

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΜΕΛΩΝ

### 4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αναπόσπαστο και εξαιρετικά σημαντικό τμήμα της ανέγερσης μίας μεταλλικής κατασκευής αποτελούν οι συνδέσεις των μελών της. Προκειμένου να εκμεταλλευτούμε στο έπακρο την αντοχή και πλαστιμότητα των μελών ενός χαλύβδινου πλαισίου, οι συνδέσεις θα πρέπει να παρέχουν τη δυνατότητα για ανάπτυξη ολόκληρης της πλαστικής ικανότητας των μελών. Επειδή όμως η συμπεριφορά των συνδέσεων δεν είναι τόσο καλά γνωστή όπως των μελών, απαιτείται μία συντηρητικότερη προσέγγιση του σχεδιασμού των συνδέσεων σε σχέση με αυτή των μελών.

Οι συνδέσεις θα πρέπει να υπολογίζονται κατά τρόπο που να καθιστούν την κατασκευή και ανέγερση των φορέων όσο το δυνατόν πιο απλή και γρήγορη. Δεν θα πρέπει να είναι ιδιαίτερα ευαίσθητες σε κατασκευαστικές ατέλειες του εργοστασίου ή του εργοταξίου, θα πρέπει να ελαχιστοποιούν τη χρησιμοποίηση μέσων υψηλής ειδικευσης και να παρέχουν επίσης τη δυνατότητα επιθεώρησης κατά τη διάρκεια κατασκευής.

Ανάλογα με τον τρόπο σύνδεσης, οι συνδέσεις διακρίνονται σε:

- Συνδέσεις με μηχανικά μέσα (κοχλίες, ήλους, πείρους, κλέμες κλπ)
- Συγκολλήσεις (εσωραφές και εξωραφές)

Οι εσωραφές και οι εξωραφές συγκολλήσεις, οι κοχλιώσεις και οι ηλώσεις μπορούν να χρησιμοποιούνται στις συνδέσεις, είτε ανεξάρτητα είτε σε συνδυασμούς. Οι συνδέσεις αποκλειστικά με κοχλίωση ή ήλωση τείνουν να είναι πολύ μεγάλες και δαπανηρές, και έτσι οι συνδέσεις με πλήρη συγκόλληση ή με συνδυασμό συγκόλλησης και κοχλίωσης αποτελούν την πιο διαδεδομένη μορφή συνδέσεων.

### 4.2 ΕΛΕΓΧΟΙ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ

Είναι αναγκαίο να αποσαφηνιστεί η διάκριση μεταξύ σύνδεσης και κόμβου.

- **Σύνδεση** ορίζεται ως το σύνολο των φυσικών επιμέρους τμημάτων που συνδέουν μηχανικά τα συνδεόμενα μέλη και υποτίθεται ότι είναι επικεντρωμένη στη θέση όπου εμφανίζεται η αντίστοιχη δράση π.χ. στη διεπιφάνεια μεταξύ του άκρου της δοκού και του υποστυλώματος σε έναν κόμβο δοκού-υποστυλώματος.

Η διάκριση των συνδέσεων γίνεται:

A) ως προς τον τρόπο σύνδεσης της σιδηροδοκού. Η σύνδεση μπορεί να υλοποιηθεί είτε με μηχανικά μέσα (κοχλίες, ήλους, πείρους κλπ) είτε να είναι συγκολλητή, με μετωπικές πλάκες, με εγκάρσια συγκολλητά στο πέλμα του υποστρώματος ελάσματα, με χρήση γωνιακών, με απλή έδραση των σιδηροδοκών επί συγκολλητών χαλύβδινων τάκων κλπ.

B) ως προς τα εντατικά μεγέθη που παραλαμβάνουν διακρίνονται σε απλές συνδέσεις (τέμνουσας ή αξονικής δύναμης) και σε συνδέσεις ροπής.

Γ) ως προς την αντοχή τους έναντι των ροπών σε σχέση με τα μέλη τα οποία συνδέουν διακρίνονται σε συνδέσεις πλήρους αντοχής και μερικής αντοχής.

- **Κόμβος** ορίζεται η ευρύτερη ζώνη αλληλεπίδρασης των συνδεόμενων μελών.

Η διάκριση των κόμβων της κατασκευής εξαρτάται:

A) από τη διατομή των προς σύνδεση στοιχείων π.χ. κόμβοι δοκών-υποστρωμάτων, αποκατάστασης συνέχειας δοκών, έδρασης κλπ.

B) από την επιθυμητή συμπεριφορά τους σε σχέση με την αντοχή και τη δυσκαμψία τους και διακρίνονται σε πλήρους αντοχής και μερικής αντοχής, ανάλογα με το αν η ροπή αντοχής τους είναι μεγαλύτερη ή όχι από τη ροπή αντοχής της δοκού που συνδέουν στην υπόψη διεύθυνση (θετική ή αρνητική ροπή) και σε αρθρωτούς, ημιάκαμπτους και άκαμπτους ανάλογα με τη δυνατότητα σχετικής στροφής μεταξύ των συνδεόμενων μελών. Οι αρθρωτοί κόμβοι προσομοιάζονται ως αρθρώσεις, οι άκαμπτοι ως πακτώσεις και οι ημιάκαμπτοι με τη βοήθεια κατάλληλων στροφικών ελατηρίων.

Ο έλεγχος των συνδέσεων των μελών των υπό μελέτη κτιρίων πραγματοποιήθηκε με χρήση του προγράμματος Έλεγχος Συνδέσεων INSTANT 2000. Το πρόγραμμα αυτό παρέχει την δυνατότητα της διαστασιολόγησης ενός συνόλου διαφορετικών κόμβων σε μια ενιαία εργασία. Υπάρχει η δυνατότητα επιλογής των συνδέσεων οι οποίες θα ελεγχθούν, καθώς και για ποιές περιπτώσεις φορτίσεων και συνδυασμών. Στο πρόγραμμα αφού επιλεγεί η κατηγορία της σύνδεσης, στη συνέχεια πρέπει να ορισθούν τα μέλη, οι δυνάμεις, καθώς και λεπτομέρειες που αφορούν την συγκεκριμένη σύνδεση. Ανάλογα με τον τύπο της ενεργής σύνδεσης ενεργοποιούνται και τα σχετικά παράθυρα διαλόγου. Οι λεπτομέρειες κάθε σύνδεσης εμφανίζονται στην περιοχή σχεδίου σε διαφορετικές όψεις και υπό κλίμακα, έτσι ώστε να υπάρχει και γραφική απεικόνιση των δεδομένων. Κάθε αλλαγή σε διατομές, κοχλίες, αποστάσεις επηρεάζει το σχέδιο και απεικονίζεται σε αυτό ώστε ο χρήστης να έχει μία πιο ρεαλιστική απεικόνιση της κατάστασης.

Για κάθε κόμβο αρχικά ορίστηκε ο τύπος του (πχ. δοκός σε υποστύλωμα ή δικτύωμα, ή έδραση κτλ). Στην συνέχεια καθορίστηκαν οι διατομές των μελών που συντρέχουν καθώς και τα εντατικά μεγέθη των μελών στην θέση του κόμβου. Το επόμενο βήμα ήταν ο καθορισμός των λεπτομερειών της σύνδεσης, δηλαδή πλάκες, συγκολλήσεις, κοχλίες, ενισχύσεις κτλ. Όταν ολοκληρώθηκε η εισαγωγή των δεδομένων της σύνδεσης έγιναν οι έλεγχοι σύμφωνα με τον κανονισμό και παράχθηκε η αναφορά (αναλυτική ή περιληπτική). Επειδή η επίλυση των τριών κτιρίων δεν έγινε με το INSTANT 2000, η πληροφορίες των διατομών των συνδεόμενων μελών και τα εντατικά μεγέθη (για τις περιπτώσεις φορτίσεων όπως και συνδυασμών) στην θέση των κόμβων ελήφθησαν από την ανάλυση στο SOFISTIK 2003 και μεταφέρθηκαν στο αντίστοιχο παράθυρο εισαγωγής δεδομένων του INSTANT 2000.

Οι κατηγορίες συνδέσεων που καλύπτονται από το πρόγραμμα φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

<b>A. Ημιάκαμπτες συνδέσεις δοκού σε υποστύλωμα</b>	
A.1 Συγκολλητές	Η δοκός συγκολλάται στο πέλμα του υποστυλώματος.
A.2 Κοχλιωτές	Η δοκός συγκολλάται στη μετωπική πλάκα. Η μετωπική πλάκα κοχλιώνεται στο πέλμα του υποστυλώματος.
<b>B. Αρθρωτές συνδέσεις δοκού σε υποστύλωμα &amp; δοκού σε δοκό</b>	
B.1 Μέσω ζεύγους γωνιακού	Ζεύγος γωνιακών που κοχλιώνεται στη δοκό και στο πέλμα/κορμό του υποστυλώματος/κύριας δοκού.
B.2 Μέσω μετωπικής πλάκας	Η δοκός συγκολλάται στη μετωπική πλάκα. Η μετωπική πλάκα κοχλιώνεται στον κορμό ή στο πέλμα του υποστυλώματος/κύριας δοκού.
<b>Γ. Συνέχεια μελών</b>	
Γ.1 Ημιάκαμπτη/μετωπική	Τα μέλη συγκολλούνται σε μετωπικές πλάκες. Οι μετωπικές πλάκες κοχλιώνονται μεταξύ τους.
Γ	2 Η συνέχεια γίνεται μέσω λεπίδων κορμού.

Αρθρωτή/Αρμοκαλλύματα	
Γ.3 Ροπή/Αρμοκαλλύματα	Η συνέχεια γίνεται μέσω λεπίδων κορμού και πελμάτων.
<b>Δ. Κόμβος δικτυώματος</b>	
Δ.1 Συγκολλητός/Γωνιακών	Γωνιακά συγκολλούνται σε κομβοέλασμα.
Δ.2 Κοχλιωτός/Γωνιακών	Γωνιακά κοχλιώνονται σε κομβοέλασμα.
Δ Συγκολλητός/Κοιλοδοκών	3 Συγκόλληση μεταξύ κοιλοδοκών.
<b>Ε. Έδραση υποστυλώματος</b>	
E.1 Αρθρωτή/Γωνιακού	Έδραση γωνιακού μέσω τεσσάρων αγκυρίων.
E.2 Πάκτωση	Έδραση διατομών τύπου I ή H.
E.3 Αρθρωση	Έδραση διατομών τύπου I ή H.
E.4 Άρθρωση μέσω γωνιακών	Έδραση διατομών τύπου I ή H μέσω γωνιακών.

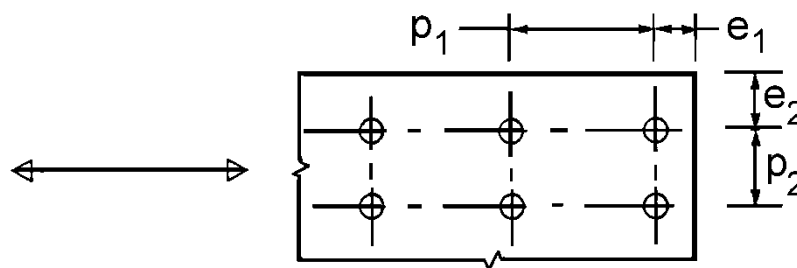
**Πίνακας 4.1: Κατηγορίες συνδέσεων**

Το πρόγραμμα περιλαμβάνει τους κανονισμούς που αφορούν στον έλεγχο των συνδέσεων των μεταλλικών κατασκευών σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 3 – Τμήμα 1.1. Παρακάτω παρατίθενται οι πίνακες με βάση τους οποίους έγιναν οι έλεγχοι στο **INSTANT 2000**.

**Πίνακας 4.2: Ελάχιστα και μέγιστα αποστάσεων μέσων συνδέσεως**

Αποστά-σεις και κενά	Ελάχιστο	Μέγιστο	
		Χάλυβας εκτεθειμένος σε καιρικές ή διαβρωτικές συνθήκες	Χάλυβας μη εκτεθειμένος σε καιρικές ή διαβρωτικές συνθήκες
$e_1$	$1,2d_0$	$4t + 40 \text{ mm}$	
$e_2$	$1,2d_0$	$4t + 40 \text{ mm}$	
$p_1$	$2,2d_0$	$\text{Min}(14t, 200\text{mm})$	$\text{Min}(14t, 200\text{mm})$
$p_2$	$2,4d_0$	$\text{Min}(14t, 200\text{mm})$	$\text{Min}(14t, 200\text{mm})$

- Συμβολισμοί για τις αποστάσεις των μέσων συνδέσεως:



**Πίνακας 4.3: Ποιότητες κοχλιών και μηχανικά χαρακτηριστικά**

Ποιότητα κοχλία	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
$f_{yb}$ (N/mm <sup>2</sup> )	240	300	480	640	900
$f_{ub}$ (N/mm <sup>2</sup> )	400	500	600	800	1000

- Διάμετροι οπών:

**M12-M14:**  $d = d + 1\text{mm}$

**M16-M24:**  $d = d + 2\text{mm}$

**M27-M36:**  $d = d + 3\text{mm}$

**Πίνακας 4.4: Έλεγχοι Αντοχής Κοχλιών**

Είδος Αστοχίας	Κοχλίες	Ήλοι
Αντοχή κοχλία σε διάτμηση	<p>A) <math>F_{v,Rd} =</math></p> <p>Περίπτωση που το επίπεδο διάτμησης τέμνει το σπείρωμα:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- για ποιότητες 4.6, 5.6 and 8.8: <math>\alpha_v = 0,6</math></li> <li>- για ποιότητες 4.8, 5.8, 6.8 and 10.9: <math>\alpha_v = 0,5</math></li> </ul> <p>B) <math>F_{v,Rd} =</math></p> <p>Περίπτωση που το επίπεδο διάτμησης δεν τέμνει το σπείρωμα: <math>\alpha_v = 0,6</math></p>	$F_{v,Rd} =$
Αντοχή ελάσματος σε σύνθλιψη άντυγας	<p><math>F_{b,Rd} =</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- όπου <math>\alpha_b = \min ( \quad , \quad , 1,0)</math></li> <li>- για ακραίους κοχλίες: <math>k_1 = \min ( \quad , 2,5)</math></li> <li>- για μεσαίους κοχλίες: <math>k_1 = \min ( \quad , 2,5)</math></li> </ul>	
Αντοχή κοχλία σε εφελκυσμό 2)	<p><math>F_{t,Rd} =</math></p> <p>όπου <math>k_2 = 0,9</math>.</p>	$F_{t,Rd} =$
Αντοχή κοχλία σε ταυτόχρονο εφελκυσμό και διάτμηση		

**ΣΗΜΕΙΩΣΗ :** Η τιμή του συντελεστή ασφαλείας =1,25.

Παρατίθενται τα αποτελέσματα των ελέγχων που προέκυψαν από την επίλυση στο **INSTANT 2000**. Οι έλεγχοι έγιναν σε κάθε κτίριο για τις δυσμενέστερες περιπτώσεις και για τους εξής τύπους συνδέσεων :

- 1. κύρια δοκός σε υποστύλωμα**
- 2. διαδοκίδα σε κύρια δοκό**
- 3. έδραση υποστυλώματος**

### 4.3 ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ ΜΕΛΩΝ ΜΕΣΩ INSTANT 2000



#### 4.3.1 Έλεγχος Συνδέσεων Μελών Κτιρίου Α ( χωρίς κατακόρυφους συνδέσμους δυσκαμψίας)

---

---

#### INSTANT

Έλεγχοι Συνδέσεων σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα  
( Περιληπτική αναφορά )

---

---

##### 4.3.1.1 Έλεγχος Σύνδεσης Κύριας Δοκού σε Υποστύλωμα

ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	
Αρχείο	Κ.Δ ΣΕ ΥΠ/ΜΑ
Ημερομηνία	
Μηχανικός	
Έργο	ΚΤΙΡΙΟ Α

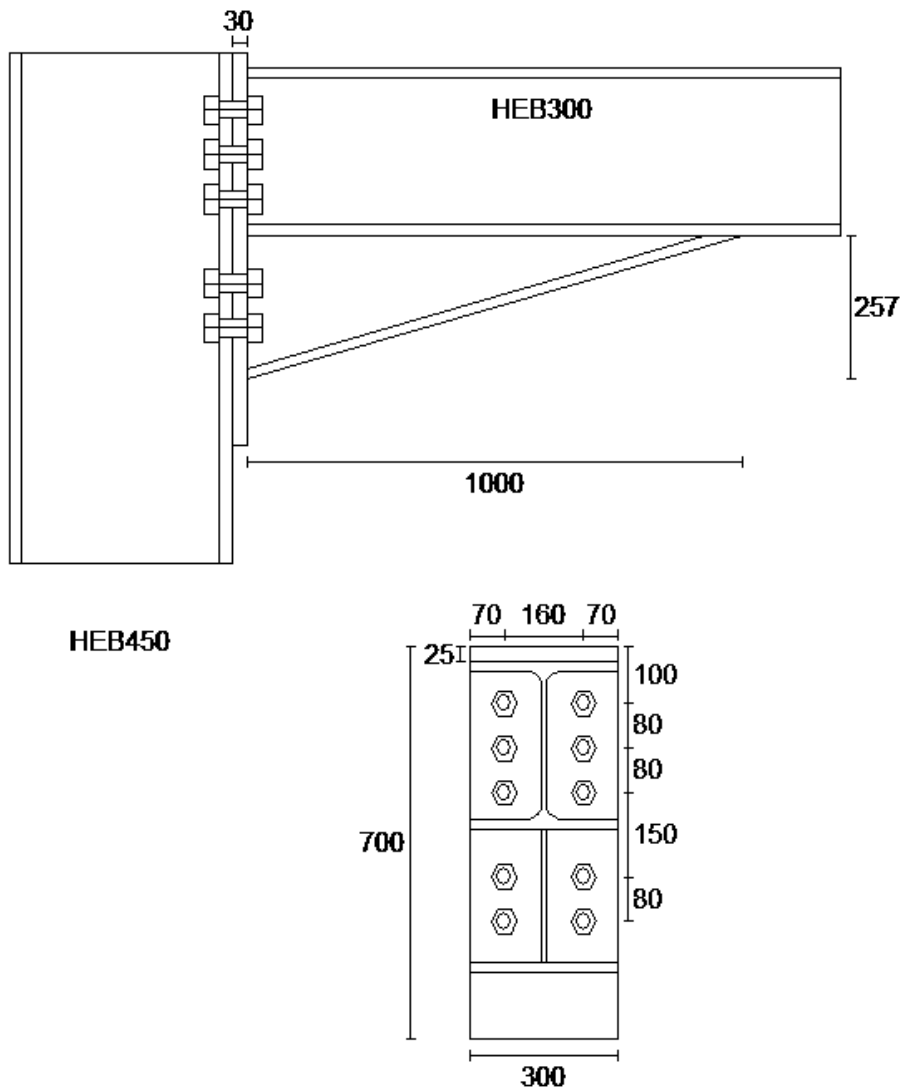
ΜΟΝΑΔΕΣ	
Μήκος	mm
Δύναμη	kN
Γωνία	deg



<b>ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ</b>	
Κανονισμός	<b>ENV(1993-1-1)</b>
$\gamma M_0$	<b>1.10</b>
$\gamma M_b$ (διάτμηση)	<b>1.25</b>
$\gamma M_b$ (εφελκυσμός)	<b>1.25</b>
$\gamma M_w$	<b>1.25</b>
$\gamma M_2$	<b>1.25</b>

<b>ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΦΟΡΤΙΣΕΙΣ</b>	
1	<b>56</b>
<b>ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ</b>	
1	<b>HEB300 ΕΠΙ HEB450</b>

### 4.3.1.1.1 ΗΕΒ300 ΕΠΙ ΗΕΒ450



- **ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ: ΗΜΙΑΚΑΜΠΤΗ ΣΥΝΔΕΣΗ ΔΟΚΟΥ-ΥΠΟΣ/ΤΟΣ ΜΕ ΜΕΤΩΠΙΚΗ ΠΛΑΚΑ (ΚΟΧΛΙΩΤΗ)**

#### ΕΓΚΥΡΟΤΗΤΑ ΜΕΘΟΔΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

- Οι διατομές είναι **Τάξης 1, 2 ή 3**
- $N_{Sd} < 0.1 * N_{pl.Rd}$ , όπου  
 $N_{Sd}$ : αξονική δύναμη στη δοκό  
 $N_{pl.Rd}$ : αντοχή σε αξονική διατομής της δοκού

### 4.3.1.1.2 ΔΕΔΟΜΕΝΑ

#### Στοιχεία συνδεόμενων μελών

Συνδεόμενα μέλη	Υποστύλωμα	Δεξιά Δοκός
Διατομή	HEB450	HEB300
Ποιότητα υλικού	S235	S235

#### Δεδομένα κλίσης δεξιάς δοκού

Γωνία	: 0.00deg
Προβαλλόμενο ύψος δοκού (h')	: 300.00mm

#### Δεδομένα μετωπικής πλάκας

Γεωμετρικά χαρακτηριστικά & τύπος μετωπικής πλάκας				
Ύψος (h <sub>p</sub> ) (mm)	Πλάτος (b <sub>p</sub> ) (mm)	Πάχος (t <sub>p</sub> ) (mm)	Απόσταση του πάνω άκρου από το πέλμα της δοκού (mm)	Τύπος μετωπικής πλάκας
700.000	300.000	30.000	25.000	Μη προεξέχουσα εξωτερική

#### Δεδομένα ενίσχυσης κόμβου

Γεωμετρικά χαρακτηριστικά ενίσχυσης κόμβου με διατομή από HEB300					
Ύψος (h) (mm)	Πλάτος πέλματος (b <sub>f</sub> ) (mm)	Πάχος πέλματος (t <sub>f</sub> ) (mm)	Πάχος κορμού (t <sub>w</sub> ) (mm)	Μήκος (l <sub>H</sub> ) (mm)	Γωνία (α <sub>H</sub> ) (deg)
257.00	300.000	19.000	11.000	1000.000	14.41

#### Δεδομένα κοχλιών

Χαρακτηριστικά κοχλιών	
Τύπος	Κανονικοί
Διάμετρος d	27.00
Διάμετρος οπής (d <sub>0</sub> )	30.00
Ποιότητα	10.9
Το επίπεδο διάτμησης είναι	εκτός σπειρώματος

#### Δεδομένα τοπολογίας κοχλιών

Τοπολογία κοχλιών
-------------------

Απόσταση $e_1$ (mm)	100.00
Απόσταση $e_2$ (mm)	70.00
Απόσταση $w$ (mm)	160.00
Απόσταση $p(1)$ (mm)	80.00
Απόσταση $p(2)$ (mm)	80.00
Απόσταση $p(3)$ (mm)	150.00
Απόσταση $p(4)$ (mm)	80.00

### 4.3.1.1.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΦΟΡΤΙΣΗΣ [56]

#### ΕΝΤΑΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ

(Αναγωγή των δυνάμεων των δοκών)

	Αξονική ( $N_{Sd}$ ) (kN)	Τέμνουσα ( $V_{Sd}$ ) (kN)	Ροπή ( $M_{Sd}$ ) (kN.mm)
Δεξιά δοκός	-12.00	-276.54	331720.00
Υποστύλωμα	0.00	0.00	0.00
Πάνω Υποστύλωμα	0.00	0.00	0.00

#### • ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΕΞΙΑ ΔΟΚΟ

#### 4.3.1.1.3.1 ΑΝΤΟΧΕΣ ΚΟΧΛΙΩΝ {J3.6.2}

#### ΑΝΤΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΣΕ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ ΤΩΝ ΣΕΙΡΩΝ ΚΟΧΛΙΩΝ

##### Σειρές κοχλιών ανεξάρτητες

Σειρά κοχλιών	Αντοχή σχεδιασμού $\sigma'$ εφελκυσμό $F_{t,Rd}$
1	627.910 kN
2	627.910 kN
3	627.910 kN

#### 4.3.1.1.3.2 ΑΝΤΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΣΕ ΡΟΠΗ

Αντοχή σχεδιασμού σε ροπή  $M_{Rd}$  : 391306.72kN.mm

Λόγος  $M_{Sd} / M_{Rd}$  : 0.94 < 1

Η αντοχή σε ροπή είναι : **ΕΠΑΡΚΗΣ**

#### 4.3.1.1.3.3 ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ

Η αντοχή σχεδιασμού σε διάτμηση  $V_{Rd}$  : 1964.57kN

Λόγος  $V_{Sd} / V_{Rd}$  : 0.14 < 1.00

Η αντοχή σε διάτμηση είναι : **ΕΠΑΡΚΗΣ**

#### 4.3.1.1.3.4 ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ

Το πάχος των συγκολλήσεων του κορμού δοκού στην μετωπική πλάκα είναι : 15.00mm

Η απαιτούμενη τιμή είναι : 7.00mm

Το πάχος των συγκολλήσεων του πέλματος δοκού στην μετωπική πλάκα είναι : 25.00mm

Η απαιτούμενη τιμή για μεταθετό πλαίσιο είναι : 6.00mm

Η απαιτούμενη τιμή για αμετάθετο πλαίσιο είναι : 6.00mm

#### **4.3.1.1.3.5 ANTOXH ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΣΕ ΘΛΙΨΗ ΚΟΡΜΟΥ ΤΗΣ ΔΟΚΟΥ ΣΤΟ ΣΗΜΕΙΟ ΟΠΟΥ ΣΥΝΔΕΕΤΑΙ Η ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΟΜΒΟΥ**

Η αντοχή του κορμού της δοκού είναι επαρκής

#### **4.3.1.1.3.6 ΣΤΡΟΦΙΚΗ ΔΥΣΚΑΜΨΙΑ {J.4.1} & ΣΤΡΟΦΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ {J.5}**

Ιδεατή ακαμψία  $S_j$  : 571571.94kN.mm/deg

Δεν παρέχεται πληροφορία στον Ευρωκώδικα 3 για πλαστική ανάλυση

#### **4.3.1.1.3.7 ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ**

##### **Ταξινόμηση με την ακαμψία**

**ΑΡΘΡΩΤΗ** για  $L \leq L_1$

**ΗΜΙΑΚΑΜΠΤΗ** για  $L_1 < L < L_2$

**ΑΚΑΜΠΤΗ** για  $L_2 \leq L$

**L** = μήκος συνδεόμενης ράβδου

**Για μεταθετό πλαίσιο**

**L<sub>1</sub>** = 807.00mm

**L<sub>2</sub>** = 12911.95mm

**Για αμετάθετο πλαίσιο**

**L<sub>1</sub>** = 807.00mm

**L<sub>2</sub>** = 40349.83mm

Σύμφωνα με τον EN1993-1-8, με βάση τους τύπους:

- ή , ως προς την αντοχή

- , ως προς τη δυσκαμψία

**Η σύνδεση ταξινομείται ως: ΜΕΡΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ – ΗΜΙΑΚΑΜΠΤΗ**

### 4.3.1.2 Έλεγχος Σύνδεσης Διαδοκίδας σε Κύρια Δοκό

ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	
Αρχείο	ΔΙΑΔ. ΣΕ Κ.Δ
Ημερομηνία	
Μηχανικός	
Έργο	ΚΤΙΡΙΟ Α

ΜΟΝΑΔΕΣ	
Μήκος	mm
Δύναμη	kN
Γωνία	deg

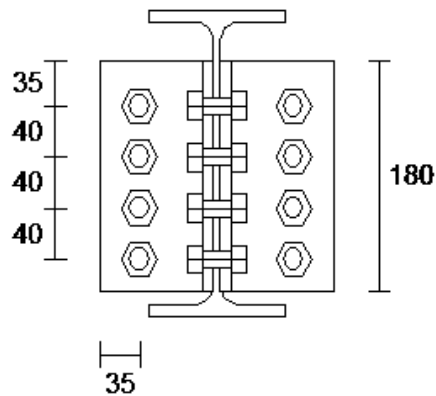
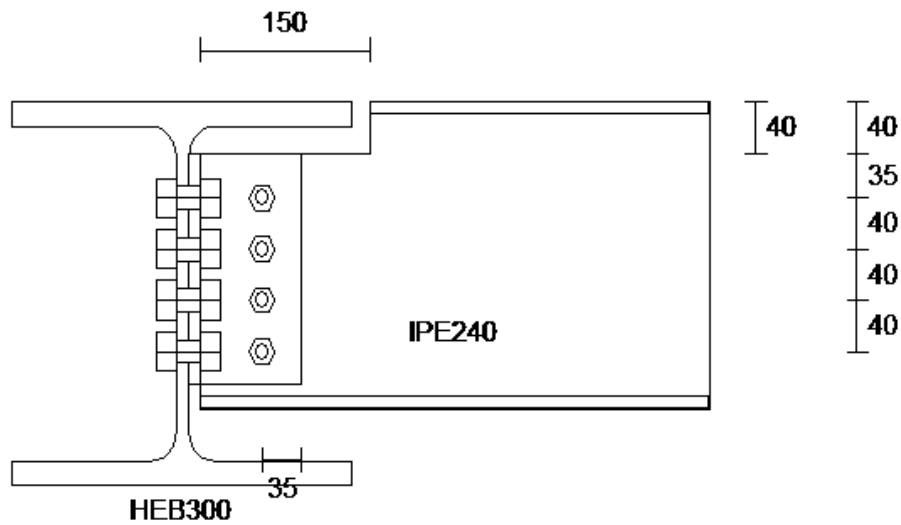
ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	
Κανονισμός	ENV(1993-1-1)
$\gamma M_0$	1.10
$\gamma M_b$ (διάτμηση)	1.25
$\gamma M_b$ (εφελκυσμός)	1.25
$\gamma M_w$	1.25
$\gamma M_2$	1.25

ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ	
1	ΙΡΕ240 ΕΠΙ ΗΕΒ300

ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΦΟΡΤΙΣΕΙΣ	
1	Ι.Β. ΚΑΙ ΚΙΝΗΤΑ



### 4.3.1.2.1 ΙΡΕ240 ΕΠΙ ΗΕΒ300



- ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ: ΑΡΘΡΩΤΗ ΣΥΝΔΕΣΗ ΔΟΚΟΥ ΜΕ ΔΟΚΟ (ΓΩΝΙΑΚΑ ΣΤΟΝ ΚΟΡΜΟ)

### 4.3.1.2.2 ΔΕΔΟΜΕΝΑ

#### Στοιχεία συνδεόμενων μελών

Συνδεόμενα μέλη	Κ.Δοκός	Διαδοκίδα
Διατομή	HEB300	IPE240
Ποιότητα υλικού	S235	S235

**ΖΕΥΓΟΣ ΓΩΝΙΑΚΩΝ**

<i>Χαρακτηριστικά</i>	<i>Δοκός</i>
Διατομή	L100x10
Εμβαδόν διατομής A (mm <sup>2</sup> )	1920.000
Σκέλος που συνδέεται στην κύρια δοκό/υποστύλωμα (mm)	100.000
Σκέλος που συνδέεται στη δοκό (mm)	100.000
Πάχος (mm)	10.000
Μήκος γωνιακού (mm)	180.000
Ποιότητα υλικού	S235
Κάθετη απόσταση μεταξύ της κορυφής γωνιακού και το πάνω πέλμα της δοκού (qclb) (mm)	40.000

**ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ ΚΟΧΛΙΩΝ**

	<i>Κύρια Δοκός</i>	<i>Διαδοκίδα</i>
Τύπος	Κανονικοί	Κανονικοί
Διάμετρος (d)	16.000	12.000
Διάμετρος οπής (d <sub>0</sub> )	18.000	13.000
Εμβαδόν κοχλία (A)	201.000	113.000
Εμβαδόν εφελκυσμού κοχλία (A <sub>S</sub> )	157.00	84.300
Ποιότητα	10.9	10.9
Το επίπεδο διάτμησης είναι	ε κ τ ό ς	ε κ τ ό ς
	σπειρώματος	σπειρώματος
Απόσταση από άκρο (e <sub>1</sub> ) (mm)	35.000	35.000
Απόσταση από άκρο (e <sub>2</sub> ) (mm)	35.000	35.000
Απόσταση μεταξύ των σειρών κοχλιών (p <sub>1</sub> ) (mm)	40.000	40.000
Απόσταση μεταξύ των κολονών κοχλιών (p <sub>2</sub> ) (mm)	40.000	40.000
Αριθμός σειρών κοχλιών	4	4
Αριθμός κολονών κοχλιών	1	1

**ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ**

Μήκος πάνω απότμησης (mm)	150.000
Πλάτος πάνω απότμησης (mm)	40.000
Μήκος κάτω απότμησης (mm)	0.000
Πλάτος κάτω απότμησης (mm)	0.000

Πάνω πέλμα δοκού και πέλμα κύριας δοκού ( $q_{bfcf}$ ) (mm)	0.000
Δοκός από την κύρια δοκό/υποστύλωμα ( $q_{bc}$ ) (mm)	10.000

### 4.3.1.2.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΦΟΡΤΙΣΗΣ [I.B. ΚΑΙ ΚΙΝΗΤΑ]

#### ΕΝΤΑΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ

	Τέμνουσα (kN)
Δεξιά δοκός	67.13

#### • ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΕΞΙΑ ΔΟΚΟ

#### 4.3.1.2.3.1 ΑΝΤΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΣΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ ΤΗΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ

Αντοχή σε διάτμηση κοχλιών που συνδέουν γωνιακά σε δοκό (6.5.5)	
Αντοχή σε διάτμηση κοχλία $F_{v,Rd}$ (kN)	108.48
Μέγιστη Δύναμη σε κοχλία (kN)	36.78
Λόγος	<b>0.34</b>

Αντοχή σε σύνθλιψη άντυγας γωνιακού συνδεδεμένου σε δοκό (6.5.5)	
Αντοχή σε σύνθλιψη άντυγας κοχλία $F_{b,Rd}$ (kN)	67.02
Μέγιστη Δύναμη σε κοχλία (kN)	18.39
Λόγος	<b>0.27</b>

Αντοχή σε σύνθλιψη άντυγας κορμού δοκού (6.5.5)	
Αντοχή σε σύνθλιψη άντυγας κοχλία $F_{b,Rd}$ (kN)	41.55
Μέγιστη Δύναμη σε κοχλία (kN)	36.78
Λόγος	<b>0.89</b>

Αντοχή σε διάτμηση λόγω απόσχισης γωνιακού συνδεδεμένου σε δοκό (6.5.2.2)	
Αντοχή σε διάτμηση (kN)	212.83
Διατμητική Δύναμη (kN)	33.56
Λόγος	<b>0.16</b>

Αντοχή σε διάτμηση λόγω απόσχισης κορμού δοκού	
--	--

<b>(6.5.2.2)</b>	
Αντοχή σε διάτμηση (kN)	152.95
Διατμητική Δύναμη (kN)	67.13
<b>Λόγος</b>	<b>0.44</b>

<b>Αντοχή σε διάτμηση δοκού (5.4.6)</b>	
Αντοχή σε διάτμηση (kN)	235.926
Διατμητική Δύναμη (kN)	67.13
<b>Λόγος</b>	<b>0.28</b>

<b>Αντοχή σε διάτμηση κοχλιών που συνδέουν γωνιακά σε κύρια δοκό (6.5.5)</b>	
Αντοχή σε διάτμηση κοχλία $F_{v,Rd}$ (kN)	96.480
Διατμητική Δύναμη (kN)	8.39
<b>Λόγος</b>	<b>0.15</b>

<b>Αντοχή σε σύνθλιψη άντυγας γωνιακού συνδεδεμένου με κύρια δοκό (6.5.5)</b>	
Αντοχή σε σύνθλιψη άντυγας $F_{b,Rd}$ (kN)	56.53
Διατμητική Δύναμη (kN)	8.39
<b>Λόγος</b>	<b>0.13</b>

<b>Αντοχή σε σύνθλιψη άντυγας κύριας δοκού (6.5.5)</b>	
Αντοχή σε σύνθλιψη άντυγας $F_{b,Rd}$ (kN)	62.19
Διατμητική Δύναμη (kN)	8.39
<b>Λόγος</b>	<b>0.13</b>

<b>Αντοχή σε διάτμηση λόγω απόσχισης γωνιακού συνδεδεμένου με κύρια δοκό (6.5.2.2)</b>	
Αντοχή σε διάτμηση (kN)	179.58
Διατμητική Δύναμη (kN)	33.56
<b>Λόγος</b>	<b>0.19</b>

<b>Αντοχή σε τοπική διάτμηση κύριας δοκού (5.4.6)</b>	
Αντοχή σε διάτμηση (kN)	488.44
Διατμητική Δύναμη (kN)	67.13
<b>Λόγος</b>	<b>0.14</b>

Ο μεγαλύτερος λόγος παρατηρείται στον έλεγχο :

**Αντοχή σε σύνθλιψη άντυγας κορμού δοκού (6.5.5)**

Λόγος

**:0.89 < 1.00**

Η αντοχή είναι

**:ΕΠΑΡΚΗΣ**

### 4.3.1.3 Έλεγχος Έδρασης Υποστυλώματος

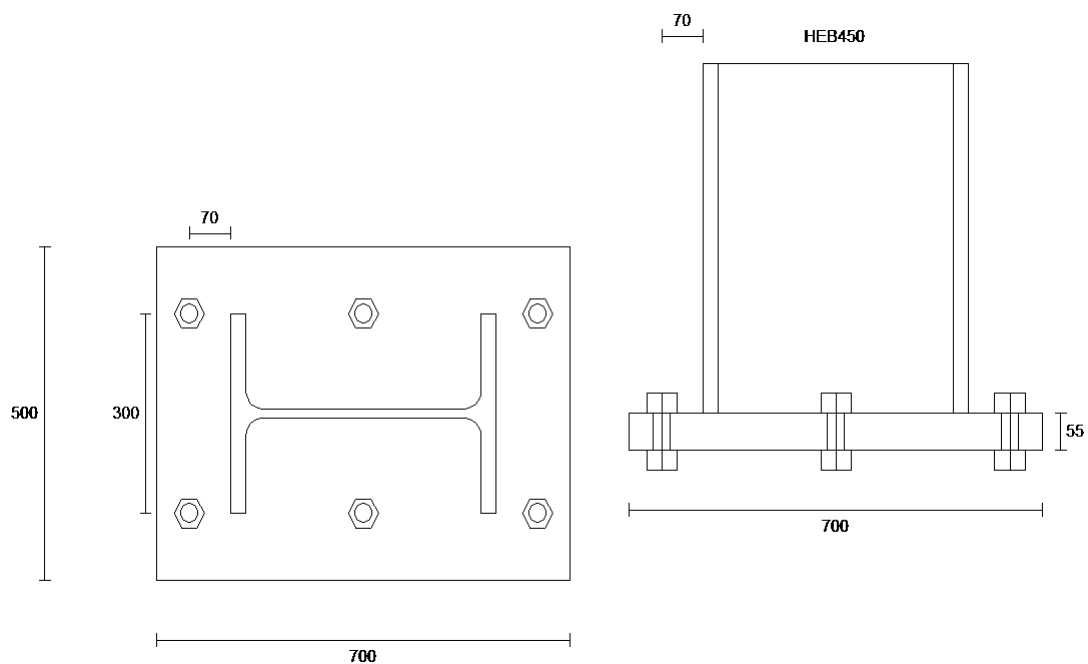
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	
Αρχείο	ΕΔΡΑΣΗ ΥΠ/ΤΟΣ
Ημερομηνία	
Μηχανικός	
Έργο	ΚΤΙΡΙΟ Α

ΜΟΝΑΔΕΣ	
Μήκος	mm
Δύναμη	kN
Γωνία	deg

ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	
Κανονισμός	ENV(1993-1-1)
$\gamma M_0$	1.10
$\gamma M_b$ (διάτμηση)	1.25
$\gamma M_b$ (εφελκυσμός)	1.25
$\gamma M_w$	1.25
$\gamma M_2$	1.25

ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ	
1	ΥΠ/ΜΑ 17
ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΦΟΡΤΙΣΕΙΣ	
1	52

### 4.3.1.3.1 ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ Νο.17



- ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ: ΕΔΡΑΣΗ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ ΜΟΡΦΗΣ Η (ΠΑΚΤΩΣΗ)

### 4.3.1.3.2 ΔΕΔΟΜΕΝΑ

#### Δεδομένα διατομών συνδεδεμένων μελών

Γεωμετρικά & μηχανικά χαρακτηριστικά συνδεδεμένων μελών / Συνδεδεμένο μέλος	Υποστόλωμα
Διατομή	2HEB450
Ύψος (h) (mm)	450.000
Πλάτος πέλματος (b <sub>f</sub> ) (mm)	300.000
Πάχος πέλματος (t <sub>f</sub> ) (mm)	26.000
Πάχος κορμού (t <sub>w</sub> ) (mm)	14.000
Ποιότητα υλικού	S235
Όριο διαρροής f <sub>yb</sub> (kN/mm <sup>2</sup> )	0.235

#### Δεδομένα πλάκας έδρασης

<b>Γεωμετρικά χαρακτηριστικά</b>	
Πλευρά ( $h_p$ ) (mm)	700.000
Πλευρά ( $b_p$ ) (mm)	500.000
Πάχος ( $t_p$ ) (mm)	55.000
Ποιότητα υλικού	S235
Όριο διαρροής $f_{yb}$ (kN/mm <sup>2</sup> )	0.235
Πάχος συγκόλλησης στον κορμό ( $a_w$ ) (mm)	25.000
Πάχος συγκόλλησης στα πέλματα ( $a_f$ ) (mm)	25.000

### Δεδομένα σκυροδέματος

<b>Γεωμετρικά χαρακτηριστικά</b>	
Ποιότητα	C30
Θλιπτική αντοχή σχεδιασμού (kN/mm <sup>2</sup> )	0.02000
Διατμητική αντοχή σχεδιασμού (kN/mm <sup>2</sup> )	0.00135
Μέτρο Ελαστικότητας (kN/mm <sup>2</sup> )	32.000
Επιμέρους συντελεστής ασφαλείας $\gamma_c$	1.500



**Δεδομένα αγκυρίων (με άγκιστρο)**

<b>Γεωμετρικά χαρακτηριστικά</b>	
Διάμετρος (d) (mm)	27.000
Ποιότητα	8.8
Όριο διαρροής $f_{yb}$ (kN/mm <sup>2</sup> )	0.640
Διάμετρος ράβδου αγκύρωσης (mm)	40.500
Διάμετρος αγκίστρου (D) (mm)	150.000
Ευθύγραμμο μήκος αγκίστρου (l <sub>2</sub> ) (mm)	50.000
Μήκος αγκυρίου (H) (mm)	1100.000

<b>Τοπολογία αγκυρίων</b>	
Αριθμός αγκυρίων	6
Απόσταση s των αγκυρίων μεταξύ τους (mm)	300.000
Απόσταση a <sub>2</sub> αγκυρίων από πέλμα υποστυλώματος (mm)	70.000

**ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ**

- \* Ο έλεγχος γίνεται για μονοαξονική κάμψη (ως προς τον ισχυρό άξονα αδρανείας) αξονική δύναμη και διάτμηση.
- \* Γραμμική ελαστική συμπεριφορά για την σύνδεση (υπόθεση Navier-Bernoulli).
- \* Στην περίπτωση διαμόρφωσης με περισσότερα από 2 εφελκόμενα αγκύρια σε διαφορετικές αποστάσεις από τον ουδέτερο άξονα, το κέντρο εφαρμογής της συνισταμένης εφελκυσμού υπολογίζεται θεωρώντας ότι όλα τα αγκύρια παραλαμβάνουν ίση εφελκυστική δύναμη (υπερ της ασφάλειας).
- \* Τα θλιβόμενα αγκύρια αγνοούνται στους υπολογισμούς.
- \* Οι ορθές και διατμητικές τάσεις λόγω κάμψης της πλάκας έδρασης θεωρούνται ανεξάρτητα από τις τάσεις λόγω επαφής με το σκυρόδεμα θεμελίωσης.
- \* Το μέγιστο ενεργό πλάτος των ελασμάτων στην ζώνη των εφελκόμενων αγκυρίων είναι (ανά αγκύριο) ίσο με  $\pi \cdot a_2$ .
- \* Ο συντελεστής συγκέντρωσης τάσης για το σκυρόδεμα ισούται με 1.5
- \* Για την επίλυση της πλάκας έδρασης στην περιοχή μεταξύ κορμού και πελμάτων υποστυλώματος θεωρείται μοντέλο τριέρειστης πλάκας υποκείμενης σε πίεση ίση με την μέση τιμή της εφαρμοζόμενης από την επαφή με το σκυρόδεμα.
- \* Ο έλεγχος της ακαμψίας της πλάκας έδρασης γίνεται με βάση σχέση πειραματικής προέλευσης.
- \* Για τον έλεγχο των συγκολλήσεων θεωρείται ότι:
  - η συγκόλληση γίνεται με περιμετρικές συνεχείς εξωραφές. Οι εξωραφές των πελμάτων και του κορμού είναι διπλές και του ίδιου πάχους για τα δύο πέλματα.
  - η αξονική δύναμη σχεδιασμού κατανέμεται ομοιόμορφα στην διατομή όλων των εξωραφών.
  - η διατμητική δύναμη σχεδιασμού κατανέμεται ομοιόμορφα στην διατομή των εξωραφών του κορμού.
  - η ροπή σχεδιασμού αναλύεται σε ζεύγος δυνάμεων οι οποίες κατανέμονται ομοιόμορφα στην διατομή των εξωραφών των πελμάτων.
- \* Η διατμητική δύναμη σχεδιασμού μεταφέρεται στο σκυρόδεμα θεμελίωσης μόνο μέσω τριβής μεταξύ του θλιβόμενου τμήματος της πλάκας έδρασης και του σκυροδέματος ή μέσω πρόσθετου διατμητικού στοιχείου (αγνοείται η συμμετοχή των αγκυρίων). Ο συντελεστής τριβής ισούται με 0.3.
- \* Η εφελκυστική δύναμη στα αγκύρια μεταφέρεται στο σκυρόδεμα θεμελίωσης μέσω:
  - συνάφειας και τριβής στην περίπτωση αγκυρίων με άγκιστρο (καμπύλο).
  - συνάφειας και πίεσης στην περίπτωση αγκυρίων με πλάκα αγκύρωσης.

**4.3.1.3.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΦΟΡΤΙΣΗΣ [52]****ΕΝΤΑΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ**

	Αξονική ( $N_{Sd}$ ) (kN)	Τέμνουσα ( $V_{Sd}$ ) (kN)	Ροπή ( $M_{Sd}$ ) (kN.mm)
<b>Υποστύλωμα</b>	3135.00	52.88	180830.00

#### 4.3.1.3.3.1 ΟΥΔΕΤΕΡΟΣ ΑΞΟΝΑΣ

Απόσταση ουδ.άξονα από θλιβόμενο άκρο πλάκας  $y_0$  : εκτός πλάκας

Αριθμός εφελκυσμένων αγκυριών : 0

#### 4.3.1.3.3.2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΘΛΙΠΤΙΚΗΣ ΤΑΣΗΣ ΣΤΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

Αναπτυσσόμενη θλιπτική τάση ακμής  $p_m$  : 0.01339kN/mm<sup>2</sup>

Θλιπτική αντοχή σε συγκεντρωμένη πίεση : 0.02550kN/mm<sup>2</sup>

Λόγος  $p_m/\sigma_{bc}$  : 0.52

Η αντοχή είναι : ΕΠΑΡΚΗΣ

#### 4.3.1.3.3.3 ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΓΚΥΡΙΩΝ

Δεν αναπτύσσεται εφελκυστική δύναμη.

#### 4.3.1.3.3.4 ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΕΦΕΛΚΥΟΜΕΝΗΣ ΖΩΝΗΣ

Δεν γίνεται ο έλεγχος εφόσον δεν αναπτύσσεται εφελκυσμός.

#### 4.3.1.3.3.5 ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΠΑΧΟΥΣ ΠΛΑΚΑΣ ΕΔΡΑΣΗΣ

Δυσμενέστερη περιοχή : πρὸς την πλευρά θλιβόμενων αγκυριών

Απαιτούμενο ελάχιστο πάχος ( $t_p$  minimum) : 55.00mm

Το πάχος είναι ΕΠΑΡΚΕΣ ( $t_p \geq t_p$  minimum)

#### 4.3.1.3.3.6 ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΑΚΑΜΨΙΑΣ ΠΛΑΚΑΣ ΕΔΡΑΣΗΣ

Απαιτούμενο ελάχιστο πάχος ( $t_p$  minimum) : 38.00mm

Το πάχος είναι ΕΠΑΡΚΕΣ ( $t_p \geq t_p$  minimum)

#### 4.3.1.3.3.7 ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ

Ελάχιστο πάχος συγκόλλησης κορμού/πλάκας : 9.00mm

Η συγκόλληση είναι ΕΠΑΡΚΗΣ

Ελάχιστο πάχος συγκόλλησης πέλματος/πλάκας : 16.00mm

Η συγκόλληση είναι ΕΠΑΡΚΗΣ

<b>Ορθή τάση</b>	: 0.1044 kN/mm <sup>2</sup>
<b>Διατμητική τάση</b>	: 0.06586kN/mm <sup>2</sup>
<b>Αντοχή</b>	: 0.23500kN/mm <sup>2</sup>
<b>Λόγος</b>	: 0.43
<b>Η αντοχή είναι</b>	: <b>ΕΠΑΡΚΗΣ</b>

#### **4.3.1.3.3.8 ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ**

<b>Συνισταμένη θλιπτικής δράσης (<math>F_c</math>)</b>	: 3135.00
<b>Δεν απαιτείται στοιχείο διάτμησης</b>	(ισχύει $V < 0.3 * F_c$ )



### 4.3.2 Έλεγχος Συνδέσεων Μελών Κτιρίου Β (με κατακόρυφους συνδέσμους κατά x'x & y'y)

---

---

#### INSTANT

#### Έλεγχοι Συνδέσεων σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα ( Περιληπτική αναφορά )

---

---

#### 4.3.2.1 Έλεγχος Σύνδεσης Κύριας Δοκού σε Υποστύλωμα

ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	
Αρχείο	Κ.Δ ΣΕ ΥΠ/ΜΑ
Ημερομηνία	
Μηχανικός	
Έργο	ΚΤΙΡΙΟ Β

ΜΟΝΑΔΕΣ	
Μήκος	mm
Δύναμη	kN
Γωνία	deg

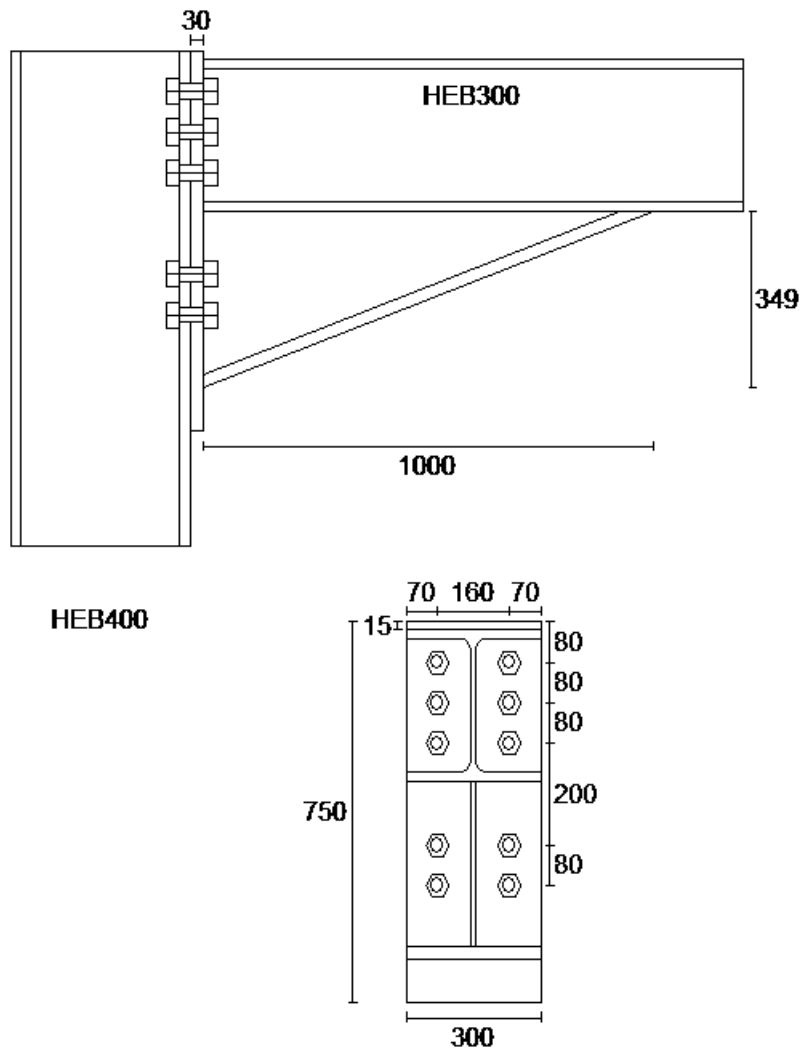
ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Κανονισμός	ENV(1993-1-1)
$\gamma M_0$	<b>1.10</b>
$\gamma M_b$ (διάτμηση)	<b>1.25</b>
$\gamma M_b$ (εφελκυσμός)	<b>1.25</b>
$\gamma M_w$	<b>1.25</b>
$\gamma M_2$	<b>1.25</b>

<b>ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ</b>	
1	<b>HEB300 ΕΠΙ HEB400</b>

<b>ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΦΟΡΤΙΣΕΙΣ</b>	
1	<b>56</b>

### 4.3.2.1.1 ΗΕΒ300 ΕΠΙ ΗΕΒ400



- ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ: ΗΜΙΑΚΑΜΠΤΗ ΣΥΝΔΕΣΗ ΔΟΚΟΥ-ΥΠΟΣ/ΤΟΣ ΜΕ ΜΕΤΩΠΙΚΗ ΠΛΑΚΑ (ΚΟΧΛΙΩΤΗ)

#### ΕΓΚΥΡΟΤΗΤΑ ΜΕΘΟΔΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

- Οι διατομές είναι Τάξης 1, 2 ή 3
- $N_{Sd} < 0.1 * N_{pl.Rd}$ , όπου  
 $N_{Sd}$ : αξονική δύναμη στη δοκό  
 $N_{pl.Rd}$ : αντοχή σε αξονική διατομής της δοκού

### 4.3.2.1.2 ΔΕΔΟΜΕΝΑ

#### Στοιχεία συνδεόμενων μελών

Συνδεόμενα μέλη	Υποστύλωμα	Δεξιά Δοκός
Διατομή	HEB400	HEB300
Ποιότητα υλικού	S235	S235

#### Δεδομένα κλίσης δεξιάς δοκού

Γωνία	: 0.00deg
Προβαλλόμενο ύψος δοκού (h')	: 300.00mm

#### Δεδομένα μετωπικής πλάκας

Γεωμετρικά χαρακτηριστικά & τύπος μετωπικής πλάκας				
Υψος (h <sub>p</sub> ) (mm)	Πλάτος (b <sub>p</sub> ) (mm)	Πάχος (t <sub>p</sub> ) (mm)	Απόσταση του πάνω άκρου από το πέλαμα της δοκού (mm)	Τύπος μετωπικής πλάκας
750.000	300.000	30.000	15.000	Μη προεξέχουσα εξωτερική

#### Δεδομένα ενίσχυσης κόμβου

Γεωμετρικά χαρακτηριστικά ενίσχυσης κόμβου με διατομή από HEB300					
Υψος (h) (mm)	Πλάτος πέλματος (b <sub>f</sub> ) (mm)	Πάχος πέλματος (t <sub>f</sub> ) (mm)	Πάχος κορμού (t <sub>w</sub> ) (mm)	Μήκος (l <sub>H</sub> ) (mm)	Γωνία (α <sub>H</sub> ) (deg)
349.000	300.000	24.000	13.000	1000.000	19.24

#### Δεδομένα κοχλιών

Χαρακτηριστικά κοχλιών	
Τύπος	Κανονικοί
Διάμετρος d	27.00
Διάμετρος οπής (d <sub>0</sub> )	30.00
Ποιότητα	10.9
Το επίπεδο διάτμησης είναι	εκτός σπειρώματος

#### Δεδομένα τοπολογίας κοχλιών

Τοπολογία κοχλιών
-------------------



Απόσταση $e_1$ (mm)	80.000
Απόσταση $e_2$ (mm)	70.00
Απόσταση $w$ (mm)	160.00
Απόσταση $p(1)$ (mm)	80.00
Απόσταση $p(2)$ (mm)	80.00
Απόσταση $p(3)$ (mm)	200.00
Απόσταση $p(4)$ (mm)	80.00

#### 4.3.2.1.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΦΟΡΤΙΣΗΣ [56]

##### ΕΝΤΑΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ

(Αναγωγή των δυνάμεων των δοκών)

	Αξονική ( $N_{Sd}$ ) (kN)	Τέμνουσα ( $V_{Sd}$ ) (kN)	Ροπή ( $M_{Sd}$ ) (kN.mm)
Δεξιά δοκός	-9.20	257.24	274220.00
Υποστύλωμα	0.00	0.00	0.00
Πάνω Υποστύλωμα	0.00	0.00	0.00

- ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΕΞΙΑ ΔΟΚΟ

##### 4.3.2.1.3.1 ΑΝΤΟΧΕΣ ΚΟΧΛΙΩΝ {J3.6.2}

##### ΑΝΤΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΣΕ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ ΤΩΝ ΣΕΙΡΩΝ ΚΟΧΛΙΩΝ

##### Σειρές κοχλιών ανεξάρτητες

Σειρά κοχλιών	Αντοχή σχεδιασμού $\sigma'$ εφελκυσμό $F_{t,Rd}$
1	627.91 kN
2	627.91 kN
3	627.91 kN

##### 4.3.2.1.3.2 ΑΝΤΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΣΕ ΡΟΠΗ

Αντοχή σχεδιασμού σε ροπή  $M_{Rd}$

: 406085.41kN.mm

Λόγος  $M_{Sd} / M_{Rd}$

: 0.68 < 1

Η αντοχή σε ροπή είναι

: ΕΠΑΡΚΗΣ

#### 4.3.2.1.3.3 *ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ*

Η αντοχή σχεδιασμού σε διάτμηση $V_{Rd}$	: 1571.66kN
Λόγος $V_{Sd} / V_{Rd}$	: 0.16 < 1.00
Η αντοχή σε διάτμηση είναι	: <b>ΕΠΑΡΚΗΣ</b>

#### 4.3.2.1.3.4 *ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ*

Το πάχος των συγκολλήσεων του κορμού δοκού στην μετωπική πλάκα είναι	: 15.00mm
Η απαιτούμενη τιμή είναι	: 6.00mm
Το πάχος των συγκολλήσεων του πέλματος δοκού στην μετωπική πλάκα είναι	: 15.00mm
Η απαιτούμενη τιμή για <u>μεταθετό</u> πλαίσιο είναι	: 6.00mm
Η απαιτούμενη τιμή για <u>αμετάθετο</u> πλαίσιο είναι	: 6.00mm

#### 4.3.2.1.3.5 *ΑΝΤΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΣΕ ΘΛΙΨΗ ΚΟΡΜΟΥ ΤΗΣ ΔΟΚΟΥ ΣΤΟ ΣΗΜΕΙΟ ΟΠΟΥ ΣΥΝΔΕΕΤΑΙ Η ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΟΜΒΟΥ*

Η αντοχή του κορμού της δοκού είναι επαρκής

#### 4.3.2.1.3.6 *ΣΤΡΟΦΙΚΗ ΔΥΣΚΑΜΨΙΑ {J.4.1} & ΣΤΡΟΦΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ {J.5}*

Ιδεατή ακαμψία $S_j$	: 1983686.38kN.mm/deg
----------------------	-----------------------

Δεν παρέχεται πληροφορία στον Ευρωκώδικα 3 για πλαστική ανάλυση

### 4.3.2.1.3.7 ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ

#### Ταξινόμηση με την ακαμψία

ΑΡΘΡΩΤΗ	για $L \leq L_1$
ΗΜΙΑΚΑΜΠΤΗ	για $L_1 < L < L_2$
ΑΚΑΜΠΤΗ	για $L_2 \leq L$
<b>L</b>	= μήκος συνδεόμενης ράβδου
<b>Για μεταθετό πλαίσιο</b>	
<b>L<sub>1</sub></b>	= 238.54
<b>L<sub>2</sub></b>	= 3816.60mm
<b>Για αμετάθετο πλαίσιο</b>	
<b>L<sub>1</sub></b>	= 238.54mm
<b>L<sub>2</sub></b>	= 11926.87mm

Σύμφωνα με τον EN1993-1-8, με βάση τους τύπους:

- $\lambda_{pl} < \lambda_{pl,R}$  ή  $\lambda_{pl} < \lambda_{pl,R}$ , ως προς την αντοχή
- $\lambda_{pl} < \lambda_{pl,R}$ , ως προς τη δυσκαμψία

Η σύνδεση ταξινομείται ως: **ΜΕΡΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ – ΗΜΙΑΚΑΜΠΤΗ**

### 4.3.2.2 Έλεγχος Σύνδεσης Διαδοκίδας σε Κύρια Δοκό

ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	
Αρχείο	ΔΙΑΔ. ΣΕ Κ.Δ
Ημερομηνία	
Μηχανικός	
Έργο	ΚΤΙΡΙΟ Β

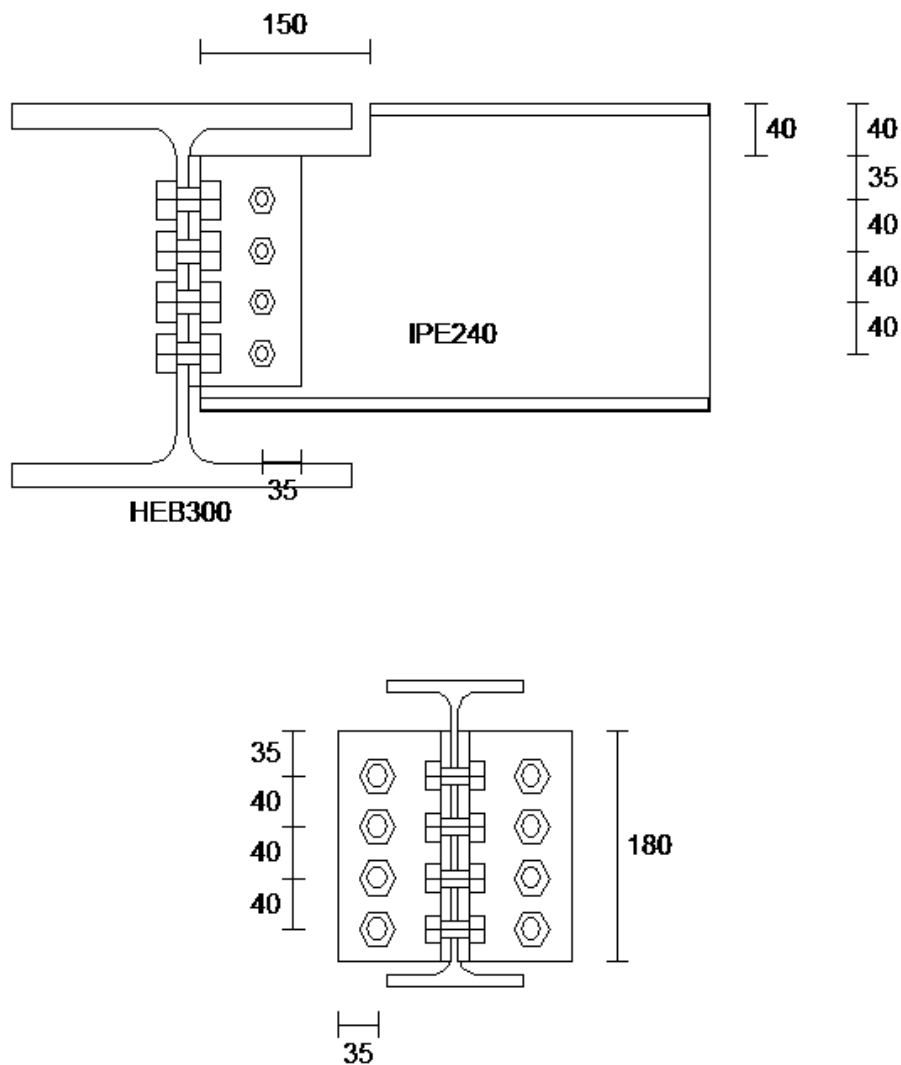
ΜΟΝΑΔΕΣ	
Μήκος	Mm
Δύναμη	kN
Γωνία	Deg

ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	
Κανονισμός	ENV(1993-1-1)
$\gamma M_0$	1.10
$\gamma M_b$ (διάτμηση)	1.25
$\gamma M_b$ (εφελκυσμός)	1.25
$\gamma M_w$	1.25
$\gamma M_2$	1.25

ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ	
1	ΙΡΕ240 ΕΠΙ ΗΕΒ300

ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΦΟΡΤΙΣΕΙΣ	
1	Ι.Β. ΚΑΙ ΚΙΝΗΤΑ

### 4.3.2.2.1 ΙΡΕ240 ΕΠΙ ΗΕΒ300



- ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ: ΑΡΘΡΩΤΗ ΣΥΝΔΕΣΗ ΔΟΚΟΥ ΜΕ ΔΟΚΟ (ΓΩΝΙΑΚΑ ΣΤΟΝ ΚΟΡΜΟ)

### 4.3.2.2.2 ΔΕΔΟΜΕΝΑ

#### Στοιχεία συνδεόμενων μελών

Συνδεόμενα μέλη	Κ.Δοκός	Διαδοκίδα
Διατομή	HEB300	IPE240

Ποιότητα υλικού	S235	S235
-----------------	------	------

**ΖΕΥΓΟΣ ΓΩΝΙΑΚΩΝ**

<i>Χαρακτηριστικά</i>	<i>Δοκός</i>
Διατομή	L100x10
Εμβαδόν διατομής A (mm <sup>2</sup> )	1920.000
Σκέλος που συνδέεται στην κύρια δοκό/υποστύλωμα (mm)	100.000
Σκέλος που συνδέεται στη δοκό (mm)	100.000
Πάχος (mm)	10.000
Μήκος γωνιακού (mm)	180.000
Ποιότητα υλικού	S235
Κάθετη απόσταση μεταξύ της κορυφής γωνιακού και το πάνω πέλμα της δοκού (qclb) (mm)	40.000

**ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ ΚΟΧΛΙΩΝ**

	<i>Κύρια Δοκός</i>	<i>Διαδοκίδα</i>
Τύπος	Κανονικοί	Κανονικοί
Διάμετρος (d)	16.000	12.000
Διάμετρος οπής (d <sub>0</sub> )	18.000	13.000
Εμβαδόν κοχλία (A)	201.000	113.000
Εμβαδόν εφελκυσμού κοχλία (A <sub>S</sub> )	157.00	84.300
Ποιότητα	10.9	10.9
Το επίπεδο διάτμησης είναι	ε κ τ ό ς ε κ τ ό ς σπειρώματος	ε κ τ ό ς σπειρώματος
Απόσταση από άκρο (e <sub>1</sub> ) (mm)	35.000	35.000
Απόσταση από άκρο (e <sub>2</sub> ) (mm)	35.000	35.000
Απόσταση μεταξύ των σειρών κοχλιών (p <sub>1</sub> ) (mm)	40.000	40.000
Απόσταση μεταξύ των κολονών κοχλιών (p <sub>2</sub> ) (mm)	40.000	40.000
Αριθμός σειρών κοχλιών	4	4
Αριθμός κολονών κοχλιών	1	1

<b>ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ</b>	
Μήκος πάνω απότμησης (mm)	150.000
Πλάτος πάνω απότμησης (mm)	40.000

Μήκος κάτω απότμησης (mm)	0.000
Πλάτος κάτω απότμησης (mm)	0.000
Πάνω πέλμα δοκού και πέλμα κύριας δοκού (qbfef) (mm)	0.000
Δοκός από την κύρια δοκό/υποστύλωμα (qbc) (mm)	10.000

#### 4.3.2.2.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΦΟΡΤΙΣΗΣ [I.B. ΚΑΙ ΚΙΝΗΤΑ]

##### ΕΝΤΑΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ

	Τέμνουσα (kN)
Δεξιά δοκός	67.13

#### • ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΕΞΙΑ ΔΟΚΟ

##### 4.3.2.2.3.1 ΑΝΤΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΣΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ ΤΗΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ

Αντοχή σε διάτμηση κοχλιών που συνδέουν γωνιακά σε δοκό (6.5.5)	
Αντοχή σε διάτμηση κοχλία $F_{v,Rd}$ (kN)	108.48
Μέγιστη Δύναμη σε κοχλία (kN)	36.78
Λόγος	<b>0.34</b>

Αντοχή σε σύνθλιψη άντυνας γωνιακού συνδεδεμένου σε δοκό (6.5.5)	
Αντοχή σε σύνθλιψη άντυνας κοχλία $F_{b,Rd}$ (kN)	67.02
Μέγιστη Δύναμη σε κοχλία (kN)	18.39
Λόγος	<b>0.27</b>

Αντοχή σε σύνθλιψη άντυνας κορμού δοκού (6.5.5)	
Αντοχή σε σύνθλιψη άντυνας κοχλία $F_{b,Rd}$ (kN)	41.55
Μέγιστη Δύναμη σε κοχλία (kN)	36.78
Λόγος	<b>0.89</b>

Αντοχή σε διάτμηση λόγω απόσχισης γωνιακού συνδεδεμένου σε δοκό (6.5.2.2)	
Αντοχή σε διάτμηση (kN)	212.83
Διατμητική Δύναμη (kN)	33.56
Λόγος	<b>0.16</b>

<b>Αντοχή σε διάτμηση λόγω απόσχισης κορμού δοκού (6.5.2.2)</b>	
Αντοχή σε διάτμηση (kN)	152.95
Διατμητική Δύναμη (kN)	67.13
<b>Λόγος</b>	<b>0.44</b>

<b>Αντοχή σε διάτμηση δοκού (5.4.6)</b>	
Αντοχή σε διάτμηση (kN)	235.926
Διατμητική Δύναμη (kN)	67.13
<b>Λόγος</b>	<b>0.28</b>

<b>Αντοχή σε διάτμηση κοχλιών που συνδέουν γωνιακά σε κύρια δοκό (6.5.5)</b>	
Αντοχή σε διάτμηση κοχλία $F_{v,Rd}$ (kN)	96.480
Διατμητική Δύναμη (kN)	8.39
<b>Λόγος</b>	<b>0.15</b>

<b>Αντοχή σε σύνθλιψη άντυγας γωνιακού συνδεδεμένου με κύρια δοκό (6.5.5)</b>	
Αντοχή σε σύνθλιψη άντυγας $F_{b,Rd}$ (kN)	56.53
Διατμητική Δύναμη (kN)	8.39
<b>Λόγος</b>	<b>0.13</b>

<b>Αντοχή σε σύνθλιψη άντυγας κύριας δοκού (6.5.5)</b>	
Αντοχή σε σύνθλιψη άντυγας $F_{b,Rd}$ (kN)	62.19
Διατμητική Δύναμη (kN)	8.39
<b>Λόγος</b>	<b>0.13</b>

<b>Αντοχή σε διάτμηση λόγω απόσχισης γωνιακού συνδεδεμένου με κύρια δοκό (6.5.2.2)</b>	
Αντοχή σε διάτμηση (kN)	179.58
Διατμητική Δύναμη (kN)	33.56
<b>Λόγος</b>	<b>0.19</b>

<b>Αντοχή σε τοπική διάτμηση κύριας δοκού (5.4.6)</b>	
Αντοχή σε διάτμηση (kN)	488.44
Διατμητική Δύναμη (kN)	67.13
<b>Λόγος</b>	<b>0.14</b>



Ο μεγαλύτερος λόγος παρατηρείται στον έλεγχο :

**Αντοχή σε σύνθλιψη άντυγας κορμού δοκού (6.5.5)**

Λόγος

**:0.89 < 1.00**

Η αντοχή είναι

**:ΕΠΑΡΚΗΣ**

### 4.3.2.3 Έλεγχος Έδρασης Υποστρώματος

ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	
Αρχείο	ΕΔΡΑΣΗ ΥΠ/ΤΟΣ
Ημερομηνία	
Μηχανικός	
Έργο	ΚΤΙΡΙΟ Β

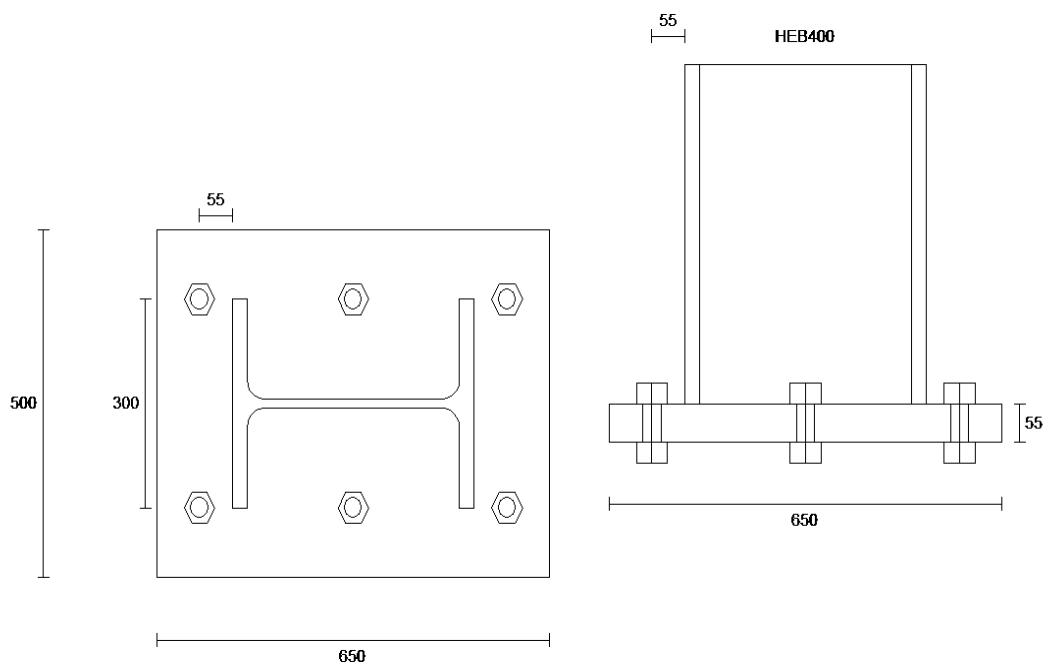
ΜΟΝΑΔΕΣ	
Μήκος	mm
Δύναμη	kN
Γωνία	deg

ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	
Κανονισμός	ENV(1993-1-1)
$\gamma M_0$	1.10
$\gamma M_b$ (διάτμηση)	1.25
$\gamma M_b$ (εφελκυσμός)	1.25
$\gamma M_w$	1.25
$\gamma M_2$	1.25

ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ	
1	ΥΠ/ΜΑ 19
2	ΥΠ/ΜΑ 29

ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΦΟΡΤΙΣΕΙΣ	
1	52
2	51

#### 4.3.2.3.1 ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ Νο.19



- **ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΕ ΘΛΙΨΗ: ΕΔΡΑΣΗ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ ΜΟΡΦΗΣ Η (ΠΑΚΤΩΣΗ)**

#### 4.3.2.3.2 ΔΕΔΟΜΕΝΑ

##### Δεδομένα διατομών συνδεόμενων μελών

<i>Γεωμετρικά &amp; μηχανικά χαρακτηριστικά συνδεόμενων μελών / Συνδεόμενο μέλος</i>	<i>Υποστόλωμα</i>
Διατομή	HEB400
Ύψος (h) (mm)	400.000
Πλάτος πέλματος (b <sub>f</sub> ) (mm)	300.000
Πάχος πέλματος (t <sub>f</sub> ) (mm)	24.000
Πάχος κορμού (t <sub>w</sub> ) (mm)	13.500
Ποιότητα υλικού	S235
Οριο διαρροής f <sub>y</sub> b (kN/mm <sup>2</sup> )	0.235

##### Δεδομένα πλάκας έδρασης

<b>Γεωμετρικά χαρακτηριστικά</b>	
Πλευρά (h <sub>p</sub> ) (mm)	650.000
Πλευρά (b <sub>p</sub> ) (mm)	500.000

Πάχος ( $t_p$ ) (mm)	55.000
Ποιότητα υλικού	S235
Όριο διαρροής $f_{yb}$ (kN/mm <sup>2</sup> )	0.235
Πάχος συγκόλλησης στον κορμό ( $a_w$ ) (mm)	25.000
Πάχος συγκόλλησης στα πέλματα ( $a_f$ ) (mm)	25.000

**Δεδομένα σκυροδέματος**

Γεωμετρικά χαρακτηριστικά	
Ποιότητα	C30
Θλιπτική αντοχή σχεδιασμού (kN/mm <sup>2</sup> )	0.02000
Διατμητική αντοχή σχεδιασμού (kN/mm <sup>2</sup> )	0.00135
Μέτρο Ελαστικότητας (kN/mm <sup>2</sup> )	32.000
Επιμέρους συντελεστής ασφαλείας $\gamma_c$	1.500

**Δεδομένα αγκυρίων (με άγκιστρο)**

Γεωμετρικά χαρακτηριστικά	
Διάμετρος (d) (mm)	27.000
Ποιότητα	8.8
Όριο διαρροής $f_{yb}$ (kN/mm <sup>2</sup> )	0.640
Διάμετρος ράβδου αγκύρωσης (mm)	40.500
Διάμετρος αγκίστρου (D) (mm)	150.000
Ευθύγραμμο μήκος αγκίστρου (l <sub>2</sub> ) (mm)	50.000
Μήκος αγκυρίου (H) (mm)	1100.000

Τοπολογία αγκυρίων	
Αριθμός αγκυρίων	6
Απόσταση s των αγκυρίων μεταξύ τους (mm)	300.000
Απόσταση a <sub>2</sub> αγκυρίων από πέλμα υποστυλώματος (mm)	55.000

**4.3.2.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΦΟΡΤΙΣΗΣ [52]****ΕΝΤΑΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ**

	Αξονική (N <sub>Sd</sub> ) (kN)	Τέμνουσα (V <sub>Sd</sub> ) (kN)	Ροπή (M <sub>Sd</sub> ) (kN.mm)
<b>Υποσύλωμα</b>	3065.50	13.41	38860.00

#### **4.3.2.3.3.1 ΟΥΔΕΤΕΡΟΣ ΑΞΟΝΑΣ**

Απόσταση ουδ.άξονα από θλιβόμενο άκρο πλάκας  $y_0$  : εκτός πλάκας  
Αριθμός εφελκυσμένων αγκυρίων : 0

#### **4.3.2.3.3.2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΘΛΙΠΤΙΚΗΣ ΤΑΣΗΣ ΣΤΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ**

Αναπτυσσόμενη θλιπτική τάση ακμής  $p_m$  : 0.01054kN/mm<sup>2</sup>  
Θλιπτική αντοχή σε συγκεντρωμένη πίεση : 0.02550kN/mm<sup>2</sup>  
Λόγος  $p_m/\sigma_{bc}$  : 0.41  
Η αντοχή είναι : ΕΠΑΡΚΗΣ

#### **4.3.2.3.3.3 ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΓΚΥΡΙΩΝ**

Δεν αναπτύσσεται εφελκυστική δύναμη.

#### **4.3.2.3.3.4 ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΕΦΕΛΚΥΟΜΕΝΗΣ ΖΩΝΗΣ**

Δεν γίνεται ο έλεγχος εφόσον δεν αναπτύσσεται εφελκυσμός.

#### **4.3.2.3.3.5 ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΠΑΧΟΥΣ ΠΛΑΚΑΣ ΕΔΡΑΣΗΣ**

Δυσμενέστερη περιοχή : πρὸς την πλευρά θλιβόμενων αγκυρίων  
Απαιτούμενο ελάχιστο πάχος ( $t_p$  minimum) : 48.00mm  
Το πάχος είναι ΕΠΑΡΚΕΣ ( $t_p \geq t_p$  minimum)

**4.3.2.3.3.6 ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΑΚΑΜΨΙΑΣ ΠΛΑΚΑΣ ΕΔΡΑΣΗΣ**

Απαιτούμενο ελάχιστο πάχος ( $t_p$ minimum)	: 36.00mm
Το πάχος είναι	<b>ΕΠΑΡΚΕΣ</b> ( $t_p \geq t_p$ minimum)

**4.3.2.3.3.7 ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ**

Ελάχιστο πάχος συγκόλλησης κορμού/πλάκας	: 9.00mm
Η συγκόλληση είναι	<b>ΕΠΑΡΚΗΣ</b>

Ελάχιστο πάχος συγκόλλησης πέλματος/πλάκας	: 16.00mm
Η συγκόλληση είναι	<b>ΕΠΑΡΚΗΣ</b>

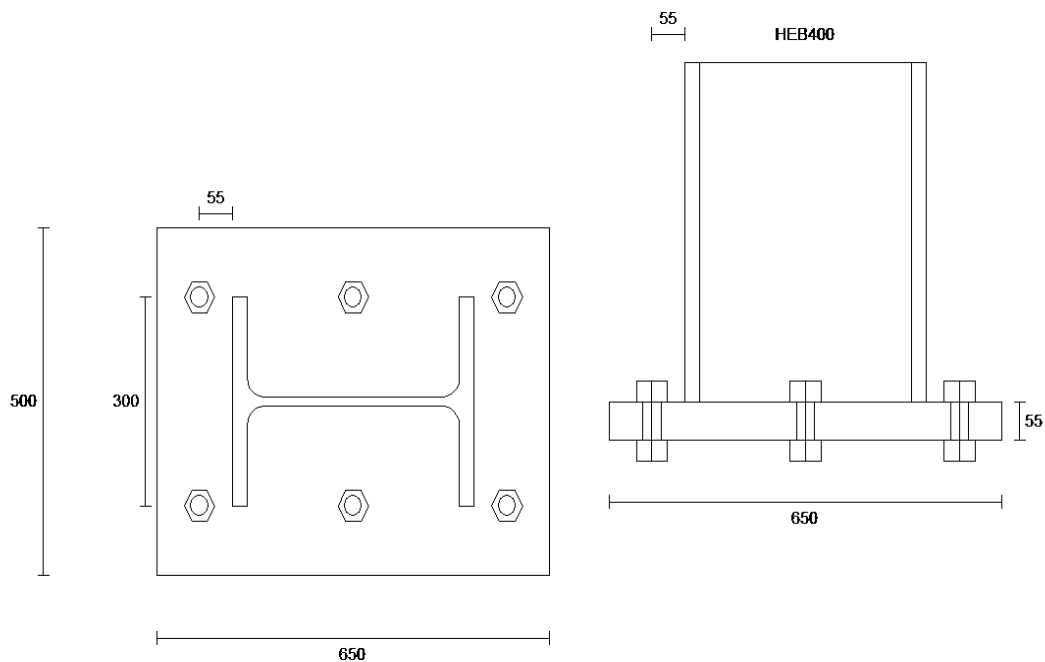
Ορθή τάση	: 0.07619kN/mm <sup>2</sup>
Διατμητική τάση	: 0.06760kN/mm <sup>2</sup>
Αντοχή	: 0.23500kN/mm <sup>2</sup>
Λόγος	: 0.32
Η αντοχή είναι	: <b>ΕΠΑΡΚΗΣ</b>

**4.3.2.3.3.8 ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ**

Συνισταμένη θλιπτικής δράσης ( $F_c$ )	: 3065.50
Δεν απαιτείται στοιχείο διάτμησης	(ισχύει $V < 0.3 * F_c$ )

- Ενδεικτικά επισυνάπτεται και ο έλεγχος της έδρασης σε εφελκυσμό, ο έλεγχος πραγματοποιήθηκε και για τις προηγούμενες εδράσεις για τη φόρτιση LC51 (μέγιστη εφελκυστική αξονική δύναμη) για τη δυσμενέστερη σύνδεση.

#### 4.3.2.4 ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ Νο.29



- **ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΕ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ: ΕΔΡΑΣΗ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ ΜΟΡΦΗΣ Η (ΠΑΚΤΩΣΗ)**

##### 4.3.2.4.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ

###### Δεδομένα διατομών συνδεόμενων μελών

<i>Γεωμετρικά &amp; μηχανικά χαρακτηριστικά συνδεόμενων μελών / Συνδεόμενο μέλος</i>	<i>Υποστύλωμα</i>
Διατομή	HEB400
Ύψος (h) (mm)	400.000
Πλάτος πέλματος (b <sub>f</sub> ) (mm)	300.000
Πάχος πέλματος (t <sub>f</sub> ) (mm)	24.000
Πάχος κορμού (t <sub>w</sub> ) (mm)	13.500
Ποιότητα υλικού	S235

Όριο διαρροής $f_{yb}$ (kN/mm <sup>2</sup> )	0.235
--	-------

**Δεδομένα πλάκας έδρασης**

Γεωμετρικά χαρακτηριστικά	
Πλευρά ( $h_p$ ) (mm)	650.000
Πλευρά ( $b_p$ ) (mm)	500.000
Πάχος ( $t_p$ ) (mm)	55.000
Ποιότητα υλικού	S235
Όριο διαρροής $f_{yb}$ (kN/mm <sup>2</sup> )	0.235
Πάχος συγκόλλησης στον κορμό ( $a_w$ ) (mm)	25.000
Πάχος συγκόλλησης στα πέλματα ( $a_f$ ) (mm)	25.000

**Δεδομένα σκυροδέματος**

Γεωμετρικά χαρακτηριστικά	
Ποιότητα	C30
Θλιπτική αντοχή σχεδιασμού (kN/mm <sup>2</sup> )	0.02000
Διατμητική αντοχή σχεδιασμού (kN/mm <sup>2</sup> )	0.00135
Μέτρο Ελαστικότητας (kN/mm <sup>2</sup> )	32.000
Επιμέρους συντελεστής ασφαλείας $\gamma_c$	1.500

**Δεδομένα αγκυρίων (με άγκιστρο)**

Γεωμετρικά χαρακτηριστικά	
Διάμετρος (d) (mm)	27.000
Ποιότητα	8.8
Όριο διαρροής $f_{yb}$ (kN/mm <sup>2</sup> )	0.640
Διάμετρος ράβδου αγκύρωσης (mm)	40.500
Διάμετρος αγκίστρου (D) (mm)	150.000
Ευθύγραμμο μήκος αγκίστρου (l <sub>2</sub> ) (mm)	50.000
Μήκος αγκυρίου (H) (mm)	1100.000

Τοπολογία αγκυρίων	
Αριθμός αγκυρίων	6
Απόσταση s των αγκυρίων μεταξύ τους (mm)	300.000
Απόσταση a <sub>2</sub> αγκυρίων από πέλμα υποστυλώματος (mm)	55.000



**4.3.2.4.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΦΟΡΤΙΣΗΣ [51]****ΕΝΤΑΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ**

	<b>Αξονική (<math>N_{Sd}</math>) (kN)</b>	<b>Τέμνουσα (<math>V_{Sd}</math>) (kN)</b>	<b>Ροπή (<math>M_{Sd}</math>) (kN.mm)</b>
<b>Υποστύλωμα</b>	-1575	2.96	46300

**4.3.2.4.2.1 ΟΥΔΕΤΕΡΟΣ ΑΞΟΝΑΣ**

Απόσταση ουδ.άξονα από θλιβόμενο άκρο πλάκας $y_0$	: εκτός πλάκας
Αριθμός εφελκυσμένων αγκυρίων	: 6

**4.3.2.4.2.2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΘΛΙΠΤΙΚΗΣ ΤΑΣΗΣ ΣΤΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ**

Δεν αναπτύσσεται θλιπτική τάση.

**4.3.2.4.2.3 ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΓΚΥΡΙΩΝ**

Μέγιστη εφελκυστική δύναμη ανά αγκύριο $N_j$ (kN)	: 0
Αντοχή διατομής αγκυρίου $NR_d$ (kN)	:235.01
Λόγος $N_j/NR_d$	: 0
Η διατομή είναι	: <b>ΕΠΑΡΚΗΣ</b>
Ικανότητα συνάφειας με σκυρόδεμα $NR_d$ (kN)	: 204.75
Λόγος $N_j/NR_d$	: 0
Η αντοχή είναι	: <b>ΕΠΑΡΚΗΣ</b>

**4.3.2.4.2.4 ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΕΦΕΛΚΥΟΜΕΝΗΣ ΖΩΝΗΣ**

Μήκος ενεργού ζώνης εφελκυσμού πέλματος $l_{eff}$ (mm)	: 87.00
Μέγιστη εφελκυστική δύναμη πέλματος (kN)	:206.92
Αντοχή(kN)	: 490.68
Λόγος	: 0.42
Η αντοχή είναι	: <b>ΕΠΑΡΚΗΣ</b>





### 4.3.3 Έλεγχος Συνδέσεων Μελών Κτιρίου Γ ( με κατακόρυφους συνδέσμους δυσκαμψίας κατά x'x)

---

---

#### INSTANT

Έλεγχοι Συνδέσεων σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα  
( Περιληπτική αναφορά )

---

---

#### 4.3.3.1 Έλεγχος Σύνδεσης Κύριας Δοκού σε Υποστύλωμα

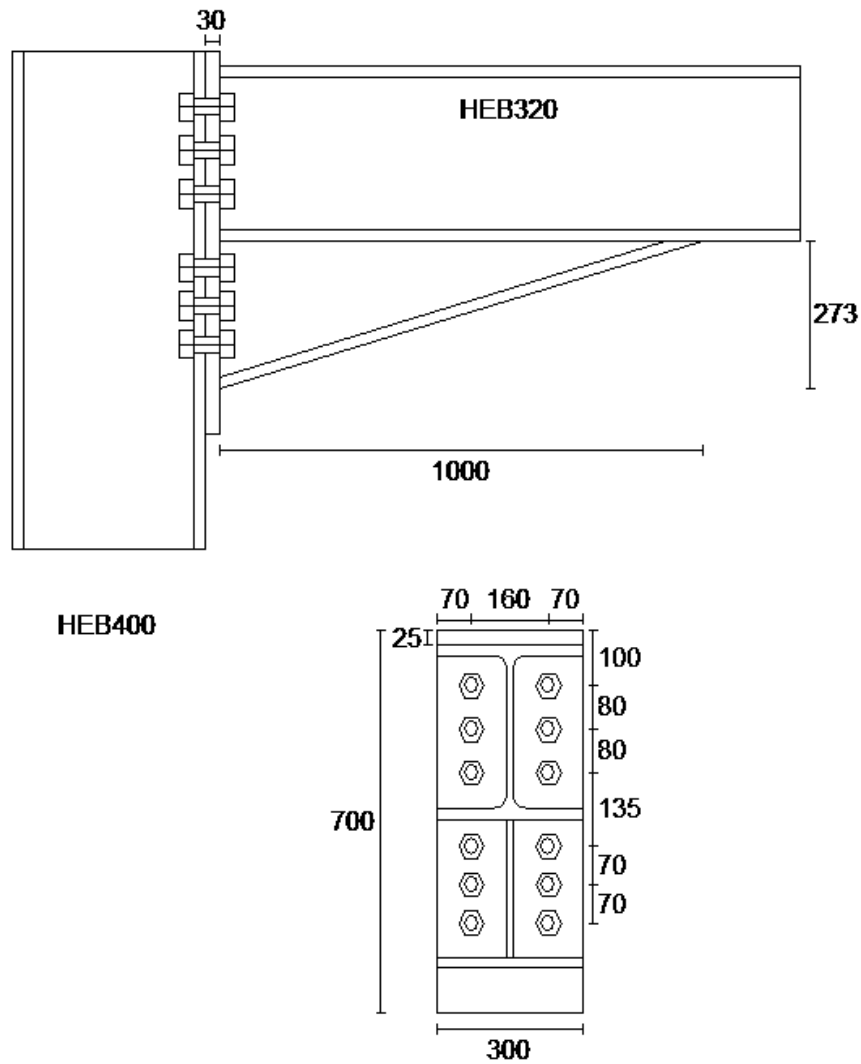
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	
Αρχείο	Κ.Δ ΣΕ ΥΠ/ΜΑ
Ημερομηνία	
Μηχανικός	
Έργο	ΚΤΙΡΙΟ Γ

ΜΟΝΑΔΕΣ	
Μήκος	mm
Δύναμη	kN
Γωνία	deg

<b>ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ</b>	
<b>Κανονισμός</b>	<b>ENV(1993-1-1)</b>
$\gamma M_0$	<b>1.10</b>
$\gamma M_b$ (διάτμηση)	<b>1.25</b>
$\gamma M_b$ (εφελκυσμός)	<b>1.25</b>
$\gamma M_w$	<b>1.25</b>
$\gamma M_2$	<b>1.25</b>

<b>ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΦΟΡΤΙΣΕΙΣ</b>	
1	<b>56</b>
<b>ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ</b>	
1	<b>HEB320 ΕΠΙ HEB400</b>

### 4.3.3.1.1 ΗΕΒ320 ΕΠΙ ΗΕΒ400



- **ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ: ΗΜΙΑΚΑΜΠΤΗ ΣΥΝΔΕΣΗ ΔΟΚΟΥ-ΥΠΟΣ/ΤΟΣ ΜΕ ΜΕΤΩΠΙΚΗ ΠΛΑΚΑ (ΚΟΧΛΙΩΤΗ)**

#### ΕΓΚΥΡΟΤΗΤΑ ΜΕΘΟΔΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

- Οι διατομές είναι Τάξης 1, 2 ή 3
- $N_{Sd} < 0.1 * N_{pl.Rd}$  όπου  
 $N_{Sd}$ : αξονική δύναμη στη δοκό  
 $N_{pl.Rd}$ : αντοχή σε αξονική διατομής της δοκού

### 4.3.3.1.2 ΔΕΔΟΜΕΝΑ

#### Στοιχεία συνδεδεμένων μελών

Συνδεδεμένα μέλη	Υποστύλωμα	Δεξιά Δοκός
Διατομή	HEB400	HEB320
Ποιότητα υλικού	S235	S235

#### Δεδομένα κλίσης δεξιάς δοκού

Γωνία	: 0.00deg
Προβαλλόμενο ύψος δοκού (h')	: 320.00mm

#### Δεδομένα μετωπικής πλάκας

Γεωμετρικά χαρακτηριστικά & τύπος μετωπικής πλάκας				
Υψος (h <sub>p</sub> ) (mm)	Πλάτος (b <sub>p</sub> ) (mm)	Πάχος (t <sub>p</sub> ) (mm)	Απόσταση του πάνω άκρου από το πέλμα της δοκού (mm)	Τύπος μετωπικής πλάκας
700.000	300.000	30.000	25.000	Μη προεξέχουσα εξωτερική

#### Δεδομένα ενίσχυσης κόμβου

Γεωμετρικά χαρακτηριστικά ενίσχυσης κόμβου με διατομή από HEB300					
Υψος (h) (mm)	Πλάτος πέλματος (b <sub>f</sub> ) (mm)	Πάχος πέλματος (t <sub>f</sub> ) (mm)	Πάχος κορμού (t <sub>w</sub> ) (mm)	Μήκος (l <sub>H</sub> ) (mm)	Γωνία (α <sub>H</sub> ) (deg)
272.500	300.000	20.500	11.500	1000.000	15.24

#### Δεδομένα κοχλιών

Χαρακτηριστικά κοχλιών	
Τύπος	Κανονικοί
Διάμετρος d	27.00
Διάμετρος οπής (d <sub>0</sub> )	30.00
Ποιότητα	10.9
Το επίπεδο διάτμησης είναι	εκτός σπειρώματος

#### Δεδομένα τοπολογίας κοχλιών

Τοπολογία κοχλιών	
Απόσταση e <sub>1</sub> (mm)	100.00

Απόσταση $e_2$ (mm)	70.00
Απόσταση $w$ (mm)	160.00
Απόσταση $p(1)$ (mm)	80.00
Απόσταση $p(2)$ (mm)	80.00
Απόσταση $p(3)$ (mm)	135.00
Απόσταση $p(4)$ (mm)	70.00
Απόσταση $p(5)$ (mm)	70.00



### 4.3.3.1.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΦΟΡΤΙΣΗΣ [56]

#### ΕΝΤΑΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ

(Αναγωγή των δυνάμεων των δοκών)

	Αξονική ( $N_{Sd}$ ) (kN)	Τέμνουσα ( $V_{Sd}$ ) (kN)	Ροπή ( $M_{Sd}$ ) (kN.mm)
Δεξιά δοκός	-5.50	-280.95	345660.00
Υποστύλωμα	0.00	0.00	0.00
Πάνω Υποστύλωμα	0.00	0.00	0.00

- ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΕΞΙΑ ΔΟΚΟ

#### 4.3.3.1.3.1 ΑΝΤΟΧΕΣ ΚΟΧΛΙΩΝ {J3.6.2}

#### ΑΝΤΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΣΕ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ ΤΩΝ ΣΕΙΡΩΝ ΚΟΧΛΙΩΝ

##### Σειρές κοχλιών ανεξάρτητες

Σειρά κοχλιών	Αντοχή σχεδιασμού $\sigma'$ εφελκυσμό $F_{t,Rd}$
1	627.91 kN
2	627.91 kN
3	3..3 kN

#### **4.3.3.1.3.2 ANTOXH ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΣΕ ΡΟΠΗ**

Αντοχή σχεδιασμού σε ροπή $M_{Rd}$	: 358421.50kN.mm
Λόγος $M_{Sd} / M_{Rd}$	: 0.96 < 1
Η αντοχή σε ροπή είναι	: <b>ΕΠΑΡΚΗΣ</b>

#### **4.3.3.1.3.3 ANTOXH ΣΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ**

Η αντοχή σχεδιασμού σε διάτμηση $V_{Rd}$	: 2284.25kN
Λόγος $V_{Sd} / V_{Rd}$	: 0.12 < 1.00
Η αντοχή σε διάτμηση είναι	: <b>ΕΠΑΡΚΗΣ</b>

#### **4.3.3.1.3.4 ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ**

Το πάχος των συγκολλήσεων του κορμού δοκού στην μετωπική πλάκα είναι	: 15.00mm
Η απαιτούμενη τιμή είναι	: 8.00mm
Το πάχος των συγκολλήσεων του πέλματος δοκού στην μετωπική πλάκα είναι	: 25.00mm
Η απαιτούμενη τιμή για <u>μεταθετό</u> πλαίσιο είναι	: 7.00mm
Η απαιτούμενη τιμή για <u>αμετάθετο</u> πλαίσιο είναι	: 7.00mm

#### **4.3.3.1.3.5 ANTOXH ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΣΕ ΘΛΙΨΗ ΚΟΡΜΟΥ ΤΗΣ ΔΟΚΟΥ ΣΤΟ ΣΗΜΕΙΟ ΟΠΟΥ ΣΥΝΔΕΕΤΑΙ Η ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΟΜΒΟΥ**

Η αντοχή του κορμού της δοκού είναι επαρκής

### 4.3.3.1.3.6 ΣΤΡΟΦΙΚΗ ΔΥΣΚΑΜΨΙΑ {J.4.1} & ΣΤΡΟΦΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ {J.5}

Ιδεατή ακαμψία  $S_j$  : 606831.56kN.mm/deg

Δεν παρέχεται πληροφορία στον Ευρωκώδικα 3 για πλαστική ανάλυση

### 4.3.3.1.3.7 ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ

#### Ταξινόμηση με την ακαμψία

ΑΡΘΡΩΤΗ	για $L \leq L_1$
ΗΜΙΑΚΑΜΠΤΗ	για $L_1 < L < L_2$
ΑΚΑΜΠΤΗ	για $L_2 \leq L$
L	= μήκος συνδεόμενης ράβδου

Για μεταθετό πλαίσιο

$L_1$  = 930.73mm

$L_2$  = 14891.69mm

Για αμετάθετο πλαίσιο

$L_1$  = 930.73mm

$L_2$  = 46536.52mm

Σύμφωνα με τον EN1993-1-8, με βάση τους τύπους:

- ή , ως προς την αντοχή
- , ως προς τη δυσκαμψία

Η σύνδεση ταξινομείται ως: ΜΕΡΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ – ΗΜΙΑΚΑΜΠΤΗ

### 4.3.3.2 Έλεγχος Σύνδεσης Διαδοκίδας σε Κύρια Δοκό

ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	
Αρχείο	ΔΙΑΔ. ΣΕ Κ.Δ
Ημερομηνία	
Μηχανικός	
Έργο	ΚΤΙΡΙΟ Γ

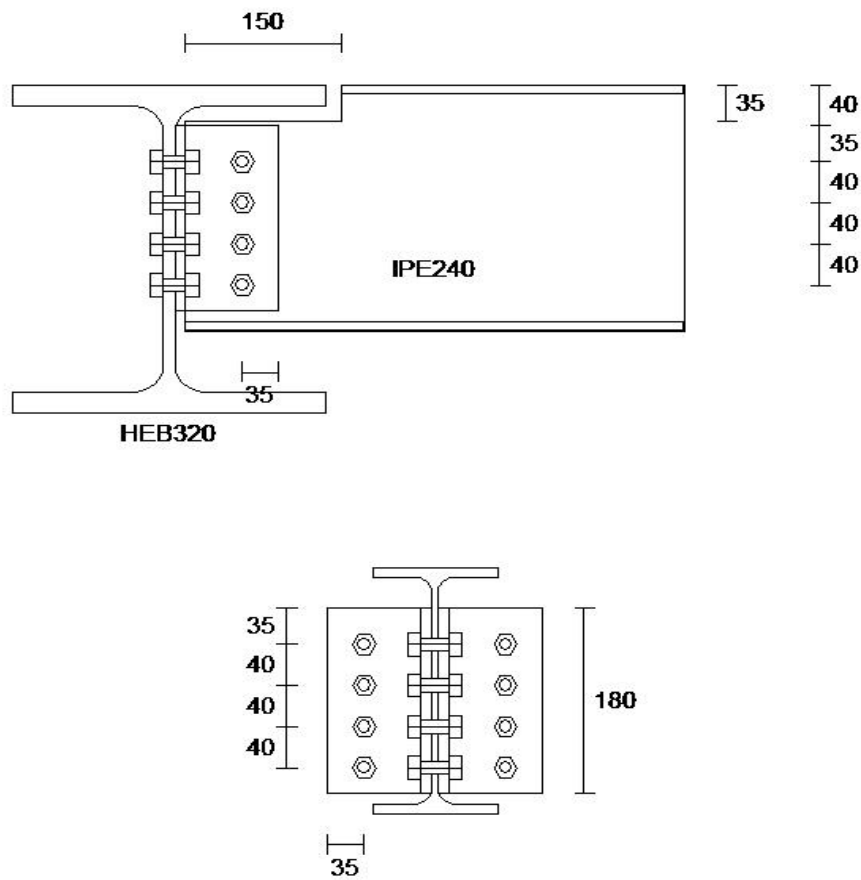
ΜΟΝΑΔΕΣ	
Μήκος	mm
Δύναμη	kN
Γωνία	deg

ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	
Κανονισμός	ENV(1993-1-1)
$\gamma M_0$	1.10
$\gamma M_b$ (διάτμηση)	1.25
$\gamma M_b$ (εφελκυσμός)	1.25
$\gamma M_w$	1.25
$\gamma M_2$	1.25

ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ	
1	ΙΡΕ240 ΕΠΙ ΗΕΒ320

ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΦΟΡΤΙΣΕΙΣ	
1	Ι.Β. ΚΑΙ ΚΙΝΗΤΑ

### 4.3.3.2.1 ΙΡΕ240 ΕΠΙ ΗΕΒ320



- ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ: ΑΡΘΡΩΤΗ ΣΥΝΔΕΣΗ ΔΟΚΟΥ ΜΕ ΔΟΚΟ (ΓΩΝΙΑΚΑ ΣΤΟΝ ΚΟΡΜΟ)

### 4.3.3.2.2 ΔΕΔΟΜΕΝΑ

#### Στοιχεία συνδεόμενων μελών

Συνδεόμενα μέλη	Κ.Δοκός	Διαδοκίδα
Διατομή	HEB320	IPE240
Ποιότητα υλικού	S235	S235

**ΖΕΥΓΟΣ ΓΩΝΙΑΚΩΝ**

<i>Χαρακτηριστικά</i>	<i>Δοκός</i>
Διατομή	L100x10
Εμβαδόν διατομής A (mm <sup>2</sup> )	1920.000
Σκέλος που συνδέεται στην κύρια δοκό/υποστύλωμα (mm)	100.000
Σκέλος που συνδέεται στη δοκό (mm)	100.000
Πάχος (mm)	10.000
Μήκος γωνιακού (mm)	180.000
Ποιότητα υλικού	S235
Κάθετη απόσταση μεταξύ της κορυφής γωνιακού και το πάνω πέλμα της δοκού (qclb) (mm)	40.000

**ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ ΚΟΧΛΙΩΝ**

	<i>Κύρια Δοκός</i>	<i>Διαδοκίδα</i>
<b>Τύπος</b>	Κανονικοί	Κανονικοί
<b>Διάμετρος (d)</b>	12.000	12.000
<b>Διάμετρος οπής (d<sub>0</sub>)</b>	13.000	13.000
<b>Εμβαδόν κοχλία (A)</b>	113.000	113.000
<b>Εμβαδόν εφελκυσμού κοχλία (A<sub>s</sub>)</b>	84.30	84.300
<b>Ποιότητα</b>	10.9	10.9
<b>Το επίπεδο διάτμησης είναι</b>	ε κ τ ό ς	ε κ τ ό ς
	σπειρώματος	σπειρώματος
<b>Απόσταση από άκρο (e<sub>1</sub>) (mm)</b>	35.000	35.000
<b>Απόσταση από άκρο (e<sub>2</sub>) (mm)</b>	35.000	35.000
<b>Απόσταση μεταξύ των σειρών κοχλιών (p<sub>1</sub>) (mm)</b>	40.000	40.000
<b>Απόσταση μεταξύ των κολονών κοχλιών (p<sub>2</sub>) (mm)</b>	40.000	40.000
<b>Αριθμός σειρών κοχλιών</b>	4	4
<b>Αριθμός κολονών κοχλιών</b>	1	1

<b>ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ</b>	
<b>Μήκος πάνω απότμησης (mm)</b>	150.000
<b>Πλάτος πάνω απότμησης (mm)</b>	35.000
<b>Μήκος κάτω απότμησης (mm)</b>	0.000

Πλάτος κάτω απότμησης (mm)	0.000
Πάνω πέλμα δοκού και πέλμα κύριας δοκού (qbfef) (mm)	0.000
Δοκός από την κύρια δοκό/υποστύλωμα (qbc) (mm)	10.000

#### 4.3.3.2.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΦΟΡΤΙΣΗΣ [I.B. ΚΑΙ ΚΙΝΗΤΑ]

##### ΕΝΤΑΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ

	Τέμνουσα (kN)
Λεξιά δοκός	67.13

- ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΕΞΙΑ ΔΟΚΟ

#### 4.3.3.2.3.1 ΑΝΤΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΣΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ ΤΗΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ

Αντοχή σε διάτμηση κοχλιών που συνδέουν γωνιακά σε δοκό (6.5.5)	
Αντοχή σε διάτμηση κοχλία $F_{v,Rd}$ (kN)	108.48
Μέγιστη Δύναμη σε κοχλία (kN)	36.78
Λόγος	<b>0.34</b>

Αντοχή σε σύνθλιψη άντυγας γωνιακού συνδεδεμένου σε δοκό (6.5.5)	
Αντοχή σε σύνθλιψη άντυγας κοχλία $F_{b,Rd}$ (kN)	67.02
Μέγιστη Δύναμη σε κοχλία (kN)	18.39
Λόγος	<b>0.27</b>

Αντοχή σε σύνθλιψη άντυγας κορμού δοκού (6.5.5)	
Αντοχή σε σύνθλιψη άντυγας κοχλία $F_{b,Rd}$ (kN)	41.55
Μέγιστη Δύναμη σε κοχλία (kN)	36.78
Λόγος	<b>0.89</b>

Αντοχή σε διάτμηση λόγω απόσχισης γωνιακού συνδεδεμένου σε δοκό (6.5.2.2)	
Αντοχή σε διάτμηση (kN)	212.83
Διατμητική Δύναμη (kN)	33.56
Λόγος	<b>0.16</b>
Αντοχή σε διάτμηση λόγω απόσχισης κορμού δοκού (6.5.2.2)	
Αντοχή σε διάτμηση (kN)	156.77
Διατμητική Δύναμη (kN)	67.13
Λόγος	<b>0.43</b>



<b>Αντοχή σε διάτμηση δοκού (5.4.6)</b>	
Αντοχή σε διάτμηση (kN)	235.93
Διατμητική Δύναμη (kN)	67.13
Λόγος	<b>0.28</b>

<b>Αντοχή σε διάτμηση κοχλιών που συνδέουν γωνιακά σε κύρια δοκό (6.5.5)</b>	
Αντοχή σε διάτμηση κοχλία $F_{v,Rd}$ (kN)	54.24
Διατμητική Δύναμη (kN)	8.39
Λόγος	<b>0.15</b>

<b>Αντοχή σε σύνθλιψη άντυγας γωνιακού συνδεδεμένου με κύρια δοκό (6.5.5)</b>	
Αντοχή σε σύνθλιψη άντυγας $F_{b,Rd}$ (kN)	67.02
Διατμητική Δύναμη (kN)	8.39
Λόγος	<b>0.13</b>

<b>Αντοχή σε σύνθλιψη άντυγας κύριας δοκού (6.5.5)</b>	
Αντοχή σε σύνθλιψη άντυγας $F_{b,Rd}$ (kN)	77.07
Διατμητική Δύναμη (kN)	8.39
Λόγος	<b>0.11</b>

<b>Αντοχή σε διάτμηση λόγω απόσχισης γωνιακού συνδεδεμένου με κύρια δοκό (6.5.2.2)</b>	
Αντοχή σε διάτμηση (kN)	212.83
Διατμητική Δύναμη (kN)	33.56
Λόγος	<b>0.16</b>

<b>Αντοχή σε τοπική διάτμηση κύριας δοκού (5.4.6)</b>	
Αντοχή σε διάτμηση (kN)	510.64
Διατμητική Δύναμη (kN)	67.13
Λόγος	<b>0.13</b>

Ο μεγαλύτερος λόγος παρατηρείται στον έλεγχο:

**Αντοχή σε σύνθλιψη άντυγας κορμού δοκού (6.5.5)**

Λόγος  
Η αντοχή είναι

**:0.89 < 1.00**  
**:ΕΠΑΡΚΗΣ**

### 4.3.3.3 Έλεγχος Έδρασης Υποστυλώματος

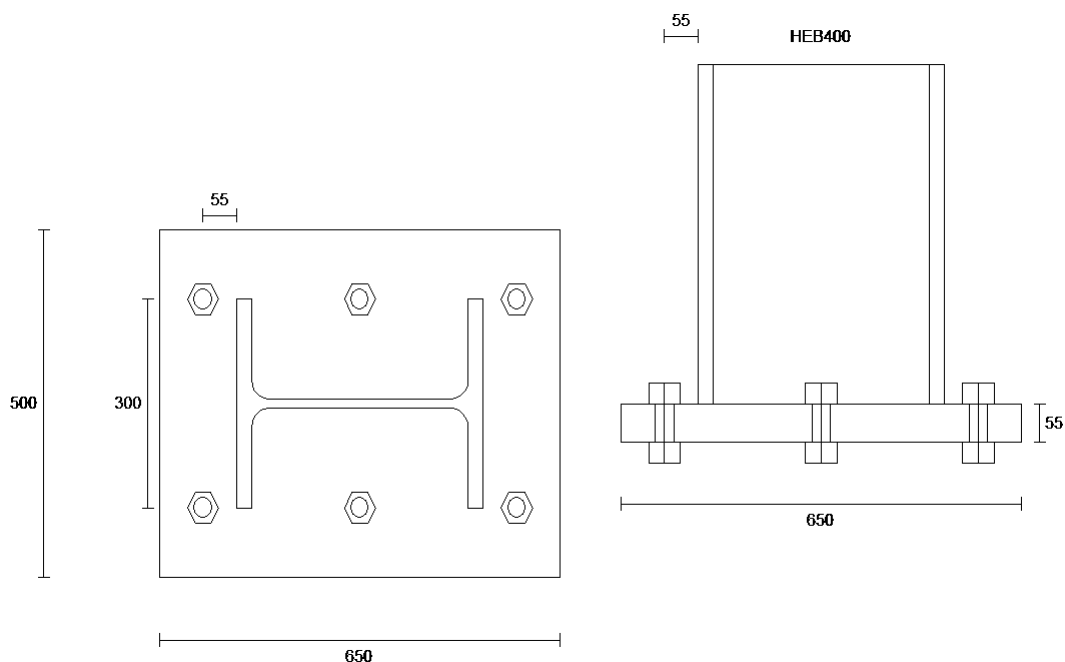
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	
Αρχείο	ΕΔΡΑΣΗ ΥΠ/ΤΟΣ
Ημερομηνία	
Μηχανικός	
Έργο	ΚΤΙΡΙΟ Γ

ΜΟΝΑΔΕΣ	
Μήκος	mm
Δύναμη	kN
Γωνία	deg

ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	
Κανονισμός	ENV(1993-1-1)
$\gamma M_0$	1.10
$\gamma M_b$ (διάτμηση)	1.25
$\gamma M_b$ (εφελκυσμός)	1.25
$\gamma M_w$	1.25
$\gamma M_2$	1.25

ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ	
1	ΥΠ/ΜΑ 17
ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΦΟΡΤΙΣΕΙΣ	
1	52

### 4.3.3.3.1 ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ Νο.17



- ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΕ ΘΛΙΨΗ: ΕΔΡΑΣΗ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ ΜΟΡΦΗΣ Η (ΠΑΚΤΩΣΗ)

### 4.3.3.3.2 ΔΕΔΟΜΕΝΑ

#### Δεδομένα διατομών συνδεδεμένων μελών

<i>Γεωμετρικά &amp; μηχανικά χαρακτηριστικά συνδεδεμένων μελών / Συνδεδεμένο μέλος</i>	<i>Υποστύλωμα</i>
Διατομή	HEB400
Ύψος (h) (mm)	400.000
Πλάτος πέλματος (b <sub>f</sub> ) (mm)	300.000
Πάχος πέλματος (t <sub>f</sub> ) (mm)	24.000
Πάχος κορμού (t <sub>w</sub> ) (mm)	13.500
Ποιότητα υλικού	S235
Όριο διαρροής f <sub>yb</sub> (kN/mm <sup>2</sup> )	0.235

#### Δεδομένα πλάκας έδρασης

<b>Γεωμετρικά χαρακτηριστικά</b>	
Πλευρά ( $h_p$ ) (mm)	650.000
Πλευρά ( $b_p$ ) (mm)	500.000
Πάχος ( $t_p$ ) (mm)	55.000
Ποιότητα υλικού	S235
Όριο διαρροής $f_{yb}$ (kN/mm <sup>2</sup> )	0.235
Πάχος συγκόλλησης στον κορμό ( $a_w$ ) (mm)	25.000
Πάχος συγκόλλησης στα πέλματα ( $a_f$ ) (mm)	25.000

### Δεδομένα σκυροδέματος

<b>Γεωμετρικά χαρακτηριστικά</b>	
Ποιότητα	C30
Θλιπτική αντοχή σχεδιασμού (kN/mm <sup>2</sup> )	0.02000
Διατμητική αντοχή σχεδιασμού (kN/mm <sup>2</sup> )	0.00135
Μέτρο Ελαστικότητας (kN/mm <sup>2</sup> )	32.000
Επιμέρους συντελεστής ασφαλείας $\gamma_c$	1.500

**Δεδομένα αγκυρίων (με άγκιστρο)**

<b>Γεωμετρικά χαρακτηριστικά</b>	
Διάμετρος (d) (mm)	27.000
Ποιότητα	8.8
Όριο διαρροής $f_{yb}$ (kN/mm <sup>2</sup> )	0.640
Διάμετρος ράβδου αγκύρωσης (mm)	40.500
Διάμετρος αγκίστρου (D) (mm)	180.000
Ευθύγραμμο μήκος αγκίστρου (l <sub>2</sub> ) (mm)	50.000
Μήκος αγκυρίου (H) (mm)	1100.000

<b>Τοπολογία αγκυρίων</b>	
Αριθμός αγκυρίων	6
Απόσταση s των αγκυρίων μεταξύ τους (mm)	300.000
Απόσταση a <sub>2</sub> αγκυρίων από πέλμα υποστυλώματος (mm)	55.000

### 4.3.3.3.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΦΟΡΤΙΣΗΣ [52]

#### ΕΝΤΑΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ

	Αξονική ( $N_{Sd}$ ) (kN)	Τέμνουσα ( $V_{Sd}$ ) (kN)	Ροπή ( $M_{Sd}$ ) (kN.mm)
Υποστύλωμα	3063.20	51.98	157930.00

#### 4.3.3.3.3.1 ΟΥΔΕΤΕΡΟΣ ΑΞΟΝΑΣ

Απόσταση ουδ.άξονα από θλιβόμενο άκρο πλάκας  $y_0$  : εκτός πλάκας

Αριθμός εφελκυσμένων αγκυριών : 0

#### 4.3.3.3.3.2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΘΛΙΠΤΙΚΗΣ ΤΑΣΗΣ ΣΤΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

Αναπτυσσόμενη θλιπτική τάση ακμής  $\rho_m$  : 0.01391kN/mm<sup>2</sup>

Θλιπτική αντοχή σε συγκεντρωμένη πίεση : 0.02550kN/mm<sup>2</sup>

Λόγος  $\rho_m/\sigma_{bc}$  : 0.55

Η αντοχή είναι : ΕΠΑΡΚΗΣ

#### 4.3.3.3.3.3 ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΓΚΥΡΙΩΝ

Δεν αναπτύσσεται εφελκυστική δύναμη.

#### 4.3.3.3.3.4 ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΕΦΕΛΚΥΟΜΕΝΗΣ ΖΩΝΗΣ

Δεν γίνεται ο έλεγχος εφόσον δεν αναπτύσσεται εφελκυσμός.

**4.3.3.3.5 ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΠΑΧΟΥΣ ΠΛΑΚΑΣ ΕΔΡΑΣΗΣ**

Δυσμενέστερη περιοχή :   πρός την πλευρά Θλιβόμενων αγκυρίων

Απαιτούμενο ελάχιστο πάχος ( $t_p$  minimum) : 54.00mm  
Το πάχος είναι **ΕΠΑΡΚΕΣ** ( $t_p \geq t_p$  minimum)

**4.3.3.3.6 ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΑΚΑΜΨΙΑΣ ΠΛΑΚΑΣ ΕΔΡΑΣΗΣ**

Απαιτούμενο ελάχιστο πάχος ( $t_p$  minimum) : 39.00mm  
Το πάχος είναι **ΕΠΑΡΚΕΣ** ( $t_p \geq t_p$  minimum)

**4.3.3.3.7 ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ**

Ελάχιστο πάχος συγκόλλησης κορμού/πλάκας : 9.00mm  
Η συγκόλληση είναι **ΕΠΑΡΚΗΣ**

Ελάχιστο πάχος συγκόλλησης πέλματος/πλάκας : 16.00mm  
Η συγκόλληση είναι **ΕΠΑΡΚΗΣ**

Ορθή τάση : 0.10251 kN/mm<sup>2</sup>  
Διατμητική τάση : 0.06767kN/mm<sup>2</sup>  
Αντοχή : 0.23500kN/mm<sup>2</sup>  
Λόγος : 0.44  
Η αντοχή είναι **ΕΠΑΡΚΗΣ**



**4.3.3.3.8 ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ****Συνισταμένη θλιπτικής δράσης ( $F_c$ )**

: 3063.20

**Δεν απαιτείται στοιχείο διάτμησης**(ισχύει  $V < 0.3 * F_c$ )

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

### 5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Βασικό κριτήριο στο σχεδιασμό των τριών κατασκευών ήταν η επιλογή των βέλτιστων διατομών με βάση την ικανοποίηση των ελέγχων **σε οριακή κατάσταση αστοχίας και λειτουργικότητας - γωνιακής παραμόρφωσης**. Σε αυτά τα κριτήρια βασικό ρόλο έπαιξε ο αρχικός περιορισμός **της χρήσης ή όχι** κατακόρυφων συνδέσμων δυσκαμψίας.

Αρχικά έγινε η επιλογή των διατομών με βάση τα εντατικά μεγέθη. Στη συνέχεια όμως, μέσω της επιβολής της σεισμικής φόρτισης επαναξιολογήθηκαν οι διατομές τόσο με βάση τα νέα εντατικά μεγέθη αλλά και την τήρηση των γωνιακών παραμορφώσεων ανά όροφο. Τελικά καταλήξαμε στην βέλτιστη επιλογή και στο παρόν κεφάλαιο θα αξιολογηθούν τα τρία προσομοιώματα με βάση **το ίδιο βάρος, την ιδιοπερίοδο τους, τα αναπτυσσόμενα εντατικά μεγέθη των υποστλωμάτων και των κύριων δοκών, την μέγιστη μετακίνηση των κόμβων και τη γωνιακή παραμόρφωση** ανά όροφο.

### 5.2 ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΔΥΣΚΑΜΨΙΑΣ

#### 5.2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

**Σύνδεσμοι Δυσκαμψίας**, ονομάζονται οι φορείς που έχουν προορισμό αφενός να παραλαμβάνουν και να μεταφέρουν στο έδαφος με ασφάλεια κάθε είδους οριζόντια φορτία μιας κατασκευής, όπως ανεμοπίεση, σεισμός, κρουστικά φορτία, δευτερογενείς δυνάμεις προερχόμενες από την επιρροή των παραμορφώσεων στην ένταση, κι αφετέρου να εξασφαλίσουν στο φέροντα οργανισμό της κατασκευής, τη γενική ευστάθειά του στο χώρο. Οι φορείς αυτοί διατάσσονται σε κατάλληλα επιλεγμένες θέσεις ανάλογα με τη μορφή του φέροντος οργανισμού και διακρίνονται σε **οριζόντιους (ή κεκλιμένους)** και **κατακόρυφους**.

Οι **οριζόντιοι σύνδεσμοι** τοποθετούνται είτε στα πατώματα, όταν αυτά είναι εξ' ολοκλήρου μεταλλικά, είτε στις οριζόντιες στέγες, καθιστώντας άκαμπτο το δίσκο τους, διευκολύνοντας τη συναρμολόγηση, παρεμποδίζοντας εγκάρσιες παρεκκλίσεις του θλιβόμενου πέλματος και τέλος μεταφέροντας τις οριζόντιες δυνάμεις στους κατακόρυφους συνδέσμους. Συνήθως είναι δικτυώματα, τα οποία έχουν διαγώνιους χιαστί ράβδους που καταπονούνται κυρίως σε εφελκυσμό. Επειδή η καταπόνησή τους είναι συνήθως μικρή οι απαιτούμενες διατομές είναι κι αυτές μικρές και κατασκευάζονται συνήθως από απλά γωνιακά. Ο ελάχιστος αριθμός των οριζόντιων συνδέσμων για κάθε διεύθυνση είναι δυο. Οι διαγώνιοι ράβδοι κοχλιώνονται ή συγκολλούνται απευθείας ή μέσω κομβοελάσματος, στο άνω πέλμα των κύριων φορέων.

Οι **κατακόρυφοι σύνδεσμοι** παραλαμβάνουν τα οριζόντια φορτία της κατασκευής και τα μεταφέρουν στο έδαφος. Υπάρχουν δύο τύποι δικτυωτών κατακόρυφων συνδέσμων: οι **δικτυωτοί σύνδεσμοι χωρίς εκκεντρότητα ( $X, A, V, K$ )** και οι **δικτυωτοί σύνδεσμοι με εκκεντρότητα**. Η λύση των δικτυωτών συνδέσμων είναι συνήθως οικονομικότερη και συνηθέστερη και πρέπει να προτιμάται, εκτός αν λειτουργικοί λόγοι το απαγορεύουν (π.χ. σε περίπτωση που τα φατνώματα των συνδέσμων πρέπει να είναι τελείως ανοιχτά), οπότε καταφεύγουμε σε ολόσωμους. Οι κατακόρυφοι σύνδεσμοι διατάσσονται σε επίπεδα κάθετα μεταξύ τους και κατά προτίμηση στα ακραία εξωτερικά κατακόρυφα επίπεδα, για αύξηση της δυσκαμψίας του όλου φορέα. Επιδιώκεται η τοποθέτησή τους στα ίδια με τους οριζόντιους συνδέσμους φατνώματα, έτσι ώστε να αποφεύγεται η μέσω διαμήκους κεφαλοδοκού έμμεση μεταφορά των οριζόντιων δυνάμεων (αντιδράσεων των οριζόντιων συνδέσμων) σ' αυτούς.

## 5.2.2 ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΔΥΣΚΑΜΨΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

### 5.2.2.1 ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΙ ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ

Κατά τον ΕΑΚ2000, τα **διαφράγματα** ή οι **οριζόντιοι δικτυωτοί** σύνδεσμοι πρέπει να εξασφαλίζουν την μεταφορά των σεισμικών δυνάμεων στους κατακόρυφους φορείς (κατακόρυφους συνδέσμους ή/και πλαίσια) με επαρκή υπεραντοχή ώστε αφενός μεν να επιτυγχάνεται ο περιορισμός των πλαστικών αρθρώσεων στις προβλεπόμενες θέσεις, αφετέρου δε να υπάρχει δυνατότητα ανακατανομής των δυνάμεων που είναι απαραίτητη, επειδή οι κατακόρυφοι φορείς δεν εισέρχονται σύγχρονα στο μετελαστικό στάδιο. Κατά κανόνα η προηγούμενη απαίτηση καλύπτεται αν τα μέλη των οριζόντιων συνδέσμων ελεγχθούν με τις δράσεις που προκύπτουν από τους σεισμικούς συνδυασμούς πολλαπλασιασμένες επί συντελεστή μεγεθύνσεως  $\alpha = 1.50$ .

Είναι πολύ σημαντικό να σημειωθεί, ότι η παραπάνω απαίτηση του ΕΑΚ2000 αποτελεί μέρος των ελέγχων που επιβάλλει ο ΕΑΚ για την εξασφάλιση ενός αξιόπιστου ελαστοπλαστικού μηχανισμού. Με βάση όμως την §4.1.4, που αναφέρεται στους γενικούς κανόνες του ικανοτικού σχεδιασμού, οι έλεγχοι για την εξασφάλιση αξιόπιστου ελαστοπλαστικού μηχανισμού δεν απαιτούνται όταν χρησιμοποιείται συντελεστής συμπεριφοράς  $q$  που δεν υπερβαίνει την μικρότερη από τις τιμές 1.5 ή  $q/2$  πάντως όχι μικρότερη του 1, όπου  $q$  οι τιμές που δίνονται στον πίνακα 2.6 του ΕΑΚ2000. Στην παρούσα εργασία ο σεισμικός έλεγχος και των τριών κτιρίων έχει πραγματοποιηθεί για  $q=1.5$ , οπότε **δεν απαιτείται** ο παραπάνω έλεγχος των οριζόντιων συνδέσμων με τον σεισμικό συντελεστή μεγεθύνσεως  $\alpha=1.50$ .

### 5.2.2.2 ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΙ ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ

Σύμφωνα με τον ΕΑΚ2000, σε **δικτυωτούς συνδέσμους χωρίς εκκεντρότητα** η ανάληψη των οριζοντίων δυνάμεων γίνεται κυρίως από ράβδους καταπονούμενες σε αξονική δύναμη. Πλάστιμα στοιχεία σε τέτοιους συνδέσμους είναι κατά κύριο λόγο οι εφελκυσόμενες διαγώνιοι. Δικτυωτοί σύνδεσμοι κατάλληλοι για την ανάληψη σεισμικών δυνάμεων ανήκουν στους ακόλουθους 2 τύπους:

- 1) **Διαγώνιοι σύνδεσμοι:** Στον τύπο αυτό οι οριζόντιες δυνάμεις εναλλασσόμενης φοράς αναλαμβάνονται συνήθως μόνο από τις εκάστοτε εφελκυσόμενες διαγωνίους, ενώ αγνοείται η συμμετοχή των θλιβομένων διαγωνίων (που δεν ελέγχονται σε θλίψη). Οι διαγώνιοι αντίθετης δράσης μπορούν να βρίσκονται στο ίδιο φάτνωμα (σύνδεσμοι τύπου X) ή σε διαφορετικό φάτνωμα.

Η λυγηρότητα των διαγωνίων συνδέσμων πρέπει εν γένει να είναι περιορισμένη. Οι κύριες δυνάμεις αξονικού εφελκυσμού και αξονικής θλίψης που αναλαμβάνουν οι διαγώνιοι, έχουν σαν αποτέλεσμα την πολύ περιορισμένη δυνατότητά τους σε αναστρεφόμενες ανελαστικές παραμορφώσεις. Δοκιμές έδειξαν ότι αφού υποστεί λυγισμό, μία αξονικά φορτιζόμενη διαγώνιος χάνει γρήγορα την αντοχή της κάτω από επαναλαμβανόμενες ανελαστικές αντιστροφές του φορτίου, και δεν ξαναγυρίζει στην αρχική ευθύγραμμη θέση της. Για τους προαναφερθέντες λόγους **είναι πολύ σημαντικό να περιορίζεται η λυγηρότητα των διαγωνίων των δικτυωτών συνδέσμων**. Το γεγονός αυτό συμπεριλήφθηκε στον σχεδιασμό των κατασκευών και όπως παρουσιάστηκε στο κεφάλαιο 3( έλεγχος των μελών) η ανηγμένη λυγηρότητα  $\lambda$  των διαγωνίων ήταν μικρότερη του 1.50.

- 2) **Σύνδεσμοι τύπου V ή Λ:** Στον τύπο αυτό η συμμετοχή της θλιβομένης διαγωνίου είναι απαραίτητη για την ανάληψη των οριζοντίων δυνάμεων. Οι διαγώνιοι μπορούν να έχουν μορφή V ή Λ και το κοινό σημείο τους βρίσκεται στο άνοιγμα του ζυγώματος χωρίς να διακόπτει την στατική του συνέχεια.

Τέλος, οι σύνδεσμοι **τύπου K**, με σημείο τομής των διαγωνίων σε ενδιάμεσο σημείο του ύψους των υποστυλωμάτων, απαιτούν τη συμμετοχή του υποστυλώματος στον μηχανισμό διαρροής και προκαλούν εξαιρετικά δυσμενείς επιρροές 2ας τάξεως, με συνέπεια να μην προσφέρουν δυνατότητα πλαστικής συμπεριφοράς ( $q=1.00$ ). Η χρήση τους επιτρέπεται **μόνο σε περιοχές σεισμικότητας I** και για κατασκευές **σπουδαιότητας Σ**

## 5.3 ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΥΠΑΡΞΗ Ή ΜΗ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΣΥΝΔΕΣΜΩΝ ΔΥΣΚΑΜΨΙΑΣ

### 5.3.1 ΙΔΙΟ ΒΑΡΟΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΥ ΣΚΕΛΕΤΟΥ

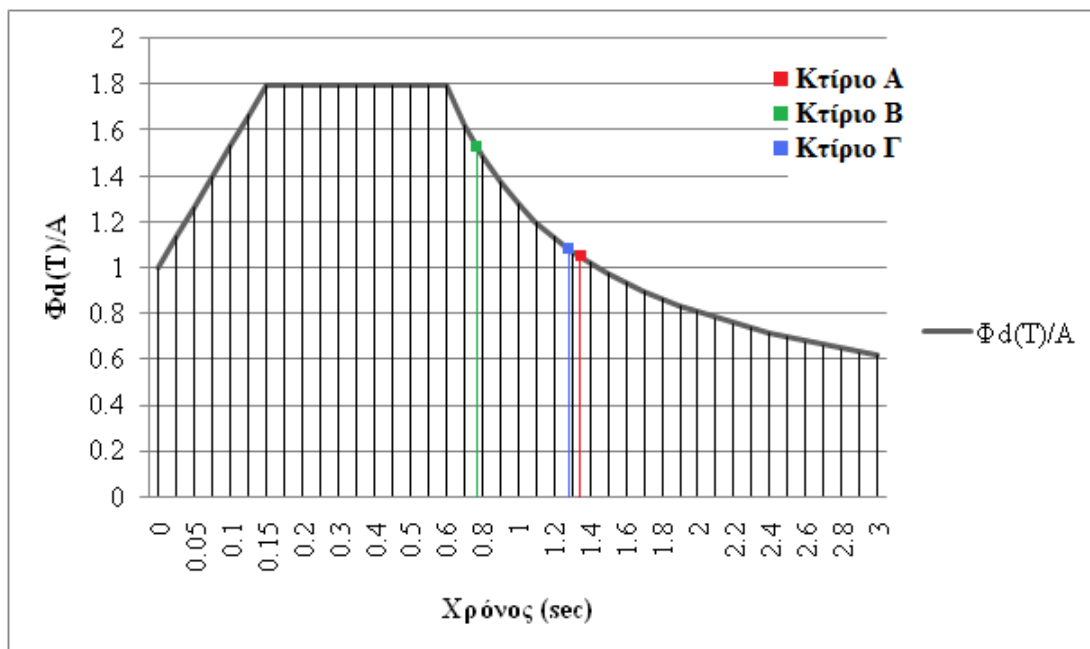
#### Διάγραμμα 1

- Παρατηρούμε (Διάγραμμα 1) ότι η κατασκευή χωρίς τους κατακόρυφους συνδέσμους δυσκαμψίας εμφανίζει αύξηση του ίδιου βάρους σε σχέση με εκείνες που διαθέτουν κατακόρυφους συνδέσμους.
- Αναλυτικά η αύξηση είναι 33.56% σε σχέση με το κτίριο Β (χιαστί σύνδεσμοι κατά x'x και y'y) ενώ 38.16% σε σχέση με το κτίριο Γ (χιαστί σύνδεσμοι κατά x'x).
- Τέλος, η διαφορά του ίδιου βάρους των κατασκευών Β και Γ είναι της τάξης του 3.44%.
- Συνεπώς η χρήση των συνδέσμων δυσκαμψίας επέτρεψε την σχεδίαση των κτιρίων με μικρότερο ίδιο βάρος, άρα και οικονομικότερα, πληρώντας ταυτόχρονα τις

απαιτήσεις

ασφαλείας.

### 5.3.2 ΙΔΙΟΠΕΡΙΟΔΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ



**Διάγραμμα 2**

- Τοποθετώντας τις θεμελιώδεις ιδιοπεριόδους (  $T_A=1.313 \text{ sec}$  ,  $T_B=0.764 \text{ sec}$  ,  $T_\Gamma=1.292 \text{ sec}$  ) στο φάσμα σχεδιασμού (Διάγραμμα 2) παρατηρούμε ότι με τη χρήση των συνδέσμων δυσκαμψίας αυτή μειώνεται καθιστώντας την κατασκευή πιο δύσκαμπτη. Χαρακτηριστικά η ιδιοπερίοδος του κτιρίου Β σε σχέση με του κτιρίου Α (χιαστί σύνδεσμοι κατά x'x και y'y) παρουσιάζει μείωση κατά 41.81%, ενώ του κτιρίου Γ (χιαστί σύνδεσμοι κατά x'x) παρουσιάζει ελάχιστη μείωση 1.6% .
- Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι η βελτίωση της δυσκαμψίας πραγματοποιήθηκε χωρίς το ίδιο βάρος της κατασκευής να αυξηθεί. Αντιθέτως, όπως παρουσιάσαμε και στην προηγούμενη ενότητα, μειώνοντας το ίδιο βάρος με τη χρήση των διαγώνιων συνδέσμων πετύχαμε την δημιουργία μίας κατασκευής με καλύτερη συμπεριφορά έναντι του σεισμού.

### 5.3.3 ΕΝΤΑΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ

Στις τρεις κατασκευές επιλέχθηκε η σύγκριση των εντατικών μεγεθών του ίδιου πλαισίου σε όλο το ύψος του κτιρίου. Συγκεκριμένα θα γίνει σύγκριση της αξονικής δύναμης **N των υποστυλωμάτων**, της τέμνουσας **V<sub>Z</sub>** και της ροπής **M<sub>y</sub> των κύριων δοκών**.

#### 5.3.3.1 ΑΞΟΝΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ (N) ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ

Η σύγκριση έγινε στα πλαίσια της πρόσοψης και στο τρίτο κατά σειρά ενδιάμεσο πλαίσιο όπου εμφανίζονται και οι μέγιστες θλιπτικές δυνάμεις των υποστυλωμάτων.

- Σύγκριση κτιρίου A με B :

##### 1) Πρόσοψη

Κτίριο A			Κτίριο B			
No.	LC	N (kN)	No.	LC	N (kN)	Διαφορά
<b>1</b>	<b>52</b>	<b>917.9</b>	<b>1</b>	<b>52</b>	<b>2064.3</b>	<b>125%</b>
3	52	1695	3	52	2145.9	27%
5	52	1692.3	5	52	2145.9	27%
7	52	1023.5	7	52	2064.3	102%
101	52	764.3	101	52	1464.7	92%
103	52	1410.6	103	52	1587.2	13%
105	52	1409.1	105	52	1587.2	13%
107	52	840	107	52	1464.6	74%
201	52	613	201	52	974.6	59%
<b>203</b>	<b>52</b>	<b>1131</b>	<b>203</b>	<b>52</b>	<b>1098.7</b>	<b>-3%</b>
<b>205</b>	<b>52</b>	<b>1130</b>	<b>205</b>	<b>52</b>	<b>1098.7</b>	<b>-3%</b>
207	52	662	207	52	974.7	47%
301	52	461.3	301	52	618.7	34%
<b>303</b>	<b>52</b>	<b>851</b>	<b>303</b>	<b>52</b>	<b>739.9</b>	<b>-13%</b>
<b>305</b>	<b>52</b>	<b>851</b>	<b>305</b>	<b>52</b>	<b>699.9</b>	<b>-18%</b>
307	52	488.6	307	52	633.2	30%
401	52	308.2	401	52	406.3	32%
<b>403</b>	<b>52</b>	<b>571</b>	<b>403</b>	<b>52</b>	<b>483.6</b>	<b>-15%</b>
<b>405</b>	<b>52</b>	<b>571.3</b>	<b>405</b>	<b>52</b>	<b>481.1</b>	<b>-16%</b>
407	52	320.9	407	52	398.6	24%
501	52	154.1	501	52	173.9	13%
<b>503</b>	<b>52</b>	<b>290.8</b>	<b>503</b>	<b>52</b>	<b>254.4</b>	<b>-13%</b>
<b>505</b>	<b>52</b>	<b>291</b>	<b>505</b>	<b>52</b>	<b>260.6</b>	<b>-10%</b>
507	52	158.3	507	52	168.3	6%



- Παρατηρούμε (Διάγραμμα 3) ότι στη πρόσοψη όπου τοποθετούνται οι σύνδεσμοι δυσκαμψίας η αξονική δύναμη των υποστυλωμάτων του κτιρίου Β αυξάνεται σε μεγάλο βαθμό (έως 125%).

Όσο αυξάνονται οι όροφοι η αξονική δύναμη παρουσιάζει μικρότερη αύξηση και σε κάποια υποστυλώματα η αξονική δύναμη του κτιρίου Β είναι μικρότερη του Α έως 18% (υποστ.305).

### **Διάγραμμα 3**

## 2) Ενδιάμεσο Πλαίσιο

Κτίριο Α			Κτίριο Β			
No.	LC	N (kN)	No.	LC	N (kN)	Διαφορά
15	52	1650.9	15	52	1602.7	-3%
17	52	3135	17	52	3059.5	-2%
19	52	3132	19	52	3060.5	-2%
21	52	1755.6	21	52	1631.5	-7%
115	52	1375.6	115	52	1340.2	-3%
117	52	2608.5	117	52	2546.5	-2%
119	52	2607.2	119	52	2547.6	-2%
121	52	1451	121	52	1361.5	-6%
215	52	1102.8	215	52	1075.5	-2%
217	52	2089.1	217	52	2039.5	-2%
219	52	2088.8	219	52	2040.7	-2%
221	52	1151.1	221	52	1090.8	-5%
315	52	828.8	315	52	808.7	-2%
317	52	1571.4	317	52	1534.3	-2%
319	52	1571.5	319	52	1535.4	-2%
321	52	855.8	321	52	818.6	-4%
415	52	554.1	415	52	540.5	-2%
417	52	1054.7	417	52	1030.5	-2%
419	52	1055.1	419	52	1031.4	-2%
421	52	566.4	421	52	545.6	-4%
515	52	278	515	52	270.0	-2%
517	52	539.4	517	52	528.9	-2%
519	52	539.8	519	52	529.7	-2%
521	52	281.9	521	52	271.6	-4%

- Παρατηρούμε (Διάγραμμα 4) ότι στα ενδιάμεσα πλαίσια όπου δεν υπάρχουν σύνδεσμοι δυσκαμψίας η αξονική δύναμη των υποστυλωμάτων του κτιρίου Β είναι ελάχιστα μειωμένη σε σχέση με του κτιρίου Α.

**Διάγραμμα 4**

- Σύγκριση κτιρίου Α με Γ :

### 1) Πρόσοψη

Κτίριο Α			Κτίριο Γ			
No.	LC	N (kN)	No.	LC	N (kN)	Διαφορά
1	52	917.9	1	52	2263.9	147%
<b>3</b>	<b>52</b>	1695	<b>3</b>	<b>52</b>	<b>1639.1</b>	<b>-3%</b>
<b>5</b>	<b>52</b>	1692.3	<b>5</b>	<b>52</b>	<b>1634.5</b>	<b>-3%</b>
7	52	1023.5	7	52	2263.9	121%
101	52	764.3	101	52	1649.3	116%
<b>103</b>	<b>52</b>	1410.6	<b>103</b>	<b>52</b>	<b>1364.5</b>	<b>-3%</b>
<b>105</b>	<b>52</b>	1409.1	<b>105</b>	<b>52</b>	<b>1362.8</b>	<b>-3%</b>
107	52	840	107	52	1649.3	96%
201	52	613	201	52	1144	87%
<b>203</b>	<b>52</b>	<b>1131</b>	<b>203</b>	<b>52</b>	<b>1093.2</b>	<b>-3%</b>
<b>205</b>	<b>52</b>	<b>1130</b>	<b>205</b>	<b>52</b>	<b>1093.2</b>	<b>-3%</b>
207	52	662	207	52	1144	73%
301	52	461.3	301	52	705.6	53%
<b>303</b>	<b>52</b>	<b>851</b>	<b>303</b>	<b>52</b>	<b>822.8</b>	<b>-3%</b>
<b>305</b>	<b>52</b>	<b>851</b>	<b>305</b>	<b>52</b>	<b>823.6</b>	<b>-3%</b>
307	52	488.6	307	52	705.6	44%
401	52	308.2	401	52	358.9	16%
<b>403</b>	<b>52</b>	<b>571</b>	<b>403</b>	<b>52</b>	<b>552</b>	<b>-3%</b>
<b>405</b>	<b>52</b>	<b>571.3</b>	<b>405</b>	<b>52</b>	<b>553</b>	<b>-3%</b>
407	52	320.9	407	52	369	15%
501	52	154.1	501	52	160.5	4%
<b>503</b>	<b>52</b>	<b>290.8</b>	<b>503</b>	<b>52</b>	<b>280.9</b>	<b>-3%</b>
<b>505</b>	<b>52</b>	<b>291</b>	<b>505</b>	<b>52</b>	<b>281.6</b>	<b>-3%</b>
507	52	158.3	507	52	163.3	3%

- Παρατηρούμε (Διάγραμμα 5) ότι η αξονική δύναμη των υποστυλωμάτων του κτιρίου Γ αυξάνεται σε μεγάλο βαθμό (έως 147%). Τα υποστυλώματα αυτά είναι εκείνα που βρίσκονται στις πλάγιες όψεις του κτιρίου και άρα συνεργάζονται με τους συνδέσμους δυσκαμψίας.
- Όσο αυξάνονται οι όροφοι η αξονική δύναμη παρουσιάζει μικρότερη αύξηση. Η αξονική δύναμη στα ενδιάμεσα υποστυλώματα του κτιρίου Γ είναι σταθερά μικρότερη με τιμές που όμως δεν ξεπερνούν το 3%.

**Διάγραμμα 5**

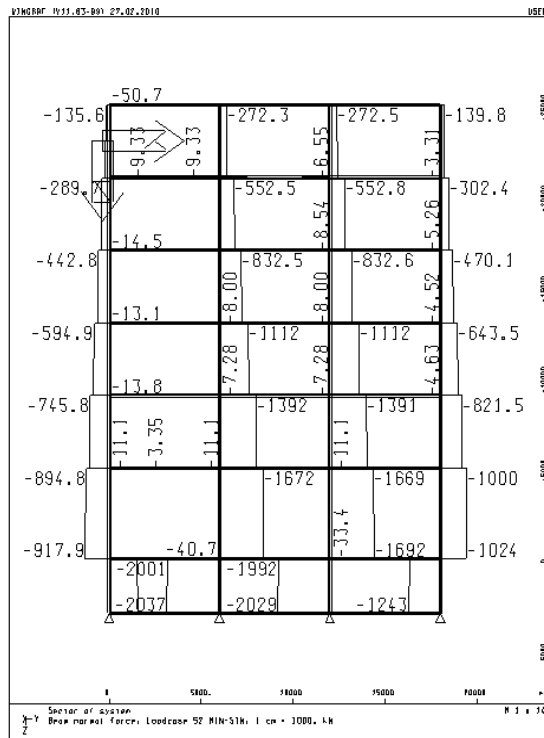
## 2) Ενδιάμεσο Πλαίσιο

Κτίριο Α			Κτίριο Γ			Διαφορά
No.	LC	N (kN)	No.	LC	N	
15	52	1650.9	15	52	1606.6	-3%
17	52	3135	17	52	3063.2	-2%
19	52	3132	19	52	3059.3	-2%
21	52	1755.6	21	52	1715.7	-2%
115	52	1375.6	115	52	1344.2	-2%
117	52	2608.5	117	52	2546.5	-2%
119	52	2607.2	119	52	2545.3	-2%
121	52	1451	121	52	1419.4	-2%
215	52	1102.8	215	52	1079	-2%
217	52	2089.1	217	52	2038.1	-2%
219	52	2088.8	219	52	2038.4	-2%
221	52	1151.1	221	52	1125.5	-2%
315	52	828.8	315	52	811.3	-2%
317	52	1571.4	317	52	1533.2	-2%
319	52	1571.5	319	52	1534.3	-2%
321	52	855.8	321	52	836	-2%
415	52	554	415	52	542	-2%
417	52	1054.7	417	52	1029.9	-2%
419	52	1055.1	419	52	1031.3	-2%
421	52	566.4	421	52	552.1	-3%
515	52	278	515	52	270.2	-3%
517	52	539.4	517	52	529.3	-2%
519	52	539.8	519	52	530.3	-2%
521	52	281.9	521	52	272.7	-3%

- Παρατηρούμε (Διάγραμμα 6) ότι στα ενδιάμεσα πλαίσια όπου δεν υπάρχουν σύνδεσμοι δυσκαμψίας η αξονική δύναμη των υποστυλωμάτων του κτιρίου Γ είναι ελάχιστα μειωμένη σε σχέση με του κτιρίου Α.

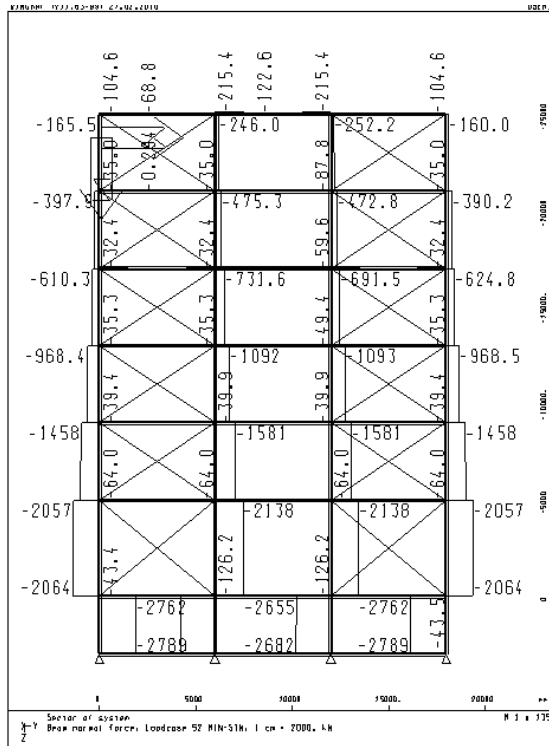
**Διάγραμμα 6**

- Επισυνάπτονται τα διαγράμματα των αξονικών δυνάμεων N της πρόσοψης, των τριών κτιρίων, για τη φόρτιση LC52.

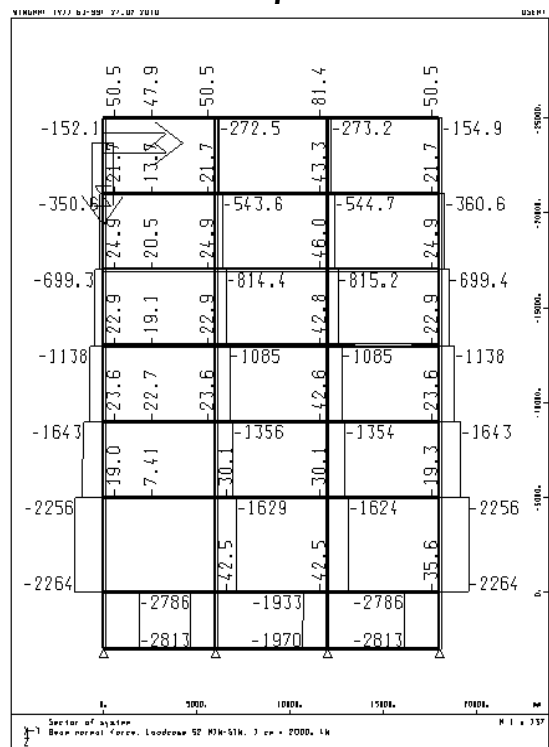


**Κτίριο Α**





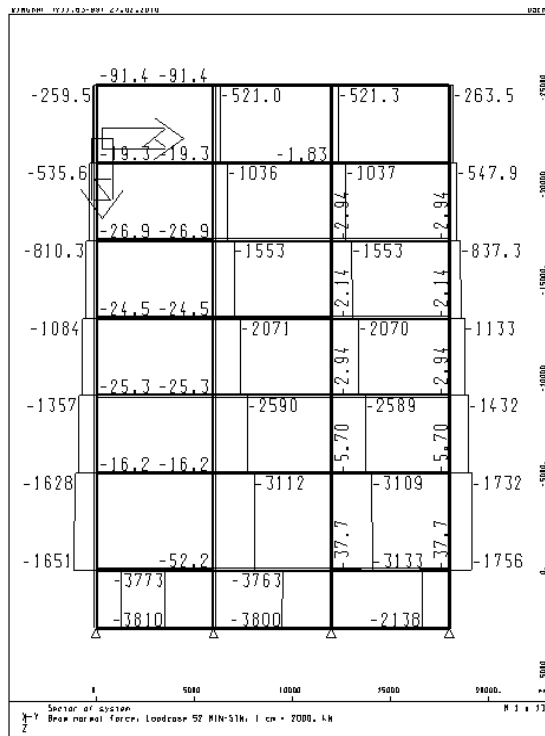
### Κτίριο Β



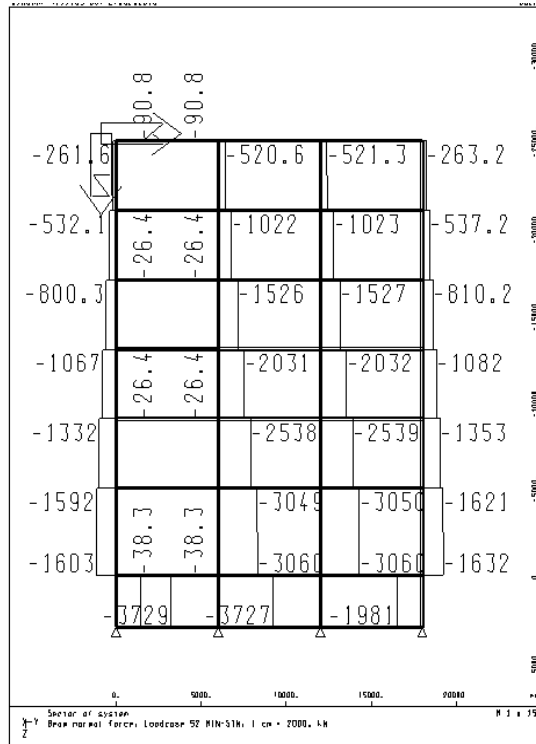
### Κτίριο Γ



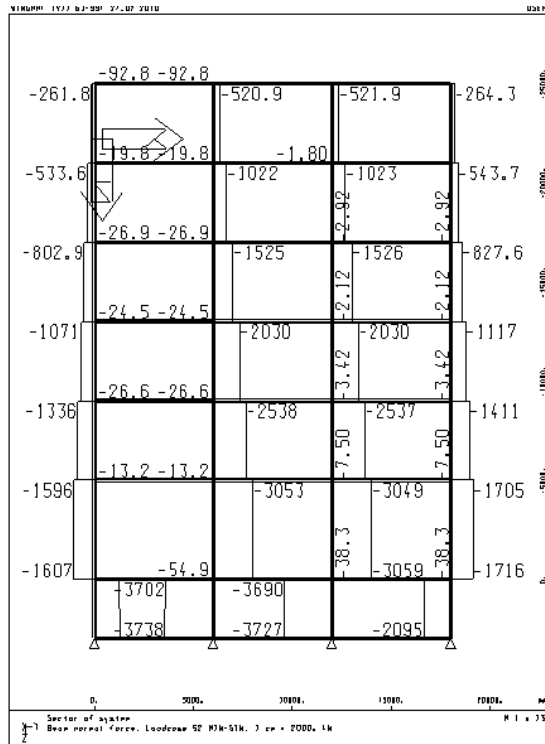
- Επισυνάπτονται τα διαγράμματα των αξονικών δυνάμεων N των ενδιάμεσων πλαισίων, των τριών κτιρίων, για τη φόρτιση LC52.



**Κτίριο Α**



### Κτίριο Β



### Κτίριο Γ



### 5.3.3.2 ΤΕΜΝΟΥΣΑ ΔΥΝΑΜΗ ( $V_z$ ) ΚΥΡΙΩΝ ΔΟΚΩΝ

Η σύγκριση έγινε στα πλαίσια της πρόσοψης.

- Σύγκριση κτιρίου Α με Β :

Κτίριο Α			Κτίριο Β			Διαφορά
No.	LC	$V_z$ (kN)	No.	LC	$V_z$ (kN)	
2	56	155.81	2	56	130	-17%
4	56	153.67	4	56	132.33	-14%
<b>6</b>	<b>56</b>	<b>154.18</b>	<b>6</b>	<b>56</b>	<b>124.69</b>	<b>-19%</b>
102	56	151.84	102	56	129.31	-15%
104	56	151.27	104	56	134.21	-11%
106	56	152.6	106	56	126	-17%
202	56	145.49	202	56	128.21	-12%
204	56	145.8	204	56	134.37	-8%
206	56	147.33	206	56	125.22	-15%
302	56	138.47	302	56	127.37	-8%
304	56	139.57	304	56	134.01	-4%
306	56	141.17	306	56	124.55	-12%
402	56	131.57	402	56	126.21	-4%
404	56	133.67	404	56	133.51	0%
406	56	135.58	406	56	124.47	-8%
502	56	130.73	502	56	130.22	0%
<b>504</b>	<b>56</b>	<b>129.51</b>	<b>504</b>	<b>56</b>	<b>132.01</b>	<b>2%</b>
506	56	127.87	506	56	120.33	-6%

- Οι τέμνουσες ( $V_z$ ) των κύριων δοκών του κτιρίου Β εμφανίζονται στην πλειοψηφία τους μειωμένες (Διάγραμμα 7) σε σχέση με του Α. Η μείωση δεν είναι μεγάλη και η μέγιστη τιμή της είναι 19%.

**Διάγραμμα 7**

- Σύγκριση κτιρίου Α με Γ :

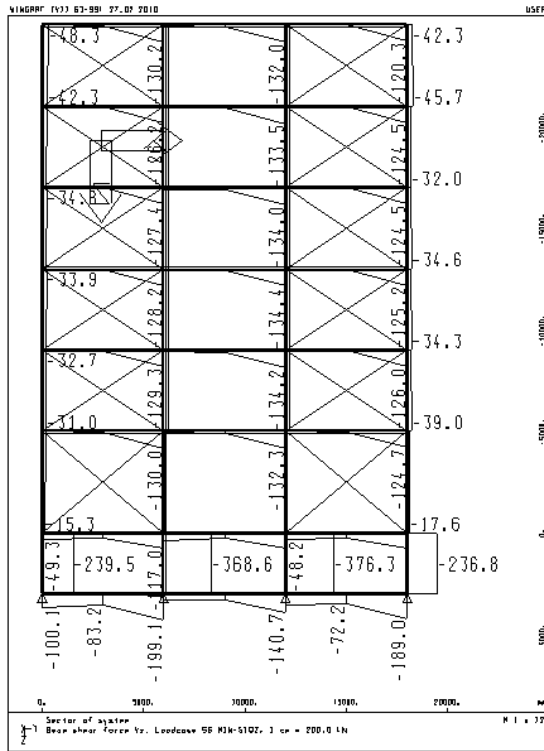
Κτίριο Α			Κτίριο Γ			
No.	LC	Vz (kN)	No.	LC	Vz (kN)	Διαφορά
2	56	155.81	2	56	161.98	4%
4	56	153.67	4	56	157.03	2%
6	56	154.18	6	56	159.3	3%
102	56	151.84	102	56	154.35	2%
104	56	151.27	104	56	152.74	1%
106	56	152.6	106	56	156.35	2%
202	56	145.49	202	56	146.51	1%
<b>204</b>	<b>56</b>	<b>145.8</b>	<b>204</b>	<b>56</b>	<b>146.41</b>	<b>0%</b>
206	56	147.33	206	56	150.46	2%
<b>302</b>	<b>56</b>	<b>138.47</b>	<b>302</b>	<b>56</b>	<b>138.59</b>	<b>0%</b>
<b>304</b>	<b>56</b>	<b>139.57</b>	<b>304</b>	<b>56</b>	<b>139.87</b>	<b>0%</b>
306	56	141.17	306	56	144	2%
<b>402</b>	<b>56</b>	<b>131.57</b>	<b>402</b>	<b>56</b>	<b>130.56</b>	<b>-1%</b>
<b>404</b>	<b>56</b>	<b>133.67</b>	<b>404</b>	<b>56</b>	<b>133.65</b>	<b>0%</b>
406	56	135.58	406	56	138.39	2%
<b>502</b>	<b>56</b>	<b>130.73</b>	<b>502</b>	<b>56</b>	<b>130.77</b>	<b>0%</b>
<b>504</b>	<b>56</b>	<b>129.51</b>	<b>504</b>	<b>56</b>	<b>129.14</b>	<b>0%</b>
<b>506</b>	<b>56</b>	<b>127.87</b>	<b>506</b>	<b>56</b>	<b>127.9</b>	<b>0%</b>

- Οι τέμνουσες ( $V_z$ ) των κύριων δοκών του κτιρίου Γ εμφανίζονται (Διάγραμμα 8) ελάχιστα αυξημένες σε σχέση με του Α, με μέγιστη αύξηση 4%. Παρατηρείται επίσης ότι σε κάποιες δεν υπάρχει διαφορά στην τιμή ενώ μόνο μια, No.402, παρουσιάζει οριακή μείωση 1%.

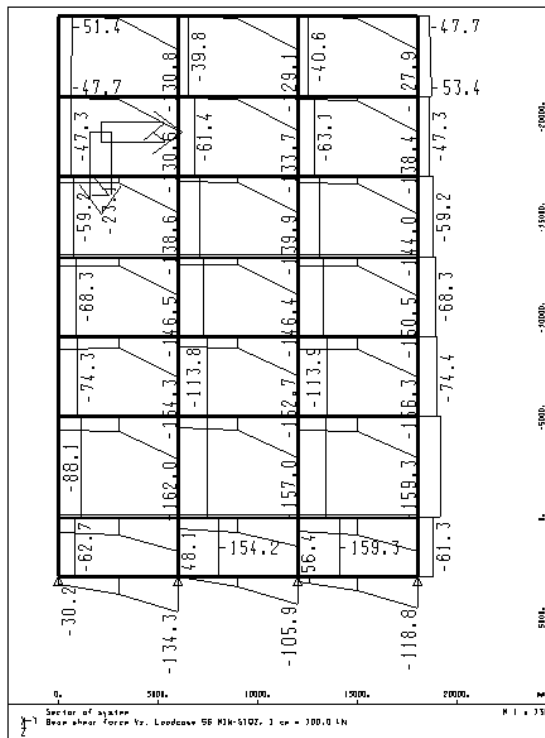


**Διάγραμμα 8**





### Κτίριο Β



### Κτίριο Γ

### 5.3.3.3 ΡΟΠΗ ΚΑΜΨΗΣ (My) ΚΥΡΙΩΝ ΔΟΚΩΝ

Η σύγκριση έγινε στα πλαίσια της πρόσοψης.

- Σύγκριση κτιρίου Α με Β :

Κτίριο Α			Κτίριο Β			
No.	LC	My (kN*m)	No.	LC	My (kN*m)	Διαφορά
2	60	258.8	2	60	134.99	-48%
4	60	247.31	4	60	147.05	-41%
6	60	258.8	6	60	129.5	-50%
102	60	259.18	102	60	133.32	-49%
104	60	248.83	104	60	157.98	-37%
<b>106</b>	<b>60</b>	<b>259.18</b>	<b>106</b>	<b>60</b>	<b>127.49</b>	<b>-51%</b>
202	60	234.33	202	60	130.06	-44%
204	60	225.52	204	60	167.76	-26%
206	60	234.33	206	60	126.95	-46%
302	60	196.9	302	60	127.39	-35%
304	60	190.36	304	60	169.12	-11%
306	60	196.9	306	60	126.44	-36%
402	60	153.1	402	60	125.59	-18%
<b>404</b>	<b>60</b>	<b>149.49</b>	<b>404</b>	<b>60</b>	<b>166.29</b>	<b>11%</b>
406	60	155.22	406	60	126.37	-19%
502	60	135.94	502	60	131.99	-3%
<b>504</b>	<b>60</b>	<b>137.99</b>	<b>504</b>	<b>60</b>	<b>146.47</b>	<b>6%</b>
<b>506</b>	<b>60</b>	<b>127.99</b>	<b>506</b>	<b>60</b>	<b>136.25</b>	<b>6%</b>

- Παρατηρούμε ότι η ροπή κάμψης στις κύριες δοκούς του κτιρίου Β παρουσιάζει μείωση μέχρι και 51% ενώ μόνο σε τρεις δοκούς αυξάνεται η ροπή κάμψης με μέγιστη αύξηση 11% (Διάγραμμα 9).

**Διάγραμμα 9**

- Σύγκριση κτιρίου Α με Γ :

Κτίριο Α			Κτίριο Γ			
No.	LC	My (kN*m)	No.	LC	My (kN*m)	Διαφορά
2	60	258.8	2	60	287.31	11%
4	60	247.31	4	60	258.54	5%
6	60	258.8	6	60	287.31	11%
102	60	259.18	102	60	274.58	6%
104	60	248.83	104	60	249.97	0%
106	60	259.18	106	60	274.58	6%
202	60	234.33	202	60	245.47	5%
<b>204</b>	<b>60</b>	<b>225.52</b>	<b>204</b>	<b>60</b>	<b>222.69</b>	<b>-1%</b>
206	60	234.33	206	60	245.47	5%
302	60	196.9	302	60	205.79	5%
<b>304</b>	<b>60</b>	<b>190.36</b>	<b>304</b>	<b>60</b>	<b>186.94</b>	<b>-2%</b>
306	60	196.9	306	60	205.79	5%
402	60	153.1	402	60	159.36	4%
404	60	149.49	404	60	148.93	0%
406	60	155.22	406	60	161.65	4%
<b>502</b>	<b>60</b>	<b>135.94</b>	<b>502</b>	<b>60</b>	<b>131.06</b>	<b>-4%</b>
<b>504</b>	<b>60</b>	<b>137.99</b>	<b>504</b>	<b>60</b>	<b>135.99</b>	<b>-1%</b>
<b>506</b>	<b>60</b>	<b>127.99</b>	<b>506</b>	<b>60</b>	<b>123.13</b>	<b>-4%</b>

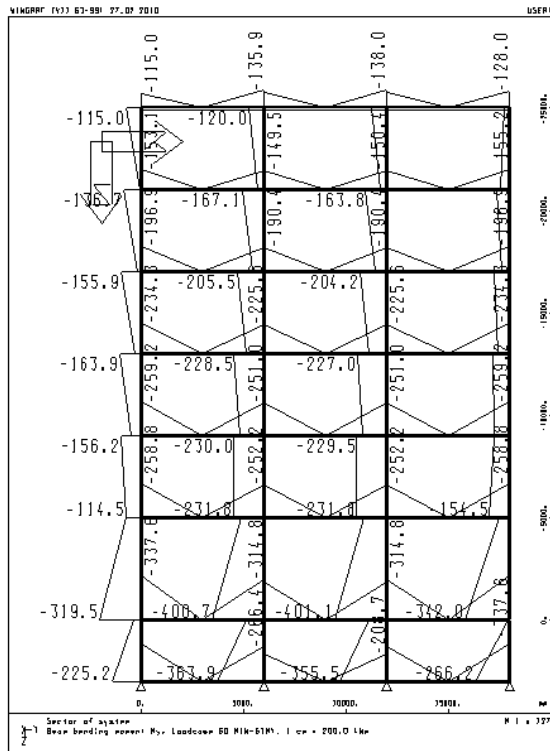
- Παρατηρούμε (Διάγραμμα 10) ότι στο κτίριο Γ (με συνδέσμους δυσκαμψίας κατά x'x) η ροπή κάμψης  $M_y$  κυρίως αυξάνεται.

Η μεγαλύτερη αύξηση είναι 11% και όσο αυξάνεται το ύψος των ορόφων κάποιες δοκοί παρουσιάζουν μείωση της  $M_y$  σε μικρό βαθμό, έως 4% (δοκός 506).

- Κύριος παράγοντας αυτής της αλλαγής σε σχέση με την προηγούμενη σύγκριση αποτελεί το γεγονός ότι το κτίριο Γ δεν διαθέτει διαγώνιους συνδέσμους στην πρόσοψη (y'y διεύθυνση).

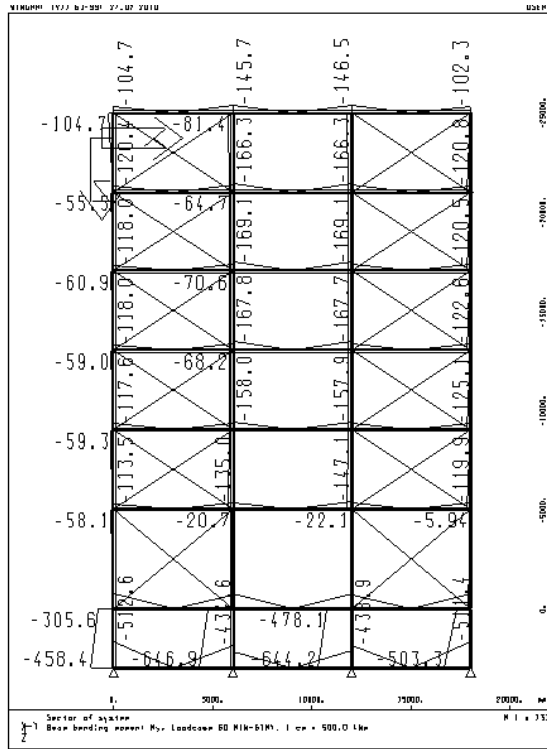
**Διάγραμμα 10**

- Επισυνάπτονται τα διαγράμματα των ροπών κάμψης  $M_y$  για τη φόρτιση LC60.

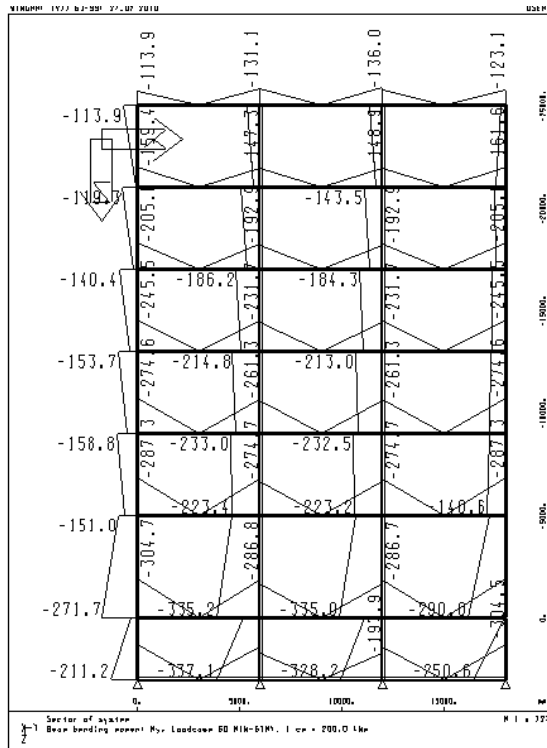


Κτίριο A





**Κτίριο Β**



**Κτίριο Γ**



### 5.3.4 ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ & ΓΩΝΙΑΚΗ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗ

#### 5.3.4.1 ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ ΚΟΜΒΩΝ

Επιλέξαμε το υποστύλωμα του κτιρίου Α (χωρίς συνδέσμους δυσκαμψίας) με τις μεγαλύτερες μετακινήσεις ανά κόμβο και τις συγκρίναμε με τις μετακινήσεις του ίδιου υποστυλώματος στα δύο άλλα κτίρια. Η σύγκριση έγινε για σεισμό κατά  $x'x$  και  $y'y$  (φορτίσεις LC453 και LC463 αντίστοιχα)

##### 1) Σύγκριση κτιρίου Α και Β :

- Σεισμός κατά  $x'x$  :

Κτίριο Α			Κτίριο Β	
Κόμβος	Φόρτιση 453	Μετατόπιση $x(x)$ (mm)	Μετατόπιση $x(x)$ (mm)	Διαφορά %
7	453	2.825	1.092	-61.35%
126	453	21.312	9.517	-55.34%
226	453	41.052	17.111	-58.32%
326	453	59.516	25.526	-57.11%
426	453	74.852	34.203	-54.31%
526	453	86.157	42.627	-50.52%
626	453	93.391	49.862	-46.61%

- Σεισμός κατά  $y'y$  :

Κτίριο Α			Κτίριο Β	
Κόμβος	Φόρτιση 463	Μετατόπιση $y'y$ (mm)	Μετατόπιση $y'y$ (mm)	Διαφορά %
3	453	3.691	1.658	-55.08%
133	453	23.029	9.979	-56.67%
233	453	42.956	17.315	-59.69%
<b>333</b>	<b>453</b>	<b>61.518</b>	<b>24.415</b>	<b>-60.31%</b>
433	453	76.916	31.297	-59.31%
533	453	88.281	37.522	-57.50%
633	453	95.574	42.238	-55.81%

### Διάγραμμα 12

- Παρατηρούμε (Διάγραμμα 11 & 12) ότι η μείωση των μετακινήσεων των κόμβων του κτιρίου Β είναι αρκετά μεγάλη τόσο για σεισμό κατά  $x'x$  όσο και για  $y'y$ . Χαρακτηριστικά, η μεγαλύτερη μείωση είναι 61.35% για σεισμό  $x'x$  και 60.31% για σεισμό  $y'y$ .

**2) Σύγκριση κτιρίου Α και Γ :**

- Σεισμός κατά χ'χ :

Κτίριο Α			Κτίριο Γ	
Κόμβος	Φόρτιση 453	Μετατόπιση χχ(mm)	Μετατόπιση χχ(mm)	Διαφορά %
7	453	2.825	1.181	-58.19%
126	453	21.312	10.182	-52.22%
226	453	41.052	18.132	-55.83%
326	453	59.516	27.04	-54.57%
426	453	74.852	36.38	-51.40%
526	453	86.157	45.583	-47.09%
626	453	93.391	53.501	-42.71%

**Διάγραμμα 13**

- Σεισμός κατά  $y'y$  :

Κτίριο Α			Κτίριο Γ	
Κόμβος	Φόρτιση 463	Μετατόπιση $y'y$ (mm)	Μετατόπιση $y'y$ (mm)	Διαφορά %
3	453	3.691	3.371	-8.67%
<b>133</b>	<b>453</b>	<b>23.029</b>	<b>24.569</b>	<b>6.69%</b>
<b>233</b>	<b>453</b>	<b>42.956</b>	<b>44.112</b>	<b>2.69%</b>
<b>333</b>	<b>453</b>	<b>61.518</b>	<b>61.571</b>	<b>0.09%</b>
433	453	76.916	75.808	-1.44%
533	453	88.281	86.13	-2.44%
633	453	95.574	92.342	-3.38%

#### Διάγραμμα 14

- Παρατηρούμε (Διάγραμμα 13) ότι κατά τον σεισμό  $x'x$  οι μετακινήσεις του κτιρίου Γ είναι μειωμένες σε πολύ μεγάλο βαθμό, έως και 58.19%. Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι στη διεύθυνση  $x'x$  υπάρχουν οι σύνδεσμοι δυσκαμψίας που περιορίζουν σημαντικά την μετακίνηση.
- Αντίθετα (Διάγραμμα 14), στην άλλη διεύθυνση και για σεισμό  $y'y$ , οι μετακινήσεις είναι ελάχιστα μειωμένες και σε κάποιους κόμβους (133, 233, 333) παρουσιάζουν μικρή αύξηση έως 6.69%.



### 5.3.4.2 ΓΩΝΙΑΚΗ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗ

Για το υποστυλώμα του κτιρίου Α όπου παρατηρήθηκαν οι μέγιστες μετατοπίσεις ανά διεύθυνση σεισμού θα υπολογιστεί η γωνιακή παραμόρφωση ανά όροφο και θα συγκριθεί με την αντίστοιχη γωνιακή παραμόρφωση των κτιρίων Β και Γ για τα αντίστοιχα υποστυλώματα.

#### 1) Σύγκριση κτιρίου Α με Β :

- Σεισμός x'x

Κτίριο Α Γωνιακή Παραμόρφωση Ορόφων		
Όροφος	Ύψος Ορόφων(mm)=Δh	Δxx/Δh
ισόγειο	5000	0.0036974
1ος	4000	0.004935
2ος	4000	0.004616
3ος	4000	0.003834
4ος	4000	0.00282625
5ος	4000	0.0018085

Κτίριο Β Γωνιακή Παραμόρφωση Ορόφων		
Όροφος	Ύψος Ορόφων(mm)=Δh	Δxx/Δh
ισόγειο	5000	0.001685
1ος	4000	0.0018985
2ος	4000	0.00210375
3ος	4000	0.00216925
4ος	4000	0.002106
5ος	4000	0.00180875

Όροφος	Διαφορά κτ.Α - κτ.Β
ισόγειο	-54%
1ος	-62%
2ος	-54%
3ος	-43%
4ος	-25%
5ος	0%



## Διάγραμμα 15

- Σεισμός y'y

<b>Κτίριο Α</b> Γωνιακή Παραμόρφωση Ορόφων		
<b>Όροφος</b>	<b>Ύψος Ορόφων(mm)=Δh</b>	<b>Δγγ/Δh</b>
ισόγειο	5000	0.0038676
1ος	4000	0.00498175
2ος	4000	0.0046405
3ος	4000	0.0038495
4ος	4000	0.00284125
5ος	4000	0.00182325

<b>Κτίριο Β</b> Γωνιακή Παραμόρφωση Ορόφων		
<b>Όροφος</b>	<b>Ύψος Ορόφων(mm)=Δh</b>	<b>Δγγ/Δh</b>
ισόγειο	5000	0.0016642
1ος	4000	0.001834
2ος	4000	0.001775
3ος	4000	0.0017205
4ος	4000	0.00155625
5ος	4000	0.001179

<b>Όροφος</b>	<b>Διαφορά κτ.Α - κτ.Β</b>
ισόγειο	-57%
1ος	-63%
2ος	-62%
3ος	-55%
4ος	-45%
5ος	-35%

### **Διάγραμμα 16**

- Παρατηρούμε (Διάγραμμα 15 & 16) ότι η γωνιακή παραμόρφωση του κτιρίου Β κυρίως στους πρώτους ορόφους είναι σε πολύ μεγάλο βαθμό μειωμένη σε σχέση με του κτ.Α.

## 2) Σύγκριση κτιρίου Α με Γ :

- Σεισμός x'x

<b>Κτίριο Α</b> <b>Γωνιακή Παραμόρφωση Ορόφων</b>		
<b>Όροφος</b>	<b>Ύψος Ορόφων(mm)=Δh</b>	<b>Δxx/Δh</b>
ισόγειο	5000	0.0036974
1ος	4000	0.004935
2ος	4000	0.004616
3ος	4000	0.003834
4ος	4000	0.00282625
5ος	4000	0.0018085

<b>Κτίριο Γ</b> <b>Γωνιακή Παραμόρφωση Ορόφων</b>		
<b>Όροφος</b>	<b>Ύψος Ορόφων(mm)=Δh</b>	<b>Δxx/Δh</b>
ισόγειο	5000	0.0018002
1ος	4000	0.0019875
2ος	4000	0.002227
3ος	4000	0.002335
4ος	4000	0.00230075
5ος	4000	0.0019795

<b>Όροφος</b>	<b>Διαφορά κτ.Α - κτ.Γ</b>
ισόγειο	-51%
1ος	-60%
2ος	-52%
3ος	-39%
4ος	-19%
<b>5ος</b>	<b>9%</b>

## Διάγραμμα 17

- Σεισμός y'y

<b>Κτίριο Α</b> Γωνιακή Παραμόρφωση Ορόφων		
<b>Όροφος</b>	<b>Ύψος Ορόφων(mm)=Δh</b>	<b>Δyy/Δh</b>
ισόγειο	5000	0.0038676
1ος	4000	0.00498175
2ος	4000	0.0046405
3ος	4000	0.0038495
4ος	4000	0.00284125
5ος	4000	0.00182325

<b>Κτίριο Γ</b> Γωνιακή Παραμόρφωση Ορόφων		
<b>Όροφος</b>	<b>Ύψος Ορόφων(mm)=Δh</b>	<b>Δyy/Δh</b>
ισόγειο	5000	0.0042396
1ος	4000	0.00488575
2ος	4000	0.00436475
3ος	4000	0.00355925
4ος	4000	0.0025805
5ος	4000	0.001553

Όροφος	Διαφορά κτ.Α - κτ.Γ
ισόγειο	10%
1ος	-2%
2ος	-6%
3ος	-8%
4ος	-9%
5ος	-15%

### Διάγραμμα 18

- Παρατηρούμε (Διάγραμμα 17 & 18) ότι και το κτίριο Γ παρουσιάζει αρκετά μειωμένη γωνιακή παραμόρφωση σε σχέση με το Α κυρίως για σεισμό κατά x'x.

Η μείωση είναι μικρότερη σε σχέση με τη μείωση του κτιρίου Β και σε δύο περιπτώσεις (5<sup>ος</sup> όροφος και ισόγειο κατά σεισμό x'x και y'y αντίστοιχα) η γωνιακή παραμόρφωση είναι ελαφρώς μεγαλύτερη χωρίς όμως να ξεπερνά το επιτρεπτό όριο του κανονισμού.

Η διαφορά αυτή οφείλεται στην παρουσία συνδέσμων μόνο κατά την διεύθυνση x'x, γι' αυτό και στην διεύθυνση αυτή έχουμε μεγαλύτερα ποσοστά μείωσης της γωνιακής παραμόρφωσης, έως και 60%.

## 5.4 ΣΥΝΟΨΗ

Από τις προηγούμενες συγκρίσεις, καταλήγουμε στο ότι η χρήση των κατακόρυφων συνδέσμων δυσκαμψίας μειώνει σημαντικά το ίδιο βάρος της κατασκευής (έως και 38%), ενώ ταυτόχρονα αυξάνει την δυσκαμψία της. Το γεγονός αυτό καθιστά τα κτίρια Β και Γ πιο οικονομικά και πιο ασφαλή κατά τη διάρκεια ενός ενδεχόμενου σεισμού.

Είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι πέρα από την αξονική δύναμη των υποστυλωμάτων, η οποία αυξάνεται στα πλαίσια όπου υπάρχουν οι σύνδεσμοι δυσκαμψίας, τα υπόλοιπα εντατικά μεγέθη παρουσιάζουν σημαντική μείωση. Η διαφοροποίηση αυτή των εντατικών μεγεθών οφείλεται στο ότι στην περίπτωση παρουσίας συνδέσμων η κατασκευή συμπεριφέρεται σαν δικτύωμα, με ιδιαίτερη έμφαση στις αξονικές δράσεις, ενώ στην περίπτωση απουσίας τους η λειτουργία της κατασκευής είναι πλαισιακή, με έμφαση στις ροπές. Στην πρώτη περίπτωση μέρος των κατακόρυφων και οριζόντιων φορτίων παραλαμβάνεται από τους συνδέσμους, με αποτέλεσμα την διαφορετική κατανομή των φορτίων στα μέλη. Το ίδιο συμβαίνει τόσο με τις μετακινήσεις των κόμβων αλλά και με την γωνιακή παραμόρφωση οι οποίες παρουσιάζουν σημαντική μείωση στη διεύθυνση όπου υπάρχουν οι σύνδεσμοι.

Αν και το κτίριο Γ το οποίο διαθέτει συνδέσμους μόνο στην x'x διεύθυνση παρουσιάζει το μικρότερο ίδιο βάρος, παρατηρούμε ότι το κτίριο Β παρουσιάζει πολύ μεγαλύτερη δυσκαμψία τη στιγμή που η μεταξύ τους διαφορά ίδιου βάρους είναι της τάξης του 3.44%. Επίσης το κτίριο Β παρουσιάζει μετακινήσεις και γωνιακές παραμορφώσεις σταθερά μειωμένες και στις δύο διευθύνσεις γεγονός το οποίο δεν συμβαίνει με το κτίριο Γ.

Συμπερασματικά, προτείνεται η χρήση διαγώνιων συνδέσμων δυσκαμψίας και στις δύο διευθύνσεις προκειμένου να επιτύχουμε:

- καλύτερη κατανομή των εντατικών μεγεθών στα μέλη της κατασκευής
- οικονομικότητα της κατασκευής (μείωση ίδιου βάρους)
- αύξηση αντισεισμικότητας του κτιρίου (αύξηση δυσκαμψίας, μείωση μετακινήσεων και παραμορφώσεων)

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α:****ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ SOFISTIK – ΚΤΙΡΙΟ Α**

+PROG AQUA urs:1

HEAD

ECHO FULL

CONC 1 C 30 ; STEE 2 S 500 ; STEE 3 S 235

\$YPOSTULWMA 3 PRWTWN OROFWN

SECT 1 3 FSYM YES

PROF 101 HEB 450

PROF 102 HEB 450 alph 90

\$YPOSTYLWMA 3 TELEUTAIWN OROFWN

\$SECT 11 3 FSYM YES

\$PROF 1101 HEB 450

\$KYRIA DOKOS

SECT 2 3 FSYM YES

PROF 201 HEB 300

\$DEUTEREUOUSA DOKOS

SECT 3 3 FSYM YES

PROF 301 HEB 280

\$XIASTI

SECT 4 3 FSYM YES

PROF 401 SH 100 100 5

\$L DAPEDOU

SECT 5 3 FSYM YES

PROF 501 L 90 9

\$YPOGEIO

SREC 6 .6 .6 SO 5. MNO 1 MRF 2

SREC 7 .6 .25 .2 1.2 SO 5. MNO 1 MRF 2

SREC 8 1.0 1.5 .8 .3 SO 5. MNO 1 MRF 2

SREC 9 .6 .25 .2 .8 SO 5. MNO 1 MRF 2

SREC 10 .6 .25 SO 5. MNO 1 MRF 2

END

+PROG GENF urs:2

head

page firs 1 line 65 lano 1

echo full

syst spac

node 1001 0.00 0.00 3.00 pp  
1002 5.00 0.00 3.00 pp  
1003 10.00 0.00 3.00 pp  
1004 15.00 0.00 3.00 pp  
1005 20.00 0.00 3.00 pp  
1006 25.00 0.00 3.00 pp  
1007 0.00 6.00 3.00 pp  
1008 5.00 6.00 3.00 pp  
1009 10.00 6.00 3.00 pp  
1010 15.00 6.00 3.00 pp  
1011 20.00 6.00 3.00 pp  
1012 25.00 6.00 3.00 pp  
1013 0.00 12.00 3.00 pp  
1014 5.00 12.00 3.00 pp  
1015 10.00 12.00 3.00 pp  
1016 15.00 12.00 3.00 pp  
1017 20.00 12.00 3.00 pp  
1018 25.00 12.00 3.00 pp  
1019 0.00 18.00 3.00 pp  
1020 5.00 18.00 3.00 pp  
1021 10.00 18.00 3.00 pp

1022 15.00 18.00 3.00 pp  
1023 20.00 18.00 3.00 pp  
1024 25.00 18.00 3.00 pp

1 0.00 0.00 0.00  
2 5.00 0.00 0.00  
3 10.00 0.00 0.00  
4 15.00 0.00 0.00  
5 20.00 0.00 0.00  
6 25.00 0.00 0.00  
7 0.00 6.00 0.00  
8 5.00 6.00 0.00  
9 10.00 6.00 0.00  
10 15.00 6.00 0.00  
11 20.00 6.00 0.00  
12 25.00 6.00 0.00  
13 0.00 12.00 0.00  
14 5.00 12.00 0.00  
15 10.00 12.00 0.00  
16 15.00 12.00 0.00  
17 20.00 12.00 0.00  
18 25.00 12.00 0.00  
19 0.00 18.00 0.00  
20 5.00 18.00 0.00  
21 10.00 18.00 0.00  
22 15.00 18.00 0.00  
23 20.00 18.00 0.00  
24 25.00 18.00 0.00

125 0.00 0.00 -5.00  
126 0.00 6.00 -5.00  
127 0.00 12.00 -5.00  
128 0.00 18.00 -5.00

129 5.00 0.00 -5.00  
130 5.00 6.00 -5.00  
131 5.00 12.00 -5.00  
132 5.00 18.00 -5.00

133 10.00 0.00 -5.00  
134 10.00 6.00 -5.00  
135 10.00 12.00 -5.00  
136 10.00 18.00 -5.00

137 15.00 0.00 -5.00  
138 15.00 6.00 -5.00  
139 15.00 12.00 -5.00  
140 15.00 18.00 -5.00

141 20.00 0.00 -5.00  
142 20.00 6.00 -5.00  
143 20.00 12.00 -5.00  
144 20.00 18.00 -5.00

145 25.00 0.00 -5.00  
146 25.00 6.00 -5.00  
147 25.00 12.00 -5.00  
148 25.00 18.00 -5.00

225 0.00 0.00 -9.00  
226 0.00 6.00 -9.00  
227 0.00 12.00 -9.00  
228 0.00 18.00 -9.00

229 5.00 0.00 -9.00  
230 5.00 6.00 -9.00  
231 5.00 12.00 -9.00  
232 5.00 18.00 -9.00

233 10.00 0.00 -9.00  
234 10.00 6.00 -9.00  
235 10.00 12.00 -9.00  
236 10.00 18.00 -9.00



---

237	15.00	0.00	-9.00
238	15.00	6.00	-9.00
239	15.00	12.00	-9.00
240	15.00	18.00	-9.00
241	20.00	0.00	-9.00
242	20.00	6.00	-9.00
243	20.00	12.00	-9.00
244	20.00	18.00	-9.00
245	25.00	0.00	-9.00
246	25.00	6.00	-9.00
247	25.00	12.00	-9.00
248	25.00	18.00	-9.00
325	0.00	0.00	-13.00
326	0.00	6.00	-13.00
327	0.00	12.00	-13.00
328	0.00	18.00	-13.00
329	5.00	0.00	-13.00
330	5.00	6.00	-13.00
331	5.00	12.00	-13.00
332	5.00	18.00	-13.00
333	10.00	0.00	-13.00
334	10.00	6.00	-13.00
335	10.00	12.00	-13.00
336	10.00	18.00	-13.00
337	15.00	0.00	-13.00
338	15.00	6.00	-13.00
339	15.00	12.00	-13.00
340	15.00	18.00	-13.00
341	20.00	0.00	-13.00
342	20.00	6.00	-13.00
343	20.00	12.00	-13.00
344	20.00	18.00	-13.00
345	25.00	0.00	-13.00
346	25.00	6.00	-13.00
347	25.00	12.00	-13.00
348	25.00	18.00	-13.00
425	0.00	0.00	-17.00
426	0.00	6.00	-17.00
427	0.00	12.00	-17.00
428	0.00	18.00	-17.00
429	5.00	0.00	-17.00
430	5.00	6.00	-17.00
431	5.00	12.00	-17.00
432	5.00	18.00	-17.00
433	10.00	0.00	-17.00
434	10.00	6.00	-17.00
435	10.00	12.00	-17.00
436	10.00	18.00	-17.00
437	15.00	0.00	-17.00
438	15.00	6.00	-17.00
439	15.00	12.00	-17.00
440	15.00	18.00	-17.00
441	20.00	0.00	-17.00
442	20.00	6.00	-17.00
443	20.00	12.00	-17.00
444	20.00	18.00	-17.00
445	25.00	0.00	-17.00
446	25.00	6.00	-17.00
447	25.00	12.00	-17.00
448	25.00	18.00	-17.00

525	0.00	0.00	-21.00
526	0.00	6.00	-21.00
527	0.00	12.00	-21.00
528	0.00	18.00	-21.00
529	5.00	0.00	-21.00
530	5.00	6.00	-21.00
531	5.00	12.00	-21.00
532	5.00	18.00	-21.00
533	10.00	0.00	-21.00
534	10.00	6.00	-21.00
535	10.00	12.00	-21.00
536	10.00	18.00	-21.00
537	15.00	0.00	-21.00
538	15.00	6.00	-21.00
539	15.00	12.00	-21.00
540	15.00	18.00	-21.00
541	20.00	0.00	-21.00
542	20.00	6.00	-21.00
543	20.00	12.00	-21.00
544	20.00	18.00	-21.00
545	25.00	0.00	-21.00
546	25.00	6.00	-21.00
547	25.00	12.00	-21.00
548	25.00	18.00	-21.00
625	0.00	0.00	-25.00
626	0.00	6.00	-25.00
627	0.00	12.00	-25.00
628	0.00	18.00	-25.00
629	5.00	0.00	-25.00
630	5.00	6.00	-25.00
631	5.00	12.00	-25.00
632	5.00	18.00	-25.00
633	10.00	0.00	-25.00
634	10.00	6.00	-25.00
635	10.00	12.00	-25.00
636	10.00	18.00	-25.00
637	15.00	0.00	-25.00
638	15.00	6.00	-25.00
639	15.00	12.00	-25.00
640	15.00	18.00	-25.00
641	20.00	0.00	-25.00
642	20.00	6.00	-25.00
643	20.00	12.00	-25.00
644	20.00	18.00	-25.00
645	25.00	0.00	-25.00
646	25.00	6.00	-25.00
647	25.00	12.00	-25.00
648	25.00	18.00	-25.00
BEAM 1001	1	1001	0 6
1002	1001	1007	0 8 DIV 2
1003	1007	7	0 6
1004	1007	1013	0 8 DIV 2
1005	1013	13	0 6
1006	1013	1019	0 8 DIV 2
1007	1019	19	0 6
1008	2	1002	0 6
1009	1002	1008	0 10 DIV 2
1010	1008	8	0 6
1011	1008	1014	0 10 DIV 2
1012	1014	14	0 6

1013 1014 1020 0 10 DIV 2  
1014 1020 20 0 6

1015 3 1003 0 6  
1016 1003 1009 0 10 DIV 2  
1017 1009 9 0 6  
1018 1009 1015 0 10 DIV 2  
1019 1015 15 0 6  
1020 1015 1021 0 10 DIV 2  
1021 1021 21 0 6

1022 4 1004 0 6  
1023 1004 1010 0 10 DIV 2  
1024 1010 10 0 6  
1025 1010 1016 0 10 DIV 2  
1026 1016 16 0 6  
1027 1016 1022 0 10 DIV 2  
1028 1022 22 0 6

1029 5 1005 0 6  
1030 1005 1011 0 10 DIV 2  
1031 1011 11 0 6  
1032 1011 1017 0 10 DIV 2  
1033 1017 17 0 6  
1034 1017 1023 0 10 DIV 2  
1035 1023 23 0 6

1036 6 1006 0 6  
1037 1006 1012 0 8 DIV 2  
1038 1012 12 0 6  
1039 1012 1018 0 8 DIV 2  
1040 1018 18 0 6  
1041 1018 1024 0 8 DIV 2  
1042 1024 24 0 6

1043 1 2 0 9 DIV 2

1044 2 3 0 9 DIV 2

1045 3 4 0 9 DIV 2

1046 4 5 0 9 DIV 2

1047 5 6 0 9 DIV 2

1048 7 8 0 7 DIV 2

1049 8 9 0 7 DIV 2

1050 9 10 0 7 DIV 2

1051 10 11 0 7 DIV 2

1052 11 12 0 7 DIV 2

1053 13 14 0 7 DIV 2

1054 14 15 0 7 DIV 2

1055 15 16 0 7 DIV 2

1056 16 17 0 7 DIV 2

1057 17 18 0 7 DIV 2

1058 19 20 0 9 DIV 2

---

1059	20	21	0 9	DIV 2
1060	21	22	0 9	DIV 2
1061	22	23	0 9	DIV 2
1062	23	24	0 9	DIV 2
2001	1	7	0 9	DIV 2
2002	7	13	0 9	DIV 2
2003	13	19	0 9	DIV 2
2004	2	8	0 7	DIV 2
2005	8	14	0 7	DIV 2
2006	14	20	0 7	DIV 2
2007	3	9	0 7	DIV 2
2008	9	15	0 7	DIV 2
2009	15	21	0 7	DIV 2
2010	4	10	0 7	DIV 2
2011	10	16	0 7	DIV 2
2012	16	22	0 7	DIV 2
2013	5	11	0 7	DIV 2
2014	11	17	0 7	DIV 2
2015	17	23	0 7	DIV 2
2016	6	12	0 9	DIV 2
2017	12	18	0 9	DIV 2
2018	18	24	0 9	DIV 2
2043	1001	1002	0 8	DIV 2
2044	1002	1003	0 8	DIV 2
2045	1003	1004	0 8	DIV 2
2046	1004	1005	0 8	DIV 2
2047	1005	1006	0 8	DIV 2
2048	1007	1008	0 10	DIV 2
2049	1008	1009	0 10	DIV 2

2050 1009 1010 0 10 DIV 2

2051 1010 1011 0 10 DIV 2

2052 1011 1012 0 10 DIV 2

2053 1013 1014 0 10 DIV 2

2054 1014 1015 0 10 DIV 2

2055 1015 1016 0 10 DIV 2

2056 1016 1017 0 10 DIV 2

2057 1017 1018 0 10 DIV 2

2058 1019 1020 0 8 DIV 2

2059 1020 1021 0 8 DIV 2

2060 1021 1022 0 8 DIV 2

2061 1022 1023 0 8 DIV 2

2062 1023 1024 0 8 DIV 2

1 1 125 0 1  
2 125 126 0 2 DIV 2  
3 126 7 0 1  
4 126 127 0 2 DIV 2  
5 127 13 0 1  
6 127 128 0 2 DIV 2  
7 128 19 0 1

8 2 129 0 1  
9 129 130 0 2 DIV 2  
10 130 8 0 1  
11 130 131 0 2 DIV 2  
12 131 14 0 1  
13 131 132 0 2 DIV 2  
14 132 20 0 1

15 3 133 0 1  
16 133 134 0 2 DIV 2  
17 134 9 0 1  
18 134 135 0 2 DIV 2  
19 135 15 0 1  
20 135 136 0 2 DIV 2  
21 136 21 0 1

22 4 137 0 1  
23 137 138 0 2 DIV 2  
24 138 10 0 1  
25 138 139 0 2 DIV 2  
26 139 16 0 1  
27 139 140 0 2 DIV 2  
28 140 22 0 1

29 5 141 0 1  
30 141 142 0 2 DIV 2  
31 142 11 0 1  
32 142 143 0 2 DIV 2  
33 143 17 0 1  
34 143 144 0 2 DIV 2  
35 144 23 0 1

36 6 145 0 1

---

37	145	146	0	2	DIV 2
38	146	12	0	1	
39	146	147	0	2	DIV 2
40	147	18	0	1	
41	147	148	0	2	DIV 2
42	148	24	0	1	
43	125	129	0	3	DIV 2
44	129	133	0	3	DIV 2
45	133	137	0	3	DIV 2
46	137	141	0	3	DIV 2
47	141	145	0	3	DIV 2
48	126	130	0	3	DIV 2
49	130	134	0	3	DIV 2
50	134	138	0	3	DIV 2
51	138	142	0	3	DIV 2
52	142	146	0	3	DIV 2
53	127	131	0	3	DIV 2
54	131	135	0	3	DIV 2
55	135	139	0	3	DIV 2
56	139	143	0	3	DIV 2
57	143	147	0	3	DIV 2
58	128	132	0	3	DIV 2
59	132	136	0	3	DIV 2
60	136	140	0	3	DIV 2
61	140	144	0	3	DIV 2
62	144	148	0	3	DIV 2
101	125	225	0	1	
102	225	226	0	2	DIV 2
103	226	126	0	1	
104	226	227	0	2	DIV 2
105	227	127	0	1	
106	227	228	0	2	DIV 2
107	228	128	0	1	
108	129	229	0	1	
109	229	230	0	2	DIV 2
110	230	130	0	1	
111	230	231	0	2	DIV 2
112	231	131	0	1	
113	231	232	0	2	DIV 2
114	232	132	0	1	
115	133	233	0	1	
116	233	234	0	2	DIV 2

---

117	234	134	0	1	
118	234	235	0	2	DIV 2
119	235	135	0	1	
120	235	236	0	2	DIV 2
121	236	136	0	1	
122	137	237	0	1	
123	237	238	0	2	DIV 2
124	238	138	0	1	
125	238	239	0	2	DIV 2
126	239	139	0	1	
127	239	240	0	2	DIV 2
128	240	140	0	1	
129	141	241	0	1	
130	241	242	0	2	DIV 2
131	242	142	0	1	
132	242	243	0	2	DIV 2
133	243	143	0	1	
134	243	244	0	2	DIV 2
135	244	144	0	1	
136	145	245	0	1	
137	245	246	0	2	DIV 2
138	246	146	0	1	
139	246	247	0	2	DIV 2
140	247	147	0	1	
141	247	248	0	2	DIV 2
142	248	148	0	1	
143	225	229	0	3	DIV 2
144	229	233	0	3	DIV 2
145	233	237	0	3	DIV 2
146	237	241	0	3	DIV 2
147	241	245	0	3	DIV 2
148	226	230	0	3	DIV 2
149	230	234	0	3	DIV 2
150	234	238	0	3	DIV 2
151	238	242	0	3	DIV 2
152	242	246	0	3	DIV 2
153	227	231	0	3	DIV 2
154	231	235	0	3	DIV 2
155	235	239	0	3	DIV 2
156	239	243	0	3	DIV 2
157	243	247	0	3	DIV 2
158	228	232	0	3	DIV 2
159	232	236	0	3	DIV 2
160	236	240	0	3	DIV 2
161	240	244	0	3	DIV 2

162	244	248	0	3	DIV 2
201	225	325	0	1	
202	325	326	0	2	DIV 2
203	326	226	0	1	
204	326	327	0	2	DIV 2
205	327	227	0	1	
206	327	328	0	2	DIV 2
207	328	228	0	1	
208	229	329	0	1	
209	329	330	0	2	DIV 2
210	330	230	0	1	
211	330	331	0	2	DIV 2
212	331	231	0	1	
213	331	332	0	2	DIV 2
214	332	232	0	1	
215	233	333	0	1	
216	333	334	0	2	DIV 2
217	334	234	0	1	
218	334	335	0	2	DIV 2
219	335	235	0	1	
220	335	336	0	2	DIV 2
221	336	236	0	1	
222	237	337	0	1	
223	337	338	0	2	DIV 2
224	338	238	0	1	
225	338	339	0	2	DIV 2
226	339	239	0	1	
227	339	340	0	2	DIV 2
228	340	240	0	1	
229	241	341	0	1	
230	341	342	0	2	DIV 2
231	342	242	0	1	
232	342	343	0	2	DIV 2
233	343	243	0	1	
234	343	344	0	2	DIV 2
235	344	244	0	1	
236	245	345	0	1	
237	345	346	0	2	DIV 2
238	346	246	0	1	
239	346	347	0	2	DIV 2
240	347	247	0	1	
241	347	348	0	2	DIV 2
242	348	248	0	1	
243	325	329	0	3	DIV 2
244	329	333	0	3	DIV 2
245	333	337	0	3	DIV 2
246	337	341	0	3	DIV 2
247	341	345	0	3	DIV 2
248	326	330	0	3	DIV 2
249	330	334	0	3	DIV 2
250	334	338	0	3	DIV 2
251	338	342	0	3	DIV 2
252	342	346	0	3	DIV 2



---

253	327	331	0	3	DIV 2
254	331	335	0	3	DIV 2
255	335	339	0	3	DIV 2
256	339	343	0	3	DIV 2
257	343	347	0	3	DIV 2
258	328	332	0	3	DIV 2
259	332	336	0	3	DIV 2
260	336	340	0	3	DIV 2
261	340	344	0	3	DIV 2
262	344	348	0	3	DIV 2
301	325	425	0	1	
302	425	426	0	2	DIV 2
303	426	326	0	1	
304	426	427	0	2	DIV 2
305	427	327	0	1	
306	427	428	0	2	DIV 2
307	428	328	0	1	
308	329	429	0	1	
309	429	430	0	2	DIV 2
310	430	330	0	1	
311	430	431	0	2	DIV 2
312	431	331	0	1	
313	431	432	0	2	DIV 2
314	432	332	0	1	
315	333	433	0	1	
316	433	434	0	2	DIV 2
317	434	334	0	1	
318	434	435	0	2	DIV 2
319	435	335	0	1	
320	435	436	0	2	DIV 2
321	436	336	0	1	
322	337	437	0	1	
323	437	438	0	2	DIV 2
324	438	338	0	1	
325	438	439	0	2	DIV 2
326	439	339	0	1	
327	439	440	0	2	DIV 2
328	440	340	0	1	
329	341	441	0	1	
330	441	442	0	2	DIV 2
331	442	342	0	1	
332	442	443	0	2	DIV 2
333	443	343	0	1	
334	443	444	0	2	DIV 2
335	444	344	0	1	
336	345	445	0	1	
337	445	446	0	2	DIV 2
338	446	346	0	1	
339	446	447	0	2	DIV 2
340	447	347	0	1	
341	447	448	0	2	DIV 2
342	448	348	0	1	

343	425	429	0	3	DIV 2
344	429	433	0	3	DIV 2
345	433	437	0	3	DIV 2
346	437	441	0	3	DIV 2
347	441	445	0	3	DIV 2
348	426	430	0	3	DIV 2
349	430	434	0	3	DIV 2
350	434	438	0	3	DIV 2
351	438	442	0	3	DIV 2
352	442	446	0	3	DIV 2
353	427	431	0	3	DIV 2
354	431	435	0	3	DIV 2
355	435	439	0	3	DIV 2
356	439	443	0	3	DIV 2
357	443	447	0	3	DIV 2
358	428	432	0	3	DIV 2
359	432	436	0	3	DIV 2
360	436	440	0	3	DIV 2
361	440	444	0	3	DIV 2
362	444	448	0	3	DIV 2
401	425	525	0	1	
402	525	526	0	2	DIV 2
403	526	426	0	1	
404	526	527	0	2	DIV 2
405	527	427	0	1	
406	527	528	0	2	DIV 2
407	528	428	0	1	
408	429	529	0	1	
409	529	530	0	2	DIV 2
410	530	430	0	1	
411	530	531	0	2	DIV 2
412	531	431	0	1	
413	531	532	0	2	DIV 2
414	532	432	0	1	
415	433	533	0	1	
416	533	534	0	2	DIV 2
417	534	434	0	1	
418	534	535	0	2	DIV 2
419	535	435	0	1	
420	535	536	0	2	DIV 2
421	536	436	0	1	

---

422	437	537	0	1	
423	537	538	0	2	DIV 2
424	538	438	0	1	
425	538	539	0	2	DIV 2
426	539	439	0	1	
427	539	540	0	2	DIV 2
428	540	440	0	1	
429	441	541	0	1	
430	541	542	0	2	DIV 2
431	542	442	0	1	
432	542	543	0	2	DIV 2
433	543	443	0	1	
434	543	544	0	2	DIV 2
435	544	444	0	1	
436	445	545	0	1	
437	545	546	0	2	DIV 2
438	546	446	0	1	
439	546	547	0	2	DIV 2
440	547	447	0	1	
441	547	548	0	2	DIV 2
442	548	448	0	1	
443	525	529	0	3	DIV 2
444	529	533	0	3	DIV 2
445	533	537	0	3	DIV 2
446	537	541	0	3	DIV 2
447	541	545	0	3	DIV 2
448	526	530	0	3	DIV 2
449	530	534	0	3	DIV 2
450	534	538	0	3	DIV 2
451	538	542	0	3	DIV 2
452	542	546	0	3	DIV 2
453	527	531	0	3	DIV 2
454	531	535	0	3	DIV 2
455	535	539	0	3	DIV 2
456	539	543	0	3	DIV 2
457	543	547	0	3	DIV 2
458	528	532	0	3	DIV 2
459	532	536	0	3	DIV 2
460	536	540	0	3	DIV 2
461	540	544	0	3	DIV 2
462	544	548	0	3	DIV 2

---

501	525	625	0	1	
502	625	626	0	2	DIV 2
503	626	526	0	1	
504	626	627	0	2	DIV 2
505	627	527	0	1	
506	627	628	0	2	DIV 2
507	628	528	0	1	
508	529	629	0	1	
509	629	630	0	2	DIV 2
510	630	530	0	1	
511	630	631	0	2	DIV 2
512	631	531	0	1	
513	631	632	0	2	DIV 2
514	632	532	0	1	
515	533	633	0	1	
516	633	634	0	2	DIV 2
517	634	534	0	1	
518	634	635	0	2	DIV 2
519	635	535	0	1	
520	635	636	0	2	DIV 2
521	636	536	0	1	
522	537	637	0	1	
523	637	638	0	2	DIV 2
524	638	538	0	1	
525	638	639	0	2	DIV 2
526	639	539	0	1	
527	639	640	0	2	DIV 2
528	640	540	0	1	
529	541	641	0	1	
530	641	642	0	2	DIV 2
531	642	542	0	1	
532	642	643	0	2	DIV 2
533	643	543	0	1	
534	643	644	0	2	DIV 2
535	644	544	0	1	
536	545	645	0	1	
537	645	646	0	2	DIV 2
538	646	546	0	1	
539	646	647	0	2	DIV 2
540	647	547	0	1	
541	647	648	0	2	DIV 2
542	648	548	0	1	
543	625	629	0	3	DIV 2
544	629	633	0	3	DIV 2
545	633	637	0	3	DIV 2
546	637	641	0	3	DIV 2
547	641	645	0	3	DIV 2
548	626	630	0	3	DIV 2
549	630	634	0	3	DIV 2
550	634	638	0	3	DIV 2
551	638	642	0	3	DIV 2
552	642	646	0	3	DIV 2

553 627 631 0 3 DIV 2  
554 631 635 0 3 DIV 2  
555 635 639 0 3 DIV 2  
556 639 643 0 3 DIV 2  
557 643 647 0 3 DIV 2  
  
558 628 632 0 3 DIV 2  
559 632 636 0 3 DIV 2  
560 636 640 0 3 DIV 2  
561 640 644 0 3 DIV 2  
562 644 648 0 3 DIV 2

TRUS 11001 125 130 5  
11002 126 129 5  
  
11003 129 134 5  
11004 130 133 5  
  
11005 133 138 5  
11006 134 137 5  
  
11007 137 142 5  
11008 138 141 5  
  
11009 141 146 5  
11010 142 145 5  
  
11011 126 131 5  
11012 127 130 5  
  
11013 130 135 5  
11014 131 134 5  
  
11015 134 139 5  
11016 135 138 5  
  
11017 138 143 5  
11018 139 142 5  
  
11019 142 147 5  
11020 143 146 5  
  
11021 127 132 5  
11022 128 131 5  
  
11023 131 136 5  
11024 132 135 5  
  
11025 135 140 5  
11026 136 139 5  
  
11027 139 144 5  
11028 140 143 5  
  
11029 143 148 5  
11030 144 147 5

22001	225	230	5
22002	226	229	5
22003	229	234	5
22004	230	233	5
22005	233	238	5
22006	234	237	5
22007	237	242	5
22008	238	241	5
22009	241	246	5
22010	242	245	5
22011	226	231	5
22012	227	230	5
22013	230	235	5
22014	231	234	5
22015	234	239	5
22016	235	238	5
22017	238	243	5
22018	239	242	5
22019	242	247	5
22020	243	246	5
22021	227	232	5
22022	228	231	5
22023	231	236	5
22024	232	235	5
22025	235	240	5
22026	236	239	5
22027	239	244	5
22028	240	243	5
22029	243	248	5
22030	244	247	5

33001	325	330	5
33002	326	329	5
33003	329	334	5
33004	330	333	5
33005	333	338	5
33006	334	337	5
33007	337	342	5
33008	338	341	5
33009	341	346	5
33010	342	345	5
33011	326	331	5
33012	327	330	5
33013	330	335	5
33014	331	334	5
33015	334	339	5
33016	335	338	5
33017	338	343	5
33018	339	342	5

33019 342 347 5  
33020 343 346 5

33021 327 332 5  
33022 328 331 5

33023 331 336 5  
33024 332 335 5

33025 335 340 5  
33026 336 339 5

33027 339 344 5  
33028 340 343 5

33029 343 348 5  
33030 344 347 5

44001 425 430 5  
44002 426 429 5

44003 429 434 5  
44004 430 433 5

44005 433 438 5  
44006 434 437 5

44007 437 442 5  
44008 438 441 5

44009 441 446 5  
44010 442 445 5

44011 426 431 5  
44012 427 430 5

44013 430 435 5  
44014 431 434 5

44015 434 439 5  
44016 435 438 5

44017 438 443 5  
44018 439 442 5

44019 442 447 5  
44020 443 446 5

44021 427 432 5  
44022 428 431 5

44023 431 436 5  
44024 432 435 5

44025 435 440 5  
44026 436 439 5

44027 439 444 5  
44028 440 443 5

44029 443 448 5  
44030 444 447 5

55001 525 530 5  
55002 526 529 5

55003 529 534 5  
55004 530 533 5

---

55005	533	538	5
55006	534	537	5
55007	537	542	5
55008	538	541	5
55009	541	546	5
55010	542	545	5
55011	526	531	5
55012	527	530	5
55013	530	535	5
55014	531	534	5
55015	534	539	5
55016	535	538	5
55017	538	543	5
55018	539	542	5
55019	542	547	5
55020	543	546	5
55021	527	532	5
55022	528	531	5
55023	531	536	5
55024	532	535	5
55025	535	540	5
55026	536	539	5
55027	539	544	5
55028	540	543	5
55029	543	548	5
55030	544	547	5
66001	625	630	5
66002	626	629	5
66003	629	634	5
66004	630	633	5
66005	633	638	5
66006	634	637	5
66007	637	642	5
66008	638	641	5
66009	641	646	5
66010	642	645	5
66011	626	631	5
66012	627	630	5
66013	630	635	5
66014	631	634	5
66015	634	639	5
66016	635	638	5
66017	638	643	5
66018	639	642	5
66019	642	647	5
66020	643	646	5
66021	627	632	5
66022	628	631	5



66023	631	636	5
66024	632	635	5
66025	635	640	5
66026	636	639	5
66027	639	644	5
66028	640	643	5
66029	643	648	5
66030	644	647	5

END

+PROG STAR2 urs:3

HEAD

PAGE LINE 65 LANO 1

ECHO LOAD

ECHO FORC

ECHO DEFO

ECHO REAC

CTRL I

HEAD MONIMA FORTIA

LC 1 DLZ 1.00

UL ( 1002 1006 2 )	PZ 3.00
UL ( 1009 1013 2 )	PZ 3.00
UL ( 1023 1027 2 )	PZ 3.00
UL ( 1030 1034 2 )	PZ 3.00
UL ( 1037 1041 2 )	PZ 3.00

UL ( 2043 2062 1 ) PZ 3.00

UL 2001	PZ 3.00*6.41/6
UL 2002	PZ 3.00*5.20/6
UL 2003	PZ 3.00*6.41/6

UL 2004	PZ 3.00*(11.09+10.07)/6
UL 2005	PZ 3.00*(9.00+8.75)/6
UL 2006	PZ 3.00*(11.09+10.07)/6

UL 2007	PZ 3.00*2*10.07/6
UL 2008	PZ 3.00*2*8.75/6
UL 2009	PZ 3.00*2*10.07/6

UL 2010	PZ 3.00*2*10.07/6
UL 2011	PZ 3.00*2*8.75/6
UL 2012	PZ 3.00*2*10.07/6

UL 2013	PZ 3.00*(11.09+10.07)/6
UL 2014	PZ 3.00*(9.00+8.75)/6
UL 2015	PZ 3.00*(11.09+10.07)/6

UL 2016	PZ 3.00*6.41/6
UL 2017	PZ 3.00*5.20/6
UL 2018	PZ 3.00*6.41/6

UL 1043	PZ 3.00*4.58/5
UL 1044	PZ 3.00*3.61/5
UL 1045	PZ 3.00*3.61/5
UL 1046	PZ 3.00*3.61/5
UL 1047	PZ 3.00*4.58/5

UL 1048	PZ 3.00*(7.92+7.90)/5
UL 1049	PZ 3.00*2*6.25/5
UL 1050	PZ 3.00*2*6.25/5
UL 1051	PZ 3.00*2*6.25/5
UL 1052	PZ 3.00*(7.92+7.90)/5

UL 1053	PZ 3.00*(7.92+7.90)/5
UL 1054	PZ 3.00*2*6.25/5

UL 1055 PZ 3.00\*2\*6.25/5  
UL 1056 PZ 3.00\*2\*6.25/5  
UL 1057 PZ 3.00\*(7.92+7.90)/5

UL 1058 PZ 3.00\*4.58/5  
UL 1059 PZ 3.00\*3.61/5  
UL 1060 PZ 3.00\*3.61/5  
UL 1061 PZ 3.00\*3.61/5  
UL 1062 PZ 3.00\*4.58/5

UL ( 2 6 2 ) PZ 3.00\*2.50  
UL ( 9 13 2 ) PZ 3.00\*5.00  
UL ( 16 20 2 ) PZ 3.00\*5.00  
UL ( 23 27 2 ) PZ 3.00\*5.00  
UL ( 30 34 2 ) PZ 3.00\*5.00  
UL ( 37 41 2 ) PZ 3.00\*2.50

UL ( 102 106 2 ) PZ 3.00\*2.50  
UL ( 109 113 2 ) PZ 3.00\*5.00  
UL ( 116 120 2 ) PZ 3.00\*5.00  
UL ( 123 127 2 ) PZ 3.00\*5.00  
UL ( 130 134 2 ) PZ 3.00\*5.00  
UL ( 137 141 2 ) PZ 3.00\*2.50

UL ( 202 206 2 ) PZ 3.00\*2.50  
UL ( 209 213 2 ) PZ 3.00\*5.00  
UL ( 216 220 2 ) PZ 3.00\*5.00  
UL ( 223 227 2 ) PZ 3.00\*5.00  
UL ( 230 234 2 ) PZ 3.00\*5.00  
UL ( 237 241 2 ) PZ 3.00\*2.50

UL ( 302 306 2 ) PZ 3.00\*2.50  
UL ( 309 313 2 ) PZ 3.00\*5.00  
UL ( 316 320 2 ) PZ 3.00\*5.00  
UL ( 323 327 2 ) PZ 3.00\*5.00  
UL ( 330 334 2 ) PZ 3.00\*5.00  
UL ( 337 341 2 ) PZ 3.00\*2.50

UL ( 402 406 2 ) PZ 3.00\*2.50  
UL ( 409 413 2 ) PZ 3.00\*5.00  
UL ( 416 420 2 ) PZ 3.00\*5.00  
UL ( 423 427 2 ) PZ 3.00\*5.00  
UL ( 430 434 2 ) PZ 3.00\*5.00  
UL ( 437 441 2 ) PZ 3.00\*2.50

UL ( 502 506 2 ) PZ 3.00\*2.50  
UL ( 509 513 2 ) PZ 3.00\*5.00  
UL ( 516 520 2 ) PZ 3.00\*5.00  
UL ( 523 527 2 ) PZ 3.00\*5.00  
UL ( 530 534 2 ) PZ 3.00\*5.00  
UL ( 537 541 2 ) PZ 3.00\*2.50  
END

CTRL I  
HEAD KINHHTA FORTIA (500-100 kg/m2)  
LC 2

UL 2001 PZ 5.00\*6.41/6  
UL 2002 PZ 5.00\*5.20/6  
UL 2003 PZ 5.00\*6.41/6

UL 2004 PZ 5.00\*(11.09+10.07)/6  
UL 2005 PZ 5.00\*(9.00+8.75)/6  
UL 2006 PZ 5.00\*(11.09+10.07)/6

UL 2007 PZ 5.00\*2\*10.07/6  
UL 2008 PZ 5.00\*2\*8.75/6  
UL 2009 PZ 5.00\*2\*10.07/6

UL 2010 PZ 5.00\*2\*10.07/6  
UL 2011 PZ 5.00\*2\*8.75/6

UL 2012	PZ 5.00*2*10.07/6
UL 2013	PZ 5.00*(11.09+10.07)/6
UL 2014	PZ 5.00*(9.00+8.75)/6
UL 2015	PZ 5.00*(11.09+10.07)/6
UL 2016	PZ 5.00*6.41/6
UL 2017	PZ 5.00*5.20/6
UL 2018	PZ 5.00*6.41/6
UL 1043	PZ 5.00*4.58/5
UL 1044	PZ 5.00*3.61/5
UL 1045	PZ 5.00*3.61/5
UL 1046	PZ 5.00*3.61/5
UL 1047	PZ 5.00*4.58/5
UL 1048	PZ 5.00*(7.92+7.90)/5
UL 1049	PZ 5.00*2*6.25/5
UL 1050	PZ 5.00*2*6.25/5
UL 1051	PZ 5.00*2*6.25/5
UL 1052	PZ 5.00*(7.92+7.90)/5
UL 1053	PZ 5.00*(7.92+7.90)/5
UL 1054	PZ 5.00*2*6.25/5
UL 1055	PZ 5.00*2*6.25/5
UL 1056	PZ 5.00*2*6.25/5
UL 1057	PZ 5.00*(7.92+7.90)/5
UL 1058	PZ 5.00*4.58/5
UL 1059	PZ 5.00*3.61/5
UL 1060	PZ 5.00*3.61/5
UL 1061	PZ 5.00*3.61/5
UL 1062	PZ 5.00*4.58/5
UL ( 2 6 2 )	PZ 5.00*2.50
UL ( 9 13 2 )	PZ 5.00*5.00
UL ( 16 20 2 )	PZ 5.00*5.00
UL ( 23 27 2 )	PZ 5.00*5.00
UL ( 30 34 2 )	PZ 5.00*5.00
UL ( 37 41 2 )	PZ 5.00*2.50
UL ( 102 106 2 )	PZ 5.00*2.50
UL ( 109 113 2 )	PZ 5.00*5.00
UL ( 116 120 2 )	PZ 5.00*5.00
UL ( 123 127 2 )	PZ 5.00*5.00
UL ( 130 134 2 )	PZ 5.00*5.00
UL ( 137 141 2 )	PZ 5.00*2.50
UL ( 202 206 2 )	PZ 5.00*2.50
UL ( 209 213 2 )	PZ 5.00*5.00
UL ( 216 220 2 )	PZ 5.00*5.00
UL ( 223 227 2 )	PZ 5.00*5.00
UL ( 230 234 2 )	PZ 5.00*5.00
UL ( 237 241 2 )	PZ 5.00*2.50
UL ( 302 306 2 )	PZ 5.00*2.50
UL ( 309 313 2 )	PZ 5.00*5.00
UL ( 316 320 2 )	PZ 5.00*5.00
UL ( 323 327 2 )	PZ 5.00*5.00
UL ( 330 334 2 )	PZ 5.00*5.00
UL ( 337 341 2 )	PZ 5.00*2.50
UL ( 402 406 2 )	PZ 5.00*2.50
UL ( 409 413 2 )	PZ 5.00*5.00
UL ( 416 420 2 )	PZ 5.00*5.00
UL ( 423 427 2 )	PZ 5.00*5.00
UL ( 430 434 2 )	PZ 5.00*5.00
UL ( 437 441 2 )	PZ 5.00*2.50
UL ( 502 506 2 )	PZ 5.00*2.50
UL ( 509 513 2 )	PZ 5.00*5.00
UL ( 516 520 2 )	PZ 5.00*5.00

UL ( 523 527 2 ) PZ 5.00\*5.00  
UL ( 530 534 2 ) PZ 5.00\*5.00  
UL ( 537 541 2 ) PZ 5.00\*2.50

END

CTRL I  
HEAD ANEMOS Y ( 80 kg/m2) KAI YPOPIESH SE KATHE OROFO  
LC 3

\$ ANEMOS\*0.8, YPOPIESH\*0.5

UL 1 PY 0.8\*2.50  
UL 8 PY 0.8\*5.00  
UL 15 PY 0.8\*5.00  
UL 22 PY 0.8\*5.00  
UL 29 PY 0.8\*5.00  
UL 36 PY 0.8\*2.50

UL 7 PY 0.5\*2.50  
UL 14 PY 0.5\*5.00  
UL 21 PY 0.5\*5.00  
UL 28 PY 0.5\*5.00  
UL 35 PY 0.5\*5.00  
UL 42 PY 0.5\*2.50

UL 101 PY 0.8\*2.50  
UL 108 PY 0.8\*5.00  
UL 115 PY 0.8\*5.00  
UL 122 PY 0.8\*5.00  
UL 129 PY 0.8\*5.00  
UL 136 PY 0.8\*2.50

UL 107 PY 0.5\*2.50  
UL 114 PY 0.5\*5.00  
UL 121 PY 0.5\*5.00  
UL 128 PY 0.5\*5.00  
UL 135 PY 0.5\*5.00  
UL 142 PY 0.5\*2.50

UL 201 PY 0.8\*2.50  
UL 208 PY 0.8\*5.00  
UL 215 PY 0.8\*5.00  
UL 222 PY 0.8\*5.00  
UL 229 PY 0.8\*5.00  
UL 236 PY 0.8\*2.50

UL 207 PY 0.5\*2.50  
UL 214 PY 0.5\*5.00  
UL 221 PY 0.5\*5.00  
UL 228 PY 0.5\*5.00  
UL 235 PY 0.5\*5.00  
UL 242 PY 0.5\*2.50

UL 301 PY 0.8\*2.50  
UL 308 PY 0.8\*5.00  
UL 315 PY 0.8\*5.00  
UL 322 PY 0.8\*5.00  
UL 329 PY 0.8\*5.00  
UL 336 PY 0.8\*2.50

UL 307 PY 0.5\*2.50  
UL 314 PY 0.5\*5.00  
UL 321 PY 0.5\*5.00  
UL 328 PY 0.5\*5.00  
UL 335 PY 0.5\*5.00  
UL 342 PY 0.5\*2.50

UL 401 PY 0.8\*2.50  
UL 408 PY 0.8\*5.00  
UL 415 PY 0.8\*5.00  
UL 422 PY 0.8\*5.00  
UL 429 PY 0.8\*5.00  
UL 436 PY 0.8\*2.50

UL 407 PY 0.5\*2.50  
UL 414 PY 0.5\*5.00  
UL 421 PY 0.5\*5.00  
UL 428 PY 0.5\*5.00  
UL 435 PY 0.5\*5.00  
UL 442 PY 0.5\*2.50

UL 501 PY 0.8\*2.50  
UL 508 PY 0.8\*5.00  
UL 515 PY 0.8\*5.00  
UL 522 PY 0.8\*5.00  
UL 529 PY 0.8\*5.00  
UL 536 PY 0.8\*2.50

UL 507 PY 0.5\*2.50  
UL 514 PY 0.5\*5.00  
UL 521 PY 0.5\*5.00  
UL 528 PY 0.5\*5.00  
UL 535 PY 0.5\*5.00  
UL 542 PY 0.5\*2.50

END

\$CTRL I  
\$HEAD ANEMOS Y (125 kg/m2)  
\$LC 3  
\$UL 1 PY 1.25\*0.8\*6.50/2  
\$UL 2 PY 1.25\*0.8\*6.50  
\$UL 3 PY 1.25\*0.8\*6.50/2  
\$UL 4 PY 1.25\*0.8\*5.00/2  
\$UL 5 PY 1.25\*0.8\*5.00/2  
\$END

CTRL I  
HEAD ANEMOS X ( 80 kg/m2)  
LC 4  
\$ ANEMOS\*0.8, YPOPIESH\*0.5  
UL 1 PX 0.8\*3.00  
UL 3 PX 0.8\*6.00  
UL 5 PX 0.8\*6.00  
UL 7 PX 0.8\*3.00

UL 36 PX 0.5\*3.00  
UL 38 PX 0.5\*6.00  
UL 40 PX 0.5\*6.00  
UL 42 PX 0.5\*3.00

UL 101 PX 0.8\*3.00  
UL 103 PX 0.8\*6.00  
UL 105 PX 0.8\*6.00  
UL 107 PX 0.8\*3.00

UL 136 PX 0.5\*3.00  
UL 138 PX 0.5\*6.00  
UL 140 PX 0.5\*6.00  
UL 142 PX 0.5\*3.00

UL 201 PX 0.8\*3.00  
UL 203 PX 0.8\*6.00  
UL 205 PX 0.8\*6.00  
UL 207 PX 0.8\*3.00

UL 236 PX 0.5\*3.00  
UL 238 PX 0.5\*6.00  
UL 240 PX 0.5\*6.00  
UL 242 PX 0.5\*3.00

UL 301 PX 0.8\*3.00  
UL 303 PX 0.8\*6.00  
UL 305 PX 0.8\*6.00  
UL 307 PX 0.8\*3.00

UL 336 PX 0.5\*3.00  
UL 338 PX 0.5\*6.00  
UL 340 PX 0.5\*6.00  
UL 342 PX 0.5\*3.00

UL 401 PX 0.8\*3.00  
UL 403 PX 0.8\*6.00  
UL 405 PX 0.8\*6.00  
UL 407 PX 0.8\*3.00

UL 436 PX 0.5\*3.00  
UL 438 PX 0.5\*6.00  
UL 440 PX 0.5\*6.00  
UL 442 PX 0.5\*3.00

UL 501 PX 0.8\*3.00  
UL 503 PX 0.8\*6.00  
UL 505 PX 0.8\*6.00  
UL 507 PX 0.8\*3.00

UL 536 PX 0.5\*3.00  
UL 538 PX 0.5\*6.00  
UL 540 PX 0.5\*6.00  
UL 542 PX 0.5\*3.00

END

\$CTRL I  
\$HEAD ANEMOS X (125 kg/m2)  
\$LC 4  
\$UL 1 Px 1.25\*0.8\*9.20/2  
\$UL 5 Px 1.25\*0.8\*9.20/2  
\$UL 4 Px 1.25\*0.8\*2.50/2  
\$UL 6 Px 1.25\*0.8\*7.00  
\$UL 10 Px 1.25\*0.8\*9.00/2  
\$END

CTRL I  
HEAD XIONI ( 62.5 kg/m2)  
LC 5  
UL ( 543 547 1 ) PZ 0.625\*3.00  
UL ( 548 557 1 ) PZ 0.625\*6.00  
UL ( 558 562 1 ) PZ 0.625\*3.00  
END

\$CTRL I  
\$HEAD XIONI (125 kg/m2 h=1m)  
\$LC 5  
\$UL (214 215 1) PZ 1.25\*6.50  
\$UL (209 213 1) PZ 1.25\*6.50/2  
\$UL (201 208 1) PZ 1.25\*1.20  
\$END

\$CTRL I  
\$HEAD SEISMOS - X (E=0.432)  
\$LC 6 DLX 0.432  
\$UL (214 215 1) Px 0.432\*0.5\*6.50  
\$UL (209 213 1) Px 0.432\*0.5\*6.50/2  
\$UL (201 208 1) Px 0.432\*0.5\*1.20  
\$END

\$CTRL I  
\$HEAD SEISMOS - Y (E=0.432)  
\$LC 7 DLY 0.432  
\$UL (214 215 1) Py 0.432\*0.5\*6.50  
\$UL (209 213 1) Py 0.432\*0.5\*6.50/2  
\$UL (201 208 1) Py 0.432\*0.5\*1.20  
\$END

+prog ASE -e urs:4  
HEAD ΦΟΡΤΙΣΗ 899- ΕΚΤΥΠΙΩΣΗ ΕΠΙΚΟΜΒΙΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ

ctrl beam 2 \$ Για ενεργοποίηση του "πλήρους" beam (αντιστοίχου του STAR)  
ctrl solv -1 \$ Για αποφυγή επίλυσης (μείωση χρόνου)

lc 899

lcc 1 1.00 \$ αντιγραφή του φορτίου 1 με συντελεστή 1

lcc 2 0.30 \$ αντιγραφή του φορτίου 2 με συντελεστή 2

END

END

\*\*\*\*\*

\$

\*

\$ Δημιουργία μιας βοηθητικής φόρτισης στο ASE (π.χ. Lc 99) που \*

\$ περιέχει το σύνολο των φορτίων από τα οποία προκύπτουν οι \*

\$ πρόσθετες μάζες για την δυναμική ανάλυση. \*

\$

\*

\*\*\*\*\*

+prog DYNA M 130000000 -e urs:6

head EΥΡΕΣΗ ΙΔΙΟΜΟΡΦΩΝ

echo eige full

MASS -899 \$ Υπολογισμός συγκεντρωμένων πρόσθετων μαζών (από Lc 899)

eige 30 lc 1031 type lanc

END

#DEFINE FASMA \$ ΔΕΛΟΜΕΝΑ ΦΑΣΜΑΤΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

LET#g1 1.00 \$ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΤΑΣ  $\gamma_1$ :  $\Sigma_2$

LET#U 1.00 \$ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ  $\theta$

LET#bo 2.5 \$ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΦΑΣΜΑΤΙΚΗΣ ΜΕΓΕΘΥΝΣΗΣ  $\beta_0$

LET#q 1.5 \$ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ  $q$

LET#n 1.08 \$ ΔΙΟΡΘΩΤΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ  $\eta$

LET#a 0.16 \$ ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ ΕΔΑΦΟΥΣ  $A=ag$  (ζώνη I)

LET#T1 0.15 \$ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΔΟΙ ΦΑΣΜΑΤΟΣ (έδαφος B)

LET#T2 0.60

LET#Fm 0.25 \$ ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΕΠΙΤΡΕΠΤΗ ΤΙΜΗ  $\Phi_d/(A*\gamma_1)$  - σχέση (2.3) ΕΑΚ 2000

LET#S #a\*#g1\*9.81 \$ ή #a\*#g1\*10 αφού στη μετατροπή φορτίων σε μάζες έχουμε ( $1/g=0.1$ )

LET#SB #S\*#n\*#U\*#bo/#q

LET#Sm #S\*#Fm

LET#T3 #T2\*(#SB/#Sm)^1.5

#ENDDF

+prog DYNA urs:5

head ΣΕΙΣΜΟΣ Ex

eige 30 type rest lc 1031

#INCLUDE FASMA

Lc 999

\$ Φάσμα Απόκρισης

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 beam 451 styp cqc

EXTR TRUS 452 STYP CQC

EXTR S 453 STYP CQC

END

+prog DYNA urs:8

head ΣΕΙΣΜΟΣ Ey

eige 30 type rest lc 1031

#INCLUDE FASMA

Lc 999

\$ Φάσμα Απόκρισης

RESP SA #S SB #SB SMIN #Sm TB #T1 TC #T2 TD #T3 K1 2/3 K2 0.001

acce 0 ay 1.0

\$ Μέγιστα, οι τιμές της πρώτης γραμμής ενεργοποιούν όλες τις πιθανές εσωτερικές δυνάμεις ως μέγιστη αξία μόνο. Καμία

\$ αντίστοιχη εσωτερική δύναμη δεν υπολογίζεται σε αυτήν την περίπτωση.

```
extr beam 461 styp cqc
extr TRUS 462 styp cqc
EXTR S 463 STYP CQC
END
END
```

```
+PROG MAXIMA urs:7
HEAD OPIAKH KATASTASH (MELH & SYNDESMOI)
PAGE LINE 65 LANO 1
ECHO FULL
LC 1 AG 1.35 ; 2 P 1.50 ;
    3 A1 0.90 ; 5 F 0.90 ;
    4 A1 0.90 ; 5 F 0.90 ;
LC 1 AG 1.35 ; 3 P 1.50 ;
    2 A1 0.90 ; 5 F 0.90 ;
    4 A1 0.90 ; 5 F 0.90 ;
LC 1 AG 1.35 ; 4 P 1.50 ;
    2 A1 0.90 ; 5 F 0.90 ;
    3 A1 0.90 ; 5 F 0.90 ;
LC 1 AG 1.00
BEAM
SUPE MAMI STN; MAMI STQY; MAMI STQZ; MAMI STMT; MAMI STMY; MAMI STMZ
TRUS
SUPE MAMI TRUSS
CTRL LCST 11
END
```

```
+PROG MAXIMA urs:13
HEAD SEISMOS (MELH)
PAGE LINE 65 LANO 1
ECHO FULL
LC 1 AG 1.00; 2 P 0.60;
    451 A1 1.00; 461 F 0.30
    451 A1 1.00; 461 F -0.30
    451 A1 -1.00; 461 F 0.30
    451 A1 -1.00; 461 F -0.30
    461 A1 1.00; 451 F 0.30
    461 A1 1.00; 451 F -0.30
    461 A1 -1.00; 451 F 0.30
    461 A1 -1.00; 451 F -0.30
BEAM
SUPE MAMI STN; MAMI STQY; MAMI STQZ; MAMI STMT; MAMI STMY; MAMI STMZ
CTRL LCST 31
END
```

```
+PROG MAXIMA urs:9
HEAD SEISMOS (SYNDESMOI)
PAGE LINE 65 LANO 1
ECHO FULL
LC 1 AG 1.00; 2 P 0.60;
    452 A1 1.00; 462 F 0.30
    452 A1 1.00; 462 F -0.30
    452 A1 -1.00; 462 F 0.30
    452 A1 -1.00; 462 F -0.30
    462 A1 1.00; 452 F 0.30
    462 A1 1.00; 452 F -0.30
    462 A1 -1.00; 452 F 0.30
    462 A1 -1.00; 452 F -0.30
```

```
TRUS
SUPE MAMI TRUSS
CTRL LCST 43
END
+PROG MAXIMA urs:10
HEAD PERIBALLOYSA STATIKWN KAI SEISMIKWN FORTISEWN (MELH)
PAGE LINE 65 LANO 1
ECHO FULL
LC 1 AG 0.00; (11 22 1) A1 1.00
    (31 42 1) A1 1.00
BEAM
SUPE MAMI STN; MAMI STQY; MAMI STQZ; MAMI STMT; MAMI STMY; MAMI STMZ
CTRL LCST 51
END
```

```
+PROG MAXIMA urs:11
HEAD PERIBALLOYSA STATIKWN KAI SEISMIKWN FORTISEWN (SYNDESMOI)
PAGE LINE 65 LANO 1
ECHO FULL
```



LC 1 AG 0.00; (23 24 1) A1 1.00  
(43 44 1) A1 1.00

TRUS

SUPE MAMI TRUSS

CTRL LCST 63

END

-PROG AQB urs:12

HEAD OPLISH DIATOMWN APO SKYRODEMA KATA EC2

PAGE LINE 65 LANO 1

ECHO FULL

LC (51 62 1)

BEAM

REIN ( 0 0 0 )

DESI MOD SECT STAT EC2

END

**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- 1) Ι. Χ. Ερμόπουλου, 'Ευρωκώδικας 1: Βάσεις σχεδιασμού και δράσεις επί των κατασκευών, Ερμηνευτικά σχόλια και παραδείγματα εφαρμογής', Εκδόσεις Κλειδάριθμος, Αθήνα 2005, 2<sup>η</sup> έκδοση.
- 2) Ευρωκώδικας 3: 'Σχεδιασμός κατασκευών από χάλυβα', Μέρος 1-1: Γενικοί κανόνες και κανόνες για κτίρια, , CEN, prENV 1993-1-1: 2003.
- 3) Ι. Χ. Ερμόπουλου, 'Στοιχεία Σχεδιασμού Μεταλλικών Κατασκευών', Εκδόσεις Ε.Μ.Π, Αθήνα 2000.
- 4) 'Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός' (Ε.Α.Κ.), Εκδόσεις Ο.Α.Σ.Π., Αθήνα 2001.
- 5) Ι. Βάγια, Ι. Χ. Ερμόπουλου, Γ. Ιωαννίδη, 'Σχεδιασμός Δομικών Έργων από Χάλυβα, με βάση τα τελικά κείμενα των Ευρωκωδίκων', Εκδόσεις Κλειδάριθμος, Αθήνα 2005.
- 6) Ι. Βάγια, Ι. Χ. Ερμόπουλου, Γ. Ιωαννίδη, 'Σιδηρές Κατασκευές, Παραδείγματα εφαρμογής του Ευρωκώδικα 3', Τόμος 1, Εκδόσεις Κλειδάριθμος, Αθήνα 2005, 2<sup>η</sup> έκδοση.
- 7) Ιωάννης Βάγιας, 'Σιδηρές Κατασκευές, Ανάλυση και Διαστασιολόγηση', Εκδόσεις Κλειδάριθμος, Αθήνα 2003.
- 8) Π. Γ. Καρύδη, 'Σημειώσεις αντισεισμικής τεχνολογίας', Εκδόσεις Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, Αθήνα 1996.
- 9) Δ. Παπασταματίου, Ι. Ψυχάρης, 'Βοηθητικές σημειώσεις αντισεισμικής τεχνολογίας', Εκδόσεις Εθνικού Πολυτεχνείου, Αθήνα 2005.
- 10) Κοσμά Στυλιανίδη, 'Προσεισμική και μετασεισμική ενίσχυση κτιρίων, επετειακό αφιέρωμα :30 χρόνια μετά το σεισμό της Θεσ/νίκης' καθηγητή Α.Π.Θ, εκδόσεις Α.Π.Θ, Θεσσαλονίκη Μάιος 2008.
- 11) Θ. Κατσακαδέλης, 'Δυναμική των Κατασκευών', Τόμος ΙΙ, Εκδόσεις Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, Αθήνα 2003.
- 12) Anil K.Chopra, 'Δυναμική των Κατασκευών, Θεωρία και Εφαρμογές στη σεισμική Μηχανική', Εκδόσεις Μ. Γκιούρδας, 3<sup>η</sup> έκδοση, 2007.
- 13) Δημακογιάννη Δανάη και Δούγκα Γεωργία, 'Δυναμική και Στατική Ανάλυση Μεταλλικών Κτιρίων με ή χωρίς Αντιανέμιους Συνδέσμους', Διπλωματική Εργασία, Αθήνα 2005.

14) Εγχειρίδια Προγραμμάτων SOFISTIK2003, INSTANT2000.

15) INTERNET: [www.worldsteel.org](http://www.worldsteel.org), [www.burjdubaiskyscraper.com](http://www.burjdubaiskyscraper.com), [www.steel.org](http://www.steel.org),  
[www.worldwidesteelbuildings.com](http://www.worldwidesteelbuildings.com), [www.emporis.com](http://www.emporis.com), [skyscraperpage.com](http://skyscraperpage.com).