραίου υποστυλώματος για συνεχώς αυξανόμενη φόρτιση, στην στήριξη όπου αφαιρέθηκε το υποστυλώμα.

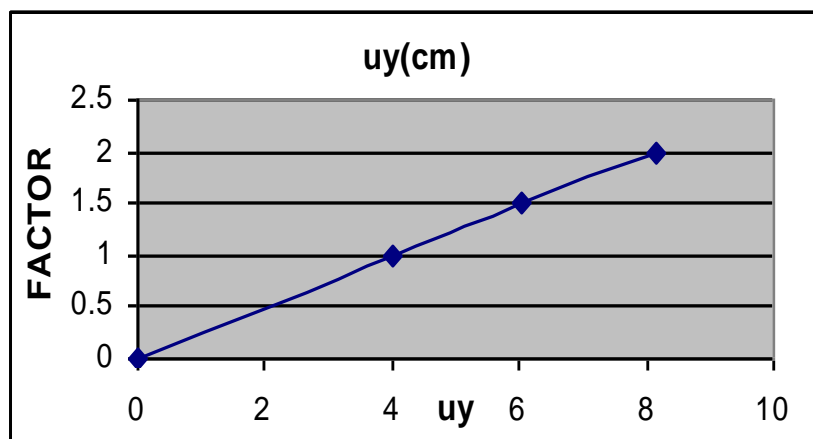
ΦΟΡΕΑΣ 1'

ΣΥΝΤ.ΦΟΡΤΙΣΗΣ	$u_x(\text{cm})$	$u_y(\text{cm})$	$\phi(\text{mrad})$	$M_y(\text{kNm})$	$V_z(\text{kN})$	$N(\text{kN})$
0	0	0	0	0	0	0
1	0.009955	4.03	-1.38	139.8	65	-77.6
1.5	-0.00677	6.05	-2.09	209.9	97.7	-116.2
2	0.0126	8.15	-3.64	261.9	125.4	-149.7

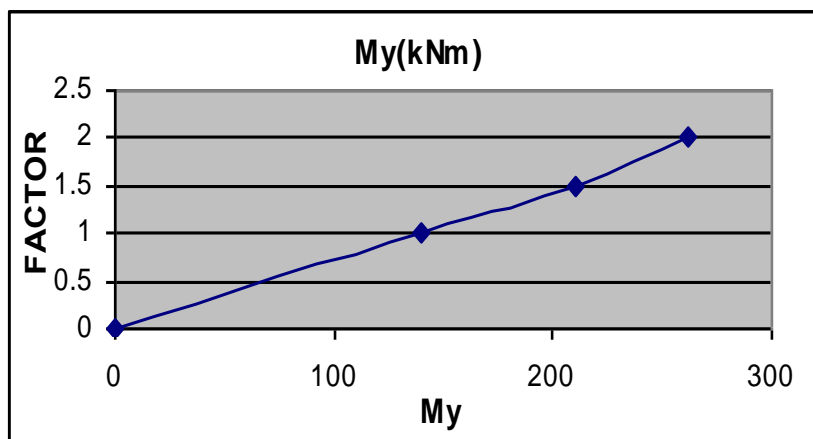
Διάγραμμα 168



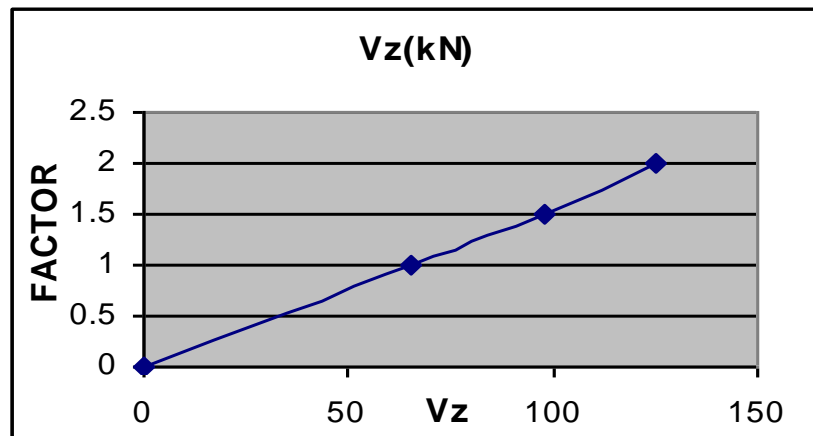
Διάγραμμα 169



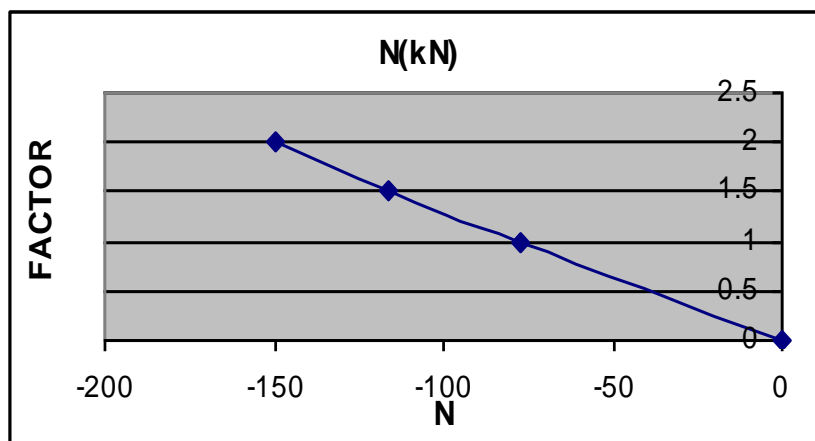
Διάγραμμα 170



Διάγραμμα 171



Διάγραμμα 172

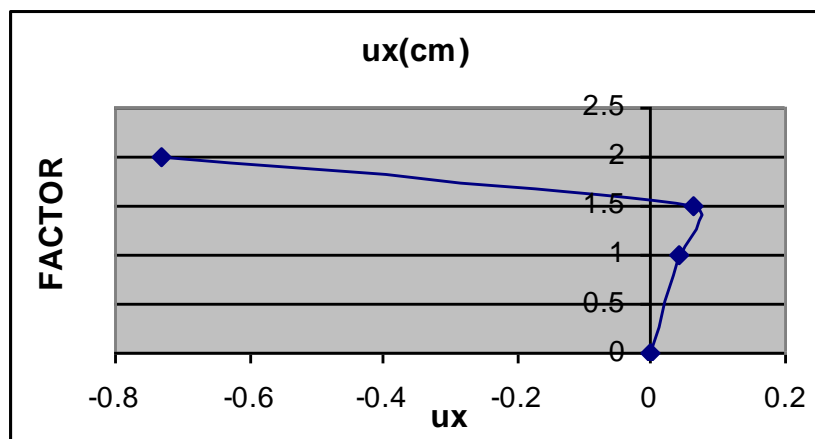


Ακολουθούν τα αντίστοιχα διαγράμματα για τον διπλανό κόμβο στήριξης.

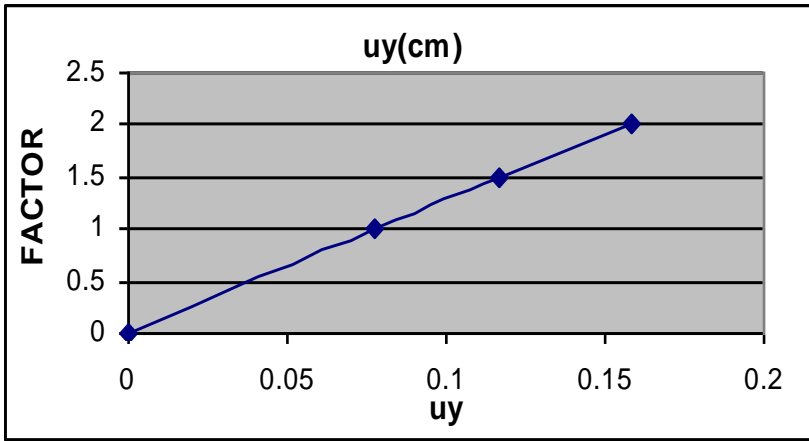
ΦΟΡΕΑΣ 1

ΣΥΝΤ.ΦΟΡΤΙΣΗΣ	ux(cm)	uy(cm)	φ(mrad)	My(kNm)	Vz(kN)	N(kN)
0	0	0	0	0	0	0
1	0.0398	0.0778	-0.836	-277.7	-134.8	-77.6
1.5	0.0614	0.117	-1.26	-416.8	-202.3	-116.2
2	-0.733	0.158	-1.77	-548.2	-265.5	-149.7

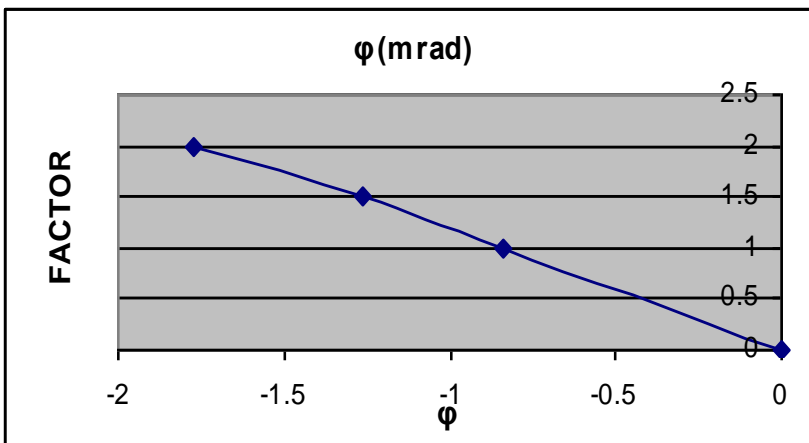
Διάγραμμα 173



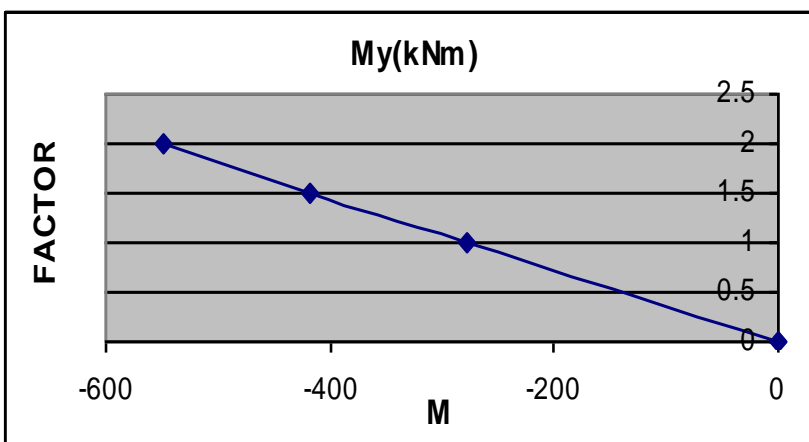
Διάγραμμα 174



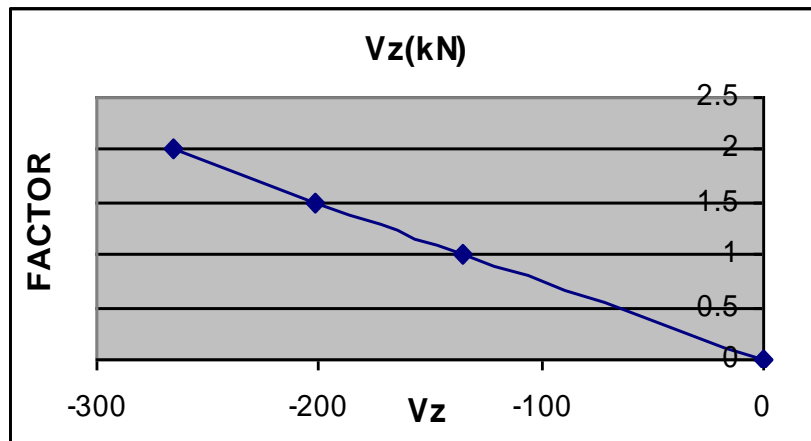
Διάγραμμα 175



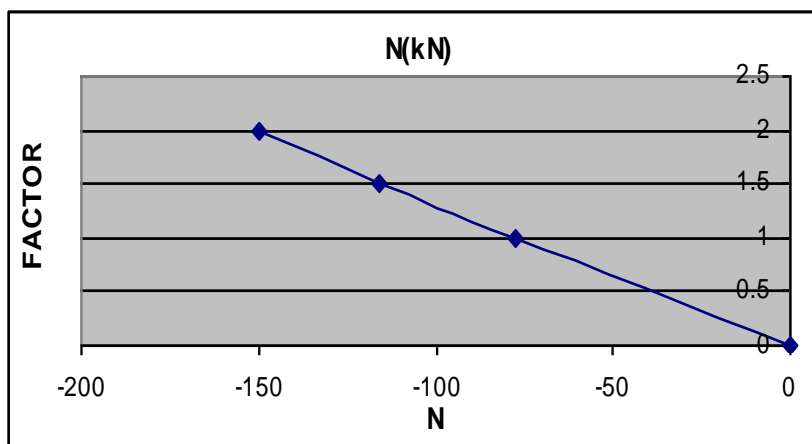
Διάγραμμα 176



Διάγραμμα 177



Διάγραμμα 178



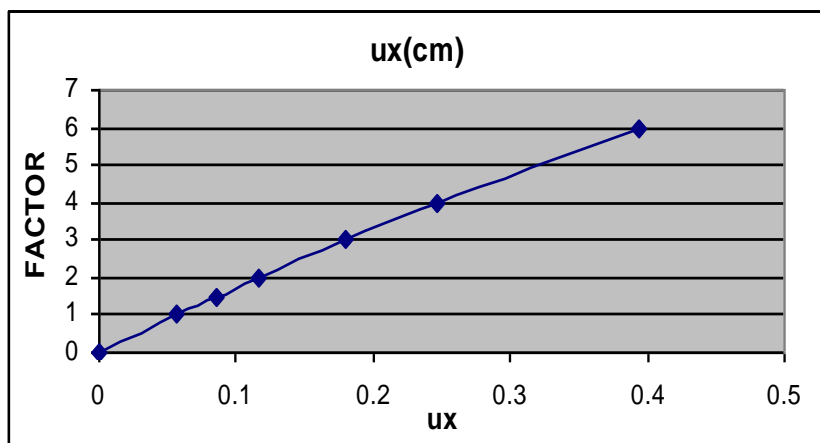
4.4.2 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 2'

Στα παρακάτω διαγράμματα φαίνεται η συμπεριφορά των εντατικών και παραμορφωσιακών μεγεθών του φορέα 2' μετά την απομάκρυνση ακραίου υποστυλώματος για συνεχώς αυξανόμενη φόρτιση, στην στήριξη όπου αφαιρέθηκε το υποστύλωμα.

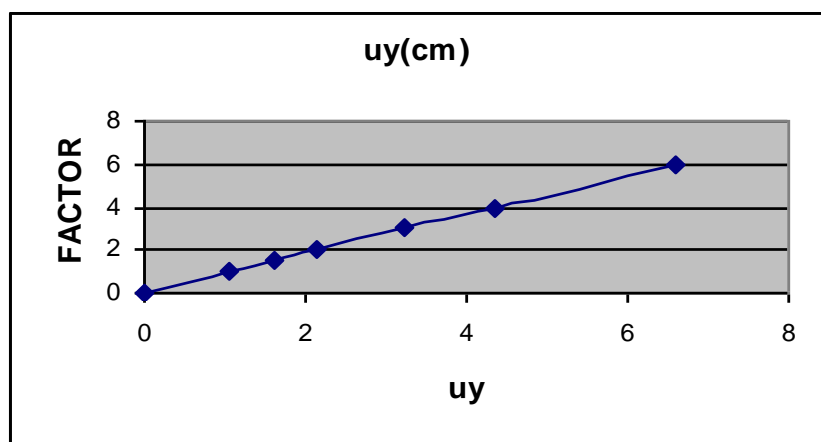
ΦΟΡΕΑΣ 2'

ΣΥΝΤ.ΦΟΡΤΙΣΗΣ	ux(cm)	uy(cm)	φ(mrad)	My(kNm)	Vz(kN)	N(kN)
0	0	0	0	0	0	0
1	0.0569	1.07	0.0949	0.307	43.6	-14
1.5	0.0863	1.61	0.143	-0.507	65.4	-21
2	0.116	2.15	0.191	-0.738	87.2	-28.1
3	0.179	3.23	0.29	-1.75	130.6	-42.3
4	0.246	4.34	0.395	-4.59	173.3	-57.2
6	0.393	6.59	0.625	-12.3	258.1	-87.6

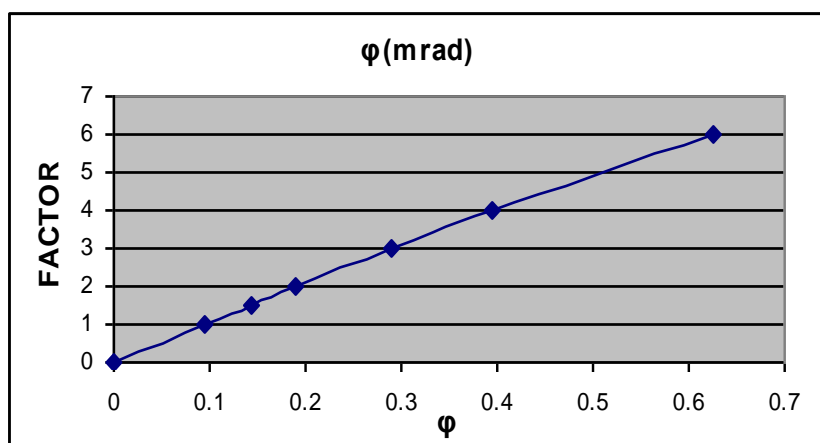
Διάγραμμα 179



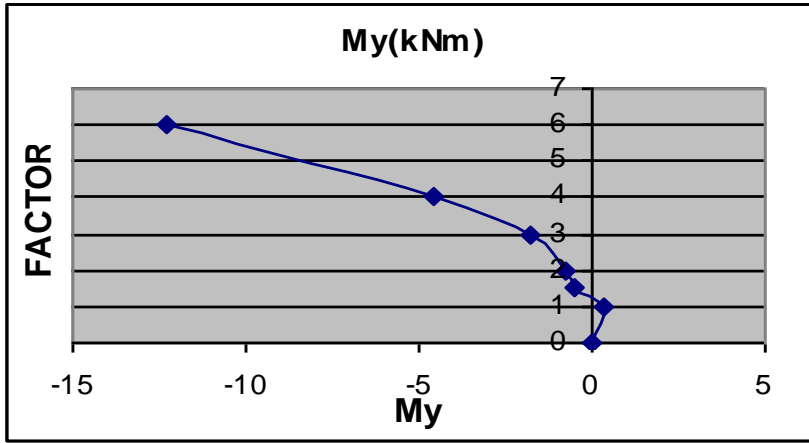
Διάγραμμα 180



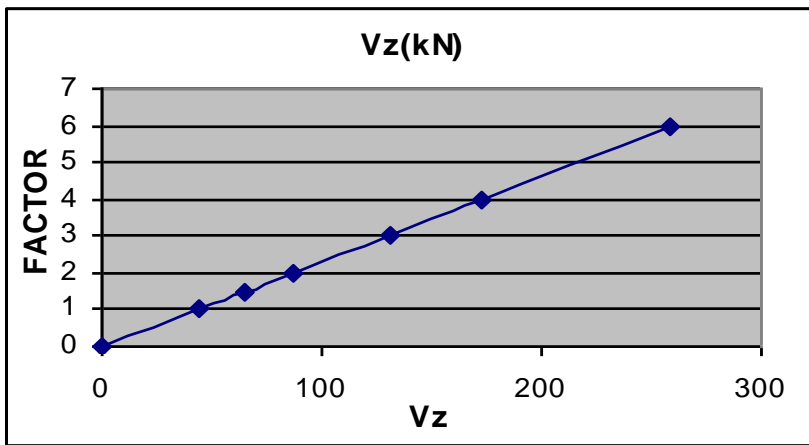
Διάγραμμα 181



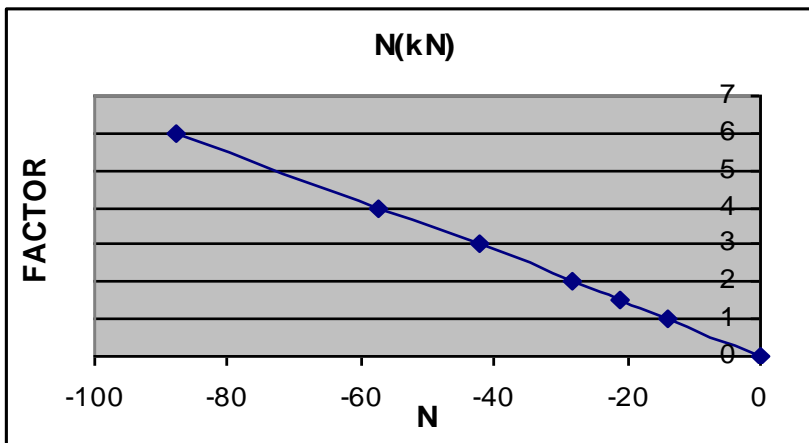
Διάγραμμα 182



Διάγραμμα 183



Διάγραμμα 184

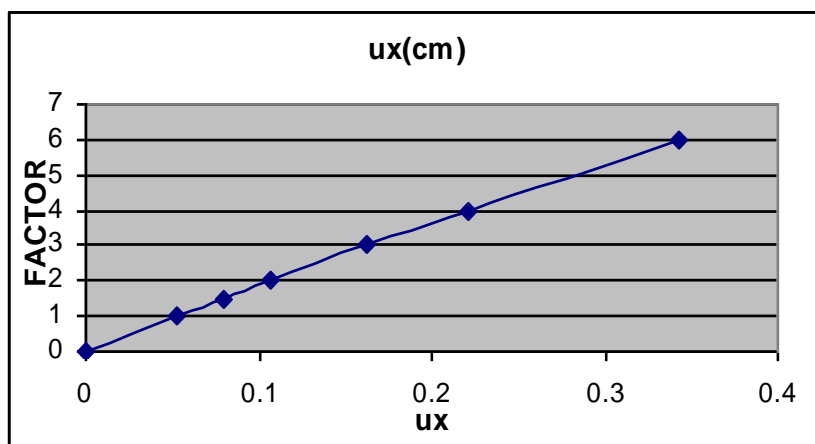


Ακολουθούν τα αντίστοιχα διαγράμματα για τον διπλανό κόμβο στήριξης

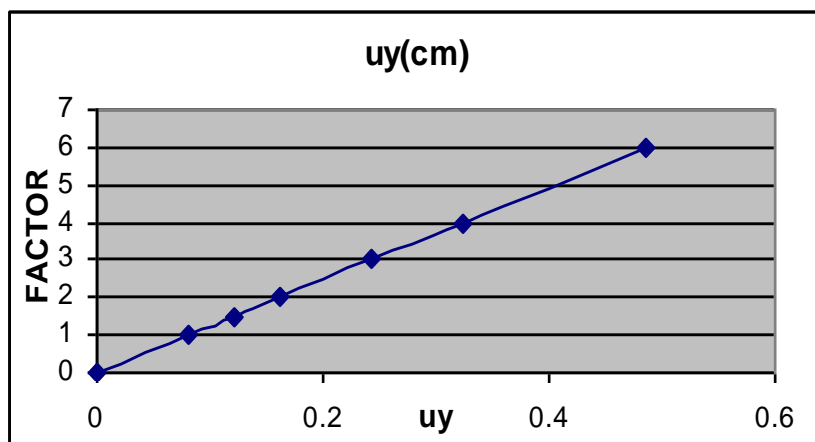
ΦΟΡΕΑΣ 2'

ΣΥΝΤ.ΦΟΡΤΙΣΗΣ	ux(cm)	uy(cm)	φ(mrad)	My(kNm)	Vz(kN)	N(kN)
0	0	0	0	0	0	0
1	0.053	0.0806	0.0213	-129.5	-86.9	-14
1.5	0.0799	0.121	0.0329	-194.3	-130.3	-21
2	0.107	0.161	0.0452	-259.2	-173.8	-28.1
3	0.162	0.242	0.0727	-389.4	-260.9	-42.3
4	0.221	0.323	0.107	-521.6	-348.7	-57.2
6	0.343	0.486	0.197	-787.8	-524.9	-87.6

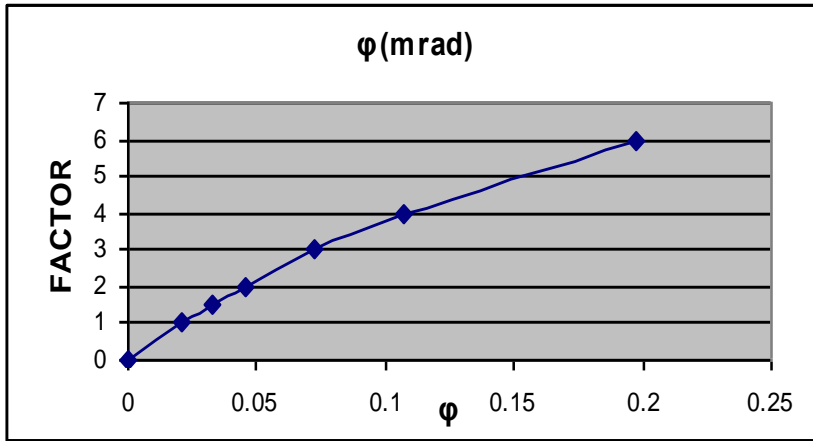
Διάγραμμα 185



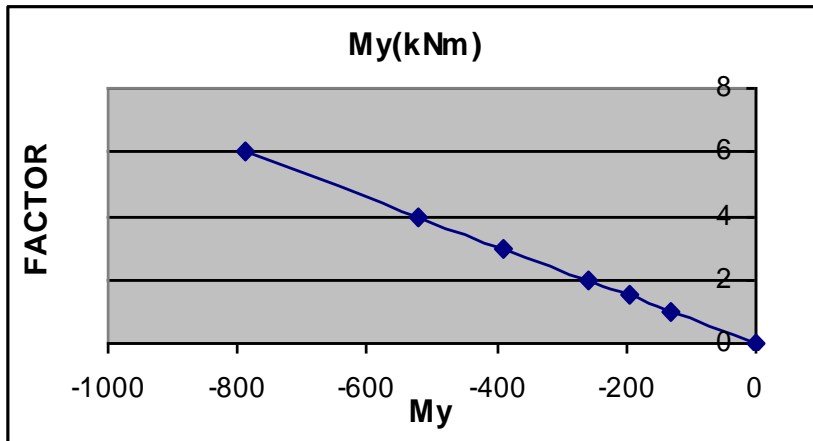
Διάγραμμα 186



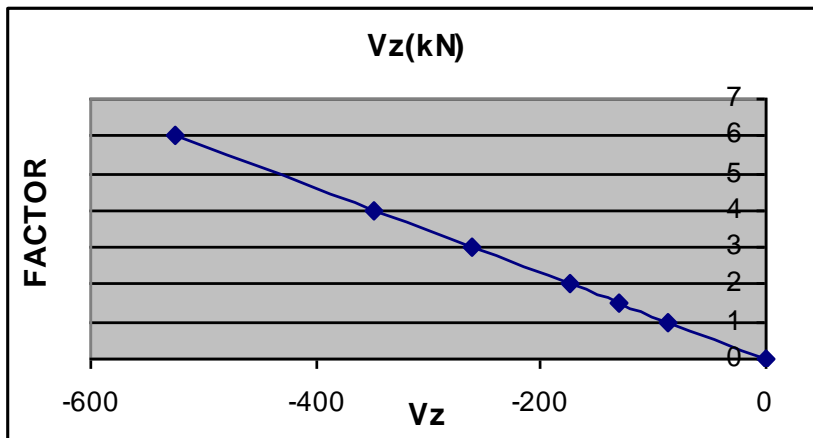
Διάγραμμα 187



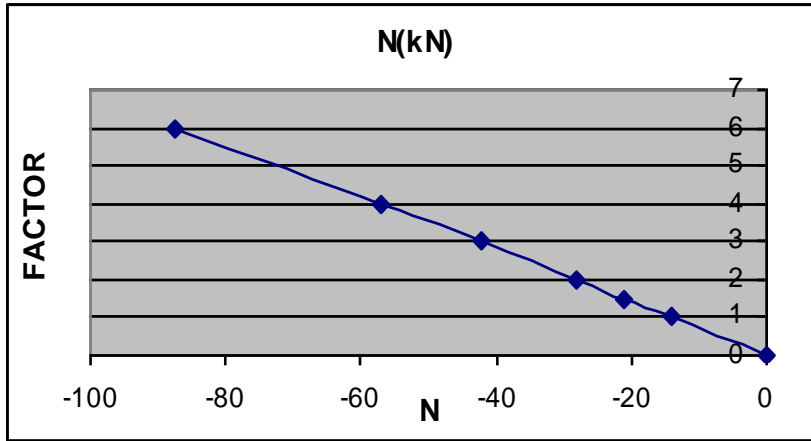
Διάγραμμα 188



Διάγραμμα 189



Διάγραμμα 190



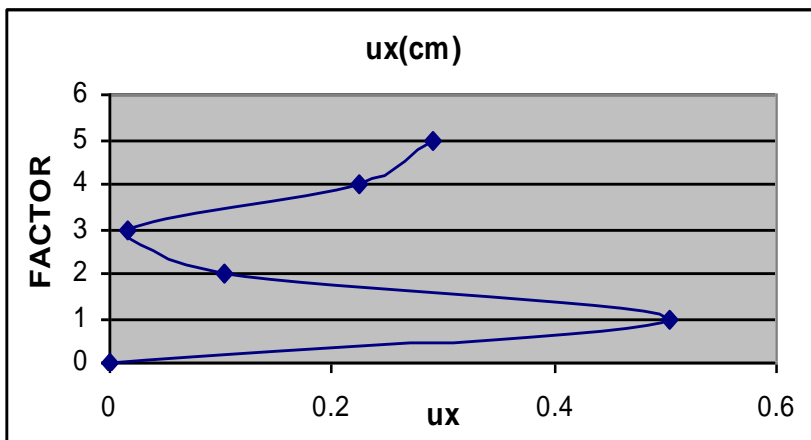
4.4.3 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 3'

Στα παρακάτω διαγράμματα φαίνεται η συμπεριφορά των εντατικών και παραμορφωσιακών μεγεθών του φορέα 3' μετά την απομάκρυνση ακραίου υποστυλώματος για συνεχώς αυξανόμενη φόρτιση, στην στήριξη όπου αφαιρέθηκε το υποστυλώμα.

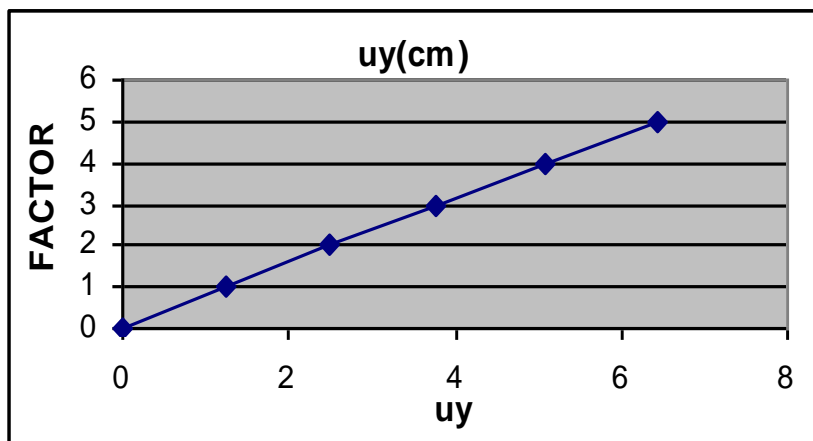
ΦΟΡΕΑΣ 3'

ΣΥΝΤ.ΦΟΡΤΙΣΗΣ	ux(cm)	uy(cm)	φ(mrad)	My(kNm)	Vz(kN)	N(kN)
0	0	0	0	0	0	0
1	0.504	1.24	-0.0089	-8.13	40.9	-17
2	0.104	2.49	-0.0194	-16.4	81.8	-34.2
3	0.0161	3.78	-0.0348	-26.9	121.9	-54.3
4	0.224	5.1	-0.0526	-39.9	161.1	-71.7
5	0.29	6.43	-0.0684	-53.1	203	-93.4

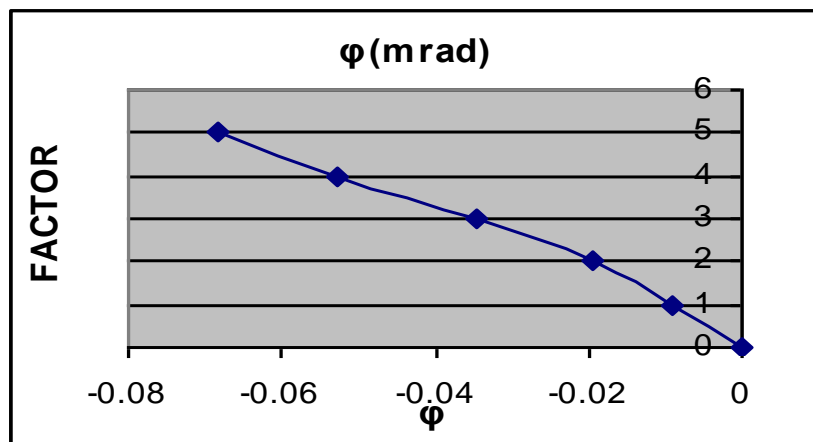
Διάγραμμα 191



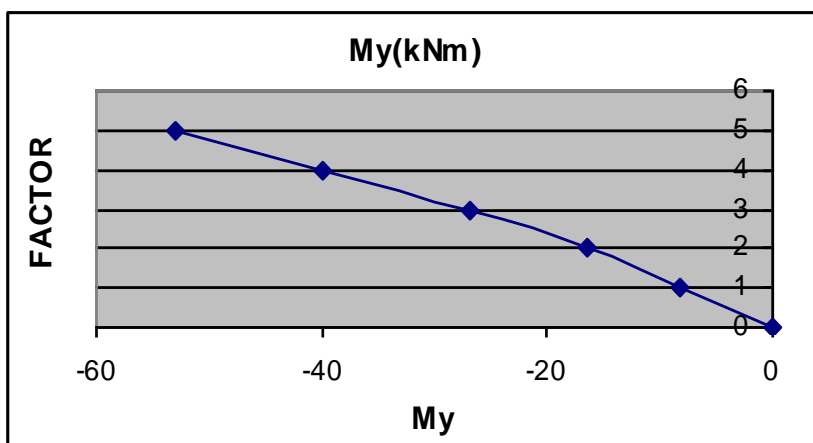
Διάγραμμα 192



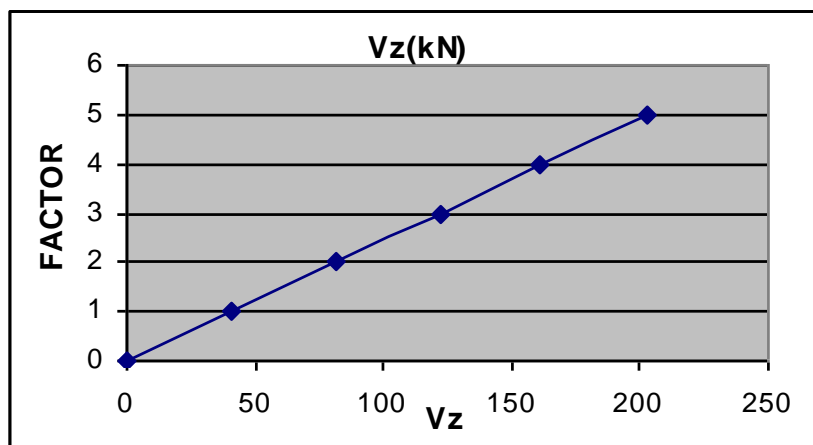
Διάγραμμα 193



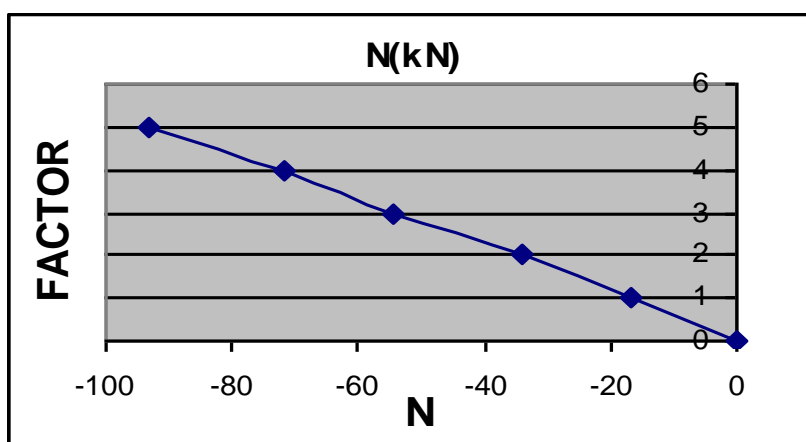
Διάγραμμα 194



Διάγραμμα 195



Διάγραμμα 196

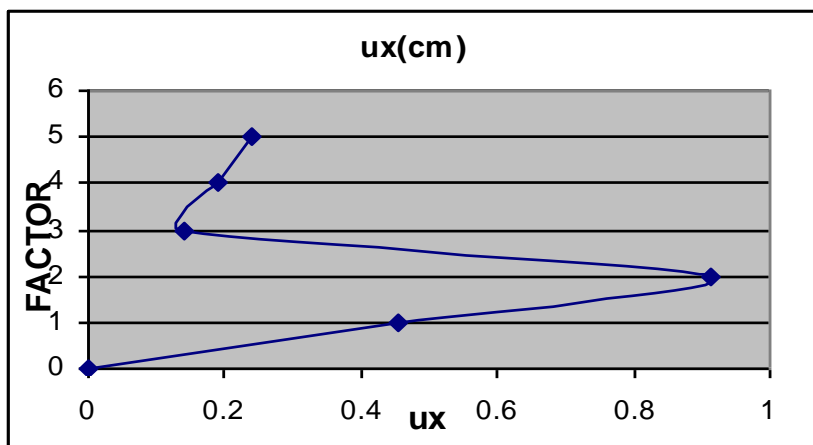


Ακολουθούν τα αντίστοιχα διαγράμματα για τον διπλανό κόμβο στήριξης

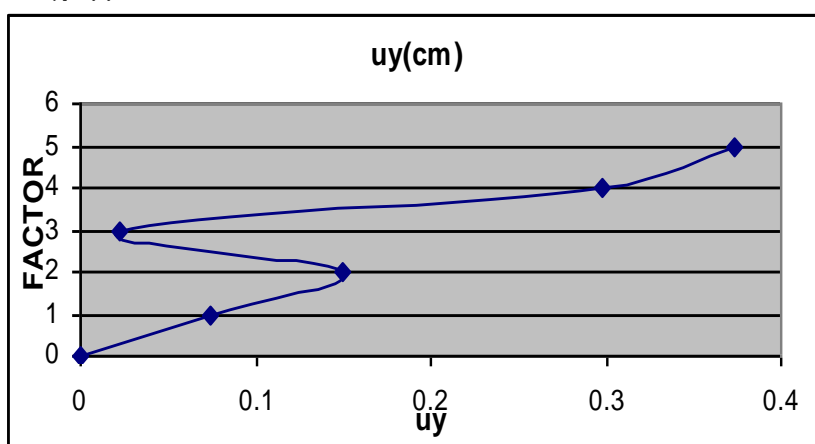
ΦΟΡΕΑΣ 3'

ΣΥΝΤ.ΦΟΡΤΙΣΗΣ	ux(cm)	uy(cm)	φ(mrad)	My(kNm)	Vz(kN)	N(kN)
0	0	0	0	0	0	0
1	0.454	0.0746	-0.0593	-138	-89.6	-17
2	0.914	0.149	-0.118	-276	-179.2	-34.2
3	0.139	0.0224	-0.176	-416.5	-269.6	-54.3
4	0.189	0.298	-0.231	-559.5	-360.9	-71.7
5	0.24	0.373	-0.284	-702.7	-452.2	-93.4

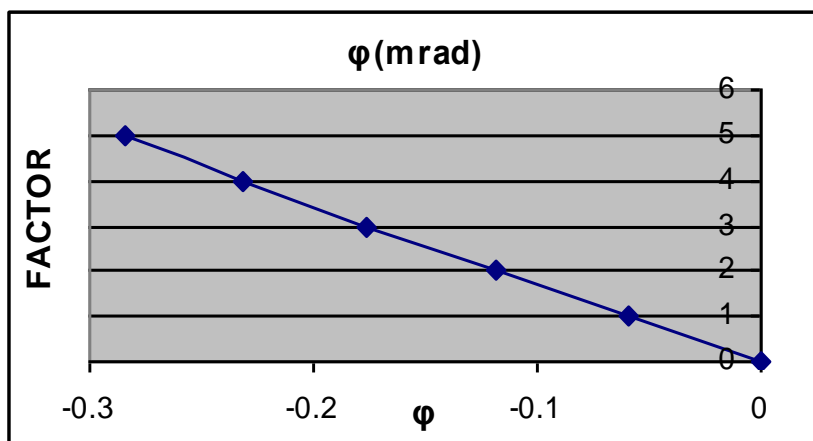
Διάγραμμα 197



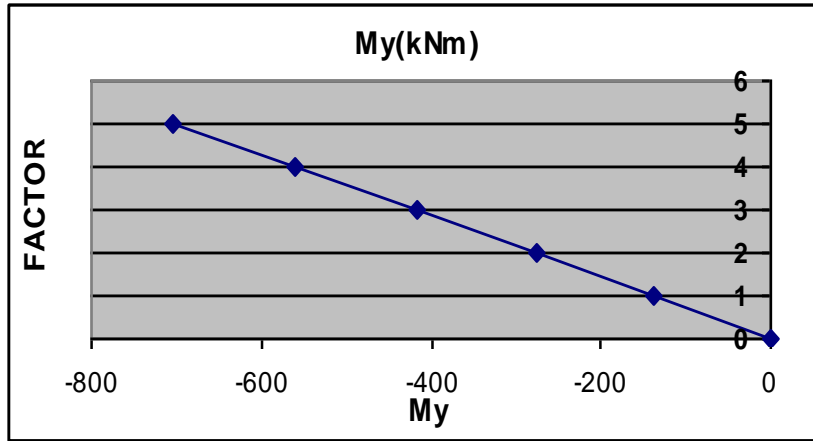
Διάγραμμα 198



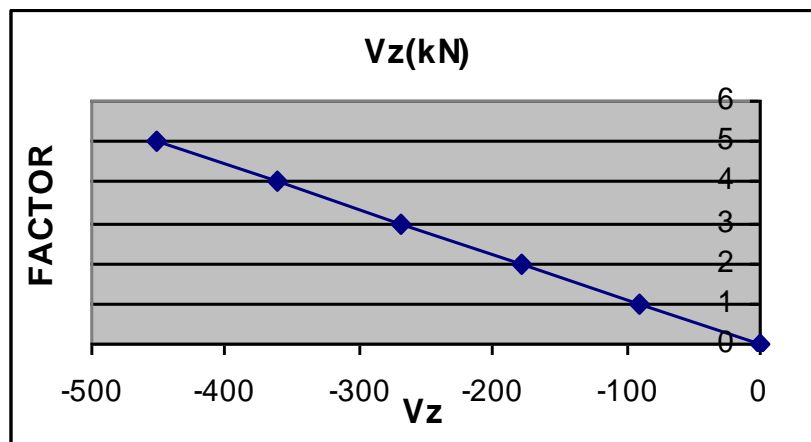
Διάγραμμα 199



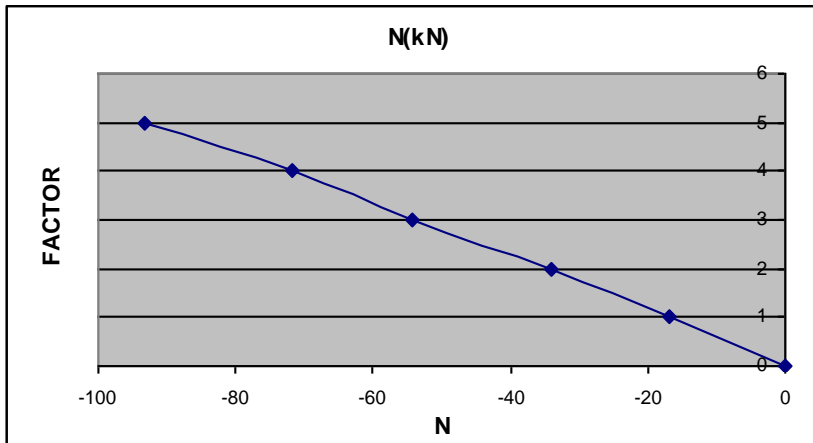
Διάγραμμα 200



Διάγραμμα 201



Διάγραμμα 202



4.4.4 ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 4'

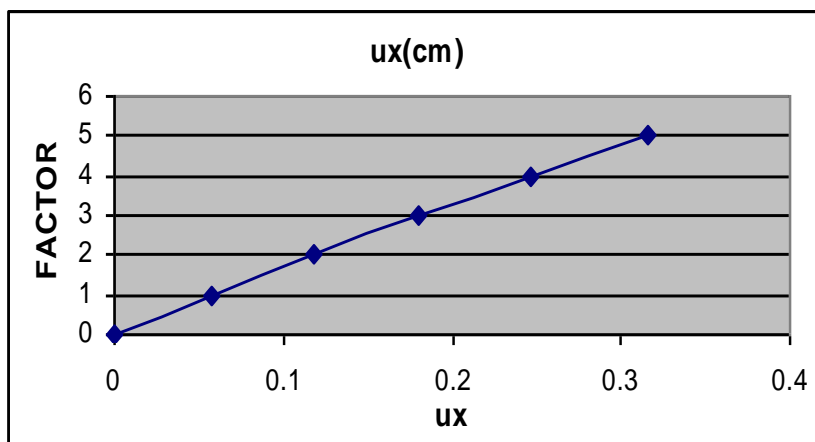
Στα παρακάτω διαγράμματα φαίνεται η συμπεριφορά των εντατικών και παραμορφωσιακών μεγεθών του φορέα 4' μετά την απομάκρυνση ακραίου

υποστυλώματος για συνεχώς αυξανόμενη φόρτιση, στην στήριξη όπου αφαιρέθηκε το υποστυλωμα.

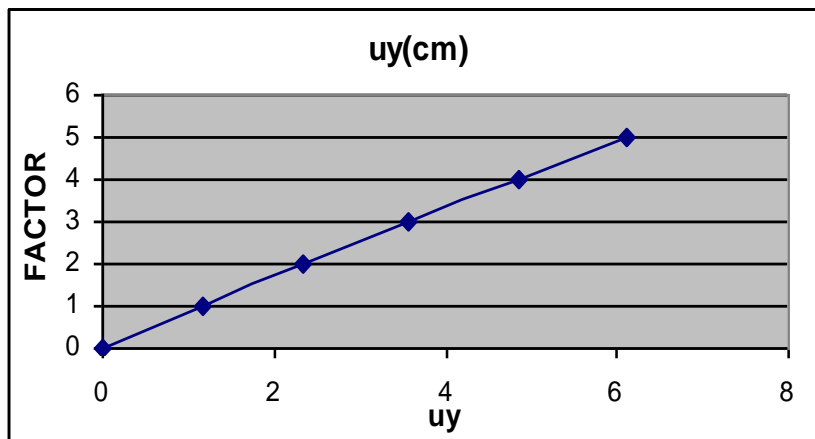
ΦΟΡΕΑΣ 4'

ΣΥΝΤ.ΦΟΡΤΙΣΗΣ	$u_x(\text{cm})$	$u_y(\text{cm})$	$\varphi(\text{mrad})$	$M_y(\text{kNm})$	$V_z(\text{kN})$	$N(\text{kN})$
0	0	0	0	0	0	0
1	0.0573	1.17	0.0748	-6.07	41.7	-15.3
2	0.118	2.34	0.152	-12.3	83.3	-30.9
3	0.18	3.58	0.202	-22.1	123.6	-48.3
4	0.246	4.84	0.244	-33.2	163.6	-66.4
5	0.316	6.12	0.283	-45.1	203.2	-84.8

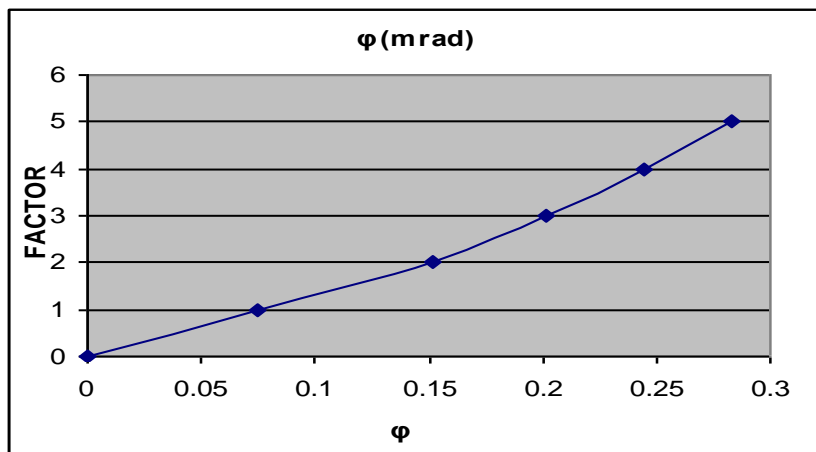
Διάγραμμα 203



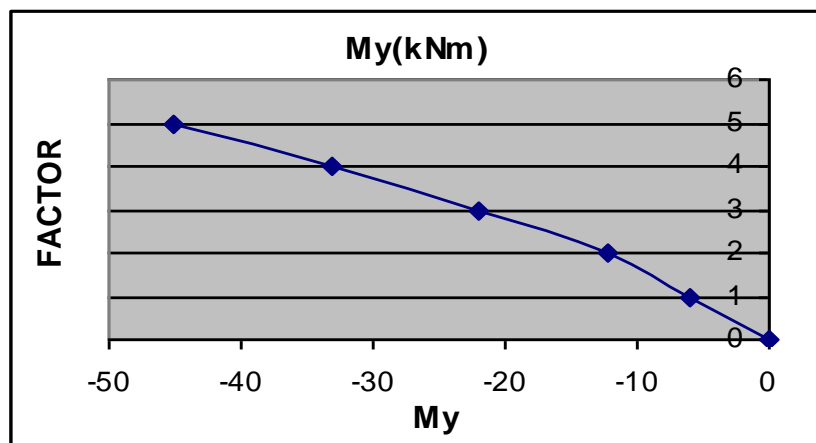
Διάγραμμα 204



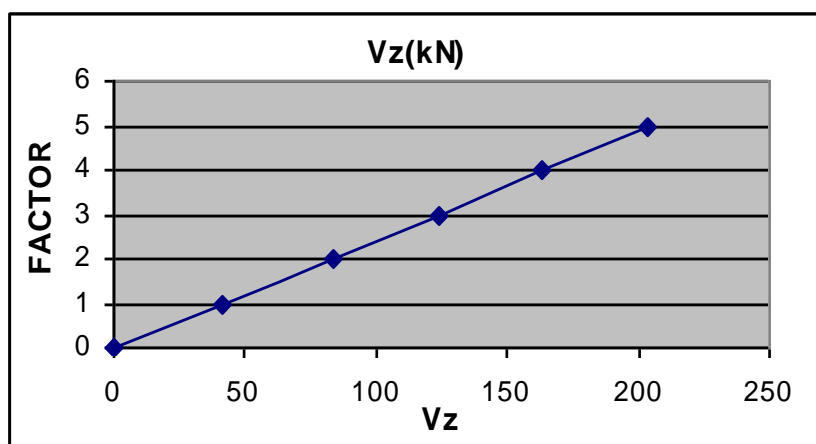
Διάγραμμα 205



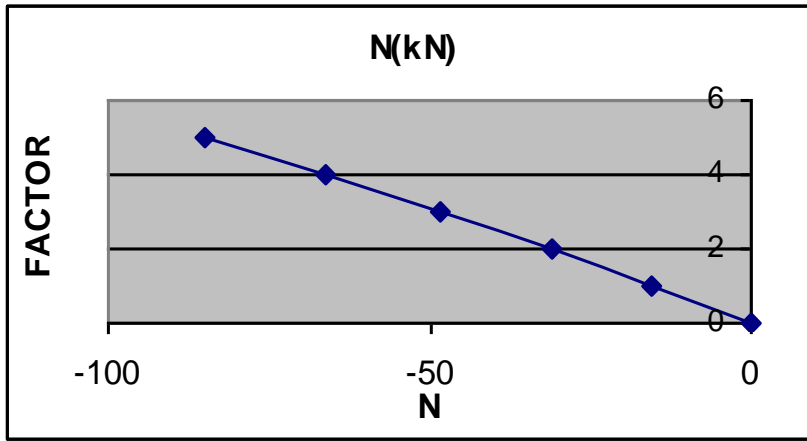
Διάγραμμα 206



Διάγραμμα 207



Διάγραμμα 208

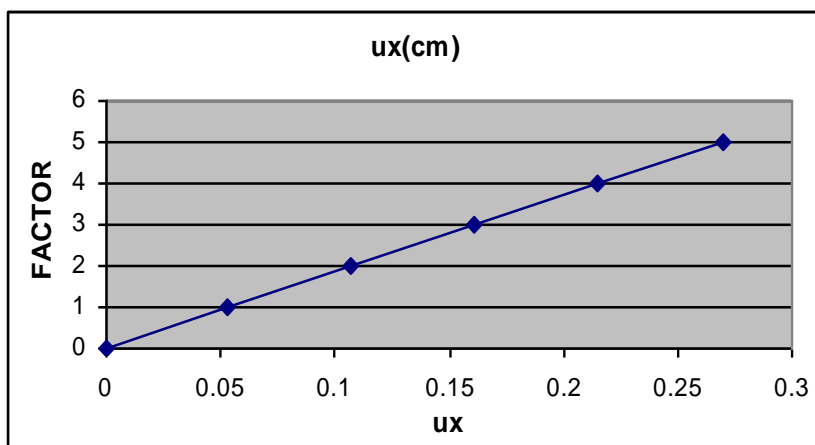


Ακολουθούν τα αντίστοιχα διαγράμματα για τον διπλανό κόμβο στήριξης

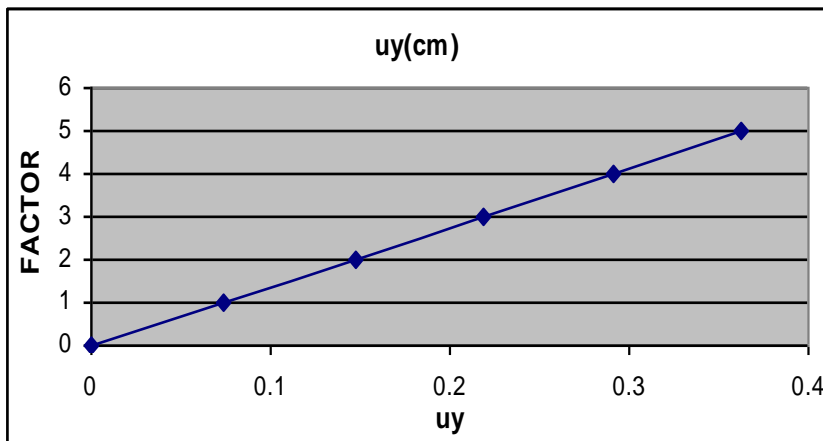
ΦΟΡΕΑΣ 4'

ΣΥΝΤ.ΦΟΡΤΙΣΗΣ	ux(cm)	uy(cm)	φ(mrad)	My(kNm)	Vz(kN)	N(kN)
0	0	0	0	0	0	0
1	0.0529	0.0733	0.0134	-135.5	-88.8	-15.3
2	0.107	0.147	0.0299	-271.1	-177.7	-30.9
3	0.161	0.219	-0.0366	-410.6	-267.9	-48.3
4	0.215	0.291	-0.058	-551.4	-358.4	-66.4
5	0.27	0.362	-0.0831	-693	-449.3	-84.8

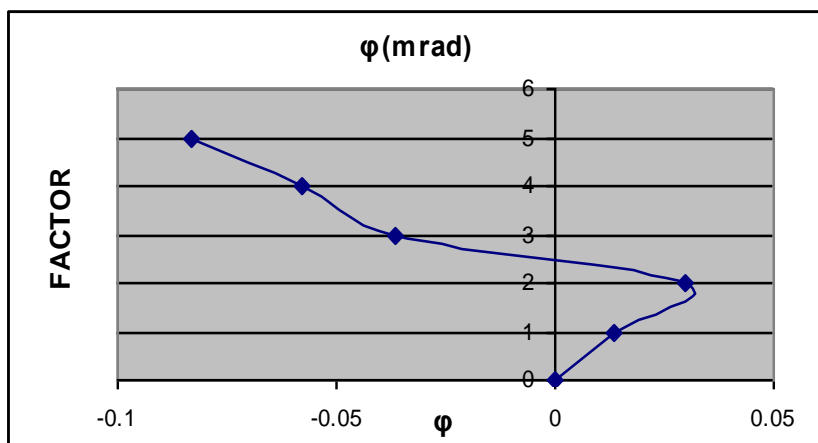
Διάγραμμα 209



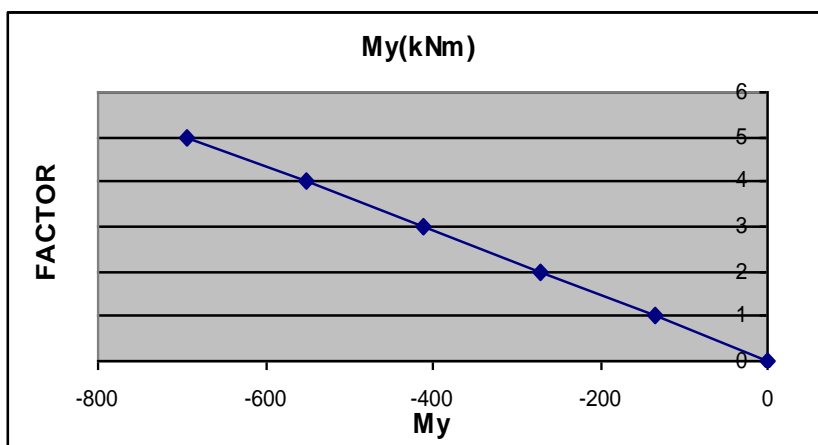
Διάγραμμα 210



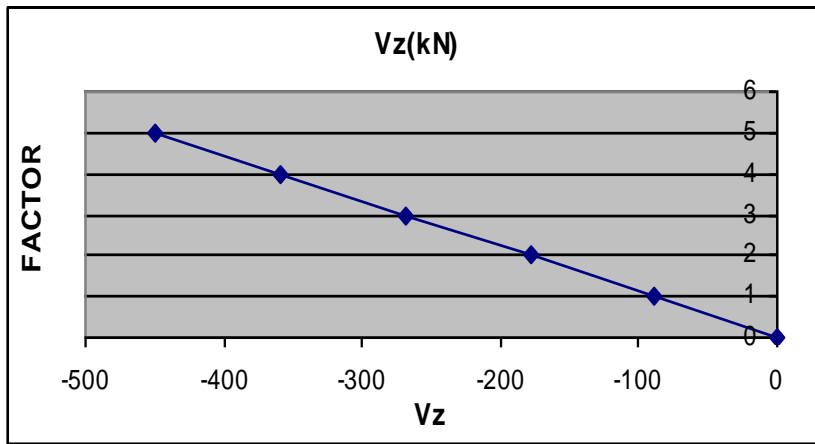
Διάγραμμα 211



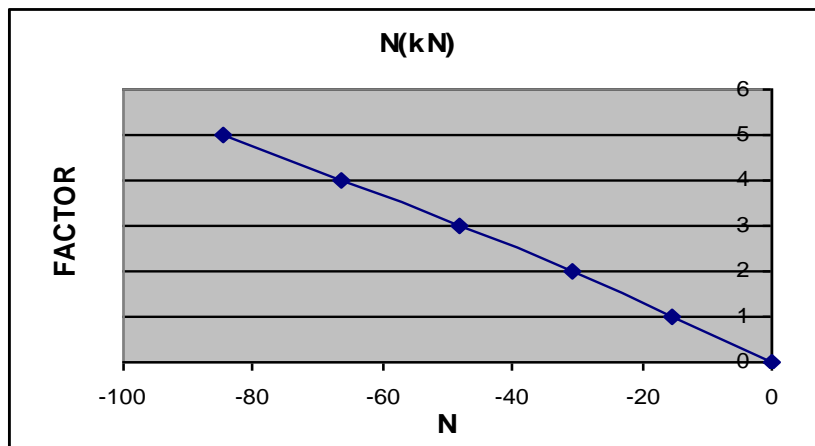
Διάγραμμα 212



Διάγραμμα 213



Διάγραμμα 214



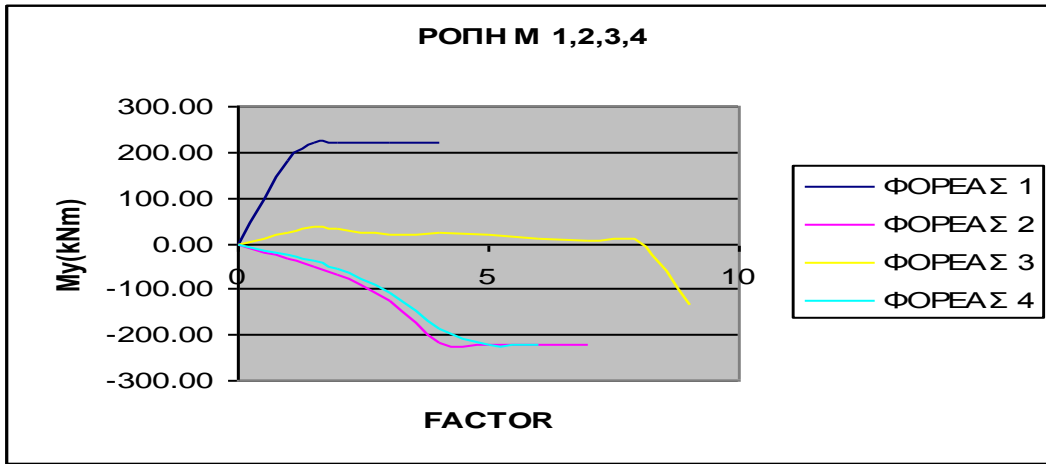
4.5 ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

Σε αυτό το υποκεφάλαιο, φαίνονται συγκριτικά τα αποτελέσματα των διαφόρων τύπων φορέων όσον αφορά την εξέλιξη των εντατικών και παραμορφωσιακών μεγεθών τους.

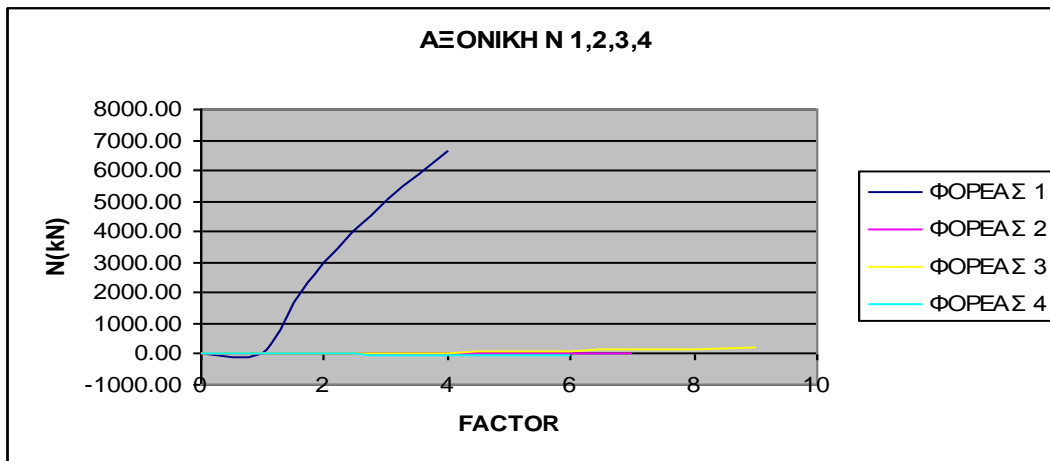
4.5.1 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΦΟΡΕΩΝ ΤΥΠΟΥ 1,2,3,4 (απομάκρυνση εσωτερικού υοστυλώματος)

Στο παρακάτω διάγραμμα συγκρίνεται η συμπεριφορά των φορέων τύπου 1,2,3,4 για απομάκρυνση του εσωτερικού υοστυλώματος, όσον αφορά στη ροπή κάμψης M_y , στην αξονική δύναμη N και στην κατακόρυφη βύθιση u_y .

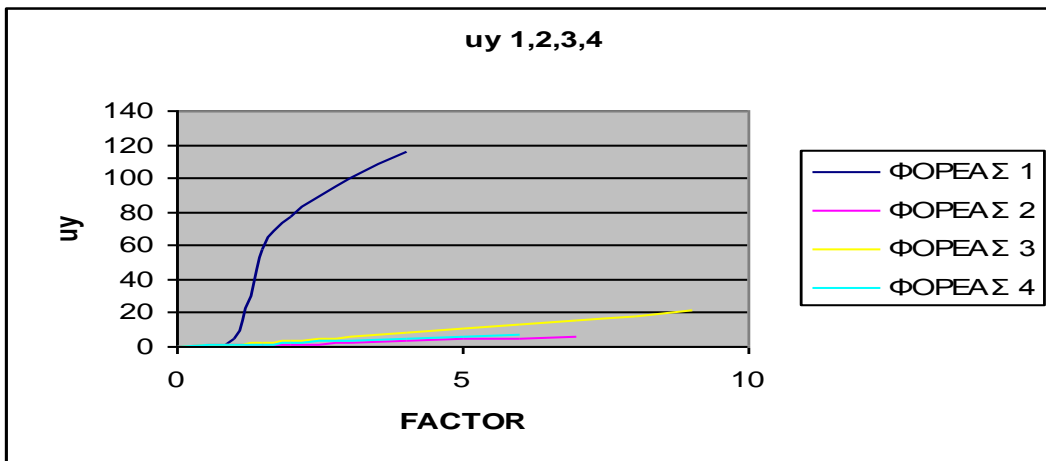
Διάγραμμα 215



Διάγραμμα 216



Διάγραμμα 217



Τα μεγέθη αναφέρονται στο σημείο όπου αφαιρέθηκε το υποστυλώμα.

Συγκρίνοντας τους φορείς τύπου 1,2,3,4 παρατηρούμε ότι:

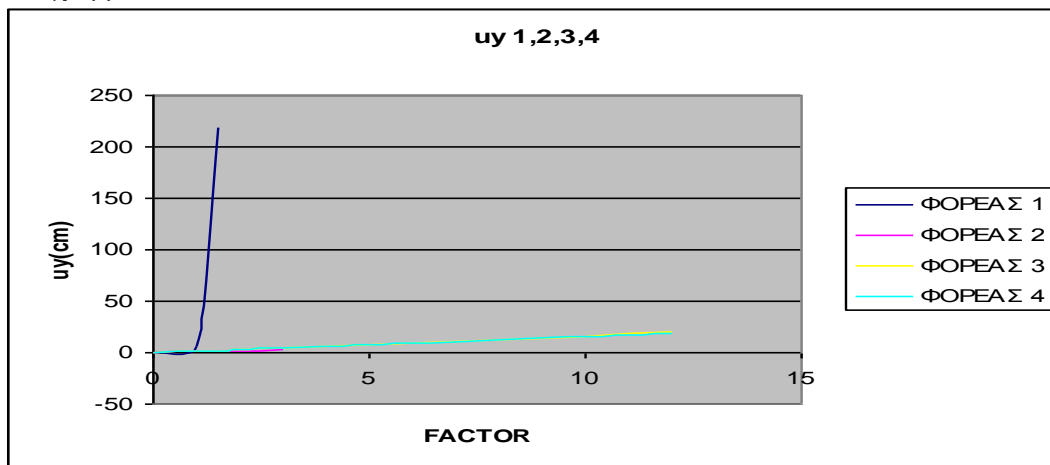
- Στον φορέα τύπου 1, η δοκός λειτουργεί σαν καλώδιο αναπτύσσοντας ιδιαίτερα μεγάλη αξονική για μικρή αύξηση της φόρτισης, ενώ στους υπόλοιπους φορείς η αξονική διατηρεί χαμηλές τιμές για συνεχή αύξηση της φόρτισης.
- Σε όλες τις περιπτώσεις, οι κόμβοι φτάνουν το όριο αντοχής τους, και μάλιστα αυτό γίνεται στο Φορέα τύπου 1 για μικρότερη αύξηση της φόρτισης από ότι στους υπολοίπους.
- Η βύθιση u_y επίσης είναι αισθητά μεγαλύτερη στο φορέα τύπου 1, καθώς στους υπολοίπους λειτουργεί ανακουφιστικά το δικτύωμα στους υψηλότερους ορόφους.
- Ο φορέας τύπου 3 φτάνει στο στάδιο της κατάρρευσης για τη μεγαλύτερη αύξηση του συντελεστή φόρτισης σε σχέση με τους υπόλοιπους φορείς, ενώ οι φορείς τύπου 2,4 έχουν επίσης καλή λειτουργία μέχρι το στάδιο της κατάρρευσης.

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι ο φορέας 3 παρουσιάζει μεγαλύτερη στιβαρότητα από τους υπόλοιπους, πράγμα που μέσω της σύγκρισης φαίνεται ότι οφείλεται στην τοποθέτηση συνδέσμων δυσκαμψίας και μάλιστα στον τρόπο που γίνεται αυτή.

4.5.2 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΦΟΡΕΩΝ ΤΥΠΟΥ 1,2,3,4(απομάκρυνση ακραίου υποστυλώματος)

Στη συνέχεια φαίνεται το διάγραμμα σύγκρισης των φορέων μέσω της εξέλιξης της κατακόρυφης βύθισης για συνεχή αύξηση της φόρτισης μετά από απομάκρυνση ακραίου υποστυλώματος.

Διάγραμμα 218



Συγκρίνοντας τους φορείς τύπου 1,2,3,4 παρατηρούμε ότι:

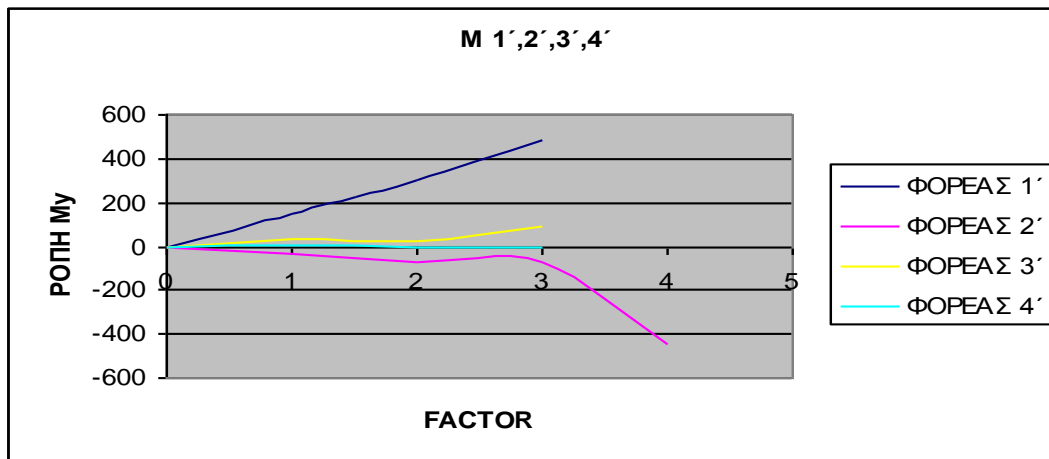
- Ο φορέας τύπου 1 αναπτύσσει πολύ μεγάλη κατακόρυφη βύθιση u_y , για πολύ μικρότερη αύξηση του φορτίου από ότι οι υπόλοιποι φορείς .
- Οι φορείς τύπου 3 και 4 φτάνουν στην κατάρρευση για μεγάλη αύξηση της φόρτισης χωρίς να παρουσιάζουν ιδιαίτερα μεγάλες παραμορφώσεις.
- Ο φορέας τύπου 2 αναπτύσσει μικρές παραμορφώσεις πριν το στάδιο της κατάρρευσης, αλλά φτάνει σε αυτό το στάδιο για μικρό πολλαπλάσιο του συντελεστή φόρτισης.

Συμπερασματικά, μπορούμε να πούμε ότι οι φορείς τύπου 3,4 είναι οι πιο στιβαροί καθώς σε σχέση με τον φορέα τύπου 2 καταρρέουν για μεγαλύτερη αύξηση της φόρτισης.

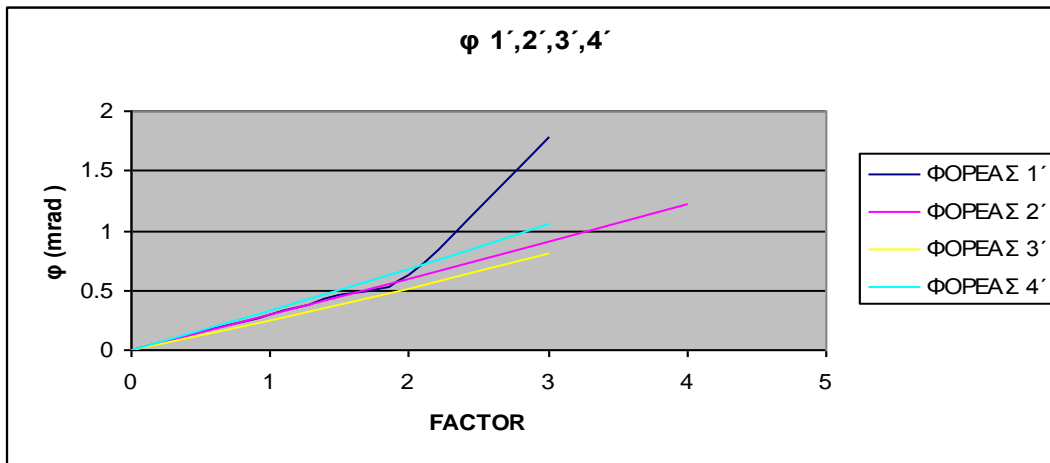
4.5.3 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΦΟΡΕΩΝ ΤΥΠΟΥ 1',2',3',4' (απομάκρυνση εσωτερικού υποστυλώματος)

Παρακάτω, μπορεί να γίνει σύγκριση για τους φορείς 1',2',3',4' για απομάκρυνση εσωτερικού υποστυλώματος.

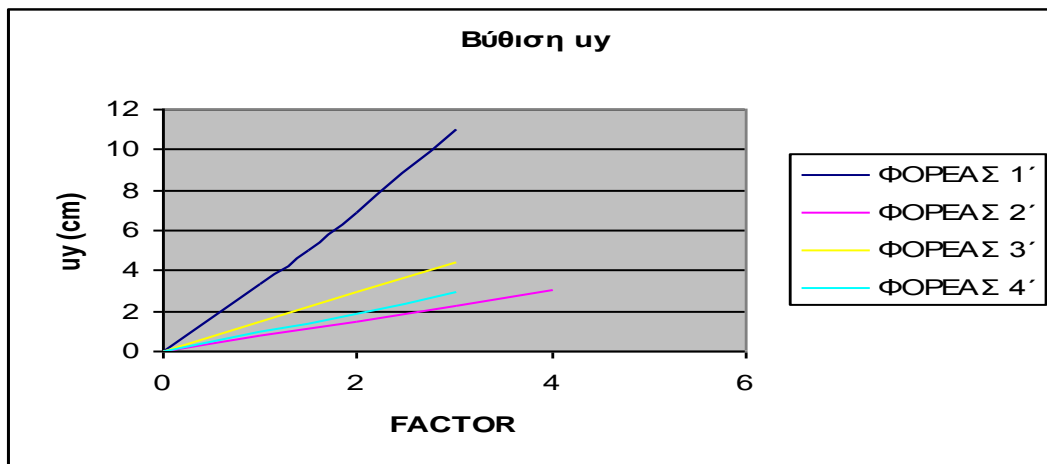
Διάγραμμα 219



Διάγραμμα 220



Διάγραμμα 221



Συγκρίνοντας τους φορείς τύπου 1,2,3,4 παρατηρούμε ότι:

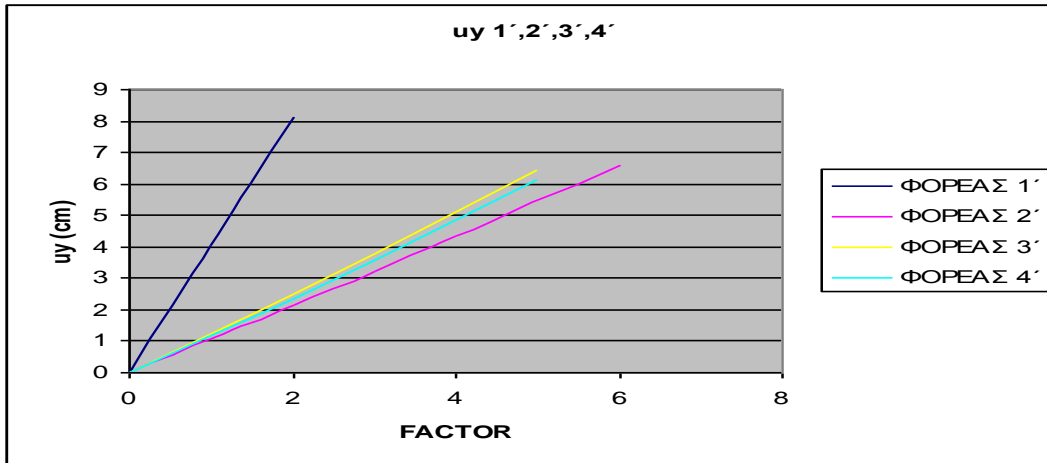
- Ο φορέας τύπου 1' αναπτύσσει μεγαλύτερες στροφές στους κόμβους στήριξης της δοκού και μεγάλη κατακόρυφη βύθιση του μέσου της δοκού για μικρότερη αύξηση του φορτίου από ότι οι υπόλοιποι φορείς .
- Οι φορείς τύπου 2' φτάνει στην κατάρρευση για μεγάλη αύξηση της φόρτισης χωρίς να παρουσιάζει ιδιαίτερα μεγάλες παραμορφώσεις.
- Οι φορείς τύπου 3',4' αναπτύσσουν μικρές παραμορφώσεις πριν το στάδιο της κατάρρευσης, αλλά φτάνουν σε αυτό το στάδιο για φόρτιση όση κι ο 1' .

Συμπερασματικά, μπορούμε να πούμε ότι ο φορέας τύπου 2' είναι ο πιο στιβαρός καθώς σε σχέση με τους υπόλοιπους φορείς φτάνει στο στάδιο της κατάρρευσης για μεγαλύτερη αύξηση της φόρτισης, χωρίς να αναπτύσσει ιδιαίτερα μεγάλες παραμορφώσεις εκείνη την στιγμή.

4.5.4 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΦΟΡΕΩΝ ΤΥΠΟΥ 1', 2', 3', 4' (απομάκρυνση ακραίου υποστυλώματος)

Παρακάτω, παρατίθεται το συγκριτικό διάγραμμα για τους φορείς 1', 2', 3', 4' σε περίπτωση απώλειας ακραίου υποστυλώματος, όσον αφορά στην κατακόρυφη βύθιση u_y του κόμβου όπου υπήρχε πριν το υποστύλωμα.

Διάγραμμα 222



Συγκρίνοντας τους φορείς τύπου 1', 2', 3', 4' παρατηρούμε ότι:

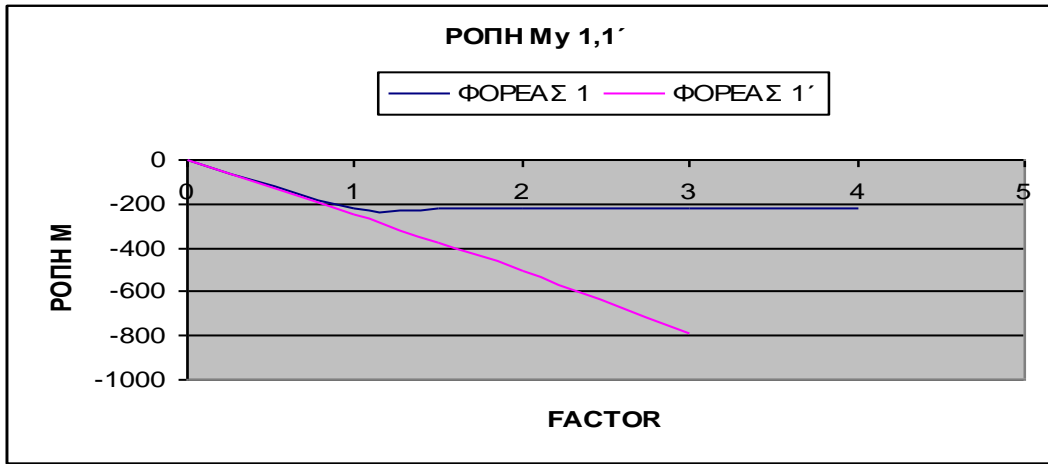
- Ο φορέας 1' φτάνει στο στάδιο της κατάρρευσης για μικρότερη αύξηση της φόρτισης από τους υπόλοιπους φορείς, χωρίς όμως να αναπτύσσει ιδιαίτερα μεγάλες παραμορφώσεις.
- Οι φορείς τύπου 2', 3', 4' φτάνουν στο στάδιο της κατάρρευσης για αυξημένο συντελεστή φόρτισης αναπτύσσοντας μικρές σχετικά παραμορφώσεις.

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι ο φορέας 2', ο οποίος διαθέτει συνδέσμους δυσκαμψίας σε όλα τα ανοίγματα σε αυτή την περίπτωση παρουσιάζει την μεγαλύτερη στιβαρότητα, με τους 3', 4' να είναι επίσης αρκετά στιβαροί.

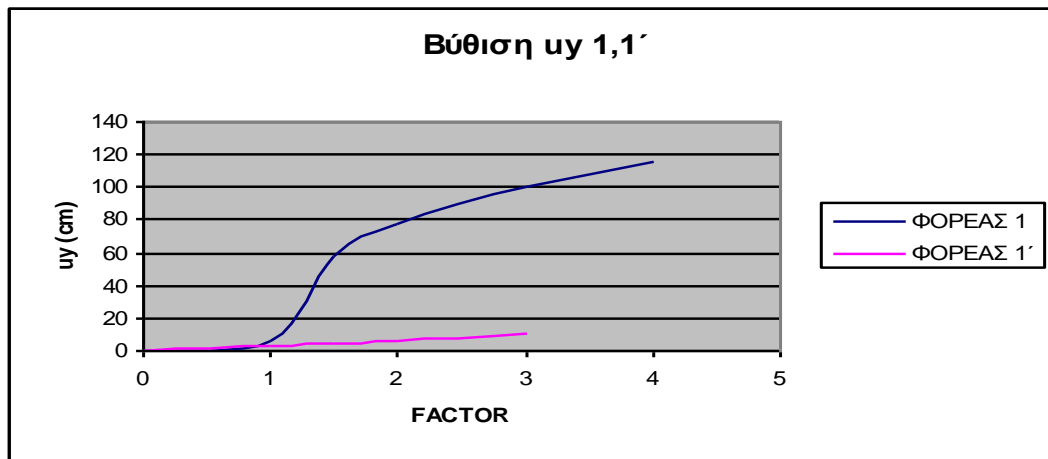
4.5.5 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΦΟΡΕΩΝ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟΝ ΤΡΟΠΟ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΤΩΝ ΜΕΛΩΝ ΣΤΟΥΣ ΚΟΜΒΟΥΣ (απομάκρυνση εσωτερικού υποστυλώματος)

Στα παρακάτω διαγράμματα γίνεται σύγκριση των φορέων με βάση τον τρόπο σύνδεσης δοκών και υποστυλωμάτων, για απώλεια εσωτερικού υποστυλώματος. Συγκρίνονται οι φορείς με συνέχεια υποστυλώματος στους κόμβους σε σχέση με τους φορείς όπου έχουμε συνέχεια δοκού στους κόμβους.

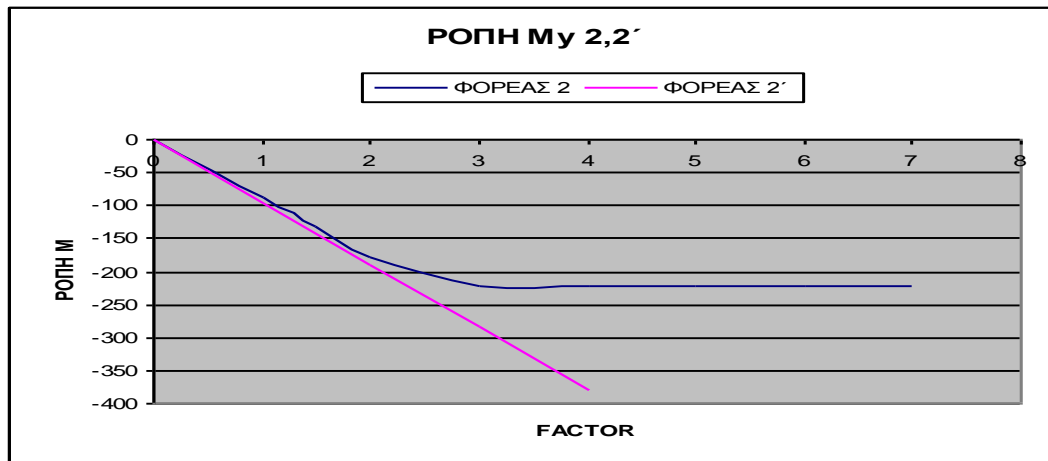
Διάγραμμα 223



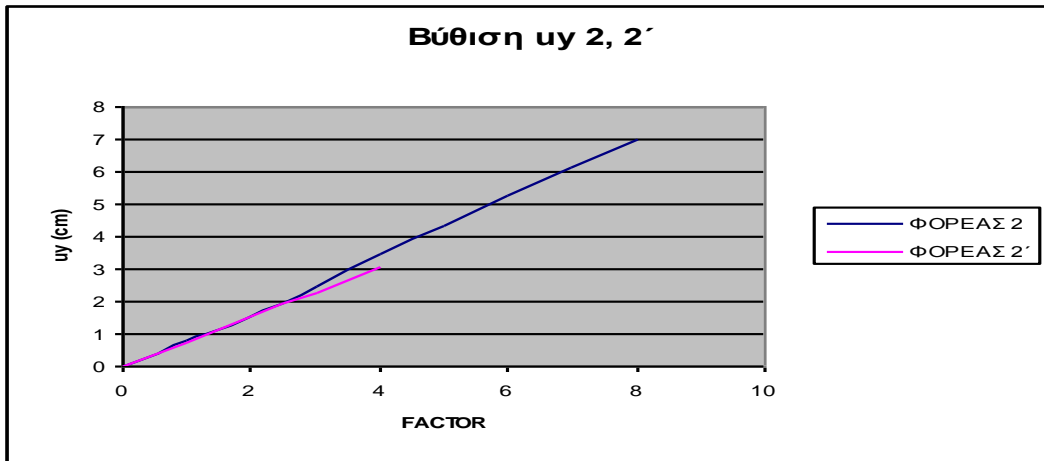
Διάγραμμα 224



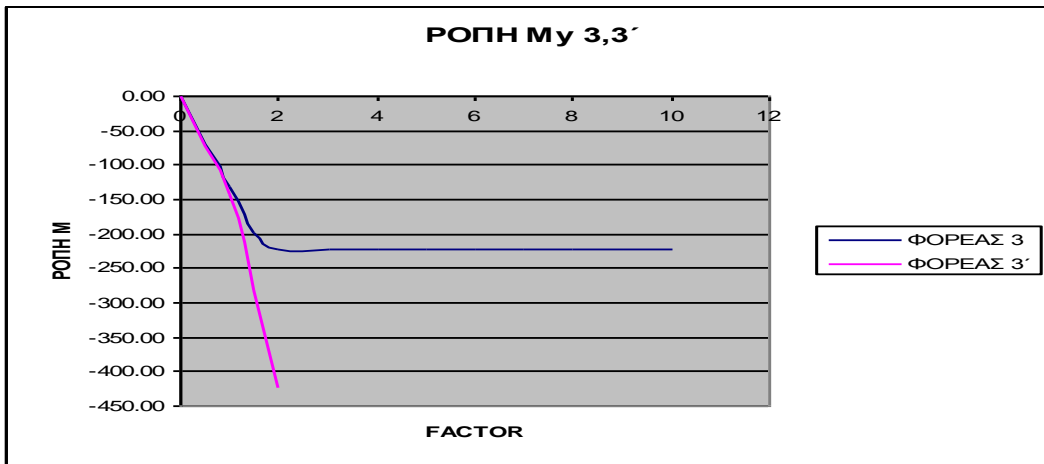
Διάγραμμα 225



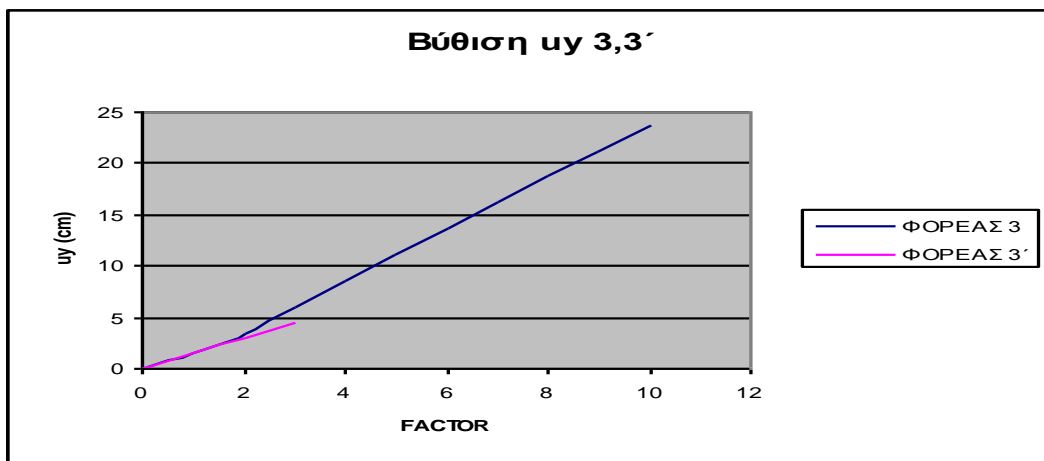
Διάγραμμα 226



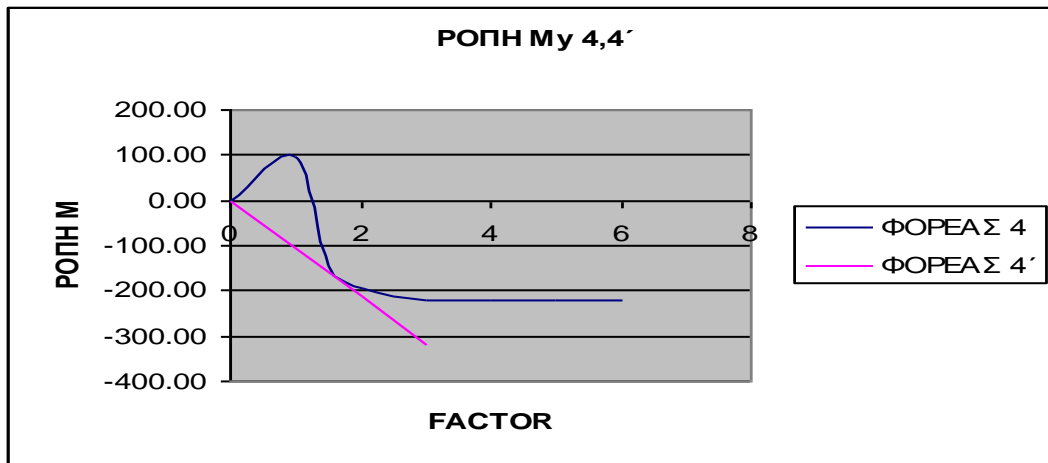
Διάγραμμα 227



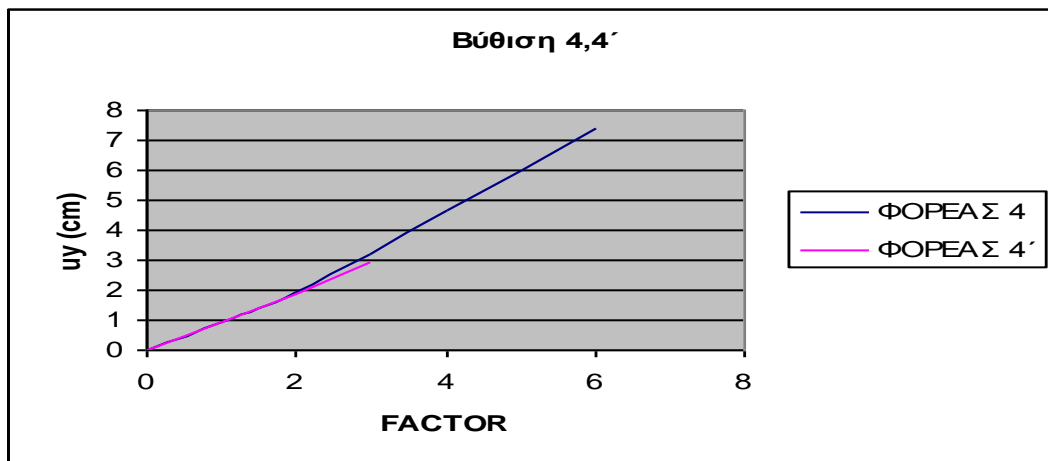
Διάγραμμα 228



Διάγραμμα 229



Διάγραμμα 230



Συγκρίνοντας τους φορείς τύπου 1, 1', όπου απουσιάζουν οι σύνδεσμοι δυσκαμψίας, παρατηρούμε ότι:

- Στον φορέα τύπου 1', η συνέχεια των δοκών στους κόμβους συμβάλλει στην ανάληψη μεγαλύτερων εντάσεων από τη δοκό σε σχέση με το φορέα τύπου 1 ο οποίος παρουσιάζει πολύ μεγάλη βύθιση εκεί όπου αφαιρέθηκε το υποστύλωμα για φόρτιση μικρή σε σχέση με τη φόρτιση κατάρρευσης.
- Ο φορέας τύπου 1 φτάνει στην κατάρρευση για μεγαλύτερο συντελεστή φόρτισης σε σχέση με τον φορέα 1' έχοντας όμως αναπτύξει πολύ μεγαλύτερες παραμορφώσεις.

Μπορούμε συμπερασματικά να πούμε ότι ο φορέας τύπου 1' παρουσιάζει μεγαλύτερη στιβαρότητα καθώς δεν αναπτύσσει τόσο μεγάλες παραμορφώσεις μετά την αφαίρεση του υποστύλωματος και πριν την κατάρρευση.

Συγκρίνοντας τους φορείς τύπου 2,3,4 με τους 2', 3', 4' οι οποίοι διαθέτουν συνδέσμους δυσκαμψίας, παρατηρούμε ότι:

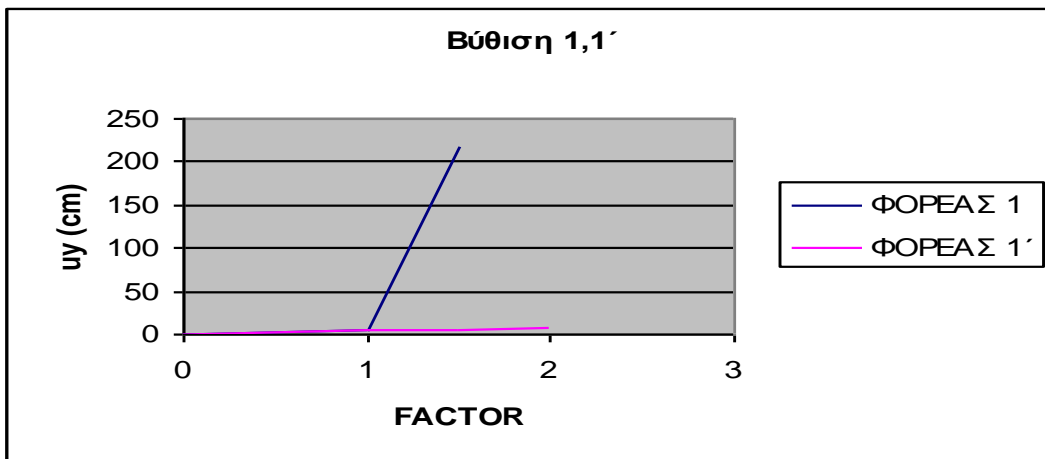
- Οι φορείς τύπου 2',3',4' αναλαμβάνουν μεγαλύτερες εντάσεις μέχρι την για πρώτη φορά διαρροή των μελών τους ενώ οι κατακόρυφες βυθίσεις στη θέση όπου αφαιρέθηκε το υποστυλώμα είναι της ίδιας τάξης μεγέθους με τους 2,3,4 για τον ίδιο συντελεστή φόρτισης.
- Οι φορείς τύπου 2,3,4 φτάνουν στην αστοχία για πολύ μεγαλύτερο φορτίο από τους 2',3',4' χωρίς να παρουσιάζουν ιδιαίτερα μεγάλες παραμορφώσεις.

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι όλοι οι παραπάνω φορείς παρουσιάζουν μεγάλη στιβαρότητα, με τους 2,3,4 όμως να αντέχουν για ακόμα μεγαλύτερη αύξηση του φορτίου άρα να είναι τελικά και πιο στιβαροί.

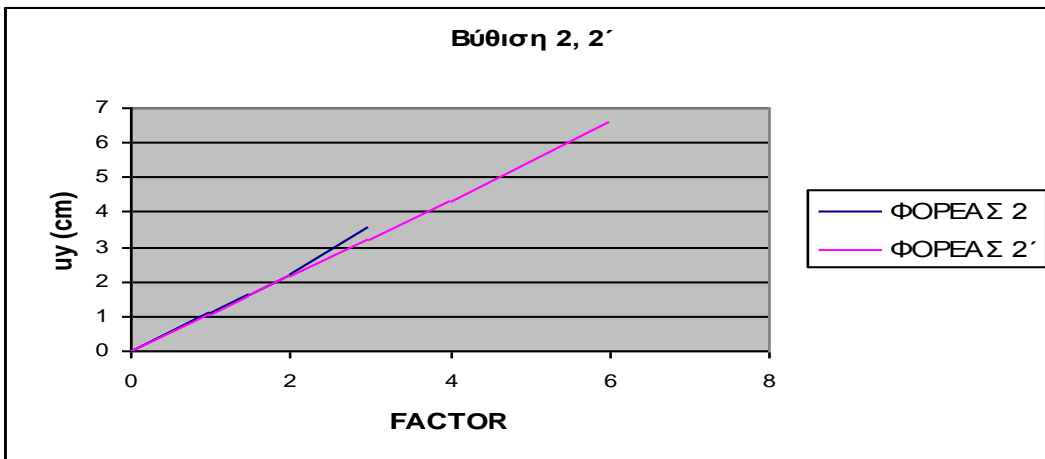
4.5.6 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΦΟΡΕΩΝ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟΝ ΤΡΟΠΟ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΤΩΝ ΜΕΛΩΝ ΣΤΟΥΣ ΚΟΜΒΟΥΣ (απομάκρυνση ακραίου υποστυλώματος)

Στα παρακάτω διαγράμματα γίνεται σύγκριση των φορέων με βάση τον τρόπο σύνδεσης δοκών και υποστυλωμάτων, για απώλεια ακραίου υποστυλώματος. Συγκρίνονται οι φορείς με συνέχεια υποστυλώματος στους κόμβους σε σχέση με τους φορείς όπου έχουμε συνέχεια δοκού στους κόμβους.

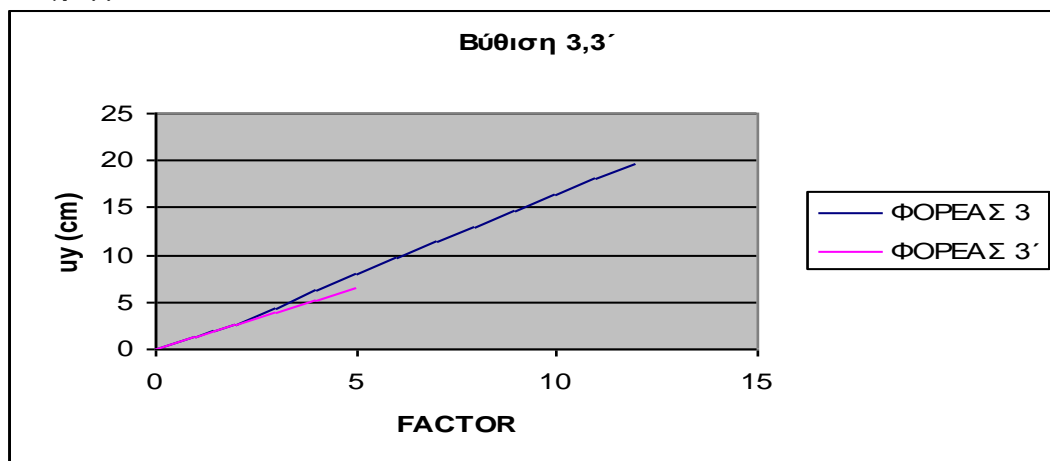
Διάγραμμα 231



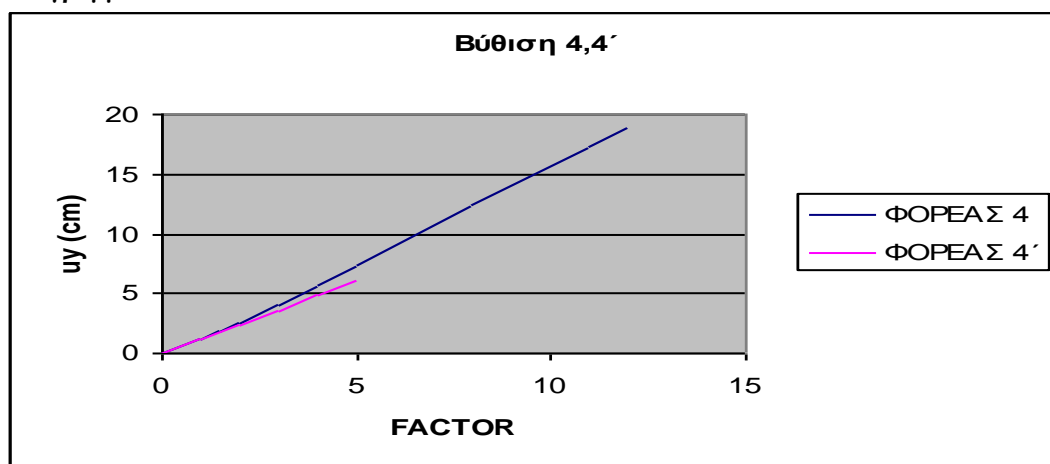
Διάγραμμα 232



Διάγραμμα 233



Διάγραμμα 234



Συγκρίνοντας τους φορείς τύπου 1, 1', όπου απουσιάζουν οι σύνδεσμοι δυσκαμψίας, παρατηρούμε ότι:

- Ο φορέας τύπου 1' φτάνει στην κατάρρευση για μεγαλύτερο συντελεστή φόρτισης σε σχέση με τον φορέα τύπου 1.
- Ο φορέας τύπου 1 αναπτύσσει πολύ μεγάλες παραμορφώσεις σε σχέση με το φορέα τύπου 1' όπως φαίνεται και στο διάγραμμα κατακόρυφων βυθίσεων.

Μπορούμε συμπερασματικά να πούμε ότι ο φορέας τύπου 1' παρουσιάζει μεγαλύτερη στιβαρότητα καθώς δεν αναπτύσσει μεγάλες παραμορφώσεις μετά την αφαίρεση του υποστυλώματος και πριν την κατάρρευση.

Συγκρίνοντας τους φορείς τύπου 2,3,4 με τους 2', 3', 4' οι οποίοι διαθέτουν συνδέσμους δυσκαμψίας, παρατηρούμε ότι:

- Πρώτα απ' όλα γίνεται αντιληπτή η σχέση μεταξύ του τρόπου σύνδεσης των μελών με τον τρόπο τοποθέτησης των συνδέσμων δυσκαμψίας.
- Ο φορέας 2' όπου υπάρχουν σε όλα τα ανοίγματα σύνδεσμοι δυσκαμψίας παρουσιάζει μεγαλύτερη στιβαρότητα σε σχέση με τον φορέα τύπου 2 εφόσον για ίδιο συντελεστή φόρτισης αναπτύσσουν ίδιας τάξης μεγέθους παραμορφώσεις, αλλά ο φορέας τύπου 2' μετά την αφαίρεση του υποστυλώματος φτάνει στο όριο της κατάρρευσης για μεγαλύτερη φόρτιση.
- Οι φορείς τύπου 3,4 παρουσιάζουν μεγαλύτερη στιβαρότητα από τους 3',4' αντίστοιχα καθώς φτάνουν στην κατάρρευση για μεγαλύτερη φόρτιση ενώ για ίδιας τάξης αύξηση του συντελεστή φόρτισης αναπτύσσουν ίδιας τάξης παραμορφώσεις.

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι στην περίπτωση όπου οι σύνδεσμοι δυσκαμψίας είναι τοποθετημένοι σε όλα τα ανοίγματα του υψηλότερου ορόφου εξασφαλίζεται μεγαλύτερη στιβαρότητα φορέα για σύνδεση υποστυλωμάτων σε συνεχείς δοκούς στους κόμβους. Αντιθέτως στην περίπτωση όπου οι σύνδεσμοι δυσκαμψίας είναι τοποθετημένοι εναλλάξ είτε στον ανώτερο όροφο είτε στους δύο ανώτερους, εξασφαλίζεται μεγαλύτερη στιβαρότητα στην περίπτωση όπου υπάρχει σύνδεση δοκών σε συνεχή υποστυλώματα στους κόμβους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΝΟΨΗ

Ο σχεδιασμός ενός μεταλλικού φορέα για στιβαρότητα είναι μια διαδικασία κατά την οποία πρέπει να λαμβάνονται πολλές παράμετροι υπ' όψιν. Παράλληλα, απαιτείται εμπειρία από τον εκάστοτε μηχανικό ο οποίος εκπονεί τη συγκεκριμένη μελέτη.

Όπως φαίνεται από τις συγκρίσεις του προηγούμενου κεφαλαίου, υπάρχει ένα πλήθος παραγόντων οι οποίοι επηρεάζουν το σχεδιασμό για στιβαρότητα. Ανακεφαλαιωτικά και με βάση τα σημεία στα οποία δόθηκε έμφαση στην παρούσα διπλωματική εργασία, καταλήγουμε στα παρακάτω συμπεράσματα.

Η τοποθέτηση συνδέσμων δυσκαμψίας αυξάνει αισθητά τη στιβαρότητα των φορέων-κατασκευών. Μετά την αφαίρεση οποιουδήποτε υποστυλώματος του φέροντα οργανισμού δεν επιτρέπει την ανάπτυξη μεγάλων παραμορφώσεων και στροφών στα υπόλοιπα μέλη ακόμη και για φορτίσεις αρκετά μεγαλύτερες από τις συνηθισμένες.

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι η ύπαρξη των συνδέσμων δυσκαμψίας συμβάλλει στην ανακατανομή των εντατικών μεγεθών στα υπόλοιπα μέλη του φορέα, μετά την απώλεια ενός εσωτερικού ή ακραίου υποστυλώματος. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της ικανότητας των συνδέσμων να αναλαμβάνουν τα φορτία μέσω ανάπτυξης αξονικών εντάσεων, οδηγώντας μέρος του φορέα να λειτουργεί ως δικτύωμα. Επίσης, πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη σημασία στον τρόπο τοποθέτησης των συνδέσμων δυσκαμψίας ώστε να επιτύχουμε όσο το δυνατόν καλύτερη λειτουργία του φορέα σε μη συνηθισμένες δράσεις.

Συμπεραίνουμε επίσης, ότι για να αυξηθεί η στιβαρότητα ενός φορέα πρέπει να δοθεί έμφαση στον τρόπο σύνδεσης των μελών στους κόμβους. Παρατηρήσαμε τις διαφορές μεταξύ σύνδεσης, μέσω συγκόλλησης, δοκού σε συνεχές υποστύλωμα και υποστυλώματος σε συνεχή δοκό. Είδαμε ότι οι φορείς του δεύτερου τρόπου σύνδεσης, παρουσιάζουν καλύτερη λειτουργία και αυξημένη στιβαρότητα σε απότομη απομάκρυνση κάποιου φέροντος μέλους για συνηθισμένες συνθήκες φόρτισης, ενώ για τον πρώτο τρόπο σύνδεσης, παρατηρήσαμε ότι υπάρχουν φορείς ανάλογα και με τον τρόπο τοποθέτησης των συνδέσμων δυσκαμψίας που λειτούργησαν συγκριτικά καλύτερα από όλους τους προς μελέτη τύπους φορέων ακόμα και για πολύ μεγάλο συντελεστή φόρτισης (π.χ. φορέας τύπου 3).

Ακόμα είναι σημαντικό να δοθεί έμφαση στην κατασκευή των κόμβων σύνδεσης των μελών αφού κατά την εξέλιξη της φόρτισης των περισσότερων τύπων φορέων παρατηρήθηκε πως είναι οι πρώτοι που φτάνουν στο όριο αντοχής τους. Μπορούμε λοιπόν για την βελτίωση της λειτουργίας του εκάστοτε φορέα να τοποθετήσουμε ελάσματα κορμού ή εγκάρσιες νευρώσεις για αύξηση της αντοχής και ολκιμότητας των κόμβων.

Παρατηρώντας κανείς τη συγκεκριμένη μελέτη, που αφορά σε μεταλλικούς φορείς αντιλαμβάνεται ότι πολλά από τα αποτελέσματα είναι ενδεικτικά και κυρίως συγκριτικά για συνήθεις μεταλλικές κατασκευές. Για να μελετηθεί η στιβαρότητα συγκεκριμένης κατασκευής θα ήταν ακριβέστερο τα προσομοιώματα να είναι χωρικά πλαίσια ώστε να λαμβάνεται υπ' όψιν και η ευνοϊκή κατά πάσα πιθανότητα λειτουργία του φορέα λόγω της συνεισφοράς των μελών κατά τη δευτερεύουσα διεύθυνση του φορέα. Αγνοώντας αυτή τη συνεισφορά στην παρούσα εργασία μπορούμε να πούμε ότι ο σχεδιασμός είναι πιο συντηρητικός.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΩΔΙΚΑ ΕΙΣΟΔΟΥ SOFISTIK ΣΤΟ ΥΠΟΠΡΟΓΡΑΜΜΑ TEDDY:**ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 1****ΠΛΗΡΗΣ ΦΟΡΕΑΣ-ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ**

```
+PROG AQUA urs:1
HEAD PENTAWROFO
ECHO FULL VAL FULL
CTRL SDIV 2
NORM DC EC 30
STEE 1 S 235 SCM 1.0
SECT 1 MNO 1
PROF 1 HEB 280 ALPH 0
SECT 2 MNO 1
PROF 2 HEB 550 ALPH 0
END
```

```
+PROG GENF urs:2
HEAD PLAISIO PENTAWROFO
SYST FRAM
NODE 1 X 0 Y 0
NODE (2 10 2) (0 0) (-4 -3.5)
BEAM (2 5 1) (2 2) (4 2) NCS 2

NODE (3 11 2) (0 0) (-4 -3.5)
NODE 12 X 6 Y 0
NODE (13 25 3) (6 0) (-4 -3.5)
NODE (14 26 3) (6 0) (-4 -3.5)
BEAM 1 NA 1 NE 2 NCS 2
BEAM 11 NA 12 NE 13 NCS 2
BEAM (12 15 1) (13 3) (16 3) NCS 2
BEAM (6 10 1) (3 2) (14 3) NCS 1

NODE (15 27 3) (6 0) (-4 -3.5)
NODE 28 X 12 Y 0
NODE (29 41 3) (12 0) (-4 -3.5)
NODE (30 42 3) (12 0) (-4 -3.5)
BEAM 21 NA 28 NE 29 NCS 2
BEAM (22 25 1) (29 3) (32 3) NCS 2
BEAM (16 20 1) (15 3) (30 3) NCS 1

NODE (31 43 3) (12 0) (-4 -3.5)
NODE 44 X 18 Y 0
NODE (45 57 3) (18 0) (-4 -3.5)
NODE (46 58 3) (18 0) (-4 -3.5)
BEAM 31 NA 44 NE 45 NCS 2
BEAM (32 35 1) (45 3) (48 3) NCS 2
BEAM (26 30 1) (31 3) (46 3) NCS 1

NODE (47 59 3) (18 0) (-4 -3.5)
NODE 60 X 24 Y 0
NODE (61 73 3) (24 0) (-4 -3.5)
NODE (62 74 3) (24 0) (-4 -3.5)
BEAM 41 NA 60 NE 61 NCS 2
BEAM (42 45 1) (61 3) (64 3) NCS 2
BEAM (36 40 1) (47 3) (62 3) NCS 1

NODE (63 75 3) (24 0) (-4 -3.5)
```

```

NODE 76 X 30 Y 0
NODE (77 89 3) (30 0) (-4 -3.5)
NODE (78 90 3) (30 0) (-4 -3.5)
BEAM 51 NA 76 NE 77 NCS 2
BEAM (52 55 1) (77 3) (80 3) NCS 2
BEAM (46 50 1) (63 3) (78 3) NCS 1

SPRI (1 5 1) (2 2) (3 2) DZ 1      CM 269302 YIEL 222.59
SPRI (6 10 1) (13 3) (14 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
SPRI (11 15 1) (13 3) (15 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
SPRI (16 20 1) (29 3) (30 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
SPRI (21 25 1) (29 3) (31 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
SPRI (26 30 1) (45 3) (46 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
SPRI (31 35 1) (45 3) (47 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
SPRI (36 40 1) (61 3) (62 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
SPRI (41 45 1) (61 3) (63 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
SPRI (46 50 1) (77 3) (78 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59

```

```

NODE (3 11 2) NREF (2 2) FIX KP
NODE (14 26 3) NREF (13 3) FIX KP
NODE (15 27 3) NREF (13 3) FIX KP
NODE (30 42 3) NREF (29 3) FIX KP
NODE (31 43 3) NREF (29 3) FIX KP
NODE (46 58 3) NREF (45 3) FIX KP
NODE (47 59 3) NREF (45 3) FIX KP
NODE (62 74 3) NREF (61 3) FIX KP
NODE (63 75 3) NREF (61 3) FIX KP
NODE (78 90 3) NREF (77 3) FIX KP

```

```

NODE 1 FIX F
NODE (12 92 16) FIX F
END

```

```

-PROG ASE urs:4
HEAD 1.35G+1.5Q+ATELEIES
ECHO LOAD,DISP,FORC,REAC,NOST,ELEM VAL FULL
CTRL ITER 3
SYST FRAM PROB TH3 ITER 100 TOL 0.0001
LC 1 FACT 1.0
ELLO FROM 6 TO 10 TYPE PZ P 40.32 ETYP BEAM
ELLO FROM 16 TO 20 TYPE PZ P 40.32 ETYP BEAM
ELLO FROM 26 TO 30 TYPE PZ P 40.32 ETYP BEAM
ELLO FROM 36 TO 40 TYPE PZ P 40.32 ETYP BEAM
ELLO FROM 46 TO 50 TYPE PZ P 40.32 ETYP BEAM
NL (2 10 2) TYPE PX P1 24.2
NSTR KMOD S1 KSV UL
END

```

```

-PROG ASE urs:5
HEAD 1.00G+0.3Q
ECHO FULL VAL FULL
CTRL ITER 3
SYST FRAM PROB TH3 ITER 100 TOL 0.0001
LC 1 FACT 1.0
ELLO FROM 6 TO 10 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 16 TO 20 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 26 TO 30 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 36 TO 40 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 46 TO 50 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
NL (2 10 2) TYPE PX P1 13.05
NSTR KMOD S1 KSV UL
END

```

```
-PROG DYNA urs:6
HEAD EYRSH T KAI IDIOMORFWN
ECHO EIGE FULL
MASS -1
EIGE 10 LC 101 TYPE LANC
END
```

```
#DEFINE FASMA $DEDOMENA SXEDIASMOU
LET#g1 1.00 $SYNTELESTHS SPOUDAITOTHTAS
LET#U 1.00 $SYNTELESTHS EPIRROHS 8EMELIWSHS
LET#b0 2.5 $SYNTELESTHS FASMATIKHS MEGE8YNSHS b0
LET#q 1.5 $SYNTELESTHS SYMPERIFORAS KATTASKEVIS q
LET#n 1.183 $DIOR8WTIKOS SYNTELESTHS APOSVESIS n
LET#a 0.24 $SEISMIKH EPITAXUNSH EDAFOYS A=ag
LET#T1 0.15 $XARAKTHRISTIKES PERIODOI FASMATOS
LET#T2 0.60
LET#Fm 0.25 $ELAXISTH EPITREPTH TIMH
LET#S #a*#g1*9.81
LET#SB #S*#n*#U*#b0/#q
LET#Sm #S*#Fm
LET#T3 #T2*(#SB/#Sm)^1.5
#enddef
```

```
+PROG DYNA urs:7
HEAD Ex
EIGE 10 TYPE REST LC 101
#INCLUDE FASMA
LC 5 FACT 1.0
RESP SA #S SB #SB SMIN #Sm TB #T1 TC #T2 TD #T3 K1 2/3 K2 0.001
ACCE 0 AX 1.0
EXTR TYPE BEAM STYP CQC MAX 80
END
```

```
+PROG AQB urs:8
HEAD ME SEISMO
CTRL AXIA 1
BEAM
LC 1 TYPE G1
80 TYPE G1
COMB SUM LC1 1 1.0 80 1.0 LCST 3001
COMB SUM LC1 1 1.0 80 -1.0 LCST 3002

STRE SMOD K STYP FF
END
```

```
-PROG AQB urs:9
HEAD STATIKA FORTIA
CTRL AXIA 1
BEAM
LC 1 TYPE G1

STRE SMOD K STYP FF
END
```

ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ

```
+PROG AQUA urs:1
HEAD PENTAWROFO
ECHO FULL VAL FULL
```



```

CTRL SDIV 2
NORM DC EC 30
STEE 1 S 235 SCM 1.0
SECT 1 MNO 1
PROF 1 HEB 280 ALPH 0
SECT 2 MNO 1
PROF 2 HEB 550 ALPH 0
END

+PROG GENF urs:2
HEAD PLAISIO PENTAWROFO
SYST FRAM
NODE 1 X 0 Y 0
NODE (2 10 2) (0 0) (-4 -3.5)
BEAM (2 5 1) (2 2) (4 2) NCS 2

NODE (3 11 2) (0 0) (-4 -3.5)
NODE 12 X 6 Y 0
NODE (13 25 3) (6 0) (-4 -3.5)
NODE (14 26 3) (6 0) (-4 -3.5)
BEAM 1 NA 1 NE 2 NCS 2
BEAM 11 NA 12 NE 13 NCS 2
BEAM (12 15 1) (13 3) (16 3) NCS 2
BEAM (6 10 1) (3 2) (14 3) NCS 1

NODE (15 27 3) (6 0) (-4 -3.5)
NODE 28 X 12 Y 0
NODE (29 41 3) (12 0) (-4 -3.5)
NODE (30 42 3) (12 0) (-4 -3.5)

BEAM (22 25 1) (29 3) (32 3) NCS 2
BEAM (16 20 1) (15 3) (30 3) NCS 1

NODE (31 43 3) (12 0) (-4 -3.5)
NODE 44 X 18 Y 0
NODE (45 57 3) (18 0) (-4 -3.5)
NODE (46 58 3) (18 0) (-4 -3.5)
BEAM 31 NA 44 NE 45 NCS 2
BEAM (32 35 1) (45 3) (48 3) NCS 2
BEAM (26 30 1) (31 3) (46 3) NCS 1

NODE (47 59 3) (18 0) (-4 -3.5)
NODE 60 X 24 Y 0
NODE (61 73 3) (24 0) (-4 -3.5)
NODE (62 74 3) (24 0) (-4 -3.5)
BEAM 41 NA 60 NE 61 NCS 2
BEAM (42 45 1) (61 3) (64 3) NCS 2
BEAM (36 40 1) (47 3) (62 3) NCS 1

NODE (63 75 3) (24 0) (-4 -3.5)
NODE 76 X 30 Y 0
NODE (77 89 3) (30 0) (-4 -3.5)
NODE (78 90 3) (30 0) (-4 -3.5)
BEAM 51 NA 76 NE 77 NCS 2
BEAM (52 55 1) (77 3) (80 3) NCS 2
BEAM (46 50 1) (63 3) (78 3) NCS 1

SPRI (1 5 1) (2 2) (3 2) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
SPRI (6 10 1) (13 3) (14 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
SPRI (11 15 1) (13 3) (15 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
SPRI (16 20 1) (29 3) (30 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
SPRI (21 25 1) (29 3) (31 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
SPRI (26 30 1) (45 3) (46 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
SPRI (31 35 1) (45 3) (47 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
SPRI (36 40 1) (61 3) (62 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59

```

SPRI (41 45 1) (61 3) (63 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (46 50 1) (77 3) (78 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59

NODE (3 11 2) NREF (2 2) FIX KP
 NODE (14 26 3) NREF (13 3) FIX KP
 NODE (15 27 3) NREF (13 3) FIX KP
 NODE (30 42 3) NREF (29 3) FIX KP
 NODE (31 43 3) NREF (29 3) FIX KP
 NODE (46 58 3) NREF (45 3) FIX KP
 NODE (47 59 3) NREF (45 3) FIX KP
 NODE (62 74 3) NREF (61 3) FIX KP
 NODE (63 75 3) NREF (61 3) FIX KP
 NODE (78 90 3) NREF (77 3) FIX KP

NODE 1 FIX F
 NODE (12 92 16) FIX F
 END

+PROG ASE urs:4
 HEAD PLASTIKOPOIHSH
 ECHO LOAD,DISP,FORC,REAC,NOST,ELEM VAL FULL
 CTRL ITER 3
 SYST FRAM PROB TH3 ITER 100 TOL 0.0001
 LC 1 FACT 1.0
 ELLO FROM 6 TO 10 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
 ELLO FROM 16 TO 20 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
 ELLO FROM 26 TO 30 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
 ELLO FROM 36 TO 40 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
 ELLO FROM 46 TO 50 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
 NL (2 10 2) TYPE PX P1 13.05
 NSTR KMOD S1 KSV UL
 END

-PROG ASE urs:5
 HEAD PLASTIKOPOIHSH
 ECHO FULL VAL FULL
 CTRL ITER 3
 SYST FRAM PROB TH3 ITER 100 TOL 0.0001
 LC 1 FACT 3.0
 ELLO FROM 6 TO 10 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
 ELLO FROM 16 TO 20 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
 ELLO FROM 26 TO 30 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
 ELLO FROM 36 TO 40 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
 ELLO FROM 46 TO 50 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
 NL (2 10 2) TYPE PX P1 13.05
 NSTR KMOD S1 KSV UL
 END

ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΑΚΡΑΙΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ

+PROG AQUA urs:1
 HEAD PENTAWROFO
 ECHO FULL VAL FULL
 CTRL SDIV 2
 NORM DC EC 30
 STEE 1 S 235 SCM 1.0
 SECT 1 MNO 1
 PROF 1 HEB 280 ALPH 0
 SECT 2 MNO 1
 PROF 2 HEB 550 ALPH 0
 END

```

+PROG GENF urs:2
HEAD PLAISIO PENTAWROFO
SYST FRAM
NODE 1 X 0 Y 0
NODE (2 10 2) (0 0) (-4 -3.5)
BEAM (2 5 1) (2 2) (4 2) NCS 2

NODE (3 11 2) (0 0) (-4 -3.5)
NODE 12 X 6 Y 0
NODE (13 25 3) (6 0) (-4 -3.5)
NODE (14 26 3) (6 0) (-4 -3.5)

BEAM 11 NA 12 NE 13 NCS 2
BEAM (12 15 1) (13 3) (16 3) NCS 2
BEAM (6 10 1) (3 2) (14 3) NCS 1

NODE (15 27 3) (6 0) (-4 -3.5)
NODE 28 X 12 Y 0
NODE (29 41 3) (12 0) (-4 -3.5)
NODE (30 42 3) (12 0) (-4 -3.5)
BEAM 21 NA 28 NE 29 NCS 2
BEAM (22 25 1) (29 3) (32 3) NCS 2
BEAM (16 20 1) (15 3) (30 3) NCS 1

NODE (31 43 3) (12 0) (-4 -3.5)
NODE 44 X 18 Y 0
NODE (45 57 3) (18 0) (-4 -3.5)
NODE (46 58 3) (18 0) (-4 -3.5)
BEAM 31 NA 44 NE 45 NCS 2
BEAM (32 35 1) (45 3) (48 3) NCS 2
BEAM (26 30 1) (31 3) (46 3) NCS 1

NODE (47 59 3) (18 0) (-4 -3.5)
NODE 60 X 24 Y 0
NODE (61 73 3) (24 0) (-4 -3.5)
NODE (62 74 3) (24 0) (-4 -3.5)
BEAM 41 NA 60 NE 61 NCS 2
BEAM (42 45 1) (61 3) (64 3) NCS 2
BEAM (36 40 1) (47 3) (62 3) NCS 1

NODE (63 75 3) (24 0) (-4 -3.5)
NODE 76 X 30 Y 0
NODE (77 89 3) (30 0) (-4 -3.5)
NODE (78 90 3) (30 0) (-4 -3.5)
BEAM 51 NA 76 NE 77 NCS 2
BEAM (52 55 1) (77 3) (80 3) NCS 2
BEAM (46 50 1) (63 3) (78 3) NCS 1

SPRI (1 5 1) (2 2) (3 2) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
SPRI (6 10 1) (13 3) (14 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
SPRI (11 15 1) (13 3) (15 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
SPRI (16 20 1) (29 3) (30 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
SPRI (21 25 1) (29 3) (31 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
SPRI (26 30 1) (45 3) (46 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
SPRI (31 35 1) (45 3) (47 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
SPRI (36 40 1) (61 3) (62 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
SPRI (41 45 1) (61 3) (63 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
SPRI (46 50 1) (77 3) (78 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59

NODE (3 11 2) NREF (2 2) FIX KP
NODE (14 26 3) NREF (13 3) FIX KP
NODE (15 27 3) NREF (13 3) FIX KP
NODE (30 42 3) NREF (29 3) FIX KP
NODE (31 43 3) NREF (29 3) FIX KP

```

```

NODE (46 58 3) NREF (45 3) FIX KP
NODE (47 59 3) NREF (45 3) FIX KP
NODE (62 74 3) NREF (61 3) FIX KP
NODE (63 75 3) NREF (61 3) FIX KP
NODE (78 90 3) NREF (77 3) FIX KP

```

```

NODE 1 FIX F
NODE (12 92 16) FIX F
END

```

```

+PROG ASE urs:4
HEAD PLASTIKOPOIHSH
ECHO LOAD,DISP,FORC,REAC,NOST,ELEM VAL FULL
CTRL ITER 3
SYST FRAM PROB TH3 ITER 100 TOL 0.0001
LC 1 FACT 1.0
ELLO FROM 6 TO 10 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 16 TO 20 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 26 TO 30 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 36 TO 40 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 46 TO 50 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
NL (2 10 2) TYPE PX P1 13.05
NSTR KMOD S1 KSV UL
END

```

ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 2

ΠΛΗΡΗΣ ΦΟΡΕΑΣ-ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ

```

+PROG AQUA urs:1
HEAD PENTAWROFO
ECHO FULL VAL FULL
CTRL SDIV 2
NORM DC EC 30
STEE 1 S 235 SCM 1.0
SECT 1 MNO 1
PROF 1 HEB 280 ALPH 0
SECT 2 MNO 1
PROF 2 HEB 550 ALPH 0
SECT 4 MNO 1
PROF 4 SH 140 140 8 ALPH 0
END

```

```

+PROG GENF urs:2
HEAD PLAISIO PENTAWROFO
SYST FRAM
NODE 1 X 0 Y 0
NODE (2 10 2) (0 0) (-4 -3.5)
BEAM (2 5 1) (2 2) (4 2) NCS 2

NODE (3 11 2) (0 0) (-4 -3.5)
NODE 12 X 6 Y 0
NODE (13 25 3) (6 0) (-4 -3.5)
NODE (14 26 3) (6 0) (-4 -3.5)
BEAM 1 NA 1 NE 2 NCS 2
BEAM 11 NA 12 NE 13 NCS 2
BEAM (12 15 1) (13 3) (16 3) NCS 2
BEAM (6 10 1) (3 2) (14 3) NCS 1

NODE (15 27 3) (6 0) (-4 -3.5)
NODE 28 X 12 Y 0

```

NODE (29 41 3) (12 0) (-4 -3.5)
 NODE (30 42 3) (12 0) (-4 -3.5)
 BEAM 21 NA 28 NE 29 NCS 2
 BEAM (22 25 1) (29 3) (32 3) NCS 2
 BEAM (16 20 1) (15 3) (30 3) NCS 1

NODE (31 43 3) (12 0) (-4 -3.5)
 NODE 44 X 18 Y 0
 NODE (45 57 3) (18 0) (-4 -3.5)
 NODE (46 58 3) (18 0) (-4 -3.5)
 BEAM 31 NA 44 NE 45 NCS 2
 BEAM (32 35 1) (45 3) (48 3) NCS 2
 BEAM (26 30 1) (31 3) (46 3) NCS 1

NODE (47 59 3) (18 0) (-4 -3.5)
 NODE 60 X 24 Y 0
 NODE (61 73 3) (24 0) (-4 -3.5)
 NODE (62 74 3) (24 0) (-4 -3.5)
 BEAM 41 NA 60 NE 61 NCS 2
 BEAM (42 45 1) (61 3) (64 3) NCS 2
 BEAM (36 40 1) (47 3) (62 3) NCS 1

NODE (63 75 3) (24 0) (-4 -3.5)
 NODE 76 X 30 Y 0
 NODE (77 89 3) (30 0) (-4 -3.5)
 NODE (78 90 3) (30 0) (-4 -3.5)
 BEAM 51 NA 76 NE 77 NCS 2
 BEAM (52 55 1) (77 3) (80 3) NCS 2
 BEAM (46 50 1) (63 3) (78 3) NCS 1

BEAM 56 NA 10 NE 22 NCS 4
 BEAM 57 NA 25 NE 8 NCS 4
 BEAM 58 NA 25 NE 38 NCS 4
 BEAM 59 NA 41 NE 22 NCS 4
 BEAM 60 NA 41 NE 54 NCS 4
 BEAM 61 NA 57 NE 38 NCS 4
 BEAM 62 NA 57 NE 70 NCS 4
 BEAM 63 NA 73 NE 54 NCS 4
 BEAM 64 NA 73 NE 86 NCS 4
 BEAM 65 NA 89 NE 70 NCS 4

SPRI (1 5 1) (2 2) (3 2) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (6 10 1) (13 3) (14 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (11 15 1) (13 3) (15 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (16 20 1) (29 3) (30 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (21 25 1) (29 3) (31 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (26 30 1) (45 3) (46 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (31 35 1) (45 3) (47 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (36 40 1) (61 3) (62 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (41 45 1) (61 3) (63 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (46 50 1) (77 3) (78 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59

NODE (3 11 2) NREF (2 2) FIX KP
 NODE (14 26 3) NREF (13 3) FIX KP
 NODE (15 27 3) NREF (13 3) FIX KP
 NODE (30 42 3) NREF (29 3) FIX KP
 NODE (31 43 3) NREF (29 3) FIX KP
 NODE (46 58 3) NREF (45 3) FIX KP
 NODE (47 59 3) NREF (45 3) FIX KP
 NODE (62 74 3) NREF (61 3) FIX KP
 NODE (63 75 3) NREF (61 3) FIX KP
 NODE (78 90 3) NREF (77 3) FIX KP

NODE 1 FIX F

NODE (12 92 16) FIX F

END

```
-PROG ASE urs:4
HEAD 1.35G +1.5Q
ECHO LOAD, DISP, FORC, REAC, NOST, ELEM
CTRL ITER 3
SYST TYPE FRAM PROB TH3 ITER 100 TOL 0.0001
LC 1 FACT 1.0
ELLO FROM 6 TO 10 TYPE PZ P 40.32 ETYP BEAM
ELLO FROM 16 TO 20 TYPE PZ P 40.32 ETYP BEAM
ELLO FROM 26 TO 30 TYPE PZ P 40.32 ETYP BEAM
ELLO FROM 36 TO 40 TYPE PZ P 40.32 ETYP BEAM
ELLO FROM 46 TO 50 TYPE PZ P 40.32 ETYP BEAM
NL (2 10 2) TYPE PX P1 24.2
NSTR KMOD S1 KSV UL
```

END

```
+PROG ASE urs:5
HEAD G+0.30Q
ECHO FULL VAL FULL
CTRL ITER 3
SYST TYPE FRAM PROB TH3 ITER 100 TOL 0.0001
LC 1 FACT 1.0
ELLO FROM 6 TO 10 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 16 TO 20 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 26 TO 30 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 36 TO 40 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 46 TO 50 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
NL (2 10 2) TYPE PX P1 13.05
NSTR KMOD S1 KSV UL
END
```

```
+PROG DYNA urs:6
HEAD EYRESH T KAI IDIOMORFWN
ECHO EIGE FULL
MASS -1
EIGE 10 LC 101 TYPE LANC
END
```

```
#DEFINE FASMA
LET#g1 1.0
LET#u1 1.0
LET#bo 2.5
LET#q 1.5
LET#n 1.183
LET#a 0.24
LET#T1 0.15
LET#T2 0.60
LET#Fm 0.25
LET#S #a*#g1*9.81
LET#SB #S*#n*#u1*#bo/#q
LET#Sm #S*#Fm
LET#T3 #T2*(#SB/#Sm)^1.5
#enddef
```

```
+PROG DYNA urs:7
HEAD Ex
EIGE 10 TYPE REST LC 101
#include FASMA
LC 5 FACT 1.0
RESP SA #S SB #SB SMIN #Sm TB #T1 TC #T2 TD #T3 K1 2/3 K2 0.001
```

```
ACCE 0 AX 1.0
EXTR TYPE BEAM STYP CQC MAX 80
END
```

```
+PROG AQB urs:8
HEAD ME SEISMO
CTRL AXIA 1
BEAM
LC 1 TYPE G1
LC 80 TYPE G1
COMB SUM LC1 1 1.0 80 1.0 LCST 3001
COMB SUM LC1 1 1.0 80 -1.0 LCST 3002
```

```
STRE SMOD K STYP FF
END
```

```
+PROG AQB urs:9
HEAD STATIKA FORTIA
CTRL AXIA 1
BEAM
LC 1
```

```
STRE SMOD K STYP FF
END
```

ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ

```
+PROG AQUA urs:1
HEAD PENTAWROFO
ECHO FULL VAL FULL
CTRL SDIV 2
NORM DC EC 30
STEE 1 S 235 SCM 1.0
SECT 1 MNO 1
PROF 1 HEB 280 ALPH 0
SECT 2 MNO 1
PROF 2 HEB 550 ALPH 0
SECT 4 MNO 1
PROF 4 SH 140 140 8 ALPH 0
END
```

```
+PROG GENF urs:2
HEAD PLAISIO PENTAWROFO
SYST FRAM
NODE 1 X 0 Y 0
NODE (2 10 2) (0 0) (-4 -3.5)
BEAM (2 5 1) (2 2) (4 2) NCS 2

NODE (3 11 2) (0 0) (-4 -3.5)
NODE 12 X 6 Y 0
NODE (13 25 3) (6 0) (-4 -3.5)
NODE (14 26 3) (6 0) (-4 -3.5)
BEAM 1 NA 1 NE 2 NCS 2
BEAM 11 NA 12 NE 13 NCS 2
BEAM (12 15 1) (13 3) (16 3) NCS 2
BEAM (6 10 1) (3 2) (14 3) NCS 1

NODE (15 27 3) (6 0) (-4 -3.5)
NODE 28 X 12 Y 0
```

NODE (29 41 3) (12 0) (-4 -3.5)
 NODE (30 42 3) (12 0) (-4 -3.5)

 BEAM (22 25 1) (29 3) (32 3) NCS 2
 BEAM (16 20 1) (15 3) (30 3) NCS 1

 NODE (31 43 3) (12 0) (-4 -3.5)
 NODE 44 X 18 Y 0
 NODE (45 57 3) (18 0) (-4 -3.5)
 NODE (46 58 3) (18 0) (-4 -3.5)
 BEAM 31 NA 44 NE 45 NCS 2
 BEAM (32 35 1) (45 3) (48 3) NCS 2
 BEAM (26 30 1) (31 3) (46 3) NCS 1

 NODE (47 59 3) (18 0) (-4 -3.5)
 NODE 60 X 24 Y 0
 NODE (61 73 3) (24 0) (-4 -3.5)
 NODE (62 74 3) (24 0) (-4 -3.5)
 BEAM 41 NA 60 NE 61 NCS 2
 BEAM (42 45 1) (61 3) (64 3) NCS 2
 BEAM (36 40 1) (47 3) (62 3) NCS 1

 NODE (63 75 3) (24 0) (-4 -3.5)
 NODE 76 X 30 Y 0
 NODE (77 89 3) (30 0) (-4 -3.5)
 NODE (78 90 3) (30 0) (-4 -3.5)
 BEAM 51 NA 76 NE 77 NCS 2
 BEAM (52 55 1) (77 3) (80 3) NCS 2
 BEAM (46 50 1) (63 3) (78 3) NCS 1

 BEAM 56 NA 10 NE 22 NCS 4
 BEAM 57 NA 25 NE 8 NCS 4
 BEAM 58 NA 25 NE 38 NCS 4
 BEAM 59 NA 41 NE 22 NCS 4
 BEAM 60 NA 41 NE 54 NCS 4
 BEAM 61 NA 57 NE 38 NCS 4
 BEAM 62 NA 57 NE 70 NCS 4
 BEAM 63 NA 73 NE 54 NCS 4
 BEAM 64 NA 73 NE 86 NCS 4
 BEAM 65 NA 89 NE 70 NCS 4

 SPRI (1 5 1) (2 2) (3 2) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (6 10 1) (13 3) (14 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (11 15 1) (13 3) (15 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (16 20 1) (29 3) (30 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (21 25 1) (29 3) (31 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (26 30 1) (45 3) (46 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (31 35 1) (45 3) (47 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (36 40 1) (61 3) (62 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (41 45 1) (61 3) (63 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (46 50 1) (77 3) (78 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59

 NODE (3 11 2) NREF (2 2) FIX KP
 NODE (14 26 3) NREF (13 3) FIX KP
 NODE (15 27 3) NREF (13 3) FIX KP
 NODE (30 42 3) NREF (29 3) FIX KP
 NODE (31 43 3) NREF (29 3) FIX KP
 NODE (46 58 3) NREF (45 3) FIX KP
 NODE (47 59 3) NREF (45 3) FIX KP
 NODE (62 74 3) NREF (61 3) FIX KP
 NODE (63 75 3) NREF (61 3) FIX KP
 NODE (78 90 3) NREF (77 3) FIX KP

 NODE 1 FIX F

NODE (12 92 16) FIX F

END

```
+PROG ASE urs:4
HEAD FORTISH PENTAORWFOU (MH GRAMMIKH ANALYSH)
ECHO LOAD, DISP, FORC, REAC, NOST, ELEM
CTRL ITER 3
SYST TYPE FRAM PROB TH3 ITER 100 TOL 0.0001
LC 1 FACT 8
ELLO FROM 6 TO 10 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 16 TO 20 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 26 TO 30 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 36 TO 40 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 46 TO 50 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
NL (2 10 2) TYPE PX P1 13.05
```

NSTR KMOD S1 KSV UL
END

ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΑΚΡΑΙΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ

```
+PROG AQUA urs:1
HEAD PENTAWROFO
ECHO FULL VAL FULL
CTRL SDIV 2
NORM DC EC 30
STEE 1 S 235 SCM 1.0
SECT 1 MNO 1
PROF 1 HEB 280 ALPH 0
SECT 2 MNO 1
PROF 2 HEB 550 ALPH 0
SECT 4 MNO 1
PROF 4 SH 140 140 8 ALPH 0
```

END

```
+PROG GENF urs:2
HEAD PLAISIO PENTAWROFO
SYST FRAM
NODE 1 X 0 Y 0
NODE (2 10 2) (0 0) (-4 -3.5)
BEAM (2 5 1) (2 2) (4 2) NCS 2

NODE (3 11 2) (0 0) (-4 -3.5)
NODE 12 X 6 Y 0
NODE (13 25 3) (6 0) (-4 -3.5)
NODE (14 26 3) (6 0) (-4 -3.5)

BEAM 11 NA 12 NE 13 NCS 2
BEAM (12 15 1) (13 3) (16 3) NCS 2
BEAM (6 10 1) (3 2) (14 3) NCS 1

NODE (15 27 3) (6 0) (-4 -3.5)
NODE 28 X 12 Y 0
NODE (29 41 3) (12 0) (-4 -3.5)
NODE (30 42 3) (12 0) (-4 -3.5)
BEAM 21 NA 28 NE 29 NCS 2
BEAM (22 25 1) (29 3) (32 3) NCS 2
BEAM (16 20 1) (15 3) (30 3) NCS 1
```

```
NODE (31 43 3) (12 0) (-4 -3.5)
NODE 44 X 18 Y 0
NODE (45 57 3) (18 0) (-4 -3.5)
NODE (46 58 3) (18 0) (-4 -3.5)
BEAM 31 NA 44 NE 45 NCS 2
BEAM (32 35 1) (45 3) (48 3) NCS 2
BEAM (26 30 1) (31 3) (46 3) NCS 1

NODE (47 59 3) (18 0) (-4 -3.5)
NODE 60 X 24 Y 0
NODE (61 73 3) (24 0) (-4 -3.5)
NODE (62 74 3) (24 0) (-4 -3.5)
BEAM 41 NA 60 NE 61 NCS 2
BEAM (42 45 1) (61 3) (64 3) NCS 2
BEAM (36 40 1) (47 3) (62 3) NCS 1

NODE (63 75 3) (24 0) (-4 -3.5)
NODE 76 X 30 Y 0
NODE (77 89 3) (30 0) (-4 -3.5)
NODE (78 90 3) (30 0) (-4 -3.5)
BEAM 51 NA 76 NE 77 NCS 2
BEAM (52 55 1) (77 3) (80 3) NCS 2
BEAM (46 50 1) (63 3) (78 3) NCS 1

BEAM 56 NA 10 NE 22 NCS 4
BEAM 57 NA 25 NE 8 NCS 4
BEAM 58 NA 25 NE 38 NCS 4
BEAM 59 NA 41 NE 22 NCS 4
BEAM 60 NA 41 NE 54 NCS 4
BEAM 61 NA 57 NE 38 NCS 4
BEAM 62 NA 57 NE 70 NCS 4
BEAM 63 NA 73 NE 54 NCS 4
BEAM 64 NA 73 NE 86 NCS 4
BEAM 65 NA 89 NE 70 NCS 4

SPRI (1 5 1) (2 2) (3 2) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
SPRI (6 10 1) (13 3) (14 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
SPRI (11 15 1) (13 3) (15 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
SPRI (16 20 1) (29 3) (30 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
SPRI (21 25 1) (29 3) (31 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
SPRI (26 30 1) (45 3) (46 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
SPRI (31 35 1) (45 3) (47 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
SPRI (36 40 1) (61 3) (62 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
SPRI (41 45 1) (61 3) (63 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
SPRI (46 50 1) (77 3) (78 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59

NODE (3 11 2) NREF (2 2) FIX KP
NODE (14 26 3) NREF (13 3) FIX KP
NODE (15 27 3) NREF (13 3) FIX KP
NODE (30 42 3) NREF (29 3) FIX KP
NODE (31 43 3) NREF (29 3) FIX KP
NODE (46 58 3) NREF (45 3) FIX KP
NODE (47 59 3) NREF (45 3) FIX KP
NODE (62 74 3) NREF (61 3) FIX KP
NODE (63 75 3) NREF (61 3) FIX KP
NODE (78 90 3) NREF (77 3) FIX KP

NODE 1 FIX F
NODE (12 92 16) FIX F

END
```

```

+PROG ASE urs:4
HEAD FORTISH PENTAORWFOU (MH GRAMMIKH ANALYSH)
ECHO LOAD,DISP,FORC,REAC,NOST,ELEM
CTRL ITER 3
SYST TYPE FRAM PROB TH3 ITER 100 TOL 0.0001
LC 1 FACT 1.0
ELLO FROM 6 TO 10 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 16 TO 20 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 26 TO 30 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 36 TO 40 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 46 TO 50 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
NL (2 10 2) TYPE PX P1 13.05
NSTR KMOD S1 KSV UL

END

```

ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 3

ΠΛΗΡΗΣ ΦΟΡΕΑΣ-ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ

```

+PROG AQUA urs:1
HEAD PENTAWROFO
ECHO FULL VAL FULL
CTRL SDIV 2
NORM DC EC 30
STEE 1 S 235 SCM 1.0
SECT 1 MNO 1
PROF 1 HEB 280 ALPH 0
SECT 2 MNO 1
PROF 2 HEB 550 ALPH 0
SECT 4 MNO 1
PROF 4 SH 140 140 8 ALPH 0
END

+PROG GENF urs:2
HEAD PLAISIO PENTAWROFO
SYST FRAM
NODE 1 X 0 Y 0
NODE (2 10 2) (0 0) (-4 -3.5)
BEAM (2 5 1) (2 2) (4 2) NCS 2

NODE (3 11 2) (0 0) (-4 -3.5)
NODE 12 X 6 Y 0
NODE (13 25 3) (6 0) (-4 -3.5)
NODE (14 26 3) (6 0) (-4 -3.5)
BEAM 1 NA 1 NE 2 NCS 2 DIV 10
BEAM 11 NA 12 NE 13 NCS 2 DIV 10
BEAM (12 15 1) (13 3) (16 3) NCS 2 DIV 10
BEAM (6 10 1) (3 2) (14 3) NCS 1 DIV 10

NODE (15 27 3) (6 0) (-4 -3.5)
NODE 28 X 12 Y 0
NODE (29 41 3) (12 0) (-4 -3.5)
NODE (30 42 3) (12 0) (-4 -3.5)
BEAM 21 NA 28 NE 29 NCS 2
BEAM (22 25 1) (29 3) (32 3) NCS 2 DIV 10
BEAM (16 20 1) (15 3) (30 3) NCS 1 DIV 10

NODE (31 43 3) (12 0) (-4 -3.5)
NODE 44 X 18 Y 0

```

```

NODE (45 57 3) (18 0) (-4 -3.5)
NODE (46 58 3) (18 0) (-4 -3.5)
BEAM 31 NA 44 NE 45 NCS 2 DIV 10
BEAM (32 35 1) (45 3) (48 3) NCS 2 DIV 10
BEAM (26 30 1) (31 3) (46 3) NCS 1 DIV 10

NODE (47 59 3) (18 0) (-4 -3.5)
NODE 60 X 24 Y 0
NODE (61 73 3) (24 0) (-4 -3.5)
NODE (62 74 3) (24 0) (-4 -3.5)
BEAM 41 NA 60 NE 61 NCS 2 DIV 10
BEAM (42 45 1) (61 3) (64 3) NCS 2 DIV 10
BEAM (36 40 1) (47 3) (62 3) NCS 1 DIV 10

NODE (63 75 3) (24 0) (-4 -3.5)
NODE 76 X 30 Y 0
NODE (77 89 3) (30 0) (-4 -3.5)
NODE (78 90 3) (30 0) (-4 -3.5)
BEAM 51 NA 76 NE 77 NCS 2 DIV 10
BEAM (52 55 1) (77 3) (80 3) NCS 2 DIV 10
BEAM (46 50 1) (63 3) (78 3) NCS 1 DIV 10
BEAM 56 NA 10 NE 22 NCS 4 DIV 10
BEAM 57 NA 25 NE 8 NCS 4 DIV 10
BEAM 60 NA 41 NE 54 NCS 4 DIV 10
BEAM 61 NA 57 NE 38 NCS 4 DIV 10
BEAM 64 NA 73 NE 86 NCS 4 DIV 10
BEAM 65 NA 89 NE 70 NCS 4 DIV 10

SPRI (1 5 1) (2 2) (3 2) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
SPRI (6 10 1) (13 3) (14 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
SPRI (11 15 1) (13 3) (15 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
SPRI (16 20 1) (29 3) (30 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
SPRI (21 25 1) (29 3) (31 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
SPRI (26 30 1) (45 3) (46 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
SPRI (31 35 1) (45 3) (47 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
SPRI (36 40 1) (61 3) (62 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
SPRI (41 45 1) (61 3) (63 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
SPRI (46 50 1) (77 3) (78 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59

NODE (3 11 2) NREF (2 2) FIX KP
NODE (14 26 3) NREF (13 3) FIX KP
NODE (15 27 3) NREF (13 3) FIX KP
NODE (30 42 3) NREF (29 3) FIX KP
NODE (31 43 3) NREF (29 3) FIX KP
NODE (46 58 3) NREF (45 3) FIX KP
NODE (47 59 3) NREF (45 3) FIX KP
NODE (62 74 3) NREF (61 3) FIX KP
NODE (63 75 3) NREF (61 3) FIX KP
NODE (78 90 3) NREF (77 3) FIX KP

NODE 1 FIX F
NODE (12 92 16) FIX F

END

-PROG ASE urs:4
HEAD 1.35G+1.5Q
ECHO LOAD, DISP, FORC, REAC, NOST, ELEM
CTRL ITER 3
SYST TYPE FRAM PROB TH3 ITER 100 TOL 0.0001
LC 1 FACT 1.0
ELLO FROM 6 TO 10 TYPE PZ P 40.32 ETYP BEAM
ELLO FROM 16 TO 20 TYPE PZ P 40.32 ETYP BEAM

```

```
ELLO FROM 26 TO 30 TYPE PZ P 40.32 ETYP BEAM
ELLO FROM 36 TO 40 TYPE PZ P 40.32 ETYP BEAM
ELLO FROM 46 TO 50 TYPE PZ P 40.32 ETYP BEAM
NL (2 10 2) TYPE PX P1 24.2
NSTR KMOD S1 KSV UL
END
```

```
+PROG ASE urs:5
HEAD 1.00G+0.3Q
ECHO FULL VAL FULL
CTRL ITER 3
SYST TYPE FRAM PROB TH3 ITER 100 TOL 0.0001
LC 1 FACT 1.0
ELLO FROM 6 TO 10 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 16 TO 20 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 26 TO 30 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 36 TO 40 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 46 TO 50 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
NL (2 10 2) TYPE PX P1 13.05
NSTR KMOD S1 KSV UL
```

END

```
+PROG DYNA urs:6
HEAD EYRESH T KAI IDIOMORFWN
ECHO EIGE FULL
MASS -1
EIGE 10 LC 101 TYPE LANC
END
```

```
#DEFINE FASMA
LET#g1 1.0
LET#u1 1.0
LET#bo 2.5
LET#q 1.5
LET#n 1.183
LET#a 0.24
LET#T1 0.15
LET#T2 0.60
LET#Fm 0.25
LET#S #a*#g1*9.81
LET#Sb #S*#n*#u1*#bo/#q
LET#Sm #S*#Fm
LET#T3 #T2*(#Sb/#Sm)^1.5
#ENDDF
```

```
+PROG DYNA urs:7
HEAD Ex
EIGE 10 TYPE REST LC 101
#INCLUDE FASMA
LC 5 FACT 1.0
RESP SA #S SB #Sb SMIN #Sm TB #T1 TC #T2 TD #T3 K1 2/3 K2 0.001
ACCE 0 AX 1.0
EXTR TYPE BEAM STYP CQC MAX 80
END
```

```
+PROG AQB urs:8
HEAD ME SEISMO
CTRL AXIA 1
BEAM
LC 1 TYPE G1
    80 TYPE G1
COMB SUM LC1 1 1.0 80 1.0 LCST 3001
```

COMB SUM LC1 1 1.0 80 -1.0 LCST 3002

STRE SMOD K STYP FF
END

+PROG AQB urs:9
HEAD STATIKA FORTIA
CTRL AXIA 1
BEAM
LC 1

STRE SMOD K STYP FF
END

ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ

+PROG AQUA urs:1
HEAD PENTAWROFO
ECHO FULL VAL FULL
CTRL SDIV 2
NORM DC EC 30
STEE 1 S 235 SCM 1.0
SECT 1 MNO 1
PROF 1 HEB 280 ALPH 0
SECT 2 MNO 1
PROF 2 HEB 550 ALPH 0
SECT 4 MNO 1
PROF 4 SH 140 140 8 ALPH 0
END

+PROG GENF urs:2
HEAD PLAISIO PENTAWROFO
SYST FRAM
NODE 1 X 0 Y 0
NODE (2 10 2) (0 0) (-4 -3.5)
BEAM (2 5 1) (2 2) (4 2) NCS 2

NODE (3 11 2) (0 0) (-4 -3.5)
NODE 12 X 6 Y 0
NODE (13 25 3) (6 0) (-4 -3.5)
NODE (14 26 3) (6 0) (-4 -3.5)
BEAM 1 NA 1 NE 2 NCS 2 DIV 10
BEAM 11 NA 12 NE 13 NCS 2 DIV 10
BEAM (12 15 1) (13 3) (16 3) NCS 2 DIV 10
BEAM (6 10 1) (3 2) (14 3) NCS 1 DIV 10

NODE (15 27 3) (6 0) (-4 -3.5)
NODE 28 X 12 Y 0
NODE (29 41 3) (12 0) (-4 -3.5)
NODE (30 42 3) (12 0) (-4 -3.5)

BEAM (22 25 1) (29 3) (32 3) NCS 2 DIV 10
BEAM (16 20 1) (15 3) (30 3) NCS 1 DIV 10

NODE (31 43 3) (12 0) (-4 -3.5)
NODE 44 X 18 Y 0
NODE (45 57 3) (18 0) (-4 -3.5)
NODE (46 58 3) (18 0) (-4 -3.5)
BEAM 31 NA 44 NE 45 NCS 2 DIV 10
BEAM (32 35 1) (45 3) (48 3) NCS 2 DIV 10
BEAM (26 30 1) (31 3) (46 3) NCS 1 DIV 10

NODE (47 59 3) (18 0) (-4 -3.5)
 NODE 60 X 24 Y 0
 NODE (61 73 3) (24 0) (-4 -3.5)
 NODE (62 74 3) (24 0) (-4 -3.5)
 BEAM 41 NA 60 NE 61 NCS 2 DIV 10
 BEAM (42 45 1) (61 3) (64 3) NCS 2 DIV 10
 BEAM (36 40 1) (47 3) (62 3) NCS 1 DIV 10

NODE (63 75 3) (24 0) (-4 -3.5)
 NODE 76 X 30 Y 0
 NODE (77 89 3) (30 0) (-4 -3.5)
 NODE (78 90 3) (30 0) (-4 -3.5)
 BEAM 51 NA 76 NE 77 NCS 2 DIV 10
 BEAM (52 55 1) (77 3) (80 3) NCS 2 DIV 10
 BEAM (46 50 1) (63 3) (78 3) NCS 1 DIV 10

BEAM 56 NA 10 NE 22 NCS 4 DIV 10
 BEAM 57 NA 25 NE 8 NCS 4 DIV 10
 BEAM 60 NA 41 NE 54 NCS 4 DIV 10
 BEAM 61 NA 57 NE 38 NCS 4 DIV 10
 BEAM 64 NA 73 NE 86 NCS 4 DIV 10
 BEAM 65 NA 89 NE 70 NCS 4 DIV 10

SPRI (1 5 1) (2 2) (3 2) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (6 10 1) (13 3) (14 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (11 15 1) (13 3) (15 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (16 20 1) (29 3) (30 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (21 25 1) (29 3) (31 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (26 30 1) (45 3) (46 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (31 35 1) (45 3) (47 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (36 40 1) (61 3) (62 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (41 45 1) (61 3) (63 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (46 50 1) (77 3) (78 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59

NODE (3 11 2) NREF (2 2) FIX KP
 NODE (14 26 3) NREF (13 3) FIX KP
 NODE (15 27 3) NREF (13 3) FIX KP
 NODE (30 42 3) NREF (29 3) FIX KP
 NODE (31 43 3) NREF (29 3) FIX KP
 NODE (46 58 3) NREF (45 3) FIX KP
 NODE (47 59 3) NREF (45 3) FIX KP
 NODE (62 74 3) NREF (61 3) FIX KP
 NODE (63 75 3) NREF (61 3) FIX KP
 NODE (78 90 3) NREF (77 3) FIX KP

NODE 1 FIX F
 NODE (12 92 16) FIX F
 END

+PROG ASE urs:4
 HEAD FORTISH PENTAORWFOU (MH GRAMMIKH ANALYSH)
 ECHO LOAD,DISP,FORC,REAC,NOST,ELEM
 CTRL ITER 3
 SYST TYPE FRAM PROB TH3 ITER 100 TOL 0.0001
 LC 1 FACT 28
 ELLO FROM 6 TO 10 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
 ELLO FROM 16 TO 20 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
 ELLO FROM 26 TO 30 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
 ELLO FROM 36 TO 40 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
 ELLO FROM 46 TO 50 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
 NL (2 10 2) TYPE PX P1 13.05
 NSTR KMOD S1 KSV UL
 END

ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΑΚΡΑΙΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ

```
+PROG AQUA urs:1
HEAD PENTAWROFO
ECHO FULL VAL FULL
CTRL SDIV 2
NORM DC EC 30
STEE 1 S 235 SCM 1.0
SECT 1 MNO 1
PROF 1 HEB 280 ALPH 0
SECT 2 MNO 1
PROF 2 HEB 550 ALPH 0
SECT 4 MNO 1
PROF 4 SH 140 140 8 ALPH 0
END
```

```
+PROG GENF urs:2
HEAD PLAISIO PENTAWROFO
SYST FRAM
NODE 1 X 0 Y 0
NODE (2 10 2) (0 0) (-4 -3.5)
BEAM (2 5 1) (2 2) (4 2) NCS 2

NODE (3 11 2) (0 0) (-4 -3.5)
NODE 12 X 6 Y 0
NODE (13 25 3) (6 0) (-4 -3.5)
NODE (14 26 3) (6 0) (-4 -3.5)
BEAM 11 NA 12 NE 13 NCS 2 DIV 10
BEAM (12 15 1) (13 3) (16 3) NCS 2 DIV 10
BEAM (6 10 1) (3 2) (14 3) NCS 1 DIV 10

NODE (15 27 3) (6 0) (-4 -3.5)
NODE 28 X 12 Y 0
NODE (29 41 3) (12 0) (-4 -3.5)
NODE (30 42 3) (12 0) (-4 -3.5)
BEAM 21 NA 28 NE 29 NCS 2
BEAM (22 25 1) (29 3) (32 3) NCS 2 DIV 10
BEAM (16 20 1) (15 3) (30 3) NCS 1 DIV 10

NODE (31 43 3) (12 0) (-4 -3.5)
NODE 44 X 18 Y 0
NODE (45 57 3) (18 0) (-4 -3.5)
NODE (46 58 3) (18 0) (-4 -3.5)
BEAM 31 NA 44 NE 45 NCS 2 DIV 10
BEAM (32 35 1) (45 3) (48 3) NCS 2 DIV 10
BEAM (26 30 1) (31 3) (46 3) NCS 1 DIV 10

NODE (47 59 3) (18 0) (-4 -3.5)
NODE 60 X 24 Y 0
NODE (61 73 3) (24 0) (-4 -3.5)
NODE (62 74 3) (24 0) (-4 -3.5)
BEAM 41 NA 60 NE 61 NCS 2 DIV 10
BEAM (42 45 1) (61 3) (64 3) NCS 2 DIV 10
BEAM (36 40 1) (47 3) (62 3) NCS 1 DIV 10

NODE (63 75 3) (24 0) (-4 -3.5)
NODE 76 X 30 Y 0
NODE (77 89 3) (30 0) (-4 -3.5)
NODE (78 90 3) (30 0) (-4 -3.5)
```



```

BEAM 51 NA 76 NE 77 NCS 2 DIV 10
BEAM (52 55 1) (77 3) (80 3) NCS 2 DIV 10
BEAM (46 50 1) (63 3) (78 3) NCS 1 DIV 10

BEAM 56 NA 10 NE 22 NCS 4 DIV 10
BEAM 57 NA 25 NE 8 NCS 4 DIV 10
BEAM 60 NA 41 NE 54 NCS 4 DIV 10
BEAM 61 NA 57 NE 38 NCS 4 DIV 10
BEAM 64 NA 73 NE 86 NCS 4 DIV 10
BEAM 65 NA 89 NE 70 NCS 4 DIV 10

SPRI (1 5 1) (2 2) (3 2) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
SPRI (6 10 1) (13 3) (14 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
SPRI (11 15 1) (13 3) (15 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
SPRI (16 20 1) (29 3) (30 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
SPRI (21 25 1) (29 3) (31 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
SPRI (26 30 1) (45 3) (46 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
SPRI (31 35 1) (45 3) (47 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
SPRI (36 40 1) (61 3) (62 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
SPRI (41 45 1) (61 3) (63 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
SPRI (46 50 1) (77 3) (78 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59

```

```

NODE (3 11 2) NREF (2 2) FIX KP
NODE (14 26 3) NREF (13 3) FIX KP
NODE (15 27 3) NREF (13 3) FIX KP
NODE (30 42 3) NREF (29 3) FIX KP
NODE (31 43 3) NREF (29 3) FIX KP
NODE (46 58 3) NREF (45 3) FIX KP
NODE (47 59 3) NREF (45 3) FIX KP
NODE (62 74 3) NREF (61 3) FIX KP
NODE (63 75 3) NREF (61 3) FIX KP
NODE (78 90 3) NREF (77 3) FIX KP

```

```

NODE 1 FIX F
NODE (12 92 16) FIX F

```

END

```

+PROG ASE urs:4
HEAD FORTISH PENTAORWFOU (MH GRAMMIKH ANALYSH)
ECHO LOAD, DISP, FORC, REAC, NOST, ELEM
CTRL ITER 3
SYST TYPE FRAM PROB TH3 ITER 100 TOL 0.0001
LC 1 FACT 1.0
ELLO FROM 6 TO 10 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 16 TO 20 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 26 TO 30 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 36 TO 40 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 46 TO 50 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
NL (2 10 2) TYPE PX P1 13.05
NSTR KMOD S1 KSV UL

```

END

ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 4

ΠΛΗΡΗΣ ΦΟΡΕΑΣ-ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ

```

+PROG AQUA urs:1
HEAD PENTAWROFO

```

```
ECHO FULL VAL FULL
CTRL SDIV 2
NORM DC EC 30
STEE 1 S 235 SCM 1.0
SECT 1 MNO 1
PROF 1 HEB 280 ALPH 0
SECT 2 MNO 1
PROF 2 HEB 550 ALPH 0
SECT 4 MNO 1
PROF 4 SH 140 140 8 ALPH 0
END

+PROG GENF urs:2
HEAD PLAISIO PENTAWROFO
SYST FRAM
NODE 1 X 0 Y 0
NODE (2 10 2) (0 0) (-4 -3.5)
BEAM (2 5 1) (2 2) (4 2) NCS 2

NODE (3 11 2) (0 0) (-4 -3.5)
NODE 12 X 6 Y 0
NODE (13 25 3) (6 0) (-4 -3.5)
NODE (14 26 3) (6 0) (-4 -3.5)
BEAM 1 NA 1 NE 2 NCS 2
BEAM 11 NA 12 NE 13 NCS 2
BEAM (12 15 1) (13 3) (16 3) NCS 2
BEAM (6 10 1) (3 2) (14 3) NCS 1

NODE (15 27 3) (6 0) (-4 -3.5)
NODE 28 X 12 Y 0
NODE (29 41 3) (12 0) (-4 -3.5)
NODE (30 42 3) (12 0) (-4 -3.5)
BEAM 21 NA 28 NE 29 NCS 2
BEAM (22 25 1) (29 3) (32 3) NCS 2
BEAM (16 20 1) (15 3) (30 3) NCS 1

NODE (31 43 3) (12 0) (-4 -3.5)
NODE 44 X 18 Y 0
NODE (45 57 3) (18 0) (-4 -3.5)
NODE (46 58 3) (18 0) (-4 -3.5)
BEAM 31 NA 44 NE 45 NCS 2
BEAM (32 35 1) (45 3) (48 3) NCS 2
BEAM (26 30 1) (31 3) (46 3) NCS 1

NODE (47 59 3) (18 0) (-4 -3.5)
NODE 60 X 24 Y 0
NODE (61 73 3) (24 0) (-4 -3.5)
NODE (62 74 3) (24 0) (-4 -3.5)
BEAM 41 NA 60 NE 61 NCS 2
BEAM (42 45 1) (61 3) (64 3) NCS 2
BEAM (36 40 1) (47 3) (62 3) NCS 1

NODE (63 75 3) (24 0) (-4 -3.5)
NODE 76 X 30 Y 0
NODE (77 89 3) (30 0) (-4 -3.5)
NODE (78 90 3) (30 0) (-4 -3.5)
BEAM 51 NA 76 NE 77 NCS 2
BEAM (52 55 1) (77 3) (80 3) NCS 2
BEAM (46 50 1) (63 3) (78 3) NCS 1

BEAM 56 NA 10 NE 22 NCS 4
BEAM 57 NA 25 NE 8 NCS 4
BEAM 60 NA 41 NE 54 NCS 4
BEAM 61 NA 57 NE 38 NCS 4
BEAM 64 NA 73 NE 86 NCS 4
```

BEAM 65 NA 89 NE 70 NCS 4
 BEAM 66 NA 22 NE 35 NCS 4
 BEAM 67 NA 19 NE 38 NCS 4
 BEAM 68 NA 51 NE 70 NCS 4
 BEAM 69 NA 54 NE 67 NCS 4

SPRI (1 5 1) (2 2) (3 2) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (6 10 1) (13 3) (14 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (11 15 1) (13 3) (15 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (16 20 1) (29 3) (30 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (21 25 1) (29 3) (31 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (26 30 1) (45 3) (46 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (31 35 1) (45 3) (47 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (36 40 1) (61 3) (62 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (41 45 1) (61 3) (63 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (46 50 1) (77 3) (78 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59

NODE (3 11 2) NREF (2 2) FIX KP
 NODE (14 26 3) NREF (13 3) FIX KP
 NODE (15 27 3) NREF (13 3) FIX KP
 NODE (30 42 3) NREF (29 3) FIX KP
 NODE (31 43 3) NREF (29 3) FIX KP
 NODE (46 58 3) NREF (45 3) FIX KP
 NODE (47 59 3) NREF (45 3) FIX KP
 NODE (62 74 3) NREF (61 3) FIX KP
 NODE (63 75 3) NREF (61 3) FIX KP
 NODE (78 90 3) NREF (77 3) FIX KP

NODE 1 FIX F
 NODE (12 92 16) FIX F

END

-PROG ASE urs:4
 HEAD 1.35G+1.5Q
 ECHO LOAD,DISP,FORC,REAC,NOST,ELEM
 CTRL ITER 3
 SYST TYPE FRAM PROB TH3 ITER 100 TOL 0.0001
 LC 1 FACT 1.0
 ELLO FROM 6 TO 10 TYPE PZ P 40.32 ETYP BEAM
 ELLO FROM 16 TO 20 TYPE PZ P 40.32 ETYP BEAM
 ELLO FROM 26 TO 30 TYPE PZ P 40.32 ETYP BEAM
 ELLO FROM 36 TO 40 TYPE PZ P 40.32 ETYP BEAM
 ELLO FROM 46 TO 50 TYPE PZ P 40.32 ETYP BEAM
 NL NO 2 TYPE PX P1 24.2
 NL NO 4 TYPE PX P1 24.2
 NL NO 6 TYPE PX P1 24.2
 NL NO 8 TYPE PX P1 24.2
 NL NO 10 TYPE PX P1 24.2

NSTR KMOD S1 KSV UL
 END

+PROG ASE urs:5
 HEAD 1.00G+0.3Q
 ECHO FULL VAL FULL
 CTRL ITER 3
 SYST TYPE FRAM PROB TH3 ITER 100 TOL 0.0001
 LC 1 FACT 1.0
 ELLO FROM 6 TO 10 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
 ELLO FROM 16 TO 20 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
 ELLO FROM 26 TO 30 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
 ELLO FROM 36 TO 40 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
 ELLO FROM 46 TO 50 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM

NL (2 10 2) TYPE PX P1 13.05

NSTR KMOD S1 KSV UL
END

+PROG DYNA urs:6
HEAD EYRESH T KAI IDIOMORFWN
ECHO EIGE FULL
MASS -1
EIGE 10 LC 101 TYPE LANC
END

#DEFINE FASMA
LET#G1 1.0
LET#U1 1.0
LET#BO 2.5
LET#Q 1.5
LET#N 1.183
LET#A 0.24
LET#T1 0.15
LET#T2 0.6
LET#FM 0.25
LET#S #A*#G1*9.81
LET#SB #S*#N*#U1*#BO/#Q
LET#SM #S*#FM
LET#T3 #T2*(#SB/#SM)^1.5
#ENDDEF

+PROG DYNA urs:7
HEAD Ex
EIGE 10 TYPE REST LC 101
#INCLUDE FASMA
LC 5 FACT 1.0
RESP SA #S SB #SB SMIN #SM TB #T1 TC #T2 TD #T3 K1 2/3 K2 0.001
ACCE 0 AX 1.0
EXTR TYPE BEAM STYP CQC MAX 80
END

+PROG AQB urs:8
HEAD ME SEISMO
CTRL AXIA 1
BEAM
LC 1 TYPE G1
80 TYPE G1
COMB SUM LC1 1 1.0 80 1.0 LCST 3001
COMB SUM LC1 1 1.0 80 -1.0 LCST 3002

STRE SMOD K STYP FF
END

+PROG AQB urs:9
HEAD STATIKA FORTIA
CTRL AXIA 1
BEAM
LC 1 TYPE G1

STRE SMOD K STYP FF
END

ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ

```
+PROG AQUA urs:1
HEAD PENTAWROFO
ECHO FULL VAL FULL
CTRL SDIV 2
NORM DC EC 30
STEE 1 S 235 SCM 1.0
SECT 1 MNO 1
PROF 1 HEB 280 ALPH 0
SECT 2 MNO 1
PROF 2 HEB 550 ALPH 0
SECT 4 MNO 1
PROF 4 SH 140 140 8 ALPH 0
END

+PROG GENF urs:2
HEAD PLAISIO PENTAWROFO
SYST FRAM
NODE 1 X 0 Y 0
NODE (2 10 2) (0 0) (-4 -3.5)
BEAM (2 5 1) (2 2) (4 2) NCS 2

NODE (3 11 2) (0 0) (-4 -3.5)
NODE 12 X 6 Y 0
NODE (13 25 3) (6 0) (-4 -3.5)
NODE (14 26 3) (6 0) (-4 -3.5)
BEAM 1 NA 1 NE 2 NCS 2
BEAM 11 NA 12 NE 13 NCS 2
BEAM (12 15 1) (13 3) (16 3) NCS 2
BEAM (6 10 1) (3 2) (14 3) NCS 1

NODE (15 27 3) (6 0) (-4 -3.5)
NODE 28 X 12 Y 0
NODE (29 41 3) (12 0) (-4 -3.5)
NODE (30 42 3) (12 0) (-4 -3.5)

BEAM (22 25 1) (29 3) (32 3) NCS 2
BEAM (16 20 1) (15 3) (30 3) NCS 1

NODE (31 43 3) (12 0) (-4 -3.5)
NODE 44 X 18 Y 0
NODE (45 57 3) (18 0) (-4 -3.5)
NODE (46 58 3) (18 0) (-4 -3.5)
BEAM 31 NA 44 NE 45 NCS 2
BEAM (32 35 1) (45 3) (48 3) NCS 2
BEAM (26 30 1) (31 3) (46 3) NCS 1

NODE (47 59 3) (18 0) (-4 -3.5)
NODE 60 X 24 Y 0
NODE (61 73 3) (24 0) (-4 -3.5)
NODE (62 74 3) (24 0) (-4 -3.5)
BEAM 41 NA 60 NE 61 NCS 2
BEAM (42 45 1) (61 3) (64 3) NCS 2
BEAM (36 40 1) (47 3) (62 3) NCS 1

NODE (63 75 3) (24 0) (-4 -3.5)
NODE 76 X 30 Y 0
NODE (77 89 3) (30 0) (-4 -3.5)
NODE (78 90 3) (30 0) (-4 -3.5)
BEAM 51 NA 76 NE 77 NCS 2
BEAM (52 55 1) (77 3) (80 3) NCS 2
BEAM (46 50 1) (63 3) (78 3) NCS 1

BEAM 56 NA 10 NE 22 NCS 4
```

BEAM 57 NA 25 NE 8 NCS 4
 BEAM 60 NA 41 NE 54 NCS 4
 BEAM 61 NA 57 NE 38 NCS 4
 BEAM 64 NA 73 NE 86 NCS 4
 BEAM 65 NA 89 NE 70 NCS 4
 BEAM 66 NA 22 NE 35 NCS 4
 BEAM 67 NA 19 NE 38 NCS 4
 BEAM 68 NA 51 NE 70 NCS 4
 BEAM 69 NA 54 NE 67 NCS 4

SPRI (1 5 1) (2 2) (3 2) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (6 10 1) (13 3) (14 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (11 15 1) (13 3) (15 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (16 20 1) (29 3) (30 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (21 25 1) (29 3) (31 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (26 30 1) (45 3) (46 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (31 35 1) (45 3) (47 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (36 40 1) (61 3) (62 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (41 45 1) (61 3) (63 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (46 50 1) (77 3) (78 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59

NODE (3 11 2) NREF (2 2) FIX KP
 NODE (14 26 3) NREF (13 3) FIX KP
 NODE (15 27 3) NREF (13 3) FIX KP
 NODE (30 42 3) NREF (29 3) FIX KP
 NODE (31 43 3) NREF (29 3) FIX KP
 NODE (46 58 3) NREF (45 3) FIX KP
 NODE (47 59 3) NREF (45 3) FIX KP
 NODE (62 74 3) NREF (61 3) FIX KP
 NODE (63 75 3) NREF (61 3) FIX KP
 NODE (78 90 3) NREF (77 3) FIX KP

NODE 1 FIX F
 NODE (12 92 16) FIX F

END

+PROG ASE urs:4
 HEAD TYXHMATIKH
 ECHO FULL VAL FULL
 CTRL ITER 3
 SYST TYPE FRAM PROB TH3 ITER 100 TOL 0.0001
 LC 1 FACT 32.0
 ELLO FROM 6 TO 10 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
 ELLO FROM 16 TO 20 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
 ELLO FROM 26 TO 30 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
 ELLO FROM 36 TO 40 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
 ELLO FROM 46 TO 50 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
 NL NO 2 TYPE PX P1 13.05
 NL NO 4 TYPE PX P1 13.05
 NL NO 6 TYPE PX P1 13.05
 NL NO 8 TYPE PX P1 13.05
 NL NO 10 TYPE PX P1 13.05
 NSTR KMOD S1 KSV UL

END

ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΑΚΡΑΙΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ

```
+PROG AQUA urs:1
HEAD PENTAWROFO
ECHO FULL VAL FULL
CTRL SDIV 2
NORM DC EC 30
STEE 1 S 235 SCM 1.0
SECT 1 MNO 1
PROF 1 HEB 280 ALPH 0
SECT 2 MNO 1
PROF 2 HEB 550 ALPH 0
SECT 4 MNO 1
PROF 4 SH 140 140 8 ALPH 0
END

+PROG GENF urs:2
HEAD PLAISIO PENTAWROFO
SYST FRAM
NODE 1 X 0 Y 0
NODE (2 10 2) (0 0) (-4 -3.5)
BEAM (2 5 1) (2 2) (4 2) NCS 2

NODE (3 11 2) (0 0) (-4 -3.5)
NODE 12 X 6 Y 0
NODE (13 25 3) (6 0) (-4 -3.5)
NODE (14 26 3) (6 0) (-4 -3.5)

BEAM 11 NA 12 NE 13 NCS 2
BEAM (12 15 1) (13 3) (16 3) NCS 2
BEAM (6 10 1) (3 2) (14 3) NCS 1

NODE (15 27 3) (6 0) (-4 -3.5)
NODE 28 X 12 Y 0
NODE (29 41 3) (12 0) (-4 -3.5)
NODE (30 42 3) (12 0) (-4 -3.5)
BEAM 21 NA 28 NE 29 NCS 2
BEAM (22 25 1) (29 3) (32 3) NCS 2
BEAM (16 20 1) (15 3) (30 3) NCS 1

NODE (31 43 3) (12 0) (-4 -3.5)
NODE 44 X 18 Y 0
NODE (45 57 3) (18 0) (-4 -3.5)
NODE (46 58 3) (18 0) (-4 -3.5)
BEAM 31 NA 44 NE 45 NCS 2
BEAM (32 35 1) (45 3) (48 3) NCS 2
BEAM (26 30 1) (31 3) (46 3) NCS 1

NODE (47 59 3) (18 0) (-4 -3.5)
NODE 60 X 24 Y 0
NODE (61 73 3) (24 0) (-4 -3.5)
NODE (62 74 3) (24 0) (-4 -3.5)
BEAM 41 NA 60 NE 61 NCS 2
BEAM (42 45 1) (61 3) (64 3) NCS 2
BEAM (36 40 1) (47 3) (62 3) NCS 1

NODE (63 75 3) (24 0) (-4 -3.5)
NODE 76 X 30 Y 0
NODE (77 89 3) (30 0) (-4 -3.5)
NODE (78 90 3) (30 0) (-4 -3.5)
BEAM 51 NA 76 NE 77 NCS 2
BEAM (52 55 1) (77 3) (80 3) NCS 2
BEAM (46 50 1) (63 3) (78 3) NCS 1

BEAM 56 NA 10 NE 22 NCS 4
BEAM 57 NA 25 NE 8 NCS 4
BEAM 60 NA 41 NE 54 NCS 4
```

BEAM 61 NA 57 NE 38 NCS 4
 BEAM 64 NA 73 NE 86 NCS 4
 BEAM 65 NA 89 NE 70 NCS 4
 BEAM 66 NA 22 NE 35 NCS 4
 BEAM 67 NA 19 NE 38 NCS 4
 BEAM 68 NA 51 NE 70 NCS 4
 BEAM 69 NA 54 NE 67 NCS 4

SPRI (1 5 1) (2 2) (3 2) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (6 10 1) (13 3) (14 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (11 15 1) (13 3) (15 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (16 20 1) (29 3) (30 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (21 25 1) (29 3) (31 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (26 30 1) (45 3) (46 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (31 35 1) (45 3) (47 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (36 40 1) (61 3) (62 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (41 45 1) (61 3) (63 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59
 SPRI (46 50 1) (77 3) (78 3) DZ 1 CM 269302 YIEL 222.59

NODE (3 11 2) NREF (2 2) FIX KP
 NODE (14 26 3) NREF (13 3) FIX KP
 NODE (15 27 3) NREF (13 3) FIX KP
 NODE (30 42 3) NREF (29 3) FIX KP
 NODE (31 43 3) NREF (29 3) FIX KP
 NODE (46 58 3) NREF (45 3) FIX KP
 NODE (47 59 3) NREF (45 3) FIX KP
 NODE (62 74 3) NREF (61 3) FIX KP
 NODE (63 75 3) NREF (61 3) FIX KP
 NODE (78 90 3) NREF (77 3) FIX KP

NODE 1 FIX F
 NODE (12 92 16) FIX F

END

+PROG ASE urs:4
 HEAD ΤΥΧΗΜΑΤΙΚΗ
 ECHO FULL VAL FULL
 CTRL ITER 3
 SYST TYPE FRAM PROB TH3 ITER 100 TOL 0.0001
 LC 1 FACT 1.0
 ELLO FROM 6 TO 10 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
 ELLO FROM 16 TO 20 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
 ELLO FROM 26 TO 30 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
 ELLO FROM 36 TO 40 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
 ELLO FROM 46 TO 50 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
 NL NO 2 TYPE PX P1 13.05
 NL NO 4 TYPE PX P1 13.05
 NL NO 6 TYPE PX P1 13.05
 NL NO 8 TYPE PX P1 13.05
 NL NO 10 TYPE PX P1 13.05
 NSTR KMOD S1 KSV UL

END

ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 1'

ΠΛΗΡΗΣ ΦΟΡΕΑΣ-ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ


```
+PROG AQUA urs:1
HEAD PENTAWROFO
ECHO FULL VAL FULL
CTRL SDIV 2
NORM DC EC 30
STEE 1 S 235 SCM 1.0
SECT 1 MNO 1
PROF 1 HEB 280 ALPH 0
SECT 2 MNO 1
PROF 2 HEB 550 ALPH 0
END
```

```
+PROG GENF urs:2
```

```
HEAD PLAISIO PENTAWROFO
SYST FRAM
NODE 1 X 0 Y 0
NODE (2 10 2) (0 0) (-4 -3.5)
NODE (3 9 2) (0 0) (-4 -3.5)
NODE (11 15 1) (0 0) (-4 -3.5)
BEAM (1 5 1) (1 2) (2 2) NCS 2
```

```
NODE 16 X 6 Y 0
NODE (17 25 2) (6 0) (-4 -3.5)
NODE (18 24 2) (6 0) (-4 -3.5)
NODE (26 30 1) (6 0) (-4 -3.5)
BEAM (11 15 1) (16 2) (17 2) NCS 2
```

```
NODE 31 X 12 Y 0
NODE (32 40 2) (12 0) (-4 -3.5)
NODE (33 39 2) (12 0) (-4 -3.5)
NODE (41 45 1) (12 0) (-4 -3.5)
BEAM (21 25 1) (31 2) (32 2) NCS 2
```

```
NODE 46 X 18 Y 0
NODE (47 55 2) (18 0) (-4 -3.5)
NODE (48 54 2) (18 0) (-4 -3.5)
NODE (56 60 1) (18 0) (-4 -3.5)
BEAM (31 35 1) (46 2) (47 2) NCS 2
```

```
NODE 61 X 24 Y 0
NODE (62 70 2) (24 0) (-4 -3.5)
NODE (63 69 2) (24 0) (-4 -3.5)
NODE (71 75 1) (24 0) (-4 -3.5)
BEAM (41 45 1) (61 2) (62 2) NCS 2
```

```
NODE 76 X 30 Y 0
NODE (77 85 2) (30 0) (-4 -3.5)
NODE (78 84 2) (30 0) (-4 -3.5)
NODE (86 90 1) (30 0) (-4 -3.5)
BEAM (51 55 1) (76 2) (77 2) NCS 2
```

```
BEAM (6 46 10) (11 15) (26 15) NCS 1
BEAM (7 47 10) (12 15) (27 15) NCS 1
BEAM (8 48 10) (13 15) (28 15) NCS 1
BEAM (9 49 10) (14 15) (29 15) NCS 1
BEAM (10 50 10) (15 15) (30 15) NCS 1
```

```
SPRI (1 5 1) (11 1) (2 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (6 9 1) (11 1) (3 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
```

```

SPRI (10 14 1) (26 1) (17 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (15 18 1) (26 1) (18 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (19 23 1) (41 1) (32 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (24 27 1) (41 1) (33 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (28 32 1) (56 1) (47 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (33 36 1) (56 1) (48 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (37 41 1) (71 1) (62 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (42 45 1) (71 1) (63 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (46 50 1) (86 1) (77 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (51 54 1) (86 1) (78 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9

```

```

NODE (2 10 2) NREF (11 1) FIX KP
NODE (3 9 2) NREF (11 1) FIX KP
NODE (17 25 2) NREF (26 1) FIX KP
NODE (18 24 2) NREF (26 1) FIX KP
NODE (32 40 2) NREF (41 1) FIX KP
NODE (33 39 2) NREF (41 1) FIX KP
NODE (47 55 2) NREF (56 1) FIX KP
NODE (48 54 2) NREF (56 1) FIX KP
NODE (62 70 2) NREF (71 1) FIX KP
NODE (63 69 2) NREF (71 1) FIX KP
NODE (77 85 2) NREF (86 1) FIX KP
NODE (78 84 2) NREF (86 1) FIX KP

```

```

NODE (1 76 15) FIX F
END

```

```

+PROG ASE urs:4
HEAD 1.35G+1.5Q+ATELEIES
ECHO LOAD,DISP,FORC,REAC,NOST,ELEM VAL FULL
CTRL ITER 3
SYST FRAM PROB TH3 ITER 100 TOL 0.0001
LC 1 FACT 1.0
ELLO FROM 6 TO 10 TYPE PZ P 40.32 ETYP BEAM
ELLO FROM 16 TO 20 TYPE PZ P 40.32 ETYP BEAM
ELLO FROM 26 TO 30 TYPE PZ P 40.32 ETYP BEAM
ELLO FROM 36 TO 40 TYPE PZ P 40.32 ETYP BEAM
ELLO FROM 46 TO 50 TYPE PZ P 40.32 ETYP BEAM
NL (2 10 2) TYPE PX P1 24.2
NSTR KMOD S1 KSV UL

```

END

```

+PROG ASE urs:5
HEAD 1.00G+0.3Q
ECHO FULL VAL FULL
CTRL ITER 3
SYST FRAM PROB TH3 ITER 100 TOL 0.0001
LC 1 FACT 1.0
ELLO FROM 6 TO 10 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 16 TO 20 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 26 TO 30 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 36 TO 40 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 46 TO 50 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
NL (2 10 2) TYPE PX P1 13.05

```

```

NSTR KMOD S1 KSV UL

```

END

```

+PROG DYNA urs:6
HEAD EYRESH T KAI IDIOMORFWN
ECHO EIGE FULL

```

```

MASS -1
EIGE 10 LC 101 TYPE LANC
END

```

```

#DEFINE FASMA
LET#G1 1.00
LET#U1 1.00
LET#BO 2.5
LET#Q 1.5
LET#N 1.183
LET#A 0.24
LET#T1 0.15
LET#T2 0.6
LET#FM 0.25
LET#S #A*#G1*9.81
LET#SB #S*#N*#U1*#BO/#Q
LET#SM #S*#FM
LET#T3 #T2*(#SB/#SM)^1.5
#ENDDEF

```

```

+PROG DYNA urs:7
HEAD EX
EIGE 10 TYPE REST LC 101
#INCLUDE FASMA
LC 5 FACT 1.0
RESP SA #S SB #SB SMIN #SM TB #T1 TC #T2 TD #T3 K1 2/3 K2 0.001
ACCE 0 AX 1
EXTR TYPE BEAM STYP CQC MAX 80
END

```

```

+PROG AQB urs:8
HEAD ME SEISMO
CTRL AXIA 1
BEAM
LC 1 TYPE G1
  80 TYPE G1
COMB SUM LC1 1 1.0 80 1.0 LCST 3001
COMB SUM LC1 1 1.0 80 -1.0 LCST 3002
STRE SMOD K STYP FF
END

```

```

+PROG AQB urs:9
HEAD STATIKA FORTIA
CTRL AXIA 1
BEAM
LC 1 TYPE G1
STRE SMOD K STYP FF
END

```

ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ

```

+PROG AQUA urs:1
HEAD PENTAWROFO
ECHO FULL VAL FULL
CTRL SDIV 2
NORM DC EC 30
STEE 1 S 235 SCM 1.0
SECT 1 MNO 1
PROF 1 HEB 280 ALPH 0
SECT 2 MNO 1
PROF 2 HEB 550 ALPH 0
END

```

+PROG GENF urs:2

HEAD PLAISIO PENTAWROFO

SYST FRAM

NODE 1 X 0 Y 0

NODE (2 10 2) (0 0) (-4 -3.5)

NODE (3 9 2) (0 0) (-4 -3.5)

NODE (11 15 1) (0 0) (-4 -3.5)

BEAM (1 5 1) (1 2) (2 2) NCS 2

NODE 16 X 6 Y 0

NODE (17 25 2) (6 0) (-4 -3.5)

NODE (18 24 2) (6 0) (-4 -3.5)

NODE (26 30 1) (6 0) (-4 -3.5)

BEAM (11 15 1) (16 2) (17 2) NCS 2

NODE 31 X 12 Y 0

NODE (32 40 2) (12 0) (-4 -3.5)

NODE (33 39 2) (12 0) (-4 -3.5)

NODE (41 45 1) (12 0) (-4 -3.5)

BEAM (22 25 1) (33 2) (34 2) NCS 2

NODE 46 X 18 Y 0

NODE (47 55 2) (18 0) (-4 -3.5)

NODE (48 54 2) (18 0) (-4 -3.5)

NODE (56 60 1) (18 0) (-4 -3.5)

BEAM (31 35 1) (46 2) (47 2) NCS 2

NODE 61 X 24 Y 0

NODE (62 70 2) (24 0) (-4 -3.5)

NODE (63 69 2) (24 0) (-4 -3.5)

NODE (71 75 1) (24 0) (-4 -3.5)

BEAM (41 45 1) (61 2) (62 2) NCS 2

NODE 76 X 30 Y 0

NODE (77 85 2) (30 0) (-4 -3.5)

NODE (78 84 2) (30 0) (-4 -3.5)

NODE (86 90 1) (30 0) (-4 -3.5)

BEAM (51 55 1) (76 2) (77 2) NCS 2

BEAM (6 46 10) (11 15) (26 15) NCS 1

BEAM (7 47 10) (12 15) (27 15) NCS 1

BEAM (8 48 10) (13 15) (28 15) NCS 1

BEAM (9 49 10) (14 15) (29 15) NCS 1

BEAM (10 50 10) (15 15) (30 15) NCS 1

SPRI (1 5 1) (11 1) (2 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9

SPRI (6 9 1) (11 1) (3 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9

SPRI (10 14 1) (26 1) (17 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9

SPRI (15 18 1) (26 1) (18 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9

SPRI (19 23 1) (41 1) (32 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9

SPRI (24 27 1) (41 1) (33 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9

SPRI (28 32 1) (56 1) (47 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9

SPRI (33 36 1) (56 1) (48 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9

SPRI (37 41 1) (71 1) (62 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9

SPRI (42 45 1) (71 1) (63 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9

SPRI (46 50 1) (86 1) (77 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9

SPRI (51 54 1) (86 1) (78 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9

```

NODE (2 10 2) NREF (11 1) FIX KP
NODE (3 9 2) NREF (11 1) FIX KP
NODE (17 25 2) NREF (26 1) FIX KP
NODE (18 24 2) NREF (26 1) FIX KP
NODE (32 40 2) NREF (41 1) FIX KP
NODE (33 39 2) NREF (41 1) FIX KP
NODE (47 55 2) NREF (56 1) FIX KP
NODE (48 54 2) NREF (56 1) FIX KP
NODE (62 70 2) NREF (71 1) FIX KP
NODE (63 69 2) NREF (71 1) FIX KP
NODE (77 85 2) NREF (86 1) FIX KP
NODE (78 84 2) NREF (86 1) FIX KP

```

```

NODE (1 76 15) FIX F
END

```

```

+PROG ASE urs:5
HEAD 1.00G+0.3Q
ECHO FULL VAL FULL
CTRL ITER 3
SYST FRAM PROB TH3 ITER 100 TOL 0.0001
LC 1 FACT 3
ELLO FROM 6 TO 10 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 16 TO 20 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 26 TO 30 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 36 TO 40 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 46 TO 50 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
NL (2 10 2) TYPE PX P1 13.05

```

```

NSTR KMOD S1 KSV UL

```

```

END

```

ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΑΚΡΑΙΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ

```

+PROG AQUA urs:1
HEAD PENTAWROFO
ECHO FULL VAL FULL
CTRL SDIV 2
NORM DC EC 30
STEE 1 S 235 SCM 1.0
SECT 1 MNO 1
PROF 1 HEB 280 ALPH 0
SECT 2 MNO 1
PROF 2 HEB 550 ALPH 0
END

```

```

+PROG GENF urs:2

```

```

HEAD PLAISIO PENTAWROFO
SYST FRAM
NODE 1 X 0 Y 0
NODE (2 10 2) (0 0) (-4 -3.5)
NODE (3 9 2) (0 0) (-4 -3.5)
NODE (11 15 1) (0 0) (-4 -3.5)
BEAM (2 5 1) (3 2) (4 2) NCS 2

```

```

NODE 16 X 6 Y 0
NODE (17 25 2) (6 0) (-4 -3.5)
NODE (18 24 2) (6 0) (-4 -3.5)

```

NODE (26 30 1) (6 0) (-4 -3.5)
 BEAM (11 15 1) (16 2) (17 2) NCS 2

NODE 31 X 12 Y 0
 NODE (32 40 2) (12 0) (-4 -3.5)
 NODE (33 39 2) (12 0) (-4 -3.5)
 NODE (41 45 1) (12 0) (-4 -3.5)
 BEAM (21 25 1) (31 2) (32 2) NCS 2

NODE 46 X 18 Y 0
 NODE (47 55 2) (18 0) (-4 -3.5)
 NODE (48 54 2) (18 0) (-4 -3.5)
 NODE (56 60 1) (18 0) (-4 -3.5)
 BEAM (31 35 1) (46 2) (47 2) NCS 2

NODE 61 X 24 Y 0
 NODE (62 70 2) (24 0) (-4 -3.5)
 NODE (63 69 2) (24 0) (-4 -3.5)
 NODE (71 75 1) (24 0) (-4 -3.5)
 BEAM (41 45 1) (61 2) (62 2) NCS 2

NODE 76 X 30 Y 0
 NODE (77 85 2) (30 0) (-4 -3.5)
 NODE (78 84 2) (30 0) (-4 -3.5)
 NODE (86 90 1) (30 0) (-4 -3.5)
 BEAM (51 55 1) (76 2) (77 2) NCS 2

BEAM (6 46 10) (11 15) (26 15) NCS 1
 BEAM (7 47 10) (12 15) (27 15) NCS 1
 BEAM (8 48 10) (13 15) (28 15) NCS 1
 BEAM (9 49 10) (14 15) (29 15) NCS 1
 BEAM (10 50 10) (15 15) (30 15) NCS 1

SPRI (1 5 1) (11 1) (2 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
 SPRI (6 9 1) (11 1) (3 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
 SPRI (10 14 1) (26 1) (17 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
 SPRI (15 18 1) (26 1) (18 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
 SPRI (19 23 1) (41 1) (32 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
 SPRI (24 27 1) (41 1) (33 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
 SPRI (28 32 1) (56 1) (47 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
 SPRI (33 36 1) (56 1) (48 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
 SPRI (37 41 1) (71 1) (62 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
 SPRI (42 45 1) (71 1) (63 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
 SPRI (46 50 1) (86 1) (77 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
 SPRI (51 54 1) (86 1) (78 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9

NODE (2 10 2) NREF (11 1) FIX KP
 NODE (3 9 2) NREF (11 1) FIX KP
 NODE (17 25 2) NREF (26 1) FIX KP
 NODE (18 24 2) NREF (26 1) FIX KP
 NODE (32 40 2) NREF (41 1) FIX KP
 NODE (33 39 2) NREF (41 1) FIX KP
 NODE (47 55 2) NREF (56 1) FIX KP
 NODE (48 54 2) NREF (56 1) FIX KP
 NODE (62 70 2) NREF (71 1) FIX KP
 NODE (63 69 2) NREF (71 1) FIX KP
 NODE (77 85 2) NREF (86 1) FIX KP
 NODE (78 84 2) NREF (86 1) FIX KP

NODE (1 76 15) FIX F

END

```
+PROG ASE urs:5
HEAD 1.00G+0.3Q
ECHO FULL VAL FULL
CTRL ITER 3
SYST FRAM PROB TH3 ITER 100 TOL 0.0001
LC 1 FACT 2
ELLO FROM 6 TO 10 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 16 TO 20 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 26 TO 30 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 36 TO 40 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 46 TO 50 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
NL (2 10 2) TYPE PX P1 13.05
```

NSTR KMOD S1 KSV UL

END

ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 2'

ΠΛΗΡΗΣ ΦΟΡΕΑΣ-ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ

```
+PROG AQUA urs:1
HEAD PENTAWROFO
ECHO FULL VAL FULL
CTRL SDIV 2
NORM DC EC 30
STEE 1 S 235 SCM 1.0
SECT 1 MNO 1
PROF 1 HEB 280 ALPH 0
SECT 2 MNO 1
PROF 2 HEB 550 ALPH 0
SECT 3 MNO 1
PROF 3 SH 140 140 8 ALPH 0
END
```

+PROG GENF urs:2

```
HEAD PLAISIO PENTAWROFO
SYST FRAM
NODE 1 X 0 Y 0
NODE (2 10 2) (0 0) (-4 -3.5)
NODE (3 9 2) (0 0) (-4 -3.5)
NODE (11 15 1) (0 0) (-4 -3.5)
BEAM (1 5 1) (1 2) (2 2) NCS 2
```

```
NODE 16 X 6 Y 0
NODE (17 25 2) (6 0) (-4 -3.5)
NODE (18 24 2) (6 0) (-4 -3.5)
NODE (26 30 1) (6 0) (-4 -3.5)
BEAM (11 15 1) (16 2) (17 2) NCS 2
```

```

NODE 31 X 12 Y 0
NODE (32 40 2) (12 0) (-4 -3.5)
NODE (33 39 2) (12 0) (-4 -3.5)
NODE (41 45 1) (12 0) (-4 -3.5)
BEAM (21 25 1) (31 2) (32 2) NCS 2

NODE 46 X 18 Y 0
NODE (47 55 2) (18 0) (-4 -3.5)
NODE (48 54 2) (18 0) (-4 -3.5)
NODE (56 60 1) (18 0) (-4 -3.5)
BEAM (31 35 1) (46 2) (47 2) NCS 2

NODE 61 X 24 Y 0
NODE (62 70 2) (24 0) (-4 -3.5)
NODE (63 69 2) (24 0) (-4 -3.5)
NODE (71 75 1) (24 0) (-4 -3.5)
BEAM (41 45 1) (61 2) (62 2) NCS 2

NODE 76 X 30 Y 0
NODE (77 85 2) (30 0) (-4 -3.5)
NODE (78 84 2) (30 0) (-4 -3.5)
NODE (86 90 1) (30 0) (-4 -3.5)
BEAM (51 55 1) (76 2) (77 2) NCS 2

BEAM (6 46 10) (11 15) (26 15) NCS 1
BEAM (7 47 10) (12 15) (27 15) NCS 1
BEAM (8 48 10) (13 15) (28 15) NCS 1
BEAM (9 49 10) (14 15) (29 15) NCS 1
BEAM (10 50 10) (15 15) (30 15) NCS 1

SPRI (1 5 1) (11 1) (2 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (6 9 1) (11 1) (3 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (10 14 1) (26 1) (17 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (15 18 1) (26 1) (18 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (19 23 1) (41 1) (32 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (24 27 1) (41 1) (33 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (28 32 1) (56 1) (47 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (33 36 1) (56 1) (48 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (37 41 1) (71 1) (62 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (42 45 1) (71 1) (63 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (46 50 1) (86 1) (77 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (51 54 1) (86 1) (78 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9

NODE (2 10 2) NREF (11 1) FIX KP
NODE (3 9 2) NREF (11 1) FIX KP
NODE (17 25 2) NREF (26 1) FIX KP
NODE (18 24 2) NREF (26 1) FIX KP
NODE (32 40 2) NREF (41 1) FIX KP
NODE (33 39 2) NREF (41 1) FIX KP
NODE (47 55 2) NREF (56 1) FIX KP
NODE (48 54 2) NREF (56 1) FIX KP
NODE (62 70 2) NREF (71 1) FIX KP
NODE (63 69 2) NREF (71 1) FIX KP
NODE (77 85 2) NREF (86 1) FIX KP
NODE (78 84 2) NREF (86 1) FIX KP

BEAM (56 60 1) (14 15) (30 15) NCS 3
BEAM (61 65 1) (15 15) (29 15) NCS 3

NODE (1 76 15) FIX F
END

```



```
+PROG ASE urs:4
HEAD 1.35G+1.5Q+ATELEIES
ECHO LOAD,DISP,FORC,REAC,NOST,ELEM VAL FULL
CTRL ITER 3
SYST FRAM PROB TH3 ITER 100 TOL 0.0001
LC 1 FACT 1.0
ELLO FROM 6 TO 10 TYPE PZ P 40.32 ETYP BEAM
ELLO FROM 16 TO 20 TYPE PZ P 40.32 ETYP BEAM
ELLO FROM 26 TO 30 TYPE PZ P 40.32 ETYP BEAM
ELLO FROM 36 TO 40 TYPE PZ P 40.32 ETYP BEAM
ELLO FROM 46 TO 50 TYPE PZ P 40.32 ETYP BEAM
NL (2 10 2) TYPE PX P1 24.2
NSTR KMOD S1 KSV UL
```

END

```
+PROG ASE urs:5
HEAD 1.00G+0.3Q
ECHO FULL VAL FULL
CTRL ITER 3
SYST FRAM PROB TH3 ITER 100 TOL 0.0001
LC 1 FACT 1.0
ELLO FROM 6 TO 10 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 16 TO 20 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 26 TO 30 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 36 TO 40 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 46 TO 50 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
NL (2 10 2) TYPE PX P1 13.05
```

NSTR KMOD S1 KSV UL

END

```
+PROG DYNA urs:6
HEAD EYRESH T KAI IDIOMORFWN
ECHO EIGE FULL
MASS -1
EIGE 10 LC 101 TYPE LANC
END
```

```
#DEFINE FASMA
LET#G1 1.00
LET#U1 1.00
LET#BO 2.5
LET#Q 1.5
LET#N 1.183
LET#A 0.24
LET#T1 0.15
LET#T2 0.6
LET#FM 0.25
LET#S #A*#G1*9.81
LET#SB #S*#N*#U1*#BO/#Q
LET#SM #S*#FM
LET#T3 #T2*(#SB/#SM)^1.5
#ENDDF
```

```
+PROG DYNA urs:7
HEAD EX
EIGE 10 TYPE REST LC 101
#include FASMA
LC 5 FACT 1.0
RESP SA #S SB #SB SMIN #SM TB #T1 TC #T2 TD #T3 K1 2/3 K2 0.001
ACCE 0 AX 1
```

```
EXTR TYPE BEAM STYP CQC MAX 80
END
```

```
+PROG AQB urs:8
HEAD ME SEISMO
CTRL AXIA 1
BEAM
LC 1 TYPE G1
      80 TYPE G1
COMB SUM LC1 1 1.0 80 1.0 LCST 3001
COMB SUM LC1 1 1.0 80 -1.0 LCST 3002
STRE SMOD K STYP FF
END
```

```
+PROG AQB
HEAD STATIKA FORTIA
CTRL AXIA 1
BEAM
LC 1 TYPE G1
STRE SMOD K STYP FF
END
```

ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ

```
+PROG AQUA urs:1
HEAD PENTAWROFO
ECHO FULL VAL FULL
CTRL SDIV 2
NORM DC EC 30
STEE 1 S 235 SCM 1.0
SECT 1 MNO 1
PROF 1 HEB 280 ALPH 0
SECT 2 MNO 1
PROF 2 HEB 550 ALPH 0
SECT 3 MNO 1
PROF 3 SH 140 140 8 ALPH 0
END
```

```
+PROG GENF urs:2

HEAD PLAISIO PENTAWROFO
SYST FRAM
NODE 1 X 0 Y 0
NODE (2 10 2) (0 0) (-4 -3.5)
NODE (3 9 2) (0 0) (-4 -3.5)
NODE (11 15 1) (0 0) (-4 -3.5)
BEAM (1 5 1) (1 2) (2 2) NCS 2
```

```
NODE 16 X 6 Y 0
NODE (17 25 2) (6 0) (-4 -3.5)
NODE (18 24 2) (6 0) (-4 -3.5)
NODE (26 30 1) (6 0) (-4 -3.5)
BEAM (11 15 1) (16 2) (17 2) NCS 2
```

```
NODE 31 X 12 Y 0
NODE (32 40 2) (12 0) (-4 -3.5)
NODE (33 39 2) (12 0) (-4 -3.5)
NODE (41 45 1) (12 0) (-4 -3.5)
BEAM (22 25 1) (33 2) (34 2) NCS 2
```

```

NODE 46 X 18 Y 0
NODE (47 55 2) (18 0) (-4 -3.5)
NODE (48 54 2) (18 0) (-4 -3.5)
NODE (56 60 1) (18 0) (-4 -3.5)
BEAM (31 35 1) (46 2) (47 2) NCS 2

NODE 61 X 24 Y 0
NODE (62 70 2) (24 0) (-4 -3.5)
NODE (63 69 2) (24 0) (-4 -3.5)
NODE (71 75 1) (24 0) (-4 -3.5)
BEAM (41 45 1) (61 2) (62 2) NCS 2

NODE 76 X 30 Y 0
NODE (77 85 2) (30 0) (-4 -3.5)
NODE (78 84 2) (30 0) (-4 -3.5)
NODE (86 90 1) (30 0) (-4 -3.5)
BEAM (51 55 1) (76 2) (77 2) NCS 2

BEAM (6 46 10) (11 15) (26 15) NCS 1
BEAM (7 47 10) (12 15) (27 15) NCS 1
BEAM (8 48 10) (13 15) (28 15) NCS 1
BEAM (9 49 10) (14 15) (29 15) NCS 1
BEAM (10 50 10) (15 15) (30 15) NCS 1

BEAM (56 60 1) (14 15) (30 15) NCS 3
BEAM (61 65 1) (15 15) (29 15) NCS 3

SPRI (1 5 1) (11 1) (2 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (6 9 1) (11 1) (3 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (10 14 1) (26 1) (17 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (15 18 1) (26 1) (18 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (19 23 1) (41 1) (32 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (24 27 1) (41 1) (33 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (28 32 1) (56 1) (47 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (33 36 1) (56 1) (48 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (37 41 1) (71 1) (62 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (42 45 1) (71 1) (63 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (46 50 1) (86 1) (77 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (51 54 1) (86 1) (78 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9

NODE (2 10 2) NREF (11 1) FIX KP
NODE (3 9 2) NREF (11 1) FIX KP
NODE (17 25 2) NREF (26 1) FIX KP
NODE (18 24 2) NREF (26 1) FIX KP
NODE (32 40 2) NREF (41 1) FIX KP
NODE (33 39 2) NREF (41 1) FIX KP
NODE (47 55 2) NREF (56 1) FIX KP
NODE (48 54 2) NREF (56 1) FIX KP
NODE (62 70 2) NREF (71 1) FIX KP
NODE (63 69 2) NREF (71 1) FIX KP
NODE (77 85 2) NREF (86 1) FIX KP
NODE (78 84 2) NREF (86 1) FIX KP

NODE (1 76 15) FIX F

END

+PROG ASE urs:5
HEAD 1.00G+0.3Q
ECHO FULL VAL FULL

```

```

CTRL ITER 3
SYST FRAM PROB TH3 ITER 100 TOL 0.0001
LC 1 FACT 3
ELLO FROM 6 TO 10 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 16 TO 20 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 26 TO 30 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 36 TO 40 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 46 TO 50 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
NL (2 10 2) TYPE PX P1 13.05

NSTR KMOD S1 KSV UL

END

```

ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΑΚΡΑΙΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ

```

+PROG AQUA urs:1
HEAD PENTAWROFO
ECHO FULL VAL FULL
CTRL SDIV 2
NORM DC EC 30
STEE 1 S 235 SCM 1.0
SECT 1 MNO 1
PROF 1 HEB 280 ALPH 0
SECT 2 MNO 1
PROF 2 HEB 550 ALPH 0
SECT 3 MNO 1
PROF 3 SH 140 140 8 ALPH 0
END

+PROG GENF urs:2

HEAD PLAISIO PENTAWROFO
SYST FRAM
NODE 1 X 0 Y 0
NODE (2 10 2) (0 0) (-4 -3.5)
NODE (3 9 2) (0 0) (-4 -3.5)
NODE (11 15 1) (0 0) (-4 -3.5)
BEAM (2 5 1) (3 2) (4 2) NCS 2

NODE 16 X 6 Y 0
NODE (17 25 2) (6 0) (-4 -3.5)
NODE (18 24 2) (6 0) (-4 -3.5)
NODE (26 30 1) (6 0) (-4 -3.5)
BEAM (11 15 1) (16 2) (17 2) NCS 2

NODE 31 X 12 Y 0
NODE (32 40 2) (12 0) (-4 -3.5)
NODE (33 39 2) (12 0) (-4 -3.5)
NODE (41 45 1) (12 0) (-4 -3.5)
BEAM (21 25 1) (31 2) (32 2) NCS 2

NODE 46 X 18 Y 0
NODE (47 55 2) (18 0) (-4 -3.5)
NODE (48 54 2) (18 0) (-4 -3.5)
NODE (56 60 1) (18 0) (-4 -3.5)
BEAM (31 35 1) (46 2) (47 2) NCS 2

```

```

NODE 61 X 24 Y 0
NODE (62 70 2) (24 0) (-4 -3.5)
NODE (63 69 2) (24 0) (-4 -3.5)
NODE (71 75 1) (24 0) (-4 -3.5)
BEAM (41 45 1) (61 2) (62 2) NCS 2

NODE 76 X 30 Y 0
NODE (77 85 2) (30 0) (-4 -3.5)
NODE (78 84 2) (30 0) (-4 -3.5)
NODE (86 90 1) (30 0) (-4 -3.5)
BEAM (51 55 1) (76 2) (77 2) NCS 2

BEAM (6 46 10) (11 15) (26 15) NCS 1
BEAM (7 47 10) (12 15) (27 15) NCS 1
BEAM (8 48 10) (13 15) (28 15) NCS 1
BEAM (9 49 10) (14 15) (29 15) NCS 1
BEAM (10 50 10) (15 15) (30 15) NCS 1

BEAM (56 60 1) (14 15) (30 15) NCS 3
BEAM (61 65 1) (15 15) (29 15) NCS 3

SPRI (1 5 1) (11 1) (2 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (6 9 1) (11 1) (3 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (10 14 1) (26 1) (17 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (15 18 1) (26 1) (18 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (19 23 1) (41 1) (32 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (24 27 1) (41 1) (33 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (28 32 1) (56 1) (47 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (33 36 1) (56 1) (48 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (37 41 1) (71 1) (62 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (42 45 1) (71 1) (63 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (46 50 1) (86 1) (77 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (51 54 1) (86 1) (78 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9

NODE (2 10 2) NREF (11 1) FIX KP
NODE (3 9 2) NREF (11 1) FIX KP
NODE (17 25 2) NREF (26 1) FIX KP
NODE (18 24 2) NREF (26 1) FIX KP
NODE (32 40 2) NREF (41 1) FIX KP
NODE (33 39 2) NREF (41 1) FIX KP
NODE (47 55 2) NREF (56 1) FIX KP
NODE (48 54 2) NREF (56 1) FIX KP
NODE (62 70 2) NREF (71 1) FIX KP
NODE (63 69 2) NREF (71 1) FIX KP
NODE (77 85 2) NREF (86 1) FIX KP
NODE (78 84 2) NREF (86 1) FIX KP

NODE (1 76 15) FIX F

END

+PROG ASE urs:5
HEAD 1.00G+0.3Q
ECHO FULL VAL FULL
CTRL ITER 3
SYST FRAM PROB TH3 ITER 100 TOL 0.0001
LC 1 FACT 6
ELLO FROM 6 TO 10 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 16 TO 20 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 26 TO 30 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 36 TO 40 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM

```

ELLO FROM 46 TO 50 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
NL (2 10 2) TYPE PX P1 13.05

NSTR KMOD S1 KSV UL

END

ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 3'

ΠΛΗΡΗΣ ΦΟΡΕΑΣ-ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ

```
+PROG AQUA urs:1
HEAD PENTAWROFO
ECHO FULL VAL FULL
CTRL SDIV 2
NORM DC EC 30
STEE 1 S 235 SCM 1.0
SECT 1 MNO 1
PROF 1 HEB 280 ALPH 0
SECT 2 MNO 1
PROF 2 HEB 550 ALPH 0
SECT 3 MNO 1
PROF 3 SH 140 140 8 ALPH 0
END
```

```
+PROG GENF urs:2
```

```
HEAD PLAISIO PENTAWROFO
SYST FRAM
NODE 1 X 0 Y 0
NODE (2 10 2) (0 0) (-4 -3.5)
NODE (3 9 2) (0 0) (-4 -3.5)
NODE (11 15 1) (0 0) (-4 -3.5)
BEAM (1 5 1) (1 2) (2 2) NCS 2
```

```
NODE 16 X 6 Y 0
NODE (17 25 2) (6 0) (-4 -3.5)
NODE (18 24 2) (6 0) (-4 -3.5)
NODE (26 30 1) (6 0) (-4 -3.5)
BEAM (11 15 1) (16 2) (17 2) NCS 2
```

```
NODE 31 X 12 Y 0
NODE (32 40 2) (12 0) (-4 -3.5)
NODE (33 39 2) (12 0) (-4 -3.5)
NODE (41 45 1) (12 0) (-4 -3.5)
BEAM (21 25 1) (31 2) (32 2) NCS 2
```

```
NODE 46 X 18 Y 0
NODE (47 55 2) (18 0) (-4 -3.5)
NODE (48 54 2) (18 0) (-4 -3.5)
NODE (56 60 1) (18 0) (-4 -3.5)
BEAM (31 35 1) (46 2) (47 2) NCS 2
```

```
NODE 61 X 24 Y 0
NODE (62 70 2) (24 0) (-4 -3.5)
NODE (63 69 2) (24 0) (-4 -3.5)
NODE (71 75 1) (24 0) (-4 -3.5)
```

BEAM (41 45 1) (61 2) (62 2) NCS 2

NODE 76 X 30 Y 0

NODE (77 85 2) (30 0) (-4 -3.5)

NODE (78 84 2) (30 0) (-4 -3.5)

NODE (86 90 1) (30 0) (-4 -3.5)

BEAM (51 55 1) (76 2) (77 2) NCS 2

BEAM (6 46 10) (11 15) (26 15) NCS 1

BEAM (7 47 10) (12 15) (27 15) NCS 1

BEAM (8 48 10) (13 15) (28 15) NCS 1

BEAM (9 49 10) (14 15) (29 15) NCS 1

BEAM (10 50 10) (15 15) (30 15) NCS 1

BEAM (56 58 1) (14 30) (30 30) NCS 3

BEAM (59 61 1) (15 30) (29 30) NCS 3

SPRI (1 5 1) (11 1) (2 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9

SPRI (6 9 1) (11 1) (3 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9

SPRI (10 14 1) (26 1) (17 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9

SPRI (15 18 1) (26 1) (18 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9

SPRI (19 23 1) (41 1) (32 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9

SPRI (24 27 1) (41 1) (33 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9

SPRI (28 32 1) (56 1) (47 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9

SPRI (33 36 1) (56 1) (48 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9

SPRI (37 41 1) (71 1) (62 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9

SPRI (42 45 1) (71 1) (63 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9

SPRI (46 50 1) (86 1) (77 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9

SPRI (51 54 1) (86 1) (78 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9

NODE (2 10 2) NREF (11 1) FIX KP

NODE (3 9 2) NREF (11 1) FIX KP

NODE (17 25 2) NREF (26 1) FIX KP

NODE (18 24 2) NREF (26 1) FIX KP

NODE (32 40 2) NREF (41 1) FIX KP

NODE (33 39 2) NREF (41 1) FIX KP

NODE (47 55 2) NREF (56 1) FIX KP

NODE (48 54 2) NREF (56 1) FIX KP

NODE (62 70 2) NREF (71 1) FIX KP

NODE (63 69 2) NREF (71 1) FIX KP

NODE (77 85 2) NREF (86 1) FIX KP

NODE (78 84 2) NREF (86 1) FIX KP

NODE (1 76 15) FIX F

END

+PROG ASE urs:4

HEAD 1.35G+1.5Q+ATELEIES

ECHO LOAD,DISP,FORC,REAC,NOST,ELEM VAL FULL

CTRL ITER 3

SYST FRAM PROB TH3 ITER 100 TOL 0.0001

LC 1 FACT 1.0

ELLO FROM 6 TO 10 TYPE PZ P 40.32 ETYP BEAM

ELLO FROM 16 TO 20 TYPE PZ P 40.32 ETYP BEAM

ELLO FROM 26 TO 30 TYPE PZ P 40.32 ETYP BEAM

ELLO FROM 36 TO 40 TYPE PZ P 40.32 ETYP BEAM

ELLO FROM 46 TO 50 TYPE PZ P 40.32 ETYP BEAM

NL (2 10 2) TYPE PX P1 24.2

NSTR KMOD S1 KSV UL

END

```
+PROG ASE urs:5
HEAD 1.00G+0.3Q
ECHO FULL VAL FULL
CTRL ITER 3
SYST FRAM PROB TH3 ITER 100 TOL 0.0001
LC 1 FACT 1.0
ELLO FROM 6 TO 10 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 16 TO 20 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 26 TO 30 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 36 TO 40 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 46 TO 50 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
NL (2 10 2) TYPE PX P1 13.05
```

NSTR KMOD S1 KSV UL

END

```
+PROG DYNA urs:6
HEAD EYRESH T KAI IDIOMORFWN
ECHO EIGE FULL
MASS -1
EIGE 10 LC 101 TYPE LANC
END
```

```
#DEFINE FASMA
LET#G1 1.00
LET#U1 1.00
LET#BO 2.5
LET#Q 1.5
LET#N 1.183
LET#A 0.24
LET#T1 0.15
LET#T2 0.6
LET#FM 0.25
LET#S #A*#G1*9.81
LET#SB #S*#N*#U1*#BO/#Q
LET#SM #S*#FM
LET#T3 #T2*(#SB/#SM)^1.5
#ENDDEF
```

```
+PROG DYNA urs:7
HEAD EX
EIGE 10 TYPE REST LC 101
#include FASMA
LC 5 FACT 1.0
RESP SA #S SB #SB SMIN #SM TB #T1 TC #T2 TD #T3 K1 2/3 K2 0.001
ACCE 0 AX 1
EXTR TYPE BEAM STYP CQC MAX 80
END
```

```
+PROG AQB urs:8
HEAD ME SEISMO
CTRL AXIA 1
BEAM
LC 1 TYPE G1
80 TYPE G1
COMB SUM LC1 1 1.0 80 1.0 LCST 3001
COMB SUM LC1 1 1.0 80 -1.0 LCST 3002
STRE SMOD K STYP FF
END
```

+PROG AQB


```
HEAD STATIKA FORTIA
CTRL AXIA 1
BEAM
LC 1 TYPE G1
STRE SMOD K STYP FF
END
```

ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ

```
+PROG AQUA urs:1
HEAD PENTAWROFO
ECHO FULL VAL FULL
CTRL SDIV 2
NORM DC EC 30
STEE 1 S 235 SCM 1.0
SECT 1 MNO 1
PROF 1 HEB 280 ALPH 0
SECT 2 MNO 1
PROF 2 HEB 550 ALPH 0
SECT 3 MNO 1
PROF 3 SH 140 140 8 ALPH 0
END
```

```
+PROG GENF urs:2
```

```
HEAD PLAISIO PENTAWROFO
SYST FRAM
NODE 1 X 0 Y 0
NODE (2 10 2) (0 0) (-4 -3.5)
NODE (3 9 2) (0 0) (-4 -3.5)
NODE (11 15 1) (0 0) (-4 -3.5)
BEAM (1 5 1) (1 2) (2 2) NCS 2
```

```
NODE 16 X 6 Y 0
NODE (17 25 2) (6 0) (-4 -3.5)
NODE (18 24 2) (6 0) (-4 -3.5)
NODE (26 30 1) (6 0) (-4 -3.5)
BEAM (11 15 1) (16 2) (17 2) NCS 2
```

```
NODE 31 X 12 Y 0
NODE (32 40 2) (12 0) (-4 -3.5)
NODE (33 39 2) (12 0) (-4 -3.5)
NODE (41 45 1) (12 0) (-4 -3.5)
BEAM (22 25 1) (33 2) (34 2) NCS 2
```

```
NODE 46 X 18 Y 0
NODE (47 55 2) (18 0) (-4 -3.5)
NODE (48 54 2) (18 0) (-4 -3.5)
NODE (56 60 1) (18 0) (-4 -3.5)
BEAM (31 35 1) (46 2) (47 2) NCS 2
```

```
NODE 61 X 24 Y 0
NODE (62 70 2) (24 0) (-4 -3.5)
NODE (63 69 2) (24 0) (-4 -3.5)
NODE (71 75 1) (24 0) (-4 -3.5)
BEAM (41 45 1) (61 2) (62 2) NCS 2
```

```

NODE 76 X 30 Y 0
NODE (77 85 2) (30 0) (-4 -3.5)
NODE (78 84 2) (30 0) (-4 -3.5)
NODE (86 90 1) (30 0) (-4 -3.5)
BEAM (51 55 1) (76 2) (77 2) NCS 2

BEAM (6 46 10) (11 15) (26 15) NCS 1
BEAM (7 47 10) (12 15) (27 15) NCS 1
BEAM (8 48 10) (13 15) (28 15) NCS 1
BEAM (9 49 10) (14 15) (29 15) NCS 1
BEAM (10 50 10) (15 15) (30 15) NCS 1

BEAM (56 58 1) (14 30) (30 30) NCS 3
BEAM (59 61 1) (15 30) (29 30) NCS 3

SPRI (1 5 1) (11 1) (2 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (6 9 1) (11 1) (3 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (10 14 1) (26 1) (17 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (15 18 1) (26 1) (18 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (19 23 1) (41 1) (32 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (24 27 1) (41 1) (33 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (28 32 1) (56 1) (47 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (33 36 1) (56 1) (48 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (37 41 1) (71 1) (62 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (42 45 1) (71 1) (63 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (46 50 1) (86 1) (77 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (51 54 1) (86 1) (78 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9

NODE (2 10 2) NREF (11 1) FIX KP
NODE (3 9 2) NREF (11 1) FIX KP
NODE (17 25 2) NREF (26 1) FIX KP
NODE (18 24 2) NREF (26 1) FIX KP
NODE (32 40 2) NREF (41 1) FIX KP
NODE (33 39 2) NREF (41 1) FIX KP
NODE (47 55 2) NREF (56 1) FIX KP
NODE (48 54 2) NREF (56 1) FIX KP
NODE (62 70 2) NREF (71 1) FIX KP
NODE (63 69 2) NREF (71 1) FIX KP
NODE (77 85 2) NREF (86 1) FIX KP
NODE (78 84 2) NREF (86 1) FIX KP

NODE (1 76 15) FIX F
END

+PROG ASE urs:5
HEAD 1.00G+0.3Q
ECHO FULL VAL FULL
CTRL ITER 3
SYST FRAM PROB TH3 ITER 100 TOL 0.0001
LC 1 FACT 3
ELLO FROM 6 TO 10 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 16 TO 20 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 26 TO 30 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 36 TO 40 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 46 TO 50 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
NL (2 10 2) TYPE PX P1 13.05

NSTR KMOD S1 KSV UL

END

```

ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΑΚΡΑΙΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ

```
+PROG AQUA urs:1
HEAD PENTAWROFO
ECHO FULL VAL FULL
CTRL SDIV 2
NORM DC EC 30
STEE 1 S 235 SCM 1.0
SECT 1 MNO 1
PROF 1 HEB 280 ALPH 0
SECT 2 MNO 1
PROF 2 HEB 550 ALPH 0
SECT 3 MNO 1
PROF 3 SH 140 140 8 ALPH 0
END

+PROG GENF urs:2

HEAD PLAISIO PENTAWROFO
SYST FRAM
NODE 1 X 0 Y 0
NODE (2 10 2) (0 0) (-4 -3.5)
NODE (3 9 2) (0 0) (-4 -3.5)
NODE (11 15 1) (0 0) (-4 -3.5)
BEAM (2 5 1) (3 2) (4 2) NCS 2

NODE 16 X 6 Y 0
NODE (17 25 2) (6 0) (-4 -3.5)
NODE (18 24 2) (6 0) (-4 -3.5)
NODE (26 30 1) (6 0) (-4 -3.5)
BEAM (11 15 1) (16 2) (17 2) NCS 2

NODE 31 X 12 Y 0
NODE (32 40 2) (12 0) (-4 -3.5)
NODE (33 39 2) (12 0) (-4 -3.5)
NODE (41 45 1) (12 0) (-4 -3.5)
BEAM (21 25 1) (31 2) (32 2) NCS 2

NODE 46 X 18 Y 0
NODE (47 55 2) (18 0) (-4 -3.5)
NODE (48 54 2) (18 0) (-4 -3.5)
NODE (56 60 1) (18 0) (-4 -3.5)
BEAM (31 35 1) (46 2) (47 2) NCS 2

NODE 61 X 24 Y 0
NODE (62 70 2) (24 0) (-4 -3.5)
NODE (63 69 2) (24 0) (-4 -3.5)
NODE (71 75 1) (24 0) (-4 -3.5)
BEAM (41 45 1) (61 2) (62 2) NCS 2

NODE 76 X 30 Y 0
NODE (77 85 2) (30 0) (-4 -3.5)
NODE (78 84 2) (30 0) (-4 -3.5)
NODE (86 90 1) (30 0) (-4 -3.5)
BEAM (51 55 1) (76 2) (77 2) NCS 2

BEAM (6 46 10) (11 15) (26 15) NCS 1
BEAM (7 47 10) (12 15) (27 15) NCS 1
BEAM (8 48 10) (13 15) (28 15) NCS 1
```

```

BEAM (9 49 10) (14 15) (29 15) NCS 1
BEAM (10 50 10) (15 15) (30 15) NCS 1
BEAM (56 58 1) (14 30) (30 30) NCS 3
BEAM (59 61 1) (15 30) (29 30) NCS 3

SPRI (1 5 1) (11 1) (2 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (6 9 1) (11 1) (3 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (10 14 1) (26 1) (17 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (15 18 1) (26 1) (18 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (19 23 1) (41 1) (32 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (24 27 1) (41 1) (33 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (28 32 1) (56 1) (47 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (33 36 1) (56 1) (48 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (37 41 1) (71 1) (62 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (42 45 1) (71 1) (63 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (46 50 1) (86 1) (77 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (51 54 1) (86 1) (78 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9

```

```

NODE (2 10 2) NREF (11 1) FIX KP
NODE (3 9 2) NREF (11 1) FIX KP
NODE (17 25 2) NREF (26 1) FIX KP
NODE (18 24 2) NREF (26 1) FIX KP
NODE (32 40 2) NREF (41 1) FIX KP
NODE (33 39 2) NREF (41 1) FIX KP
NODE (47 55 2) NREF (56 1) FIX KP
NODE (48 54 2) NREF (56 1) FIX KP
NODE (62 70 2) NREF (71 1) FIX KP
NODE (63 69 2) NREF (71 1) FIX KP
NODE (77 85 2) NREF (86 1) FIX KP
NODE (78 84 2) NREF (86 1) FIX KP

```

```

NODE (1 76 15) FIX F

```

```

END

```

```

+PROG ASE urs:5
HEAD 1.00G+0.3Q
ECHO FULL VAL FULL
CTRL ITER 3
SYST FRAM PROB TH3 ITER 100 TOL 0.0001
LC 1 FACT 5
ELLO FROM 6 TO 10 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 16 TO 20 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 26 TO 30 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 36 TO 40 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 46 TO 50 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
NL (2 10 2) TYPE PX P1 13.05

```

```

NSTR KMOD S1 KSV UL

```

```

END

```

ΦΟΡΕΑΣ ΤΥΠΟΥ 4'

ΠΛΗΡΗΣ ΦΟΡΕΑΣ-ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ

```
+PROG AQUA urs:1
HEAD PENTAWROFO
ECHO FULL VAL FULL
CTRL SDIV 2
NORM DC EC 30
STEE 1 S 235 SCM 1.0
SECT 1 MNO 1
PROF 1 HEB 280 ALPH 0
SECT 2 MNO 1
PROF 2 HEB 550 ALPH 0
SECT 3 MNO 1
PROF 3 SH 140 140 8 ALPH 0
END

+PROG GENF urs:2

HEAD PLAISIO PENTAWROFO
SYST FRAM
NODE 1 X 0 Y 0
NODE (2 10 2) (0 0) (-4 -3.5)
NODE (3 9 2) (0 0) (-4 -3.5)
NODE (11 15 1) (0 0) (-4 -3.5)
BEAM (1 5 1) (1 2) (2 2) NCS 2

NODE 16 X 6 Y 0
NODE (17 25 2) (6 0) (-4 -3.5)
NODE (18 24 2) (6 0) (-4 -3.5)
NODE (26 30 1) (6 0) (-4 -3.5)
BEAM (11 15 1) (16 2) (17 2) NCS 2

NODE 31 X 12 Y 0
NODE (32 40 2) (12 0) (-4 -3.5)
NODE (33 39 2) (12 0) (-4 -3.5)
NODE (41 45 1) (12 0) (-4 -3.5)
BEAM (21 25 1) (31 2) (32 2) NCS 2

NODE 46 X 18 Y 0
NODE (47 55 2) (18 0) (-4 -3.5)
NODE (48 54 2) (18 0) (-4 -3.5)
NODE (56 60 1) (18 0) (-4 -3.5)
BEAM (31 35 1) (46 2) (47 2) NCS 2

NODE 61 X 24 Y 0
NODE (62 70 2) (24 0) (-4 -3.5)
NODE (63 69 2) (24 0) (-4 -3.5)
NODE (71 75 1) (24 0) (-4 -3.5)
BEAM (41 45 1) (61 2) (62 2) NCS 2

NODE 76 X 30 Y 0
NODE (77 85 2) (30 0) (-4 -3.5)
NODE (78 84 2) (30 0) (-4 -3.5)
NODE (86 90 1) (30 0) (-4 -3.5)
BEAM (51 55 1) (76 2) (77 2) NCS 2

BEAM (6 46 10) (11 15) (26 15) NCS 1
BEAM (7 47 10) (12 15) (27 15) NCS 1
BEAM (8 48 10) (13 15) (28 15) NCS 1
BEAM (9 49 10) (14 15) (29 15) NCS 1
BEAM (10 50 10) (15 15) (30 15) NCS 1

BEAM (56 58 1) (14 30) (30 30) NCS 3
```

BEAM (59 60 1) (28 30) (44 30) NCS 3
 BEAM (61 63 1) (15 30) (24 30) NCS 3
 BEAM (64 65 1) (29 30) (43 30) NCS 3

SPRI (1 5 1) (11 1) (2 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
 SPRI (6 9 1) (11 1) (3 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
 SPRI (10 14 1) (26 1) (17 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
 SPRI (15 18 1) (26 1) (18 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
 SPRI (19 23 1) (41 1) (32 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
 SPRI (24 27 1) (41 1) (33 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
 SPRI (28 32 1) (56 1) (47 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
 SPRI (33 36 1) (56 1) (48 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
 SPRI (37 41 1) (71 1) (62 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
 SPRI (42 45 1) (71 1) (63 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
 SPRI (46 50 1) (86 1) (77 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
 SPRI (51 54 1) (86 1) (78 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9

NODE (2 10 2) NREF (11 1) FIX KP
 NODE (3 9 2) NREF (11 1) FIX KP
 NODE (17 25 2) NREF (26 1) FIX KP
 NODE (18 24 2) NREF (26 1) FIX KP
 NODE (32 40 2) NREF (41 1) FIX KP
 NODE (33 39 2) NREF (41 1) FIX KP
 NODE (47 55 2) NREF (56 1) FIX KP
 NODE (48 54 2) NREF (56 1) FIX KP
 NODE (62 70 2) NREF (71 1) FIX KP
 NODE (63 69 2) NREF (71 1) FIX KP
 NODE (77 85 2) NREF (86 1) FIX KP
 NODE (78 84 2) NREF (86 1) FIX KP

NODE (1 76 15) FIX F

END

+PROG ASE urs:4
 HEAD 1.35G+1.5Q+ATELEIES
 ECHO LOAD,DISP,FORC,REAC,NOST,ELEM VAL FULL
 CTRL ITER 3
 SYST FRAM PROB TH3 ITER 100 TOL 0.0001
 LC 1 FACT 1.0
 ELLO FROM 6 TO 10 TYPE PZ P 40.32 ETYP BEAM
 ELLO FROM 16 TO 20 TYPE PZ P 40.32 ETYP BEAM
 ELLO FROM 26 TO 30 TYPE PZ P 40.32 ETYP BEAM
 ELLO FROM 36 TO 40 TYPE PZ P 40.32 ETYP BEAM
 ELLO FROM 46 TO 50 TYPE PZ P 40.32 ETYP BEAM
 NL (2 10 2) TYPE PX P1 24.2
 NSTR KMOD S1 KSV UL

END

+PROG ASE urs:5
 HEAD 1.00G+0.3Q
 ECHO FULL VAL FULL
 CTRL ITER 3
 SYST FRAM PROB TH3 ITER 100 TOL 0.0001
 LC 1 FACT 1.0
 ELLO FROM 6 TO 10 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
 ELLO FROM 16 TO 20 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
 ELLO FROM 26 TO 30 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
 ELLO FROM 36 TO 40 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
 ELLO FROM 46 TO 50 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
 NL (2 10 2) TYPE PX P1 13.05

NSTR KMOD S1 KSV UL

END

+PROG DYNA urs:6
HEAD EYRESH T KAI IDIOMORFWN
ECHO EIGE FULL
MASS -1
EIGE 10 LC 101 TYPE LANC
END

#DEFINE FASMA
LET#G1 1.00
LET#U1 1.00
LET#BO 2.5
LET#Q 1.5
LET#N 1.183
LET#A 0.24
LET#T1 0.15
LET#T2 0.6
LET#FM 0.25
LET#S #A*#G1*9.81
LET#SB #S*#N*#U1*#BO/#Q
LET#SM #S*#FM
LET#T3 #T2*(#SB/#SM)^1.5
#ENDDEF

+PROG DYNA urs:7
HEAD EX
EIGE 10 TYPE REST LC 101
#INCLUDE FASMA
LC 5 FACT 1.0
RESP SA #S SB #SB SMIN #SM TB #T1 TC #T2 TD #T3 K1 2/3 K2 0.001
ACCE 0 AX 1
EXTR TYPE BEAM STYP CQC MAX 80
END

+PROG AQB urs:8
HEAD ME SEISMO
CTRL AXIA 1
BEAM
LC 1 TYPE G1
80 TYPE G1
COMB SUM LC1 1 1.0 80 1.0 LCST 3001
COMB SUM LC1 1 1.0 80 -1.0 LCST 3002
STRE SMOD K STYP FF
END

+PROG AQB
HEAD STATIKA FORTIA
CTRL AXIA 1
BEAM
LC 1 TYPE G1
STRE SMOD K STYP FF
END

ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ

+PROG AQUA urs:1
HEAD PENTAWROFO
ECHO FULL VAL FULL
CTRL SDIV 2

```
NORM DC EC 30
STEE 1 S 235 SCM 1.0
SECT 1 MNO 1
PROF 1 HEB 280 ALPH 0
SECT 2 MNO 1
PROF 2 HEB 550 ALPH 0
SECT 3 MNO 1
PROF 3 SH 140 140 8 ALPH 0
END
```

```
+PROG GENF urs:2
```

```
HEAD PLAISIO PENTAWROFO
SYST FRAM
NODE 1 X 0 Y 0
NODE (2 10 2) (0 0) (-4 -3.5)
NODE (3 9 2) (0 0) (-4 -3.5)
NODE (11 15 1) (0 0) (-4 -3.5)
BEAM (1 5 1) (1 2) (2 2) NCS 2
```

```
NODE 16 X 6 Y 0
NODE (17 25 2) (6 0) (-4 -3.5)
NODE (18 24 2) (6 0) (-4 -3.5)
NODE (26 30 1) (6 0) (-4 -3.5)
BEAM (11 15 1) (16 2) (17 2) NCS 2
```

```
NODE 31 X 12 Y 0
NODE (32 40 2) (12 0) (-4 -3.5)
NODE (33 39 2) (12 0) (-4 -3.5)
NODE (41 45 1) (12 0) (-4 -3.5)
BEAM (22 25 1) (33 2) (34 2) NCS 2
```

```
NODE 46 X 18 Y 0
NODE (47 55 2) (18 0) (-4 -3.5)
NODE (48 54 2) (18 0) (-4 -3.5)
NODE (56 60 1) (18 0) (-4 -3.5)
BEAM (31 35 1) (46 2) (47 2) NCS 2
```

```
NODE 61 X 24 Y 0
NODE (62 70 2) (24 0) (-4 -3.5)
NODE (63 69 2) (24 0) (-4 -3.5)
NODE (71 75 1) (24 0) (-4 -3.5)
BEAM (41 45 1) (61 2) (62 2) NCS 2
```

```
NODE 76 X 30 Y 0
NODE (77 85 2) (30 0) (-4 -3.5)
NODE (78 84 2) (30 0) (-4 -3.5)
NODE (86 90 1) (30 0) (-4 -3.5)
BEAM (51 55 1) (76 2) (77 2) NCS 2
```

```
BEAM (6 46 10) (11 15) (26 15) NCS 1
BEAM (7 47 10) (12 15) (27 15) NCS 1
BEAM (8 48 10) (13 15) (28 15) NCS 1
BEAM (9 49 10) (14 15) (29 15) NCS 1
BEAM (10 50 10) (15 15) (30 15) NCS 1
BEAM (56 58 1) (14 30) (30 30) NCS 3
BEAM (59 60 1) (28 30) (44 30) NCS 3
BEAM (61 63 1) (15 30) (29 30) NCS 3
BEAM (64 65 1) (29 30) (43 30) NCS 3
```



```

SPRI (1 5 1) (11 1) (2 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (6 9 1) (11 1) (3 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (10 14 1) (26 1) (17 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (15 18 1) (26 1) (18 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (19 23 1) (41 1) (32 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (24 27 1) (41 1) (33 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (28 32 1) (56 1) (47 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (33 36 1) (56 1) (48 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (37 41 1) (71 1) (62 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (42 45 1) (71 1) (63 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (46 50 1) (86 1) (77 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (51 54 1) (86 1) (78 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9

```

```

NODE (2 10 2) NREF (11 1) FIX KP
NODE (3 9 2) NREF (11 1) FIX KP
NODE (17 25 2) NREF (26 1) FIX KP
NODE (18 24 2) NREF (26 1) FIX KP
NODE (32 40 2) NREF (41 1) FIX KP
NODE (33 39 2) NREF (41 1) FIX KP
NODE (47 55 2) NREF (56 1) FIX KP
NODE (48 54 2) NREF (56 1) FIX KP
NODE (62 70 2) NREF (71 1) FIX KP
NODE (63 69 2) NREF (71 1) FIX KP
NODE (77 85 2) NREF (86 1) FIX KP
NODE (78 84 2) NREF (86 1) FIX KP

```

```

NODE (1 76 15) FIX F

```

```

END

```

```

+PROG ASE urs:5
HEAD 1.00G+0.3Q
ECHO FULL VAL FULL
CTRL ITER 3
SYST FRAM PROB TH3 ITER 100 TOL 0.0001
LC 1 FACT 3
ELLO FROM 6 TO 10 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 16 TO 20 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 26 TO 30 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 36 TO 40 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 46 TO 50 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
NL (2 10 2) TYPE PX P1 13.05

```

```

NSTR KMOD S1 KSV UL
END

```

ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΑΚΡΑΙΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ

```

+PROG AQUA urs:1
HEAD PENTAWROFO
ECHO FULL VAL FULL
CTRL SDIV 2
NORM DC EC 30
STEE 1 S 235 SCM 1.0
SECT 1 MNO 1
PROF 1 HEB 280 ALPH 0
SECT 2 MNO 1
PROF 2 HEB 550 ALPH 0
SECT 3 MNO 1

```

PROF 3 SH 140 140 8 ALPH 0
END

+PROG GENF urs:2

HEAD PLAISIO PENTAWROFO
SYST FRAM

NODE 1 X 0 Y 0
NODE (2 10 2) (0 0) (-4 -3.5)
NODE (3 9 2) (0 0) (-4 -3.5)
NODE (11 15 1) (0 0) (-4 -3.5)
BEAM (2 5 1) (3 2) (4 2) NCS 2

NODE 16 X 6 Y 0
NODE (17 25 2) (6 0) (-4 -3.5)
NODE (18 24 2) (6 0) (-4 -3.5)
NODE (26 30 1) (6 0) (-4 -3.5)
BEAM (11 15 1) (16 2) (17 2) NCS 2

NODE 31 X 12 Y 0
NODE (32 40 2) (12 0) (-4 -3.5)
NODE (33 39 2) (12 0) (-4 -3.5)
NODE (41 45 1) (12 0) (-4 -3.5)
BEAM (21 25 1) (31 2) (32 2) NCS 2

NODE 46 X 18 Y 0
NODE (47 55 2) (18 0) (-4 -3.5)
NODE (48 54 2) (18 0) (-4 -3.5)
NODE (56 60 1) (18 0) (-4 -3.5)
BEAM (31 35 1) (46 2) (47 2) NCS 2

NODE 61 X 24 Y 0
NODE (62 70 2) (24 0) (-4 -3.5)
NODE (63 69 2) (24 0) (-4 -3.5)
NODE (71 75 1) (24 0) (-4 -3.5)
BEAM (41 45 1) (61 2) (62 2) NCS 2

NODE 76 X 30 Y 0
NODE (77 85 2) (30 0) (-4 -3.5)
NODE (78 84 2) (30 0) (-4 -3.5)
NODE (86 90 1) (30 0) (-4 -3.5)
BEAM (51 55 1) (76 2) (77 2) NCS 2

BEAM (6 46 10) (11 15) (26 15) NCS 1
BEAM (7 47 10) (12 15) (27 15) NCS 1
BEAM (8 48 10) (13 15) (28 15) NCS 1
BEAM (9 49 10) (14 15) (29 15) NCS 1
BEAM (10 50 10) (15 15) (30 15) NCS 1

BEAM (56 58 1) (14 30) (30 30) NCS 3
BEAM (59 60 1) (28 30) (44 30) NCS 3
BEAM (61 63 1) (15 30) (29 30) NCS 3
BEAM (64 65 1) (29 30) (43 30) NCS 3

SPRI (1 5 1) (11 1) (2 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (6 9 1) (11 1) (3 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (10 14 1) (26 1) (17 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (15 18 1) (26 1) (18 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (19 23 1) (41 1) (32 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (24 27 1) (41 1) (33 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9

SPRI (28 32 1) (56 1) (47 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (33 36 1) (56 1) (48 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (37 41 1) (71 1) (62 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (42 45 1) (71 1) (63 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (46 50 1) (86 1) (77 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9
SPRI (51 54 1) (86 1) (78 2) DZ 1 CM 1699090 YIEL 261.9

NODE (2 10 2) NREF (11 1) FIX KP
NODE (3 9 2) NREF (11 1) FIX KP
NODE (17 25 2) NREF (26 1) FIX KP
NODE (18 24 2) NREF (26 1) FIX KP
NODE (32 40 2) NREF (41 1) FIX KP
NODE (33 39 2) NREF (41 1) FIX KP
NODE (47 55 2) NREF (56 1) FIX KP
NODE (48 54 2) NREF (56 1) FIX KP
NODE (62 70 2) NREF (71 1) FIX KP
NODE (63 69 2) NREF (71 1) FIX KP
NODE (77 85 2) NREF (86 1) FIX KP
NODE (78 84 2) NREF (86 1) FIX KP

NODE (1 76 15) FIX F

END

+PROG ASE urs:5
HEAD 1.00G+0.3Q
ECHO FULL VAL FULL
CTRL ITER 3
SYST FRAM PROB TH3 ITER 100 TOL 0.0001
LC 1 FACT 5
ELLO FROM 6 TO 10 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 16 TO 20 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 26 TO 30 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 36 TO 40 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
ELLO FROM 46 TO 50 TYPE PZ P 21.75 ETYP BEAM
NL (2 10 2) TYPE PX P1 13.05

NSTR KMOD S1 KSV UL

END

Βιβλιογραφία

1. "Σχεδιασμός δομικών έργων από χάλυβα. Με βάση τα τελικά κείμενα των Ευρωκωδίκων" Ι.Βάγιας, Ι.Εμόπουλος, Γ.Ιωαννίδης, Εκδόσεις «Κλειδάριθμος» 2005
2. "Σιδηρές Κατασκευές, Παραδείγματα εφαρμογής του Ευρωκώδικα 3", 2^η πλήρως αναθεωρημένη έκδοση σύμφωνα με τα τελικά κείμενα του Ευρωκώδικα, Ι.Βάγιας, Ι.Ερμόπουλος, Γ.Ιωαννίδης, Εκδόσεις «Κλειδάριθμος»1997,2005
3. "Σιδηρές Κατασκευές, Ανάλυση και διαστασιολόγηση", Ιωάννης Κ. Βάγιας, Εκδόσεις «Κλειδάριθμος»,2003
4. Σημειώσεις "Σιδηρές Κατασκευές ΙΙ, Διάλεξη 6: Κόμβοι πλαισιακών κατασκευών", Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Τομέας Δομοστατικής, Εργαστήριο Μεταλλικών Κατασκευών, 2008
5. "Urban Habitat Construction under Catastrophic events", Cost Action C26, Final Conference, Federico M. Mazzolani, Chair
6. "Robustness of Buildings in structural codes", Dimitris Diamantidis, University of Applied Sciences Resensburg, Germany, Joint Workshop of COST Actions TU0601 and E55, September 21-22 2009, Ljubljana, Slovenia (pdf)
7. "Design for accidental actions in Buildings", Ton Vrouwenvelder (Delft University of Technology and TNO), Nol Gresnigt (Delft University of Technology) (pdf)
8. "Μεταλλικά Κτίρια", Εκδόσεις ΚΤΙΠΙΟ, Τεχνικό περιοδικό, 2006
9. "Robustness in Structural Steel Framing Systems" ,Final report submitted to American Institute of Steel Construction.Inc.Chicago,IL,By Christopher M. Foley, Kristine Martin, Carl Schneeman, Marquette University, Department of Civil and Environmental Engineering Report MU-CEEN-SE-07-01,January 19, 2007 (pdf)
10. [matdl.org/failurecases/Building_Collapse_Cases/Ronan Point](http://matdl.org/failurecases/Building_Collapse_Cases/Ronan_Point) (INTERNET)
11. museumofLondon-Towerblocks.htm (INTERNET)
12. SOFISTIK2003 Manual (pdf)

