

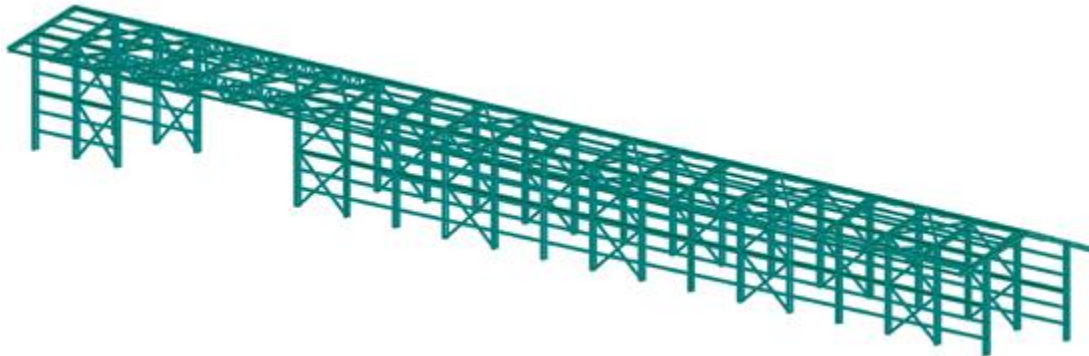


ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

Σχολή Πολιτικών Μηχανικών

Εργαστήριο Μεταλλικών Κατασκευών

## Μελέτη Χαλύβδινου Φορέα Βιομηχανικής Αποθήκης



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Γεώργιος Χ. Παναγιωτακόπουλος

Επιβλέπων: Παύλος Θανόπουλος

Αθήνα, Μάρτιος 2019

ΕΜΚ ΔΕ 2019/4

Παναγιωτακόπουλος Χ. Γ. (2019).  
Μελέτη χαλύβδινου φορέα βιομηχανικής αποθήκης  
Διπλωματική Εργασία ΕΜΚ ΔΕ 2019/4  
Εργαστήριο Μεταλλικών Κατασκευών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Panagiotakopoulos C. G. (2019).  
Analysis of steel case of an industrial warehouse  
Diploma Thesis ΕΜΚ ΔΕ 2019/4  
Institute of Steel Structures, National Technical University of Athens, Greece

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

|  |    |
|--|----|
| 1. Εισαγωγή.....   | 7  |
| 1.1 Σκοπός της εργασίας.....                             | 7  |
| 1.2 Αρχιτεκτονικά.....                                   | 8  |
| 2. Υλικά και φορτίσεις.....                              | 9  |
| 2.1 Υλικά Κατασκευής.....                                | 9  |
| 2.1.1 Δομικός Χάλυβας S355.....                          | 9  |
| 2.1.2 Φύλλα επικάλυψης.....                              | 9  |
| 2.2 Φορτίσεις.....                                       | 10 |
| 2.2.1 Μόνιμα φορτία.....                                 | 10 |
| 2.2.2 Επιβαλλόμενα φορτία.....                           | 11 |
| 2.2.3 Φορτία χιονιού.....                                | 12 |
| 2.2.4 Δράσεις ανέμου.....                                | 15 |
| 2.2.5 Σεισμικές δράσεις.....                             | 23 |
| 2.3 Συνδυασμοί Δράσεων.....                              | 28 |
| 3. Ανάλυση και διαστασιολόγηση φορέα.....                | 33 |
| 3.1 Υποστυλώματα.....                                    | 33 |
| 3.2 Υποστυλώματα πλευρικών ανοιγμάτων.....               | 34 |
| 3.3 Κεφαλοδοκοί.....                                     | 36 |
| 3.4 Δικτυώματα.....                                      | 37 |
| 3.5 Ζυγώματα.....  | 39 |
| 3.6 Τεγίδες.....   | 41 |
| 3.7 Χιαστί σύνδεσμοι δυκαμγίας.....                      | 42 |
| 3.8 Παραμορφώσεις.....                                   | 44 |
| 4. Σεισμική απόκριση κτιρίου.....                        | 47 |
| 5. Συνδέσεις.....  | 49 |
| 5.1 1 <sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες ανοιχτές..... | 49 |
| 5.2 2 <sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες κλειστές..... | 53 |
| 6. Σύγκριση αποτελεσμάτων-Συμπεράσματα.....              | 57 |
| 7. Βιβλιογραφία.....                                     | 58 |
| 8. Παράρτημα Α.....                                      | 59 |
| 9. Παράρτημα Β.....                                      | 86 |

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ  
ΕΜΚ ΔΕ 2019/4

## **Μελέτη χαλύβδινου φορέα βιομηχανικής αποθήκης**

Παναγιωτακόπουλος Χ. Γ. (Επιβλέπων: Θανόπουλος Παύλος)

### **Περίληψη**

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματεύεται τον σχεδιασμό και διαστασιολόγηση μεταλλικού κτιρίου, με σκοπό την εγκατάσταση βιομηχανικής αποθήκης. Η ανάλυση και η διαστασιολόγηση έγιναν με βάση τους Ευρωκώδικες 1, 3 και 8. Έχουν πραγματοποιηθεί δύο εναλλακτικές περιπτώσεις του φορέα, με βασικό κριτήριο, την δράση του ανέμου. Η πρώτη αφορά στην περίπτωση που οι κύριες πόρτες της αποθήκης είναι ανοικτές, ενώ η δεύτερη, στην περίπτωση που οι κύριες πόρτες της αποθήκης παραμένουν κλειστές, με σκοπό, την εύρεση της δυσμενέστερης εκ των δύο. Η ανάλυση και διαστασιολόγηση του φορέα, έγιναν με το στατικό πρόγραμμα Robot Structural Analysis Professional 2018.

NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS  
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF STEEL STRUCTURES

DIPLOMA THESIS  
EMK ΔΕ 2019/4

Panagiotakopoulos Georgios (Supervisor: Pavlos Thanopoulos)

### **Abstract**

This diploma thesis deals with the design and dimensioning of metal frame building, with the usage of an industrial warehouse. The analysis of the frame were done in accordance with the Eurocodes 1,3 and 8. Two alternative phases of the frame has been calculated, with the wind being the critical factor. The first phase is about when the main doors of the warehouse are closed and the second, when the main doors are open, with the purpose of finding the most stressfull case. The analysis and the dimensioning of the frame were done with the static program Robot Structural Analysis Professional 2018.

## **Ευχαριστίες**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου, Πάυλο Θανόπουλο για την βοήθειά του κατά την εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας, καθώς και τους φίλους μου Κυριάκο και Γαβρίλη, επίσης για την πολυ σημαντική τους βοήθεια. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου, για την υπομονή και την στήριξή τους καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

# 1.Εισαγωγή

## 1.1 Σκοπός της εργασίας

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η στατική ανάλυση και η διαστασιολόγηση μεταλλικού κτιρίου με σκοπό την κατασκευή βιομηχανικής αποθήκης. Πιο συγκεκριμένα, η διαστασιολόγηση έγινε έχοντας ως κριτήριο την δυσμενέστερη φόρτιση από τον άνεμο, για τις δύο περιπτώσεις που αναλύθηκαν, η πρώτη με ανοιχτές τις πόρτες της κατασκευής και η δεύτερη, με κλειστές.

Η ανάλυση και η διαστασιολόγηση έγιναν με το στατικό πρόγραμμα Robot Structural Analysis Professional 2018, σύμφωνα με τους παρακάτω ισχύοντες κανονισμούς:

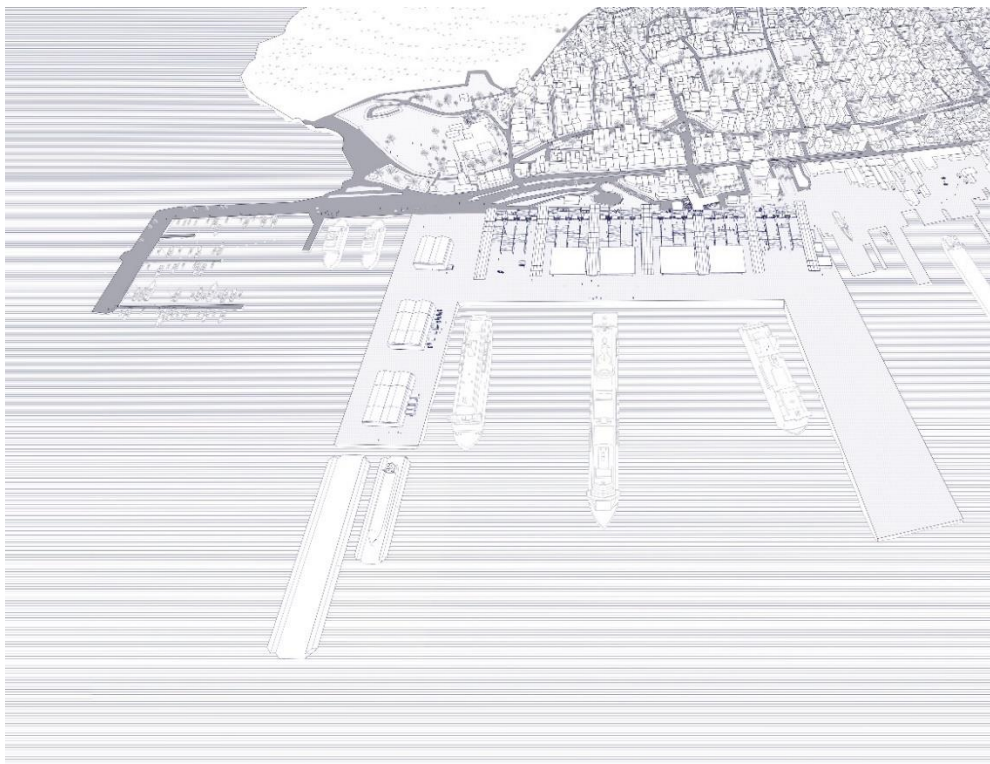
- Ευρωκώδικας 1 : Βασικές Αρχές Σχεδιασμού και Δράσεις στις κατασκευές
- Ευρωκώδικας 3 : Σχεδιασμός Κατασκευών από Χάλυβα
- Ευρωκώδικας 8 : Αντισεισμικός Σχεδιασμός

## 1.2 Αρχιτεκτονικά

Η εργασία πραγματοποιείται την κατασκευή μεταλλικού κτιρίου με σκοπό την εγκατάσταση βιομηχανικής αποθήκης στην περιοχή της ναυπηγοεπισκευαστικής ζώνης, στο Πέραμα.

Το συνολικό εμβαδό της κατασκευής είναι  $1044 \text{ m}^2$ , με μήκος κατασκευής 116 m, πλάτος 9 m. Η αποθήκη θα έχει κεκλιμένη στέγη, με μέγιστο ύψος 11,3 m και ελάχιστο 9,7 m. Η αποθήκη προβλέπεται να έχει δύο κύριες εισόδους και δύο πλευρικές, οι οποίες κατά τους υπολογισμούς και την διαστασιολόγηση, θεωρούνται κλειστές.

Παρατίθεται προοπτικό σχέδιο της συνολικής εγκατάστασης στο Πέραμα, μέρος της οποίας είναι και η αποθήκη που πραγματοποιείται η παρούσα εργασία:



Σχήμα 1.2.1 Προοπτικό σχέδιο της συνολικής εγκατάστασης στο Πέραμα



## 2. Υλικά και φορτίσεις

### 2.1 Υλικά κατασκευής

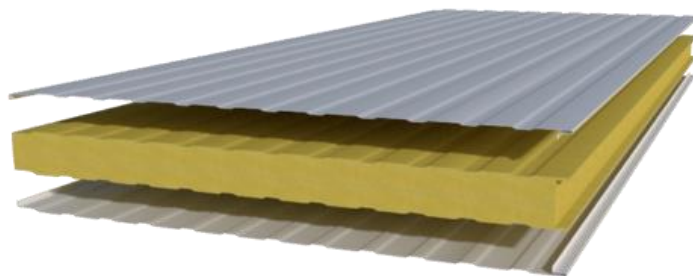
#### 2.1.1. Δομικός Χάλυβας S355

Ο δομικός χάλυβας είναι το βασικό υλικό από το οποίο απαρτίζονται οι μεταλλικές κατασκευές. Το ίδιο υλικό έχει επιλεγεί και για την κατασκευή μας. Για όλα τα μέλη του φορέα έχει επιλεγεί ο δομικός χάλυβας S355 με τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Μέτρο ελαστικότητας :  $E = 21 \text{ GPa}$
- Σταθερά Poisson :  $\nu = 0.3$
- Ειδικό βάρος :  $\gamma = 78.5 \text{ kN/m}^3$
- Όριο διαρροής :  $f_y = 355 \text{ 000 kN/m}^2$
- Εφελκυστική αντοχή:  $f_u = 510 \text{ 000 kN/m}^2$

#### 2.1.2 Φύλλα Επικάλυψης

Τα φύλλα με τα οποία επικαλύπτεται και επενδύεται πλευρικά ο φέρων οργανισμός ή τα ισοδύναμα συστήματα που μπορεί εναλλακτικά να εφαρμόζονται για την επικάλυψη και την πλευρική επένδυση πρέπει να έχουν επαρκή αντοχή και να έχουν επίσης επαρκώς αγκυρωθεί επί των στοιχείων επί των οποίων στηρίζονται ώστε να μπορούν να μεταφέρουν σε αυτά (τεγίδες για τα φύλλα επικάλυψης) τις πιέσεις και υποπιέσεις που εξασκούν ο άνεμος ή άλλα φορτία. Πρέπει επιπλέον να διαθέτουν την απαιτούμενη θερμομονωτική και υγρομονωτική ικανότητα. Δεν θεωρείται γενικά ότι αποτελούν στοιχεία του φέροντος οργανισμού της κατασκευής, προς τον οποίο μεταφέρουν φορτία. Υπό ειδικές προϋποθέσεις μπορεί να θεωρηθεί ότι το υλικό επικάλυψης, κατάλληλα και επαρκώς αγκυρωμένο επί του μεταλλικού σκελετού, αποτελεί διάφραγμα ικανό να μεταφέρει οριζόντια φορτία μέσα στο επίπεδό του.



Σχήμα 2.1 Παράδειγμα φύλλα επικαλύψεων

## 2.2 Φορτίσεις

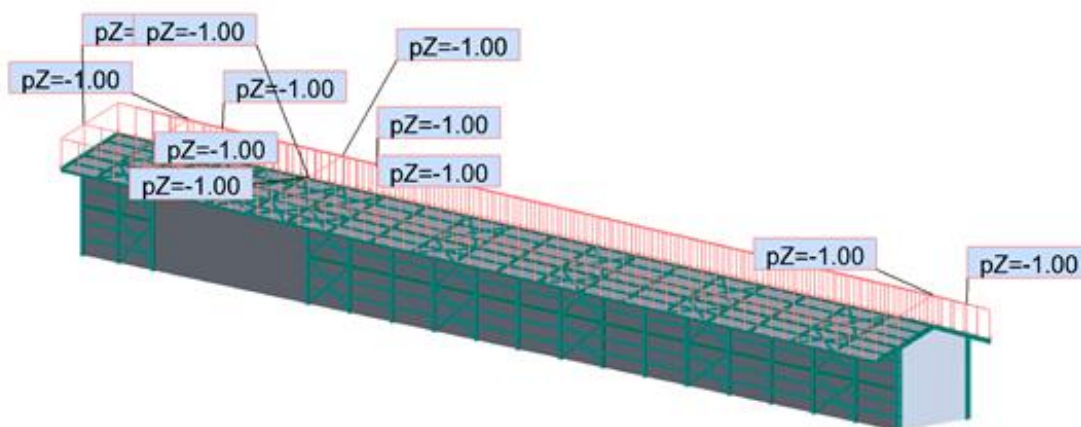
Οι δράσεις που ασκούνται στην υπό μελέτη κατασκευή και με βάση τις οποίες υπολογίστηκαν τα δυσμενέστερα εντατικά και παραμορφωσιακά μεγέθη κατά την ανάλυση του φορέα είναι οι εξής:

- **Μόνιμα φορτία (G)**  
Ίδιο βάρος φέροντος οργανισμού  
Πρόσθετα μόνιμα φορτία
- **Επιβαλλόμενα φορτία**  
Πρόσθετο κινητό φορτίο (Q)  
Δράσεις χιονιού  
Δράσεις ανέμου
- **Σεισμικά φορτία**  
Φορτία με επιβολή επιταχύνσεων

### 2.2.1 Μόνιμα Φορτία

Με την έννοια μόνιμα φορτία, εννοούμε τα φορτία, τα οποία θεωρούμε ότι θα παραμείνουν αμετάβλητα σε μια περίοδο επαναφοράς. Στην συγκεκριμένη κατασκευή, στα μόνιμα φορτία συγκαταλέγονται τα κατακόρυφα φορτία που αναμένονται να παραμείνουν σταθερά, καθ' όλη την διάρκεια ζωής του έργου. Τα ίδια βάρη των μελών του φορέα λαμβάνονται αυτόματα από το πρόγραμμα Robot Structural Analysis Professional 2018.

- Ίδιο βάρος φέροντος οργανισμού
- Πρόσθετα μόνιμα φορτία λόγω επικάλυψης =  $1 \text{ kN/m}^2$



Σχήμα 2.2 Πρόσθετα μόνιμα φορτία

## 2.2.2 Επιβαλλόμενα φορτία

Σύμφωνα με τον EN 1991-1-1, ως επιβαλλόμενα φορτία σε κτίρια, χαρακτηρίζονται τα φορτία που προκύπτουν από την χρήση φορτισμένων επιφανειών. Για τον προσδιορισμό των επιβαλλόμενων φορτίων, ο χώρος της στέγης χωρίζεται σε κατηγορίες, βάσει της χρήσης τους, σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα.

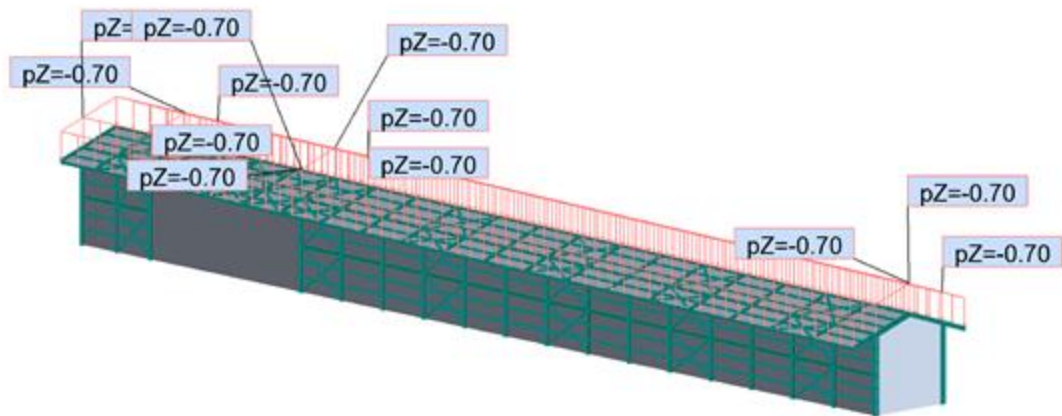
**Πίνακας 1 – Κατηγοριοποίηση στεγών**

| Κατηγορίες φορτιζόμενων επιφανειών | Συγκεκριμένη Χρήση   |
|------------------------------------|--|
| <b>H</b>                           | Στέγες μη-προσβάσιμες παρά μόνο για την κανονική συντήρηση και για επισκευή. |
| <b>I</b>                           | Στέγες προσβάσιμες για χρήση σύμφωνα με τις κατηγορίες A έως D               |
| <b>K</b>                           | Στέγες προσβάσιμες για ειδικές χρήσεις, όπως ελικοδρόμια                     |

Για την κατηγορία **H**, οι τιμές δίνονται στον παρακάτω πίνακα. Για την συγκεκριμένη εργασία έχει επιλεγεί το κινητό φορτίο να είναι  $0,7 \text{ kN/m}^2$ .

**Πίνακας 2 – Επιβαλλόμενα φορτία στις στέγες κατηγορίας H**

| Στέγη   | $q_k$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $Q_k$<br>[kN] |
|---|-------------------------------|---------------|
| <b>Κατηγορία H</b>  | $q_k$                         | $Q_k$         |
| <p>ΣΗΜΕΙΩΣΗ 1: Για την κατηγορία H το <math>q_k</math> μπορεί να επιλεγεί μεταξύ <math>0,00 \text{ kN/m}^2</math> και <math>1,0 \text{ kN/m}^2</math> και το <math>Q_k</math> μπορεί να επιλεγεί μεταξύ <math>0,9 \text{ kN}</math> και <math>1,5 \text{ kN}</math>.</p> <p>Όπου δίδεται φάσμα τιμών, οι τιμές θα πρέπει να ορίζονται από το Εθνικό Προσάρτημα. Οι προτεινόμενες τιμές είναι:<br/> <math>q_k = 0,4 \text{ kN/m}^2, Q_k = 1,0 \text{ kN}</math></p> <p>ΣΗΜΕΙΩΣΗ 2: Το <math>q_k</math> μπορεί να διαφοροποιείται στο Εθνικό Προσάρτημα ανάλογα με την κλίση της στέγης.</p> <p>ΣΗΜΕΙΩΣΗ 3: Το <math>q_k</math> μπορεί να θεωρηθεί ότι δρα σε μια επιφάνεια A που θα ορίζεται από το Εθνικό Προσάρτημα. Η προτεινόμενη τιμή για το A είναι <math>10 \text{ m}^2</math>, στα πλαίσια ενός φάσματος μεταξύ του μηδενός και ολόκληρης της επιφάνειας της στέγης.</p> |                               |               |



Σχήμα 2.3 Επιβαλλόμενα φορτία

## 2.2.3 Φορτία χιονιού

Για τον υπολογισμό των φορτίων του χιονιού, ακολουθήθηκαν οι διατάξεις του Ευρωκώδικα EN 1991-1-3. Τα φορτία χιονιού κατατάσσονται ως μεταβλητές αλλά πάγιες (σταθερές στο χώρο μεταβλητές). Το φορτίο του χιονιού υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση.

$$s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$$

όπου:

- $\mu_1$  είναι ο συντελεστής σχήματος φορτίου χιονιού
- $C_e$  είναι ο συντελεστής εκθέσεως, που για κανονικές συνθήκες λαμβάνεται ίσος με 1

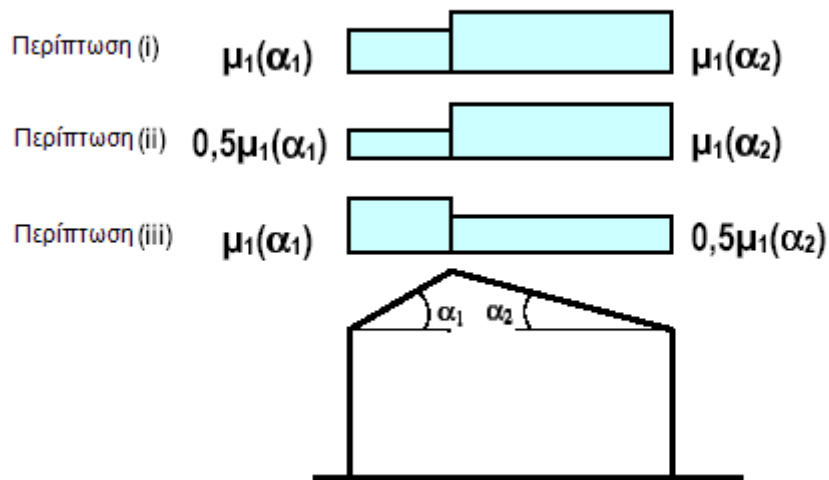
Για άλλες συνθήκες συνιστώνται οι παρακάτω τιμές

-Για έκθεση σε ισχυρούς ανέμους λαμβάνεται ίσος με 0,8

-Για προστατευμένες κατασκευές από παραπλήσια εμπόδια (κτίρια, δέντρα κλπ) λαμβάνεται ίσος με 1,2

Στην συγκεκριμένη περίπτωση λαμβάνεται ίσος με 1

- $C_t$  είναι θερμικός συντελεστής, οποίος για συνήθεις συνθήκες λαμβάνεται ίσος με 1, λόγω θερμικής μόνωσης. Για περιπτώσεις που μπορεί να υπάρξει θερμική απώλεια, η τιμή του μειώνεται. Στην περίπτωση μας λαμβάνεται ίσος με 1 και επειδή η κλίση της στέγης είναι  $11,31^\circ$  ( $0^\circ < 11,31^\circ < 30^\circ$ ), προκύπτει  $\mu_1 = 0,8$  και  $\mu_2 = 1,1$  από τον παρακάτω πίνακα:



Σχήμα 2.4: Συντελεστής σχήματος φορτίου χιονιού – δικλινής στέγη

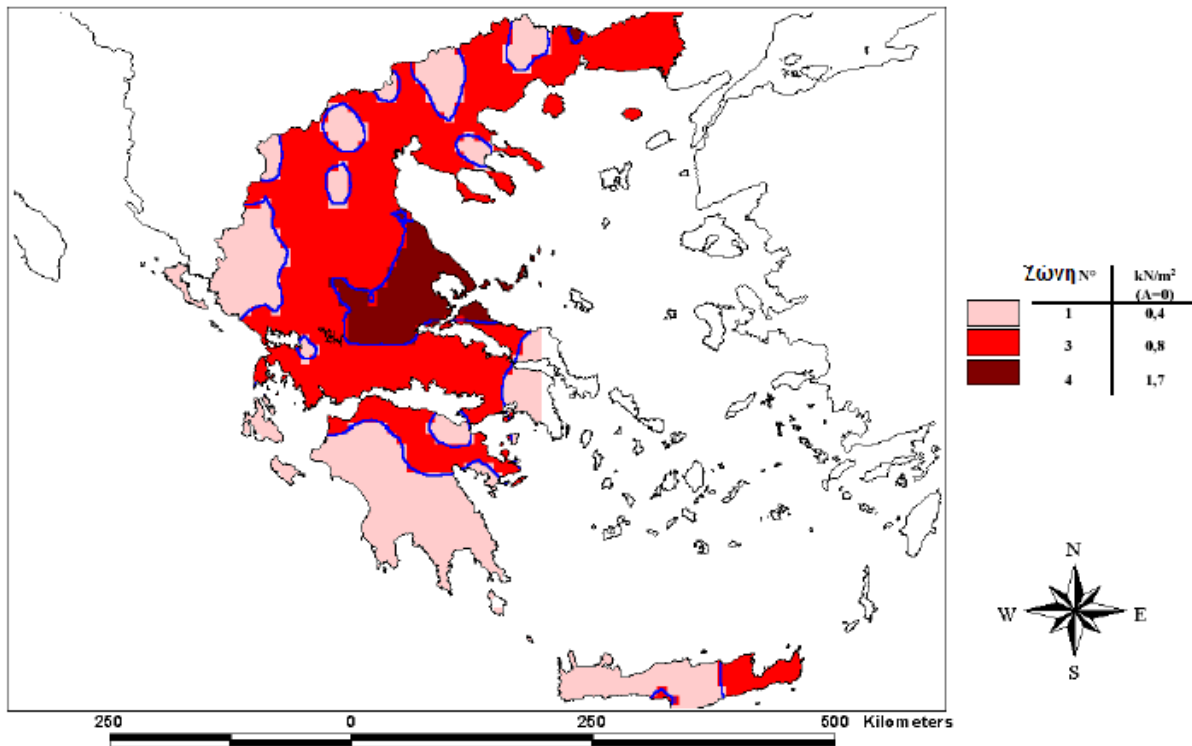
- Η χαρακτηριστική τιμή του φορτίου χιονιού  $s_k$ , εξαρτάται από την ζώνη και το αντίστοιχο υψόμετρο (A) της περιοχής και δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$s_k = s_{k,0} \cdot \left(1 + \left(\frac{A}{917}\right)^2\right), \text{ όπου}$$

- $s_{k,0}$  είναι η χαρακτηριστική τιμή του φορτίου χιονιού σε  $\text{kN/m}^2$ , στη στάθμη της θάλασσας ( $A=0$ )

Καθώς η κατασκευή μας βρίσκεται στην περιοχή της Αττικής, που έχει μηδενική χιονόπτωση, ανήκει στην κατηγορία  $A=100$  m και στην ζώνη χιονιού I. Προκύπτει  $s_{k,0}=0,4\text{kN/m}^2$ .

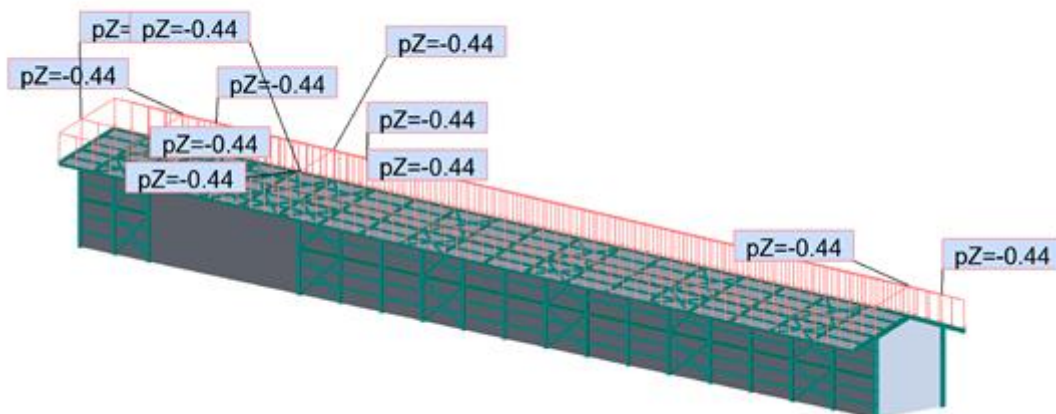
## Ελλάς: Φορτίο χιονιού για A=0



Σχήμα 2.5: Ζώνες στην ελληνική επικράτεια, για A=0

$$-s_k = s_{k,0} \cdot \left(1 + \left(\frac{A}{917}\right)^2\right) = 0,4 \cdot \left(1 + \left(\frac{0}{917}\right)^2\right) = 0,4 \text{ kN/m}^2$$

-Προκύπτει λοιπόν:  $s = 1,1 \cdot 1 \cdot 0,4 = 0,44 \text{ kN/m}^2$



Σχήμα 2.6 Φορτία χιονιού

## 2.2.4 Δράσεις ανέμου

Οι δράσεις του ανέμου παρουσιάζουν διακυμάνσεις στο χρόνο και δρουν άμεσα ως πιέσεις επί των εξωτερικών επιφανειών κλειστών κατασκευών και, λόγω της πορώδους φύσης της εξωτερικής επιφάνειας, δρουν επίσης έμμεσα επί των εσωτερικών επιφανειών. Επίσης μπορούν να δρουν άμεσα επί της εσωτερικής επιφάνειας ανοικτών κατασκευών. Από τις πιέσεις που αναπτύσσονται σε περιοχές της επιφάνειας προκύπτουν δυνάμεις κάθετες προς την επιφάνεια της κατασκευής ή των μεμονωμένων στοιχείων επικάλυψης. Στην παρούσα εργασία υπολογίζονται δύο διευθύνσεις ανέμου, για  $\theta=0^\circ$  και για  $\theta=90^\circ$ .

Η μέση ταχύτητα του ανέμου  $v_m(z)$ , σε ύψος  $z$  πάνω από το έδαφος, εξαρτάται από την τραχύτητα του εδάφους και την τοπογραφία και από τη βασική ταχύτητα του ανέμου,  $v_b$ , και θα προσδιορίζεται χρησιμοποιώντας την εξίσωση:

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b$$

Όπου:

- $c_r(z)$  είναι ο συντελεστής τραχύτητας
- $c_o(z)$  είναι ο συντελεστής τοπογραφικής διαμόρφωσης (προτεινόμενη τιμή 1,0)
- $v_b$  είναι η βασική ταχύτητα ανέμου, που ορίζεται ως συνάρτηση της διεύθυνσης του ανέμου και της εποχής του έτους, στα 10m πάνω από το έδαφος κατηγορίας II, σύμφωνα με τη σχέση :
- $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0}$
- $c_{dir}$  είναι ο συντελεστής διεύθυνσης (ίσος με 1,0)
- $c_{season}$  είναι ο συντελεστής εποχής (ίσος με 1,0)
- $v_{b,0}$  είναι η θεμελιώδης τιμή της βασικής ταχύτητας του ανέμου, η οποία είναι η χαρακτηριστική μέση ταχύτητα ανέμου 10 λεπτών, ανεξάρτητα από τη διεύθυνση του και την εποχή του έτους, στα 10 m πάνω από το έδαφος, σε ανοικτή περιοχή με χαμηλή βλάστηση, όπως γρασίδι και με μεμονωμένα εμπόδια ανά αποστάσεις μεταξύ τους τουλάχιστον 20 φορές το ύψος των εμποδίων (έδαφος κατηγορίας II).

Σύμφωνα με το Εθνικό Προσάρτημα, η θεμελιώδης τιμή της βασικής ταχύτητας του ανέμου για τη χώρα μας ορίζεται σε 33m/s για τα νησιά και παράλια μέχρι 10km από την ακτή και σε 27m/s για την υπόλοιπη χώρα. Στην παρούσα εργασία  $v_b = 33\text{m/s}$  ενώ  $z_{min}=2\text{m}$   $z_{min}=1\text{m}$   $z_{max}=200\text{m}$  και (από τον αντίστοιχο πίνακα του Ευρωκώδικα)

### Συντελεστής τραχύτητας

Ο συντελεστής τραχύτητας  $c_r(z)$  υπολογίζεται από τις σχέσεις:

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \quad \text{για } z_{min} < z < z_{max}$$

$$c_r(z) = c_r z_{min} = k_r \cdot \ln\left(\frac{z_{min}}{z_0}\right) \quad \text{για } z < z_{min}$$

Όπου:

$$k_r = 0,19 \cdot \left( \frac{z_0}{z_{0,11}} \right)^{0,07} = 0,13$$

Στις σχέσεις αυτές:

$z_0$  είναι το μήκος ταχύτητας σε m, σύμφωνα με την κατηγορία εδάφους  
 $z_{0,0} = 0,03\text{m}$   
 $z_0 = z_{0,0}$   
 $z_{\min}$  είναι 1m το ελάχιστο ύψος που ορίζεται από πίνακα  
 $z_{\max}$  λαμβάνεται ίσο προς 200 m  
 $z = 11,3\text{ m}$

Προκύπτει  $k_r = 0,13$  και άρα  $c_r(z) = 0,705$

### Συντελεστής τοπογραφικής διαμόρφωσης $C_t(z)$

Μέσω του συντελεστή τοπογραφικής διαμόρφωσης (ή ανάγλυφου) εκτιμάται η αύξηση της μέσης ταχύτητας του ανέμου πάνω από μεμονωμένους λόφους και εξάρσεις ή γκρεμούς ανάλογα με την προσήνεμη κλίση  $\Phi = H/L_u$  κατά τη διεύθυνση του ανέμου.

Προσδιορίζεται από τις παρακάτω σχέσεις :

$$C_t = 1 \quad \text{για } \Phi < 0,05$$

$$C_t = 1 + 2s\Phi \quad \text{για } 0,05 < \Phi < 0,03$$

$$C_t = 1 + 0,6s \quad \text{για } \Phi > 0,3$$

$s$  : είναι ο συντελεστής τοπογραφικής θέσης , συνάρτηση των στοιχείων σύμφωνα με την προσήνεμη πλαγιά (οριζόντια , κατακόρυφη απόσταση κτλ. )

Θεωρώ  $\Phi = 0$  άρα  $C_t = 1$

$$\text{Και } v_m(z) = 0,705 * 1 * 33 = 23,2 \text{ m/s}$$

### Δυναμικός συντελεστής $c_s c_d$

Ο συνδυασμένος δυναμικός συντελεστής  $c_s c_d$  θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη την επίδραση στη δράση του ανέμου της μη ταυτόχρονης ύπαρξης αιχμών πίεσης στην επιφάνεια μαζί με την επίδραση των ταλαντώσεων της κατασκευής εξ αιτίας του στροβιλισμού. Εξαρτάται από το ύψος και το πλάτος της κατασκευής, αλλά και από το είδος της. Στη δικιά μας περίπτωση, επειδή έχουμε  $H < 15\text{ m}$ , προκύπτει  $c_s c_d = 1$ .



## Πίεση ταχύτητας αιχμής

Η πίεση ταχύτητας αιχμής σε ύψος  $z$ , η οποία περιλαμβάνει μέσης και μικρής διάρκειας διακυμάνσεις ταχύτητας, προσδιορίζεται από τη σχέση :

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = c_e(z) \cdot q_b$$

όπου :

- ♦  $\rho$  : η πυκνότητα του αέρα , που εξαρτάται από το υψόμετρο, τη θερμοκρασία και τη βαρομετρική πίεση που αναμένονται σε μια περιοχή κατά τη διάρκεια ανεμοθύελλας ( $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$  )
- ♦  $I_v(z)$  : η ένταση του στροβιλισμού σε ύψος  $z$
- ♦  $c_e(z)$  : ο συντελεστής έκθεσης και δίδεται από τη σχέση :
- ♦  $c_e(z) = \frac{q_b(z)}{q_b}$
- ♦  $q_b$ : η βασική πίεση που δίδεται από τη σχέση:
- ♦  $q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2$
- ♦  $v_b$  : η βασική ταχύτητα του ανέμου , που ορίζεται ως συνάρτηση της διεύθυνσης του ανέμου και της εποχής του έτους, στα 10 m πάνω από έδαφος κατηγορίας II σύμφωνα με την προαναφερθείσα σχέση (3.2)

Η ένταση του στροβιλισμού  $I_v(z)$  σε ύψος  $z$  υπολογίζεται από τις σχέσεις :

$$I_v(z) = \frac{k_I}{\left(c_{0(z)} \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)\right)} \quad \text{για } z_{\min} < z < z_{\max}$$

$$I_v(z) = I_v(z_{\min}) \quad \text{για } z < z_{\min}$$

όπου :

$k_I$ : ο συντελεστής στροβιλισμού (ίσος με 1,0)

$$c_{0(z)} = 1,0$$

Προκύπτει:

$$I_v(z) = \frac{1}{\left(1 \cdot \ln\left(\frac{11,3}{0,05}\right)\right)} = 0,1845 \text{ και η πίεση ταχύτητας αιχμής προκύπτει:}$$

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = 336,4 \text{ N/m}$$

$$q_p = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = [1 + 7 \cdot 0,1845] \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 23,2^2 = 0,77 \text{ kN/m}^2$$

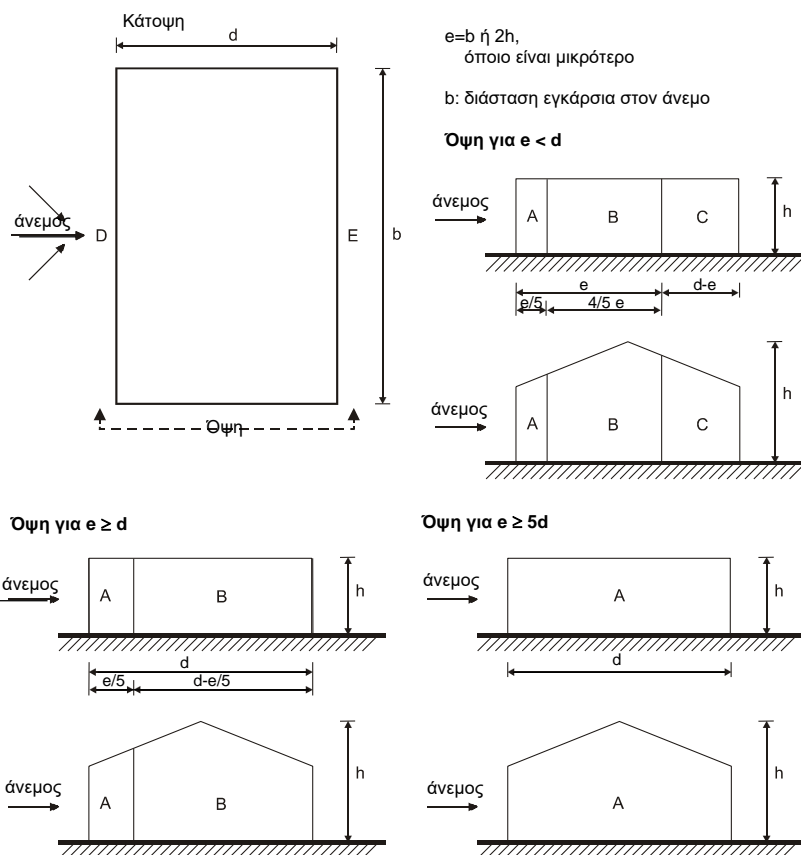
$$q_p = 0,77 \text{ kN/m}^2$$

## 1<sup>η</sup> Περίπτωση-Πόρτες κατασκευής ανοικτές

### A1. Υπολογισμός εξωτερικών πιέσεων

Διεύθυνση y-y ( $\theta=0^\circ$ )

1. Εξωτερική πίεση κατακόρυφων στοιχείων



Σύμφωνα με τους κανονισμούς:

$$e = \min(b; 2h) = \min(116; 22.6) = 22,6 \text{ m}$$

Λόγω των μεγάλων εμβαδών όλων των ζωνών ( $>10 \text{ m}^2$ ),  $c_{pe} = c_{pe,10}$

**Πίνακας 3. Προτεινόμενες τιμές συντελεστών εξωτερικής πίεσης για κατακόρυφους τοίχους κτιρίων ορθογωνικής κάτοψης**

| Ζώνη        | A           |            | B           |            | C           |            | D           |            | E           |            |
|-------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
|             | $c_{pe,10}$ | $c_{pe,1}$ | $c_{pe,10}$ | $c_{pe,1}$ | $c_{pe,10}$ | $c_{pe,1}$ | $c_{pe,10}$ | $c_{pe,1}$ | $c_{pe,10}$ | $c_{pe,1}$ |
| 5           | -1,2        | -1,4       | -0,8        | -1,1       | -0,5        |            | +0,8        | +1,0       |             | -0,7       |
| 1           | -1,2        | -1,4       | -0,8        | -1,1       | -0,5        |            | +0,8        | +1,0       |             | -0,5       |
| $\leq 0,25$ | -1,2        | -1,4       | -0,8        | -1,1       | -0,5        |            | +0,7        | +1,0       |             | -0,3       |

Στην περίπτωση αυτή έχουμε μόνο τις ζώνες D, E και προκύπτει:

$$D c_{pe} = 0,8$$

$$E c_{pe} = 0,5$$

$$\text{Και άρα : } W_D = 0,8 \times 0,77 = 0,616 \text{ KPa}$$

$$W_E = -0,5 \times 0,77 = -0,385 \text{ KPa}$$

## 2. Εξωτερική πίεση στέγης

Επειδή πρόκειται για δικλινή στέγη, η δράση του ανέμου χωρίζεται σε ζώνες σύμφωνα με το σχήμα 7.8 του Ευρωκώδικα EN 1991-1-4:

| <b>ZΩNH</b> | <b>F</b> | <b>G</b> | <b>H</b> | <b>I</b> | <b>J</b> |
|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| $c_{pe,10}$ | -1,195   | -0,95    | -0,48    | -0,36    | -0,74    |

Και προκύπτουν τα παρακάτω φορτία:

| <b>ZΩNH</b> | <b>F</b> | <b>G</b> | <b>H</b> | <b>I</b> | <b>J</b> |
|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| $W_o$       | -0,92    | -0,73    | -0,37    | -0,28    | -0,57    |

## A2. Υπολογισμός εσωτερικών πιέσεων και τελικών

Σύμφωνα με τον EN 1991-1-4 θεωρείται:

$$c_{pi} = +0,2 : w_i = 0,154 \text{ KPa}$$

$$c_{pi} = -0,3 : w_i = -0,231 \text{ KPa}$$

Από τα παραπάνω, προκύπτουν οι τελικές πιέσεις για  $\theta=0^\circ$

$$W_D = 0,385 \text{ KPa}$$

$$W_E = 0,23 \text{ KPa}$$

| <b>ZΩNH</b> | <b>F</b> | <b>G</b> | <b>H</b> | <b>I</b> | <b>J</b> |
|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| $W_e$       | -0,77    | -0,576   | -0,219   | -0,126   | -0,416   |

Για ευκολία σχεδιασμού, έχει τοποθετηθεί ένα καθολικό φορτίο -0,22 KPa και οι διαφορές με τις υπόλοιπες ζώνες, έχουν προστεθεί τοπικά στις εκάστοτε ράβδους.

### **A3.Υπολογισμός εσωτερικών πιέσεων**

**Διεύθυνση χ-χ (θ=90°)**

1.Εσωτερική πίεση κατακόρυφων επιφανειών

Η πίεση στις κατακόρυφες επιφάνειες της κατασκευής θεωρούνται αμελητέες.

2.Εσωτερική πίεση στέγης

Για να γίνει ο υπολογισμός του φορτίου του ανέμου για ανοιχτές πόρτες, θα γίνει προσομοίωση με ανοιχτό στέγαστρο. Κατ' αρχάς θεωρούμε  $\varphi= 1$ , καθώς θεωρείται ότι θα υπάρχουν συνεχώς αντικείμενα μέσα στην αποθήκη που θα εμποδίζουν την διέλευση του ανέμου. Σύμφωνα με τον πίνακα 7.7 του EN 1991-1-4 εφαρμόζεται καθολικός συντελεστής  $c_{pe,10} = -1,3$  και προκύπτει:

$w = -1,3 \times 0,77 = -1$  KPa (με φορά προς τα πάνω)

### **2<sup>η</sup> Περίπτωση-Πόρτες κατασκευής κλειστές**

### **B1.Υπολογισμός εξωτερικών πιέσεων**

**Διεύθυνση γ-γ (θ=0°)**

1.Εξωτερική πίεση κατακόρυφων στοιχείων

Σύμφωνα με τον πίνακα :

$W_{Di} = 0,616$  KPa

$W_{Ei} = 0,385$  KPa

$C_{pAi} = -1,2$

$C_{pBi} = -0,8$

$W_{Ai} = -0,924$  KPa

$W_{Bi} = -0,616$  KPa

2.Εξωτερική πίεση στέγης

Στην προκειμένη περίπτωση δεν αλλάζει κάτι με τους υπολογισμούς της 1<sup>ης</sup> περίπτωσης, οπότε:

| <b>ZΩNH</b> | <b>F</b> | <b>G</b> | <b>H</b> | <b>I</b> | <b>J</b> |
|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| $W_o$       | -0,92    | -0,73    | -0,37    | -0,28    | -0,57    |

## **B2. Υπολογισμός εσωτερικών πιέσεων και τελικών πιέσεων**

Σύμφωνα με τον EN 1991-1-4 θεωρείται:

$cp_i = +0,2$  :  $w_i = 0,154$  KPa

$cp_i = -0,3$  :  $w_i = -0,231$  KPa

Τελικά προκύπτουν για τις κατακόρυφες επιφάνειες:

| <b>ZΩNH</b> | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>D</b> | <b>E</b> |
|-------------|----------|----------|----------|----------|
| $w_e$       | -0,77    | -0,46    | 0,385    | -0,23    |

Και για την στέγη:

| <b>ZΩNH</b> | <b>F</b> | <b>G</b> | <b>H</b> | <b>I</b> | <b>J</b> |
|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| $w_e$       | -0,77    | -0,576   | -0,219   | -0,126   | -0,416   |

## **B3. Υπολογισμός εξωτερικών πιέσεων**

Διεύθυνση  $\chi$ - $\chi$  ( $\theta=90^\circ$ ) :

1. Εξωτερική πίεση κατακόρυφων στοιχείων

Από τον πίνακα προκύπτουν:

| <b>ZΩNH</b> | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C</b> | <b>D</b> | <b>E</b> |
|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| $Cp_{e,10}$ | -1,2     | -0,8     | -0,5     | 0,7      | -0,3     |

Και

| <b>ZΩNH</b> | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C</b> | <b>D</b> | <b>E</b> |
|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| $W_o$       | -0,924   | -0,616   | -0,385   | 0,539    | -0,231   |

2. Εξωτερική πίεση στέγης

Σύμφωνα με το σχήμα 7.8 του EN 1991-1-4

| <b>ZΩNH</b> | <b>F</b> | <b>G</b> | <b>H</b> | <b>I</b> |
|-------------|----------|----------|----------|----------|
| $Cp_{e,10}$ | -1,41    | -1,3     | -0,64    | -0,54    |

Και προκύπτει:

| <b>ZΩNH</b> | <b>F</b> | <b>G</b> | <b>H</b> | <b>I</b> |
|-------------|----------|----------|----------|----------|
| $W_o$       | -1,1     | -1       | -0,49    | -0,41    |

#### **B4. Υπολογισμός εσωτερικών πιέσεων και τελικών πιέσεων**

Στην περίπτωση αυτή επίσης ισχύει:

$$c_{p_i} = +0,2 : w_i = 0,154 \text{ KPa}$$

$$c_{p_i} = -0,3 : w_i = -0,231 \text{ KPa}$$

Οπότε προκύπτει:

Για τις κατακόρυφες επιφάνειες:

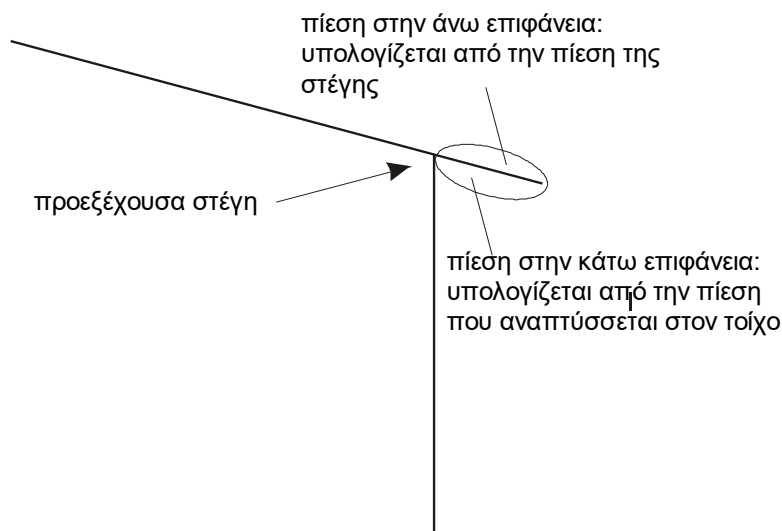
| <b>ZΩNH</b> | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C</b> | <b>D</b> | <b>E</b> |
|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| $W_o$       | -0,77    | -0,46    | -0,231   | 0,31     | -0,08    |

Για την στέγη:

| <b>ZΩNH</b> | <b>F</b> | <b>G</b> | <b>H</b> | <b>I</b> |
|-------------|----------|----------|----------|----------|
| $W_e$       | -0,94    | -84      | -0,34    | -0,26    |

Επειδή οι ζώνες **F,G,H**, έχουν πολύ μικρό εμβαδόν, θεωρείται καθολικό φορτίο ίσο με 0,26KPa και οι διαφορές στα φορτία προστίθενται τοπικά.

## Γ.Υπολογισμός πιέσεων προεξέχουσας στέγης



Σχήμα 2.7 Πιέσεις σε προεξέχουσα στέγη

Σύμφωνα με το παραπάνω σχήμα, και στις δύο παραπάνω περιπτώσεις, για  $\theta=0^\circ$ , θα προκύψει ο παρακάτω συνδυασμός φορτίων:

- -0,77 KPa πίεση στην άνω επιφάνεια
- 0,46 KPa πίεση στην κάτω επιφάνεια

### 2.2.5 Σεισμικές Δράσεις

Ως σεισμικές δράσεις σχεδιασμού θεωρούνται οι ταλαντώσεις του κτιρίου λόγω του σεισμού, οι οποίες ονομάζονται σεισμικές διεγέρσεις ή σεισμικές δονήσεις. Οι σεισμικές δράσεις κατατάσσονται επίσης στις τυχηματικές και δε συνδυάζονται με άλλες τυχηματικές δράσεις, όπως επίσης δε συνδυάζονται με τις δράσεις λόγω ανέμου. Είναι λοιπόν αδρανειακές δυνάμεις που προέρχονται από την αντίσταση της μάζας της κατασκευής στην μεταδιδόμενη σε αυτήν κίνηση από το έδαφος. Κατά συνέπεια οι σεισμικές δράσεις εξαρτώνται από την φύση της σεισμικής κίνησης του εδάφους (καθοριζόμενη από την επιτάχυνση, την ταχύτητα, τη χρονική διάρκεια και τη διεύθυνση) και την συμπεριφορά της κατασκευής (καθοριζόμενη από την ακαμψία, την κατανομή μάζας, την απόσβεση, τις ιδιότητες του υλικού κ.τ.λ.).

Σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 8, τα σεισμικά αποτελέσματα και τα αποτελέσματα των άλλων δράσεων που περιλαμβάνονται στη σεισμική κατάσταση σχεδιασμού μπορούν να υπολογιστούν με βάση γραμμική-ελαστική συμπεριφορά του φορέα. Μπορεί λοιπόν να χρησιμοποιηθεί ένας από τους ακόλουθους δύο τύπους γραμμικής-ελαστικής ανάλυσης :

- ♦ Μέθοδος ανάλυσης οριζόντιας φόρτισης
- ♦ Ιδιομορφική ανάλυση φάσματος απόκρισης

Στην παρούσα εργασία η μελέτη του κτιρίου έναντι σεισμού πραγματοποιήθηκε μέσω της Ιδιομορφικής Ανάλυσης Φάσματος Απόκρισης, η οποία περιλαμβάνει πλήρη ιδιομορφική ανάλυση του συστήματος και υπολογισμό της μέγιστης σεισμικής απόκρισης για κάθε ιδιομορφή ταλάντωσης. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιήθηκε κατά την επίλυση με το πρόγραμμα.

### Προσδιορισμός της κατηγορίας εδάφους

Από άποψη σεισμικής επικινδυνότητας, τα εδάφη κατατάσσονται σε πέντε κατηγορίες Α, Β, Γ, Δ και Ε. Το παρόν κτίριο εδράζεται σε έδαφος κατηγορίας Β (αποθέσεις πολύ πυκνής άμμου, χαλικιών ή πολύ σκληρής αργίλου, πάχους τουλάχιστον αρκετών δεκάδων μέτρων, που χαρακτηρίζονται από βαθμιαία βελτίωση των μηχανικών ιδιοτήτων με το βάθος) σύμφωνα με τον πίνακα 3.2, όπως αυτός συμπεριλαμβάνεται στον Ευρωκώδικα 8. Παρατίθεται ο πίνακας με τις τρεις πρώτες κατηγορίες εδάφους.

**Πίνακας 4. Κατηγορίες εδάφους κατά ΕΚ8**

| <b>ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ</b> | <b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ</b>  |
|------------------|---|
| <b>A</b>         | Βραχώδεις ή ημιβραχώδεις σχηματισμοί εκτεινόμενοι σε αρκετή έκταση και βάθος, με την προϋπόθεση ότι δεν παρουσιάζουν έντονη αποσάθρωση.   |
|                  | Στρώσεις πυκνού κοκκώδους υλικού με μικρό ποσοστό ιλοαργιλικών προσμίξεων, πάχους μικρότερου των 70μ.   |
|                  | Στρώσεις πολύ σκληρής προσυμπιεσμένης αργίλου πάχους μικρότερου των 70μ.  |
| <b>B</b>         | Εντόνως αποσαθρωμένα βραχώδη ή εδάφη που από μηχανική άποψη μπορούν να εξομοιωθούν με κοκκώδη.  |
|                  | Στρώσεις κοκκώδους υλικού μέσης πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 5μ ή μεγάλης πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 70μ.<br><br>Στρώσεις σκληρής προσυμπιεσμένης αργίλου πάχους μεγαλύτερου των 70μ. |
| <b>Γ</b>         | Στρώσεις κοκκώδους υλικού μικρής σχετικής πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 5μ ή μέσης πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 70μ.   |
|                  | Ιλοαργιλικά εδάφη μικρής αντοχής σε πάχος μεγαλύτερο των 5μ.  |



## **Συντελεστής σπουδαιότητας**

Τα κτίρια κατατάσσονται σε τέσσερις κατηγορίες σπουδαιότητας ανάλογα με τις κοινωνικοοικονομικές συνέπειες που μπορεί να έχει ενδεχόμενη καταστροφή ή διακοπή της λειτουργίας τους. Σε κάθε κατηγορία σπουδαιότητας αντιστοιχεί μια τιμή του συντελεστή σπουδαιότητας  $\gamma_I$ .

Για κατηγορία σπουδαιότητας II (συνήθη κτίρια κατοικιών και γραφείων, βιομηχανικά κτίρια, ξενοδοχεία κτλ.) ο συντελεστής σπουδαιότητας είναι ίσος με 1.

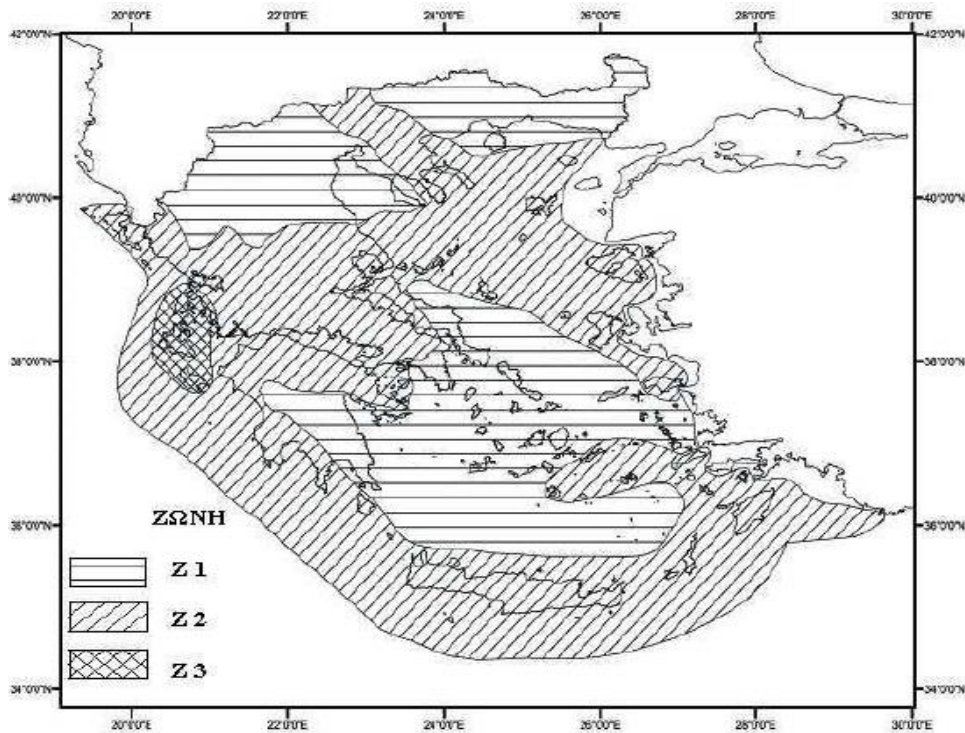
## **Σεισμική επιτάχυνση εδάφους**

Σε κάθε ζώνη αντιστοιχεί μια τιμή σεισμικής επιτάχυνσης  $A$  που έχει ληφθεί από τον χάρτη ζωνών στο Εθνικό Προσάρτημα, και σύμφωνα με τα σεισμολογικά δεδομένα έχει πιθανότητα υπέρβασης 10% στα 50 έτη, με βάση τη σχέση  $A=a \cdot g$ . Για ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας I, η σεισμική επιτάχυνση του εδάφους είναι  $A=0,16g$ .

## **Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας**

Η ένταση των εδαφικών σεισμικών διεγέρσεων, καθορίζεται συμβατικά με μια μόνο παράμετρο, τη μέγιστη σεισμική επιτάχυνση  $A$  και καθορίζεται ανάλογα με τη ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας στην οποία βρίσκεται το έργο. Η χώρα μας χωρίζεται σε τρεις Ζώνες Σεισμικής Επικινδυνότητας ( I , II , III ) τα όρια των οποίων καθορίζονται στον χάρτη σεισμικής επικινδυνότητας. Σε κάθε ζώνη αντιστοιχεί μια τιμή σεισμικής επιτάχυνσης, η οποία έχει πιθανότητα υπέρβασης 10% στα 50 έτη (ή περίοδο επαναφοράς 457 έτη).

Για την παρούσα κατασκευή γίνεται η θεώρηση πως βρίσκεται στη Ζώνη Σεισμικής Επικινδυνότητας I.



Σχήμα 2.8 Ζώνες σεισμικής επικινδυνότητας

### Συντελεστής συμπεριφοράς $q$

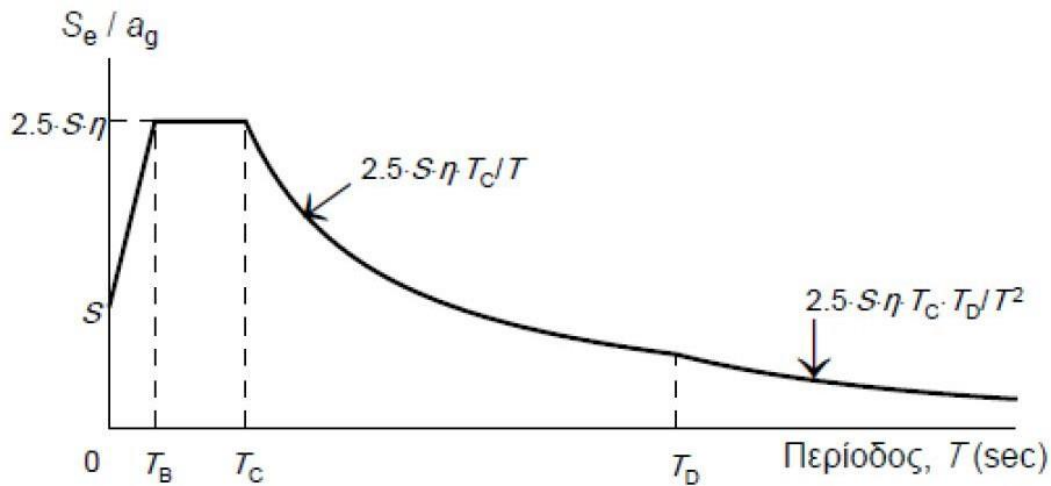
Για να αποφευχθεί η εκτέλεση πλήρως ανελαστικής ανάλυσης στην μελέτη, η ικανότητα του φορέα για απόδοση ενέργειας, κυρίως μέσω της πλάστιμης συμπεριφοράς των στοιχείων του ή/και άλλων μηχανισμών, λαμβάνεται υπόψη με εκτέλεση ελαστικής ανάλυσης βασισμένης σε φάσμα απόκρισης μειωμένο σε σχέση με το ελαστικό, που ονομάζεται εφεξής "φάσμα σχεδιασμού". Η μείωση αυτή επιτυγχάνεται με την εισαγωγή του συντελεστή συμπεριφοράς  $q$ . Στην συγκεκριμένη εργασία επιλέγεται  $q=1,5$ .

### Φάσμα Σχεδιασμού

Κατασκευάστηκαν τα φάσματα σχεδιασμού για τις οριζόντιες και κατακόρυφες συνιστώσες του σεισμού. Για την κατασκευή των φασμάτων έγιναν λοιπόν οι ακόλουθες παραδοχές :

- Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας I (Επιτάχυνση  $A=0,16$  g)
- Κατηγορία εδάφους B
- Κατηγορία σπουδαιότητας II (συνήθη κτίρια),  $\gamma=1,00$
- Συντελεστής συμπεριφοράς  $q= 1,50$

Για τις οριζόντιες συνιστώσες της σεισμικής δράσης το φάσμα σχεδιασμού,  $S_d(T)$  ορίζεται ως εξής (EK8) :



$$sd(T) = ag \cdot S \cdot \left[ \frac{2}{3} + \frac{T}{T_B} \cdot \left( \frac{2,5}{q} - \frac{2}{3} \right) \right]$$

Για  $0 < T < T_b$

$$sd(T) = ag \cdot S \cdot \frac{2,5}{q}$$

Για  $T_b < T < T_c$

$$sd(T) = ag \cdot S \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \frac{T_c}{T} \geq \beta \cdot ag$$

Για  $T_c < T < T_d$

$$sd(T) = ag \cdot S \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \frac{T_c \cdot T_d}{T^2} \geq \beta \cdot ag$$

Για  $T_d < T < 4\text{sec}$

όπου:

$S_d(T)$  είναι η φασματική επιτάχυνση σχεδιασμού

$T$  είναι η περίοδος ταλάντωσης ενός γραμμικού συστήματος μίας ελεύθερης κίνησης

$ag$  είναι η εδαφική επιτάχυνση σχεδιασμού σε έδαφος κατηγορίας B ( $ag = \gamma I^* ag_R$ )

$T_B$  είναι η περίοδος κάτω ορίου του κλάδου σταθερής φασματικής επιτάχυνσης

$T_C$  είναι η περίοδος άνω ορίου του κλάδου σταθερής φασματικής επιτάχυνσης

$T_D$  είναι η τιμή της περιόδου που ορίζει την αρχή της περιοχής σταθερής μετακίνησης του φάσματος

$S$  είναι ο συντελεστής εδάφους

$q$  είναι συντελεστής συμπεριφοράς

$\beta$  είναι συντελεστής κατώτατου ορίου για το οριζόντιο φάσμα σχεδιασμού, συνιστώμενη τιμή  $\beta=0,2$

Ακόμη, για έδαφος κατηγορίας B θα έχουμε :  
 $S=1.2$  ,  $TB=0.15\text{sec}$  ,  $TC=0.50\text{sec}$  και  $TD=2.00\text{sec}$

**Πίνακας 5. Παράμετροι φασμάτων ελαστικής απόκρισης**

| Εδαφικός Τύπος | S    | TB(s) | TC(s) | TD(S) |
|----------------|------|-------|-------|-------|
| A              | 1    | 0,15  | 0,4   | 2,5   |
| B              | 1,2  | 0,15  | 0,5   | 2,5   |
| C              | 1,15 | 0,2   | 0,6   | 2,5   |
| D              | 1,35 | 0,2   | 0,8   | 2,5   |
| E              | 1,4  | 0,15  | 0,5   | 2,5   |

## 2.3 Συνδυασμοί δράσεων

Ανάλογα με το είδος, τη μορφή και τη θέση της κατασκευής, προσδιορίζονται οι διάφορες χαρακτηριστικές τιμές των δράσεων, οι οποίες επενεργούν σ' αυτήν. Οι δράσεις αυτές, πολλαπλασιασμένες με κατάλληλους συντελεστές (επιμέρους συντελεστές ασφαλείας  $\gamma$ ), συνδυάζονται μεταξύ τους καταλλήλως (συντελεστές συνδυασμού  $\psi$ ) για κάθε μία από τις δύο οριακές καταστάσεις και στη συνέχεια εφαρμόζονται επί του φορέα. Είναι προφανές ότι οι δράσεις που υπεισέρχονται στους συνδυασμούς ενεργούν ταυτόχρονα.

Οριακές καταστάσεις είναι οι καταστάσεις πέρα των οποίων ο φορέας ή τμήμα αυτού δεν ικανοποιεί πλέον τα κριτήρια σχεδιασμού του.

Διακρίνονται οι παρακάτω δύο κατηγορίες:

- ❖ Οριακή κατάσταση αστοχίας (ΟΚΑ)
- ❖ Οριακή κατάσταση λειτουργικότητας (ΟΚΛ)

Οι επιμέρους συντελεστές ασφαλείας χρησιμοποιούνται, προκειμένου να ληφθούν υπόψη πιθανές δυσμενείς αποκλίσεις ή πιθανή μη ακριβής προσομοίωση των δράσεων, καθώς και αβεβαιότητες στον προσδιορισμό των αποτελεσμάτων των δράσεων (εντατικά μεγέθη,

μετακινήσεις κλπ.). Οι τιμές των επιμέρους συντελεστών ασφαλείας των δράσεων δίνονται στον Πίνακα ακολουθεί.

|                | ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ<br>ΑΣΤΟΧΙΑΣ |                     | ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ<br>ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑΣ |                     |
|----------------|------------------------------|---------------------|--------------------------------------|---------------------|
|                | Δυσμενής<br>επίδραση         | Ευμενής<br>επίδραση | Δυσμενής<br>επίδραση                 | Ευμενής<br>επίδραση |
| γ <sub>G</sub> | 1,35                         | 1                   | 1                                    | 1                   |
| γ <sub>Q</sub> | 1,5                          | 0                   | 1                                    | 0                   |

Η πιθανότητα χρονικής σύμπτωσης των μέγιστων τιμών διαφόρων ανεξάρτητων δράσεων είναι μικρή. Για το λόγο αυτό κατά την εξέταση των συνδυασμών των μεταβλητών δράσεων εισάγονται οι συντελεστές συνδυασμού  $\psi$ . Οι συντελεστές αυτοί εκφράζουν το ποσοστό της χαρακτηριστικής τιμής μιας δράσης, το οποίο, για την εξεταζόμενη κατάσταση, έχει μεγάλη πιθανότητα χρονικής ταύτισης με άλλες δράσεις και δίνονται στον παρακάτω πίνακα :

**Πίνακας 6. Συντελεστές  $\psi$**

| Δράσεις  | $\psi_0$ | $\psi_1$ | $\psi_2$ |
|--|----------|----------|----------|
| Επιβαλλόμενα φορτία σε κτήρια, κατηγορία (βλέπε EN 1991-1-1)                                       |          |          |          |
| Κατηγορία A: κατοικίες, συνήθη κτήρια κατοικιών  | 0,7      | 0,5      | 0,3      |
| Κατηγορία B: χώροι γραφείων  | 0,7      | 0,5      | 0,3      |
| Κατηγορία C: χώροι συνάθροισης   | 0,7      | 0,7      | 0,6      |
| Κατηγορία D: χώροι καταστημάτων  | 0,7      | 0,7      | 0,6      |
| Κατηγορία E: χώροι αποθήκευσης   | 1,0      | 0,9      | 0,8      |
| Κατηγορία F: χώροι κυκλοφορίας οχημάτων<br>βάρος οχημάτων $\leq 30\text{kN}$                       | 0,7      | 0,7      | 0,6      |
| Κατηγορία G: χώροι κυκλοφορίας οχημάτων<br>$30\text{kN} < \text{βάρος οχημάτων} \leq 160\text{kN}$ | 0,7      | 0,5      | 0,3      |
| Κατηγορία H: στέγες  | 0        | 0        | 0        |
| Φορτία χιονιού επάνω σε κτήρια (βλέπε EN 1991-1-3)*  |          |          |          |
| Φιλανδία, Ισλανδία, Νορβηγία, Σουηδία  | 0,70     | 0,50     | 0,20     |
| Υπόλοιπα Κράτη Μέλη του CEN για τοποθεσίες που<br>βρίσκονται σε υψόμετρο $H > 1000\text{ m}$       | 0,70     | 0,50     | 0,20     |
| Υπόλοιπα Κράτη Μέλη του CEN για τοποθεσίες που<br>βρίσκονται σε υψόμετρο $H \leq 1000\text{ m}$    | 0,50     | 0,20     | 0        |
| Φορτία ανέμου σε κτήρια (βλέπε EN 1991-1-4)  | 0,6      | 0,2      | 0        |
| Θερμοκρασία (μη-πυρκαϊάς) σε κτήρια (βλέπε EN 1991-1-5)  | 0,6      | 0,5      | 0        |
| ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Οι τιμές $\psi$ μπορούν να καθορισθούν από το Εθνικό Προσάρτημα.                         |          |          |          |
| * Για χώρες οι οποίες δεν αναφέρονται παρακάτω, βλέπε συναφείς τοπικές συνθήκες.                   |          |          |          |

### 2.3.1 Οριακή κατάσταση αστοχίας

$$\sum_{j \geq i} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_p P + \gamma_{Q,I} Q_{k,I} + \sum_{j > i} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

όπου "+" σημαίνει "επαλληλία με"

$G_{k,j}$ : χαρακτηριστική τιμή επικρατέστερης μεταβλητής δράσης

$Q_{k,i}$ : χαρακτηριστική τιμή λοιπών μεταβλητών δράσεων  $i$

$P$ : χαρακτηριστική τιμή προέντασης

$\gamma_{G,j}$ : επιμέρους συντελεστές ασφαλείας για τη μόνιμη δράση  $j$   $\gamma_{Q,i}$ : επιμέρους συντελεστές ασφαλείας για τη μεταβλητή δράση  $i$   $\gamma_p$ : επιμέρους συντελεστές ασφαλείας για την προένταση

$\psi_{0,i}$ : συντελεστές συνδυασμού των μεταβλητών δράσεων (σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό πρότυπο EN 1990)

Οι τιμές του  $\gamma$  που προτείνονται για τους ελέγχους είναι οι ακόλουθες:

$\gamma_{G,j} = 1.35$ , όπου είναι δυσμενής και  $1.00$  όπου είναι ευνοϊκή  $\gamma_{Q,I} = 1.50$ , όπου είναι δυσμενής και  $0$  όπου είναι ευνοϊκή  $\gamma_{Q,i} = 1.50$ , όπου είναι δυσμενής και  $0$  όπου είναι ευνοϊκή.

Ο βασικός έλεγχος μιας οριακής κατάστασης αστοχίας ή υπερβολικής παραμόρφωσης μιας διατομής, ενός στοιχείου ή μιας σύνδεσης πραγματοποιείται με την ανίσωση :

$$E_d \leq R_d$$

όπου  $E_d$  : η τιμή του σχεδιασμού του αποτελέσματος των δράσεων, π.χ. Εντατικό μέγεθος (N, M, V) ή ένα διάνυσμα που εκφράζει διάφορα εντατικά μεγέθη.

$R_d$  : η τιμή σχεδιασμού της αντίστοιχης αντοχής.

#### Δυσμενής Συνδυασμός :

- Με βασικό μεταβλητό φορτίο το ωφέλιμο φορτίο Q  
 $1,35G+1,5Q+1,5 \cdot 0,6W_0+1,5 \cdot 0,5S$   
 $1,35G+1,5Q+1,5 \cdot 0,6W_{90}+1,5 \cdot 0,5S$
- Με βασικό μεταβλητό φορτίο τον άνεμο W  
 $1,35G+1,5W_0+1,5 \cdot 0,7Q+1,5 \cdot 0,5S$   
 $1,35G+1,5W_{90}+1,5 \cdot 0,7Q+1,5 \cdot 0,5S$
- Με βασικό μεταβλητό το χιόνι S  
 $1,35G+1,5S+1,5 \cdot 0,7Q+1,5 \cdot 0,6W_0$   
 $1,35G+1,5S+1,5 \cdot 0,7Q+1,5 \cdot 0,6W_{90}$

#### Ευμενής Συνδυασμός :

- G + Q

### 2.3.2 Οριακή κατάσταση αστοχίας (για καταστάσεις σεισμού)

$$\sum_{j \geq i} G_{k,j} "+" P "+" A_{Ed} "+" \sum_{j \geq i} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

όπου "+" σημαίνει "επαλληλία με"

$G_{k,j}$ : χαρακτηριστική τιμή των μόνιμων δράσεων

$Q_{k,i}$ : χαρακτηριστική τιμή λοιπών μεταβλητών δράσεων  $i$

$P$ : χαρακτηριστική τιμή προέκτασης

$A_{ED}$ : τιμή σχεδιασμού της σεισμικής δράσης

$\psi_{2,i}$ : συντελεστές συνδυασμού των μεταβλητών δράσεων (σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό πρότυπο EN 1990)

### Οριακή κατάσταση αστοχίας (για καταστάσεις σεισμού):

- $G + AED + 0.60 \cdot Q$

Η σεισμική δύναμη AED υπολογίζεται από το πρόγραμμα Robot Structural Analysis, ως συνδυασμός τριών σεισμικών συνιστωσών, για κάθε άξονα του χώρου x, y, z.

### 2.3.3 Οριακή κατάσταση λειτουργικότητας

$$\sum_{j \geq i} G_{k,j} "+" P "+" Q_{k,l} "+" \sum_{j > i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

όπου  $C_d$ : η οριακή τιμή σχεδιασμού του συναφούς κριτηρίου λειτουργικότητας

$E_d$ : η τιμή του σχεδιασμού των αποτελεσμάτων των δράσεων, οι οποίες καθορίζονται στα πλαίσια του κριτηρίου λειτουργικότητας και η οποία προσδιορίζεται βάσει του σχετικού συνδυασμού.

Οι προτεινόμενες τιμές των συντελεστών συνδυασμού  $\psi_i$  σύμφωνα με τις διατάξεις του Ευρωκώδικα είναι οι εξής:

- $\psi_0 = 0,7$ , επιβαλλόμενα φορτία σε κτίρια (κινητά) (EN 1991-1-1)
- $\psi_0 = 0,6$ , φορτία ανέμου σε κτίρια (EN 1991-1-4)
- $\psi_0 = 0,5$ , φορτία χιονιού σε κτίρια (EN 1991-1-3)
- $\psi_2 = 0,6$ , επιβαλλόμενα φορτία σε κτίρια (κινητά) (EN 1991-1-1)
- $\psi_2 = 0$ , φορτία ανέμου σε κτίρια (EN 1991-1-4)
- $\psi_2 = 0$ , φορτία χιονιού σε κτίρια (EN 1991-1-3)

Συνδυασμοί :

- Θεωρώντας βασικό μεταβλητό φορτίο το ωφέλιμο φορτίο Q  
 $G+Q+0,6W_0+0,5S$   
 $G+Q+0,6W_{90}+0,5S$
- Θεωρώντας βασικό μεταβλητό φορτίο τον άνεμο W  
 $G+W_0+0,7Q+0,5S$   
 $G+W_{90}+0,7Q+0,5S$
- Θεωρώντας βασικό μεταβλητό φορτίο το χιόνι S  
 $G+S+0,7Q+0,6W_0$   
 $G+S+0,7Q+0,6W_{90}$



### 3. Διαστασιολόγηση του Φορέα

Στο συγκεκριμένο μέρος παρουσιάζονται η ανάλυση και η διαστασιολόγηση του φορέα, όπως έγιναν με το πρόγραμμα Robot Structural Analysis. Παρουσιάζονται τα εντατικά μεγέθη για τους συνδυασμούς φορτίσεων, οι έλεγχοι διατομών και μελών, οι τελικές διατομές των μελών. Θα παρουσιαστούν δύο διαφορετικές αναλύσεις, για τις δύο διαφορετικές περιπτώσεις της κατασκευής. Σημαντική για την ανάγνωση των κρίσιμων συνδυασμών δράσεων, είναι η αρίθμηση των δράσεων όπως έχει γίνει από το Robot. Τέλος, στο παράρτημα δίνονται ολοκληρωμένα τα υπολογιστικά σημειώματα που έδωσε το Robot.

- 1= Ίδιο βάρος
- 2= Επιπρόσθετα μόνιμα φορτία
- 3= Επιβαλλόμενα κινητά φορτία
- 4= Φορτία χιονιού
- 5= Φορτίο ανέμου 90°
- 6= Φορτίο ανέμου 0°

#### 3.1 Υποστυλώματα

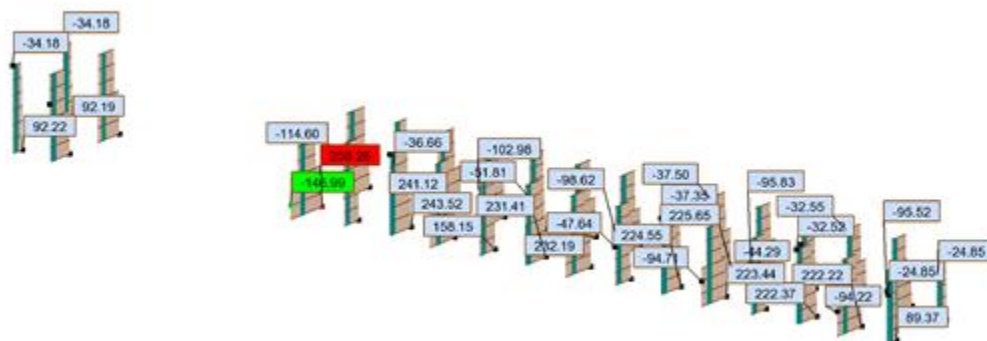
Λόγω της ύπαρξης πλευρικών ανοιγμάτων, είναι να αναγκαίο να γίνει ξεχωριστή διαστασιολόγηση για τα υποστυλώματα του ανοίγματος, καθώς λόγω μεγάλων δράσεων, θα οδηγηθούμε σε μεγαλύτερες διατομές.

##### 3.1.1 1<sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες ανοιχτές

Στην περίπτωση αυτή, κρίσιμος έλεγχος για τον ορισμό της διατομής των υποστυλωμάτων ήταν για το υποστυλώμα 1027, ο συνδυασμός στην ΟΚΛ με κυρίαρχη δράση τον άνεμο 0°:

$$\text{➤ } 19 \text{ COMB13 } (1+2+6)*1.00+3*0.70+4*0.50.$$

Προκύπτει επικόμβια μετατόπιση :  $v_y = 5.9 \text{ cm} < v_{y \text{ max}} = L/150.00 = 6.2 \text{ cm}$   
Επιλέγεται διατομή HEA 450.



Σχήμα 3.1 Περιβάλλουσα αξονικών δυνάμεων υποστυλωμάτων για COMB13

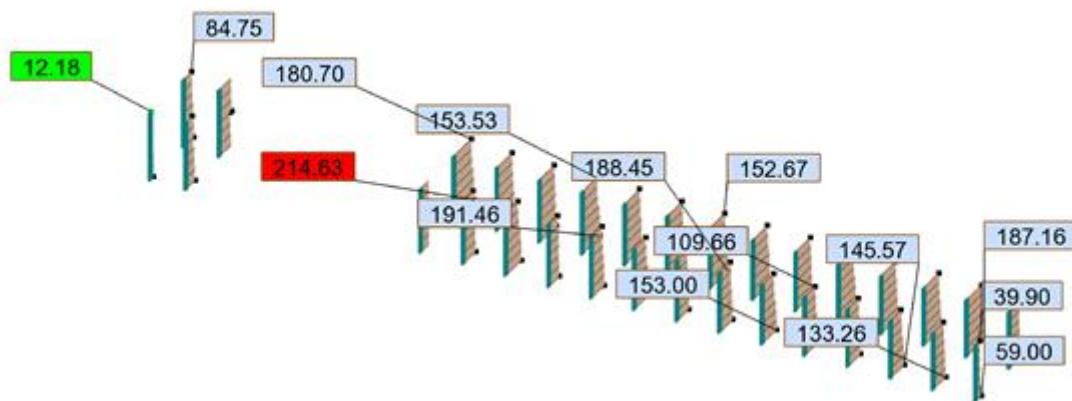
### 3.1.2 2<sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες κλειστές

Και στην περίπτωση αυτή ο κρίσιμος συνδυασμός δίνεται από ΟΚΛ και αφορά το υποστύλωμα 1027 με κυρίαρχη δράση, τον άνεμο 0°:

$$\text{➤ } 19 \text{ COMB13 } (1+2+6)*1.00+3*0.70+4*0.50$$

Προκύπτει επικόμβια μετατόπιση:  $v_y = 6.5 \text{ cm} < v_y \text{ max} = L/150.00 = 6.5 \text{ cm}$

Επιλέγεται διατομή HEA 500.



Σχήμα 3.2 Περιβάλλουσα αξονικών δυνάμεων υποστυλωμάτων για COMB13

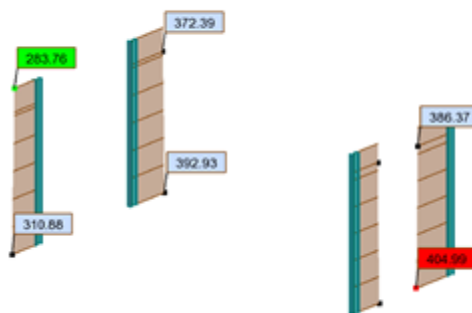
## 3.2 Υποστυλώματα πλευρικών ανοιγμάτων

### 3.2.1 1<sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες ανοιχτές

Κρίσιμος έλεγχος για τον ορισμό της διατομής των υποστυλωμάτων ήταν για το υποστύλωμα πλευρικών ανοιγμάτων 1108, ο συνδυασμός στην ΟΚΛ με κυρίαρχη δράση τον άνεμο 0°:

$$\text{➤ } 19 \text{ COMB13 } (1+2+6)*1.00+3*0.70+4*0.50$$

Προκύπτει επικόμβια μετατόπιση:  $v_y = 5.8 \text{ cm} < v_y \text{ max} = L/150.00 = 6.2 \text{ cm}$   
Επιλέγεται διατομή HEA 550



Σχήμα 3.3 Περιβάλλουσα αξονικών δυνάμεων υποστυλωμάτων πλευρικών ανοιγμάτων

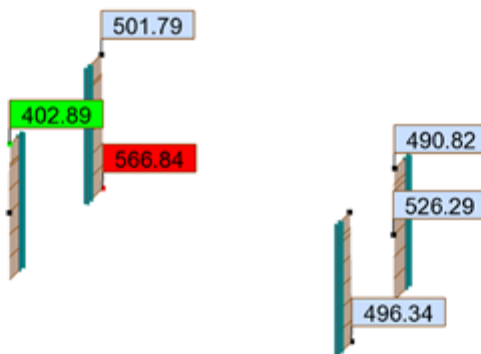
### 3.2.2 2<sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες κλειστές

Κρίσιμος έλεγχος για τον ορισμό της διατομής των υποστυλωμάτων ήταν για το υποστύλωμα πλευρικών ανοιγμάτων 1108, ο συνδυασμός στην ΟΚΛ με κυρίαρχη δράση τον άνεμο 0°:

- 19 COMB13 (1+2+6)\*1.00+3\*0.70+4\*0.50.

Προκύπτει επικόμβια μετατόπιση:  $v_y = 5.7 \text{ cm} < v_{y \text{ max}} = L/150.00 = 6.4 \text{ cm}$

Επιλέγεται διατομή HEB 500



Σχήμα 3.4 Περιβάλλουσα αξονικών δυνάμεων υποστυλωμάτων πλευρικών ανοιγμάτων

### 3.3 Κεφαλοδοκοί

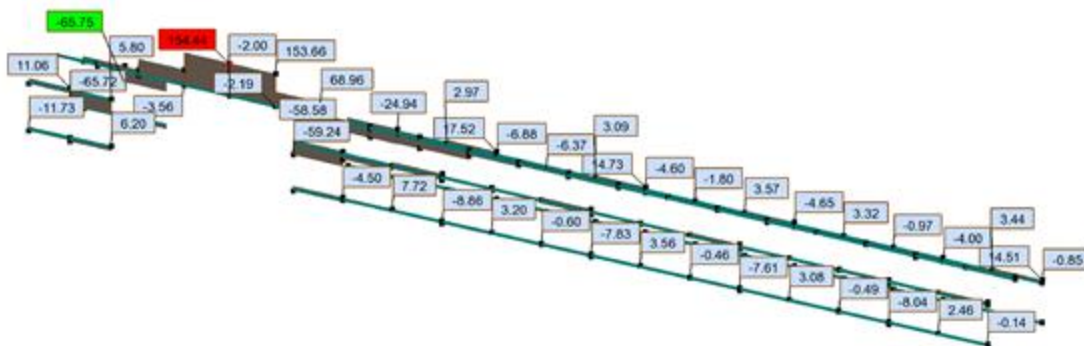
#### 3.3.1 1<sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες ανοιχτές

Κρίσιμος έλεγχος για τον ορισμό της διατομής των κεφαλοδοκών, είναι για την δοκό 1083, ο συνδυασμός στην ΟΚΛ, με κυρίαρχη δράση το χιόνι:

$$\text{➤ } 15 \text{ COMB9 } (1+2+4)*1.00+3*0.70+6*0.60$$

Προκύπτει επικόμβια μετατόπιση:  $uz = 2.1 \text{ cm} < uz \text{ max} = L/250.00 = 2.4 \text{ cm}$

Επιλέγεται διατομή HEA 180



Σχήμα 3.5 Περιβάλλουσα αξονικών δυνάμεων κεφαλοδοκών

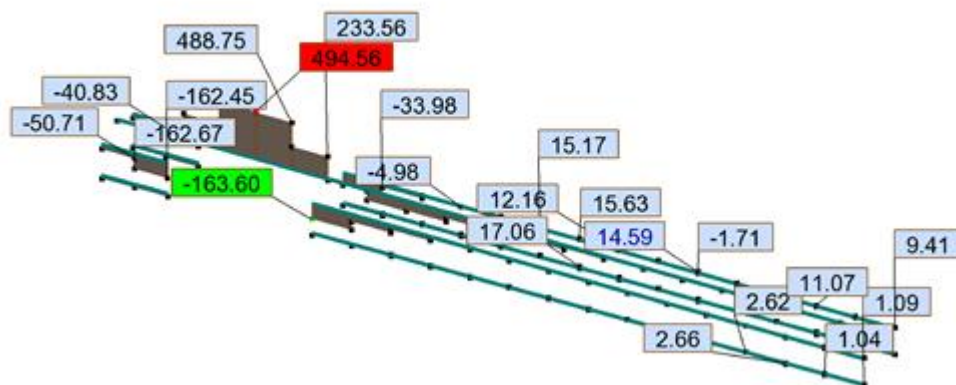
#### 3.3.2 2<sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες κλειστές

Κρίσιμος έλεγχος για τον ορισμό της διατομής των κεφαλοδοκών στην περίπτωση κλειστών κύριων πορτών, είναι για την δοκό 72, ο σεισμικός συνδυασμός:

$$\text{➤ } 31 \text{ COMB22 } (1+2+25)*1.00+3*0.60$$

Προκύπτει από τον έλεγχο μέλους:  $N_{Ed}/N_{t,Rd} + M_{y,Ed}/M_{y,c,Rd} + M_{z,Ed}/M_{z,c,Rd} = 0.58 < 1.00$

Επιλέγεται διατομή HEA 300



Σχήμα 3.6 Περιβάλλουσα αξονικών δυνάμεων κεφαλοδοκών

### 3.4 Δικτυώματα

Τα δικτυώματα θα παρουσιαστούν σε δύο διαφορετικές κατηγορίες. Πρώτη θα είναι οι άνω και κάτω βάσεις των δικτυωμάτων και δεύτερη, τα εσωτερικά μέλη.

#### 3.4.1 1<sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες ανοιχτές

Η διατομή για τις βάσεις των δικτυωμάτων προκύπτει από τον έλεγχο του μέλους 42 σε ΟΚΛ με κρίσιμο φορτίο αυτό του ανέμου 0°:

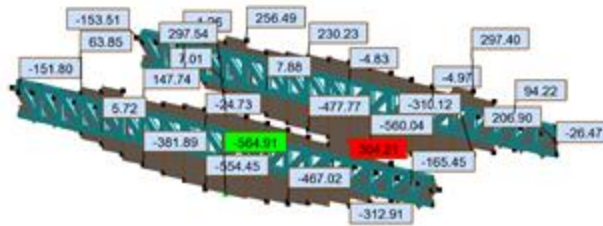
- 19 COMB13 (1+2+6)\*1.00+3\*0.70+4\*0.50

Προκύπτει επικόμβια μετατόπιση:  $v_y = 0.5 \text{ cm} < v_{y \text{ max}} = L/150.00 = 0.7 \text{ cm}$   
Επιλέγεται διατομή TCAR 250x10

Η διατομή για τα εσωτερικά μέλη των δικτυωμάτων, προκύπτει από τον έλεγχο του μέλους 233 σε ΟΚΛ με κρίσιμο φορτίο αυτό του ανέμου 0°:

- 19 COMB13 (1+2+6)\*1.00+3\*0.70+4\*0.50

Προκύπτει επικόμβια μετατόπιση:  $v_y = 0.7 \text{ cm} < v_{y \text{ max}} = L/150.00 = 0.9 \text{ cm}$   
Επιλέγεται διατομή TCAR 250x8



Σχήμα 3.7 Περιβάλλουσα αξονικών δυνάμεων δικτυωμάτων

### 3.4.2 2<sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες κλειστές

Η διατομή για τις βάσεις των δικτυωμάτων στην περίπτωση με κλειστές τις κύριες πόρτες προκύπτει από τον έλεγχο του μέλους 258, στον συνδυασμό ΟΚΑ με κρίσιμη δράση, αυτή του ανέμου 0°:

$$\text{➤ } 12 \text{ COMB6 } (1+2)*1.35+3*1.05+4*0.75+6*1.50$$

Προκύπτει από τον ολικό έλεγχο σταθερότητας:  $N_{Ed}/(X_z*N_{Rk}/gM1) + k_{zy}*M_{y,Ed,max}/(X_{LT}*M_{y,Rk}/gM1) + k_{zz}*M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.46 < 1.00$

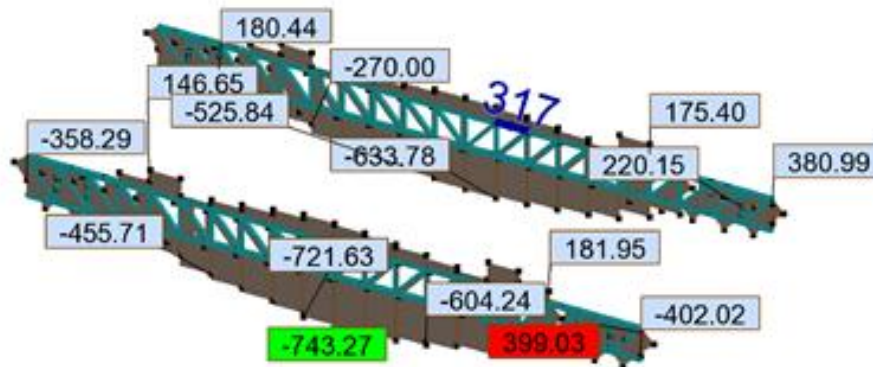
Επιλέγεται διατομή TCAR 150x10

Η διατομή για τα εσωτερικά μέλη των δικτυωμάτων στην περίπτωση με κλειστές τις κύριες πόρτες, προκύπτει από τον έλεγχο του μέλους 259, στον συνδυασμό ΟΚΑ με κρίσιμη δράση, αυτή του ανέμου 0°:

$$\text{➤ } 12 \text{ COMB6 } (1+2)*1.35+3*1.05+4*0.75+6*1.50$$

Προκύπτει από τον ολικό έλεγχο σταθερότητας:  $N_{Ed}/(X_z*N_{Rk}/gM1) + k_{zy}*M_{y,Ed,max}/(X_{LT}*M_{y,Rk}/gM1) + k_{zz}*M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.47 < 1.00$

Επιλέγεται διατομή TCAR 100x8



Σχήμα 3.8 Περιβάλλουσα αξονικών δυνάμεων δικτυωμάτων

### 3.5 Ζυγώματα

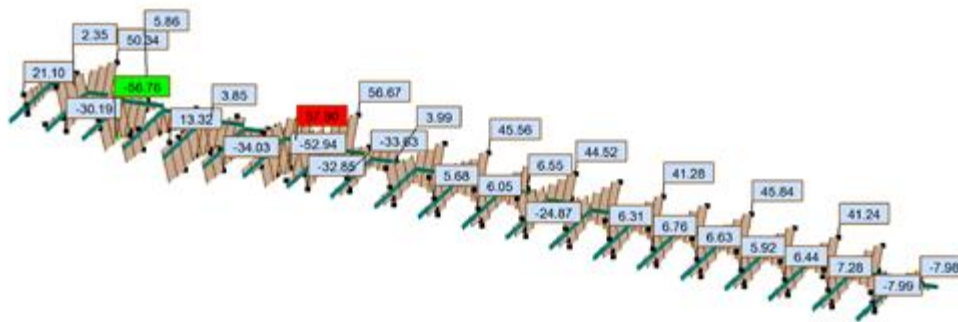
#### 3.5.1 1<sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες ανοιχτές

Η διατομή προκύπτει από τον έλεγχο του μέλους 1229, στον συνδυασμό ΟΚΑ με κρίσιμη δράση, αυτή του ανέμου 0°:

$$\blacktriangleright 12 \text{ COMB6 } (1+2)*1.35+3*1.05+4*0.75+6*1.50$$

Προκύπτει από τον ολικό έλεγχο σταθερότητας:  $M_y, Ed/M_b, R_d = 0.72 < 1.00$

Επιλέγεται διατομή HEA 360



Σχήμα 3.9 Περιβάλλουσα ροπών ζυγωμάτων κατά My

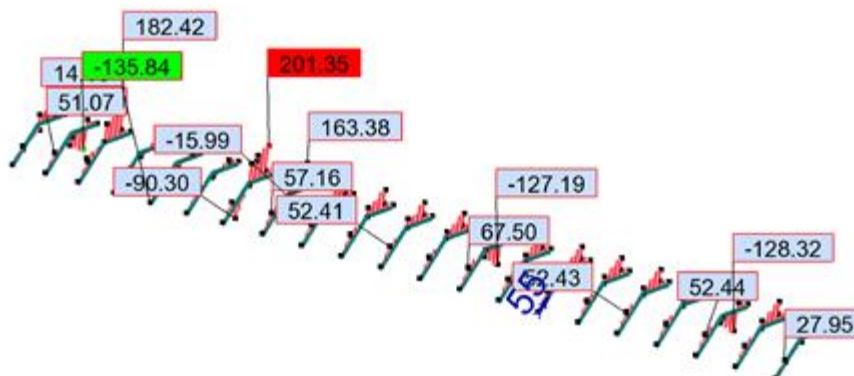
### 3.5.2 2<sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες κλειστές

Η διατομή προκύπτει από τον έλεγχο του μέλους 1028, στον συνδυασμό ΟΚΑ με κρίσιμη δράση, αυτή του ανέμου 0°:

➤ 12 COMB6 (1+2)\*1.35+3\*1.05+4\*0.75+6\*1.50

Προκύπτει από τον ολικό έλεγχο σταθερότητας:  $N,Ed/(X_y*N,Rk/gM1) + k_{yy}*M_y,Ed,max/(X_{LT}*M_y,Rk/gM1) + k_{yz}*M_z,Ed,max/(M_z,Rk/gM1) = 0.69 < 1.00$

Επιλέγεται διατομή HEA 400



Σχήμα 3.10 Περιβάλλουσα ροπών ζυγωμάτων κατά My



## 3.6 Τεγίδες

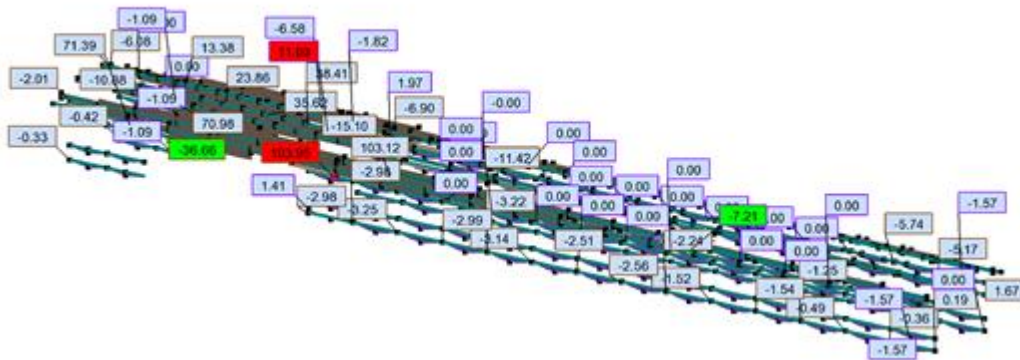
### 3.6.1 1<sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες ανοιχτές

Η διατομή προκύπτει από τον έλεγχο του μέλους 733, στον σεισμικό συνδυασμό:

$$\blacktriangleright 0.7*3 + 0.5*4 + 1*6$$

Προκύπτει από τον ολικό έλεγχο σταθερότητας μέλους:  
 $u_{inst,z} = 1.0 \text{ cm} < u_{inst,max,z} = L/350.00 = 1.7 \text{ cm}$

Επιλέγεται διατομή HEA 180



Σχήμα 3.11 Περιβάλλουσα αξονικών δυνάμεων τεγίδων

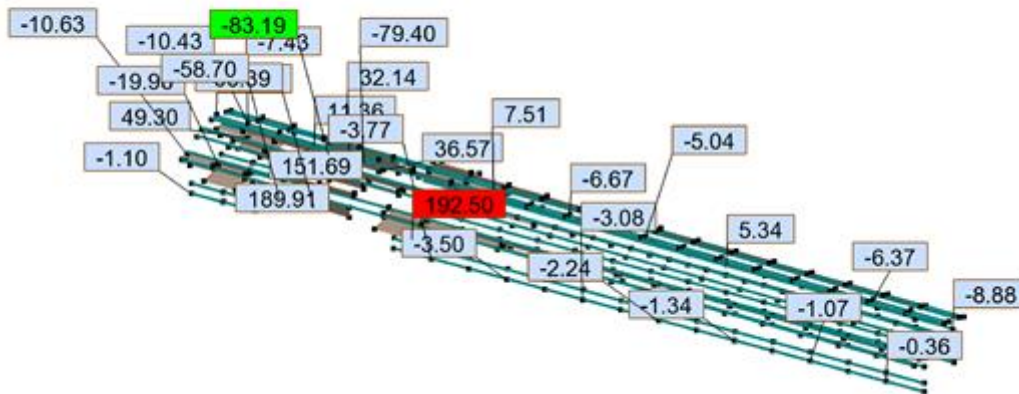
### 3.6.2 2<sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες κλειστές

Η διατομή προκύπτει από τον έλεγχο του μέλους 491, στον σεισμικό συνδυασμό:

$$\blacktriangleright 0.7*3 + 1*4 + 0.5*6$$

Προκύπτει μετατόπιση:  $u_{inst,z} = 1.2 \text{ cm} < u_{inst,max,z} = L/350.00 = 1.7 \text{ cm}$

Επιλέγεται HEA 180



Σχήμα 3.12 Περιβάλλουσα αξονικών δυνάμεων τεγίδων

### 3.7 Χιαστί σύνδεσμοι δυσκαμψίας

#### 3.7.1 1<sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες ανοιχτές

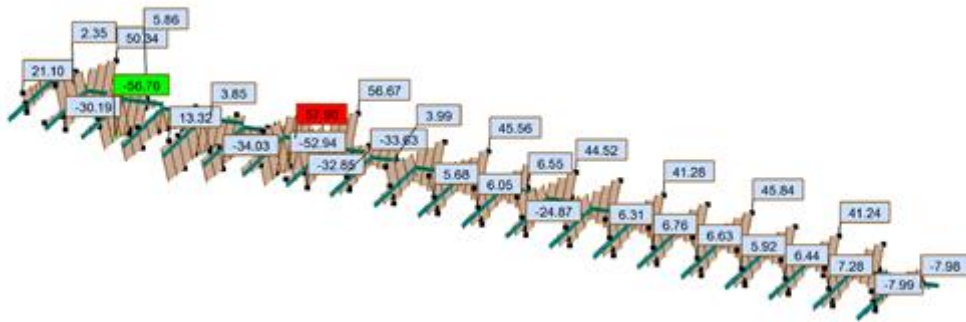
Η συγκεκριμένη κατηγορία χωρίζεται στα χιαστί άνω των δικτυωμάτων και τα υπόλοιπα της κατασκευής. Παρακάτω παρουσιάζονται τα χιαστί άνω των δικτυωμάτων, όντας πιο δυσμενή. Για τα υπόλοιπα χιαστί επιλέγεται διατομή HEA 160

Η διατομή προκύπτει από τον έλεγχο του μέλους 1283, στον συνδυασμό ΟΚΛ, με κρίσιμη δράση, αυτή του ανέμου 0°:

$$\text{➤ } 19 \text{ COMB13 } (1+2+6)*1.00+3*0.70+4*0.50$$

Προκύπτει από τον ολικό έλεγχο σταθερότητας μέλους  $:N,Ed/(Xz*N,Rk/gM1) + kzy*My,Ed,max/(XLT*My,Rk/gM1) + kzz*Mz,Ed,max/(Mz,Rk/gM1) = 0.82 < 1.00$

Επιλέγεται διατομή HEA 180



Σχήμα 3.13 Περιβάλλουσα αξονικών δυνάμεων χιαστί συνδέσμων δυσκαμψίας

### 3.7.2 2<sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες κλειστές

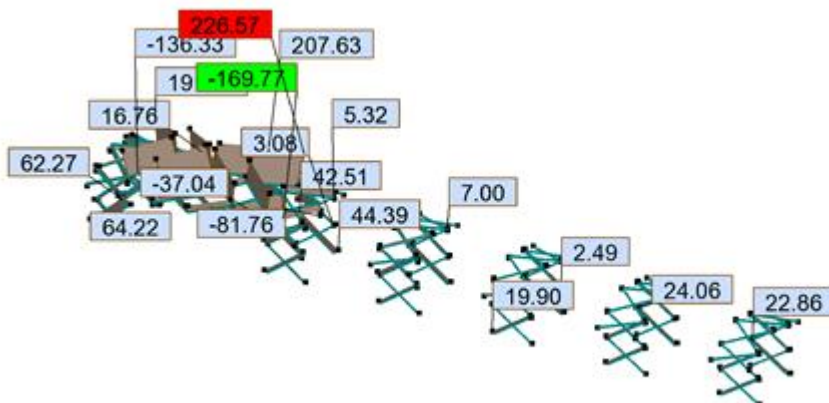
Η συγκεκριμένη κατηγορία χωρίζεται στα χιαστί άνω των δικτυωμάτων και τα υπόλοιπα της κατασκευής. Παρακάτω παρουσιάζονται τα χιαστί άνω των δικτυωμάτων, όντας πιο δυσμενή. Για τα υπόλοιπα χιαστί επιλέγεται διατομή HEA 160.

Η διατομή προκύπτει από τον έλεγχο του μέλους 179, στον συνδυασμό ΟΚΛ, με κρίσιμη δράση, αυτή του ανέμου 0°:

$$\blacktriangleright 19 \text{ COMB13 } (1+2+6)*1.00+3*0.70+4*0.50$$

Προκύπτει από τον ολικό έλεγχο σταθερότητας μέλους:  $N_{Ed}/(X_z*N_{Rk}/\gamma_{M1}) + k_{zy}*M_{y,Ed,max}/(X_{LT}*M_{y,Rk}/\gamma_{M1}) = 0.60 < 1.00$

Επιλέγεται HEA 200



Σχήμα 3.14 Περιβάλλουσα αξονικών δυνάμεων χιαστί συνδέσμων δυσκαμψίας

### 3.8 Παραμορφώσεις

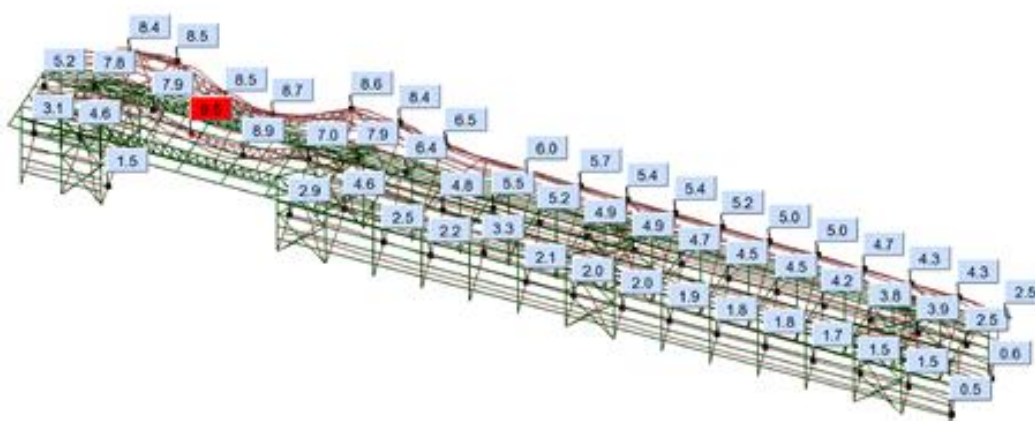
Στις εικόνες που ακολουθούν δίνονται χαρακτηριστικά διαγράμματα των παραμορφώσεων της κατασκευής. Λόγω των μεγάλων ανοιγμάτων ο έλεγχος σε βέλη υπήρξε καθοριστικός στη διαστασιολόγηση των διατομών. Ο περιορισμός των βελών σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 3 φαίνεται στον πίνακα βελών.

Πίνακας 7. Βέλη

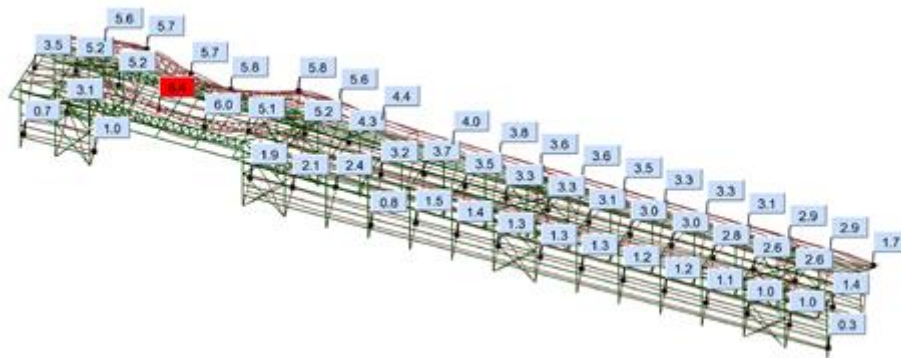
|  | Όρια           |            |
|--|----------------|------------|
|  | $\delta_{max}$ | $\delta_2$ |
| Στέγες (γενικά)  | L/200          | L/250      |
| Στέγες που συχνά φέρουν προσωπικό άλλο από αυτό για συντήρηση  | L/250          | L/300      |
| Πατώματα (γενικά)  | L/250          | L/300      |
| Πατώματα και στέγες που υποστηρίζουν γύψινα ή άλλα ψαθυρά τελειώματα ή μη εύκαμπτα χωρίσματα   | L/250          | L/350      |
| Πατώματα που υποστηρίζουν υποστυλώματα (εκτός εάν το βέλος κάμψης έχει ληφθεί υπ' όψη στην καθολική ανάλυση για τον προσδιορισμό της έσχατης οριακής κατάστασης) | L/400          | L/500      |
| Όπου το $\delta_{max}$ μπορεί να βλάψει την εμφάνιση του κτιρίου   | L/250          |            |

Η κατασκευή που πραγματεύεται η συγκεκριμένη εργασία ανήκει στην πρώτη κατηγορία, οπότε οι έλεγχοι έγιναν με τα όρια L/200 για την ΟΚΑ και L/250 για την ΟΚΛ.

#### 3.8.1 1<sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες ανοιχτές



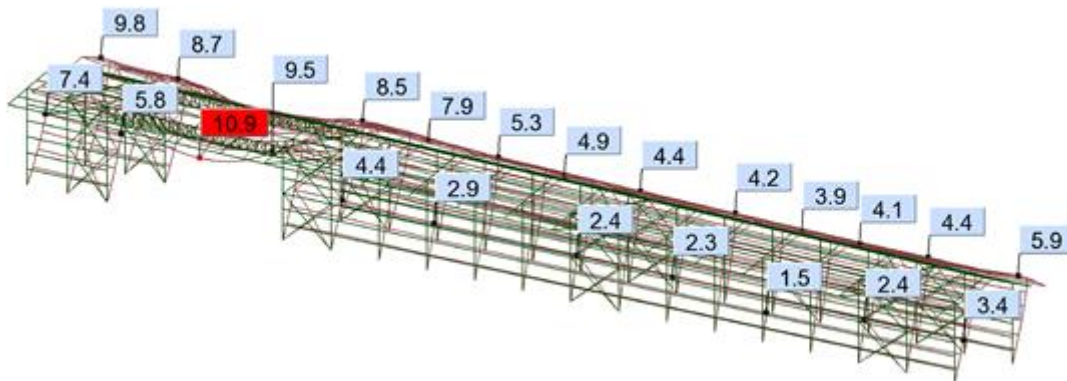
Σχήμα 3.15 Παραμόρφωση φορέα για φορτία ΟΚΑ



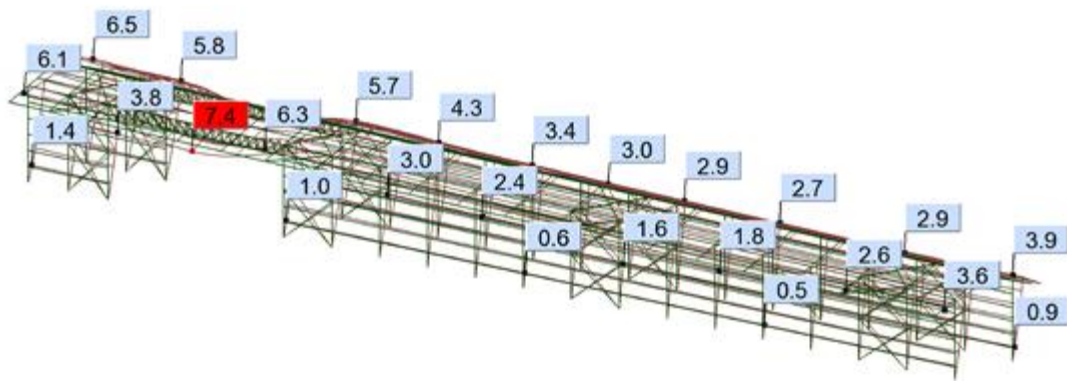
Σχήμα 3.16 Παραμόρφωση φορέα για φορτία ΟΚΛ

- $u_{\max,uls} = 9,5 \text{ cm} < L/200 = 11 \text{ cm}$  Επαληθεύεται
- $u_{\max,sls} = 6,4 \text{ cm} < L/250 = 8,8 \text{ cm}$  Επαληθεύεται

### 3.8.2 2<sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες κλειστές



Σχήμα 3.16 Παραμόρφωση φορέα για φορτία ΟΚΑ



Σχήμα 3.16 Παραμόρφωση φορέα για φορτία ΟΚΛ

- $u_{\max,uls} = 10,9 \text{ cm} < L/200 = 11 \text{ cm}$  Επαληθεύεται
- $u_{\max,sls} = 7,4 \text{ cm} < L/250 = 8,8 \text{ cm}$  Επαληθεύεται

## 4.Σεισμική απόκριση κτιρίου

Στα αποτελέσματα της ιδιομορφικής ανάλυσης λήφθηκε υπόψη η συνεισφορά των μαζών κατά X και Y. Το άθροισμα των ιδιομορφικών μαζών φθάνει το 90% της συνολικής ταλαντούμενης μάζας για τις διευθύνσεις X και Y στην ιδιομορφή 21, στην περίπτωση με ανοιχτές τις κύριες πόρτες και στην ιδιομορφή 23, στην περίπτωση με τις κύριες πόρτες κλειστές.

### 4.1 1<sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες ανοιχτές

| ΙΔΙΟΜΟΡΦΗ | ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ (Hz) | ΠΕΡΙΟΔΟΣ (sec) | ΣΧΕΤ.ΜΑΖΑ. UX (%) | ΣΧΕΤ.ΜΑΖΑ. UY (%) | ΤΡΕΧ.ΜΑΖΑ .UX (%) | ΤΡΕΧ.ΜΑΖΑ .UY (%) | ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΜΑΖΑ UX (kg) | ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΜΑΖΑ UY (kg) |
|-----------|----------------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1         | 0,7            | 1,44           | 0                 | 41,24             | 0                 | 41,24             | 423185,22             | 423185,22             |
| 2         | 0,9            | 1,11           | 0                 | 75,46             | 0                 | 34,22             | 423185,22             | 423185,22             |
| 3         | 0,95           | 1,06           | 0                 | 86,31             | 0                 | 10,85             | 423185,22             | 423185,22             |
| 4         | 1              | 1              | 0                 | 92,82             | 0                 | 6,5               | 423185,22             | 423185,22             |
| 5         | 1,05           | 0,95           | 0                 | 94,37             | 0                 | 1,56              | 423185,22             | 423185,22             |
| 6         | 1,24           | 0,8            | 0                 | 94,41             | 0                 | 0,03              | 423185,22             | 423185,22             |
| 7         | 1,32           | 0,76           | 0                 | 94,41             | 0                 | 0                 | 423185,22             | 423185,22             |
| 8         | 1,35           | 0,74           | 0                 | 94,45             | 0                 | 0,04              | 423185,22             | 423185,22             |
| 9         | 1,42           | 0,7            | 0                 | 94,45             | 0                 | 0                 | 423185,22             | 423185,22             |
| 10        | 1,51           | 0,66           | 0                 | 94,93             | 0                 | 0,48              | 423185,22             | 423185,22             |
| 11        | 1,53           | 0,65           | 0                 | 95,8              | 0                 | 0,87              | 423185,22             | 423185,22             |
| 12        | 3,22           | 0,31           | 0,01              | 95,8              | 0,01              | 0                 | 423185,22             | 423185,22             |
| 13        | 6,04           | 0,17           | 0,75              | 95,8              | 0,75              | 0                 | 423185,22             | 423185,22             |
| 14        | 6,32           | 0,16           | 86,86             | 95,8              | 86,11             | 0                 | 423185,22             | 423185,22             |
| 15        | 7,33           | 0,14           | 86,99             | 95,8              | 0,13              | 0                 | 423185,22             | 423185,22             |
| 16        | 8,17           | 0,12           | 86,99             | 95,8              | 0                 | 0                 | 423185,22             | 423185,22             |
| 17        | 8,46           | 0,12           | 91,1              | 95,8              | 4,11              | 0                 | 423185,22             | 423185,22             |

## 4.2 2<sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες κλειστές

| ΙΔΙΟΜΟΡΦΗ | ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ (Hz) | ΠΕΡΙΟΔΟΣ (sec) | ΣΧΕΤ.ΜΑΖΑ .UX (%) | ΣΧΕΤ.ΜΑΖΑ .UY (%) | ΤΡΕΧ.ΜΑΖΑ .UX (%) | ΤΡΕΧ.ΜΑΖΑ .UY (%) | ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΜΑΖΑ UX (kg) | ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΜΑΖΑ UY (kg) |
|-----------|----------------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1         | 0,8            | 1,25           | 0                 | 49,15             | 0                 | 49,15             | 461448,55             | 461448,55             |
| 2         | 1,04           | 0,96           | 0                 | 90,96             | 0                 | 41,81             | 461448,55             | 461448,55             |
| 3         | 1,15           | 0,87           | 0                 | 94,32             | 0                 | 3,36              | 461448,55             | 461448,55             |
| 4         | 1,31           | 0,76           | 0                 | 95,31             | 0                 | 1                 | 461448,55             | 461448,55             |
| 5         | 1,47           | 0,68           | 0                 | 95,37             | 0                 | 0,06              | 461448,55             | 461448,55             |
| 6         | 2,25           | 0,45           | 0                 | 95,4              | 0                 | 0,03              | 461448,55             | 461448,55             |
| 7         | 2,28           | 0,44           | 0                 | 95,5              | 0                 | 0,1               | 461448,55             | 461448,55             |
| 8         | 2,41           | 0,41           | 0                 | 95,51             | 0                 | 0                 | 461448,55             | 461448,55             |
| 9         | 2,5            | 0,4            | 0                 | 95,61             | 0                 | 0,1               | 461448,55             | 461448,55             |
| 10        | 2,58           | 0,39           | 0                 | 95,61             | 0                 | 0                 | 461448,55             | 461448,55             |
| 11        | 2,65           | 0,38           | 0                 | 95,62             | 0                 | 0,01              | 461448,55             | 461448,55             |
| 12        | 3,61           | 0,28           | 0                 | 95,63             | 0                 | 0                 | 461448,55             | 461448,55             |
| 13        | 3,98           | 0,25           | 0                 | 95,63             | 0                 | 0                 | 461448,55             | 461448,55             |
| 14        | 3,98           | 0,25           | 0                 | 95,63             | 0                 | 0                 | 461448,55             | 461448,55             |
| 15        | 5,09           | 0,2            | 0,01              | 95,63             | 0                 | 0                 | 461448,55             | 461448,55             |
| 16        | 6,24           | 0,16           | 89,85             | 95,63             | 89,84             | 0                 | 461448,55             | 461448,55             |
| 17        | 7,96           | 0,13           | 89,85             | 95,63             | 0                 | 0                 | 461448,55             | 461448,55             |
| 18        | 8,09           | 0,12           | 89,89             | 95,63             | 0,04              | 0                 | 461448,55             | 461448,55             |
| 19        | 8,31           | 0,12           | 89,9              | 95,64             | 0,02              | 0,01              | 461448,55             | 461448,55             |
| 20        | 8,9            | 0,11           | 89,9              | 95,66             | 0                 | 0,02              | 461448,55             | 461448,55             |
| 21        | 9,36           | 0,11           | 90,5              | 95,66             | 0,6               | 0                 | 461448,55             | 461448,55             |

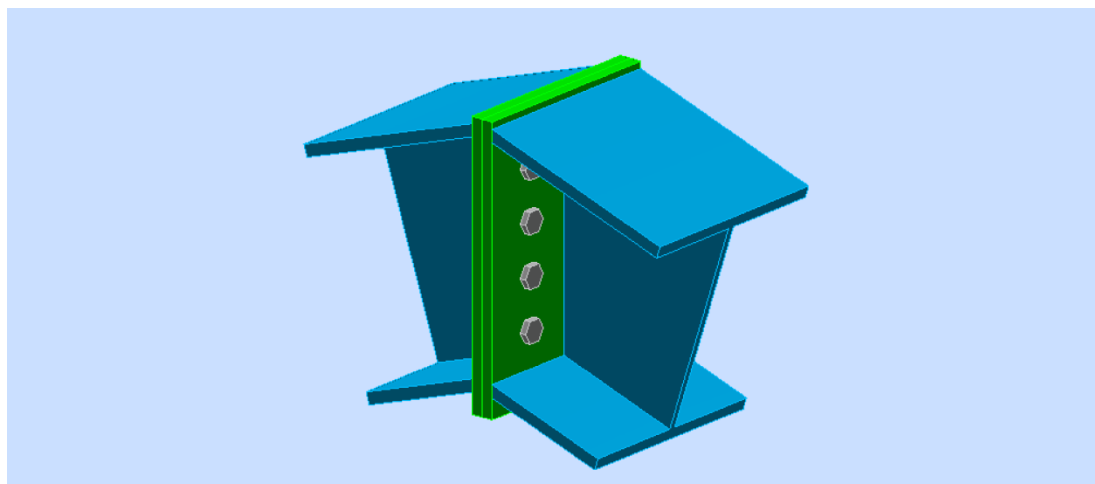


## 5. Συνδέσεις

Στο παρόν κεφάλαιο παρατίθενται ενδεικτικά τέσσερις συνδέσεις, δύο για κάθε περίπτωση. Εμφανίζονται τα στοιχεία των μελών που συνδέονται και ο κρίσιμος έλεγχος που οδήγησε σε αυτές τις διατάξεις. Πλήρη στοιχεία των συνδέσεων παρατίθενται στο Παράρτημα Β.

### 5.1 1<sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες ανοιχτές

#### 5.1.1 Σύνδεση ζυγωμάτων HEA 360



Σχήμα 5.1 Σύνδεση ζυγωμάτων HEA 360

Στοιχεία μελών:

#### ΑΡΙΣΤΕΡΗ ΠΛΕΥΡΑ

#### ΔΟΚΟΣ

|             |                             |   |
|-------------|-----------------------------|---|
| ΔΙΑΤΟΜΗ:    | HEA 360                     |   |
| ΡΑΒΔΟΣ no.: | 1031                        |   |
| $\alpha =$  | -161,5 [Deg]                | ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ                              |
| $h_{bl} =$  | 350 [mm]                    | ΥΨΟΣ ΤΟΜΗΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ                       |
| $b_{fbl} =$ | 300 [mm]                    | ΠΛΑΤΟΣ ΤΟΜΗΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ                     |
| $t_{wbl} =$ | 10 [mm]                     | ΠΑΧΟΣ ΤΟΥ ΚΟΡΜΟΥ ΔΟΚΑΡΙΟΥ                 |
| $t_{fbl} =$ | 18 [mm]                     | ΠΑΧΟΣ ΠΕΛΜΑΤΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ                   |
| $r_{bl} =$  | 27 [mm]                     | ΑΚΤΙΝΑ ΣΥΝΑΡΜΟΓΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ       |
| $A_{bl} =$  | 142,76 [cm <sup>2</sup> ]   | ΔΙΑΣΤΑΥΡΟΥΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ                    |
| $I_{xbl} =$ | 33089,80 [cm <sup>4</sup> ] | ΡΟΠΕΣ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ ΤΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΤΟΥ ΔΟΚΑΡΙΟΥ |
| ΥΛΙΚΟ       | S355                        |   |
| $f_{yb} =$  | 355,00 [MPa]                | ΑΝΤΟΧΗ                                    |

## ΔΕΞΙΑ ΠΛΕΥΡΑ

### ΔΟΚΟΣ

|             |                             |   |
|-------------|-----------------------------|---|
| ΔΙΑΤΟΜΗ:    | HEA 360                     |   |
| ΡΑΒΔΟΣ no.: | 1229                        |   |
| $\alpha =$  | -18,5 [Deg]                 | ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ                              |
| $h_{br} =$  | 350 [mm]                    | ΥΨΟΣ ΤΟΜΗΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ                       |
| $b_{br} =$  | 300 [mm]                    | ΠΛΑΤΟΣ ΤΟΜΗΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ                     |
| $t_{wbr} =$ | 10 [mm]                     | ΠΑΧΟΣ ΤΟΥ ΚΟΡΜΟΥ ΔΟΚΑΡΙΟΥ                 |
| $t_{fbr} =$ | 18 [mm]                     | ΠΑΧΟΣ ΠΕΛΜΑΤΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ                   |
| $r_{br} =$  | 27 [mm]                     | ΑΚΤΙΝΑ ΣΥΝΑΡΜΟΓΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ       |
| $A_{br} =$  | 142,76 [cm <sup>2</sup> ]   | ΔΙΑΣΤΑΥΡΟΥΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ                    |
| $I_{xbr} =$ | 33089,80 [cm <sup>4</sup> ] | ΡΟΠΕΣ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ ΤΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΤΟΥ ΔΟΚΑΡΙΟΥ |
| ΥΛΙΚΟ       | S355                        |   |
| $f_{yb} =$  | 355,00 [MPa]                | ΑΝΤΟΧΗ                                    |

### ΚΟΧΛΙΕΣ

The shear plane passes through the UNTHREADED portion of the bolt.

|                                    |                  |  |
|------------------------------------|------------------|--|
| $d =$                              | 18 [mm]          | ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΟΧΛΙΑ   |
| ΠΟΙΟΤΗΤΑ =                         | 12.9             | ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΟΧΛΙΩΝ  |
| $F_{tRd} =$                        | 165,89 [kN]      | Εφελκυστική αντοχή κοχλία                                    |
| $n_h =$                            | 2                | ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΧΛΙΩΝ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ                                |
| $n_v =$                            | 5                | ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΕΙΡΩΝ ΚΟΧΛΙΩΝ                                       |
| $h_1 =$                            | 81 [mm]          | Απόσταση μεταξύ πρώτου κοχλία και άνω άκρου λεπίδας σύνδεσης |
| ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΞΥ $e_i =$  | 150 [mm]         |  |
| ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΞΥ $p_i =$ | 75;75;75;75 [mm] |  |

### ΠΛΑΚΑ

|             |              |                |
|-------------|--------------|----------------|
| $h_{pr} =$  | 409 [mm]     | ΥΨΟΣ ΛΕΠΙΔΑΣ   |
| $b_{pr} =$  | 300 [mm]     | ΠΛΑΤΟΣ ΛΕΠΙΔΑΣ |
| $t_{pr} =$  | 17 [mm]      | ΠΑΧΟΣ ΛΕΠΙΔΑΣ  |
| ΥΛΙΚΟ       | S235         |                |
| $f_{ypr} =$ | 235,00 [MPa] | ΑΝΤΟΧΗ         |

### ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΙΣ ΕΞΩΡΑΦΗΣ

|         |         |                   |
|---------|---------|-------------------|
| $a_w =$ | 9 [mm]  | ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ ΚΟΡΜΟΥ |
| $a_f =$ | 17 [mm] | ΚΟΛΛΗΣΗ ΠΕΛΜΑΤΟΣ  |

Κρίσιμος έλεγχος για την σύνδεση είναι η αντοχή σε κάμψη:

| Nr | $h_j$ | $F_{tj,Rd}$ | $F_{t,fc,Rd}$ | $F_{t,wc,Rd}$ | $F_{t,ep,Rd}$ | $F_{t,wb,Rd}$ | $F_{t,Rd}$ | $B_{p,Rd}$ |
|----|-------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|------------|
| 1  | 362   | 214,13      | -             | -             | 214,13        | -             | 331,78     | 498,35     |
| 2  | 287   | 290,37      | -             | -             | 290,37        | 1334,25       | 331,78     | 498,35     |
| 3  | 212   | 125,52      | -             | -             | 268,34        | 1182,22       | 331,78     | 498,35     |
| 4  | 137   | 44,79       | -             | -             | 268,34        | 1182,22       | 331,78     | 498,35     |
| 5  | 62    | 231,63      | -             | -             | 268,34        | 1182,22       | 331,78     | 498,35     |

ΑΝΤΟΧΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ  $M_{j,Rd}$

$$M_{j,Rd} = \sum h_j F_{tj,Rd}$$

$$M_{j,Rd} = 207,56 \text{ [kN*m]} \quad \text{ΑΝΤΟΧΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ}$$

[6.2]

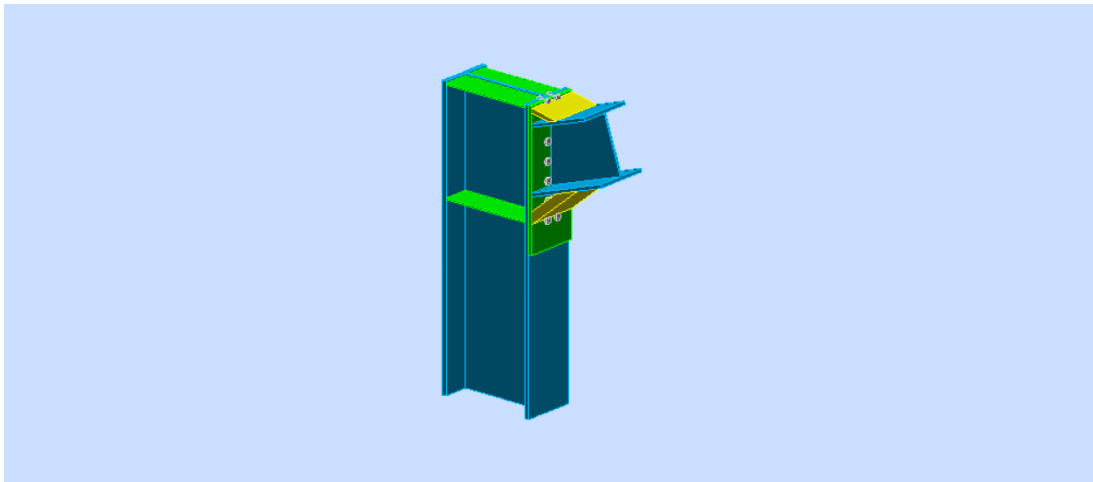
$$M_{b1,Ed} / M_{j,Rd} \leq 1,0$$

$$0,96 < 1,00$$

ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ

(0,96)

## 5.1.2 Σύνδεση υποστυλώματος πλευρικού ανοίγματος HEA 550 με ζύγωμα HEA 360



Σχήμα 5.2 Σύνδεση υποστυλώματος πλευρικού ανοίγματος HEA 550 με ζύγωμα HEA 360

### ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ

ΔΙΑΤΟΜΗ: HEA 550

ΡΑΒΔΟΣ no.: 1113

$\alpha = -90,0$  [Deg] ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ  
 $h_c = 540$  [mm] ΥΨΟΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ  
 $b_{fc} = 300$  [mm] ΠΛΑΤΟΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ  
 $t_{wc} = 13$  [mm] ΠΑΧΟΣ ΚΟΡΜΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ  
 $t_{fc} = 24$  [mm] ΠΑΧΟΣ ΠΕΛΜΑΤΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ  
 $r_c = 27$  [mm] ΑΚΤΙΝΑ ΣΥΝΑΡΜΟΓΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ  
 $A_c = 211,76$  [cm<sup>2</sup>] ΔΙΑΣΤΑΥΡΟΥΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ  
 $I_{xc} = 111932,00$  [cm<sup>4</sup>] ΡΟΠΕΣ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ ΤΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ

ΥΛΙΚΟ S355

$f_{yc} = 355,00$  [MPa] ΑΝΤΟΧΗ

### ΔΟΚΟΣ

ΔΙΑΤΟΜΗ: HEA 360

ΡΑΒΔΟΣ no.: 1042

$\alpha = 18,5$  [Deg] ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ  
 $h_b = 350$  [mm] ΥΨΟΣ ΤΟΜΗΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ  
 $b_f = 300$  [mm] ΠΛΑΤΟΣ ΤΟΜΗΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ  
 $t_{wb} = 10$  [mm] ΠΑΧΟΣ ΤΟΥ ΚΟΡΜΟΥ ΔΟΚΑΡΙΟΥ  
 $t_{fb} = 18$  [mm] ΠΑΧΟΣ ΠΕΛΜΑΤΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ  
 $r_b = 27$  [mm] ΑΚΤΙΝΑ ΣΥΝΑΡΜΟΓΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ  
 $r_b = 27$  [mm] ΑΚΤΙΝΑ ΣΥΝΑΡΜΟΓΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ  
 $A_b = 142,76$  [cm<sup>2</sup>] ΔΙΑΣΤΑΥΡΟΥΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ  
 $I_{xb} = 33089,80$  [cm<sup>4</sup>] ΡΟΠΕΣ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ ΤΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΤΟΥ ΔΟΚΑΡΙΟΥ

ΥΛΙΚΟ S355

$f_{yb} = 355,00$  [MPa] ΑΝΤΟΧΗ

## ΚΟΧΛΙΕΣ

The shear plane passes through the UNTHREADED portion of the bolt.

$d = 20$  [mm] ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΟΧΛΙΑ  
 ΠΟΙΟΤΗΤΑ = 12.9 ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΟΧΛΙΩΝ  
 $F_{tRd} = 211,68$  [kN] Εφελκυστική αντοχή κοχλία  
 $n_h = 2$  ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΧΛΙΩΝ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ  
 $n_v = 7$  ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΕΙΡΩΝ ΚΟΧΛΙΩΝ  
 $h_1 = 10$  [mm] Απόσταση μεταξύ πρώτου κοχλία και άνω άκρου λεπίδας σύνδεσης  
 ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΞΥ  $e_i = 71$  [mm]  
 ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΞΥ  $p_i = 100;100;100;100;100;100$  [mm]

## ΠΛΑΚΑ

$h_p = 757$  [mm] ΥΨΟΣ ΛΕΠΙΔΑΣ  
 $b_p = 300$  [mm] ΠΛΑΤΟΣ ΛΕΠΙΔΑΣ  
 $t_p = 20$  [mm] ΠΑΧΟΣ ΛΕΠΙΔΑΣ  
 ΥΛΙΚΟ S235  
 $f_{yp} =$

235,00

[MPa]

ΑΝΤΟΧΗ

Κρίσιμος έλεγχος για την διατομή είναι η αντοχή σε κάμψη:

| Nr | $h_j$ | $F_{tj,Rd}$ | $F_{t,fc,Rd}$ | $F_{t,wc,Rd}$ | $F_{t,ep,Rd}$ | $F_{t,wb,Rd}$ | $F_{t,Rd}$ | $B_{p,Rd}$ |
|----|-------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|------------|
| 1  | 557   | 305,18      | -             | -             | 305,18        | -             | 423,36     | 651,44     |
| 2  | 457   | 212,58      | 423,36        | 212,58        | 402,31        | 453,19        | 423,36     | 651,44     |
| 3  | 357   | 212,58      | 423,36        | 212,58        | 423,36        | 453,19        | 423,36     | 651,44     |
| 4  | 257   | 212,58      | 423,36        | 212,58        | 423,36        | 453,19        | 423,36     | 651,44     |
| 5  | 157   | 212,58      | 423,36        | 212,58        | 423,36        | 453,19        | 423,36     | 651,44     |
| 6  | 57    | 212,58      | 423,36        | 212,58        | 423,36        | 453,19        | 423,36     | 651,44     |
| 7  | -43   | -           | 423,36        | 212,58        | -             | -             | 423,36     | 651,44     |

**ΑΝΤΟΧΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ  $M_{j,Rd}$**

$$M_{j,Rd} = \sum h_j F_{tj,Rd}$$

$M_{j,Rd} = 442,58$  [kN\*m] ΑΝΤΟΧΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ

[6.2]

$$M_{b1,Ed} / M_{j,Rd} \leq 1,0$$

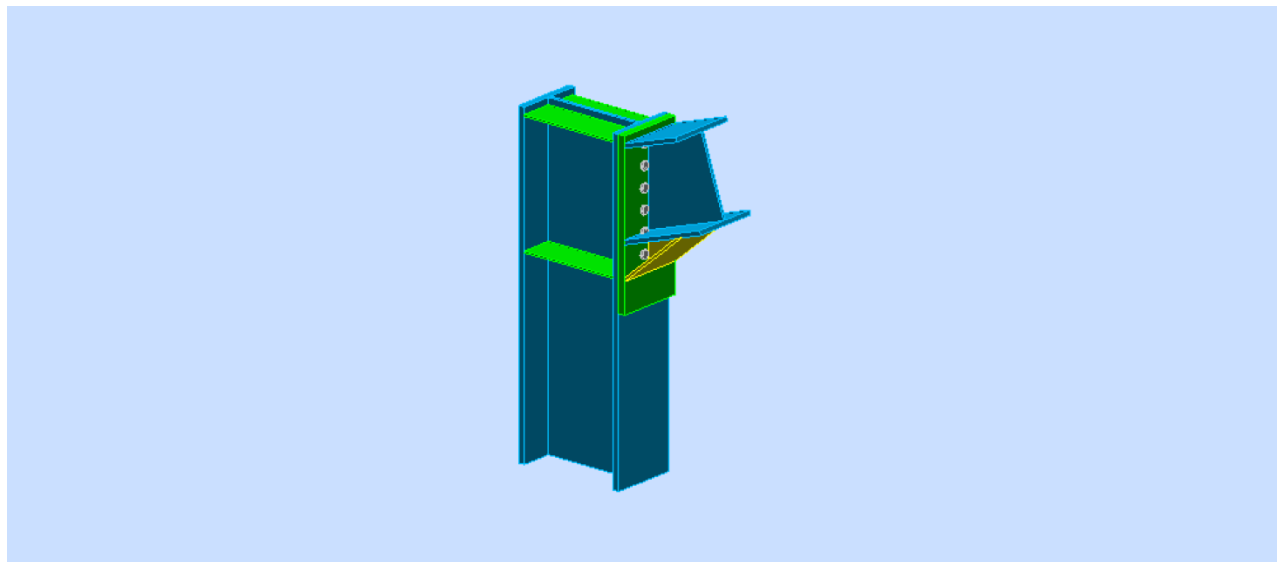
$$0,97 < 1,00$$

ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ

(0,97)

## 5.2 2<sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες κλειστές

### 5.2.1 Σύνδεση υποστυλώματος πλευρικών ανοιγμάτων ΗΕΒ 500 με ζύγωμα ΗΕΑ 400



Σχήμα 5.3 Σύνδεση υποστυλώματος πλευρικών ανοιγμάτων ΗΕΒ 500 με ζύγωμα ΗΕΑ 400

## ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ

### ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ

|             |                              |  |
|-------------|------------------------------|--|
| ΔΙΑΤΟΜΗ:    | HEB 500                      |  |
| ΡΑΒΔΟΣ no.: | 1112                         |  |
| $\alpha =$  | -90,0 [Deg]                  | ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ                               |
| $h_c =$     | 500 [mm]                     | ΥΨΟΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ                |
| $b_{fc} =$  | 300 [mm]                     | ΠΛΑΤΟΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ              |
| $t_{wc} =$  | 15 [mm]                      | ΠΑΧΟΣ ΚΟΡΜΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ                 |
| $t_{fc} =$  | 28 [mm]                      | ΠΑΧΟΣ ΠΕΛΜΑΤΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ               |
| $r_c =$     | 27 [mm]                      | ΑΚΤΙΝΑ ΣΥΝΑΡΜΟΓΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ   |
| $A_c =$     | 238,64 [cm <sup>2</sup> ]    | ΔΙΑΣΤΑΥΡΟΥΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ       |
| $I_{xc} =$  | 107176,00 [cm <sup>4</sup> ] | ΡΟΠΕΣ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ ΤΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ |
| ΥΛΙΚΟ       | S355                         |  |
| $f_{yc} =$  | 355,00 [MPa]                 | ΑΝΤΟΧΗ                                     |

### ΔΟΚΟΣ

|             |                             |   |
|-------------|-----------------------------|---|
| ΔΙΑΤΟΜΗ:    | HEA 400                     |   |
| ΡΑΒΔΟΣ no.: | 1043                        |   |
| $\alpha =$  | 18,5 [Deg]                  | ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ                              |
| $h_b =$     | 390 [mm]                    | ΥΨΟΣ ΤΟΜΗΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ                       |
| $b_f =$     | 300 [mm]                    | ΠΛΑΤΟΣ ΤΟΜΗΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ                     |
| $t_{wb} =$  | 11 [mm]                     | ΠΑΧΟΣ ΤΟΥ ΚΟΡΜΟΥ ΔΟΚΑΡΙΟΥ                 |
| $t_{fb} =$  | 19 [mm]                     | ΠΑΧΟΣ ΠΕΛΜΑΤΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ                   |
| $r_b =$     | 27 [mm]                     | ΑΚΤΙΝΑ ΣΥΝΑΡΜΟΓΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ       |
| $r_b =$     | 27 [mm]                     | ΑΚΤΙΝΑ ΣΥΝΑΡΜΟΓΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ       |
| $A_b =$     | 158,98 [cm <sup>2</sup> ]   | ΔΙΑΣΤΑΥΡΟΥΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ                    |
| $I_{xb} =$  | 45069,40 [cm <sup>4</sup> ] | ΡΟΠΕΣ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ ΤΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΤΟΥ ΔΟΚΑΡΙΟΥ |

ΥΛΙΚΟ S355  
 $f_{yb} = 355,00$  [MPa] ΑΝΤΟΧΗ

## ΚΟΧΛΙΕΣ

The shear plane passes through the UNTHREADED portion of the bolt.

$d = 20$  [mm] ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΟΧΛΙΑ  
 ΠΟΙΟΤΗΤΑ = 10.9 ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΟΧΛΙΩΝ  
 $F_{tRd} = 176,40$  [kN] Εφελκυστική αντοχή κοχλία  
 $n_h = 2$  ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΧΛΙΩΝ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ  
 $n_v = 6$  ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΕΙΡΩΝ ΚΟΧΛΙΩΝ  
 $h_1 = 60$  [mm] Απόσταση μεταξύ πρώτου κοχλία και άνω άκρου λεπίδας σύνδεσης  
 ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΞΥ  $e_i = 75$  [mm]  
 ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΞΥ  $p_i = 90; 90; 90; 90; 90$  [mm]

## ΠΛΑΚΑ

$h_p = 727$  [mm] ΥΨΟΣ ΛΕΠΙΔΑΣ  
 $b_p = 300$  [mm] ΠΛΑΤΟΣ ΛΕΠΙΔΑΣ  
 $t_p = 30$  [mm] ΠΑΧΟΣ ΛΕΠΙΔΑΣ  
 ΥΛΙΚΟ S235  
 $f_{yp} = 235,00$  [MPa] ΑΝΤΟΧΗ

Κρίσιμος έλεγχος για την διατομή είναι η αντοχή σε κάμψη:

### ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΥΝΑΜΕΩΝ

| Nr | $h_j$ | $F_{tj,Rd}$ | $F_{t,fc,Rd}$ | $F_{t,wc,Rd}$ | $F_{t,ep,Rd}$ | $F_{t,wb,Rd}$ | $F_{t,Rd}$ | $B_{p,Rd}$ |
|----|-------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|------------|
| 1  | 523   | 278,37      | 352,80        | 278,37        | 352,80        | 535,31        | 352,80     | 977,16     |
| 2  | 433   | 278,37      | 352,80        | 278,37        | 352,80        | 535,31        | 352,80     | 977,16     |
| 3  | 343   | 278,37      | 352,80        | 278,37        | 352,80        | 535,31        | 352,80     | 977,16     |
| 4  | 253   | 278,37      | 352,80        | 278,37        | 352,80        | 535,31        | 352,80     | 977,16     |
| 5  | 163   | 278,37      | 352,80        | 278,37        | 352,80        | 535,31        | 352,80     | 977,16     |
| 6  | 73    | 142,75      | 352,80        | 278,37        | 352,80        | 535,31        | 352,80     | 977,16     |

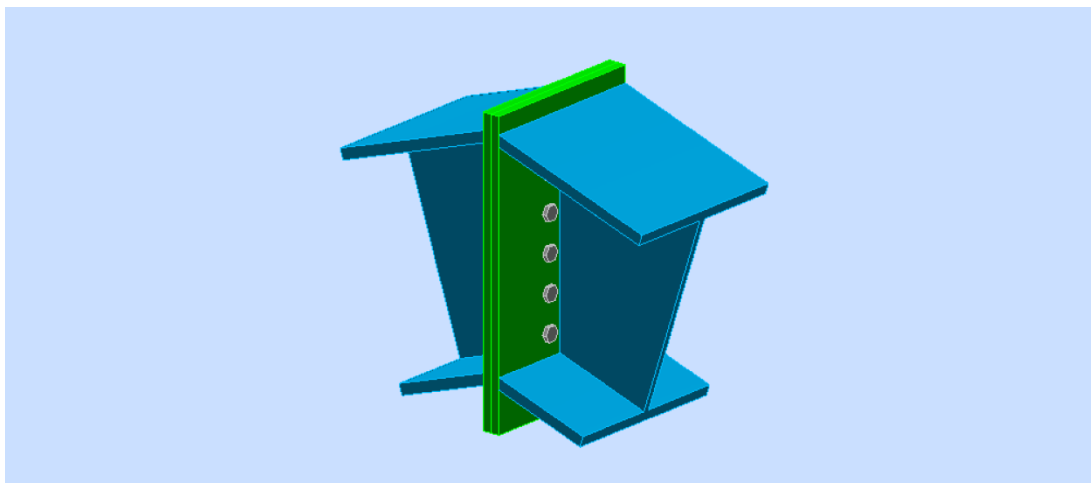
### ΑΝΤΟΧΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ $M_{j,Rd}$

$$M_{j,Rd} = \sum h_j F_{tj,Rd}$$

$$M_{j,Rd} = 488,24 \text{ [kN*m]} \text{ ΑΝΤΟΧΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ} \quad [6.2]$$

$$M_{b1,Ed} / M_{i,Rd} \leq 1,0 \quad 0,98 < 1,00 \quad \text{ΕΠΙΛΗΘΕΥΕΤΑΙ} \quad (0,98)$$

## 5.2.2 Σύνδεση ζυγωμάτων ΗΕΑ 400



Σχήμα 5.4 Σύνδεση ζυγωμάτων ΗΕΑ 400

### ΑΡΙΣΤΕΡΗ ΠΛΕΥΡΑ

#### ΔΟΚΟΣ

|             |                             |   |
|-------------|-----------------------------|---|
| ΔΙΑΤΟΜΗ:    | HEA 400                     |   |
| ΡΑΒΔΟΣ no.: | 1059                        |   |
| $\alpha =$  | -161,6 [Deg]                | ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ                              |
| $h_{bl} =$  | 390 [mm]                    | ΥΨΟΣ ΤΟΜΗΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ                       |
| $b_{fbl} =$ | 300 [mm]                    | ΠΛΑΤΟΣ ΤΟΜΗΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ                     |
| $t_{wbl} =$ | 11 [mm]                     | ΠΑΧΟΣ ΤΟΥ ΚΟΡΜΟΥ ΔΟΚΑΡΙΟΥ                 |
| $t_{fbl} =$ | 19 [mm]                     | ΠΑΧΟΣ ΠΕΛΜΑΤΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ                   |
| $r_{bl} =$  | 27 [mm]                     | ΑΚΤΙΝΑ ΣΥΝΑΡΜΟΓΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ       |
| $A_{bl} =$  | 158,98 [cm <sup>2</sup> ]   | ΔΙΑΣΤΑΥΡΟΥΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ                    |
| $I_{xbl} =$ | 45069,40 [cm <sup>4</sup> ] | ΡΟΠΕΣ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ ΤΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΤΟΥ ΔΟΚΑΡΙΟΥ |
| ΥΛΙΚΟ       | S355                        |   |
| $f_{yb} =$  | 355,00 [MPa]                | ΑΝΤΟΧΗ                                    |

### ΔΕΞΙΑ ΠΛΕΥΡΑ

#### ΔΟΚΟΣ

|             |                             |   |
|-------------|-----------------------------|---|
| ΔΙΑΤΟΜΗ:    | HEA 400                     |   |
| ΡΑΒΔΟΣ no.: | 1054                        |   |
| $\alpha =$  | -18,4 [Deg]                 | ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ                              |
| $h_{br} =$  | 390 [mm]                    | ΥΨΟΣ ΤΟΜΗΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ                       |
| $b_{fbr} =$ | 300 [mm]                    | ΠΛΑΤΟΣ ΤΟΜΗΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ                     |
| $t_{wbr} =$ | 11 [mm]                     | ΠΑΧΟΣ ΤΟΥ ΚΟΡΜΟΥ ΔΟΚΑΡΙΟΥ                 |
| $t_{fbr} =$ | 19 [mm]                     | ΠΑΧΟΣ ΠΕΛΜΑΤΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ                   |
| $r_{br} =$  | 27 [mm]                     | ΑΚΤΙΝΑ ΣΥΝΑΡΜΟΓΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ       |
| $A_{br} =$  | 158,98 [cm <sup>2</sup> ]   | ΔΙΑΣΤΑΥΡΟΥΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ                    |
| $I_{xbr} =$ | 45069,40 [cm <sup>4</sup> ] | ΡΟΠΕΣ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ ΤΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΤΟΥ ΔΟΚΑΡΙΟΥ |
| ΥΛΙΚΟ       | S355                        |   |
| $f_{yb} =$  | 355,00 [MPa]                | ΑΝΤΟΧΗ                                    |

## ΚΟΧΛΙΕΣ

The shear plane passes through the UNTHREADED portion of the bolt.

|   |                |      |  |
|---|----------------|------|--|
| d =   | 14             | [mm] | ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΟΧΛΙΑ   |
| ΠΟΙΟΤΗΤΑ =                                  | 10.9           |      | ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΟΧΛΙΩΝ  |
| F <sub>tRd</sub> =                          | 82,80          | [kN] | Εφελκυστική αντοχή κοχλία                                    |
| n <sub>h</sub> =                            | 2              |      | ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΧΛΙΩΝ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ                                |
| n <sub>v</sub> =                            | 5              |      | ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΕΙΡΩΝ ΚΟΧΛΙΩΝ                                       |
| h <sub>1</sub> =                            | 122            | [mm] | Απόσταση μεταξύ πρώτου κοχλία και άνω άκρου λεπίδας σύνδεσης |
| ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΞΥ e <sub>i</sub> =  | 65             | [mm] |  |
| ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΞΥ p <sub>i</sub> = | 65; 65; 65; 65 | [mm] |  |

## ΠΛΑΚΑ

|                   |        |       |                |
|-------------------|--------|-------|----------------|
| h <sub>pr</sub> = | 514    | [mm]  | ΥΨΟΣ ΛΕΠΙΔΑΣ   |
| b <sub>pr</sub> = | 300    | [mm]  | ΠΛΑΤΟΣ ΛΕΠΙΔΑΣ |
| t <sub>pr</sub> = | 16     | [mm]  | ΠΑΧΟΣ ΛΕΠΙΔΑΣ  |
| ΥΛΙΚΟ             | S235   |       |                |
| f <sub>yp</sub> = | 235,00 | [MPa] | ΑΝΤΟΧΗ         |

Κρίσιμος έλεγχος για την διατομή είναι η αντοχή σε κάμψη:

### ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΥΝΑΜΕΩΝ

| Nr | h <sub>j</sub> | F <sub>tj,Rd</sub> | F <sub>t,fc,Rd</sub> | F <sub>t,wc,Rd</sub> | F <sub>t,ep,Rd</sub> | F <sub>t,wb,Rd</sub> | F <sub>t,Rd</sub> | B <sub>p,Rd</sub> |
|----|----------------|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------|-------------------|
| 1  | 415            | 165,60             | -                    | -                    | 165,60               | 412,64               | 165,60            | 364,81            |
| 2  | 350            | 117,74             | -                    | -                    | 165,60               | 412,64               | 165,60            | 364,81            |
| 3  | 285            | 113,67             | -                    | -                    | 165,60               | 412,64               | 165,60            | 364,81            |
| 4  | 220            | 87,71              | -                    | -                    | 165,60               | 412,64               | 165,60            | 364,81            |
| 5  | 155            | 61,74              | -                    | -                    | 165,60               | 412,64               | 165,60            | 364,81            |

### ΑΝΤΟΧΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ M<sub>j,Rd</sub>

$$M_{j,Rd} = \sum h_j F_{tj,Rd}$$

$$M_{j,Rd} = 170,96 \text{ [kN*m]} \text{ ΑΝΤΟΧΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ}$$

[6.2]

$$M_{b1,Ed} / M_{j,Rd} \leq 1,0$$

$$0,98 < 1,00$$

**ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ**

(0,98)



## 6. Σύγκριση αποτελεσμάτων – Συμπεράσματα

Κατά την ανάλυση και τη διαστασιολόγηση στη συγκεκριμένη εργασία, ελήφθησαν υπόψη οι δύο παρακάτω περιπτώσεις του φορέα:

- ♦ Η αποθήκη με τις κύριες πόρτες ανοιχτές
- ♦ Η αποθήκη με τις κύριες πόρτες κλειστές

Κάθε μία από αυτές έδωσαν διαφορετικά αποτελέσματα όσον αφορά στην διαστασιολόγηση των μελών του φορέα. Επειδή και οι δύο περιπτώσεις είναι δυνατό να συναντηθούν κατά τη διάρκεια ζωής του έργου, επιλέγονται εν τέλει οι διατομές που είναι ικανές να αντέξουν και τις δύο πιθανές καταστάσεις.

- Υποστυλώματα: Η διαστασιολόγηση της 1<sup>ης</sup> περίπτωσης μας οδηγεί σε διατομή HEA 450, ενώ για της 2<sup>ης</sup> σε HEA 500. Επιλέγεται εν τέλει HEA 500.
- Υποστυλώματα πλευρικών ανοιγμάτων: Η διαστασιολόγηση της 1<sup>ης</sup> περίπτωσης μας οδηγεί σε διατομή HEA 550, ενώ για της 2<sup>ης</sup> σε HEA 500. Επιλέγεται εν τέλει HEA 500.
- Κεφαλοδοκοί: Η διαστασιολόγηση της 1<sup>ης</sup> περίπτωσης μας οδηγεί σε διατομή HEA 180, ενώ για της 2<sup>ης</sup> σε HEA 300. Επιλέγεται εν τέλει HEA 300.
- Δικτυώματα: Η διαστασιολόγηση της 1<sup>ης</sup> περίπτωσης μας οδηγεί για τις βάσεις των δικτυωμάτων σε TCAR 250x10 και για τα εσωτερικά στοιχεία TCAR 250x8, ενώ για της 2<sup>ης</sup> σε TCAR 150x10 και TCAR 100x8 αντίστοιχα. Επιλέγεται εν τέλει TCAR 250x10 για τις βάσεις των δικτυωμάτων και TCAR 250x8 για τα εσωτερικά στοιχεία αντίστοιχα.
- Ζυγώματα: Η διαστασιολόγηση της 1<sup>ης</sup> περίπτωσης μας οδηγεί σε διατομή HEA 360, ενώ για της 2<sup>ης</sup> σε HEA 400. Επιλέγεται εν τέλει HEA 400.
- Τεγίδες: Η διαστασιολόγηση της 1<sup>ης</sup> περίπτωσης μας οδηγεί σε διατομή HEA 180, ενώ και της 2<sup>ης</sup> ομοίως σε HEA 180. Παρατηρείται ότι δεν επηρεάζονται από τις διαφορετικές πιθανές μας καταστάσεις. Επιλέγονται HEA 180.
- Χιαστί σύνδεσμοι δυσκαμψίας: Η διαστασιολόγηση της 1<sup>ης</sup> περίπτωσης μας οδηγεί σε διατομή HEA 180, ενώ και της 2<sup>ης</sup> μας οδηγεί σε HEA 160 και HEA 200 άνω των δικτυωμάτων. Επιλέγονται HEA 180 και HEA 200 αντίστοιχα.
- Συνδέσεις: Όσον αφορά στις συνδέσεις, επειδή η περίπτωση των κλειστών πορτών κρίνεται πιο δυσμενής, οι συνδέσεις ακολουθούν τις συνδέσεις, όπως υπολογίστηκαν για την 2<sup>η</sup> περίπτωση.

## 7. Βιβλιογραφία

1. Βάγιας Ι., Ερμόπουλος Ι., Ιωαννίδης Γ. (1999). «Σιδηρές κατασκευές, παραδείγματα εφαρμογής του Ευρωκώδικα 3, Τόμος ΙΙ». Εκδόσεις Κλειδάριθμος, Αθήνα.
2. Βάγιας Ι., Ερμόπουλος Ι., Ιωαννίδης Γ. (2005α). «Σχεδιασμός δομικών έργων από χάλυβα, 2η έκδοση», Εκδόσεις Κλειδάριθμος, Αθήνα.
3. Βάγιας Ι., Ερμόπουλος Ι., Ιωαννίδης Γ., (2005β). «Σιδηρές κατασκευές, παραδείγματα εφαρμογής του Ευρωκώδικα 3, Τόμος Ι». Εκδόσεις Κλειδάριθμος, Αθήνα.
4. Ερμόπουλος Ι.:« Ευρωκώδικας 1, Βάσεις σχεδιασμού και δράσεις επί των κατασκευών-Ερμηνευτικά σχόλια και παραδείγματα εφαρμογής», Εκδόσεις Κλειδάριθμος, Αθήνα 2005
5. Ευρωκώδικας 1, Δράσεις, Μέρος 1-1:Γενικές δράσεις-Πυκνότητες, ίδιον βάρος, επιβαλλόμενα φορτία σε κτήρια (EN1991
6. Ευρωκώδικας 1, Δράσεις επί των κατασκευών, Μέρος 1.3 : Φορτία χιονιού (EN 1991- 1-3)
7. Ευρωκώδικας 1, Δράσεις στις κατασκευές, Μέρος 1-4 : Γενικές Δράσεις - Δράσεις ανέμου (EN 1991-1-4)
8. Ευρωκώδικας 3, Σχεδιασμός κατασκευών από χάλυβα, Μέρος 1-1: Γενικοί κανόνες και κανόνες για κτήρια (EN1993-1-1:2005)
9. Ευρωκώδικας 3, Σχεδιασμός κατασκευών από χάλυβα, Μέρος 1-8: Σχεδιασμός κόμβων (EN1993-1-8:2003)
10. Ευρωκώδικας 4, Σχεδιασμός συμμείκτων κατασκευών από χάλυβα και σκυρόδεμα, Μέρος 1-8: Σχεδιασμός κόμβων (EN1994-1-1:2003)
11. Ευρωκώδικας 8, Αντισεισμικός Σχεδιασμός, Μέρος 1: Γενικοί κανόνες, σεισμικές δράσεις και κανόνες για κτήρια (EN1998-1:2004)

# Παράρτημα Α

## Περιεχόμενα

|  |    |
|--|----|
| 1. Υποστυλώματα.....                                     | 60 |
| 1.1 1 <sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες ανοιχτές..... | 60 |
| 1.2 2 <sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες κλειστές..... | 61 |
| 2. Υποστυλώματα πλευρικών ανοιγμάτων.....                | 63 |
| 2.1 1 <sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες ανοιχτές..... | 63 |
| 2.2 2 <sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες κλειστές..... | 65 |
| 3. Κεφαλοδοκοί.....                                      | 67 |
| 3.1 1 <sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες ανοιχτές..... | 67 |
| 3.2 2 <sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες κλειστές..... | 68 |
| 4. Δικτυώματα.....                                       | 70 |
| 4.1 1 <sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες ανοιχτές..... | 70 |
| 4.2 2 <sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες κλειστές..... | 73 |
| 5. Ζυγώματα.....   | 76 |
| 5.1 1 <sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες ανοιχτές..... | 76 |
| 5.2 2 <sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες κλειστές..... | 77 |
| 6. Τεγίδες.....  | 79 |
| 6.1 1 <sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες ανοιχτές..... | 79 |
| 6.2 2 <sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες κλειστές..... | 81 |
| 7. Χιαστί σύνδεσμοι δυσκαμψίας.....                      | 82 |
| 7.1 1 <sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες ανοιχτές..... | 82 |
| 7.2 2 <sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες κλειστές..... | 84 |

# 1 Υποστυλώματα

## 1.1 1<sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες ανοιχτές

### ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΧΑΛΥΒΑ

**ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ:** EN 1993-1:2005/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**ΤΥΠΟΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ:** ΕΠΑΛΗΘΕΥΣΗ ΓΚΡΟΥΠ ΕΛΕΓΧΟΥ

**ΓΚΡΟΥΠ ΕΛΕΓΧΟΥ:** 5 υποστυλώματα

**ΜΕΛΟΣ:** 1027 υποστυλώματα\_1027

**ΣΗΜΕΙΟ:** 5

**ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ:**  $x = 0.50 L = 4.87 \text{ m}$

#### ΦΟΡΤΙΑ:

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 12 COMB6 (1+2)\*1.35+3\*1.05+4\*0.75+6\*1.50

#### ΥΛΙΚΟ:

S355 ( S355 )  $f_y = 355.00 \text{ MPa}$



#### ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΔΙΑΤΟΜΗΣ: HEA 450

|                     |                                |                               |                           |
|---------------------|--------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| $h=44.0 \text{ cm}$ | $gM0=1.00$                     | $gM1=1.00$                    |                           |
| $b=30.0 \text{ cm}$ | $A_y=138.47 \text{ cm}^2$      | $A_z=65.78 \text{ cm}^2$      | $A_x=178.03 \text{ cm}^2$ |
| $tw=1.1 \text{ cm}$ | $I_y=63721.60 \text{ cm}^4$    | $I_z=9465.33 \text{ cm}^4$    | $I_x=257.00 \text{ cm}^4$ |
| $tf=2.1 \text{ cm}$ | $W_{ply}=3216.07 \text{ cm}^3$ | $W_{plz}=965.55 \text{ cm}^3$ |                           |

#### ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΤΟΧΕΣ:

|                                 |                                       |                                    |                                     |
|---------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| $N_{,Ed} = 177.69 \text{ kN}$   | $M_{y,Ed} = -128.54 \text{ kN*m}$     | $M_{z,Ed} = -22.16 \text{ kN*m}$   | $V_{y,Ed} = 22.05 \text{ kN}$       |
| $N_{c,Rd} = 6319.99 \text{ kN}$ | $M_{y,Ed,max} = -215.96 \text{ kN*m}$ |                                    | $M_{z,Ed,max} = 49.34 \text{ kN*m}$ |
|                                 | $V_{y,T,Rd} = 2834.07 \text{ kN}$     |                                    |                                     |
| $N_{b,Rd} = 4287.28 \text{ kN}$ | $M_{y,c,Rd} = 1141.70 \text{ kN*m}$   | $M_{z,c,Rd} = 342.77 \text{ kN*m}$ | $V_{z,Ed} = 20.76 \text{ kN}$       |
|                                 | $MN_{,y,Rd} = 1141.70 \text{ kN*m}$   | $MN_{,z,Rd} = 342.77 \text{ kN*m}$ | $V_{z,T,Rd} = 1347.25 \text{ kN}$   |
|                                 | $M_{b,Rd} = 655.39 \text{ kN*m}$      |                                    | $T_{t,Ed} = 0.09 \text{ kN*m}$      |
|                                 |                                       |                                    | ΤΑΞΗ ΔΙΑΤΟΜΗΣ = 1                   |



#### ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΛΕΥΡΙΚΟΥ ΛΥΓΙΣΜΟΥ:

|                               |                                |                   |                 |
|-------------------------------|--------------------------------|-------------------|-----------------|
| $z = 0.00$                    | $M_{cr} = 890.33 \text{ kN*m}$ | ΚΑΜΠΥΛΗ ,LT - a   | $X_{LT} = 0.57$ |
| $L_{cr,low} = 9.73 \text{ m}$ | $Lam_{LT} = 1.13$              | $f_{i,LT} = 1.24$ |                 |

#### ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΛΥΓΙΣΜΟΥ:

|                              |                   |                             |                   |
|------------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------|
|                              | ΠΕΡΙ ΤΟΝ ΑΞΟΝΑ y: |                             | ΠΕΡΙ ΤΟΝ ΑΞΟΝΑ z: |
| $L_y = 9.73 \text{ m}$       | $Lam_y = 0.94$    | $L_z = 9.73 \text{ m}$      | $Lam_z = 0.87$    |
| $L_{cr,y} = 13.62 \text{ m}$ | $X_y = 0.71$      | $L_{cr,z} = 4.87 \text{ m}$ | $X_z = 0.68$      |
| $Lam_y = 72.00$              | $k_{yy} = 1.04$   | $Lam_z = 66.72$             | $k_{yz} = 1.22$   |

ΣΤΡΕΠΤΙΚΟΣ ΛΥΓΙΣΜΟΣ:  
ΛΥΓΙΣΜΟΣ

ΚΑΜΠΥΛΗ, T=b  $alpha_{,T}=0.34$

ΣΤΡΕΠΤΟΚΑΜΠΤΙΚΟΣ

ΚΑΜΠΥΛΗ, TF=b  $alpha_{,TF}=0.34$

|                  |                    |                   |                     |
|------------------|--------------------|-------------------|---------------------|
| Lt=9.73 m        | fi,T=1.06          | Ncr,y=7117.44 kN  | fi,TF=1.06          |
| Ncr,T=7261.67 kN | X,T=0.64           | Ncr,TF=7261.67 kN | X,TF=0.64           |
| Lam_T=0.94       | Nb,T,Rd=4044.77 kN | Lam_TF=0.93       | Nb,TF,Rd=4044.77 kN |

### ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΕΛΕΓΧΟΥ:

#### ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΗΚΟΥΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ :

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.03 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^2 + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^2 = 0.08 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.02 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$\tau_{xy,Ed}/(\sqrt{3} \cdot f_y/gM0) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\tau_{xz,Ed}/(\sqrt{3} \cdot f_y/gM0) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

#### ΟΛΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΑΘΕΡΟΤΗΤΑΣ ΜΕΛΟΥΣ:

$$\lambda_{bda,y} = 72.00 < \lambda_{bda,max} = 210.00 \quad \lambda_{bda,z} = 66.72 < \lambda_{bda,max} = 210.00 \quad \text{ΣΤΑΘΕΡΟ}$$

$$N_{Ed}/\min(N_{b,Rd}, N_{b,T,Rd}, N_{b,TF,Rd}) = 0.04 < 1.00 \quad (6.3.1)$$

$$M_{y,Ed,max}/M_{b,Rd} = 0.33 < 1.00 \quad (6.3.2.1.(1))$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.56 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.37 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

### ΔΙΑΤΟΜΗ ΟΚ !!!

#### ΟΡΙΑΚΕΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ



#### ΕΚΤΡΟΠΕΣ (ΤΟΠΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ):

$$u_y = 0.2 \text{ cm} < u_{y,max} = L/200.00 = 4.6 \text{ cm} \quad \text{ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ}$$

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 15 COMB9 (1+2+4)\*1.00+3\*0.70+6\*0.60

$$u_z = 0.7 \text{ cm} < u_{z,max} = L/200.00 = 4.6 \text{ cm} \quad \text{ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ}$$

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 19 COMB13 (1+2+6)\*1.00+3\*0.70+4\*0.50

$$u_{inst,y} = 0.1 \text{ cm} < u_{inst,max,y} = L/350.00 = 2.7 \text{ cm} \quad \text{ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ}$$

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 0.7\*3 + 1\*4 + 0.6\*6

$$u_{inst,z} = 0.7 \text{ cm} < u_{inst,max,z} = L/350.00 = 2.7 \text{ cm} \quad \text{ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ}$$

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 0.7\*3 + 0.5\*4 + 1\*6



#### ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ (ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ):

$$v_x = 0.0 \text{ cm} < v_{x,max} = L/150.00 = 6.2 \text{ cm} \quad \text{ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ}$$

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 15 COMB9 (1+2+4)\*1.00+3\*0.70+6\*0.60

$$v_y = 5.6 \text{ cm} < v_{y,max} = L/150.00 = 6.2 \text{ cm} \quad \text{ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ}$$

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 19 COMB13 (1+2+6)\*1.00+3\*0.70+4\*0.50

### ΔΙΑΤΟΜΗ ΟΚ !!!

## 1.2 2<sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες κλειστές

### ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΧΑΛΥΒΑ

**ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ:** EN 1993-1:2005/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**ΤΥΠΟΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ:** ΕΠΑΛΗΘΕΥΣΗ ΓΚΡΟΥΠ ΕΛΕΓΧΟΥ

**ΓΚΡΟΥΠ ΕΛΕΓΧΟΥ:** 5 υποστυλώματα

**ΜΕΛΟΣ:** 1027 υποστυλώματα\_1027

**ΣΗΜΕΙΟ:** 5

**ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ:** x = 0.50 L = 4.87 m

**ΦΟΡΤΙΑ:**

ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ: 12 COMB6 (1+2)\*1.35+3\*1.05+4\*0.75+6\*1.50

**ΥΛΙΚΟ:**S355 ( S355 )  $f_y = 355.00$  MPa**ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΔΙΑΤΟΜΗΣ: HEA 500**

|           |                              |                              |                           |
|-----------|------------------------------|------------------------------|---------------------------|
| h=49.0 cm | gM0=1.00                     | gM1=1.00                     |                           |
| b=30.0 cm | Ay=150.74 cm <sup>2</sup>    | Az=74.72 cm <sup>2</sup>     | Ax=197.54 cm <sup>2</sup> |
| tw=1.2 cm | Iy=86974.80 cm <sup>4</sup>  | Iz=10367.10 cm <sup>4</sup>  | Ix=336.00 cm <sup>4</sup> |
| tf=2.3 cm | Wply=3949.08 cm <sup>3</sup> | Wplz=1058.53 cm <sup>3</sup> |                           |

**ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΤΟΧΕΣ:**

|                    |                          |                       |                         |
|--------------------|--------------------------|-----------------------|-------------------------|
| N,Ed = 188.31 kN   | My,Ed = -175.85 kN*m     | Mz,Ed = -34.49 kN*m   | Vy,Ed = 29.00 kN        |
| Nc,Rd = 7012.60 kN | My,Ed,max = -294.93 kN*m |                       | Mz,Ed,max = -73.75 kN*m |
| Nb,Rd = 4731.60 kN | Vy,T,Rd = 3089.45 kN     |                       |                         |
|                    | My,c,Rd = 1401.92 kN*m   | Mz,c,Rd = 375.78 kN*m | Vz,Ed = 27.27 kN        |
|                    | MN,y,Rd = 1401.92 kN*m   | MN,z,Rd = 375.78 kN*m | Vz,T,Rd = 1531.40 kN    |
|                    | Mb,Rd = 794.31 kN*m      |                       | Tt,Ed = -0.00 kN*m      |
|                    |                          |                       | ΤΑΞΗ ΔΙΑΤΟΜΗΣ = 1       |

**ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΛΕΥΡΙΚΟΥ ΛΥΓΙΣΜΟΥ:**

|                |                    |                |            |
|----------------|--------------------|----------------|------------|
| z = 0.00       | Mcr = 1071.99 kN*m | ΚΑΜΠΥΛΗ,LT - a | XLT = 0.57 |
| Lcr,low=9.73 m | Lam_LT = 1.14      | fi,LT = 1.25   |            |

**ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΛΥΓΙΣΜΟΥ:**

ΠΕΡΙ ΤΟΝ ΑΞΟΝΑ y:

|                 |              |
|-----------------|--------------|
| Ly = 9.73 m     | Lam_y = 0.85 |
| Lcr,y = 13.62 m | Xy = 0.77    |
| Lamy = 64.92    | kyy = 1.04   |



ΠΕΡΙ ΤΟΝ ΑΞΟΝΑ z:

|                |              |
|----------------|--------------|
| Lz = 9.73 m    | Lam_z = 0.88 |
| Lcr,z = 4.87 m | Xz = 0.67    |
| Lamz = 67.16   | kyz = 1.37   |

**ΣΤΡΕΠΤΙΚΟΣ ΛΥΓΙΣΜΟΣ:**

|                  |                    |                   |                     |
|------------------|--------------------|-------------------|---------------------|
| ΚΑΜΠΥΛΗ,T=b      | alfa,T=0.34        | ΚΑΜΠΥΛΗ,TF=b      | alfa,TF=0.34        |
| Lt=9.73 m        | fi,T=1.06          | Ncr,y=9714.73 kN  | fi,TF=1.06          |
| Ncr,T=8018.43 kN | X,T=0.64           | Ncr,TF=8018.43 kN | X,TF=0.64           |
| Lam_T=0.85       | Nb,T,Rd=4477.79 kN | Lam_TF=0.94       | Nb,TF,Rd=4477.79 kN |

**ΣΤΡΕΠΤΟΚΑΜΠΤΙΚΟΣ****ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΕΛΕΓΧΟΥ:****ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΗΚΟΥΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ :**

N,Ed/Nc,Rd = 0.03 < 1.00 (6.2.4.(1))  
 $(M_y,Ed/MN_{y,Rd})^2 + (M_z,Ed/MN_{z,Rd})^2 = 0.11 < 1.00$  (6.2.9.1.(6))  
 $V_y,Ed/V_{y,T,Rd} = 0.01 < 1.00$  (6.2.6-7)  
 $V_z,Ed/V_{z,T,Rd} = 0.02 < 1.00$  (6.2.6-7)  
 $\tau_{y,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot gM0)) = 0.00 < 1.00$  (6.2.6)  
 $\tau_{z,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot gM0)) = 0.00 < 1.00$  (6.2.6)

**ΟΛΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΑΘΕΡΟΤΗΤΑΣ ΜΕΛΟΥΣ:**

$\lambda_{y} = 64.92 < \lambda_{y,max} = 210.00$        $\lambda_{z} = 67.16 < \lambda_{z,max} = 210.00$       ΣΤΑΘΕΡΟ

$$N_{Ed}/\text{Min}(N_b, R_d, N_b, T, R_d, N_b, T, F, R_d) = 0.04 < 1.00 \quad (6.3.1)$$

$$M_{y,Ed,max}/M_b, R_d = 0.37 < 1.00 \quad (6.3.2.1.(1))$$

$$N_{Ed}/(X_y * N_{Rk}/gM1) + k_{yy} * M_{y,Ed,max}/(X_{LT} * M_{y,Rk}/gM1) + k_{yz} * M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.69 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z * N_{Rk}/gM1) + k_{zy} * M_{y,Ed,max}/(X_{LT} * M_{y,Rk}/gM1) + k_{zz} * M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.45 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

## ΔΙΑΤΟΜΗ ΟΚ !!!

### ΟΡΙΑΚΕΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ



#### ΕΚΤΡΟΠΕΣ (ΤΟΠΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ):

$$u_y = 0.2 \text{ cm} < u_{y \text{ max}} = L/200.00 = 4.9 \text{ cm} \text{ ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ}$$

$$\text{ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ: } 15 \text{ COMB9 } (1+2+4) * 1.00 + 3 * 0.70 + 6 * 0.50$$

$$u_z = 0.8 \text{ cm} < u_{z \text{ max}} = L/200.00 = 4.9 \text{ cm} \text{ ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ}$$

$$\text{ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ: } 19 \text{ COMB13 } (1+2+6) * 1.00 + 3 * 0.70 + 4 * 0.50$$

$$u_{\text{inst},y} = 0.1 \text{ cm} < u_{\text{inst,max},y} = L/360.00 = 2.7 \text{ cm} \text{ ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ}$$

$$\text{ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ: } 0.7 * 3 + 1 * 4 + 0.5 * 6$$

$$u_{\text{inst},z} = 0.8 \text{ cm} < u_{\text{inst,max},z} = L/360.00 = 2.7 \text{ cm} \text{ ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ}$$

$$\text{ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ: } 0.7 * 3 + 0.5 * 4 + 1 * 6$$



#### ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ (ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ):

$$v_x = 0.2 \text{ cm} < v_{x \text{ max}} = L/150.00 = 6.5 \text{ cm} \text{ ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ}$$

$$\text{ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ: } 18 \text{ COMB12 } (1+2+5) * 1.00 + 3 * 0.70 + 4 * 0.50$$

$$v_y = 6.5 \text{ cm} < v_{y \text{ max}} = L/150.00 = 6.5 \text{ cm} \text{ ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ}$$

$$\text{ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ: } 19 \text{ COMB13 } (1+2+6) * 1.00 + 3 * 0.70 + 4 * 0.50$$

## ΔΙΑΤΟΜΗ ΟΚ !!!

## 2 Υποστυλώματα πλευρικών ανοιγμάτων

### 2.1 1<sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες ανοιχτές

## ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΧΑΛΥΒΑ

ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ: *EN 1993-1:2005/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.*

ΤΥΠΟΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ: ΕΠΑΛΗΘΕΥΣΗ ΓΚΡΟΥΠ ΕΛΕΓΧΟΥ

ΓΚΡΟΥΠ ΕΛΕΓΧΟΥ: 3 υποσ/τα ανοιγματος

ΜΕΛΟΣ: 1108 υποστυλωματα ανοιγματος\_1108

ΣΗΜΕΙΟ: 1

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ:  $x = 0.88 \text{ L} = 8.26 \text{ m}$

ΦΟΡΤΙΑ:

ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ: 12 COMB6 (1+2)\*1.35+3\*1.05+4\*0.75+6\*1.50

---

---

**ΥΛΙΚΟ:**S355 ( S355 )  $f_y = 355.00 \text{ MPa}$ 

---

---

**ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΔΙΑΤΟΜΗΣ: HEA 550**

|                     |                                |                                |                           |
|---------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| $h=54.0 \text{ cm}$ | $gM0=1.00$                     | $gM1=1.00$                     |                           |
| $b=30.0 \text{ cm}$ | $A_y=157.01 \text{ cm}^2$      | $A_z=83.72 \text{ cm}^2$       | $A_x=211.76 \text{ cm}^2$ |
| $tw=1.3 \text{ cm}$ | $I_y=111932.00 \text{ cm}^4$   | $I_z=10819.10 \text{ cm}^4$    | $I_x=386.00 \text{ cm}^4$ |
| $tf=2.4 \text{ cm}$ | $W_{ply}=4622.06 \text{ cm}^3$ | $W_{plz}=1106.92 \text{ cm}^3$ |                           |

---

---

**ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΤΟΧΕΣ:**

|                                 |                                       |                                    |
|---------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| $N_{,Ed} = 548.64 \text{ kN}$   | $M_{y,Ed} = 337.50 \text{ kN*m}$      | $M_{z,Ed} = -117.88 \text{ kN*m}$  |
| $N_{c,Rd} = 7517.41 \text{ kN}$ | $V_{y,Ed} = -128.48 \text{ kN}$       | $V_{y,T,Rd} = 3212.99 \text{ kN}$  |
|                                 | $M_{y,Ed,max} = 371.39 \text{ kN*m}$  |                                    |
|                                 | $M_{z,Ed,max} = -117.88 \text{ kN*m}$ |                                    |
| $N_{b,Rd} = 5177.93 \text{ kN}$ | $M_{y,c,Rd} = 1640.83 \text{ kN*m}$   | $M_{z,c,Rd} = 392.96 \text{ kN*m}$ |
|                                 | $V_{z,Ed} = 30.86 \text{ kN}$         |                                    |
|                                 | $MN_{,y,Rd} = 1640.83 \text{ kN*m}$   | $MN_{,z,Rd} = 392.96 \text{ kN*m}$ |
|                                 | $V_{z,T,Rd} = 1714.48 \text{ kN}$     |                                    |
|                                 | $M_{b,Rd} = 931.12 \text{ kN*m}$      | $T_{t,Ed} = 0.13 \text{ kN*m}$     |

ΤΑΞΗ ΔΙΑΤΟΜΗΣ =

1

---

---

**ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΛΕΥΡΙΚΟΥ ΛΥΓΙΣΜΟΥ:**

|                               |                                 |                   |              |
|-------------------------------|---------------------------------|-------------------|--------------|
| $z = 0.00$                    | $M_{cr} = 1257.59 \text{ kN*m}$ | ΚΑΜΠΥΛΗ ,LT - a   | $XLT = 0.57$ |
| $L_{cr,upp} = 9.36 \text{ m}$ | $Lam_{LT} = 1.14$               | $fi_{,LT} = 1.25$ |              |

---

---

**ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΛΥΓΙΣΜΟΥ:**

ΠΕΡΙ ΤΟΝ ΑΞΟΝΑ y:

|                              |                |
|------------------------------|----------------|
| $L_y = 9.36 \text{ m}$       | $Lam_y = 0.75$ |
| $L_{cr,y} = 13.10 \text{ m}$ | $X_y = 0.83$   |
| $Lam_y = 56.99$              | $ky_y = 1.11$  |



ΠΕΡΙ ΤΟΝ ΑΞΟΝΑ z:

|                             |                |
|-----------------------------|----------------|
| $L_z = 9.36 \text{ m}$      | $Lam_z = 0.86$ |
| $L_{cr,z} = 4.68 \text{ m}$ | $X_z = 0.69$   |
| $Lam_z = 65.47$             | $ky_z = 1.48$  |

---

---

**ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΕΛΕΓΧΟΥ:****ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΗΚΟΥΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ :** $N_{,Ed}/N_{c,Rd} = 0.07 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$  $(M_{y,Ed}/MN_{,y,Rd})^2 + (M_{z,Ed}/MN_{,z,Rd})^2 = 0.34 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$  $V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.04 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$  $V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.02 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$  $\tau_{ty,Ed}/(f_y/(\sqrt{3})gM0) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$



$$\tau_{y,z,Ed}/(f_y/(\sqrt{3})\cdot gM_0) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

**ΟΛΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΑΘΕΡΟΤΗΤΑΣ ΜΕΛΟΥΣ:**

$$\lambda_{y,Ed} = 56.99 < \lambda_{y,max} = 210.00 \quad \lambda_{z,Ed} = 65.47 < \lambda_{z,max} = 210.00 \quad \text{ΣΤΑΘΕΡΟ}$$

$$M_{y,Ed,max}/M_{b,Rd} = 0.40 < 1.00 \quad (6.3.2.1.(1))$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM_1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/gM_1) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM_1) = 0.98 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM_1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/gM_1) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM_1) = 0.67 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

**ΔΙΑΤΟΜΗ ΟΚ !!!**

**ΟΡΙΑΚΕΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ**



**ΕΚΤΡΟΠΕΣ (ΤΟΠΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ):**

$$u_y = 0.3 \text{ cm} < u_{y,max} = L/200.00 = 4.7 \text{ cm} \quad \text{ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ}$$

$$\text{ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ: } 15 \text{ COMB9 } (1+2+4) \cdot 1.00 + 3 \cdot 0.70 + 6 \cdot 0.60$$

$$u_z = 0.7 \text{ cm} < u_{z,max} = L/200.00 = 4.7 \text{ cm} \quad \text{ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ}$$

$$\text{ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ: } 19 \text{ COMB13 } (1+2+6) \cdot 1.00 + 3 \cdot 0.70 + 4 \cdot 0.50$$

$$u_{inst,y} = 0.1 \text{ cm} < u_{inst,max,y} = L/350.00 = 2.7 \text{ cm} \quad \text{ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ}$$

$$\text{ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ: } 0.7 \cdot 3 + 1 \cdot 4 + 0.6 \cdot 6$$

$$u_{inst,z} = 0.5 \text{ cm} < u_{inst,max,z} = L/350.00 = 2.7 \text{ cm} \quad \text{ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ}$$

$$\text{ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ: } 0.7 \cdot 3 + 0.5 \cdot 4 + 1 \cdot 6$$



**ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ (ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ):**

$$v_x = 0.1 \text{ cm} < v_{x,max} = L/150.00 = 6.2 \text{ cm} \quad \text{ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ}$$

$$\text{ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ: } 15 \text{ COMB9 } (1+2+4) \cdot 1.00 + 3 \cdot 0.70 + 6 \cdot 0.60$$

$$v_y = 5.8 \text{ cm} < v_{y,max} = L/150.00 = 6.2 \text{ cm} \quad \text{ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ}$$

$$\text{ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ: } 19 \text{ COMB13 } (1+2+6) \cdot 1.00 + 3 \cdot 0.70 + 4 \cdot 0.50$$

**ΔΙΑΤΟΜΗ ΟΚ !!!**

## 2.2 2<sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες κλειστές

### ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΧΑΛΥΒΑ

**ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ:** EN 1993-1:2005/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**ΤΥΠΟΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ:** ΕΠΑΛΗΘΕΥΣΗ ΓΚΡΟΥΠ ΕΛΕΓΧΟΥ

**ΓΚΡΟΥΠ ΕΛΕΓΧΟΥ:** 3 υποσ/τα ανοιγματος

**ΜΕΛΟΣ:** 1108 υποστυλωματα ανοιγματος\_1108

**ΣΗΜΕΙΟ:** 5

**ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ:**  $x = 0.88 L = 8.26 \text{ m}$

**ΦΟΡΤΙΑ:**

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 12 COMB6 (1+2)\*1.35+3\*1.05+4\*0.75+6\*1.50

**ΥΛΙΚΟ:**S355 ( S355 )  $f_y = 355.00 \text{ MPa}$ **ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΔΙΑΤΟΜΗΣ: ΗΕΒ 500**

|           |                              |                              |                           |
|-----------|------------------------------|------------------------------|---------------------------|
| h=50.0 cm | gM0=1.00                     | gM1=1.00                     |                           |
| b=30.0 cm | Ay=182.09 cm <sup>2</sup>    | Az=89.82 cm <sup>2</sup>     | Ax=238.64 cm <sup>2</sup> |
| tw=1.5 cm | Iy=107176.00 cm <sup>4</sup> | Iz=12623.90 cm <sup>4</sup>  | Ix=605.00 cm <sup>4</sup> |
| tf=2.8 cm | Wply=4814.79 cm <sup>3</sup> | Wplz=1291.67 cm <sup>3</sup> |                           |

**ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΤΟΧΕΣ:**

|                    |                         |                       |                          |
|--------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------------|
| N,Ed = 516.91 kN   | My,Ed = 384.30 kN*m     | Mz,Ed = -140.73 kN*m  | Vy,Ed = 213.16 kN        |
| Nc,Rd = 8471.65 kN | My,Ed,max = 421.79 kN*m |                       | Mz,Ed,max = -140.73 kN*m |
|                    | Vy,T,Rd = 3722.98 kN    |                       |                          |
| Nb,Rd = 5914.32 kN | My,c,Rd = 1709.25 kN*m  | Mz,c,Rd = 458.54 kN*m | Vz,Ed = 38.36 kN         |
|                    | MN,y,Rd = 1709.25 kN*m  | MN,z,Rd = 458.54 kN*m | Vz,T,Rd = 1838.58 kN     |
|                    | Mb,Rd = 1090.98 kN*m    |                       | Tt,Ed = 0.27 kN*m        |
|                    |                         |                       | ΤΑΣΗ ΔΙΑΤΟΜΗΣ = 1        |

**ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΛΕΥΡΙΚΟΥ ΛΥΓΙΣΜΟΥ:**

|                |                    |                |            |
|----------------|--------------------|----------------|------------|
| z = 0.00       | Mcr = 1583.23 kN*m | ΚΑΜΠΥΛΗ,LT - a | XLT = 0.64 |
| Lcr,upp=9.36 m | Lam_LT = 1.04      | fi,LT = 1.13   |            |

**ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΛΥΓΙΣΜΟΥ:**

ΠΕΡΙ ΤΟΝ ΑΞΟΝΑ y:

|                 |              |
|-----------------|--------------|
| Ly = 9.36 m     | Lam_y = 0.81 |
| Lcr,y = 13.10 m | Xy = 0.79    |
| Lamy = 61.83    | kyy = 1.08   |



ΠΕΡΙ ΤΟΝ ΑΞΟΝΑ z:

|                |              |
|----------------|--------------|
| Lz = 9.36 m    | Lam_z = 0.84 |
| Lcr,z = 4.68 m | Xz = 0.70    |
| Lamz = 64.35   | kyz = 1.21   |

**ΣΤΡΕΠΤΙΚΟΣ ΛΥΓΙΣΜΟΣ:  
ΛΥΓΙΣΜΟΣ**

|                   |                    |
|-------------------|--------------------|
| ΚΑΜΠΥΛΗ,T=b       | alfa,T=0.34        |
| Lt=9.36 m         | fi,T=0.93          |
| Ncr,T=13047.20 kN | X,T=0.72           |
| Lam_T=0.81        | Nb,T,Rd=6106.96 kN |

**ΣΤΡΕΠΤΟΚΑΜΠΤΙΚΟΣ**

|                    |                     |
|--------------------|---------------------|
| ΚΑΜΠΥΛΗ,TF=b       | alfa,TF=0.34        |
| Ncr,y=12936.26 kN  | fi,TF=0.93          |
| Ncr,TF=13047.20 kN | X,TF=0.72           |
| Lam_TF=0.81        | Nb,TF,Rd=6106.96 kN |

**ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΕΛΕΓΧΟΥ:****ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΗΚΟΥΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ :**

$N,Ed/Nc,Rd = 0.06 < 1.00$  (6.2.4.(1))  
 $(My,Ed/MN,y,Rd)^{2.00} + (Mz,Ed/MN,z,Rd)^{1.00} = 0.36 < 1.00$  (6.2.9.1.(6))  
 $Vy,Ed/Vy,T,Rd = 0.06 < 1.00$  (6.2.6-7)  
 $Vz,Ed/Vz,T,Rd = 0.02 < 1.00$  (6.2.6-7)

$\tau_{xy,Ed}/(f_y/(\sqrt{3}) \cdot gM0) = 0.01 < 1.00$  (6.2.6)

$\tau_{xz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3}) \cdot gM0) = 0.00 < 1.00$  (6.2.6)

**ΟΛΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΑΘΕΡΟΤΗΤΑΣ ΜΕΛΟΥΣ:**

$\lambda_{y,y} = 61.83 < \lambda_{y,max} = 210.00$   $\lambda_{z,z} = 64.35 < \lambda_{z,max} = 210.00$  ΣΤΑΘΕΡΟ

$N,Ed/\text{Min}(Nb,Rd,Nb,T,Rd,Nb,TF,Rd) = 0.09 < 1.00$  (6.3.1)

$My,Ed,max/Mb,Rd = 0.39 < 1.00$  (6.3.2.1.(1))

$N,Ed/(Xy \cdot N,Rk/gM1) + kyy \cdot My,Ed,max/(XLT \cdot My,Rk/gM1) + kyz \cdot Mz,Ed,max/(Mz,Rk/gM1) = 0.87 < 1.00$  (6.3.3.(4))

$N,Ed/(Xz \cdot N,Rk/gM1) + kzy \cdot My,Ed,max/(XLT \cdot My,Rk/gM1) + kzz \cdot Mz,Ed,max/(Mz,Rk/gM1) = 0.65 < 1.00$  (6.3.3.(4))

-  
**ΔΙΑΤΟΜΗ ΟΚ !!!**

### ΟΡΙΑΚΕΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ



**ΕΚΤΡΟΠΕΣ (ΤΟΠΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ):**

$u_y = 0.2 \text{ cm} < u_{y \text{ max}} = L/200.00 = 4.7 \text{ cm}$  ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 14 COMB8 (1+2+4)\*1.00+3\*0.70+5\*0.50

$u_z = 0.8 \text{ cm} < u_{z \text{ max}} = L/200.00 = 4.7 \text{ cm}$  ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 19 COMB13 (1+2+6)\*1.00+3\*0.70+4\*0.50

$u_{\text{inst},y} = 0.1 \text{ cm} < u_{\text{inst,max},y} = L/360.00 = 2.6 \text{ cm}$  ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 0.7\*3 + 1\*4 + 0.5\*5

$u_{\text{inst},z} = 0.6 \text{ cm} < u_{\text{inst,max},z} = L/360.00 = 2.6 \text{ cm}$  ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 0.7\*3 + 0.5\*4 + 1\*6



**ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ (ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ):**

$v_x = 0.1 \text{ cm} < v_{x \text{ max}} = L/150.00 = 6.2 \text{ cm}$  ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 5 wind 90

$v_y = 5.7 \text{ cm} < v_{y \text{ max}} = L/150.00 = 6.2 \text{ cm}$

ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 19 COMB13 (1+2+6)\*1.00+3\*0.70+4\*0.50

-  
**ΔΙΑΤΟΜΗ ΟΚ !!!**

## 3 Κεφαλοδοκοί

### 3.1 1<sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες ανοιχτές

## ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΧΑΛΥΒΑ

-  
**ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ:** EN 1993-1:2005/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**ΤΥΠΟΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ:** ΕΠΑΛΗΘΕΥΣΗ ΓΚΡΟΥΠ ΕΛΕΓΧΟΥ

-  
**ΓΚΡΟΥΠ ΕΛΕΓΧΟΥ:** 4 κεφαλοδοκοί

**ΜΕΛΟΣ:** 1083 κεφαλοδοκοί\_1083 **ΣΗΜΕΙΟ:** 3

**ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΟΣ:**  $x = 0.50$

$L = 3.00 \text{ m}$

-  
**ΦΟΡΤΙΑ:**

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 10 COMB4 (1+2)\*1.35+3\*1.05+4\*1.50+6\*0.90

-  
**ΥΛΙΚΟ:**

S355 ( S355 )  $f_y = 355.00 \text{ MPa}$



**ΠΑΡΑΜΕΤΡΡΟΙ ΔΙΑΤΟΜΗΣ: HEA 180**

$h=17.1 \text{ cm}$

$gM0=1.00$

$gM1=1.00$

$b=18.0 \text{ cm}$

$A_y=37.93 \text{ cm}^2$

$A_z=14.47 \text{ cm}^2$

$A_x=45.25 \text{ cm}^2$

$tw=0.6 \text{ cm}$

$I_y=2510.29 \text{ cm}^4$

$I_z=924.60 \text{ cm}^4$

$I_x=14.20 \text{ cm}^4$

tf=0.9 cm

Wply=324.88 cm<sup>3</sup>

Wplz=156.50 cm<sup>3</sup>

**ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΤΟΧΕΣ:**

N,Ed = -25.63 kN

My,Ed = 43.25 kN\*m

Nt,Rd = 1606.42 kN

My,pl,Rd = 115.33 kN\*m

My,c,Rd = 115.33 kN\*m

MN,y,Rd = 115.33 kN\*m

Mb,Rd = 71.21 kN\*m

ΤΑΞΗ ΔΙΑΤΟΜΗΣ = 2



**ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΛΕΥΡΙΚΟΥ ΛΥΓΙΣΜΟΥ:**

z = 0.00

Mcr = 100.94 kN\*m

ΚΑΜΠΥΛΗ ,LT - a

XLT = 0.62

Lcr,upp=6.00 m

Lam\_LT = 1.07

fi,LT = 1.16

**ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΛΥΓΙΣΜΟΥ:**



ΠΕΡΙ ΤΟΝ ΑΞΟΝΑ y:



ΠΕΡΙ ΤΟΝ ΑΞΟΝΑ z:

**ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΕΛΕΓΧΟΥ:**

**ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΗΚΟΥΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ :**

N,Ed/Nt,Rd = 0.02 < 1.00 (6.2.3.(1))

My,Ed/My,c,Rd = 0.37 < 1.00 (6.2.5.(1))

**ΟΛΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΑΘΕΡΟΤΗΤΑΣ ΜΕΛΟΥΣ:**

My,Ed/Mb,Rd = 0.61 < 1.00 (6.3.2.1.(1))

**ΔΙΑΤΟΜΗ ΟΚ !!!**

**ΟΡΙΑΚΕΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ**



**ΕΚΤΡΟΠΕΣ (ΤΟΠΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ):**

uy = 0.0 cm < uy max = L/250.00 = 2.4 cm ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 6 wind 0

uz = 2.1 cm < uz max = L/250.00 = 2.4 cm ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 15 COMB9 (1+2+4)\*1.00+3\*0.70+6\*0.60

u inst,y = 0.0 cm < u inst,max,y = L/350.00 = 1.7 cm ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 0.7\*3 + 1\*6

u inst,z = 1.1 cm < u inst,max,z = L/350.00 = 1.7 cm ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 0.7\*3 + 1\*4 + 0.6\*6



**ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ (ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ): ΔΕΝ ΑΝΑΛΥΘΗΚΕ**

**ΔΙΑΤΟΜΗ ΟΚ !!!**

**3.2 2<sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες κλειστές**

**ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΧΑΛΥΒΑ**

**ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ:** EN 1993-1:2005/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**ΤΥΠΟΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ:** ΕΠΑΛΗΘΕΥΣΗ ΓΚΡΟΥΠ ΕΛΕΓΧΟΥ

**ΓΚΡΟΥΠ ΕΛΕΓΧΟΥ:** 4 κεφαλοδοκοι

**ΜΕΛΟΣ:** 72 κεφαλοδοκοι\_72 **ΣΗΜΕΙΟ:** 5  
**L = 6.00 m**

**ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ:** x = 1.00

**ΦΟΡΤΙΑ:**

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 31 COMB22 (1+2+25)\*1.00+3\*0.60

**ΥΛΙΚΟ:**

S355 ( S355 )  $f_y = 355.00$  MPa



**ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΔΙΑΤΟΜΗΣ: HEA 300**

|           |                              |                             |                           |
|-----------|------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| h=29.0 cm | gM0=1.00                     | gM1=1.00                    |                           |
| b=30.0 cm | Ay=94.85 cm <sup>2</sup>     | Az=37.28 cm <sup>2</sup>    | Ax=112.53 cm <sup>2</sup> |
| tw=0.9 cm | Iy=18263.50 cm <sup>4</sup>  | Iz=6309.56 cm <sup>4</sup>  | Ix=75.30 cm <sup>4</sup>  |
| tf=1.4 cm | Wely=1259.55 cm <sup>3</sup> | Welz=420.64 cm <sup>3</sup> |                           |

**ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΤΟΧΕΣ:**

|                    |                        |                        |                      |
|--------------------|------------------------|------------------------|----------------------|
| N,Ed = -16.42 kN   | My,Ed = -29.35 kN*m    | Mz,Ed = 76.86 kN*m     | Vy,Ed = 24.12 kN     |
| Nt,Rd = 3994.74 kN | My,el,Rd = 447.14 kN*m | Mz,el,Rd = 149.33 kN*m | Vy,T,Rd = 1942.29 kN |
|                    | My,c,Rd = 447.14 kN*m  | Mz,c,Rd = 149.33 kN*m  | Vz,Ed = -6.88 kN     |
|                    |                        |                        | Vz,T,Rd = 763.64 kN  |
|                    | Mb,Rd = 366.07 kN*m    |                        | Tt,Ed = 0.02 kN*m    |
|                    |                        |                        | ΤΑΞΗ ΔΙΑΤΟΜΗΣ = 3    |



**ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΛΕΥΡΙΚΟΥ ΛΥΓΙΣΜΟΥ:**

|                |                   |                |            |
|----------------|-------------------|----------------|------------|
| z = 0.00       | Mcr = 777.78 kN*m | ΚΑΜΠΥΛΗ,LT - a | XLT = 0.82 |
| Lcr,low=6.00 m | Lam_LT = 0.76     | fi,LT = 0.85   |            |

**ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΛΥΓΙΣΜΟΥ:**



ΠΕΡΙ ΤΟΝ ΑΞΟΝΑ y:



ΠΕΡΙ ΤΟΝ ΑΞΟΝΑ z:

**ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΕΛΕΓΧΟΥ:**

**ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΗΚΟΥΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ :**

$N,Ed/Nt,Rd + My,Ed/My,c,Rd + Mz,Ed/Mz,c,Rd = 0.58 < 1.00$  (6.2.1(7))  
 $\sqrt{(\text{Sig},x,Ed^2 + 3*(\text{Tau},y,Ed+\text{Tau},ty,Ed)^2)/(f_y/gM0)} = 0.07 < 1.00$  (6.2.1.(5))  
 $Vy,Ed/Vy,T,Rd = 0.01 < 1.00$  (6.2.6-7)  
 $Vz,Ed/Vz,T,Rd = 0.01 < 1.00$  (6.2.6-7)  
 $\text{Tau},ty,Ed/(f_y/(\sqrt{3}*gM0)) = 0.00 < 1.00$  (6.2.6)  
 $\text{Tau},tz,Ed/(f_y/(\sqrt{3}*gM0)) = 0.00 < 1.00$  (6.2.6)

**ΟΛΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΑΘΕΡΟΤΗΤΑΣ ΜΕΛΟΥΣ:**

$My,Ed/Mb,Rd = 0.08 < 1.00$  (6.3.2.1.(1))

**ΔΙΑΤΟΜΗ ΟΚ !!!**

## ΟΡΙΑΚΕΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ



**ΕΚΤΡΟΠΕΣ (ΤΟΠΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ):**

$u_y = 0.0 \text{ cm} < u_{y \text{ max}} = L/200.00 = 3.0 \text{ cm}$  ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 6 wind 0

$u_z = 0.4 \text{ cm} < u_{z \text{ max}} = L/200.00 = 3.0 \text{ cm}$  ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 15 COMB9 (1+2+4)\*1.00+3\*0.70+6\*0.50

$u_{\text{inst},y} = 0.0 \text{ cm} < u_{\text{inst,max},y} = L/350.00 = 1.7 \text{ cm}$  ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 0.7\*3 + 0.5\*4 + 1\*6

$u_{\text{inst},z} = 0.2 \text{ cm} < u_{\text{inst,max},z} = L/350.00 = 1.7 \text{ cm}$  ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 0.7\*3 + 1\*4 + 0.5\*6



**ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ (ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ): ΔΕΝ ΑΝΑΛΥΘΗΚΕ**

**ΔΙΑΤΟΜΗ ΟΚ !!!**

## 4 Δικτυώματα

Τα δικτυώματα θα παρουσιαστούν σε δυο διαφορετικές κατηγορίες. Πρώτη θα είναι η άνω και κάτω βάσεις των δικτυωμάτων και δεύτερη, τα εσωτερικά μέλη.

### 4.1 1<sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες ανοιχτές

## ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΧΑΛΥΒΑ

**ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ:** EN 1993-1:2005/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**ΤΥΠΟΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ:** ΕΠΑΛΗΘΕΥΣΗ ΓΚΡΟΥΠ ΕΛΕΓΧΟΥ

**ΓΚΡΟΥΠ ΕΛΕΓΧΟΥ:** 8 βάση δικτυωματος

**ΜΕΛΟΣ:** 42

**ΣΗΜΕΙΟ:** 5

**ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ:** x = 1.00

L = 1.10 m

**ΦΟΡΤΙΑ:**

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 10 COMB4 (1+2)\*1.35+3\*1.05+4\*1.50+6\*0.90

**ΥΛΙΚΟ:**

S355 ( S355 )  $f_y = 355.00 \text{ MPa}$



**ΠΑΡΑΜΕΤΡΡΟΙ ΔΙΑΤΟΜΗΣ: TCAR 250x10**

h=25.0 cm

gM0=1.00

gM1=1.00

b=25.0 cm

Ay=46.45 cm<sup>2</sup>

Az=46.45 cm<sup>2</sup>

Ax=92.91 cm<sup>2</sup>

tw=1.0 cm

Iy=8761.00 cm<sup>4</sup>

Iz=8761.00 cm<sup>4</sup>

Ix=14150.00 cm<sup>4</sup>

tf=1.0 cm

Wply=864.50 cm<sup>3</sup>

Wplz=864.50 cm<sup>3</sup>

**ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΤΟΧΕΣ:**

N<sub>Ed</sub> = -970.46 kN

M<sub>y,Ed</sub> = 10.05 kN\*m

M<sub>z,Ed</sub> = 8.27 kN\*m

V<sub>y,Ed</sub> = -3.49 kN

N<sub>t,Rd</sub> = 3298.29 kN

M<sub>y,pl,Rd</sub> = 306.90 kN\*m

M<sub>z,pl,Rd</sub> = 306.90 kN\*m

V<sub>y,T,Rd</sub> = 945.46 kN

M<sub>y,c,Rd</sub> = 306.90 kN\*m

M<sub>z,c,Rd</sub> = 306.90 kN\*m

V<sub>z,Ed</sub> = -1.77 kN

$MN_{y,Rd} = 281.63 \text{ kN}\cdot\text{m}$     $MN_{z,Rd} = 281.63 \text{ kN}\cdot\text{m}$     $V_{z,T,Rd} = 945.46 \text{ kN}$   
 $T_{t,Ed} = -1.66 \text{ kN}\cdot\text{m}$   
ΤΑΞΗ ΔΙΑΤΟΜΗΣ = 1



ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΛΕΥΡΙΚΟΥ ΛΥΓΙΣΜΟΥ:

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΛΥΓΙΣΜΟΥ:



ΠΕΡΙ ΤΟΝ ΑΞΟΝΑ y:



ΠΕΡΙ ΤΟΝ ΑΞΟΝΑ z:

ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΕΛΕΓΧΟΥ:

**ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΗΚΟΥΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ :**

$N_{Ed}/N_{t,Rd} = 0.29 < 1.00$  (6.2.3.(1))

$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{1.84} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.84} = 0.00 < 1.00$  (6.2.9.1.(6))

$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00$  (6.2.6-7)

$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.00 < 1.00$  (6.2.6-7)

$\tau_{xy,Ed}/(f_y/(\sqrt{3}\cdot gM_0)) = 0.01 < 1.00$  (6.2.6)

$\tau_{xz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3}\cdot gM_0)) = 0.01 < 1.00$  (6.2.6)

**ΔΙΑΤΟΜΗ ΟΚ !!!**

**ΟΡΙΑΚΕΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ**



**ΕΚΤΡΟΠΕΣ (ΤΟΠΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ):**

$u_y = 0.0 \text{ cm} < u_{y \max} = L/200.00 = 0.5 \text{ cm}$  ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 19 COMB13 (1+2+6)\*1.00+3\*0.70+4\*0.50

$u_z = 0.0 \text{ cm} < u_{z \max} = L/200.00 = 0.5 \text{ cm}$  ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 15 COMB9 (1+2+4)\*1.00+3\*0.70+6\*0.60

$u_{inst,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{inst,max,y} = L/360.00 = 0.3 \text{ cm}$  ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 0.7\*3 + 0.5\*4 + 1\*6

$u_{inst,z} = 0.0 \text{ cm} < u_{inst,max,z} = L/360.00 = 0.3 \text{ cm}$  ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 0.7\*3 + 1\*4 + 0.6\*6



**ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ (ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ):**

$v_x = 0.0 \text{ cm} < v_{x \max} = L/150.00 = 0.7 \text{ cm}$  ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 15 COMB9 (1+2+4)\*1.00+3\*0.70+6\*0.60

$v_y = 0.5 \text{ cm} < v_{y \max} = L/150.00 = 0.7 \text{ cm}$  ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 19 COMB13 (1+2+6)\*1.00+3\*0.70+4\*0.50

**ΔΙΑΤΟΜΗ ΟΚ !!!**

## ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΧΑΛΥΒΑ

**ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ:** EN 1993-1:2005/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**ΤΥΠΟΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ:** ΕΠΑΛΗΘΕΥΣΗ ΓΚΡΟΥΠ ΕΛΕΓΧΟΥ

**ΓΚΡΟΥΠ ΕΛΕΓΧΟΥ:** 7 δικτῶμα

**ΜΕΛΟΣ:** 233 δικτῶμα\_233

**ΣΗΜΕΙΟ:** 5

**ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΟΣ:** x = 1.00

L = 1.56 m

**ΦΟΡΤΙΑ:**

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 10 COMB4 (1+2)\*1.35+3\*1.05+4\*1.50+6\*0.90

**ΥΛΙΚΟ:**

S355 ( S355 )  $f_y = 355.00 \text{ MPa}$



**ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΔΙΑΤΟΜΗΣ: T CAR 250x8**

|                     |                               |                               |                             |
|---------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| $h=25.0 \text{ cm}$ | $gM0=1.00$                    | $gM1=1.00$                    |                             |
| $b=25.0 \text{ cm}$ | $A_y=37.73 \text{ cm}^2$      | $A_z=37.73 \text{ cm}^2$      | $A_x=75.46 \text{ cm}^2$    |
| $tw=0.8 \text{ cm}$ | $I_y=7264.00 \text{ cm}^4$    | $I_z=7264.00 \text{ cm}^4$    | $I_x=11560.00 \text{ cm}^4$ |
| $tf=0.8 \text{ cm}$ | $W_{ply}=703.02 \text{ cm}^3$ | $W_{plz}=703.02 \text{ cm}^3$ |                             |

**ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΤΟΧΕΣ:**

$N_{,Ed} = -348.21 \text{ kN}$   
 $N_{t,Rd} = 2678.91 \text{ kN}$

$V_{y,Ed} = 0.05 \text{ kN}$   
 $V_{y,c,Rd} = 773.33 \text{ kN}$   
 $V_{z,Ed} = -0.43 \text{ kN}$   
 $V_{z,c,Rd} = 773.33 \text{ kN}$   
ΤΑΞΗ ΔΙΑΤΟΜΗΣ = 1



**ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΛΕΥΡΙΚΟΥ ΛΥΓΙΣΜΟΥ:**

**ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΛΥΓΙΣΜΟΥ:**



ΠΕΡΙ ΤΟΝ ΑΞΟΝΑ y:



ΠΕΡΙ ΤΟΝ ΑΞΟΝΑ z:

**ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΕΛΕΓΧΟΥ:**

**ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΗΚΟΥΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ :**

$N_{,Ed}/N_{t,Rd} = 0.13 < 1.00$  (6.2.3.(1))  
 $V_{y,Ed}/V_{y,c,Rd} = 0.00 < 1.00$  (6.2.6.(1))  
 $V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.00 < 1.00$  (6.2.6.(1))

**ΔΙΑΤΟΜΗ OK !!!**

**ΟΡΙΑΚΕΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ**



**ΕΚΤΡΟΠΕΣ (ΤΟΠΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ):**

$u_y = 0.0 \text{ cm} < u_{y \text{ max}} = L/200.00 = 0.7 \text{ cm}$  ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ  
**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 6 wind 0  
 $u_z = 0.0 \text{ cm} < u_{z \text{ max}} = L/200.00 = 0.7 \text{ cm}$  ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ  
**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 15 COMB9 (1+2+4)\*1.00+3\*0.70+6\*0.60  
 $u_{\text{inst},y} = 0.0 \text{ cm} < u_{\text{inst},\text{max},y} = L/360.00 = 0.4 \text{ cm}$  ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ  
**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 0.7\*3 + 1\*6  
 $u_{\text{inst},z} = 0.0 \text{ cm} < u_{\text{inst},\text{max},z} = L/360.00 = 0.4 \text{ cm}$  ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ  
**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 0.7\*3 + 1\*4 + 0.6\*6



**ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ (ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ):**

$v_x = 0.2 \text{ cm} < v_{x \text{ max}} = L/150.00 = 0.9 \text{ cm}$  ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ  
**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 15 COMB9 (1+2+4)\*1.00+3\*0.70+6\*0.60  
 $v_y = 0.7 \text{ cm} < v_{y \text{ max}} = L/150.00 = 0.9 \text{ cm}$  ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ  
**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 19 COMB13 (1+2+6)\*1.00+3\*0.70+4\*0.50

**ΔΙΑΤΟΜΗ OK !!**



## 4.2 2<sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες κλειστές

### ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΧΑΛΥΒΑ

**ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ:** EN 1993-1:2005/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**ΤΥΠΟΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ:** ΕΠΑΛΗΘΕΥΣΗ ΓΚΡΟΥΠ ΕΛΕΓΧΟΥ

**ΓΚΡΟΥΠ ΕΛΕΓΧΟΥ:** 12 βαση δικτυωτοσμα

**ΜΕΛΟΣ:** 258 δικτυωμα\_258 **ΣΗΜΕΙΟ:** 1

**ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ:** x = 0.00

L = 0.00 m

#### ΦΟΡΤΙΑ:

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 12 COMB6 (1+2)\*1.35+3\*1.05+4\*0.75+6\*1.50

#### ΥΛΙΚΟ:

S355 ( S355 )  $f_y = 355.00$  MPa



#### ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΔΙΑΤΟΜΗΣ: TCAR 150x10

|           |                             |                             |                            |
|-----------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| h=15.0 cm | gM0=1.00                    | gM1=1.00                    |                            |
| b=15.0 cm | Ay=26.45 cm <sup>2</sup>    | Az=26.45 cm <sup>2</sup>    | Ax=52.91 cm <sup>2</sup>   |
| tw=1.0 cm | Iy=1672.00 cm <sup>4</sup>  | Iz=1672.00 cm <sup>4</sup>  | Ix=2822.00 cm <sup>4</sup> |
| tf=1.0 cm | Wply=294.50 cm <sup>3</sup> | Wplz=294.50 cm <sup>3</sup> |                            |

#### ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΤΟΧΕΣ:

|                    |                         |                       |                       |
|--------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|
| N,Ed = 399.03 kN   | My,Ed = -26.26 kN*m     | Mz,Ed = 3.45 kN*m     | Vy,Ed = 4.50 kN       |
| Nc,Rd = 1878.29 kN | My,Ed,max = -26.26 kN*m |                       | Mz,Ed,max = 3.45 kN*m |
|                    | Vy,T,Rd = 507.84 kN     |                       |                       |
| Nb,Rd = 1854.93 kN | My,c,Rd = 104.55 kN*m   | Mz,c,Rd = 104.55 kN*m | Vz,Ed = 26.14 kN      |
|                    | MN,y,Rd = 104.55 kN*m   | MN,z,Rd = 104.55 kN*m | Vz,T,Rd = 507.84 kN   |
|                    |                         |                       | Tt,Ed = 5.09 kN*m     |
|                    |                         |                       | ΤΑΣΗ ΔΙΑΤΟΜΗΣ = 1     |



#### ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΛΕΥΡΙΚΟΥ ΛΥΓΙΣΜΟΥ:

#### ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΛΥΓΙΣΜΟΥ:



ΠΕΡΙ ΤΟΝ ΑΞΟΝΑ y:

|                |              |
|----------------|--------------|
| Ly = 1.10 m    | Lam_y = 0.26 |
| Lcr,y = 1.10 m | Xy = 0.99    |
| Lamy = 19.57   | ky = 0.91    |



ΠΕΡΙ ΤΟΝ ΑΞΟΝΑ z:

|                |              |
|----------------|--------------|
| Lz = 1.10 m    | Lam_z = 0.26 |
| Lcr,z = 1.10 m | Xz = 0.99    |
| Lamz = 19.57   | kyz = 0.54   |

#### ΣΤΡΕΠΤΙΚΟΣ ΛΥΓΙΣΜΟΣ:

|                    |                    |
|--------------------|--------------------|
| ΚΑΜΠΥΛΗ, T=a       | alfa,T=0.21        |
| Lt=1.10 m          | fi,T=0.49          |
| Ncr,T=353055.89 kN | X,T=1.00           |
| Lam_T=0.26         | Nb,T,Rd=1878.29 kN |

#### ΣΤΡΕΠΤΟΚΑΜΠΤΙΚΟΣ

|                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| ΚΑΜΠΥΛΗ, TF=a       | alfa,TF=0.21        |
| Ncr,y=28639.80 kN   | fi,TF=0.49          |
| Ncr,TF=353055.89 kN | X,TF=1.00           |
| Lam_TF=0.07         | Nb,TF,Rd=1878.29 kN |

---

-

**ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΕΛΕΓΧΟΥ:**

**ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΗΚΟΥΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ :**

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.21 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{1.75} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.75} = 0.09 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.05 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$\tau_{xy,Ed}/(f_y/(\sqrt{3}) \cdot gM_0) = 0.06 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\tau_{xz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3}) \cdot gM_0) = 0.06 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

**ΟΛΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΑΘΕΡΟΤΗΤΑΣ ΜΕΛΟΥΣ:**

$$\lambda_{y,Ed} = 19.57 < \lambda_{y,max} = 210.00 \quad \lambda_{z,Ed} = 19.57 < \lambda_{z,max} = 210.00 \quad \text{ΣΤΑΘΕΡΟ}$$

$$N_{Ed}/\min(N_{b,Rd}, N_{b,T,Rd}, N_{b,TF,Rd}) = 0.22 < 1.00 \quad (6.3.1)$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM_1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM_1) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM_1) = 0.46 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM_1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM_1) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM_1) = 0.38 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

---

-

**ΔΙΑΤΟΜΗ ΟΚ !!!**

**ΟΡΙΑΚΕΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ**



**ΕΚΤΡΟΠΕΣ (ΤΟΠΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ):**

$$u_y = 0.0 \text{ cm} < u_{y,max} = L/200.00 = 0.5 \text{ cm} \text{ ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ}$$

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 6 wind 0

$$u_z = 0.0 \text{ cm} < u_{z,max} = L/200.00 = 0.5 \text{ cm} \text{ ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ}$$

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 15 COMB9 (1+2+4)\*1.00+3\*0.70+6\*0.50

$$u_{inst,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{inst,max,y} = L/360.00 = 0.3 \text{ cm} \quad \text{ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ}$$

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 0.7\*3 + 1\*6

$$u_{inst,z} = 0.0 \text{ cm} < u_{inst,max,z} = L/360.00 = 0.3 \text{ cm} \text{ ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ}$$

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 0.7\*3 + 1\*4 + 0.5\*6



**ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ (ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ): ΔΕΝ ΑΝΑΛΥΘΗΚΕ**

---

-

**ΔΙΑΤΟΜΗ ΟΚ !!!**

## ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΧΑΛΥΒΑ

---

-

**ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ:** EN 1993-1:2005/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**ΤΥΠΟΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ:** ΕΠΑΛΗΘΕΥΣΗ ΓΚΡΟΥΠ ΕΛΕΓΧΟΥ

---

-

**ΓΚΡΟΥΠ ΕΛΕΓΧΟΥ:** 7 δικτῶμα

**ΜΕΛΟΣ:** 259 δικτῶμα\_259

**ΣΗΜΕΙΟ:** 1

**ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΟΣ:** x = 0.00

L = 0.00 m

---

-

**ΦΟΡΤΙΑ:**

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 12 COMB6 (1+2)\*1.35+3\*1.05+4\*0.75+6\*1.50

---

-

**ΥΛΙΚΟ:**

S355 ( S355 )  $f_y = 355.00 \text{ MPa}$

---



### ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΔΙΑΤΟΜΗΣ: TCAR 100x8

|           |                             |                             |                           |
|-----------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| h=10.0 cm | gM0=1.00                    | gM1=1.00                    |                           |
| b=10.0 cm | Ay=14.56 cm <sup>2</sup>    | Az=14.56 cm <sup>2</sup>    | Ax=29.13 cm <sup>2</sup>  |
| tw=0.8 cm | Iy=407.70 cm <sup>4</sup>   | Iz=407.70 cm <sup>4</sup>   | Ix=645.60 cm <sup>4</sup> |
| tf=0.8 cm | Wply=101.82 cm <sup>3</sup> | Wplz=101.82 cm <sup>3</sup> |                           |

### ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΤΟΧΕΣ:

|                    |                       |                       |                     |
|--------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|
| N,Ed = 193.65 kN   | My,Ed = -3.46 kN*m    | Mz,Ed = -3.21 kN*m    | Vy,Ed = -7.97 kN    |
| Nc,Rd = 1034.11 kN | My,Ed,max = 3.90 kN*m | Mz,Ed,max = 7.52 kN*m | Vy,T,Rd = 293.42 kN |
| Nb,Rd = 967.14 kN  | My,c,Rd = 36.15 kN*m  | Mz,c,Rd = 36.15 kN*m  | Vz,Ed = 5.55 kN     |
|                    | MN,y,Rd = 36.15 kN*m  | MN,z,Rd = 36.15 kN*m  | Vz,T,Rd = 293.42 kN |
|                    |                       |                       | Tt,Ed = 0.47 kN*m   |
|                    |                       |                       | ΤΑΣΗ ΔΙΑΤΟΜΗΣ = 1   |



### ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΛΕΥΡΙΚΟΥ ΛΥΓΙΣΜΟΥ:

### ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΛΥΓΙΣΜΟΥ:



ΠΕΡΙ ΤΟΝ ΑΞΟΝΑ y:

|                |              |
|----------------|--------------|
| Ly = 1.33 m    | Lam_y = 0.46 |
| Lcr,y = 1.33 m | Xy = 0.94    |
| Lamy = 35.42   | kzy = 0.60   |



ΠΕΡΙ ΤΟΝ ΑΞΟΝΑ z:

|                |              |
|----------------|--------------|
| Lz = 1.33 m    | Lam_z = 0.46 |
| Lcr,z = 1.33 m | Xz = 0.94    |
| Lamz = 35.42   | kzz = 0.99   |

### ΣΤΡΕΠΤΙΚΟΣ ΛΥΓΙΣΜΟΣ: ΛΥΓΙΣΜΟΣ

|                     |                      |
|---------------------|----------------------|
| ΚΑΜΠΥΛΗ, T=a        | alfa, T=0.21         |
| Lt=1.33 m           | fi, T=0.49           |
| Ncr, T=181562.35 kN | X, T=1.00            |
| Lam_T=0.46          | Nb, T, Rd=1034.11 kN |

### ΣΤΡΕΠΤΟΚΑΜΠΤΙΚΟΣ

|                      |                       |
|----------------------|-----------------------|
| ΚΑΜΠΥΛΗ, TF=a        | alfa, TF=0.21         |
| Ncr, y=4813.13 kN    | fi, TF=0.49           |
| Ncr, TF=181562.35 kN | X, TF=1.00            |
| Lam_TF=0.08          | Nb, TF, Rd=1034.11 kN |

### ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΕΛΕΓΧΟΥ:

#### ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΗΚΟΥΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ :

$$N,Ed/Nc,Rd = 0.19 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$(My,Ed/MN,y,Rd)^{1.73} + (Mz,Ed/MN,z,Rd)^{1.73} = 0.03 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$Vy,Ed/Vy,T,Rd = 0.03 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$Vz,Ed/Vz,T,Rd = 0.02 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$\tau_{xy,Ed}/(f_y/(\sqrt{3}) \cdot gM0) = 0.02 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\tau_{xz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3}) \cdot gM0) = 0.02 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

#### ΟΛΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΑΘΕΡΟΤΗΤΑΣ ΜΕΛΟΥΣ:

$$\lambda_{y,z} = 35.42 < \lambda_{y,z,max} = 210.00 \quad \lambda_{y,z} = 35.42 < \lambda_{y,z,max} = 210.00 \quad \text{ΣΤΑΘΕΡΟ}$$

$$N,Ed/\min(Nb,Rd, Nb,T,Rd, Nb,TF,Rd) = 0.20 < 1.00 \quad (6.3.1)$$

$$N,Ed/(Xy \cdot N,Rk/gM1) + k_{yy} \cdot My,Ed,max/(XLT \cdot My,Rk/gM1) + k_{yz} \cdot Mz,Ed,max/(Mz,Rk/gM1) = 0.43 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N,Ed/(Xz \cdot N,Rk/gM1) + k_{zy} \cdot My,Ed,max/(XLT \cdot My,Rk/gM1) + k_{zz} \cdot Mz,Ed,max/(Mz,Rk/gM1) = 0.47 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

**ΔΙΑΤΟΜΗ OK !!!**

### ΟΡΙΑΚΕΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ



ΕΚΤΡΟΠΕΣ (ΤΟΠΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ):

$u_y = 0.1 \text{ cm} < u_{y \text{ max}} = L/200.00 = 0.6 \text{ cm}$  ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 6 wind 0

$u_z = 0.0 \text{ cm} < u_{z \text{ max}} = L/200.00 = 0.6 \text{ cm}$  ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 19 COMB13 (1+2+6)\*1.00+3\*0.70+4\*0.50

$u_{\text{inst},y} = 0.1 \text{ cm} < u_{\text{inst,max},y} = L/360.00 = 0.3 \text{ cm}$  ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 0.7\*3 + 1\*6

$u_{\text{inst},z} = 0.0 \text{ cm} < u_{\text{inst,max},z} = L/360.00 = 0.3 \text{ cm}$  ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 0.7\*3 + 0.5\*4 + 1\*6



**ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ (ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ):** ΔΕΝ ΑΝΑΛΥΘΗΚΕ

**ΔΙΑΤΟΜΗ ΟΚ !!!**

## 5 Ζυγώματα

### 5.1 1<sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες ανοιχτές

## ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΧΑΛΥΒΑ

**ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ:** EN 1993-1:2005/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**ΤΥΠΟΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ:** ΕΠΑΛΗΘΕΥΣΗ ΓΚΡΟΥΠ ΕΛΕΓΧΟΥ

**ΓΚΡΟΥΠ ΕΛΕΓΧΟΥ:** 12 ψαλιδια ανοιγματος

**ΜΕΛΟΣ:** 1229 ψαλιδια\_1229 **ΣΗΜΕΙΟ:** 1

**ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΟΣ:** x = 0.00

L = 0.00 m

**ΦΟΡΤΙΑ:**

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 12 COMB6 (1+2)\*1.35+3\*1.05+4\*0.75+6\*1.50

**ΥΛΙΚΟ:**

S355 ( S355 )  $f_y = 355.00 \text{ MPa}$



**ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΔΙΑΤΟΜΗΣ:** HEA 360

h=35.0 cm

gM0=1.00

gM1=1.00

b=30.0 cm

Ay=116.66 cm<sup>2</sup>

Az=48.96 cm<sup>2</sup>

Ax=142.76 cm<sup>2</sup>

tw=1.0 cm

Iy=33089.80 cm<sup>4</sup>

Iz=7886.84 cm<sup>4</sup>

Ix=147.00 cm<sup>4</sup>

tf=1.8 cm

Wply=2088.63 cm<sup>3</sup>

Wplz=802.29 cm<sup>3</sup>

**ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΤΟΧΕΣ:**

N<sub>Ed</sub> = -0.85 kN

M<sub>y,Ed</sub> = -466.09 kN\*m

M<sub>z,Ed</sub> = -29.92 kN\*m

V<sub>y,Ed</sub> = -33.67 kN

N<sub>t,Rd</sub> = 5067.91 kN

M<sub>y,pl,Rd</sub> = 741.46 kN\*m

M<sub>z,pl,Rd</sub> = 284.81 kN\*m

V<sub>y,T,Rd</sub> = 2389.53 kN

M<sub>y,c,Rd</sub> = 741.46 kN\*m

M<sub>z,c,Rd</sub> = 284.81 kN\*m

V<sub>z,Ed</sub> = 181.88 kN

M<sub>N,y,Rd</sub> = 741.46 kN\*m

M<sub>N,z,Rd</sub> = 284.81 kN\*m

V<sub>z,T,Rd</sub> = 1003.08 kN

M<sub>b,Rd</sub> = 643.29 kN\*m

T<sub>t,Ed</sub> = 0.03 kN\*m

ΤΑΣΗ ΔΙΑΤΟΜΗΣ = 1

**ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΛΕΥΡΙΚΟΥ ΛΥΓΙΣΜΟΥ:** $z = 0.00$  $M_{cr} = 1724.66 \text{ kN}\cdot\text{m}$ 

ΚΑΜΠΥΛΗ,LT - a

XLT = 0.87

 $L_{cr,low} = 4.74 \text{ m}$  $\lambda_{m,LT} = 0.66$  $\phi_{i,LT} = 0.76$ **ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΛΥΓΙΣΜΟΥ:**ΠΕΡΙ ΤΟΝ ΑΞΟΝΑ  $y$ :ΠΕΡΙ ΤΟΝ ΑΞΟΝΑ  $z$ :**ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΕΛΕΓΧΟΥ:****ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΗΚΟΥΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ :** $N_{Ed}/N_{t,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.3.(1))$  $(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^2 + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^2 = 0.50 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$  $V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$  $V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.18 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$  $\tau_{xy,Ed}/(\phi_y \cdot \sqrt{3} \cdot g_{M0}) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$  $\tau_{xz,Ed}/(\phi_z \cdot \sqrt{3} \cdot g_{M0}) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$ **ΟΛΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΑΘΕΡΟΤΗΤΑΣ ΜΕΛΟΥΣ:** $M_{y,Ed}/M_{b,Rd} = 0.72 < 1.00 \quad (6.3.2.1.(1))$ **ΔΙΑΤΟΜΗ ΟΚ !!!****ΟΡΙΑΚΕΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ****ΕΚΤΡΟΠΕΣ (ΤΟΠΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ):** $u_y = 0.1 \text{ cm} < u_{y, \max} = L/250.00 = 1.9 \text{ cm}$  ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 15 COMB9  $(1+2+4) \cdot 1.00 + 3 \cdot 0.70 + 6 \cdot 0.60$  $u_z = 0.4 \text{ cm} < u_{z, \max} = L/250.00 = 1.9 \text{ cm}$  ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 19 COMB13  $(1+2+6) \cdot 1.00 + 3 \cdot 0.70 + 4 \cdot 0.50$  $u_{inst,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{inst, \max,y} = L/350.00 = 1.4 \text{ cm}$  ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:**  $0.7 \cdot 3 + 1 \cdot 4 + 0.6 \cdot 6$  $u_{inst,z} = 0.3 \text{ cm} < u_{inst, \max,z} = L/350.00 = 1.4 \text{ cm}$  ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:**  $0.7 \cdot 3 + 0.5 \cdot 4 + 1 \cdot 6$ **ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ (ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ):** $v_x = 0.1 \text{ cm} < v_{x, \max} = L/150.00 = 3.2 \text{ cm}$  ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 19 COMB13  $(1+2+6) \cdot 1.00 + 3 \cdot 0.70 + 4 \cdot 0.50$  $v_y = 0.3 \text{ cm} < v_{y, \max} = L/150.00 = 3.2 \text{ cm}$  ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 15 COMB9  $(1+2+4) \cdot 1.00 + 3 \cdot 0.70 + 6 \cdot 0.60$ **ΔΙΑΤΟΜΗ ΟΚ !!!****5.2 2<sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες κλειστές****ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΧΑΛΥΒΑ****ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ:** EN 1993-1:2005/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.**ΤΥΠΟΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ:** ΕΠΑΛΗΘΕΥΣΗ ΓΚΡΟΥΠ ΕΛΕΓΧΟΥ**ΓΚΡΟΥΠ ΕΛΕΓΧΟΥ:** 6 ψαλιδια

ΜΕΛΟΣ: 1028 ψαλιδία\_1028  
L = 0.00 m

ΣΗΜΕΙΟ: 1

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ: x = 0.00

**ΦΟΡΤΙΑ:**

ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ: 31 COMB22 (1+2+25)\*1.00+3\*0.60

**ΥΛΙΚΟ:**

S355 ( S355 )  $f_y = 355.00$  MPa



**ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΔΙΑΤΟΜΗΣ: HEA 400**

|           |                              |                             |                           |
|-----------|------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| h=39.0 cm | gM0=1.00                     | gM1=1.00                    |                           |
| b=30.0 cm | Ay=126.20 cm <sup>2</sup>    | Az=57.33 cm <sup>2</sup>    | Ax=158.98 cm <sup>2</sup> |
| tw=1.1 cm | Iy=45069.40 cm <sup>4</sup>  | Iz=8563.83 cm <sup>4</sup>  | Ix=191.00 cm <sup>4</sup> |
| tf=1.9 cm | Wply=2561.97 cm <sup>3</sup> | Wplz=872.88 cm <sup>3</sup> |                           |

**ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΤΟΧΕΣ:**

|                    |                          |                       |                        |
|--------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------|
| N,Ed = 65.86 kN    | My,Ed = -439.46 kN*m     | Mz,Ed = 37.05 kN*m    | Vy,Ed = 22.49 kN       |
| Nc,Rd = 5643.72 kN | My,Ed,max = -439.46 kN*m |                       | Mz,Ed,max = 37.05 kN*m |
|                    | Vy,T,Rd = 2582.48 kN     |                       |                        |
| Nb,Rd = 3926.83 kN | My,c,Rd = 909.50 kN*m    | Mz,c,Rd = 309.87 kN*m | Vz,Ed = 126.73 kN      |
|                    | MN,y,Rd = 909.50 kN*m    | MN,z,Rd = 309.87 kN*m | Vz,T,Rd = 1173.92 kN   |
|                    | Mb,Rd = 786.55 kN*m      |                       | Tt,Ed = 0.08 kN*m      |
|                    |                          |                       | ΤΑΞΗ ΔΙΑΤΟΜΗΣ = 1      |



**ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΛΕΥΡΙΚΟΥ ΛΥΓΙΣΜΟΥ:**

|                |                    |                |            |
|----------------|--------------------|----------------|------------|
| z = 0.00       | Mcr = 2074.49 kN*m | ΚΑΜΠΥΛΗ,LT - a | XLT = 0.86 |
| Lcr,low=4.74 m | Lam_LT = 0.66      | fi,LT = 0.77   |            |

**ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΛΥΓΙΣΜΟΥ:**



ΠΕΡΙ ΤΟΝ ΑΞΟΝΑ y:

|                |              |
|----------------|--------------|
| Ly = 4.74 m    | Lam_y = 0.37 |
| Lcr,y = 4.74 m | Xy = 0.96    |
| Lamy = 28.17   | kyy = 1.01   |



ΠΕΡΙ ΤΟΝ ΑΞΟΝΑ z:

|                |              |
|----------------|--------------|
| Lz = 4.74 m    | Lam_z = 0.85 |
| Lcr,z = 4.74 m | Xz = 0.70    |
| Lamz = 64.63   | kyz = 0.93   |

**ΣΤΡΕΠΤΙΚΟΣ ΛΥΓΙΣΜΟΣ:**

**ΛΥΓΙΣΜΟΣ**

|                   |                    |
|-------------------|--------------------|
| ΚΑΜΠΥΛΗ,T=b       | alfa,T=0.34        |
| Lt=4.74 m         | fi,T=0.80          |
| Ncr,T=12619.09 kN | X,T=0.80           |
| Lam_T=0.37        | Nb,T,Rd=4520.93 kN |

**ΣΤΡΕΠΤΟΚΑΜΠΤΙΚΟΣ**

|                    |                     |
|--------------------|---------------------|
| ΚΑΜΠΥΛΗ,TF=b       | alfa,TF=0.34        |
| Ncr,y=41516.27 kN  | fi,TF=0.80          |
| Ncr,TF=12619.09 kN | X,TF=0.80           |
| Lam_TF=0.67        | Nb,TF,Rd=4520.93 kN |

**ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΕΛΕΓΧΟΥ:**

**ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΗΚΟΥΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ :**

$N,Ed/Nc,Rd = 0.01 < 1.00$  (6.2.4.(1))  
 $(My,Ed/MN,y,Rd)^2 + (Mz,Ed/MN,z,Rd)^2 = 0.35 < 1.00$  (6.2.9.1.(6))  
 $Vy,Ed/Vy,T,Rd = 0.01 < 1.00$  (6.2.6-7)  
 $Vz,Ed/Vz,T,Rd = 0.11 < 1.00$  (6.2.6-7)  
 $\tau_{xy,Ed}/(f_y/(\sqrt{3})gM0) = 0.00 < 1.00$  (6.2.6)  
 $\tau_{xz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3})gM0) = 0.00 < 1.00$  (6.2.6)

**ΟΛΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΑΘΕΡΟΤΗΤΑΣ ΜΕΛΟΥΣ:**

$\Lambda_{y} = 28.17 < \Lambda_{y,max} = 210.00$        $\Lambda_{z} = 64.63 < \Lambda_{z,max} = 210.00$       ΣΤΑΘΕΡΟ

$N_{Ed}/\text{Min}(N_b, R_d, N_b, T, R_d, N_b, T, R_d) = 0.02 < 1.00$       (6.3.1)

$M_{y,Ed,max}/M_b, R_d = 0.56 < 1.00$       (6.3.2.1.(1))

$N_{Ed}/(X_y * N_{Rk}/gM1) + k_{yy} * M_{y,Ed,max}/(XLT * M_{y,Rk}/gM1) + k_{yz} * M_{z,Ed,max}/(M_z, Rk/gM1) = 0.69 < 1.00$   
(6.3.3.(4))

$N_{Ed}/(X_z * N_{Rk}/gM1) + k_{zy} * M_{y,Ed,max}/(XLT * M_{y,Rk}/gM1) + k_{zz} * M_{z,Ed,max}/(M_z, Rk/gM1) = 0.43 < 1.00$   
(6.3.3.(4))

**ΔΙΑΤΟΜΗ ΟΚ !!!**

**ΟΡΙΑΚΕΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ****ΕΚΤΡΟΠΕΣ (ΤΟΠΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ):**

$u_y = 0.1 \text{ cm} < u_{y,max} = L/200.00 = 2.4 \text{ cm}$  ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 19 COMB13 (1+2+6)\*1.00+3\*0.70+4\*0.50

$u_z = 0.3 \text{ cm} < u_{z,max} = L/200.00 = 2.4 \text{ cm}$  ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 19 COMB13 (1+2+6)\*1.00+3\*0.70+4\*0.50

$u_{inst,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{inst,max,y} = L/350.00 = 1.4 \text{ cm}$  ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 0.7\*3 + 0.5\*4 + 1\*6

$u_{inst,z} = 0.3 \text{ cm} < u_{inst,max,z} = L/350.00 = 1.4 \text{ cm}$  ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 0.7\*3 + 0.5\*4 + 1\*6

**ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ (ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ):**

$v_x = 0.1 \text{ cm} < v_{x,max} = L/150.00 = 3.2 \text{ cm}$  ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 14 COMB8 (1+2+4)\*1.00+3\*0.70+5\*0.50

$v_y = 0.2 \text{ cm} < v_{y,max} = L/150.00 = 3.2 \text{ cm}$  ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 15 COMB9 (1+2+4)\*1.00+3\*0.70+6\*0.50

**ΔΙΑΤΟΜΗ ΟΚ !!!**

**6 Τεγίδες****6.1 1<sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες ανοιχτές****ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΧΑΛΥΒΑ**

**ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ:** EN 1993-1:2005/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**ΤΥΠΟΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ:** ΕΠΑΛΗΘΕΥΣΗ ΓΚΡΟΥΠ ΕΛΕΓΧΟΥ

**ΓΚΡΟΥΠ ΕΛΕΓΧΟΥ:** 1 τεγίδες

**ΜΕΛΟΣ:** 733

**ΣΗΜΕΙΟ:** 3

**ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΟΣ:** x = 0.50

**L = 3.00 m**

**ΦΟΡΤΙΑ:**

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 12 COMB6 (1+2)\*1.35+3\*1.05+4\*0.75+6\*1.50

**ΥΛΙΚΟ:**

S355 ( S355 )       $f_y = 355.00 \text{ MPa}$

**ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΔΙΑΤΟΜΗΣ: ΗΕΑ 180**

|           |                             |                             |                          |
|-----------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| h=17.1 cm | gM0=1.00                    | gM1=1.00                    |                          |
| b=18.0 cm | Ay=37.93 cm <sup>2</sup>    | Az=14.47 cm <sup>2</sup>    | Ax=45.25 cm <sup>2</sup> |
| tw=0.6 cm | Iy=2510.29 cm <sup>4</sup>  | Iz=924.60 cm <sup>4</sup>   | Ix=14.20 cm <sup>4</sup> |
| tf=0.9 cm | Wply=324.88 cm <sup>3</sup> | Wplz=156.50 cm <sup>3</sup> |                          |

**ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΤΟΧΕΣ:**

|                    |                        |
|--------------------|------------------------|
| N,Ed = -1.15 kN    | My,Ed = -36.90 kN*m    |
| Nt,Rd = 1606.42 kN | My,pl,Rd = 115.33 kN*m |
|                    | My,c,Rd = 115.33 kN*m  |
|                    | MN,y,Rd = 115.33 kN*m  |
|                    | Mb,Rd = 71.21 kN*m     |

ΤΑΣΗ ΔΙΑΤΟΜΗΣ = 2

**ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΛΕΥΡΙΚΟΥ ΛΥΓΙΣΜΟΥ:**

|                |                   |                |            |
|----------------|-------------------|----------------|------------|
| z = 0.00       | Mcr = 100.94 kN*m | ΚΑΜΠΥΛΗ,LT - a | XLT = 0.62 |
| Lcr,low=6.00 m | Lam_LT = 1.07     | fi,LT = 1.16   |            |

**ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΛΥΓΙΣΜΟΥ:**

ΠΕΡΙ ΤΟΝ ΑΞΟΝΑ y:



ΠΕΡΙ ΤΟΝ ΑΞΟΝΑ z:

**ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΕΛΕΓΧΟΥ:****ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΗΚΟΥΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ :**

$$N,Ed/Nt,Rd = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.3.(1))$$

$$M_y,Ed/M_{y,c,Rd} = 0.32 < 1.00 \quad (6.2.5.(1))$$

**ΟΛΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΑΘΕΡΟΤΗΤΑΣ ΜΕΛΟΥΣ:**

$$M_y,Ed/M_{b,Rd} = 0.52 < 1.00 \quad (6.3.2.1.(1))$$

**ΔΙΑΤΟΜΗ ΟΚ !!!****ΟΡΙΑΚΕΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ****ΕΚΤΡΟΠΕΣ (ΤΟΠΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ):**

$$u_y = 0.0 \text{ cm} < u_{y \text{ max}} = L/250.00 = 2.4 \text{ cm} \text{ ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ}$$

$$\text{ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ: } 17 \text{ COMB11 } (1+2+6)*1.00+3*0.70$$

$$u_z = 1.8 \text{ cm} < u_{z \text{ max}} = L/250.00 = 2.4 \text{ cm} \text{ ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ}$$

$$\text{ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ: } 19 \text{ COMB13 } (1+2+6)*1.00+3*0.70+4*0.50$$

$$u_{\text{inst},y} = 0.0 \text{ cm} < u_{\text{inst,max},y} = L/350.00 = 1.7 \text{ cm} \text{ ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ}$$

$$\text{ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ: } 0.7*3 + 0.5*4 + 1*6$$

$$u_{\text{inst},z} = 1.0 \text{ cm} < u_{\text{inst,max},z} = L/350.00 = 1.7 \text{ cm} \text{ ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ}$$

$$\text{ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ: } 0.7*3 + 0.5*4 + 1*6$$

**ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ (ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ): ΔΕΝ ΑΝΑΛΥΘΗΚΕ****ΔΙΑΤΟΜΗ ΟΚ !!!**



## 6.2 2<sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες κλειστές

### ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΧΑΛΥΒΑ

**ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ:** EN 1993-1:2005/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**ΤΥΠΟΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ:** ΕΠΑΛΗΘΕΥΣΗ ΓΚΡΟΥΠ ΕΛΕΓΧΟΥ

**ΓΚΡΟΥΠ ΕΛΕΓΧΟΥ:** 1 τεγίδες

**ΜΕΛΟΣ:** 491

**ΣΗΜΕΙΟ:** 4

**ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΟΣ:**  $x = 0.75$

$L = 4.50$  m

#### ΦΟΡΤΙΑ:

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 12 COMB6 (1+2)\*1.35+3\*1.05+4\*0.75+6\*1.50

#### ΥΛΙΚΟ:

S355 ( S355 )  $f_y = 355.00$  MPa



#### ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΔΙΑΤΟΜΗΣ: HEA 180

|             |                                  |                                  |                             |
|-------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
| $h=17.1$ cm | $gM0=1.00$                       | $gM1=1.00$                       |                             |
| $b=18.0$ cm | $A_y=37.93$ cm <sup>2</sup>      | $A_z=14.47$ cm <sup>2</sup>      | $A_x=45.25$ cm <sup>2</sup> |
| $tw=0.6$ cm | $I_y=2510.29$ cm <sup>4</sup>    | $I_z=924.60$ cm <sup>4</sup>     | $I_x=14.20$ cm <sup>4</sup> |
| $tf=0.9$ cm | $W_{ply}=324.88$ cm <sup>3</sup> | $W_{plz}=156.50$ cm <sup>3</sup> |                             |

#### ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΤΟΧΕΣ:

|                         |                            |                             |                          |
|-------------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| $N_{,Ed} = 192.49$ kN   | $M_{y,Ed} = 3.03$ kN*m     | $M_{z,Ed} = -1.59$ kN*m     | $V_{y,Ed} = -0.71$ kN    |
| $N_{c,Rd} = 1606.42$ kN | $M_{y,Ed,max} = 4.03$ kN*m | $M_{z,Ed,max} = -2.12$ kN*m | $V_{y,c,Rd} = 777.44$ kN |
| $N_{b,Rd} = 399.53$ kN  | $M_{y,c,Rd} = 115.33$ kN*m | $M_{z,c,Rd} = 55.56$ kN*m   | $V_{z,Ed} = -1.34$ kN    |
|                         | $M_{N,y,Rd} = 115.33$ kN*m | $M_{N,z,Rd} = 55.56$ kN*m   | $V_{z,c,Rd} = 296.60$ kN |

ΤΑΞΗ ΔΙΑΤΟΜΗΣ = 2



#### ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΛΕΥΡΙΚΟΥ ΛΥΓΙΣΜΟΥ:

#### ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΛΥΓΙΣΜΟΥ:



ΠΕΡΙ ΤΟΝ ΑΞΟΝΑ  $y$ :

|                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| $L_y = 6.00$ m          | $\lambda_{m,y} = 1.05$ |
| $L_{cr,y} = 6.00$ m     | $\chi_y = 0.56$        |
| $\lambda_{m,y} = 80.56$ | $\chi_{y,T} = 0.60$    |



ΠΕΡΙ ΤΟΝ ΑΞΟΝΑ  $z$ :

|                          |                        |
|--------------------------|------------------------|
| $L_z = 6.00$ m           | $\lambda_{m,z} = 1.74$ |
| $L_{cr,z} = 6.00$ m      | $\chi_z = 0.25$        |
| $\lambda_{m,z} = 132.74$ | $\chi_{z,T} = 1.37$    |

#### ΣΤΡΕΠΤΙΚΟΣ ΛΥΓΙΣΜΟΣ:

##### ΛΥΓΙΣΜΟΣ

|                          |
|--------------------------|
| $\alpha_{T,c} = 0.49$    |
| $f_{i,T} = 1.08$         |
| $N_{cr,T} = 1968.17$ kN  |
| $\lambda_{m,T} = 1.05$   |
| $N_{b,T,Rd} = 960.19$ kN |

#### ΣΤΡΕΠΤΟΚΑΜΠΤΙΚΟΣ

|                           |
|---------------------------|
| $\alpha_{TF,c} = 0.49$    |
| $f_{i,TF} = 1.08$         |
| $N_{cr,TF} = 1968.17$ kN  |
| $\lambda_{m,TF} = 0.90$   |
| $N_{b,TF,Rd} = 960.19$ kN |

#### ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΕΛΕΓΧΟΥ:

**ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΗΚΟΥΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ :**

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.12 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^2 + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^2 = 0.03 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

**ΟΛΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΑΘΕΡΟΤΗΤΑΣ ΜΕΛΟΥΣ:**

$$\lambda_{y} = 80.56 < \lambda_{y,max} = 210.00 \quad \lambda_{z} = 132.74 < \lambda_{z,max} = 210.00 \quad \text{ΣΤΑΘΕΡΟ}$$

$$N_{Ed}/\text{Min}(N_{b,Rd}, N_{b,T,Rd}, N_{b,TF,Rd}) = 0.48 < 1.00 \quad (6.3.1)$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.30 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.56 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

**ΔΙΑΤΟΜΗ ΟΚ !!!****ΟΡΙΑΚΕΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ****ΕΚΤΡΟΠΕΣ (ΤΟΠΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ):**

$$u_y = 0.1 \text{ cm} < u_{y,max} = L/200.00 = 3.0 \text{ cm} \text{ ΕΠΑΛΛΗΘΕΥΕΤΑΙ}$$

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 6 wind 0

$$u_z = 2.0 \text{ cm} < u_{z,max} = L/200.00 = 3.0 \text{ cm} \text{ ΕΠΑΛΛΗΘΕΥΕΤΑΙ}$$

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 15 COMB9 (1+2+4)\*1.00+3\*0.70+6\*0.50

$$u_{inst,y} = 0.1 \text{ cm} < u_{inst,max,y} = L/350.00 = 1.7 \text{ cm} \quad \text{ΕΠΑΛΛΗΘΕΥΕΤΑΙ}$$

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 0.7\*3 + 1\*6

$$u_{inst,z} = 1.2 \text{ cm} < u_{inst,max,z} = L/350.00 = 1.7 \text{ cm} \text{ ΕΠΑΛΛΗΘΕΥΕΤΑΙ}$$

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 0.7\*3 + 1\*4 + 0.5\*6**ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ (ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ): ΔΕΝ ΑΝΑΛΥΘΗΚΕ****ΔΙΑΤΟΜΗ ΟΚ !!!****7 Χιαστί σύνδεσμοι δυσκαμψίας****7.1 1<sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες ανοιχτές****ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΧΑΛΥΒΑ****ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ:** EN 1993-1:2005/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.**ΤΥΠΟΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ:** ΕΠΑΛΛΗΘΕΥΣΗ ΓΚΡΟΥΠ ΕΛΕΓΧΟΥ**ΓΚΡΟΥΠ ΕΛΕΓΧΟΥ:** 14 χιαστί στεγής ανοιγματος**ΜΕΛΟΣ:** 1283 χιαστι\_1283**ΣΗΜΕΙΟ:** 1**ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΟΣ:** x = 0.00**L = 0.00 m****ΦΟΡΤΙΑ:****ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 12 COMB6 (1+2)\*1.35+3\*1.05+4\*0.75+6\*1.50**ΥΛΙΚΟ:**S355 ( S355 )  $f_y = 355.00 \text{ MPa}$

**ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΔΙΑΤΟΜΗΣ: HEA 180**

|           |                             |                             |                          |
|-----------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| h=17.1 cm | gM0=1.00                    | gM1=1.00                    |                          |
| b=18.0 cm | Ay=37.93 cm <sup>2</sup>    | Az=14.47 cm <sup>2</sup>    | Ax=45.25 cm <sup>2</sup> |
| tw=0.6 cm | Iy=2510.29 cm <sup>4</sup>  | Iz=924.60 cm <sup>4</sup>   | Ix=14.20 cm <sup>4</sup> |
| tf=0.9 cm | Wply=324.88 cm <sup>3</sup> | Wplz=156.50 cm <sup>3</sup> |                          |

**ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΤΟΧΕΣ:**

|                             |                                    |                                 |                                  |
|-----------------------------|------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| N <sub>Ed</sub> = 183.76 kN | My <sub>Ed</sub> = -10.17 kN*m     | Mz <sub>Ed</sub> = -0.81 kN*m   | Vy <sub>Ed</sub> = -0.25 kN      |
| Nc,Rd = 1606.42 kN          | My <sub>Ed,max</sub> = -10.17 kN*m |                                 | Mz <sub>Ed,max</sub> = 0.98 kN*m |
|                             | Vy,T,Rd = 776.78 kN                |                                 |                                  |
| Nb,Rd = 287.91 kN           | My,c,Rd = 115.33 kN*m              | Mz,c,Rd = 55.56 kN*m            | Vz <sub>Ed</sub> = 3.58 kN       |
|                             | MN <sub>y,Rd</sub> = 115.33 kN*m   | MN <sub>z,Rd</sub> = 55.56 kN*m | Vz,T,Rd = 296.45 kN              |
|                             | Mb,Rd = 61.11 kN*m                 |                                 | Tt <sub>Ed</sub> = 0.01 kN*m     |
|                             |                                    |                                 | ΤΑΞΗ ΔΙΑΤΟΜΗΣ = 2                |

**ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΛΕΥΡΙΚΟΥ ΛΥΓΙΣΜΟΥ:**

|                |                  |                |            |
|----------------|------------------|----------------|------------|
| z = 0.00       | Mcr = 80.06 kN*m | ΚΑΜΠΥΛΗ,LT - a | XLT = 0.53 |
| Lcr,low=7.28 m | Lam_LT = 1.20    | fi,LT = 1.33   |            |

**ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΛΥΓΙΣΜΟΥ:****ΠΕΡΙ ΤΟΝ ΑΞΟΝΑ y:**

|                |              |
|----------------|--------------|
| Ly = 7.28 m    | Lam_y = 1.28 |
| Lcr,y = 7.28 m | Xy = 0.44    |
| Lamy = 97.72   | kzy = 0.92   |

**ΠΕΡΙ ΤΟΝ ΑΞΟΝΑ z:**

|                |              |
|----------------|--------------|
| Lz = 7.28 m    | Lam_z = 2.11 |
| Lcr,z = 7.28 m | Xz = 0.18    |
| Lamz = 161.02  | kzz = 1.59   |

**ΣΤΡΕΠΤΙΚΟΣ ΛΥΓΙΣΜΟΣ:**

|                  |                   |
|------------------|-------------------|
| ΚΑΜΠΥΛΗ,T=c      | alfa,T=0.49       |
| Lt=7.28 m        | fi,T=1.12         |
| Ncr,T=1821.69 kN | X,T=0.58          |
| Lam_T=1.28       | Nb,T,Rd=925.36 kN |

**ΣΤΡΕΠΤΟΚΑΜΠΤΙΚΟΣ**

|                   |                    |
|-------------------|--------------------|
| ΚΑΜΠΥΛΗ,TF=c      | alfa,TF=0.49       |
| Ncr,y=982.09 kN   | fi,TF=1.12         |
| Ncr,TF=1821.69 kN | X,TF=0.58          |
| Lam_TF=0.94       | Nb,TF,Rd=925.36 kN |

**ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΕΛΕΓΧΟΥ:****ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΗΚΟΥΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ :**

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.11 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.02 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$\tau_{ty,Ed}/(f_y/(\sqrt{3}) \cdot gM0) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\tau_{tz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3}) \cdot gM0) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

**ΟΛΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΑΘΕΡΟΤΗΤΑΣ ΜΕΛΟΥΣ:**

$$\lambda_{y} = 97.72 < \lambda_{max} = 210.00 \quad \lambda_{z} = 161.02 < \lambda_{max} = 210.00 \quad \text{ΣΤΑΘΕΡΟ}$$

$$N_{Ed}/\text{Min}(N_{b,Rd}, N_{b,T,Rd}, N_{b,TF,Rd}) = 0.64 < 1.00 \quad (6.3.1)$$

$$M_{y,Ed,max}/M_{b,Rd} = 0.17 < 1.00 \quad (6.3.2.1.(1))$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_z Rk/gM1) = 0.60 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_z Rk/gM1) = 0.82 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

**ΔΙΑΤΟΜΗ ΟΚ !!!****ΟΡΙΑΚΕΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ**

**ΕΚΤΡΟΠΕΣ (ΤΟΠΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ):** $u_y = 0.0 \text{ cm} < u_{y \text{ max}} = L/200.00 = 3.2 \text{ cm}$  ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 17 COMB11 (1+2+6)\*1.00+3\*0.70 $u_z = 0.2 \text{ cm} < u_{z \text{ max}} = L/200.00 = 3.2 \text{ cm}$  ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 19 COMB13 (1+2+6)\*1.00+3\*0.70+4\*0.50 $u_{\text{inst},y} = 0.0 \text{ cm} < u_{\text{inst,max},y} = L/350.00 = 1.8 \text{ cm}$  ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 0.7\*3 + 1\*6 $u_{\text{inst},z} = 0.2 \text{ cm} < u_{\text{inst,max},z} = L/350.00 = 1.8 \text{ cm}$  ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 0.7\*3 + 0.5\*4 + 1\*6**ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ (ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ):** $v_x = 0.1 \text{ cm} < v_{x \text{ max}} = L/150.00 = 4.2 \text{ cm}$  ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 19 COMB13 (1+2+6)\*1.00+3\*0.70+4\*0.50 $v_y = 0.7 \text{ cm} < v_{y \text{ max}} = L/150.00 = 4.2 \text{ cm}$  ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 19 COMB13 (1+2+6)\*1.00+3\*0.70+4\*0.50**ΔΙΑΤΟΜΗ OK !!!****7.2 2<sup>n</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες κλειστές**

Εμφανίζεται ο έλεγχος για τα HEA 200, όντας ο πιο δυσμενής.

**ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΧΑΛΥΒΑ****ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ:** EN 1993-1:2005/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.**ΤΥΠΟΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ:** ΕΠΑΛΗΘΕΥΣΗ ΓΚΡΟΥΠ ΕΛΕΓΧΟΥ**ΓΚΡΟΥΠ ΕΛΕΓΧΟΥ:** 9 χιαστι ανοιγματος οροφη**ΜΕΛΟΣ:** 179 χιαστι\_179**ΣΗΜΕΙΟ:** 4**ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΟΣ:** x = 0.75

L = 5.46 m

**ΦΟΡΤΙΑ:****ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 12 COMB6 (1+2)\*1.35+3\*1.05+4\*0.75+6\*1.50**ΥΛΙΚΟ:**S355 ( S355 )  $f_y = 355.00 \text{ MPa}$ **ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΔΙΑΤΟΜΗΣ: HEA 200**

h=19.0 cm

gM0=1.00

gM1=1.00

b=20.0 cm

Ay=45.12 cm<sup>2</sup>Az=18.08 cm<sup>2</sup>Ax=53.83 cm<sup>2</sup>

tw=0.7 cm

Iy=3692.15 cm<sup>4</sup>Iz=1335.51 cm<sup>4</sup>Ix=18.60 cm<sup>4</sup>

tf=1.0 cm

Wply=429.52 cm<sup>3</sup>Wplz=203.82 cm<sup>3</sup>**ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΤΟΧΕΣ:**N<sub>c,Ed</sub> = 226.35 kNM<sub>y,Ed</sub> = 2.71 kN\*mN<sub>c,Rd</sub> = 1911.01 kNM<sub>y,Ed,max</sub> = 3.62 kN\*mN<sub>b,Rd</sub> = 404.68 kNM<sub>y,c,Rd</sub> = 152.48 kN\*mM<sub>N,y,Rd</sub> = 152.48 kN\*mM<sub>b,Rd</sub> = 84.85 kN\*mV<sub>z,Ed</sub> = -0.99 kNV<sub>z,c,Rd</sub> = 370.59 kN

ΤΑΣΗ ΔΙΑΤΟΜΗΣ = 2

**ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΛΕΥΡΙΚΟΥ ΛΥΓΙΣΜΟΥ:**

z = 0.00                                      M<sub>cr</sub> = 113.54 kN\*m                                      ΚΑΜΠΥΛΗ,LT - a                                      XLT = 0.56  
 L<sub>cr,upp</sub> = 7.28 m                                      Lam\_LT = 1.16                                      fi,LT = 1.27

**ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΛΥΓΙΣΜΟΥ:**

ΠΕΡΙ ΤΟΝ ΑΞΟΝΑ y:

L<sub>y</sub> = 7.28 m                                      Lam\_y = 1.15  
 L<sub>cr,y</sub> = 7.28 m                                      X<sub>y</sub> = 0.51  
 Lam<sub>y</sub> = 87.89                                      k<sub>yy</sub> = 1.66



ΠΕΡΙ ΤΟΝ ΑΞΟΝΑ z:

L<sub>z</sub> = 7.28 m                                      Lam\_z = 1.91  
 L<sub>cr,z</sub> = 7.28 m                                      X<sub>z</sub> = 0.21  
 Lam<sub>z</sub> = 146.13                                      k<sub>zy</sub> = 0.85

**ΣΤΡΕΠΤΙΚΟΣ ΛΥΓΙΣΜΟΣ:****ΣΤΡΕΠΤΟΚΑΜΠΤΙΚΟΣ**

|                               |                    |                                |                     |
|-------------------------------|--------------------|--------------------------------|---------------------|
| ΚΑΜΠΥΛΗ,T=c                   | alfa,T=0.49        | ΚΑΜΠΥΛΗ,TF=c                   | alfa,TF=0.49        |
| L <sub>t</sub> =7.28 m        | fi,T=1.15          | N <sub>cr,y</sub> =1444.38 kN  | fi,TF=1.15          |
| N <sub>cr,T</sub> =2061.63 kN | X,T=0.56           | N <sub>cr,TF</sub> =2061.63 kN | X,TF=0.56           |
| Lam_T=1.15                    | Nb,T,Rd=1073.64 kN | Lam_TF=0.96                    | Nb,TF,Rd=1073.64 kN |

**ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΕΛΕΓΧΟΥ:****ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΗΚΟΥΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ :**

N<sub>Ed</sub>/N<sub>c</sub>,Rd = 0.12 < 1.00 (6.2.4.(1))  
 M<sub>y,Ed</sub>/M<sub>y,c</sub>,Rd = 0.02 < 1.00 (6.2.5.(1))  
 M<sub>y,Ed</sub>/M<sub>N,y</sub>,Rd = 0.02 < 1.00 (6.2.9.1.(2))  
 V<sub>z,Ed</sub>/V<sub>z,c</sub>,Rd = 0.00 < 1.00 (6.2.6.(1))

**ΟΛΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΑΘΕΡΟΤΗΤΑΣ ΜΕΛΟΥΣ:**

Lambda<sub>y</sub> = 87.89 < Lambda<sub>max</sub> = 210.00                                      Lambda<sub>z</sub> = 146.13 < Lambda<sub>max</sub> = 210.00                                      ΣΤΑΘΕΡΟ  
 N<sub>Ed</sub>/Min(Nb,Rd,Nb,T,Rd,Nb,TF,Rd) = 0.56 < 1.00 (6.3.1)  
 M<sub>y,Ed,max</sub>/M<sub>b</sub>,Rd = 0.04 < 1.00 (6.3.2.1.(1))  
 N<sub>Ed</sub>/(X<sub>y</sub>\*N,Rk/gM1) + k<sub>yy</sub>\*M<sub>y,Ed,max</sub>/(XLT\*M<sub>y</sub>,Rk/gM1) = 0.31 < 1.00 (6.3.3.(4))  
 N<sub>Ed</sub>/(X<sub>z</sub>\*N,Rk/gM1) + k<sub>zy</sub>\*M<sub>y,Ed,max</sub>/(XLT\*M<sub>y</sub>,Rk/gM1) = 0.60 < 1.00 (6.3.3.(4))

**ΔΙΑΤΟΜΗ ΟΚ !!!****ΟΡΙΑΚΕΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ****ΕΚΤΡΟΠΕΣ (ΤΟΠΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ):**

u<sub>y</sub> = 0.0 cm < u<sub>y</sub> max = L/200.00 = 3.2 cm ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 6 wind 0

u<sub>z</sub> = 0.1 cm < u<sub>z</sub> max = L/200.00 = 3.2 cm ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 1 DL1

u<sub>inst,y</sub> = 0.0 cm < u<sub>inst,max,y</sub> = L/350.00 = 1.8 cm                                      ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 0.7\*3 + 0.5\*4 + 1\*6

u<sub>inst,z</sub> = 0.0 cm < u<sub>inst,max,z</sub> = L/350.00 = 1.8 cm ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 0.7\*3 + 1\*6**ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ (ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ):**

v<sub>x</sub> = 0.1 cm < v<sub>x</sub> max = L/150.00 = 4.2 cm ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 15 COMB9 (1+2+4)\*1.00+3\*0.70+6\*0.50

v<sub>y</sub> = 0.9 cm < v<sub>y</sub> max = L/150.00 = 4.2 cm                                      ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ

**ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:** 19 COMB13 (1+2+6)\*1.00+3\*0.70+4\*0.50**ΔΙΑΤΟΜΗ ΟΚ !!!**

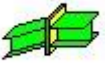

# Παράρτημα Β

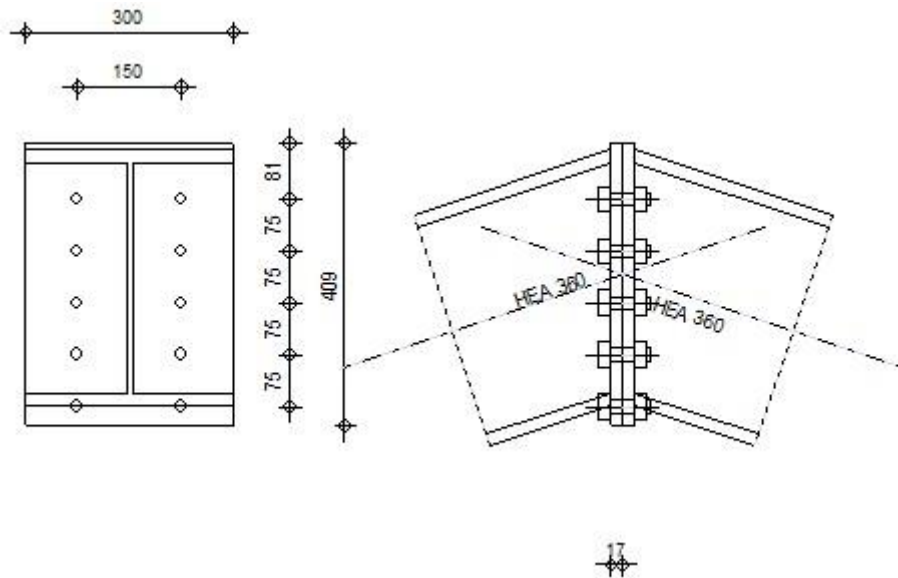
## Περιεχόμενα

|    |   |     |
|----|---|-----|
| 1. | 1 <sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες ανοιχτές.....                    | 87  |
|    | 1.1. Σύνδεση ζυγμάτων HEA 360.....                                      | 87  |
|    | 1.2. Σύνδεση υπ/τος πλευρικού ανοίγματος HEA 550 με ζύγωμα HEA 360..... | 93  |
| 2. | 2 <sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες κλειστές.....                    | 104 |
|    | 2.1 Σύνδεση υπ/τος πλευρικών ανοιγμάτων HEB 550 με ζύγωμα HEA 500.....  | 104 |
|    | 2.2 Σύνδεση ζυγμάτων HEA 500.....                                       | 115 |

# 1. 1<sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες ανοιχτές

## 1.1 Σύνδεση ζυγωμάτων ΗΕΑ 360

|   |  |   |
|---|--|---|
|  | Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2018 |  |
|   | <b>ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΑΚΤΩΜΕΝΗΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΔΟΚΟΥ ΜΕ ΔΟΚΟ</b>  |   |
| EN 1993-1-8:2005/AC:2009  |  |   |



### ΓΕΝΙΚΟ

ΣΥΝΔΕΣΗ no.: 1  
Όνομα σύνδεσης: Beam-Beam  
ΚΟΜΒΟΣ ΦΟΡΕΑ 202  
ΜΕΛΗ ΤΟΥ ΦΟΡΕΑ: 1031, 1229

### ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ

#### ΑΡΙΣΤΕΡΗ ΠΛΕΥΡΑ

#### ΔΟΚΟΣ

|             |   |
|-------------|---|
| ΔΙΑΤΟΜΗ:    | HEA 360   |
| ΡΑΒΔΟΣ no.: | 1031  |
| $\alpha =$  | -161,5 [Deg] ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ   |
| $h_{bl} =$  | 350 [mm] ΥΨΟΣ ΤΟΜΗΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ  |
| $b_{fbl} =$ | 300 [mm] ΠΛΑΤΟΣ ΤΟΜΗΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ  |
| $t_{wbl} =$ | 10 [mm] ΠΑΧΟΣ ΤΟΥ ΚΟΡΜΟΥ ΔΟΚΑΡΙΟΥ                                     |
| $t_{fbl} =$ | 18 [mm] ΠΑΧΟΣ ΠΕΛΜΑΤΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ                                       |
| $r_{bl} =$  | 27 [mm] ΑΚΤΙΝΑ ΣΥΝΑΡΜΟΓΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ                           |
| $A_{bl} =$  | 142,76 [cm <sup>2</sup> ] ΔΙΑΣΤΑΥΡΟΥΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ                      |
| $I_{xbl} =$ | 33089,80 [cm <sup>4</sup> ] ΡΟΠΕΣ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ ΤΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΤΟΥ ΔΟΚΑΡΙΟΥ |
| ΥΛΙΚΟ       | S355  |
| $f_{yb} =$  | 355,00 [MPa] ΑΝΤΟΧΗ   |

## ΔΕΞΙΑ ΠΛΕΥΡΑ

### ΔΟΚΟΣ

|             |                             |   |
|-------------|-----------------------------|---|
| ΔΙΑΤΟΜΗ:    | HEA 360                     |   |
| ΡΑΒΔΟΣ no.: | 1229                        |   |
| $\alpha =$  | -18,5 [Deg]                 | ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ                              |
| $h_{br} =$  | 350 [mm]                    | ΥΨΟΣ ΤΟΜΗΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ                       |
| $b_{fbr} =$ | 300 [mm]                    | ΠΛΑΤΟΣ ΤΟΜΗΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ                     |
| $t_{wbr} =$ | 10 [mm]                     | ΠΑΧΟΣ ΤΟΥ ΚΟΡΜΟΥ ΔΟΚΑΡΙΟΥ                 |
| $t_{fbr} =$ | 18 [mm]                     | ΠΑΧΟΣ ΠΕΛΜΑΤΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ                   |
| $r_{br} =$  | 27 [mm]                     | ΑΚΤΙΝΑ ΣΥΝΑΡΜΟΓΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ       |
| $A_{br} =$  | 142,76 [cm <sup>2</sup> ]   | ΔΙΑΣΤΑΥΡΟΥΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ                    |
| $I_{xbr} =$ | 33089,80 [cm <sup>4</sup> ] | ΡΟΠΕΣ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ ΤΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΤΟΥ ΔΟΚΑΡΙΟΥ |
| ΥΛΙΚΟ       | S355                        |   |
| $f_{yb} =$  | 355,00 [MPa]                | ΑΝΤΟΧΗ                                    |

### ΚΟΧΛΙΕΣ

The shear plane passes through the UNTHREADED portion of the bolt.

|                                    |                  |  |
|------------------------------------|------------------|--|
| $d =$                              | 18 [mm]          | ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΟΧΛΙΑ   |
| ΠΟΙΟΤΗΤΑ =                         | 12.9             | ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΟΧΛΙΩΝ  |
| $F_{tRd} =$                        | 165,89 [kN]      | Εφελκυστική αντοχή κοχλία                                    |
| $n_h =$                            | 2                | ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΧΛΙΩΝ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ                                |
| $n_v =$                            | 5                | ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΕΙΡΩΝ ΚΟΧΛΙΩΝ                                       |
| $h_1 =$                            | 81 [mm]          | Απόσταση μεταξύ πρώτου κοχλία και άνω άκρου λεπίδας σύνδεσης |
| ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΞΥ $e_i =$  | 150 [mm]         |  |
| ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΞΥ $p_i =$ | 75;75;75;75 [mm] |  |

### ΠΛΑΚΑ

|             |              |                |
|-------------|--------------|----------------|
| $h_{pr} =$  | 409 [mm]     | ΥΨΟΣ ΛΕΠΙΔΑΣ   |
| $b_{pr} =$  | 300 [mm]     | ΠΛΑΤΟΣ ΛΕΠΙΔΑΣ |
| $t_{pr} =$  | 17 [mm]      | ΠΑΧΟΣ ΛΕΠΙΔΑΣ  |
| ΥΛΙΚΟ       | S235         |                |
| $f_{ypr} =$ | 235,00 [MPa] | ΑΝΤΟΧΗ         |

### ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΙΣ ΕΞΩΡΑΦΗΣ

|         |         |                   |
|---------|---------|-------------------|
| $a_w =$ | 9 [mm]  | ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ ΚΟΡΜΟΥ |
| $a_f =$ | 17 [mm] | ΚΟΛΛΗΣΗ ΠΕΛΜΑΤΟΣ  |

### ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΥΛΙΚΟΥ

|                 |      |                               |       |
|-----------------|------|-------------------------------|-------|
| $\gamma_{M0} =$ | 1,00 | ΜΕΡΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ | [2.2] |
| $\gamma_{M1} =$ | 1,00 | ΜΕΡΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ | [2.2] |
| $\gamma_{M2} =$ | 1,25 | ΜΕΡΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ | [2.2] |
| $\gamma_{M3} =$ | 1,25 | ΜΕΡΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ | [2.2] |

## ΦΟΡΤΙΑ

### ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΣΤΟΧΙΑΣ

|               |                |                                  |
|---------------|----------------|----------------------------------|
| ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ:    | 10: COMB4      | (1+2) *1.35+3*1.05+4*1.50+6*0.90 |
| $M_{b1,Ed} =$ | -199,06 [kN*m] | ΡΟΠΗ ΚΑΜΨΗΣ ΣΤΟ ΔΕΞΙ ΔΟΚΑΡΙ      |
| $V_{b1,Ed} =$ | -63,10 [kN]    | ΔΥΝΑΜΗ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ ΣΤΟ ΔΕΞΙ ΔΟΚΑΡΙ |
| $N_{b1,Ed} =$ | 64,87 [kN]     | ΑΞΟΝΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ ΣΤΟ ΔΕΞΙ ΔΟΚΑΡΙ   |



## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### ΑΝΤΟΧΕΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ

#### ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ

$A_b = 142,76$  [cm<sup>2</sup>] ΠΕΡΙΟΧΗ EN1993-1-1:[6.2.3]

$N_{tb,Rd} = A_b f_{yb} / \gamma_{M0}$

$N_{tb,Rd} = 5067,91$  [kN] ΑΝΤΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΣΕ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ EN1993-1-1:[6.2.3]

#### ΔΙΑΤΜΗΣΗ

$A_{vb} = 48,96$  [cm<sup>2</sup>] ΠΕΡΙΟΧΗ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]

$V_{cb,Rd} = A_{vb} (f_{yb} / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$

$V_{cb,Rd} = 1003,44$  [kN] ΑΝΤΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΣΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ EN1993-1-1:[6.2.6.(2)]

$V_{b1,Ed} / V_{cb,Rd} \leq 1,0$   $0,06 < 1,00$  **ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ** (0,06)

#### ΚΑΜΨΗ - ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΡΟΠΗ(ΧΩΡΙΣ ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ)

$W_{plb} = 2088,63$  [cm<sup>3</sup>] ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ modulus EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]

$M_{b,pl,Rd} = W_{plb} f_{yb} / \gamma_{M0}$

$M_{b,pl,Rd} = 741,4$  [kN\*m] ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ (ΧΩΡΙΣ EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]  
=  $6$  ] ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ)

#### ΚΑΜΨΗ ΣΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΕΠΑΦΗΣ ΜΕ ΠΛΑΚΑ Η'ΣΕ ΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ ΜΕΛΟΣ

$W_{pl} = 2088,63$  [cm<sup>3</sup>] ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ modulus EN1993-1-1:[6.2.5]

$M_{cb,Rd} = W_{pl} f_{yb} / \gamma_{M0}$

$M_{cb,Rd} = 741,46$  [kN\*m] ΑΝΤΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ EN1993-1-1:[6.2.5]

#### ΠΕΛΜΑ-ΚΟΡΜΟΣ ΘΛΙΨΗ

$M_{cb,Rd} = 741,46$  [kN\*m] ΑΝΤΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ EN1993-1-1:[6.2.5]

$h_f = 333$  [mm] ΚΕΝΤΡΟΒΑΡΙΚΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΠΕΛΜΑΤΩΝ [6.2.6.7.(1)]

$F_{c,fb,Rd} = M_{cb,Rd} / h_f$

$F_{c,fb,Rd} = 2229,97$  [kN] ΑΝΤΟΧΗ ΘΛΙΒΟΜΕΝΟΥ ΠΕΛΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΚΟΡΜΟΥ [6.2.6.7.(1)]

### ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΥΝΔΕΣΗΣ

#### ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΑ ΜΗΚΗ-ΜΠΡΟΣΤΙΝΟ ΕΛΑΣΜΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ

| Nr | m  | m <sub>x</sub> | e  | e <sub>x</sub> | p  | l <sub>eff,cp</sub> | l <sub>eff,nc</sub> | l <sub>eff,1</sub> | l <sub>eff,2</sub> | l <sub>eff,cp,g</sub> | l <sub>eff,nc,g</sub> | l <sub>eff,1,g</sub> | l <sub>eff,2,g</sub> |
|----|----|----------------|----|----------------|----|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
| 1  | 60 | -17            | 75 | 28             | 22 | -109                | -34                 | -109               | -34                | -                     | -                     | -                    | -                    |
| 2  | 60 | -              | 75 | -              | 75 | 376                 | 420                 | 376                | 420                | 263                   | 291                   | 263                  | 291                  |
| 3  | 60 | -              | 75 | -              | 75 | 376                 | 333                 | 333                | 333                | 150                   | 75                    | 75                   | 75                   |
| 4  | 60 | -              | 75 | -              | 75 | 376                 | 333                 | 333                | 333                | 150                   | 75                    | 75                   | 75                   |
| 5  | 60 | -              | 75 | -              | 75 | 376                 | 333                 | 333                | 333                | 263                   | 204                   | 204                  | 204                  |

m – ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΚΟΧΛΙΑ ΑΠΟ ΤΟΝ ΚΟΡΜΟ

m<sub>x</sub> – ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΚΟΧΛΙΑ ΑΠΟ ΤΟ ΠΕΛΜΑ ΔΟΚΑΡΙΟΥ

e – ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΚΟΧΛΙΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΚΡΑΙΑ ΑΚΜΗ

e<sub>x</sub> – ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΚΟΧΛΙΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΕΞΩ ΑΚΜΗ

p – ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΚΟΧΛΙΩΝ

l<sub>eff,cp</sub> – ΕΝΕΡΓΟ ΜΗΚΟΣ ΕΝΟΣ ΚΟΧΛΙΑ ΣΤΗΝ ΚΥΚΛΙΚΗ ΜΟΡΦΗ ΑΣΤΟΧΙΑΣ

l<sub>eff,nc</sub> – ΕΝΕΡΓΟ ΜΗΚΟΣ ΕΝΟΣ ΚΟΧΛΙΑ ΣΤΗΝ ΜΗ ΚΥΚΛΙΚΗ ΜΟΡΦΗ ΑΣΤΟΧΙΑΣ

l<sub>eff,1</sub> – ΕΝΕΡΓΟ ΜΗΚΟΣ ΕΝΟΣ ΚΟΧΛΙΑ ΓΙΑ mode 1

l<sub>eff,2</sub> – ΕΝΕΡΓΟ ΜΗΚΟΣ ΕΝΟΣ ΚΟΧΛΙΑ ΓΙΑ mode 2

l<sub>eff,cp,g</sub> – ΕΝΕΡΓΟ ΜΗΚΟΣ ΟΜΑΔΟΣ ΚΟΧΛΙΩΝ ΣΤΗΝ ΚΥΚΛΙΚΗ ΜΟΡΦΗ ΑΣΤΟΧΙΑΣ

l<sub>eff,nc,g</sub> – ΕΝΕΡΓΟ ΜΗΚΟΣ ΟΜΑΔΟΣ ΚΟΧΛΙΩΝ ΣΤΗΝ ΜΗ ΚΥΚΛΙΚΗ ΜΟΡΦΗ ΑΣΤΟΧΙΑΣ

l<sub>eff,1,g</sub> – ΕΝΕΡΓΟ ΜΗΚΟΣ ΟΜΑΔΟΣ ΚΟΧΛΙΩΝ ΓΙΑ mode 1

l<sub>eff,2,g</sub> – ΕΝΕΡΓΟ ΜΗΚΟΣ ΟΜΑΔΟΣ ΚΟΧΛΙΩΝ ΓΙΑ mode 2

### ΑΝΤΟΧΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΕ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ

$F_{t,Rd} = 165,89$  [kN] ΑΝΤΟΧΗ ΚΟΧΛΙΑ ΓΙΑ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ [ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4]

$B_{p,Rd} = 249,18$  [kN] Διατρητική διατμητική αντοχή κοχλίας [ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4]

$N_{j,Rd} = \text{Min} (N_{tb,Rd}, n_v n_h F_{t,Rd}, n_v n_h B_{p,Rd})$

$N_{j,Rd} = 1658,88$  [kN] ΑΝΤΟΧΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΕ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ [6.2]  
 $N_{b1,Ed} / N_{j,Rd} \leq 1,0$   $0,04 < 1,00$  ΕΠΙΛΗΘΕΥΕΤΑΙ (0,04)

## ΑΝΤΟΧΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ

$F_{t,Rd} = 165,89$  [kN] ΑΝΤΟΧΗ ΚΟΧΛΙΑ ΓΙΑ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ [ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4]  
 $B_{p,Rd} = 249,18$  [kN] Διατρητική διατμητική αντοχή κοχλία [ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4]  
 $F_{t,fc,Rd}$  – ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΚΑΜΨΗ ΠΕΛΜΑΤΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ  
 $F_{t,wc,Rd}$  – ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΚΑΜΨΗ ΚΟΡΜΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ  
 $F_{t,ep,Rd}$  – ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΚΑΜΨΗ ΜΕΤΩΠΙΚΗΣ ΠΛΑΚΑΣ  
 $F_{t,wb,Rd}$  – ΑΝΤΟΧΗ ΚΟΡΜΟΥ ΣΕ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ  
 $F_{t,fc,Rd} = \text{Min} (F_{T,1,fc,Rd}, F_{T,2,fc,Rd}, F_{T,3,fc,Rd})$  [6.2.6.4] , [Tab.6.2]  
 $F_{t,wc,Rd} = \omega b_{eff,t,wc} t_{wc} f_{yc} / \gamma_{M0}$  [6.2.6.3.(1)]  
 $F_{t,ep,Rd} = \text{Min} (F_{T,1,ep,Rd}, F_{T,2,ep,Rd}, F_{T,3,ep,Rd})$  [6.2.6.5] , [Tab.6.2]  
 $F_{t,wb,Rd} = b_{eff,t,wb} t_{wb} f_{yb} / \gamma_{M0}$  [6.2.6.8.(1)]

### ΑΝΤΟΧΗ ΣΕΙΡΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ No. 1

| $F_{t1,Rd,comp}$ - ΤΥΠΟΣ                  | $F_{t1,Rd,comp}$ | ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ                               |
|---|------------------|---|
| $F_{t1,Rd} = \text{Min} (F_{t1,Rd,comp})$ | 214,13           | ΑΝΤΟΧΗ ΣΕΙΡΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ                   |
| $F_{t,ep,Rd(1)} = 214,13$                 | 214,13           | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ                    |
| $B_{p,Rd} = 498,35$                       | 498,35           | Κοχλίες λόγω της διάτρησης από διάτμηση |
| $F_{c,fb,Rd} = 2229,97$                   | 2229,97          | ΠΕΛΜΑ ΔΟΚΑΡΙΟΥ - ΘΛΙΨΗ                  |

### ΑΝΤΟΧΗ ΣΕΙΡΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ No. 2

| $F_{t2,Rd,comp}$ - ΤΥΠΟΣ                              | $F_{t2,Rd,comp}$ | ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ                               |
|---|------------------|---|
| $F_{t2,Rd} = \text{Min} (F_{t2,Rd,comp})$             | 290,37           | ΑΝΤΟΧΗ ΣΕΙΡΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ                   |
| $F_{t,ep,Rd(2)} = 290,37$                             | 290,37           | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ                    |
| $F_{t,wb,Rd(2)} = 1334,25$                            | 1334,25          | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ              |
| $B_{p,Rd} = 498,35$                                   | 498,35           | Κοχλίες λόγω της διάτρησης από διάτμηση |
| $F_{c,fb,Rd} - \sum_1^1 F_{ij,Rd} = 2229,97 - 214,13$ | 2015,83          | ΠΕΛΜΑ ΔΟΚΑΡΙΟΥ - ΘΛΙΨΗ                  |

### ΑΝΤΟΧΗ ΣΕΙΡΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ No. 3

| $F_{t3,Rd,comp}$ - ΤΥΠΟΣ                                   | $F_{t3,Rd,comp}$ | ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ                               |
|--|------------------|---|
| $F_{t3,Rd} = \text{Min} (F_{t3,Rd,comp})$                  | 125,52           | ΑΝΤΟΧΗ ΣΕΙΡΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ                   |
| $F_{t,ep,Rd(3)} = 268,34$                                  | 268,34           | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ                    |
| $F_{t,wb,Rd(3)} = 1182,22$                                 | 1182,22          | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ              |
| $B_{p,Rd} = 498,35$  | 498,35           | Κοχλίες λόγω της διάτρησης από διάτμηση |
| $F_{c,fb,Rd} - \sum_1^2 F_{ij,Rd} = 2229,97 - 504,50$      | 1725,47          | ΠΕΛΜΑ ΔΟΚΑΡΙΟΥ - ΘΛΙΨΗ                  |
| $F_{t,ep,Rd(3+2)} - \sum_2^2 F_{ij,Rd} = 415,89 - 290,37$  | 125,52           | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ             |
| $F_{t,wb,Rd(3+2)} - \sum_2^2 F_{ij,Rd} = 1300,37 - 290,37$ | 1010,00          | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ-ΓΚΡΟΥΠ       |
| $F_{t,ep,Rd(3+2)} - \sum_2^2 F_{ij,Rd} = 415,89 - 290,37$  | 125,52           | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ             |
| $F_{t,wb,Rd(3+2)} - \sum_2^2 F_{ij,Rd} = 1300,37 - 290,37$ | 1010,00          | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ-ΓΚΡΟΥΠ       |

### ΑΝΤΟΧΗ ΣΕΙΡΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ No. 4

| $F_{t4,Rd,comp}$ - ΤΥΠΟΣ                                     | $F_{t4,Rd,comp}$ | ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ                               |
|--|------------------|---|
| $F_{t4,Rd} = \text{Min} (F_{t4,Rd,comp})$                    | 44,79            | ΑΝΤΟΧΗ ΣΕΙΡΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ                   |
| $F_{t,ep,Rd(4)} = 268,34$                                    | 268,34           | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ                    |
| $F_{t,wb,Rd(4)} = 1182,22$                                   | 1182,22          | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ              |
| $B_{p,Rd} = 498,35$  | 498,35           | Κοχλίες λόγω της διάτρησης από διάτμηση |
| $F_{c,fb,Rd} - \sum_1^3 F_{ij,Rd} = 2229,97 - 630,02$        | 1599,95          | ΠΕΛΜΑ ΔΟΚΑΡΙΟΥ - ΘΛΙΨΗ                  |
| $F_{t,ep,Rd(4+3)} - \sum_3^3 F_{ij,Rd} = 170,31 - 125,52$    | 44,79            | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ             |
| $F_{t,wb,Rd(4+3)} - \sum_3^3 F_{ij,Rd} = 532,50 - 125,52$    | 406,98           | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ-ΓΚΡΟΥΠ       |
| $F_{t,ep,Rd(4+3+2)} - \sum_3^2 F_{ij,Rd} = 501,04 - 415,89$  | 85,15            | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ             |
| $F_{t,wb,Rd(4+3+2)} - \sum_3^2 F_{ij,Rd} = 1566,62 - 415,89$ | 1150,73          | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ-ΓΚΡΟΥΠ       |
| $F_{t,ep,Rd(4+3+2)} - \sum_3^2 F_{ij,Rd} = 501,04 - 415,89$  | 85,15            | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ             |
| $F_{t,wb,Rd(4+3+2)} - \sum_3^2 F_{ij,Rd} = 1566,62 - 415,89$ | 1150,73          | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ-ΓΚΡΟΥΠ       |

### ΑΝΤΟΧΗ ΣΕΙΡΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ No. 5

| $F_{t5,Rd,comp}$ - ΤΥΠΟΣ | $F_{t5,Rd,comp}$ | ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ |
|--------------------------|------------------|-----------|
|--------------------------|------------------|-----------|

| <b>F<sub>t5,Rd,comp</sub> - ΤΥΠΟΣ</b>  | <b>F<sub>t5,Rd,comp</sub></b> | <b>ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ</b>                        |
|--|-------------------------------|---|
| F <sub>t5,Rd</sub> = Min (F <sub>t5,Rd,comp</sub> )                                  | 231, 63                       | ΑΝΤΟΧΗ ΣΕΙΡΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ                   |
| F <sub>t,ep,Rd(5)</sub> = 268,34   | 268, 34                       | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ                    |
| F <sub>t,wb,Rd(5)</sub> = 1182,22  | 1182, 22                      | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ              |
| B <sub>p,Rd</sub> = 498,35   | 498, 35                       | Κοχλίες λόγω της διάτρησης από διάτμηση |
| F <sub>c,fb,Rd</sub> - ∑ <sup>4</sup> F <sub>tj,Rd</sub> = 2229,97 - 674,81          | 1555, 16                      | ΠΕΛΜΑ ΔΟΚΑΡΙΟΥ - ΘΛΙΨΗ                  |
| F <sub>t,ep,Rd(5+4)</sub> - ∑ <sup>4</sup> F <sub>tj,Rd</sub> = 316,78 - 44,79       | 271, 99                       | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ             |
| F <sub>t,wb,Rd(5+4)</sub> - ∑ <sup>4</sup> F <sub>tj,Rd</sub> = 990,49 - 44,79       | 945, 70                       | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ-ΓΚΡΟΥΠ       |
| F <sub>t,ep,Rd(5+4+3)</sub> - ∑ <sup>3</sup> F <sub>tj,Rd</sub> = 401,93 - 170,31    | 231, 63                       | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ             |
| F <sub>t,wb,Rd(5+4+3)</sub> - ∑ <sup>3</sup> F <sub>tj,Rd</sub> = 1256,74 - 170,31   | 1086, 43                      | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ-ΓΚΡΟΥΠ       |
| F <sub>t,ep,Rd(5+4+3+2)</sub> - ∑ <sup>2</sup> F <sub>tj,Rd</sub> = 732,66 - 460,67  | 271, 99                       | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ             |
| F <sub>t,wb,Rd(5+4+3+2)</sub> - ∑ <sup>2</sup> F <sub>tj,Rd</sub> = 2290,85 - 460,67 | 1830, 18                      | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ-ΓΚΡΟΥΠ       |

#### ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΥΝΑΜΕΩΝ

| Nr | h <sub>j</sub> | F <sub>tj,Rd</sub> | F <sub>t,fc,Rd</sub> | F <sub>t,wc,Rd</sub> | F <sub>t,ep,Rd</sub> | F <sub>t,wb,Rd</sub> | F <sub>t,Rd</sub> | B <sub>p,Rd</sub> |
|----|----------------|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------|-------------------|
| 1  | 362            | 214, 13            | -                    | -                    | 214, 13              | -                    | 331, 78           | 498, 35           |
| 2  | 287            | 290, 37            | -                    | -                    | 290, 37              | 1334, 25             | 331, 78           | 498, 35           |
| 3  | 212            | 125, 52            | -                    | -                    | 268, 34              | 1182, 22             | 331, 78           | 498, 35           |
| 4  | 137            | 44, 79             | -                    | -                    | 268, 34              | 1182, 22             | 331, 78           | 498, 35           |
| 5  | 62             | 231, 63            | -                    | -                    | 268, 34              | 1182, 22             | 331, 78           | 498, 35           |

#### ΑΝΤΟΧΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ M<sub>j,Rd</sub>

$$M_{j,Rd} = \sum h_j F_{tj,Rd}$$

$$M_{j,Rd} = 207,56 \text{ [kN*m]} \quad \text{ΑΝΤΟΧΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ} \quad [6.2]$$

$$M_{b1,Ed} / M_{j,Rd} \leq 1,0 \quad 0,96 < 1,00 \quad \text{ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ} \quad (0,96)$$

#### ΑΝΤΟΧΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ

$$\alpha_v = 0,60 \quad \text{ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΗΣ } F_{v,Rd} \quad [\text{ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4}]$$

$$\beta_{Lf} = 0,99 \quad \text{ΜΕΙΩΤΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΓΙΑ ΜΕΓΑΛΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ} \quad [3.8]$$

$$F_{v,Rd} = 145,35 \text{ [kN]} \quad \text{ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ ΕΝΟΣ ΚΟΧΛΙΑ} \quad [\text{ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4}]$$

$$F_{t,Rd,max} = 165,89 \text{ [kN]} \quad \text{ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ ΕΝΟΣ ΚΟΧΛΙΑ} \quad [\text{ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4}]$$

$$F_{b,Rd,int} = 220,32 \text{ [kN]} \quad \text{ΦΕΡΟΥΣΑ ΑΝΤΟΧΗ ΕΝΔΙΑΜΕΣΟΥ ΚΟΧΛΙΑ} \quad [\text{ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4}]$$

$$F_{b,Rd,ext} = 103,63 \text{ [kN]} \quad \text{ΦΕΡΟΥΣΑ ΑΝΤΟΧΗ ΠΙΟ ΑΠΟΜΑΚΡΥΣΜΕΝΟΥ ΚΟΧΛΙΑ} \quad [\text{ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4}]$$

| Nr | F <sub>tj,Rd,N</sub> | F <sub>tj,Ed,N</sub> | F <sub>tj,Rd,M</sub> | F <sub>tj,Ed,M</sub> | F <sub>tj,Ed</sub> | F <sub>vi,Rd</sub> |
|----|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------|--------------------|
| 1  | 331, 78              | 12, 97               | 214, 13              | 205, 37              | 218, 35            | 154, 05            |
| 2  | 331, 78              | 12, 97               | 290, 37              | 278, 48              | 291, 46            | 108, 29            |
| 3  | 331, 78              | 12, 97               | 125, 52              | 120, 38              | 133, 36            | 207, 24            |
| 4  | 331, 78              | 12, 97               | 44, 79               | 42, 95               | 55, 93             | 255, 70            |
| 5  | 331, 78              | 12, 97               | 231, 63              | 222, 15              | 235, 12            | 143, 55            |

F<sub>tj,Rd,N</sub> – ΑΝΤΟΧΗ ΓΡΑΜΜΗΣ ΚΟΧΛΙΩΝ ΓΙΑ ΑΠΛΟ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ

F<sub>tj,Ed,N</sub> – ΔΥΝΑΜΗ ΛΟΓΩ ΑΞΟΝΙΚΗΣ ΔΥΝΑΜΗΣ ΣΕ ΣΕΙΡΑ ΚΟΧΛΙΩΝ

F<sub>tj,Rd,M</sub> – ΑΝΤΟΧΗ ΓΡΑΜΜΗΣ ΚΟΧΛΙΩΝ ΓΙΑ ΑΠΛΗ ΚΑΜΨΗ

F<sub>tj,Ed,M</sub> – ΔΥΝΑΜΗ ΛΟΓΩ ΡΟΠΗΣ ΣΕ ΣΕΙΡΑ ΚΟΧΛΙΩΝ

F<sub>tj,Ed</sub> – ΜΕΓΙΣΤΟΣ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ ΣΕ ΣΕΙΡΑ ΚΟΧΛΙΩΝ

F<sub>vi,Rd</sub> – ΜΕΙΩΜΕΝΗ ΑΝΤΟΧΗ ΣΕΙΡΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ

$$F_{tj,Ed,N} = N_{j,Ed} F_{tj,Rd,N} / N_{j,Rd}$$

$$F_{tj,Ed,M} = M_{j,Ed} F_{tj,Rd,M} / M_{j,Rd}$$

$$F_{tj,Ed} = F_{tj,Ed,N} + F_{tj,Ed,M}$$

$$F_{vi,Rd} = \text{Min} (\eta_h F_{v,Ed} (1 - F_{tj,Ed} / (1.4 \eta_h F_{t,Rd,max})), \eta_h F_{v,Rd}, \eta_h F_{b,Rd})$$

$$V_{j,Rd} = \eta_h \sum 1^n F_{vi,Rd} \quad [\text{ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4}]$$

$$V_{j,Rd} = 868,84 \text{ [kN]} \quad \text{ΑΝΤΟΧΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ} \quad [\text{ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4}]$$

$$V_{b1,Ed} / V_{j,Rd} \leq 1,0 \quad 0,07 < 1,00 \quad \text{ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ} \quad (0,07)$$

#### ΑΝΤΟΧΗ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ

$$A_w = 180,77 \text{ [cm}^2\text{]} \quad \text{ΕΜΒΑΔΟ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ} \quad [4.5.3.2(2)]$$

|  |   |  |              |
|--|---|--|--------------|
| $A_w =$  | 180,77 [cm <sup>2</sup> ]               | ΕΜΒΑΔΟ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ                                   | [4.5.3.2(2)] |
| $A_{wy} =$   | 131,24 [cm <sup>2</sup> ]               | ΕΜΒΑΔΟ ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ                                 | [4.5.3.2(2)] |
| $A_{wz} =$   | 49,53 [cm <sup>2</sup> ]                | ΕΜΒΑΔΟ ΚΑΘΕΤΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ                                    | [4.5.3.2(2)] |
| $I_{wy} =$   | 36705,2 <sub>1</sub> [cm <sup>4</sup> ] | ΡΟΠΗ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ ΤΗΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ ΜΕ ΣΕΒΑΣΜΟ ΤΟΥ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΥ ΑΞΟΝΑ | [4.5.3.2(5)] |
| $\sigma_{\perp \max} = \tau_{\perp \max} =$  | -80,20 [MPa]                            | ΟΡΘΗ ΤΑΣΗ ΣΕ ΜΙΑ ΚΟΛΛΗΣΗ                                       | [4.5.3.2(6)] |
| $\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} =$  | -72,41 [MPa]                            | ΤΑΣΗ ΣΕ ΜΙΑ ΚΑΘΕΤΗ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ                                  | [4.5.3.2(5)] |
| $\tau_{\parallel} =$   | -12,74 [MPa]                            | ΕΦΑΠΤΟΜΕΝΙΚΗ ΤΑΣΗ  | [4.5.3.2(5)] |
| $\beta_w =$  | 0,80                                    | ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ   | [4.5.3.2(7)] |
| $\sqrt{[\sigma_{\perp \max}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp \max}^2)]} \leq f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2})$            | 160,39 < 360,00                         | ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ   | (0,45)       |
| $\sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]} \leq f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2})$ | 146,48 < 360,00                         | ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ   | (0,41)       |
| $\sigma_{\perp} \leq 0,9 \cdot f_u / \gamma_{M2}$  | 80,20 < 259,20                          | ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ   | (0,31)       |

## ΑΚΑΜΨΙΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ

|              |         |                              |               |
|--------------|---------|------------------------------|---------------|
| $t_{wash} =$ | 4 [mm]  | Washer ΠΑΧΟΣ                 | [6.2.6.3.(2)] |
| $h_{head} =$ | 13 [mm] | ΥΨΟΣ ΚΕΦΑΛΗΣ ΚΟΧΛΙΑ          | [6.2.6.3.(2)] |
| $h_{nut} =$  | 18 [mm] | ΥΨΟΣ ΠΕΡΙΚΟΧΛΙΟΥ ΚΟΧΛΙΑ      | [6.2.6.3.(2)] |
| $L_b =$      | 58 [mm] | ΜΗΚΟΣ ΚΟΧΛΙΑ                 | [6.2.6.3.(2)] |
| $k_{t0} =$   | 5 [mm]  | ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΚΑΜΨΙΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ | [6.3.2.(1)]   |

## ΑΚΑΜΨΙΑ ΓΡΑΜΜΗΣ ΚΟΧΛΙΩΝ

| Nr | h <sub>j</sub> | k <sub>3</sub> | k <sub>4</sub> | k <sub>5</sub> | k <sub>eff,j</sub> | k <sub>eff,j</sub> h <sub>j</sub> | k <sub>eff,j</sub> h <sub>j</sub> <sup>2</sup> |
|----|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------|-----------------------------------|--|
|    |                |                |                |                | ΣΥΝΟΛΟ             | 25,59                             | 816,52   |
| 1  | 362            | ∞              | ∞              | 92             | 5                  | 17,16                             | 620,54   |
| 2  | 287            | ∞              | ∞              | 5              | 2                  | 5,14                              | 147,42   |
| 3  | 212            | ∞              | ∞              | 2              | 1                  | 1,43                              | 30,25  |
| 4  | 137            | ∞              | ∞              | 2              | 1                  | 0,92                              | 12,60  |
| 5  | 62             | ∞              | ∞              | 4              | 2                  | 0,93                              | 5,71   |

$$k_{eff,j} = 1 / (\sum 3^5 (1 / k_{i,j})) \quad [6.3.3.1.(2)]$$

$$z_{eq} = \sum_j k_{eff,j} h_j^2 / \sum_j k_{eff,j} h_j$$

$$z_{eq} = 319 \text{ [mm]} \quad \text{ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΔΥΝΑΜΗ ΜΟΧΛΟΒΡΑΧΙΟΝΑ} \quad [6.3.3.1.(3)]$$

$$k_{eq} = \sum_j k_{eff,j} h_j / z_{eq}$$

$$k_{eq} = 8 \text{ [mm]} \quad \text{ΙΣΟΔΥΝΑΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΚΑΜΨΙΑΣ ΜΙΑΣ ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗΣ ΚΟΧΛΙΩΝ} \quad [6.3.3.1.(1)]$$

$$S_{j,ini} = E z_{eq}^2 k_{eq} \quad [6.3.1.(4)]$$

$$S_{j,ini} = 171469,20 \text{ [kN*m]} \quad \text{ΑΡΧΙΚΗ ΑΚΑΜΨΙΑ ΣΤΡΕΨΗΣ} \quad [6.3.1.(4)]$$

$$\mu = 2,67 \quad \text{ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΚΑΜΨΙΑΣ ΜΙΑΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ} \quad [6.3.1.(6)]$$

$$S_j = S_{j,ini} / \mu \quad [6.3.1.(4)]$$

$$S_j = 64229,59 \text{ [kN*m]} \quad \text{ΤΕΛΙΚΗ ΑΚΑΜΨΙΑ ΣΤΡΕΨΗΣ} \quad [6.3.1.(4)]$$

## ΚΑΤΗΓΟΡΟΠΟΙΗΣΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΛΟΓΩ ΑΚΑΜΨΙΑΣ.

$$S_{j,rig} = 117195,83 \text{ [kN*m]} \quad \text{ΑΚΑΜΨΙΑ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ} \quad [5.2.2.5]$$

$$S_{j,pin} = 7324,74 \text{ [kN*m]} \quad \text{ΑΚΑΜΨΙΑ ΑΡΘΡΩΜΕΝΗΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ} \quad [5.2.2.5]$$

$$S_{j,ini} \geq S_{j,rig} \quad \text{ΣΤΑΘΕΡΗ}$$

## ΠΙΟ ΑΔΥΝΑΜΟ ΤΜΗΜΑ:

ΜΠΡΟΣΤΙΝΟ ΕΛΑΣΜΑ - ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ

## ΣΧΟΛΙΑ

ΚΟΧΛΙΑΣ ΕΝΤΟΣ ΠΕΛΜΑΤΟΣ ΔΟΚΟΥ Η ΠΟΛΥ ΚΟΝΤΑ ΣΕ ΠΕΛΜΑ ΔΟΚΟΥ.

$$2 \text{ [mm]} < 9 \text{ [mm]}$$

## 1.2 Σύνδεση υποστυλώματος πλευρικού ανοίγματος ΗΕΑ 550 με ζύγωμα ΗΕΑ 360



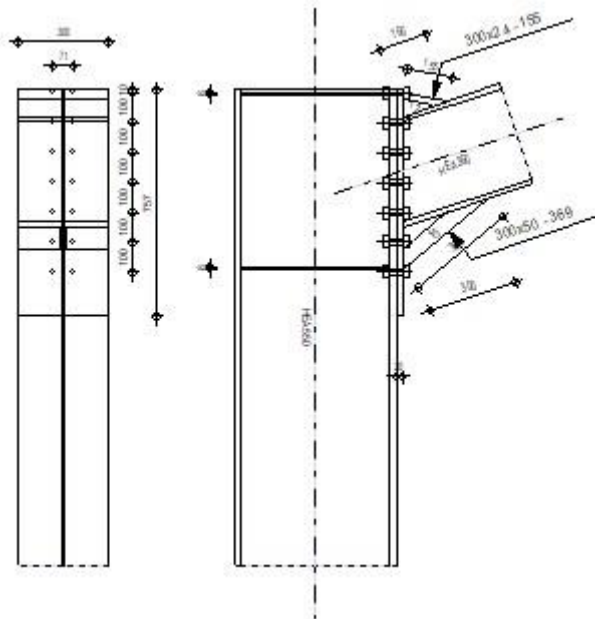
Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2018

### ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΑΚΤΩΜΕΝΗΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΔΟΚΟΥ-ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ

EN 1993-1-8:2005/AC:2009



ΛΟΓΟΣ  
0,97



### ΓΕΝΙΚΟ

ΣΥΝΔΕΣΗ no.: 2  
 Όνομα σύνδεσης: Frame knee  
 ΚΟΜΒΟΣ ΦΟΡΕΑ 85  
 ΜΕΛΗ ΤΟΥ ΦΟΡΕΑ: 1113, 1042

### ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ

### ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ

**ΔΙΑΤΟΜΗ:** HEA 550  
**ΡΑΒΔΟΣ no.:** 1113  
 $\alpha =$  -90,0 [Deg] ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ  
 $h_c =$  540 [mm] ΥΨΟΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ  
 $b_{fc} =$  300 [mm] ΠΛΑΤΟΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ  
 $t_{wc} =$  13 [mm] ΠΑΧΟΣ ΚΟΡΜΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ  
 $t_{fc} =$  24 [mm] ΠΑΧΟΣ ΠΕΛΜΑΤΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ  
 $r_c =$  27 [mm] ΑΚΤΙΝΑ ΣΥΝΑΡΜΟΓΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ  
 $A_c =$  211,76 [cm<sup>2</sup>] ΔΙΑΣΤΑΥΡΟΥΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ  
 $I_{xc} =$  111932,00 [cm<sup>4</sup>] ΡΟΠΕΣ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ ΤΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ  
**ΥΛΙΚΟ** S355  
 $f_{yc} =$  355,00 [MPa] ΑΝΤΟΧΗ

## ΔΟΚΟΣ

**ΔΙΑΤΟΜΗ:** HEA 360  
**ΡΑΒΔΟΣ no.:** 1042  
 $\alpha =$  18,5 [Deg] ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ  
 $h_b =$  350 [mm] ΥΨΟΣ ΤΟΜΗΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ  
 $b_f =$  300 [mm] ΠΛΑΤΟΣ ΤΟΜΗΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ  
 $t_{wb} =$  10 [mm] ΠΑΧΟΣ ΤΟΥ ΚΟΡΜΟΥ ΔΟΚΑΡΙΟΥ  
 $t_{fb} =$  18 [mm] ΠΑΧΟΣ ΠΕΛΜΑΤΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ  
 $r_b =$  27 [mm] ΑΚΤΙΝΑ ΣΥΝΑΡΜΟΓΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ  
 $r_b =$  27 [mm] ΑΚΤΙΝΑ ΣΥΝΑΡΜΟΓΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ  
 $A_b =$  142,76 [cm<sup>2</sup>] ΔΙΑΣΤΑΥΡΟΥΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ  
 $I_{xb} =$  33089,80 [cm<sup>4</sup>] ΡΟΠΕΣ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ ΤΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΤΟΥ ΔΟΚΑΡΙΟΥ  
**ΥΛΙΚΟ** S355  
 $f_{yb} =$  355,00 [MPa] ΑΝΤΟΧΗ

## ΚΟΧΛΙΕΣ

The shear plane passes through the UNTHREADED portion of the bolt.

$d =$  20 [mm] ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΟΧΛΙΑ  
**ΠΟΙΟΤΗΤΑ =** 12.9 ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΟΧΛΙΩΝ  
 $F_{tRd} =$  211,68 [kN] Εφελκυστική αντοχή κοχλία  
 $n_h =$  2 ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΧΛΙΩΝ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ  
 $n_v =$  7 ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΕΙΡΩΝ ΚΟΧΛΙΩΝ  
 $h_1 =$  10 [mm] Απόσταση μεταξύ πρώτου κοχλία και άνω άκρου λεπίδας σύνδεσης  
**ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΞΥ  $e_1 =$**  71 [mm]  
**ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΞΥ  $p_1 =$**  100;100;100;100;100;100 [mm]

## ΠΛΑΚΑ

$h_p =$  757 [mm] ΥΨΟΣ ΛΕΠΙΔΑΣ  
 $b_p =$  300 [mm] ΠΛΑΤΟΣ ΛΕΠΙΔΑΣ  
 $t_p =$  20 [mm] ΠΑΧΟΣ ΛΕΠΙΔΑΣ  
**ΥΛΙΚΟ** S235  
 $f_{yp} =$  235,00 [MPa] ΑΝΤΟΧΗ

## ΑΝΩ ΕΝΙΣΧΥΣΗ

$w_u =$  300 [mm] ΠΛΑΤΟΣ ΛΕΠΙΔΑΣ  
 $t_{fu} =$  24 [mm] ΠΑΧΟΣ ΠΕΛΜΑΤΟΣ  
 $h_u =$  80 [mm] ΥΨΟΣ ΛΕΠΙΔΑΣ  
 $t_{wu} =$  12 [mm] ΠΑΧΟΣ ΚΟΡΜΟΥ  
 $l_u =$  160 [mm] ΜΗΚΟΣ ΛΕΠΙΔΑΣ  
 $\alpha =$  10,9 [Deg] ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ  
**ΥΛΙΚΟ** S235  
 $f_{ybu} =$  235,00 [MPa] ΑΝΤΟΧΗ

## ΚΑΤΩ ΕΝΙΣΧΥΣΗ

|             |        |       |                |
|-------------|--------|-------|----------------|
| $w_d =$     | 300    | [mm]  | ΠΛΑΤΟΣ ΛΕΠΙΔΑΣ |
| $t_{fd} =$  | 50     | [mm]  | ΠΑΧΟΣ ΠΕΛΜΑΤΟΣ |
| $h_d =$     | 140    | [mm]  | ΥΨΟΣ ΛΕΠΙΔΑΣ   |
| $t_{wd} =$  | 15     | [mm]  | ΠΑΧΟΣ ΚΟΡΜΟΥ   |
| $l_d =$     | 300    | [mm]  | ΜΗΚΟΣ ΛΕΠΙΔΑΣ  |
| $\alpha =$  | 39,6   | [Deg] | ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ   |
| ΥΛΙΚΟ       | S235   |       |                |
| $f_{ybu} =$ | 215,00 | [MPa] | ΑΝΤΟΧΗ         |

## ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ

### ΑΝΩ

|             |        |       |                 |
|-------------|--------|-------|-----------------|
| $h_{su} =$  | 492    | [mm]  | ΥΨΟΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ  |
| $b_{su} =$  | 144    | [mm]  | ΠΛΑΤΟΣ ΝΕΥΡΩΣΗΣ |
| $t_{hu} =$  | 8      | [mm]  | ΠΑΧΟΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ |
| ΥΛΙΚΟ       | S235   |       |                 |
| $f_{ysu} =$ | 235,00 | [MPa] | ΑΝΤΟΧΗ          |

### ΚΑΤΩ

|             |        |       |                 |
|-------------|--------|-------|-----------------|
| $h_{sd} =$  | 492    | [mm]  | ΥΨΟΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ  |
| $b_{sd} =$  | 144    | [mm]  | ΠΛΑΤΟΣ ΝΕΥΡΩΣΗΣ |
| $t_{hd} =$  | 8      | [mm]  | ΠΑΧΟΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ |
| ΥΛΙΚΟ       | S235   |       |                 |
| $f_{ysu} =$ | 235,00 | [MPa] | ΑΝΤΟΧΗ          |

## ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΙΣ ΕΞΩΡΑΦΗΣ

|            |    |      |                      |
|------------|----|------|----------------------|
| $a_w =$    | 9  | [mm] | ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ ΚΟΡΜΟΥ    |
| $a_f =$    | 17 | [mm] | ΚΟΛΛΗΣΗ ΠΕΛΜΑΤΟΣ     |
| $a_s =$    | 9  | [mm] | ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ |
| $a_{fu} =$ | 5  | [mm] | ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ |
| $a_{fd} =$ | 5  | [mm] | ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ |

## ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΥΛΙΚΟΥ

|                 |      |                               |       |
|-----------------|------|-------------------------------|-------|
| $\gamma_{M0} =$ | 1,00 | ΜΕΡΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ | [2.2] |
| $\gamma_{M1} =$ | 1,00 | ΜΕΡΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ | [2.2] |
| $\gamma_{M2} =$ | 1,25 | ΜΕΡΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ | [2.2] |
| $\gamma_{M3} =$ | 1,25 | ΜΕΡΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ | [2.2] |

## ΦΟΡΤΙΑ

### ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΣΤΟΧΙΑΣ

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ: 12: COMB6 (1+2)\*1.35+3\*1.05+4\*0.75+6\*1.50

|               |         |        |                                       |
|---------------|---------|--------|---------------------------------------|
| $M_{b1,Ed} =$ | 428,50  | [kN*m] | ΡΟΠΗ ΚΑΜΨΗΣ ΣΤΟ ΔΕΞΙ ΔΟΚΑΡΙ           |
| $V_{b1,Ed} =$ | 146,97  | [kN]   | ΔΥΝΑΜΗ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ ΣΤΟ ΔΕΞΙ ΔΟΚΑΡΙ      |
| $N_{b1,Ed} =$ | 68,49   | [kN]   | ΑΞΟΝΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ ΣΤΟ ΔΕΞΙ ΔΟΚΑΡΙ        |
| $M_{c1,Ed} =$ | 346,09  | [kN*m] | ΡΟΠΗ ΚΑΜΨΗΣ ΣΤΟ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ ΒΑΣΗΣ      |
| $V_{c1,Ed} =$ | 26,59   | [kN]   | ΔΥΝΑΜΗ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ ΣΤΟ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ ΒΑΣΗΣ |
| $N_{c1,Ed} =$ | -526,37 | [kN]   | ΑΞΟΝΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ ΣΤΟ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ ΒΑΣΗΣ   |

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### ΑΝΤΟΧΕΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ

#### ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ

|         |        |                    |         |
|---------|--------|--------------------|---------|
| $A_b =$ | 142,76 | [cm <sup>2</sup> ] | ΠΕΡΙΟΧΗ |
|---------|--------|--------------------|---------|

EN1993-1-1:[6.2.3]

$N_{tb,Rd} = A_b f_{yb} / \gamma_{M0}$   
 $N_{tb,Rd} = 5067,91$  [kN] ΑΝΤΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΣΕ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ EN1993-1-1:[6.2.3]

#### ΔΙΑΤΜΗΣΗ

$A_{vb} = 79,56$  [cm<sup>2</sup>] ΠΕΡΙΟΧΗ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]

$V_{cb,Rd} = A_{vb} (f_{yb} / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$   
 $V_{cb,Rd} = 1630,62$  [kN] ΑΝΤΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΣΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ EN1993-1-1:[6.2.6.(2)]

$V_{b1,Ed} / V_{cb,Rd} \leq 1,0$   $0,09 < 1,00$  **ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ** (0,09)

#### ΚΑΜΨΗ - ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΡΟΠΗ(ΧΩΡΙΣ ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ)

$W_{plb} = 2088,63$  [cm<sup>3</sup>] ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ modulus EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]

$M_{b,pl,Rd} = W_{plb} f_{yb} / \gamma_{M0}$

$M_{b,pl,Rd} = 741,4$  [kN\*m] ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ (ΧΩΡΙΣ ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ) EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]

#### ΚΑΜΨΗ ΣΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΕΠΑΦΗΣ ΜΕ ΠΛΑΚΑ Η'ΣΕ ΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ ΜΕΛΟΣ

$W_{pl} = 5591,17$  [cm<sup>3</sup>] ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ modulus EN1993-1-1:[6.2.5]

$M_{cb,Rd} = W_{pl} f_{yb} / \gamma_{M0}$

$M_{cb,Rd} = 1984,87$  [kN\*m] ΑΝΤΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ EN1993-1-1:[6.2.5]

#### ΠΕΛΜΑ-ΚΟΡΜΟΣ ΘΛΙΨΗ

$M_{c,Rd} = 1984,87$  [kN\*m] ΑΝΤΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ EN1993-1-1:[6.2.5]

$h_f = 544$  [mm] ΚΕΝΤΡΟΒΑΡΙΚΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΠΕΛΜΑΤΩΝ [6.2.6.7.(1)]

$F_{c,fb,Rd} = M_{c,Rd} / h_f$

$F_{c,fb,Rd} = 3646,23$  [kN] ΑΝΤΟΧΗ ΘΛΙΒΟΜΕΝΟΥ ΠΕΛΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΚΟΡΜΟΥ [6.2.6.7.(1)]

#### ΚΟΡΜΟΣ Η ΕΛΑΣΜΑ ΠΕΛΜΑΤΟΣ - ΘΛΙΨΗ - ΣΤΑΘΜΗ ΚΑΤΩ ΠΕΛΜΑΤΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ

##### ΦΕΡΩΝ:

$\beta = 18,5$  [Deg] ΓΩΝΙΑ ΜΕΤΑΞΥ ΜΠΡΟΣΤΙΝΗΣ ΠΛΑΚΑΣ ΚΑΙ ΔΟΚΑΡΙΟΥ

$\gamma = 39,6$  [Deg] ΕΠΙΚΛΙΣΗ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΥ ΕΛΑΣΜΑΤΟΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ

$b_{eff,c,wb} = 410$  [mm] ΕΝΕΡΓΟ ΠΛΑΤΟΣ ΤΟΥ ΚΟΡΜΟΥ ΓΙΑ ΘΛΙΨΗ [6.2.6.2.(1)]

$A_{vb} = 48,96$  [cm<sup>2</sup>] ΠΕΡΙΟΧΗ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]

$\omega = 0,72$  ΜΕΙΩΤΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΓΙΑ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΜΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ [6.2.6.2.(1)]

$\sigma_{com,Ed} = 164,1$  [MPa] ΜΕΓΙΣΤΟΣ ΘΛΙΠΤΙΚΗ ΤΑΣΗ ΣΤΟ ΚΟΡΜΟ [6.2.6.2.(2)]

$k_{wc} = 1,00$  ΜΕΙΩΤΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΕΞΑΡΤΩΜΕΝΟΣ ΑΠΟ ΘΛΙΠΤΙΚΕΣ ΤΑΣΕΙΣ [6.2.6.2.(2)]

$F_{c,wb,Rd1} = [\omega k_{wc} b_{eff,c,wb} t_{wb} f_{yb} / \gamma_{M0}] \cos(\gamma) / \sin(\gamma - \beta)$

$F_{c,wb,Rd1} = 2254,47$  [kN] ΑΝΤΟΧΗ ΚΟΡΜΟΥ ΔΟΚΑΡΙΟΥ [6.2.6.2.(1)]

##### ΛΥΓΙΣΜΟΣ:

$d_{wb} = 261$  [mm] ΥΨΟΣ ΚΟΡΜΟΥ ΥΠΟ ΘΛΙΨΗ [6.2.6.2.(1)]

$\lambda_p = 1,25$  ΛΥΓΗΡΟΤΗΤΑ ΠΛΑΚΑΣ ΜΕΛΟΥΣ [6.2.6.2.(1)]

$\rho = 0,67$  ΜΕΙΩΤΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΓΙΑ ΛΥΓΙΣΜΟ ΜΕΛΟΥΣ [6.2.6.2.(1)]

$F_{c,wb,Rd2} = [\omega k_{wc} \rho b_{eff,c,wb} t_{wb} f_{yb} / \gamma_{M1}] \cos(\gamma) / \sin(\gamma - \beta)$

$F_{c,wb,Rd2} = 1512,22$  [kN] ΑΝΤΟΧΗ ΚΟΡΜΟΥ ΔΟΚΑΡΙΟΥ [6.2.6.2.(1)]

##### ΑΝΤΟΧΗ ΑΓΚΥΣΤΡΟΥ ΠΕΛΜΑΤΟΣ

$F_{c,wb,Rd3} = b_b t_b f_{yb} / (0,8 \gamma_{M0})$

$F_{c,wb,Rd3} = 6656,25$  [kN] ΑΝΤΟΧΗ ΑΓΚΥΣΤΡΟΥ ΠΕΛΜΑΤΟΣ [6.2.6.7.(1)]

##### ΤΕΛΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ:

$F_{c,wb,Rd,low} = \text{Min}(F_{c,wb,Rd1}, F_{c,wb,Rd2}, F_{c,wb,Rd3})$

$F_{c,wb,Rd,low} = 1512,22$  [kN] ΑΝΤΟΧΗ ΚΟΡΜΟΥ ΔΟΚΑΡΙΟΥ [6.2.6.2.(1)]

## ΑΝΤΟΧΕΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ

#### ΚΟΡΜΟΣ - ΔΙΑΤΜΗΣΗ

$M_{b1,Ed} = 428,50$  [kN\*m] ΡΟΠΗ ΚΑΜΨΗΣ (ΔΕΞΙ ΔΟΚΑΡΙ) [5.3.(3)]

$M_{b2,Ed} = 0,00$  [kN\*m] ΡΟΠΗ ΚΑΜΨΗΣ (ΑΡΙΣΤΕΡΟ ΔΟΚΑΡΙ) [5.3.(3)]

$V_{c1,Ed} = 26,59$  [kN] ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ (ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ ΒΑΣΗΣ) [5.3.(3)]

$V_{c2,Ed} = 0,00$  [kN] ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ (ΑΝΩΤΕΡΟ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ) [5.3.(3)]

$z = 507$  [mm] ΜΟΧΛΟΒΡΑΧΙΟΝΑΣ [6.2.5]



$$V_{wp,Ed} = (M_{b1,Ed} - M_{b2,Ed}) / z - (V_{c1,Ed} - V_{c2,Ed}) / 2$$

$$V_{wp,Ed} = 832,57 \text{ [kN]} \text{ ΔΥΝΑΜΗ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ ΠΟΥ ΕΦΑΡΜΟΖΕΤΑΙ ΣΕ ΚΟΡΜΟ} \quad [5.3.(3)]$$

$$A_{vs} = 83,7_2 \text{ [cm}^2\text{]} \text{ ΠΕΡΙΟΧΗ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ ΤΟΥ ΚΟΡΜΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ} \quad \text{EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]}$$

$$A_{vc} = 83,7_2 \text{ [cm}^2\text{]} \text{ ΠΕΡΙΟΧΗ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ} \quad \text{EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]}$$

$$d_s = 581 \text{ [mm]} \text{ ΚΕΝΤΡΟΒΑΡΙΚΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΕΝΙΣΧΥΣΕΩΝ} \quad [6.2.6.1.(4)]$$

$$M_{pl,fc,Rd} = 15,3_4 \text{ [kN* m]} \text{ ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΤΟΥ ΠΕΛΜΑΤΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ} \quad [6.2.6.1.(4)]$$

$$M_{pl,stu,Rd} = 1,13 \text{ [kN* m]} \text{ ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΤΗΣ ΥΨΗΛΟΤΕΡΗΣ ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ} \quad [6.2.6.1.(4)]$$

$$M_{pl,sti,Rd} = 1,13 \text{ [kN* m]} \text{ ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΤΗΣ ΧΑΜΗΛΟΤΕΡΗΣ ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ} \quad [6.2.6.1.(4)]$$

$$V_{wp,Rd} = 0.9 (A_{vs} f_{y,wc}) / (\sqrt{3} \gamma_{M0}) + \text{Min}(4 M_{pl,fc,Rd} / d_s, (2 M_{pl,fc,Rd} + M_{pl,stu,Rd} + M_{pl,sti,Rd}) / d_s)$$

$$V_{wp,Rd} = 1600,9_6 \text{ [kN]} \text{ ΑΝΤΟΧΗ ΚΟΡΜΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ ΣΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ} \quad [6.2.6.1]$$

$$V_{wp,Ed} / V_{wp,Rd} \leq 1,0 \quad 0,52 < 1,00 \quad \text{ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ} \quad (0,52)$$

### ΚΟΡΜΟΣ- ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΘΛΙΨΗ - ΣΤΑΘΜΗ ΑΝΩ ΠΕΛΜΑΤΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ

ΦΕΡΩΝ:

$$t_{wc} = 13 \text{ [mm]} \text{ ΕΝΕΡΓΟ ΠΑΧΟΣ ΤΟΥ ΚΟΡΜΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ} \quad [6.2.6.2.(6)]$$

$$b_{eff,c,wc} = 408 \text{ [mm]} \text{ ΕΝΕΡΓΟ ΠΛΑΤΟΣ ΤΟΥ ΚΟΡΜΟΥ ΓΙΑ ΘΛΙΨΗ} \quad [6.2.6.2.(1)]$$

$$A_{vc} = 83,7_2 \text{ [cm}^2\text{]} \text{ ΠΕΡΙΟΧΗ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ} \quad \text{EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]}$$

$$\omega = 0,82 \text{ ΜΕΙΩΤΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΓΙΑ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΜΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ} \quad [6.2.6.2.(1)]$$

$$\sigma_{com,Ed} = 92,5_7 \text{ [MPa]} \text{ ΜΕΓΙΣΤΟΣ ΘΛΙΠΤΙΚΗ ΤΑΣΗ ΣΤΟ ΚΟΡΜΟ} \quad [6.2.6.2.(2)]$$

$$k_{wc} = 1,00 \text{ ΜΕΙΩΤΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΕΞΑΡΤΩΜΕΝΟΣ ΑΠΟ ΘΛΙΠΤΙΚΕΣ ΤΑΣΕΙΣ} \quad [6.2.6.2.(2)]$$

$$A_s = 19,9_1 \text{ [cm}^2\text{]} \text{ ΕΜΒΑΔΟ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΚΟΡΜΟΥ} \quad \text{EN1993-1-1:[6.2.4]}$$

$$F_{c,wc,Rd1} = \omega k_{wc} b_{eff,c,wc} t_{wc} f_{yc} / \gamma_{M0} + A_s f_{ys} / \gamma_{M0}$$

$$F_{c,wc,Rd1} = 1954,74 \text{ [kN]} \text{ ΑΝΤΟΧΗ ΚΟΡΜΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ} \quad [6.2.6.2.(1)]$$

ΛΥΓΙΣΜΟΣ:

$$d_{wc} = 438 \text{ [mm]} \text{ ΥΨΟΣ ΚΟΡΜΟΥ ΥΠΟ ΘΛΙΨΗ} \quad [6.2.6.2.(1)]$$

$$\lambda_p = 1,30 \text{ ΛΥΓΗΡΟΤΗΤΑ ΠΛΑΚΑΣ ΜΕΛΟΥΣ} \quad [6.2.6.2.(1)]$$

$$\rho = 0,65 \text{ ΜΕΙΩΤΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΓΙΑ ΛΥΓΙΣΜΟ ΜΕΛΟΥΣ} \quad [6.2.6.2.(1)]$$

$$\lambda_s = 4,95 \text{ ΛΥΓΗΡΟΤΗΤΑ ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ} \quad \text{EN1993-1-1:[6.3.1.2]}$$

$$\chi_s = 1,00 \text{ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΛΥΓΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ} \quad \text{EN1993-1-1:[6.3.1.2]}$$

$$F_{c,wc,Rd2} = \omega k_{wc} \rho b_{eff,c,wc} t_{wc} f_{yc} / \gamma_{M1} + A_s \chi_s f_{ys} / \gamma_{M1}$$

$$F_{c,wc,Rd2} = 1438,22 \text{ [kN]} \text{ ΑΝΤΟΧΗ ΚΟΡΜΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ} \quad [6.2.6.2.(1)]$$

ΤΕΛΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ:

$$F_{c,wc,Rd,low} = \text{Min}(F_{c,wc,Rd1}, F_{c,wc,Rd2})$$

$$F_{c,wc,Rd} = 1438,22 \text{ [kN]} \text{ ΑΝΤΟΧΗ ΚΟΡΜΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ} \quad [6.2.6.2.(1)]$$

## ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΥΝΔΕΣΗΣ

### ΕΝΕΡΓΑ ΜΗΚΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ-ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ ΠΕΛΜΑΤΟΣ

| Nr | m | m <sub>x</sub> | e   | e <sub>x</sub> | p   | l <sub>eff,cp</sub> | l <sub>eff,nc</sub> | l <sub>eff,1</sub> | l <sub>eff,2</sub> | l <sub>eff,cp,g</sub> | l <sub>eff,nc,g</sub> | l <sub>eff,1,g</sub> | l <sub>eff,2,g</sub> |
|----|---|----------------|-----|----------------|-----|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
| 1  | 8 | -              | 115 | -              | 24  | 44                  | -16                 | -16                | -16                | 0                     | 0                     | 0                    | 0                    |
| 2  | 8 | -              | 115 | -              | 100 | 48                  | 61                  | 48                 | 61                 | 124                   | 24                    | 24                   | 24                   |
| 3  | 8 | -              | 115 | -              | 100 | 48                  | 174                 | 48                 | 174                | 200                   | 100                   | 100                  | 100                  |
| 4  | 8 | -              | 115 | -              | 100 | 48                  | 174                 | 48                 | 174                | 200                   | 100                   | 100                  | 100                  |
| 5  | 8 | -              | 115 | -              | 100 | 48                  | 174                 | 48                 | 174                | 200                   | 100                   | 100                  | 100                  |
| 6  | 8 | -              | 115 | -              | 100 | 48                  | 61                  | 48                 | 61                 | 124                   | 24                    | 24                   | 24                   |
| 7  | 8 | -              | 115 | -              | 87  | 48                  | 61                  | 48                 | 61                 | 111                   | 18                    | 18                   | 18                   |

### ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΑ ΜΗΚΗ-ΜΠΡΟΣΤΙΝΟ ΕΛΑΣΜΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ

| Nr | m | m <sub>x</sub> | e | e <sub>x</sub> | p | l <sub>eff,cp</sub> | l <sub>eff,nc</sub> | l <sub>eff,1</sub> | l <sub>eff,2</sub> | l <sub>eff,cp,g</sub> | l <sub>eff,nc,g</sub> | l <sub>eff,1,g</sub> | l <sub>eff,2,g</sub> |
|----|---|----------------|---|----------------|---|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
|----|---|----------------|---|----------------|---|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|

| Nr | m  | m <sub>x</sub> | e   | e <sub>x</sub> | ρ   | l <sub>eff,cp</sub> | l <sub>eff,nc</sub> | l <sub>eff,1</sub> | l <sub>eff,2</sub> | l <sub>eff,cp,g</sub> | l <sub>eff,nc,g</sub> | l <sub>eff,1,g</sub> | l <sub>eff,2,g</sub> |
|----|----|----------------|-----|----------------|-----|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
| 1  | 20 | -19            | 115 | 10             | 24  | -121                | -64                 | -121               | -64                | -                     | -                     | -                    | -                    |
| 2  | 20 | -              | 115 | -              | 100 | 128                 | 163                 | 128                | 163                | 164                   | 100                   | 100                  | 100                  |
| 3  | 20 | -              | 115 | -              | 100 | 128                 | 224                 | 128                | 224                | 200                   | 100                   | 100                  | 100                  |
| 4  | 20 | -              | 115 | -              | 100 | 128                 | 224                 | 128                | 224                | 200                   | 100                   | 100                  | 100                  |
| 5  | 20 | -              | 115 | -              | 100 | 128                 | 224                 | 128                | 224                | 200                   | 100                   | 100                  | 100                  |
| 6  | 20 | -              | 115 | -              | 100 | 128                 | 224                 | 128                | 224                | 164                   | 162                   | 162                  | 162                  |
| 7  | 20 | -8             | 115 | 147            | 87  | -52                 | 111                 | -52                | 111                | -                     | -                     | -                    | -                    |

- m – ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΚΟΧΛΙΑ ΑΠΟ ΤΟΝ ΚΟΡΜΟ  
m<sub>x</sub> – ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΚΟΧΛΙΑ ΑΠΟ ΤΟ ΠΕΛΜΑ ΔΟΚΑΡΙΟΥ  
e – ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΚΟΧΛΙΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΚΡΑΙΑ ΑΚΜΗ  
e<sub>x</sub> – ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΚΟΧΛΙΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΕΞΩ ΑΚΜΗ  
ρ – ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΚΟΧΛΙΩΝ  
l<sub>eff,cp</sub> – ΕΝΕΡΓΟ ΜΗΚΟΣ ΕΝΟΣ ΚΟΧΛΙΑ ΣΤΗΝ ΚΥΚΛΙΚΗ ΜΟΡΦΗ ΑΣΤΟΧΙΑΣ  
l<sub>eff,nc</sub> – ΕΝΕΡΓΟ ΜΗΚΟΣ ΕΝΟΣ ΚΟΧΛΙΑ ΣΤΗΝ ΜΗ ΚΥΚΛΙΚΗ ΜΟΡΦΗ ΑΣΤΟΧΙΑΣ  
l<sub>eff,1</sub> – ΕΝΕΡΓΟ ΜΗΚΟΣ ΕΝΟΣ ΚΟΧΛΙΑ ΓΙΑ mode 1  
l<sub>eff,2</sub> – ΕΝΕΡΓΟ ΜΗΚΟΣ ΕΝΟΣ ΚΟΧΛΙΑ ΓΙΑ mode 2  
l<sub>eff,cp,g</sub> – ΕΝΕΡΓΟ ΜΗΚΟΣ ΟΜΑΔΟΣ ΚΟΧΛΙΩΝ ΣΤΗΝ ΚΥΚΛΙΚΗ ΜΟΡΦΗ ΑΣΤΟΧΙΑΣ  
l<sub>eff,nc,g</sub> – ΕΝΕΡΓΟ ΜΗΚΟΣ ΟΜΑΔΟΣ ΚΟΧΛΙΩΝ ΣΤΗΝ ΜΗ ΚΥΚΛΙΚΗ ΜΟΡΦΗ ΑΣΤΟΧΙΑΣ  
l<sub>eff,1,g</sub> – ΕΝΕΡΓΟ ΜΗΚΟΣ ΟΜΑΔΟΣ ΚΟΧΛΙΩΝ ΓΙΑ mode 1  
l<sub>eff,2,g</sub> – ΕΝΕΡΓΟ ΜΗΚΟΣ ΟΜΑΔΟΣ ΚΟΧΛΙΩΝ ΓΙΑ mode 2

## ΑΝΤΟΧΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΕ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ

|   |                                      |                     |
|---|--------------------------------------|---------------------|
| F <sub>t,Rd</sub> = 211,68 [kN]   | ΑΝΤΟΧΗ ΚΟΧΛΙΑ ΓΙΑ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ          | [ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4]       |
| B <sub>p,Rd</sub> = 325,72 [kN]   | Διατρητική διατμητική αντοχή κοχλίας | [ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4]       |
| N <sub>j,Rd</sub> = Min (N <sub>tb,Rd</sub> , n <sub>v</sub> n <sub>h</sub> F <sub>t,Rd</sub> , n <sub>v</sub> n <sub>h</sub> B <sub>p,Rd</sub> ) |                                      |                     |
| N <sub>j,Rd</sub> = 2963,52 [kN]  | ΑΝΤΟΧΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΕ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ         | [6.2]               |
| N <sub>b1,Ed</sub> / N <sub>j,Rd</sub> ≤ 1,0  | 0,02 < 1,00                          | ΕΠΙΛΗΘΕΥΕΤΑΙ (0,02) |

## ΑΝΤΟΧΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ

|  |  |                       |
|--|--|-----------------------|
| F <sub>t,Rd</sub> = 211,68 [kN]  | ΑΝΤΟΧΗ ΚΟΧΛΙΑ ΓΙΑ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ              | [ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4]         |
| B <sub>p,Rd</sub> = 325,72 [kN]  | Διατρητική διατμητική αντοχή κοχλίας     | [ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4]         |
| F <sub>t,fc,Rd</sub>   | – ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΚΑΜΨΗ ΠΕΛΜΑΤΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ |                       |
| F <sub>t,wc,Rd</sub>   | – ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΚΑΜΨΗ ΚΟΡΜΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ   |                       |
| F <sub>t,ep,Rd</sub>   | – ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΚΑΜΨΗ ΜΕΤΩΠΙΚΗΣ ΠΛΑΚΑΣ       |                       |
| F <sub>t,wb,Rd</sub>   | – ΑΝΤΟΧΗ ΚΟΡΜΟΥ ΣΕ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ             |                       |
| F <sub>t,fc,Rd</sub> = Min (F <sub>T,1,fc,Rd</sub> , F <sub>T,2,fc,Rd</sub> , F <sub>T,3,fc,Rd</sub> ) |  | [6.2.6.4] , [Tab.6.2] |
| F <sub>t,wc,Rd</sub> = ω b <sub>eff,t,wc</sub> t <sub>wc</sub> f <sub>yc</sub> / γ <sub>M0</sub>       |  | [6.2.6.3.(1)]         |
| F <sub>t,ep,Rd</sub> = Min (F <sub>T,1,ep,Rd</sub> , F <sub>T,2,ep,Rd</sub> , F <sub>T,3,ep,Rd</sub> ) |  | [6.2.6.5] , [Tab.6.2] |
| F <sub>t,wb,Rd</sub> = b <sub>eff,t,wb</sub> t <sub>wb</sub> f <sub>yb</sub> / γ <sub>M0</sub>         |  | [6.2.6.8.(1)]         |

### ΑΝΤΟΧΗ ΣΕΙΡΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ No. 1

| F <sub>t1,Rd,comp</sub> - ΤΥΠΟΣ                     | F <sub>t1,Rd,comp</sub> | ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ                               |
|---|-------------------------|---|
| F <sub>t1,Rd</sub> = Min (F <sub>t1,Rd,comp</sub> ) | 305,18                  | ΑΝΤΟΧΗ ΣΕΙΡΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ                   |
| F <sub>t,ep,Rd(1)</sub> = 305,18                    | 305,18                  | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ                    |
| B <sub>p,Rd</sub> = 651,44                          | 651,44                  | Κοχλίες λόγω της διάτρησης από διάτμηση |
| V <sub>wp,Rd</sub> /β = 1600,96                     | 1600,96                 | ΚΟΡΜΟΣ - ΔΙΑΤΜΗΣΗ                       |
| F <sub>c,wc,Rd</sub> = 1438,22                      | 1438,22                 | ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ ΚΟΡΜΟΥ-ΘΛΙΨΗ                 |
| F <sub>c,fb,Rd</sub> = 3646,23                      | 3646,23                 | ΠΕΛΜΑ ΔΟΚΑΡΙΟΥ - ΘΛΙΨΗ                  |
| F <sub>c,wb,Rd</sub> = 1512,22                      | 1512,22                 | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ - ΘΛΙΨΗ                 |

### ΑΝΤΟΧΗ ΣΕΙΡΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ No. 2

| F <sub>t2,Rd,comp</sub> - ΤΥΠΟΣ                     | F <sub>t2,Rd,comp</sub> | ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ                                |
|---|-------------------------|--|
| F <sub>t2,Rd</sub> = Min (F <sub>t2,Rd,comp</sub> ) | 212,58                  | ΑΝΤΟΧΗ ΣΕΙΡΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ                    |
| F <sub>t,fc,Rd(2)</sub> = 423,36                    | 423,36                  | ΠΕΛΜΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ-ΤΑΣΗ                 |
| F <sub>t,wc,Rd(2)</sub> = 212,58                    | 212,58                  | Column ΚΟΡΜΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ - ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ |

| <b>F<sub>t2,Rd,comp</sub> - ΤΥΠΟΣ</b>                     | <b>F<sub>t2,Rd,comp</sub></b> | <b>ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ</b>                        |
|---|-------------------------------|---|
| $F_{t,ep,Rd(2)} = 402,31$                                 | 402,31                        | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ                    |
| $F_{t,wb,Rd(2)} = 453,19$                                 | 453,19                        | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ              |
| $B_{p,Rd} = 651,44$                                       | 651,44                        | Κοχλίες λόγω της διάτρησης από διάτμηση |
| $V_{wp,Rd}/\beta - \sum_1^1 F_{ti,Rd} = 1600,96 - 305,18$ | 1295,79                       | ΚΟΡΜΟΣ - ΔΙΑΤΜΗΣΗ                       |
| $F_{c,wc,Rd} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 1438,22 - 305,18$     | 1133,04                       | ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ ΚΟΡΜΟΥ-ΘΛΙΨΗ                 |
| $F_{c,fb,Rd} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 3646,23 - 305,18$     | 3341,05                       | ΠΕΛΜΑ ΔΟΚΑΡΙΟΥ - ΘΛΙΨΗ                  |
| $F_{c,wb,Rd} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 1512,22 - 305,18$     | 1207,04                       | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ - ΘΛΙΨΗ                 |

### ΑΝΤΟΧΗ ΣΕΙΡΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ Νο. 3

| <b>F<sub>t3,Rd,comp</sub> - ΤΥΠΟΣ</b>                     | <b>F<sub>t3,Rd,comp</sub></b> | <b>ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ</b>                           |
|---|-------------------------------|--|
| $F_{t3,Rd} = \text{Min}(F_{t3,Rd,comp})$                  | 212,58                        | ΑΝΤΟΧΗ ΣΕΙΡΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ                      |
| $F_{t,fc,Rd(3)} = 423,36$                                 | 423,36                        | ΠΕΛΜΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ-ΤΑΣΗ                   |
| $F_{t,wc,Rd(3)} = 212,58$                                 | 212,58                        | Column ΚΟΡΜΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ - ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ   |
| $F_{t,ep,Rd(3)} = 423,36$                                 | 423,36                        | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ                       |
| $F_{t,wb,Rd(3)} = 453,19$                                 | 453,19                        | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ                 |
| $B_{p,Rd} = 651,44$                                       | 651,44                        | Κοχλίες λόγω της διάτρησης από διάτμηση    |
| $V_{wp,Rd}/\beta - \sum_1^2 F_{ti,Rd} = 1600,96 - 517,76$ | 1083,20                       | ΚΟΡΜΟΣ - ΔΙΑΤΜΗΣΗ                          |
| $F_{c,wc,Rd} - \sum_1^2 F_{tj,Rd} = 1438,22 - 517,76$     | 920,46                        | ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ ΚΟΡΜΟΥ-ΘΛΙΨΗ                    |
| $F_{c,fb,Rd} - \sum_1^2 F_{tj,Rd} = 3646,23 - 517,76$     | 3128,47                       | ΠΕΛΜΑ ΔΟΚΑΡΙΟΥ - ΘΛΙΨΗ                     |
| $F_{c,wb,Rd} - \sum_1^2 F_{tj,Rd} = 1512,22 - 517,76$     | 994,46                        | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ - ΘΛΙΨΗ                    |
| $F_{t,fc,Rd(3+2)} - \sum_2^2 F_{tj,Rd} = 846,72 - 212,58$ | 634,14                        | ΠΕΛΜΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ            |
| $F_{t,wc,Rd(3+2)} - \sum_2^2 F_{tj,Rd} = 539,79 - 212,58$ | 327,20                        | ΚΟΡΜΟΣ ΥΠΟΣΤΗΛΩΜΑΤΟΣ - ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ - ΓΚΡΟΥΠ |
| $F_{t,fc,Rd(3+2)} - \sum_2^2 F_{tj,Rd} = 846,72 - 212,58$ | 634,14                        | ΠΕΛΜΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ            |
| $F_{t,wc,Rd(3+2)} - \sum_2^2 F_{tj,Rd} = 539,79 - 212,58$ | 327,20                        | ΚΟΡΜΟΣ ΥΠΟΣΤΗΛΩΜΑΤΟΣ - ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ - ΓΚΡΟΥΠ |
| $F_{t,ep,Rd(3+2)} - \sum_2^2 F_{tj,Rd} = 676,38 - 212,58$ | 463,79                        | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ                |
| $F_{t,wb,Rd(3+2)} - \sum_2^2 F_{tj,Rd} = 711,22 - 212,58$ | 498,64                        | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ-ΓΚΡΟΥΠ          |
| $F_{t,ep,Rd(3+2)} - \sum_2^2 F_{tj,Rd} = 676,38 - 212,58$ | 463,79                        | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ                |
| $F_{t,wb,Rd(3+2)} - \sum_2^2 F_{tj,Rd} = 711,22 - 212,58$ | 498,64                        | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ-ΓΚΡΟΥΠ          |

### ΑΝΤΟΧΗ ΣΕΙΡΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ Νο. 4

| <b>F<sub>t4,Rd,comp</sub> - ΤΥΠΟΣ</b>                        | <b>F<sub>t4,Rd,comp</sub></b> | <b>ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ</b>                           |
|--|-------------------------------|--|
| $F_{t4,Rd} = \text{Min}(F_{t4,Rd,comp})$                     | 212,58                        | ΑΝΤΟΧΗ ΣΕΙΡΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ                      |
| $F_{t,fc,Rd(4)} = 423,36$                                    | 423,36                        | ΠΕΛΜΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ-ΤΑΣΗ                   |
| $F_{t,wc,Rd(4)} = 212,58$                                    | 212,58                        | Column ΚΟΡΜΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ - ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ   |
| $F_{t,ep,Rd(4)} = 423,36$                                    | 423,36                        | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ                       |
| $F_{t,wb,Rd(4)} = 453,19$                                    | 453,19                        | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ                 |
| $B_{p,Rd} = 651,44$  | 651,44                        | Κοχλίες λόγω της διάτρησης από διάτμηση    |
| $V_{wp,Rd}/\beta - \sum_1^3 F_{ti,Rd} = 1600,96 - 730,35$    | 870,62                        | ΚΟΡΜΟΣ - ΔΙΑΤΜΗΣΗ                          |
| $F_{c,wc,Rd} - \sum_1^3 F_{tj,Rd} = 1438,22 - 730,35$        | 707,88                        | ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ ΚΟΡΜΟΥ-ΘΛΙΨΗ                    |
| $F_{c,fb,Rd} - \sum_1^3 F_{tj,Rd} = 3646,23 - 730,35$        | 2915,88                       | ΠΕΛΜΑ ΔΟΚΑΡΙΟΥ - ΘΛΙΨΗ                     |
| $F_{c,wb,Rd} - \sum_1^3 F_{tj,Rd} = 1512,22 - 730,35$        | 781,88                        | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ - ΘΛΙΨΗ                    |
| $F_{t,fc,Rd(4+3)} - \sum_3^3 F_{tj,Rd} = 846,72 - 212,58$    | 634,14                        | ΠΕΛΜΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ            |
| $F_{t,wc,Rd(4+3)} - \sum_3^3 F_{tj,Rd} = 840,14 - 212,58$    | 627,55                        | ΚΟΡΜΟΣ ΥΠΟΣΤΗΛΩΜΑΤΟΣ - ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ - ΓΚΡΟΥΠ |
| $F_{t,fc,Rd(4+3+2)} - \sum_3^2 F_{tj,Rd} = 1270,08 - 425,17$ | 844,91                        | ΠΕΛΜΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ            |
| $F_{t,wc,Rd(4+3+2)} - \sum_3^2 F_{tj,Rd} = 929,98 - 425,17$  | 504,81                        | ΚΟΡΜΟΣ ΥΠΟΣΤΗΛΩΜΑΤΟΣ - ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ - ΓΚΡΟΥΠ |
| $F_{t,fc,Rd(4+3+2)} - \sum_3^2 F_{tj,Rd} = 1270,08 - 425,17$ | 844,91                        | ΠΕΛΜΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ            |
| $F_{t,wc,Rd(4+3+2)} - \sum_3^2 F_{tj,Rd} = 929,98 - 425,17$  | 504,81                        | ΚΟΡΜΟΣ ΥΠΟΣΤΗΛΩΜΑΤΟΣ - ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ - ΓΚΡΟΥΠ |
| $F_{t,ep,Rd(4+3)} - \sum_3^3 F_{tj,Rd} = 676,02 - 212,58$    | 463,44                        | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ                |
| $F_{t,wb,Rd(4+3)} - \sum_3^3 F_{tj,Rd} = 710,00 - 212,58$    | 497,42                        | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ-ΓΚΡΟΥΠ          |
| $F_{t,ep,Rd(4+3+2)} - \sum_3^2 F_{tj,Rd} = 1014,39 - 425,17$ | 589,22                        | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ                |
| $F_{t,wb,Rd(4+3+2)} - \sum_3^2 F_{tj,Rd} = 1066,22 - 425,17$ | 641,05                        | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ-ΓΚΡΟΥΠ          |

| <b>F<sub>t4,Rd,comp</sub> - ΤΥΠΟΣ</b>                        | <b>F<sub>t4,Rd,comp</sub><br/>p</b> | <b>ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ</b>                  |
|--|-------------------------------------|-----------------------------------|
| $F_{t,ep,Rd(4+3+2)} - \sum_3^2 F_{tj,Rd} = 1014,39 - 425,17$ | 589,22                              | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ       |
| $F_{t,wb,Rd(4+3+2)} - \sum_3^2 F_{tj,Rd} = 1066,22 - 425,17$ | 641,05                              | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ-ΓΚΡΟΥΠ |

#### ΑΝΤΟΧΗ ΣΕΙΡΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ Νο. 5

| <b>F<sub>t5,Rd,comp</sub> - ΤΥΠΟΣ</b>                          | <b>F<sub>t5,Rd,comp</sub><br/>p</b> | <b>ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ</b>                           |
|--|-------------------------------------|--|
| $F_{t5,Rd} = \text{Min} (F_{t5,Rd,comp})$                      | 212,58                              | ΑΝΤΟΧΗ ΣΕΙΡΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ                      |
| $F_{t,fc,Rd(5)} = 423,36$                                      | 423,36                              | ΠΕΛΜΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ-ΤΑΣΗ                   |
| $F_{t,wc,Rd(5)} = 212,58$                                      | 212,58                              | Column ΚΟΡΜΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ - ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ   |
| $F_{t,ep,Rd(5)} = 423,36$                                      | 423,36                              | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ                       |
| $F_{t,wb,Rd(5)} = 453,19$                                      | 453,19                              | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ                 |
| $B_{p,Rd} = 651,44$  | 651,44                              | Κοχλίες λόγω της διάτρησης από διάτμηση    |
| $V_{wp,Rd}/\beta - \sum_1^4 F_{ti,Rd} = 1600,96 - 942,93$      | 658,03                              | ΚΟΡΜΟΣ - ΔΙΑΤΜΗΣΗ                          |
| $F_{c,wc,Rd} - \sum_1^4 F_{tj,Rd} = 1438,22 - 942,93$          | 495,29                              | ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ ΚΟΡΜΟΥ-ΘΛΙΨΗ                    |
| $F_{c,fb,Rd} - \sum_1^4 F_{tj,Rd} = 3646,23 - 942,93$          | 2703,30                             | ΠΕΛΜΑ ΔΟΚΑΡΙΟΥ - ΘΛΙΨΗ                     |
| $F_{c,wb,Rd} - \sum_1^4 F_{tj,Rd} = 1512,22 - 942,93$          | 569,29                              | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ - ΘΛΙΨΗ                    |
| $F_{t,fc,Rd(5+4)} - \sum_4^4 F_{tj,Rd} = 846,72 - 212,58$      | 634,14                              | ΠΕΛΜΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ            |
| $F_{t,wc,Rd(5+4)} - \sum_4^4 F_{tj,Rd} = 840,14 - 212,58$      | 627,55                              | ΚΟΡΜΟΣ ΥΠΟΣΤΗΛΩΜΑΤΟΣ - ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ - ΓΚΡΟΥΠ |
| $F_{t,fc,Rd(5+4+3)} - \sum_4^3 F_{tj,Rd} = 1270,08 - 425,17$   | 844,91                              | ΠΕΛΜΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ            |
| $F_{t,wc,Rd(5+4+3)} - \sum_4^3 F_{tj,Rd} = 1185,58 - 425,17$   | 760,41                              | ΚΟΡΜΟΣ ΥΠΟΣΤΗΛΩΜΑΤΟΣ - ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ - ΓΚΡΟΥΠ |
| $F_{t,fc,Rd(5+4+3+2)} - \sum_4^2 F_{tj,Rd} = 1693,44 - 637,75$ | 1055,69                             | ΠΕΛΜΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ            |
| $F_{t,wc,Rd(5+4+3+2)} - \sum_4^2 F_{tj,Rd} = 1259,94 - 637,75$ | 622,19                              | ΚΟΡΜΟΣ ΥΠΟΣΤΗΛΩΜΑΤΟΣ - ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ - ΓΚΡΟΥΠ |
| $F_{t,fc,Rd(5+4+3+2)} - \sum_4^2 F_{tj,Rd} = 1693,44 - 637,75$ | 1055,69                             | ΠΕΛΜΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ            |
| $F_{t,wc,Rd(5+4+3+2)} - \sum_4^2 F_{tj,Rd} = 1259,94 - 637,75$ | 622,19                              | ΚΟΡΜΟΣ ΥΠΟΣΤΗΛΩΜΑΤΟΣ - ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ - ΓΚΡΟΥΠ |
| $F_{t,ep,Rd(5+4)} - \sum_4^4 F_{tj,Rd} = 676,02 - 212,58$      | 463,44                              | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ                |
| $F_{t,wb,Rd(5+4)} - \sum_4^4 F_{tj,Rd} = 710,00 - 212,58$      | 497,42                              | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ-ΓΚΡΟΥΠ          |
| $F_{t,ep,Rd(5+4+3)} - \sum_4^3 F_{tj,Rd} = 1014,03 - 425,17$   | 588,87                              | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ                |
| $F_{t,wb,Rd(5+4+3)} - \sum_4^3 F_{tj,Rd} = 1065,00 - 425,17$   | 639,83                              | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ-ΓΚΡΟΥΠ          |
| $F_{t,ep,Rd(5+4+3+2)} - \sum_4^2 F_{tj,Rd} = 1352,40 - 637,75$ | 714,65                              | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ                |
| $F_{t,wb,Rd(5+4+3+2)} - \sum_4^2 F_{tj,Rd} = 1421,22 - 637,75$ | 783,47                              | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ-ΓΚΡΟΥΠ          |
| $F_{t,ep,Rd(5+4+3+2)} - \sum_4^2 F_{tj,Rd} = 1352,40 - 637,75$ | 714,65                              | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ                |
| $F_{t,wb,Rd(5+4+3+2)} - \sum_4^2 F_{tj,Rd} = 1421,22 - 637,75$ | 783,47                              | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ-ΓΚΡΟΥΠ          |

#### ΑΝΤΟΧΗ ΣΕΙΡΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ Νο. 6

| <b>F<sub>t6,Rd,comp</sub> - ΤΥΠΟΣ</b>                      | <b>F<sub>t6,Rd,comp</sub><br/>p</b> | <b>ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ</b>                         |
|--|-------------------------------------|--|
| $F_{t6,Rd} = \text{Min} (F_{t6,Rd,comp})$                  | 212,58                              | ΑΝΤΟΧΗ ΣΕΙΡΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ                    |
| $F_{t,fc,Rd(6)} = 423,36$                                  | 423,36                              | ΠΕΛΜΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ-ΤΑΣΗ                 |
| $F_{t,wc,Rd(6)} = 212,58$                                  | 212,58                              | Column ΚΟΡΜΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ - ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ |
| $F_{t,ep,Rd(6)} = 423,36$                                  | 423,36                              | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ                     |
| $F_{t,wb,Rd(6)} = 453,19$                                  | 453,19                              | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ               |
| $B_{p,Rd} = 651,44$  | 651,44                              | Κοχλίες λόγω της διάτρησης από διάτμηση  |
| $V_{wp,Rd}/\beta - \sum_1^5 F_{ti,Rd} = 1600,96 - 1155,52$ | 445,45                              | ΚΟΡΜΟΣ - ΔΙΑΤΜΗΣΗ                        |
| $F_{c,wc,Rd} - \sum_1^5 F_{tj,Rd} = 1438,22 - 1155,52$     | 282,71                              | ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ ΚΟΡΜΟΥ-ΘΛΙΨΗ                  |
| $F_{c,fb,Rd} - \sum_1^5 F_{tj,Rd} = 3646,23 - 1155,52$     | 2490,7                              | ΠΕΛΜΑ ΔΟΚΑΡΙΟΥ - ΘΛΙΨΗ                   |

| <b>F<sub>t6,Rd,comp</sub> - ΤΥΠΟΣ</b>                            | <b>F<sub>t6,Rd,comp</sub></b> | <b>ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ</b>                           |
|--|-------------------------------|--|
|  | 2                             |  |
| $F_{c,wb,Rd} - \sum_1^5 F_{tj,Rd} = 1512,22 - 1155,52$           | 356,71                        | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ - ΘΛΙΨΗ                    |
| $F_{t,fc,Rd(6+5)} - \sum_5^5 F_{tj,Rd} = 846,72 - 212,58$        | 634,14                        | ΠΕΛΜΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ            |
| $F_{t,wc,Rd(6+5)} - \sum_5^5 F_{tj,Rd} = 539,79 - 212,58$        | 327,20                        | ΚΟΡΜΟΣ ΥΠΟΣΤΗΛΩΜΑΤΟΣ - ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ - ΓΚΡΟΥΠ |
| $F_{t,fc,Rd(6+5+4)} - \sum_5^4 F_{tj,Rd} = 1270,08 - 425,17$     | 844,91                        | ΠΕΛΜΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ            |
| $F_{t,wc,Rd(6+5+4)} - \sum_5^4 F_{tj,Rd} = 929,98 - 425,17$      | 504,81                        | ΚΟΡΜΟΣ ΥΠΟΣΤΗΛΩΜΑΤΟΣ - ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ - ΓΚΡΟΥΠ |
| $F_{t,fc,Rd(6+5+4+3)} - \sum_5^3 F_{tj,Rd} = 1693,44 - 637,75$   | 1055,69                       | ΠΕΛΜΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ            |
| $F_{t,wc,Rd(6+5+4+3)} - \sum_5^3 F_{tj,Rd} = 1259,94 - 637,75$   | 622,19                        | ΚΟΡΜΟΣ ΥΠΟΣΤΗΛΩΜΑΤΟΣ - ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ - ΓΚΡΟΥΠ |
| $F_{t,fc,Rd(6+5+4+3+2)} - \sum_5^2 F_{tj,Rd} = 2116,80 - 850,34$ | 1266,46                       | ΠΕΛΜΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ            |
| $F_{t,wc,Rd(6+5+4+3+2)} - \sum_5^2 F_{tj,Rd} = 1330,50 - 850,34$ | 480,17                        | ΚΟΡΜΟΣ ΥΠΟΣΤΗΛΩΜΑΤΟΣ - ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ - ΓΚΡΟΥΠ |
| $F_{t,ep,Rd(6+5)} - \sum_5^5 F_{tj,Rd} = 739,97 - 212,58$        | 527,39                        | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ                |
| $F_{t,wb,Rd(6+5)} - \sum_5^5 F_{tj,Rd} = 930,80 - 212,58$        | 718,22                        | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ-ΓΚΡΟΥΠ          |
| $F_{t,ep,Rd(6+5+4)} - \sum_5^4 F_{tj,Rd} = 1077,98 - 425,17$     | 652,81                        | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ                |
| $F_{t,wb,Rd(6+5+4)} - \sum_5^4 F_{tj,Rd} = 1285,80 - 425,17$     | 860,63                        | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ-ΓΚΡΟΥΠ          |
| $F_{t,ep,Rd(6+5+4+3)} - \sum_5^3 F_{tj,Rd} = 1415,99 - 637,75$   | 778,24                        | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ                |
| $F_{t,wb,Rd(6+5+4+3)} - \sum_5^3 F_{tj,Rd} = 1640,80 - 637,75$   | 1003,05                       | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ-ΓΚΡΟΥΠ          |
| $F_{t,ep,Rd(6+5+4+3+2)} - \sum_5^2 F_{tj,Rd} = 1754,36 - 850,34$ | 904,02                        | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ                |
| $F_{t,wb,Rd(6+5+4+3+2)} - \sum_5^2 F_{tj,Rd} = 1997,02 - 850,34$ | 1146,69                       | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ-ΓΚΡΟΥΠ          |

ΟΙ ΕΝΑΠΟΜΙΝΑΝΤΕΣ ΚΟΧΛΙΕΣ ΕΙΝΑΙ ΑΝΕΝΕΡΓΟΙ (ΔΕΝ ΜΕΤΑΦΕΡΟΥΝ ΦΟΡΤΙΑ)ΓΙΑΤΙ Η ΑΝΤΟΧΗ ΕΝΟΣ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΕΧΕΙ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΕΙ Η ΟΙ ΚΟΧΛΙΕΣ ΑΥΤΟΙ ΕΧΟΥΝ ΤΟΠΟΘΕΤΗΘΕΙ ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΤΟ ΚΕΝΤΡΟ ΣΤΡΕΨΗΣ.

#### ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΥΝΑΜΕΩΝ

| Nr | h <sub>j</sub> | F <sub>tj,Rd</sub> | F <sub>t,fc,Rd</sub> | F <sub>t,wc,Rd</sub> | F <sub>t,ep,Rd</sub> | F <sub>t,wb,Rd</sub> | F <sub>t,Rd</sub> | B <sub>p,Rd</sub> |
|----|----------------|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------|-------------------|
| 1  | 557            | 305,18             | -                    | -                    | 305,18               | -                    | 423,36            | 651,44            |
| 2  | 457            | 212,58             | 423,36               | 212,58               | 402,31               | 453,19               | 423,36            | 651,44            |
| 3  | 357            | 212,58             | 423,36               | 212,58               | 423,36               | 453,19               | 423,36            | 651,44            |
| 4  | 257            | 212,58             | 423,36               | 212,58               | 423,36               | 453,19               | 423,36            | 651,44            |
| 5  | 157            | 212,58             | 423,36               | 212,58               | 423,36               | 453,19               | 423,36            | 651,44            |
| 6  | 57             | 212,58             | 423,36               | 212,58               | 423,36               | 453,19               | 423,36            | 651,44            |
| 7  | -43            | -                  | 423,36               | 212,58               | -                    | -                    | 423,36            | 651,44            |

#### ΑΝΤΟΧΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ M<sub>j,Rd</sub>

$$M_{j,Rd} = \sum h_j F_{tj,Rd}$$

$$M_{j,Rd} = 442,58 \text{ [kN*m]} \quad \text{ΑΝΤΟΧΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ} \quad [6.2]$$

$$M_{b1,Ed} / M_{j,Rd} \leq 1,0 \quad 0,97 < 1,00 \quad \text{ΕΠΙΛΗΘΕΥΕΤΑΙ} \quad (0,97)$$

#### ΑΝΤΟΧΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ

$$\alpha_v = 0,60 \quad \text{ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΗΣ } F_{v,Rd} \quad [\text{ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4}]$$

$$\beta_{Lf} = 0,93 \quad \text{ΜΕΙΩΤΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΓΙΑ ΜΕΓΑΛΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ} \quad [3.8]$$

$$F_{v,Rd} = 167,38 \text{ [kN]} \quad \text{ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ ΕΝΟΣ ΚΟΧΛΙΑ} \quad [\text{ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4}]$$

$$F_{t,Rd,max} = 211,68 \text{ [kN]} \quad \text{ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ ΕΝΟΣ ΚΟΧΛΙΑ} \quad [\text{ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4}]$$

$$F_{b,Rd,int} = 288,00 \text{ [kN]} \quad \text{ΦΕΡΟΥΣΑ ΑΝΤΟΧΗ ΕΝΔΙΑΜΕΣΟΥ ΚΟΧΛΙΑ} \quad [\text{ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4}]$$

$$F_{b,Rd,ext} = 71,27 \text{ [kN]} \quad \text{ΦΕΡΟΥΣΑ ΑΝΤΟΧΗ ΠΙΟ ΑΠΟΜΑΚΡΥΣΜΕΝΟΥ ΚΟΧΛΙΑ} \quad [\text{ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4}]$$

| Nr | F <sub>tj,Rd,N</sub> | F <sub>tj,Ed,N</sub> | F <sub>tj,Rd,M</sub> | F <sub>tj,Ed,M</sub> | F <sub>tj,Ed</sub> | F <sub>vj,Rd</sub> |
|----|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------|--------------------|
| 1  | 423,36               | 9,78                 | 305,18               | 295,47               | 305,25             | 162,36             |
| 2  | 423,36               | 9,78                 | 212,58               | 205,82               | 215,60             | 212,99             |

| Nr | F <sub>tj,Rd,N</sub> | F <sub>tj,Ed,N</sub> | F <sub>tj,Rd,M</sub> | F <sub>tj,Ed,M</sub> | F <sub>tj,Ed</sub> | F <sub>vj,Rd</sub> |
|----|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------|--------------------|
| 3  | 423,36               | 9,78                 | 212,58               | 205,82               | 215,60             | 212,99             |
| 4  | 423,36               | 9,78                 | 212,58               | 205,82               | 215,60             | 212,99             |
| 5  | 423,36               | 9,78                 | 212,58               | 205,82               | 215,60             | 212,99             |
| 6  | 423,36               | 9,78                 | 212,58               | 205,82               | 215,60             | 212,99             |
| 7  | 423,36               | 9,78                 | 0,00                 | 0,00                 | 9,78               | 329,24             |

F<sub>tj,Rd,N</sub> – ΑΝΤΟΧΗ ΓΡΑΜΜΗΣ ΚΟΧΛΙΩΝ ΓΙΑ ΑΠΛΟ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ

F<sub>tj,Ed,N</sub> – ΔΥΝΑΜΗ ΛΟΓΩ ΑΞΟΝΙΚΗΣ ΔΥΝΑΜΗΣ ΣΕ ΣΕΙΡΑ ΚΟΧΛΙΩΝ

F<sub>tj,Rd,M</sub> – ΑΝΤΟΧΗ ΓΡΑΜΜΗΣ ΚΟΧΛΙΩΝ ΓΙΑ ΑΠΛΗ ΚΑΜΨΗ

F<sub>tj,Ed,M</sub> – ΔΥΝΑΜΗ ΛΟΓΩ ΡΟΠΗΣ ΣΕ ΣΕΙΡΑ ΚΟΧΛΙΩΝ

F<sub>tj,Ed</sub> – ΜΕΓΙΣΤΟΣ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ ΣΕ ΣΕΙΡΑ ΚΟΧΛΙΩΝ

F<sub>vj,Rd</sub> – ΜΕΙΩΜΕΝΗ ΑΝΤΟΧΗ ΣΕΙΡΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ

$$F_{tj,Ed,N} = N_{j,Ed} F_{tj,Rd,N} / N_{j,Rd}$$

$$F_{tj,Ed,M} = M_{j,Ed} F_{tj,Rd,M} / M_{j,Rd}$$

$$F_{tj,Ed} = F_{tj,Ed,N} + F_{tj,Ed,M}$$

$$F_{vj,Rd} = \text{Min} (n_h F_{v,Ed} (1 - F_{tj,Ed} / (1.4 n_h F_{t,Rd,max}), n_h F_{v,Rd}, n_h F_{b,Rd}))$$

$$V_{j,Rd} = n_h \sum_1^n F_{vj,Rd}$$

[ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4]

$$V_{j,Rd} = 1556,56 \text{ [kN]} \quad \text{ΑΝΤΟΧΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ}$$

[ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4]

$$V_{b1,Ed} / V_{i,Rd} \leq 1,0$$

$$0,09 < 1,00$$

ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ

$$(0,09)$$

## ΑΝΤΟΧΗ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ

$$A_w = 386,88 \text{ [cm}^2\text{]} \text{ ΕΜΒΑΔΟ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ} \quad [4.5.3.2(2)]$$

$$A_{wy} = 313,82 \text{ [cm}^2\text{]} \text{ ΕΜΒΑΔΟ ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ} \quad [4.5.3.2(2)]$$

$$A_{wz} = 73,06 \text{ [cm}^2\text{]} \text{ ΕΜΒΑΔΟ ΚΑΘΕΤΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ} \quad [4.5.3.2(2)]$$

$$I_{wy} = 169307,95 \text{ [cm}^4\text{]} \text{ ΡΟΠΗ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ ΤΗΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ ΜΕ ΣΕΒΑΣΜΟ ΤΟΥ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΥ ΑΞΟΝΑ} \quad [4.5.3.2(5)]$$

$$\sigma_{\perp,max} = \tau_{\perp,max} = 52,39 \text{ [MPa]} \text{ ΟΡΘΗ ΤΑΣΗ ΣΕ ΜΙΑ ΚΟΛΛΗΣΗ} \quad [4.5.3.2(6)]$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = 52,39 \text{ [MPa]} \text{ ΤΑΣΗ ΣΕ ΜΙΑ ΚΑΘΕΤΗ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ} \quad [4.5.3.2(5)]$$

$$\tau_{\parallel} = 20,12 \text{ [MPa]} \text{ ΕΦΑΠΤΟΜΕΝΙΚΗ ΤΑΣΗ} \quad [4.5.3.2(5)]$$

$$\beta_w = 0,80 \text{ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ} \quad [4.5.3.2(7)]$$

$$\sqrt{[\sigma_{\perp,max}^2 + 3 * (\tau_{\perp,max}^2)]} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) \quad 104,79 < 360,00 \quad \text{ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ} \quad (0,29)$$

$$\sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3 * (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) \quad 110,43 < 360,00 \quad \text{ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ} \quad (0,31)$$

$$\sigma_{\perp} \leq 0.9 * f_u / \gamma_{M2} \quad 52,39 < 259,20 \quad \text{ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ} \quad (0,20)$$

## ΑΚΑΜΨΙΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ

$$t_{wash} = 4 \text{ [mm]} \text{ Washer ΠΑΧΟΣ} \quad [6.2.6.3.(2)]$$

$$h_{head} = 14 \text{ [mm]} \text{ ΥΨΟΣ ΚΕΦΑΛΗΣ ΚΟΧΛΙΑ} \quad [6.2.6.3.(2)]$$

$$h_{nut} = 20 \text{ [mm]} \text{ ΥΨΟΣ ΠΕΡΙΚΟΧΛΙΟΥ ΚΟΧΛΙΑ} \quad [6.2.6.3.(2)]$$

$$L_b = 69 \text{ [mm]} \text{ ΜΗΚΟΣ ΚΟΧΛΙΑ} \quad [6.2.6.3.(2)]$$

$$k_{10} = 6 \text{ [mm]} \text{ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΚΑΜΨΙΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ} \quad [6.3.2.(1)]$$

## ΑΚΑΜΨΙΑ ΓΡΑΜΜΗΣ ΚΟΧΛΙΩΝ

| Nr | h <sub>j</sub> | k <sub>3</sub> | k <sub>4</sub> | k <sub>5</sub> | k <sub>eff,i</sub> | k <sub>eff,i</sub> h <sub>j</sub> | k <sub>eff,i</sub> h <sub>j</sub> <sup>2</sup> |
|----|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------|-----------------------------------|--|
|    |                |                |                |                | ΣΥΝΟΛΟ             | 6,09                              | 153,93   |
| 1  | 557            | -0             | -435           | 122            | -0                 | -1,63                             | -90,90   |
| 2  | 457            | 0              | 676            | 86             | 0                  | 1,83                              | 83,40  |
| 3  | 357            | 1              | 1336           | 86             | 1                  | 2,63                              | 93,62  |
| 4  | 257            | 1              | 1336           | 86             | 1                  | 1,89                              | 48,47  |
| 5  | 157            | 1              | 1336           | 86             | 1                  | 1,15                              | 18,05  |
| 6  | 57             | 0              | 676            | 110            | 0                  | 0,23                              | 1,28   |

| Nr | h <sub>j</sub> | k <sub>3</sub> | k <sub>4</sub> | k <sub>5</sub> | k <sub>eff,j</sub> | k <sub>eff,j</sub> h <sub>j</sub> | k <sub>eff,j</sub> h <sub>j</sub> <sup>2</sup>   |
|----|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------|-----------------------------------|--|
|    |                |                |                |                |                    |                                   |  |
|    |                |                |                |                |                    |                                   | $k_{eff,j} = 1 / (\sum_3^5 (1 / k_{i,j}))$ [6.3.3.1.(2)]                                 |
|    |                |                |                |                |                    |                                   | $z_{eq} = \sum_j k_{eff,j} h_j^2 / \sum_j k_{eff,j} h_j$                                 |
|    |                |                |                |                |                    |                                   | $z_{eq} = 253$ [mm] ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΔΥΝΑΜΗ ΜΟΧΛΟΒΡΑΧΙΟΝΑ [6.3.3.1.(3)]                         |
|    |                |                |                |                |                    |                                   | $k_{eq} = \sum_j k_{eff,j} h_j / z_{eq}$   |
|    |                |                |                |                |                    |                                   | $k_{eq} = 2$ [mm] ΙΣΟΔΥΝΑΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΚΑΜΨΙΑΣ ΜΙΑΣ ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗΣ ΚΟΧΛΙΩΝ [6.3.3.1.(1)] |
|    |                |                |                |                |                    |                                   | $A_{vc} = 83,7$ [cm <sup>2</sup> ] ΠΕΡΙΟΧΗ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ EN1993-1-1: [6.2.6.(3)]             |
|    |                |                |                |                |                    |                                   | $\beta = 1,00$ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗΣ [5.3.(7)]   |
|    |                |                |                |                |                    |                                   | $z = 253$ [mm] ΜΟΧΛΟΒΡΑΧΙΟΝΑΣ [6.2.5]  |
|    |                |                |                |                |                    |                                   | $k_1 = 13$ [mm] ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΚΑΜΨΙΑΣ ΚΟΡΜΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ ΥΠΟ ΔΙΑΤΜΗΣΗ [6.3.2.(1)]       |
|    |                |                |                |                |                    |                                   | $k_2 = \infty$ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΚΑΜΨΙΑΣ ΚΟΡΜΟΥ ΥΠΟΣΤΗΛΩΜΑΤΟΣ ΥΠΟ ΘΛΙΨΗ [6.3.2.(1)]           |
|    |                |                |                |                |                    |                                   | $S_{j,ini} = E z_{eq}^2 / \sum_i (1 / k_1 + 1 / k_2 + 1 / k_{eq})$ [6.3.1.(4)]           |
|    |                |                |                |                |                    |                                   | $S_{j,ini} = 27132,99$ [kN*m] ΑΡΧΙΚΗ ΑΚΑΜΨΙΑ ΣΤΡΕΨΗΣ [6.3.1.(4)]                         |
|    |                |                |                |                |                    |                                   | $\mu = 2,74$ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΚΑΜΨΙΑΣ ΜΙΑΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ [6.3.1.(6)]                              |
|    |                |                |                |                |                    |                                   | $S_j = S_{j,ini} / \mu$ [6.3.1.(4)]  |
|    |                |                |                |                |                    |                                   | $S_j = 9907,67$ [kN*m] ΤΕΛΙΚΗ ΑΚΑΜΨΙΑ ΣΤΡΕΨΗΣ [6.3.1.(4)]                                |
|    |                |                |                |                |                    |                                   | <b>ΚΑΤΗΓΟΡΟΠΟΙΗΣΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΛΟΓΩ ΑΚΑΜΨΙΑΣ.</b>  |
|    |                |                |                |                |                    |                                   | $S_{j,rig} = 117195,82$ [kN*m] ΑΚΑΜΨΙΑ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ [5.2.2.5]                       |
|    |                |                |                |                |                    |                                   | $S_{j,pin} = 7324,74$ [kN*m] ΑΚΑΜΨΙΑ ΑΡΘΡΩΜΕΝΗΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ [5.2.2.5]                       |
|    |                |                |                |                |                    |                                   | $S_{j,pin} \leq S_{j,ini} < S_{j,rig}$ ΗΜΙΣΤΑΘΕΡΗ  |

## **ΠΙΟ ΑΔΥΝΑΜΟ ΤΜΗΜΑ:**

ΚΟΡΜΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ - ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ

## **ΣΧΟΛΙΑ**



ΚΟΧΛΙΑΣ ΕΝΤΟΣ ΠΕΛΜΑΤΟΣ ΔΟΚΟΥ Η ΠΟΛΥ ΚΟΝΤΑ ΣΕ ΠΕΛΜΑ ΔΟΚΟΥ.  
ΥΠΕΡΒΟΛΙΚΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΚΟΧΛΙΩΝ ΑΠΟ ΑΚΜΗ.  
ΠΟΛΥ ΜΙΚΡΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΚΟΧΛΙΩΝ ΑΠΟ ΑΚΜΗ.

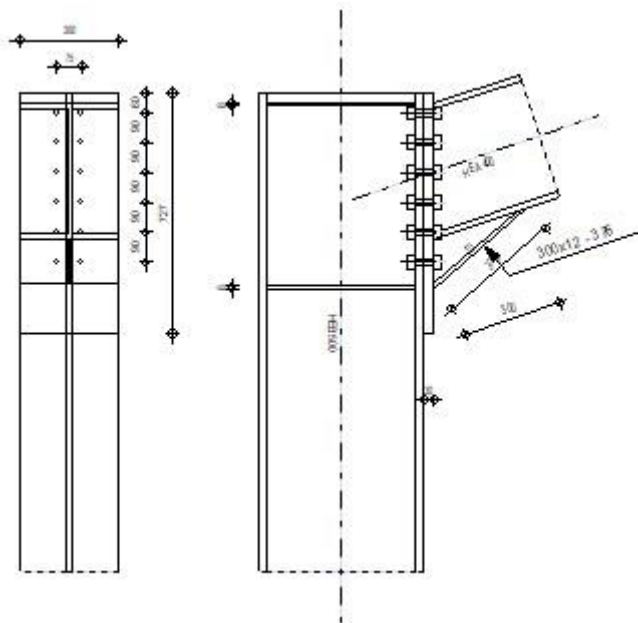
0 [mm] < 10 [mm]  
147 [mm] > 120 [mm]  
10 [mm] < 26 [mm]

**Η ΣΥΝΔΕΣΗ ΕΙΝΑΙ ΣΥΜΦΩΝΗ ΜΕ ΤΟΝ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟ ΛΟΓΟΣ 0,97**

## 2. 2<sup>η</sup> Περίπτωση-Κύριες πόρτες κλειστές

### 2.1 Σύνδεση υποστυλώματος πλευρικών ανοιγμάτων ΗΕΒ 500 με ζύγωμα ΗΕΑ 400

|   |   |   |
|---|---|---|
|  | Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2018                                  |  |
|   | <b>ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΑΚΤΩΜΕΝΗΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΔΟΚΟΥ-ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ</b><br>EN 1993-1-8:2005/AC:2009 |   |



## ΓΕΝΙΚΟ

ΣΥΝΔΕΣΗ no.: 3  
Όνομα σύνδεσης: Frame knee  
ΚΟΜΒΟΣ ΦΟΡΕΑ 90  
ΜΕΛΗ ΤΟΥ ΦΟΡΕΑ: 1112, 1043

## ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ

### ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ

ΔΙΑΤΟΜΗ: ΗΕΒ 500  
ΡΑΒΔΟΣ no.: 1112

|            |           |                    |  |
|------------|-----------|--------------------|--|
| $\alpha =$ | -90,0     | [Deg]              | ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ                               |
| $h_c =$    | 500       | [mm]               | ΥΨΟΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ                |
| $b_{fc} =$ | 300       | [mm]               | ΠΛΑΤΟΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ              |
| $t_{wc} =$ | 15        | [mm]               | ΠΑΧΟΣ ΚΟΡΜΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ                 |
| $t_{fc} =$ | 28        | [mm]               | ΠΑΧΟΣ ΠΕΛΜΑΤΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ               |
| $r_c =$    | 27        | [mm]               | ΑΚΤΙΝΑ ΣΥΝΑΡΜΟΓΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ   |
| $A_c =$    | 238,64    | [cm <sup>2</sup> ] | ΔΙΑΣΤΑΥΡΟΥΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ       |
| $I_{xc} =$ | 107176,00 | [cm <sup>4</sup> ] | ΡΟΠΕΣ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ ΤΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ |



ΥΛΙΚΟ S355  
 $f_{yc} = 355,00$  [MPa] ΑΝΤΟΧΗ

## ΔΟΚΟΣ

ΔΙΑΤΟΜΗ: HEA 400  
ΡΑΒΔΟΣ no.: 1043

$\alpha = 18,5$  [Deg] ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ  
 $h_b = 390$  [mm] ΥΨΟΣ ΤΟΜΗΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ  
 $b_f = 300$  [mm] ΠΛΑΤΟΣ ΤΟΜΗΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ  
 $t_{wb} = 11$  [mm] ΠΑΧΟΣ ΤΟΥ ΚΟΡΜΟΥ ΔΟΚΑΡΙΟΥ  
 $t_{fb} = 19$  [mm] ΠΑΧΟΣ ΠΕΛΜΑΤΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ  
 $r_b = 27$  [mm] ΑΚΤΙΝΑ ΣΥΝΑΡΜΟΓΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ  
 $r_b = 27$  [mm] ΑΚΤΙΝΑ ΣΥΝΑΡΜΟΓΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ  
 $A_b = 158,98$  [cm<sup>2</sup>] ΔΙΑΣΤΑΥΡΟΥΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ  
 $I_{xb} = 45069,40$  [cm<sup>4</sup>] ΡΟΠΕΣ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ ΤΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΤΟΥ ΔΟΚΑΡΙΟΥ

ΥΛΙΚΟ S355  
 $f_{yb} = 355,00$  [MPa] ΑΝΤΟΧΗ

## ΚΟΧΛΙΕΣ

The shear plane passes through the UNTHREADED portion of the bolt.

$d = 20$  [mm] ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΟΧΛΙΑ  
ΠΟΙΟΤΗΤΑ = 10.9 ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΟΧΛΙΩΝ  
 $F_{tRd} = 176,40$  [kN] Εφελκυστική αντοχή κοχλία  
 $n_h = 2$  ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΧΛΙΩΝ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ  
 $n_v = 6$  ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΕΙΡΩΝ ΚΟΧΛΙΩΝ  
 $h_1 = 60$  [mm] Απόσταση μεταξύ πρώτου κοχλία και άνω άκρου λεπίδας σύνδεσης  
ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΞΥ  $e_i = 75$  [mm]  
ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΞΥ  $p_i = 90; 90; 90; 90; 90$  [mm]

## ΠΛΑΚΑ

$h_p = 727$  [mm] ΥΨΟΣ ΛΕΠΙΔΑΣ  
 $b_p = 300$  [mm] ΠΛΑΤΟΣ ΛΕΠΙΔΑΣ  
 $t_p = 30$  [mm] ΠΑΧΟΣ ΛΕΠΙΔΑΣ

ΥΛΙΚΟ S235  
 $f_{yp} = 235,00$  [MPa] ΑΝΤΟΧΗ

## ΚΑΤΩ ΕΝΙΣΧΥΣΗ

$w_d = 300$  [mm] ΠΛΑΤΟΣ ΛΕΠΙΔΑΣ  
 $t_{fd} = 12$  [mm] ΠΑΧΟΣ ΠΕΛΜΑΤΟΣ  
 $h_d = 150$  [mm] ΥΨΟΣ ΛΕΠΙΔΑΣ  
 $t_{wd} = 10$  [mm] ΠΑΧΟΣ ΚΟΡΜΟΥ  
 $l_d = 300$  [mm] ΜΗΚΟΣ ΛΕΠΙΔΑΣ  
 $\alpha = 40,7$  [Deg] ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ

ΥΛΙΚΟ S235  
 $f_{ybu} = 235,00$  [MPa] ΑΝΤΟΧΗ

## ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ

### **ΑΝΩ**

$h_{su} = 444$  [mm] ΥΨΟΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ  
 $b_{su} = 143$  [mm] ΠΛΑΤΟΣ ΝΕΥΡΩΣΗΣ  
 $t_{hu} = 8$  [mm] ΠΑΧΟΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ

ΥΛΙΚΟ S235  
 $f_{ysu} = 235,00$  [MPa] ΑΝΤΟΧΗ

### **ΚΑΤΩ**

$h_{sd} = 444$  [mm] ΥΨΟΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ

|             |        |       |                 |
|-------------|--------|-------|-----------------|
| $h_{sd} =$  | 444    | [mm]  | ΥΨΟΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ  |
| $b_{sd} =$  | 143    | [mm]  | ΠΛΑΤΟΣ ΝΕΥΡΩΣΗΣ |
| $t_{hd} =$  | 8      | [mm]  | ΠΑΧΟΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ |
| ΥΛΙΚΟ       | S235   |       |                 |
| $f_{ysu} =$ | 235,00 | [MPa] | ΑΝΤΟΧΗ          |

### ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ ΕΞΩΡΑΦΗΣ

|            |    |      |                      |
|------------|----|------|----------------------|
| $a_w =$    | 9  | [mm] | ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ ΚΟΡΜΟΥ    |
| $a_f =$    | 17 | [mm] | ΚΟΛΛΗΣΗ ΠΕΛΜΑΤΟΣ     |
| $a_s =$    | 9  | [mm] | ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ |
| $a_{fd} =$ | 5  | [mm] | ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ |

### ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΥΛΙΚΟΥ

|                 |      |                               |       |
|-----------------|------|-------------------------------|-------|
| $\gamma_{M0} =$ | 1,00 | ΜΕΡΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ | [2.2] |
| $\gamma_{M1} =$ | 1,00 | ΜΕΡΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ | [2.2] |
| $\gamma_{M2} =$ | 1,25 | ΜΕΡΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ | [2.2] |
| $\gamma_{M3} =$ | 1,25 | ΜΕΡΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ | [2.2] |

## ΦΟΡΤΙΑ

### ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΣΤΟΧΙΑΣ

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ: 31: COMB22 (1+2+25)\*1.00+3\*0.60

|               |         |        |                                       |
|---------------|---------|--------|---------------------------------------|
| $M_{b1,Ed} =$ | 477,15  | [kN*m] | ΡΟΠΗ ΚΑΜΨΗΣ ΣΤΟ ΔΕΞΙ ΔΟΚΑΡΙ           |
| $V_{b1,Ed} =$ | 140,99  | [kN]   | ΔΥΝΑΜΗ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ ΣΤΟ ΔΕΞΙ ΔΟΚΑΡΙ      |
| $N_{b1,Ed} =$ | 32,11   | [kN]   | ΑΞΟΝΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ ΣΤΟ ΔΕΞΙ ΔΟΚΑΡΙ        |
| $M_{c1,Ed} =$ | -435,21 | [kN*m] | ΡΟΠΗ ΚΑΜΨΗΣ ΣΤΟ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ ΒΑΣΗΣ      |
| $V_{c1,Ed} =$ | -41,56  | [kN]   | ΔΥΝΑΜΗ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ ΣΤΟ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ ΒΑΣΗΣ |
| $N_{c1,Ed} =$ | -330,88 | [kN]   | ΑΞΟΝΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ ΣΤΟ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ ΒΑΣΗΣ   |

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### ΑΝΤΟΧΕΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ

#### ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ

|  |         |                    |   |                    |
|--|---------|--------------------|---|--------------------|
| $A_b =$                                | 158,98  | [cm <sup>2</sup> ] | ΠΕΡΙΟΧΗ                                 | EN1993-1-1:[6.2.3] |
| $N_{tb,Rd} = A_b f_{yb} / \gamma_{M0}$ |         |                    |   |                    |
| $N_{tb,Rd} =$                          | 5643,72 | [kN]               | ΑΝΤΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΣΕ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ | EN1993-1-1:[6.2.3] |

#### ΔΙΑΤΜΗΣΗ

|  |         |                    |  |                        |
|--|---------|--------------------|--|------------------------|
| $A_{vb} =$   | 72,33   | [cm <sup>2</sup> ] | ΠΕΡΙΟΧΗ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ                      | EN1993-1-1:[6.2.6.(3)] |
| $V_{cb,Rd} = A_{vb} (f_{yb} / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$ |         |                    |  |                        |
| $V_{cb,Rd} =$  | 1482,43 | [kN]               | ΑΝΤΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΣΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ | EN1993-1-1:[6.2.6.(2)] |
| $V_{b1,Ed} / V_{cb,Rd} \leq 1,0$                       |         |                    | 0,10 < 1,00                            | ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ (0,10)    |

#### ΚΑΜΨΗ - ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΡΟΠΗ(ΧΩΡΙΣ ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ)

|  |         |                    |  |                        |
|--|---------|--------------------|--|------------------------|
| $W_{plb} =$                                  | 2561,97 | [cm <sup>3</sup> ] | ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ modulus                             | EN1993-1-1:[6.2.5.(2)] |
| $M_{b,pl,Rd} = W_{plb} f_{yb} / \gamma_{M0}$ |         |                    |  |                        |
| $M_{b,pl,Rd} =$                              | 909,5   | [kN*m]             | ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ (ΧΩΡΙΣ ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ) | EN1993-1-1:[6.2.5.(2)] |

#### ΚΑΜΨΗ ΣΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΕΠΑΦΗΣ ΜΕ ΠΛΑΚΑ Η'ΣΕ ΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ ΜΕΛΟΣ

|   |         |                    |                                     |                    |
|---|---------|--------------------|-------------------------------------|--------------------|
| $W_{pl} =$                                | 3647,00 | [cm <sup>3</sup> ] | ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ modulus            | EN1993-1-1:[6.2.5] |
| $M_{cb,Rd} = W_{pl} f_{yb} / \gamma_{M0}$ |         |                    |                                     |                    |
| $M_{cb,Rd} =$                             | 1294,68 | [kN*m]             | ΑΝΤΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ | EN1993-1-1:[6.2.5] |

#### ΠΕΛΜΑ-ΚΟΡΜΟΣ ΘΛΙΨΗ

|                                 |         |        |   |                    |
|---------------------------------|---------|--------|---|--------------------|
| $M_{cb,Rd} =$                   | 1294,68 | [kN*m] | ΑΝΤΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ       | EN1993-1-1:[6.2.5] |
| $h_f =$                         | 543     | [mm]   | ΚΕΝΤΡΟΒΑΡΙΚΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΠΕΛΜΑΤΩΝ | [6.2.6.7.(1)]      |
| $F_{c,fb,Rd} = M_{cb,Rd} / h_f$ |         |        |   |                    |

$F_{c,fb,Rd} = 2383,23$  [kN] ΑΝΤΟΧΗ ΘΛΙΒΟΜΕΝΟΥ ΠΕΛΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΚΟΡΜΟΥ [6.2.6.7.(1)]

### **ΚΟΡΜΟΣ Η ΕΛΑΣΜΑ ΠΕΛΜΑΤΟΣ - ΘΛΙΨΗ - ΣΤΑΘΜΗ ΚΑΤΩ ΠΕΛΜΑΤΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ**

ΦΕΡΩΝ:

$\beta = 18,5$  [Deg] ΓΩΝΙΑ ΜΕΤΑΞΥ ΜΠΡΟΣΤΙΝΗΣ ΠΛΑΚΑΣ ΚΑΙ ΔΟΚΑΡΙΟΥ

$\gamma = 40,7$  [Deg] ΕΠΙΚΛΙΣΗ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΥ ΕΛΑΣΜΑΤΟΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ

$b_{eff,c,wb} = 310$  [mm] ΕΝΕΡΓΟ ΠΛΑΤΟΣ ΤΟΥ ΚΟΡΜΟΥ ΓΙΑ ΘΛΙΨΗ [6.2.6.2.(1)]

$A_{vb} = 57,33$  [cm<sup>2</sup>] ΠΕΡΙΟΧΗ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]

$\omega = 0,83$  ΜΕΙΩΤΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΓΙΑ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΜΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ [6.2.6.2.(1)]

$\sigma_{com,Ed} = 155,7$  [MPa] ΜΕΓΙΣΤΟΣ ΘΛΙΠΤΙΚΗ ΤΑΣΗ ΣΤΟ ΚΟΡΜΟ [6.2.6.2.(2)]

$k_{wc} = 1,00$  ΜΕΙΩΤΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΕΞΑΡΤΩΜΕΝΟΣ ΑΠΟ ΘΛΙΠΤΙΚΕΣ ΤΑΣΕΙΣ [6.2.6.2.(2)]

$F_{c,wb,Rd1} = [\omega k_{wc} b_{eff,c,wb} t_{wb} f_{yb} / \gamma_{M0}] \cos(\gamma) / \sin(\gamma - \beta)$

$F_{c,wb,Rd1} = 2002,67$  [kN] ΑΝΤΟΧΗ ΚΟΡΜΟΥ ΔΟΚΑΡΙΟΥ [6.2.6.2.(1)]

ΛΥΓΙΣΜΟΣ:

$d_{wb} = 298$  [mm] ΥΨΟΣ ΚΟΡΜΟΥ ΥΠΟ ΘΛΙΨΗ [6.2.6.2.(1)]

$\lambda_p = 1,06$  ΛΥΓΗΡΟΤΗΤΑ ΠΛΑΚΑΣ ΜΕΛΟΥΣ [6.2.6.2.(1)]

$\rho = 0,77$  ΜΕΙΩΤΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΓΙΑ ΛΥΓΙΣΜΟ ΜΕΛΟΥΣ [6.2.6.2.(1)]

$F_{c,wb,Rd2} = [\omega k_{wc} \rho b_{eff,c,wb} t_{wb} f_{yb} / \gamma_{M1}] \cos(\gamma) / \sin(\gamma - \beta)$

$F_{c,wb,Rd2} = 1534,62$  [kN] ΑΝΤΟΧΗ ΚΟΡΜΟΥ ΔΟΚΑΡΙΟΥ [6.2.6.2.(1)]

ΤΕΛΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ:

$F_{c,wb,Rd,low} = \text{Min}(F_{c,wb,Rd1}, F_{c,wb,Rd2})$

$F_{c,wb,Rd,low} = 1534,62$  [kN] ΑΝΤΟΧΗ ΚΟΡΜΟΥ ΔΟΚΑΡΙΟΥ [6.2.6.2.(1)]

## **ΑΝΤΟΧΕΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ**

### **ΚΟΡΜΟΣ - ΔΙΑΤΜΗΣΗ**

$M_{b1,Ed} = 477,15$  [kN\*m] ΡΟΠΗ ΚΑΜΨΗΣ (ΔΕΞΙ ΔΟΚΑΡΙ) [5.3.(3)]

$M_{b2,Ed} = 0,00$  [kN\*m] ΡΟΠΗ ΚΑΜΨΗΣ (ΑΡΙΣΤΕΡΟ ΔΟΚΑΡΙ) [5.3.(3)]

$V_{c1,Ed} = -41,56$  [kN] ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ (ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ ΒΑΣΗΣ) [5.3.(3)]

$V_{c2,Ed} = 0,00$  [kN] ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ (ΑΝΩΤΕΡΟ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ) [5.3.(3)]

$z = 478$  [mm] ΜΟΧΛΟΒΡΑΧΙΟΝΑΣ [6.2.5]

$V_{wp,Ed} = (M_{b1,Ed} - M_{b2,Ed}) / z - (V_{c1,Ed} - V_{c2,Ed}) / 2$

$V_{wp,Ed} = 1018,45$  [kN] ΔΥΝΑΜΗ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ ΠΟΥ ΕΦΑΡΜΟΖΕΤΑΙ ΣΕ ΚΟΡΜΟ [5.3.(3)]

$A_{vs} = 89,8$  [cm<sup>2</sup>] ΠΕΡΙΟΧΗ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ ΤΟΥ ΚΟΡΜΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]

$A_{vc} = 89,8$  [cm<sup>2</sup>] ΠΕΡΙΟΧΗ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]

$d_s = 659$  [mm] ΚΕΝΤΡΟΒΑΡΙΚΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΕΝΙΣΧΥΣΕΩΝ [6.2.6.1.(4)]

$M_{pl,fc,Rd} = 20,8$  [kN\*m] ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΤΟΥ ΠΕΛΜΑΤΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ [6.2.6.1.(4)]

$M_{pl,stu,Rd} = 1,13$  [kN\*m] ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΤΗΣ ΥΨΗΛΟΤΕΡΗΣ ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ [6.2.6.1.(4)]

$M_{pl,sti,Rd} = 1,13$  [kN\*m] ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΤΗΣ ΧΑΜΗΛΟΤΕΡΗΣ ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ [6.2.6.1.(4)]

$V_{wp,Rd} = 0.9 (A_{vs} f_{y,wc}) / (\sqrt{3} \gamma_{M0}) + \text{Min}(4 M_{pl,fc,Rd} / d_s, (2 M_{pl,fc,Rd} + M_{pl,stu,Rd} + M_{pl,sti,Rd}) / d_s)$

$V_{wp,Rd} = 1723,6$  [kN] ΑΝΤΟΧΗ ΚΟΡΜΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ ΣΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ [6.2.6.1]

$V_{wp,Ed} / V_{wp,Rd} \leq 1,0$   $0,59 < 1,00$  **ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ** (0,59)

### **ΚΟΡΜΟΣ- ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΘΛΙΨΗ - ΣΤΑΘΜΗ ΑΝΩ ΠΕΛΜΑΤΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ**

ΦΕΡΩΝ:

$t_{wc} = 15$  [mm] ΕΝΕΡΓΟ ΠΑΧΟΣ ΤΟΥ ΚΟΡΜΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ [6.2.6.2.(6)]

$b_{eff,c,wc} = 399$  [mm] ΕΝΕΡΓΟ ΠΛΑΤΟΣ ΤΟΥ ΚΟΡΜΟΥ ΓΙΑ ΘΛΙΨΗ [6.2.6.2.(1)]

$A_{vc} = 89,8$  [cm<sup>2</sup>] ΠΕΡΙΟΧΗ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]

$t_{wc} = 15$  [mm] ΕΝΕΡΓΟ ΠΑΧΟΣ ΤΟΥ ΚΟΡΜΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ [6.2.6.2.(6)]  
 $\omega = 0,81$  ΜΕΙΩΤΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΓΙΑ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΜΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ [6.2.6.2.(1)]  
 $\sigma_{com,Ed} = 93,0$  [MPa] ΜΕΓΙΣΤΟΣ ΘΛΙΠΤΙΚΗ ΤΑΣΗ ΣΤΟ ΚΟΡΜΟ [6.2.6.2.(2)]  
 $k_{wc} = 1,00$  ΜΕΙΩΤΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΕΞΑΡΤΩΜΕΝΟΣ ΑΠΟ ΘΛΙΠΤΙΚΕΣ ΤΑΣΕΙΣ [6.2.6.2.(2)]  
 $A_s = 19,8$  [cm<sup>2</sup>] ΕΜΒΑΔΟ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΚΟΡΜΟΥ EN1993-1-1:[6.2.4]  
 $F_{c,wc,Rd1} = \omega k_{wc} b_{eff,c,wc} t_{wc} f_{yc} / \gamma_{M0} + A_s f_{ys} / \gamma_{M0}$   
 $F_{c,wc,Rd1} = 2121,98$  [kN] ΑΝΤΟΧΗ ΚΟΡΜΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ [6.2.6.2.(1)]  
**ΛΥΓΙΣΜΟΣ:**  
 $d_{wc} = 390$  [mm] ΥΨΟΣ ΚΟΡΜΟΥ ΥΠΟ ΘΛΙΨΗ [6.2.6.2.(1)]  
 $\lambda_p = 1,04$  ΛΥΓΗΡΟΤΗΤΑ ΠΛΑΚΑΣ ΜΕΛΟΥΣ [6.2.6.2.(1)]  
 $\rho = 0,78$  ΜΕΙΩΤΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΓΙΑ ΛΥΓΙΣΜΟ ΜΕΛΟΥΣ [6.2.6.2.(1)]  
 $\lambda_s = 4,39$  ΛΥΓΗΡΟΤΗΤΑ ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ EN1993-1-1:[6.3.1.2]  
 $\chi_s = 1,00$  ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΛΥΓΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ EN1993-1-1:[6.3.1.2]  
 $F_{c,wc,Rd2} = \omega k_{wc} \rho b_{eff,c,wc} t_{wc} f_{yc} / \gamma_{M1} + A_s \chi_s f_{ys} / \gamma_{M1}$   
 $F_{c,wc,Rd2} = 1750,02$  [kN] ΑΝΤΟΧΗ ΚΟΡΜΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ [6.2.6.2.(1)]  
**ΤΕΛΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ:**  
 $F_{c,wc,Rd,low} = \text{Min}(F_{c,wc,Rd1}, F_{c,wc,Rd2})$   
 $F_{c,wc,Rd} = 1750,02$  [kN] ΑΝΤΟΧΗ ΚΟΡΜΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ [6.2.6.2.(1)]

## ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΥΝΔΕΣΗΣ

### ΕΝΕΡΓΑ ΜΗΚΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ-ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ ΠΕΛΜΑΤΟΣ

| Nr | m | m <sub>x</sub> | e   | e <sub>x</sub> | p  | l <sub>eff,cp</sub> | l <sub>eff,nc</sub> | l <sub>eff,1</sub> | l <sub>eff,2</sub> | l <sub>eff,cp,g</sub> | l <sub>eff,nc,g</sub> | l <sub>eff,1,g</sub> | l <sub>eff,2,g</sub> |
|----|---|----------------|-----|----------------|----|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
| 1  | 9 | -              | 113 | -              | 90 | 54                  | 69                  | 54                 | 69                 | 117                   | 27                    | 27                   | 27                   |
| 2  | 9 | -              | 113 | -              | 90 | 54                  | 175                 | 54                 | 175                | 180                   | 90                    | 90                   | 90                   |
| 3  | 9 | -              | 113 | -              | 90 | 54                  | 175                 | 54                 | 175                | 180                   | 90                    | 90                   | 90                   |
| 4  | 9 | -              | 113 | -              | 90 | 54                  | 175                 | 54                 | 175                | 180                   | 90                    | 90                   | 90                   |
| 5  | 9 | -              | 113 | -              | 90 | 54                  | 175                 | 54                 | 175                | 180                   | 90                    | 90                   | 90                   |
| 6  | 9 | -              | 113 | -              | 90 | 54                  | 69                  | 54                 | 69                 | 117                   | 27                    | 27                   | 27                   |

### ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΑ ΜΗΚΗ-ΜΠΡΟΣΤΙΝΟ ΕΛΑΣΜΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ

| Nr | m  | m <sub>x</sub> | e   | e <sub>x</sub> | p  | l <sub>eff,cp</sub> | l <sub>eff,nc</sub> | l <sub>eff,1</sub> | l <sub>eff,2</sub> | l <sub>eff,cp,g</sub> | l <sub>eff,nc,g</sub> | l <sub>eff,1,g</sub> | l <sub>eff,2,g</sub> |
|----|----|----------------|-----|----------------|----|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
| 1  | 22 | -              | 113 | -              | 90 | 137                 | 175                 | 137                | 175                | 159                   | 106                   | 106                  | 106                  |
| 2  | 22 | -              | 113 | -              | 90 | 137                 | 228                 | 137                | 228                | 180                   | 90                    | 90                   | 90                   |
| 3  | 22 | -              | 113 | -              | 90 | 137                 | 228                 | 137                | 228                | 180                   | 90                    | 90                   | 90                   |
| 4  | 22 | -              | 113 | -              | 90 | 137                 | 228                 | 137                | 228                | 180                   | 90                    | 90                   | 90                   |
| 5  | 22 | -              | 113 | -              | 90 | 137                 | 228                 | 137                | 228                | 180                   | 90                    | 90                   | 90                   |
| 6  | 22 | -              | 113 | -              | 90 | 137                 | 228                 | 137                | 228                | 159                   | 159                   | 159                  | 159                  |

- m – ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΚΟΧΛΙΑ ΑΠΟ ΤΟΝ ΚΟΡΜΟ  
m<sub>x</sub> – ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΚΟΧΛΙΑ ΑΠΟ ΤΟ ΠΕΛΜΑ ΔΟΚΑΡΙΟΥ  
e – ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΚΟΧΛΙΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΚΡΑΙΑ ΑΚΜΗ  
e<sub>x</sub> – ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΚΟΧΛΙΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΕΞΩ ΑΚΜΗ  
p – ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΚΟΧΛΙΩΝ  
l<sub>eff,cp</sub> – ΕΝΕΡΓΟ ΜΗΚΟΣ ΕΝΟΣ ΚΟΧΛΙΑ ΣΤΗΝ ΚΥΚΛΙΚΗ ΜΟΡΦΗ ΑΣΤΟΧΙΑΣ  
l<sub>eff,nc</sub> – ΕΝΕΡΓΟ ΜΗΚΟΣ ΕΝΟΣ ΚΟΧΛΙΑ ΣΤΗΝ ΜΗ ΚΥΚΛΙΚΗ ΜΟΡΦΗ ΑΣΤΟΧΙΑΣ  
l<sub>eff,1</sub> – ΕΝΕΡΓΟ ΜΗΚΟΣ ΕΝΟΣ ΚΟΧΛΙΑ ΓΙΑ mode 1  
l<sub>eff,2</sub> – ΕΝΕΡΓΟ ΜΗΚΟΣ ΕΝΟΣ ΚΟΧΛΙΑ ΓΙΑ mode 2  
l<sub>eff,cp,g</sub> – ΕΝΕΡΓΟ ΜΗΚΟΣ ΟΜΑΔΟΣ ΚΟΧΛΙΩΝ ΣΤΗΝ ΚΥΚΛΙΚΗ ΜΟΡΦΗ ΑΣΤΟΧΙΑΣ  
l<sub>eff,nc,g</sub> – ΕΝΕΡΓΟ ΜΗΚΟΣ ΟΜΑΔΟΣ ΚΟΧΛΙΩΝ ΣΤΗΝ ΜΗ ΚΥΚΛΙΚΗ ΜΟΡΦΗ ΑΣΤΟΧΙΑΣ  
l<sub>eff,1,g</sub> – ΕΝΕΡΓΟ ΜΗΚΟΣ ΟΜΑΔΟΣ ΚΟΧΛΙΩΝ ΓΙΑ mode 1  
l<sub>eff,2,g</sub> – ΕΝΕΡΓΟ ΜΗΚΟΣ ΟΜΑΔΟΣ ΚΟΧΛΙΩΝ ΓΙΑ mode 2

## ΑΝΤΟΧΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΕ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ

$F_{t,Rd} = 176,40$  [kN] ΑΝΤΟΧΗ ΚΟΧΛΙΑ ΓΙΑ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ [ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4]

|  |                                       |                     |
|--|---------------------------------------|---------------------|
| $F_{t,Rd} = 176,40$ [kN]   | ΑΝΤΟΧΗ ΚΟΧΛΙΑ ΓΙΑ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ           | [ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4]       |
| $B_{p,Rd} = 488,58$ [kN]   | Διατηρητική διατμητική αντοχή κοχλίας | [ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4]       |
| $N_{j,Rd} = \text{Min}(N_{fb,Rd}, n_v n_h F_{t,Rd}, n_v n_h B_{p,Rd})$ |                                       |                     |
| $N_{j,Rd} = 2116,80$ [kN]  | ΑΝΤΟΧΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΕ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ          | [6.2]               |
| $N_{b1,Ed} / N_{j,Rd} \leq 1,0$  | $0,02 < 1,00$                         | ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ (0,02) |

## ΑΝΤΟΧΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ

|   |                                       |                      |
|---|---------------------------------------|----------------------|
| $F_{t,Rd} = 176,40$ [kN]  | ΑΝΤΟΧΗ ΚΟΧΛΙΑ ΓΙΑ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ           | [ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4]        |
| $B_{p,Rd} = 488,58$ [kN]  | Διατηρητική διατμητική αντοχή κοχλίας | [ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4]        |
| $F_{t,fc,Rd}$ – ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΚΑΜΨΗ ΠΕΛΜΑΤΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ                  |                                       |                      |
| $F_{t,wc,Rd}$ – ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΚΑΜΨΗ ΚΟΡΜΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ                    |                                       |                      |
| $F_{t,ep,Rd}$ – ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΚΑΜΨΗ ΜΕΤΩΠΙΚΗΣ ΠΛΑΚΑΣ                        |                                       |                      |
| $F_{t,wb,Rd}$ – ΑΝΤΟΧΗ ΚΟΡΜΟΥ ΣΕ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ                              |                                       |                      |
| $F_{t,fc,Rd} = \text{Min}(F_{T,1,fc,Rd}, F_{T,2,fc,Rd}, F_{T,3,fc,Rd})$ |                                       | [6.2.6.4], [Tab.6.2] |
| $F_{t,wc,Rd} = \omega b_{eff,t,wc} t_{wc} f_{yc} / \gamma_{M0}$         |                                       | [6.2.6.3.(1)]        |
| $F_{t,ep,Rd} = \text{Min}(F_{T,1,ep,Rd}, F_{T,2,ep,Rd}, F_{T,3,ep,Rd})$ |                                       | [6.2.6.5], [Tab.6.2] |
| $F_{t,wb,Rd} = b_{eff,t,wb} t_{wb} f_{yb} / \gamma_{M0}$                |                                       | [6.2.6.8.(1)]        |

### ΑΝΤΟΧΗ ΣΕΙΡΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ No. 1

| $F_{t1,Rd,comp}$ - ΤΥΠΟΣ                 | $F_{t1,Rd,comp}$ | ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ                                |
|--|------------------|--|
| $F_{t1,Rd} = \text{Min}(F_{t1,Rd,comp})$ | 278,37           | ΑΝΤΟΧΗ ΣΕΙΡΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ                    |
| $F_{t,fc,Rd(1)} = 352,80$                | 352,80           | ΠΕΛΜΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ-ΤΑΣΗ                 |
| $F_{t,wc,Rd(1)} = 278,37$                | 278,37           | Column ΚΟΡΜΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ - ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ |
| $F_{t,ep,Rd(1)} = 352,80$                | 352,80           | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ                     |
| $F_{t,wb,Rd(1)} = 535,31$                | 535,31           | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ               |
| $B_{p,Rd} = 977,16$                      | 977,16           | Κοχλίες λόγω της διάτρησης από διάτμηση  |
| $V_{wp,Rd}/\beta = 1723,63$              | 1723,63          | ΚΟΡΜΟΣ - ΔΙΑΤΜΗΣΗ                        |
| $F_{c,wc,Rd} = 1750,02$                  | 1750,02          | ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ ΚΟΡΜΟΥ-ΘΛΙΨΗ                  |
| $F_{c,fb,Rd} = 2383,23$                  | 2383,23          | ΠΕΛΜΑ ΔΟΚΑΡΙΟΥ - ΘΛΙΨΗ                   |
| $F_{c,wb,Rd} = 1534,62$                  | 1534,62          | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ - ΘΛΙΨΗ                  |

### ΑΝΤΟΧΗ ΣΕΙΡΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ No. 2

| $F_{t2,Rd,comp}$ - ΤΥΠΟΣ                                  | $F_{t2,Rd,comp}$ | ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ                                  |
|---|------------------|--|
| $F_{t2,Rd} = \text{Min}(F_{t2,Rd,comp})$                  | 278,37           | ΑΝΤΟΧΗ ΣΕΙΡΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ                      |
| $F_{t,fc,Rd(2)} = 352,80$                                 | 352,80           | ΠΕΛΜΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ-ΤΑΣΗ                   |
| $F_{t,wc,Rd(2)} = 278,37$                                 | 278,37           | Column ΚΟΡΜΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ - ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ   |
| $F_{t,ep,Rd(2)} = 352,80$                                 | 352,80           | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ                       |
| $F_{t,wb,Rd(2)} = 535,31$                                 | 535,31           | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ                 |
| $B_{p,Rd} = 977,16$                                       | 977,16           | Κοχλίες λόγω της διάτρησης από διάτμηση    |
| $V_{wp,Rd}/\beta - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 1723,63 - 278,37$ | 1445,25          | ΚΟΡΜΟΣ - ΔΙΑΤΜΗΣΗ                          |
| $F_{c,wc,Rd} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 1750,02 - 278,37$     | 1471,65          | ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ ΚΟΡΜΟΥ-ΘΛΙΨΗ                    |
| $F_{c,fb,Rd} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 2383,23 - 278,37$     | 2104,86          | ΠΕΛΜΑ ΔΟΚΑΡΙΟΥ - ΘΛΙΨΗ                     |
| $F_{c,wb,Rd} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 1534,62 - 278,37$     | 1256,25          | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ - ΘΛΙΨΗ                    |
| $F_{t,fc,Rd(2+1)} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 705,60 - 278,37$ | 427,23           | ΠΕΛΜΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ            |
| $F_{t,wc,Rd(2+1)} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 586,77 - 278,37$ | 308,40           | ΚΟΡΜΟΣ ΥΠΟΣΤΗΛΩΜΑΤΟΣ - ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ - ΓΚΡΟΥΠ |
| $F_{t,ep,Rd(2+1)} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 705,60 - 278,37$ | 427,23           | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ                |
| $F_{t,wb,Rd(2+1)} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 763,79 - 278,37$ | 485,42           | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ-ΓΚΡΟΥΠ          |

### ΑΝΤΟΧΗ ΣΕΙΡΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ No. 3

| $F_{t3,Rd,comp}$ - ΤΥΠΟΣ                 | $F_{t3,Rd,comp}$ | ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ                                |
|--|------------------|--|
| $F_{t3,Rd} = \text{Min}(F_{t3,Rd,comp})$ | 278,37           | ΑΝΤΟΧΗ ΣΕΙΡΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ                    |
| $F_{t,fc,Rd(3)} = 352,80$                | 352,80           | ΠΕΛΜΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ-ΤΑΣΗ                 |
| $F_{t,wc,Rd(3)} = 278,37$                | 278,37           | Column ΚΟΡΜΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ - ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ |
| $F_{t,ep,Rd(3)} = 352,80$                | 352,80           | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ                     |
| $F_{t,wb,Rd(3)} = 535,31$                | 535,31           | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ               |
| $B_{p,Rd} = 977,16$                      | 977,16           | Κοχλίες λόγω της διάτρησης από διάτμηση  |

| <b>F<sub>t3,Rd,comp</sub> - ΤΥΠΟΣ</b>                        | <b>F<sub>t3,Rd,comp</sub><br/>p</b> | <b>ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ</b>                           |
|--|-------------------------------------|--|
| $V_{wp,Rd}/\beta - \sum_1^2 F_{ti,Rd} = 1723,63 - 556,75$    | 1166,88                             | ΚΟΡΜΟΣ - ΔΙΑΤΜΗΣΗ                          |
| $F_{c,wc,Rd} - \sum_1^2 F_{tj,Rd} = 1750,02 - 556,75$        | 1193,27                             | ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ ΚΟΡΜΟΥ-ΘΛΙΨΗ                    |
| $F_{c,fb,Rd} - \sum_1^2 F_{tj,Rd} = 2383,23 - 556,75$        | 1826,48                             | ΠΕΛΜΑ ΔΟΚΑΡΙΟΥ - ΘΛΙΨΗ                     |
| $F_{c,wb,Rd} - \sum_1^2 F_{tj,Rd} = 1534,62 - 556,75$        | 977,87                              | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ - ΘΛΙΨΗ                    |
| $F_{t,fc,Rd(3+2)} - \sum_2^2 F_{tj,Rd} = 705,60 - 278,37$    | 427,23                              | ΠΕΛΜΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ            |
| $F_{t,wc,Rd(3+2)} - \sum_2^2 F_{tj,Rd} = 879,53 - 278,37$    | 601,16                              | ΚΟΡΜΟΣ ΥΠΟΣΤΗΛΩΜΑΤΟΣ - ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ - ΓΚΡΟΥΠ |
| $F_{t,fc,Rd(3+2+1)} - \sum_2^1 F_{tj,Rd} = 1058,40 - 556,75$ | 501,65                              | ΠΕΛΜΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ            |
| $F_{t,wc,Rd(3+2+1)} - \sum_2^1 F_{tj,Rd} = 993,97 - 556,75$  | 437,22                              | ΚΟΡΜΟΣ ΥΠΟΣΤΗΛΩΜΑΤΟΣ - ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ - ΓΚΡΟΥΠ |
| $F_{t,ep,Rd(3+2)} - \sum_2^2 F_{tj,Rd} = 705,60 - 278,37$    | 427,23                              | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ                |
| $F_{t,wb,Rd(3+2)} - \sum_2^2 F_{tj,Rd} = 702,90 - 278,37$    | 424,53                              | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ-ΓΚΡΟΥΠ          |
| $F_{t,ep,Rd(3+2+1)} - \sum_2^1 F_{tj,Rd} = 1058,40 - 556,75$ | 501,65                              | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ                |
| $F_{t,wb,Rd(3+2+1)} - \sum_2^1 F_{tj,Rd} = 1115,24 - 556,75$ | 558,49                              | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ-ΓΚΡΟΥΠ          |

#### ΑΝΤΟΧΗ ΣΕΙΡΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ No. 4

| <b>F<sub>t4,Rd,comp</sub> - ΤΥΠΟΣ</b>                          | <b>F<sub>t4,Rd,comp</sub><br/>p</b> | <b>ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ</b>                           |
|--|-------------------------------------|--|
| $F_{t4,Rd} = \text{Min} (F_{t4,Rd,comp})$                      | 278,37                              | ΑΝΤΟΧΗ ΣΕΙΡΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ                      |
| $F_{t,fc,Rd(4)} = 352,80$                                      | 352,80                              | ΠΕΛΜΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ-ΤΑΣΗ                   |
| $F_{t,wc,Rd(4)} = 278,37$                                      | 278,37                              | Column ΚΟΡΜΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ - ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ   |
| $F_{t,ep,Rd(4)} = 352,80$                                      | 352,80                              | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ                       |
| $F_{t,wb,Rd(4)} = 535,31$                                      | 535,31                              | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ                 |
| $B_{p,Rd} = 977,16$  | 977,16                              | Κοχλίες λόγω της διάτρησης από διάτμηση    |
| $V_{wp,Rd}/\beta - \sum_1^3 F_{ti,Rd} = 1723,63 - 835,12$      | 888,50                              | ΚΟΡΜΟΣ - ΔΙΑΤΜΗΣΗ                          |
| $F_{c,wc,Rd} - \sum_1^3 F_{tj,Rd} = 1750,02 - 835,12$          | 914,90                              | ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ ΚΟΡΜΟΥ-ΘΛΙΨΗ                    |
| $F_{c,fb,Rd} - \sum_1^3 F_{tj,Rd} = 2383,23 - 835,12$          | 1548,11                             | ΠΕΛΜΑ ΔΟΚΑΡΙΟΥ - ΘΛΙΨΗ                     |
| $F_{c,wb,Rd} - \sum_1^3 F_{tj,Rd} = 1534,62 - 835,12$          | 699,50                              | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ - ΘΛΙΨΗ                    |
| $F_{t,fc,Rd(4+3)} - \sum_3^3 F_{tj,Rd} = 705,60 - 278,37$      | 427,23                              | ΠΕΛΜΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ            |
| $F_{t,wc,Rd(4+3)} - \sum_3^3 F_{tj,Rd} = 879,53 - 278,37$      | 601,16                              | ΚΟΡΜΟΣ ΥΠΟΣΤΗΛΩΜΑΤΟΣ - ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ - ΓΚΡΟΥΠ |
| $F_{t,fc,Rd(4+3+2)} - \sum_3^2 F_{tj,Rd} = 1058,40 - 556,75$   | 501,65                              | ΠΕΛΜΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ            |
| $F_{t,wc,Rd(4+3+2)} - \sum_3^2 F_{tj,Rd} = 1244,60 - 556,75$   | 687,85                              | ΚΟΡΜΟΣ ΥΠΟΣΤΗΛΩΜΑΤΟΣ - ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ - ΓΚΡΟΥΠ |
| $F_{t,fc,Rd(4+3+2+1)} - \sum_3^1 F_{tj,Rd} = 1411,20 - 835,12$ | 576,08                              | ΠΕΛΜΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ            |
| $F_{t,wc,Rd(4+3+2+1)} - \sum_3^1 F_{tj,Rd} = 1340,01 - 835,12$ | 504,88                              | ΚΟΡΜΟΣ ΥΠΟΣΤΗΛΩΜΑΤΟΣ - ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ - ΓΚΡΟΥΠ |
| $F_{t,ep,Rd(4+3)} - \sum_3^3 F_{tj,Rd} = 705,60 - 278,37$      | 427,23                              | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ                |
| $F_{t,wb,Rd(4+3)} - \sum_3^3 F_{tj,Rd} = 702,90 - 278,37$      | 424,53                              | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ-ΓΚΡΟΥΠ          |
| $F_{t,ep,Rd(4+3+2)} - \sum_3^2 F_{tj,Rd} = 1058,40 - 556,75$   | 501,65                              | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ                |
| $F_{t,wb,Rd(4+3+2)} - \sum_3^2 F_{tj,Rd} = 1054,35 - 556,75$   | 497,60                              | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ-ΓΚΡΟΥΠ          |
| $F_{t,ep,Rd(4+3+2+1)} - \sum_3^1 F_{tj,Rd} = 1411,20 - 835,12$ | 576,08                              | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ                |
| $F_{t,wb,Rd(4+3+2+1)} - \sum_3^1 F_{tj,Rd} = 1466,69 - 835,12$ | 631,57                              | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ-ΓΚΡΟΥΠ          |

#### ΑΝΤΟΧΗ ΣΕΙΡΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ No. 5

| <b>F<sub>t5,Rd,comp</sub> - ΤΥΠΟΣ</b>     | <b>F<sub>t5,Rd,comp</sub><br/>p</b> | <b>ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ</b>                         |
|---|-------------------------------------|--|
| $F_{t5,Rd} = \text{Min} (F_{t5,Rd,comp})$ | 278,37                              | ΑΝΤΟΧΗ ΣΕΙΡΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ                    |
| $F_{t,fc,Rd(5)} = 352,80$                 | 352,80                              | ΠΕΛΜΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ-ΤΑΣΗ                 |
| $F_{t,wc,Rd(5)} = 278,37$                 | 278,37                              | Column ΚΟΡΜΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ - ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ |
| $F_{t,ep,Rd(5)} = 352,80$                 | 352,80                              | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ                     |

| <b>F<sub>t5,Rd,comp</sub> - ΤΥΠΟΣ</b>                             | <b>F<sub>t5,Rd,comp</sub><br/>p</b> | <b>ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ</b>                           |
|---|-------------------------------------|--|
| $F_{t,wb,Rd(5)} = 535,31$   | 535, 31                             | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ                 |
| $B_{p,Rd} = 977,16$   | 977, 16                             | Κοχλίες λόγω της διάτρησης από διάτμηση    |
| $V_{wp,Rd}/\beta - \sum_1^4 F_{ti,Rd} = 1723,63 - 1113,50$        | 610, 13                             | ΚΟΡΜΟΣ - ΔΙΑΤΜΗΣΗ                          |
| $F_{c,wc,Rd} - \sum_1^4 F_{tj,Rd} = 1750,02 - 1113,50$            | 636, 53                             | ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ ΚΟΡΜΟΥ-ΘΛΙΨΗ                    |
| $F_{c,fb,Rd} - \sum_1^4 F_{tj,Rd} = 2383,23 - 1113,50$            | 1269, 7<br>3                        | ΠΕΛΜΑ ΔΟΚΑΡΙΟΥ - ΘΛΙΨΗ                     |
| $F_{c,wb,Rd} - \sum_1^4 F_{tj,Rd} = 1534,62 - 1113,50$            | 421, 12                             | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ - ΘΛΙΨΗ                    |
| $F_{t,fc,Rd(5+4)} - \sum_4^4 F_{tj,Rd} = 705,60 - 278,37$         | 427, 23                             | ΠΕΛΜΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ            |
| $F_{t,wc,Rd(5+4)} - \sum_4^4 F_{tj,Rd} = 879,53 - 278,37$         | 601, 16                             | ΚΟΡΜΟΣ ΥΠΟΣΤΗΛΩΜΑΤΟΣ - ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ - ΓΚΡΟΥΠ |
| $F_{t,fc,Rd(5+4+3)} - \sum_3^3 F_{tj,Rd} = 1058,40 - 556,75$      | 501, 65                             | ΠΕΛΜΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ            |
| $F_{t,wc,Rd(5+4+3)} - \sum_3^3 F_{tj,Rd} = 1244,60 - 556,75$      | 687, 85                             | ΚΟΡΜΟΣ ΥΠΟΣΤΗΛΩΜΑΤΟΣ - ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ - ΓΚΡΟΥΠ |
| $F_{t,fc,Rd(5+4+3+2)} - \sum_2^2 F_{tj,Rd} = 1411,20 - 835,12$    | 576, 08                             | ΠΕΛΜΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ            |
| $F_{t,wc,Rd(5+4+3+2)} - \sum_2^2 F_{tj,Rd} = 1544,74 - 835,12$    | 709, 61                             | ΚΟΡΜΟΣ ΥΠΟΣΤΗΛΩΜΑΤΟΣ - ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ - ΓΚΡΟΥΠ |
| $F_{t,fc,Rd(5+4+3+2+1)} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 1764,00 - 1113,50$ | 650, 50                             | ΠΕΛΜΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ            |
| $F_{t,wc,Rd(5+4+3+2+1)} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 1621,37 - 1113,50$ | 507, 87                             | ΚΟΡΜΟΣ ΥΠΟΣΤΗΛΩΜΑΤΟΣ - ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ - ΓΚΡΟΥΠ |
| $F_{t,ep,Rd(5+4)} - \sum_4^4 F_{tj,Rd} = 705,60 - 278,37$         | 427, 23                             | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ                |
| $F_{t,wb,Rd(5+4)} - \sum_4^4 F_{tj,Rd} = 702,90 - 278,37$         | 424, 53                             | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ-ΓΚΡΟΥΠ          |
| $F_{t,ep,Rd(5+4+3)} - \sum_3^3 F_{tj,Rd} = 1058,40 - 556,75$      | 501, 65                             | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ                |
| $F_{t,wb,Rd(5+4+3)} - \sum_3^3 F_{tj,Rd} = 1054,35 - 556,75$      | 497, 60                             | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ-ΓΚΡΟΥΠ          |
| $F_{t,ep,Rd(5+4+3+2)} - \sum_2^2 F_{tj,Rd} = 1411,20 - 835,12$    | 576, 08                             | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ                |
| $F_{t,wb,Rd(5+4+3+2)} - \sum_2^2 F_{tj,Rd} = 1405,80 - 835,12$    | 570, 68                             | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ-ΓΚΡΟΥΠ          |
| $F_{t,ep,Rd(5+4+3+2+1)} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 1764,00 - 1113,50$ | 650, 50                             | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ                |
| $F_{t,wb,Rd(5+4+3+2+1)} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 1818,14 - 1113,50$ | 704, 64                             | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ-ΓΚΡΟΥΠ          |

#### ΑΝΤΟΧΗ ΣΕΙΡΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ Νο. 6

| <b>F<sub>t6,Rd,comp</sub> - ΤΥΠΟΣ</b>                             | <b>F<sub>t6,Rd,comp</sub><br/>p</b> | <b>ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ</b>                           |
|---|-------------------------------------|--|
| $F_{t6,Rd} = \text{Min}(F_{t6,Rd,comp})$                          | 142, 75                             | ΑΝΤΟΧΗ ΣΕΙΡΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ                      |
| $F_{t,fc,Rd(6)} = 352,80$   | 352, 80                             | ΠΕΛΜΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ-ΤΑΣΗ                   |
| $F_{t,wc,Rd(6)} = 278,37$   | 278, 37                             | Column ΚΟΡΜΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ - ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ   |
| $F_{t,ep,Rd(6)} = 352,80$   | 352, 80                             | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ                       |
| $F_{t,wb,Rd(6)} = 535,31$   | 535, 31                             | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ                 |
| $B_{p,Rd} = 977,16$   | 977, 16                             | Κοχλίες λόγω της διάτρησης από διάτμηση    |
| $V_{wp,Rd}/\beta - \sum_1^5 F_{ti,Rd} = 1723,63 - 1391,87$        | 331, 75                             | ΚΟΡΜΟΣ - ΔΙΑΤΜΗΣΗ                          |
| $F_{c,wc,Rd} - \sum_1^5 F_{tj,Rd} = 1750,02 - 1391,87$            | 358, 15                             | ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ ΚΟΡΜΟΥ-ΘΛΙΨΗ                    |
| $F_{c,fb,Rd} - \sum_1^5 F_{tj,Rd} = 2383,23 - 1391,87$            | 991, 36                             | ΠΕΛΜΑ ΔΟΚΑΡΙΟΥ - ΘΛΙΨΗ                     |
| $F_{c,wb,Rd} - \sum_1^5 F_{tj,Rd} = 1534,62 - 1391,87$            | 142, 75                             | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ - ΘΛΙΨΗ                    |
| $F_{t,fc,Rd(6+5)} - \sum_5^5 F_{tj,Rd} = 705,60 - 278,37$         | 427, 23                             | ΠΕΛΜΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ            |
| $F_{t,wc,Rd(6+5)} - \sum_5^5 F_{tj,Rd} = 586,77 - 278,37$         | 308, 40                             | ΚΟΡΜΟΣ ΥΠΟΣΤΗΛΩΜΑΤΟΣ - ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ - ΓΚΡΟΥΠ |
| $F_{t,fc,Rd(6+5+4)} - \sum_4^4 F_{tj,Rd} = 1058,40 - 556,75$      | 501, 65                             | ΠΕΛΜΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ            |
| $F_{t,wc,Rd(6+5+4)} - \sum_4^4 F_{tj,Rd} = 993,97 - 556,75$       | 437, 22                             | ΚΟΡΜΟΣ ΥΠΟΣΤΗΛΩΜΑΤΟΣ - ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ - ΓΚΡΟΥΠ |
| $F_{t,fc,Rd(6+5+4+3)} - \sum_3^3 F_{tj,Rd} = 1411,20 - 835,12$    | 576, 08                             | ΠΕΛΜΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ            |
| $F_{t,wc,Rd(6+5+4+3)} - \sum_3^3 F_{tj,Rd} = 1340,01 - 835,12$    | 504, 88                             | ΚΟΡΜΟΣ ΥΠΟΣΤΗΛΩΜΑΤΟΣ - ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ - ΓΚΡΟΥΠ |
| $F_{t,fc,Rd(6+5+4+3+2)} - \sum_2^2 F_{tj,Rd} = 1764,00 - 1113,50$ | 650, 50                             | ΠΕΛΜΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ            |

| $F_{t6,Rd,comp}$ - ΤΥΠΟΣ  | $F_{t6,Rd,comp}$<br>p | ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ                                  |
|---|-----------------------|--|
| $F_{t,wc,Rd}(6+5+4+3+2) - \sum_5^2 F_{ij,Rd} = 1621,37 - 1113,50$   | 507,87                | ΚΟΡΜΟΣ ΥΠΟΣΤΗΛΩΜΑΤΟΣ - ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ - ΓΚΡΟΥΠ |
| $F_{t,fc,Rd}(6+5+4+3+2+1) - \sum_5^1 F_{ij,Rd} = 2116,80 - 1391,87$ | 724,93                | ΠΕΛΜΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ            |
| $F_{t,wc,Rd}(6+5+4+3+2+1) - \sum_5^1 F_{ij,Rd} = 1692,87 - 1391,87$ | 300,99                | ΚΟΡΜΟΣ ΥΠΟΣΤΗΛΩΜΑΤΟΣ - ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ - ΓΚΡΟΥΠ |
| $F_{t,ep,Rd}(6+5) - \sum_5^5 F_{ij,Rd} = 705,60 - 278,37$           | 427,23                | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ                |
| $F_{t,wb,Rd}(6+5) - \sum_5^5 F_{ij,Rd} = 972,14 - 278,37$           | 693,77                | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ-ΓΚΡΟΥΠ          |
| $F_{t,ep,Rd}(6+5+4) - \sum_4^4 F_{ij,Rd} = 1058,40 - 556,75$        | 501,65                | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ                |
| $F_{t,wb,Rd}(6+5+4) - \sum_4^4 F_{ij,Rd} = 1323,59 - 556,75$        | 766,84                | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ-ΓΚΡΟΥΠ          |
| $F_{t,ep,Rd}(6+5+4+3) - \sum_3^3 F_{ij,Rd} = 1411,20 - 835,12$      | 576,08                | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ                |
| $F_{t,wb,Rd}(6+5+4+3) - \sum_3^3 F_{ij,Rd} = 1675,04 - 835,12$      | 839,92                | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ-ΓΚΡΟΥΠ          |
| $F_{t,ep,Rd}(6+5+4+3+2) - \sum_2^2 F_{ij,Rd} = 1764,00 - 1113,50$   | 650,50                | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ                |
| $F_{t,wb,Rd}(6+5+4+3+2) - \sum_2^2 F_{ij,Rd} = 2026,49 - 1113,50$   | 912,99                | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ-ΓΚΡΟΥΠ          |
| $F_{t,ep,Rd}(6+5+4+3+2+1) - \sum_1^1 F_{ij,Rd} = 2116,80 - 1391,87$ | 724,93                | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ                |
| $F_{t,wb,Rd}(6+5+4+3+2+1) - \sum_1^1 F_{ij,Rd} = 2438,83 - 1391,87$ | 1046,96               | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ-ΓΚΡΟΥΠ          |

#### ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΥΝΑΜΕΩΝ

| Nr | $h_j$ | $F_{tj,Rd}$ | $F_{t,fc,Rd}$ | $F_{t,wc,Rd}$ | $F_{t,ep,Rd}$ | $F_{t,wb,Rd}$ | $F_{t,Rd}$ | $B_{p,Rd}$ |
|----|-------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|------------|
| 1  | 523   | 278,37      | 352,80        | 278,37        | 352,80        | 535,31        | 352,80     | 977,16     |
| 2  | 433   | 278,37      | 352,80        | 278,37        | 352,80        | 535,31        | 352,80     | 977,16     |
| 3  | 343   | 278,37      | 352,80        | 278,37        | 352,80        | 535,31        | 352,80     | 977,16     |
| 4  | 253   | 278,37      | 352,80        | 278,37        | 352,80        | 535,31        | 352,80     | 977,16     |
| 5  | 163   | 278,37      | 352,80        | 278,37        | 352,80        | 535,31        | 352,80     | 977,16     |
| 6  | 73    | 142,75      | 352,80        | 278,37        | 352,80        | 535,31        | 352,80     | 977,16     |

#### ΑΝΤΟΧΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ $M_{j,Rd}$

$$M_{j,Rd} = \sum h_j F_{ij,Rd}$$

$$M_{j,Rd} = 488,24 \text{ [kN*m]} \text{ ΑΝΤΟΧΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ}$$

[6.2]

$$M_{b1,Ed} / M_{j,Rd} \leq 1,0$$

$$0,98 < 1,00$$

ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ

(0,98)

#### ΑΝΤΟΧΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ

$$\alpha_v = 0,60 \text{ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΗΣ } F_{v,Rd} \text{ [ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4]}$$

$$\beta_{Lf} = 0,96 \text{ ΜΕΙΩΤΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΓΙΑ ΜΕΓΑΛΕΣ ΣΥΝΔΕΞΕΙΣ [3.8]}$$

$$F_{v,Rd} = 145,14 \text{ [kN]} \text{ ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ ΕΝΟΣ ΚΟΧΛΙΑ [ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4]}$$

$$F_{t,Rd,max} = 176,40 \text{ [kN]} \text{ ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ ΕΝΟΣ ΚΟΧΛΙΑ [ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4]}$$

$$F_{b,Rd,int} = 432,00 \text{ [kN]} \text{ ΦΕΡΟΥΣΑ ΑΝΤΟΧΗ ΕΝΔΙΑΜΕΣΟΥ ΚΟΧΛΙΑ [ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4]}$$

$$F_{b,Rd,ext} = 432,00 \text{ [kN]} \text{ ΦΕΡΟΥΣΑ ΑΝΤΟΧΗ ΠΙΟ ΑΠΟΜΑΚΡΥΣΜΕΝΟΥ ΚΟΧΛΙΑ [ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4]}$$

| Nr | $F_{tj,Rd,N}$ | $F_{tj,Ed,N}$ | $F_{tj,Rd,M}$ | $F_{tj,Ed,M}$ | $F_{tj,Ed}$ | $F_{vj,Rd}$ |
|----|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------|-------------|
| 1  | 352,80        | 5,35          | 278,37        | 272,05        | 277,40      | 127,25      |
| 2  | 352,80        | 5,35          | 278,37        | 272,05        | 277,40      | 127,25      |
| 3  | 352,80        | 5,35          | 278,37        | 272,05        | 277,40      | 127,25      |
| 4  | 352,80        | 5,35          | 278,37        | 272,05        | 277,40      | 127,25      |
| 5  | 352,80        | 5,35          | 278,37        | 272,05        | 277,40      | 127,25      |
| 6  | 352,80        | 5,35          | 142,75        | 139,51        | 144,86      | 205,15      |

$F_{tj,Rd,N}$  – ΑΝΤΟΧΗ ΓΡΑΜΜΗΣ ΚΟΧΛΙΩΝ ΓΙΑ ΑΠΛΟ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ

$F_{tj,Ed,N}$  – ΔΥΝΑΜΗ ΛΟΓΩ ΑΞΟΝΙΚΗΣ ΔΥΝΑΜΗΣ ΣΕ ΣΕΙΡΑ ΚΟΧΛΙΩΝ

$F_{tj,Rd,M}$  – ΑΝΤΟΧΗ ΓΡΑΜΜΗΣ ΚΟΧΛΙΩΝ ΓΙΑ ΑΠΛΗ ΚΑΜΨΗ

$F_{tj,Ed,M}$  – ΔΥΝΑΜΗ ΛΟΓΩ ΡΟΠΗΣ ΣΕ ΣΕΙΡΑ ΚΟΧΛΙΩΝ

$F_{tj,Ed}$  – ΜΕΓΙΣΤΟΣ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ ΣΕ ΣΕΙΡΑ ΚΟΧΛΙΩΝ

$F_{vj,Rd}$  – ΜΕΙΩΜΕΝΗ ΑΝΤΟΧΗ ΣΕΙΡΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ

$$F_{tj,Ed,N} = N_{j,Ed} F_{tj,Rd,N} / N_{j,Rd}$$



|   |                             |              |               |
|---|-----------------------------|--------------|---------------|
| $F_{tj,Ed,N} = N_{j,Ed} F_{tj,Rd,N} / N_{j,Rd}$   |                             |              |               |
| $F_{tj,Ed,M} = M_{j,Ed} F_{tj,Rd,M} / M_{j,Rd}$   |                             |              |               |
| $F_{tj,Ed} = F_{tj,Ed,N} + F_{tj,Ed,M}$   |                             |              |               |
| $F_{vj,Rd} = \text{Min} (n_h F_{v,Ed} (1 - F_{tj,Ed} / (1.4 n_h F_{t,Rd,max}), n_h F_{v,Rd}, n_h F_{b,Rd})$ |                             |              |               |
| $V_{j,Rd} = n_h \sum 1^n F_{vj,Rd}$   |                             |              | [ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4] |
| $V_{j,Rd} = 841,40$ [kN]  | ΑΝΤΟΧΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ |              | [ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4] |
| $V_{b1,Ed} / V_{j,Rd} \leq 1,0$   | $0,17 < 1,00$               | ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ | (0,17)        |

## ΑΝΤΟΧΗ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ

|  |  |              |              |
|--|--|--------------|--------------|
| $A_w = 355,08$ [cm <sup>2</sup> ]  | ΕΜΒΑΔΟ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ                                   |              | [4.5.3.2(2)] |
| $A_{wy} = 274,38$ [cm <sup>2</sup> ]   | ΕΜΒΑΔΟ ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ                                 |              | [4.5.3.2(2)] |
| $A_{wz} = 80,70$ [cm <sup>2</sup> ]  | ΕΜΒΑΔΟ ΚΑΘΕΤΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ                                    |              | [4.5.3.2(2)] |
| $I_{wy} = 167166,29$ [cm <sup>4</sup> ]  | ΡΟΠΗ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ ΤΗΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ ΜΕ ΣΕΒΑΣΜΟ ΤΟΥ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΥ ΑΞΟΝΑ |              | [4.5.3.2(5)] |
| $\sigma_{\perp,max} = \tau_{\perp,max} = 65,78$ [MPa]  | ΟΡΘΗ ΤΑΣΗ ΣΕ ΜΙΑ ΚΟΛΛΗΣΗ                                       |              | [4.5.3.2(6)] |
| $\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = 54,37$ [MPa]  | ΤΑΣΗ ΣΕ ΜΙΑ ΚΑΘΕΤΗ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ                                  |              | [4.5.3.2(5)] |
| $\tau_{\parallel} = 17,47$ [MPa]   | ΕΦΑΠΤΟΜΕΝΙΚΗ ΤΑΣΗ  |              | [4.5.3.2(5)] |
| $\beta_w = 0,80$   | ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ   |              | [4.5.3.2(7)] |
| $\sqrt{[\sigma_{\perp,max}^2 + 3*(\tau_{\perp,max}^2)]} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$              | $131,57 < 360,00$  | ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ | (0,37)       |
| $\sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3*(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ | $112,86 < 360,00$  | ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ | (0,31)       |
| $\sigma_{\perp} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$  | $65,78 < 259,20$   | ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ | (0,25)       |

## ΑΚΑΜΨΙΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ

|                      |                              |  |               |
|----------------------|------------------------------|--|---------------|
| $t_{wash} = 4$ [mm]  | Washer ΠΑΧΟΣ                 |  | [6.2.6.3.(2)] |
| $h_{head} = 14$ [mm] | ΥΨΟΣ ΚΕΦΑΛΗΣ ΚΟΧΛΙΑ          |  | [6.2.6.3.(2)] |
| $h_{nut} = 20$ [mm]  | ΥΨΟΣ ΠΕΡΙΚΟΧΛΙΟΥ ΚΟΧΛΙΑ      |  | [6.2.6.3.(2)] |
| $L_b = 83$ [mm]      | ΜΗΚΟΣ ΚΟΧΛΙΑ                 |  | [6.2.6.3.(2)] |
| $k_{10} = 5$ [mm]    | ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΚΑΜΨΙΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ |  | [6.3.2.(1)]   |

## ΑΚΑΜΨΙΑ ΓΡΑΜΜΗΣ ΚΟΧΛΙΩΝ

| Nr | h <sub>j</sub> | k <sub>3</sub> | k <sub>4</sub> | k <sub>5</sub> | k <sub>eff,j</sub> | k <sub>eff,j</sub> h <sub>j</sub> | k <sub>eff,j</sub> h <sub>j</sub> <sup>2</sup> |
|----|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------|-----------------------------------|--|
|    |                |                |                |                | ΣΥΝΟΛΟ             | 14,88                             | 537,74   |
| 1  | 523            | 1              | 812            | 247            | 1                  | 2,81                              | 147,03   |
| 2  | 433            | 1              | 1659           | 211            | 1                  | 4,24                              | 183,69   |
| 3  | 343            | 1              | 1659           | 211            | 1                  | 3,36                              | 115,30   |
| 4  | 253            | 1              | 1659           | 211            | 1                  | 2,48                              | 62,76  |
| 5  | 163            | 1              | 1659           | 211            | 1                  | 1,60                              | 26,08  |
| 6  | 73             | 1              | 812            | 321            | 1                  | 0,39                              | 2,88   |

$$k_{eff,j} = 1 / (\sum 1 / k_{i,j}) \quad [6.3.3.1.(2)]$$

$$z_{eq} = \sum k_{eff,j} h_j^2 / \sum k_{eff,j} h_j \quad [6.3.3.1.(3)]$$

$$k_{eq} = \sum k_{eff,j} h_j / z_{eq} \quad [6.3.3.1.(1)]$$

$$k_{eq} = 4 \text{ [mm]} \quad \text{ΙΣΟΔΥΝΑΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΚΑΜΨΙΑΣ ΜΙΑΣ ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗΣ ΚΟΧΛΙΩΝ} \quad [6.3.3.1.(1)]$$

$$A_{vc} = 89,8 \text{ [cm}^2\text{]} \quad \text{ΠΕΡΙΟΧΗ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ} \quad \text{EN1993-1-1: [6.2.6.(3)]}$$

$$\beta = 1,00 \quad \text{ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗΣ} \quad [5.3.(7)]$$

$$z = 361 \text{ [mm]} \quad \text{ΜΟΧΛΟΒΡΑΧΙΟΝΑΣ} \quad [6.2.5]$$

$$k_1 = 9 \text{ [mm]} \quad \text{ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΚΑΜΨΙΑΣ ΚΟΡΜΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ ΥΠΟ ΔΙΑΤΜΗΣΗ} \quad [6.3.2.(1)]$$

|  |   |                        |
|--|---|------------------------|
| $A_{vc} = 89,8 \text{ [cm}^2]$                               | ΠΕΡΙΟΧΗ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ                                   | EN1993-1-1:[6.2.6.(3)] |
| $k_2 = \infty$   | ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΚΑΜΨΙΑΣ ΚΟΡΜΟΥ ΥΠΟΣΤΗΛΩΜΑΤΟΣ ΥΠΟ ΘΛΙΨΗ | [6.3.2.(1)]            |
| $S_{j,ini} = E z_{eq}^2 / \sum_i (1/k_1 + 1/k_2 + 1/k_{eq})$ |   | [6.3.1.(4)]            |
| $S_{j,ini} = 78644,30 \text{ [kN*m]}$                        | ΑΡΧΙΚΗ ΑΚΑΜΨΙΑ ΣΤΡΕΨΗΣ                              | [6.3.1.(4)]            |
| $\mu = 2,81$   | ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΚΑΜΨΙΑΣ ΜΙΑΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ                  | [6.3.1.(6)]            |
| $S_j = S_{j,ini} / \mu$                                      |   | [6.3.1.(4)]            |
| $S_j = 28000,30 \text{ [kN*m]}$                              | ΤΕΛΙΚΗ ΑΚΑΜΨΙΑ ΣΤΡΕΨΗΣ                              | [6.3.1.(4)]            |
| <b>ΚΑΤΗΓΟΡΟΠΟΙΗΣΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΛΟΓΩ ΑΚΑΜΨΙΑΣ.</b>                |   |                        |
| $S_{j,rig} = 159624,57 \text{ [kN*m]}$                       | ΑΚΑΜΨΙΑ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ                           | [5.2.2.5]              |
| $S_{j,pin} = 9976,54 \text{ [kN*m]}$                         | ΑΚΑΜΨΙΑ ΑΡΘΡΩΜΕΝΗΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ                         | [5.2.2.5]              |
| $S_{j,pin} \leq S_{j,ini} < S_{j,rig}$ ΗΜΙΣΤΑΘΕΡΗ            |   |                        |

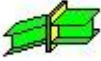

## ΠΙΟ ΑΔΥΝΑΜΟ ΤΜΗΜΑ:

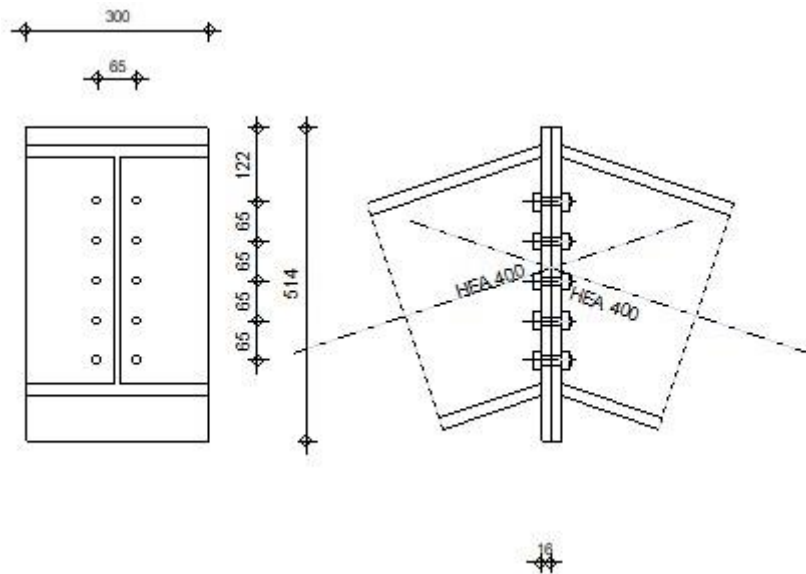
## ΣΧΟΛΙΑ

|  |                     |
|--|---------------------|
| ΚΟΧΛΙΑΣ ΕΝΤΟΣ ΠΕΛΜΑΤΟΣ ΔΟΚΟΥ Η ΠΟΛΥ ΚΟΝΤΑ ΣΕ ΠΕΛΜΑ ΔΟΚΟΥ.                              | 10 [mm] < 10 [mm]   |
| ΥΠΕΡΒΟΛΙΚΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΚΟΧΛΙΩΝ ΑΠΟ ΑΚΜΗ.  | 217 [mm] > 160 [mm] |
| ΤΟ ΠΑΧΟΣ ΤΟΥ ΕΛΑΣΜΑΤΟΣ ΚΟΡΜΟΥ ΕΙΝΑΙ ΜΙΚΡΟΤΕΡΟ ΑΠΟ ΤΟ ΠΑΧΟΣ ΤΟΥ ΚΟΡΜΟΥ ΤΟΥ ΔΟΚΑΡΙΟΥ     | 10 [mm] < 11 [mm]   |
| ΤΟ ΠΑΧΟΣ ΤΟΥ ΕΛΑΣΜΑΤΟΣ ΠΕΛΜΑΤΟΣ ΕΙΝΑΙ ΜΙΚΡΟΤΕΡΟ ΑΠΟ ΤΟ ΠΑΧΟΣ ΤΟΥ ΠΕΛΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΑΡΙΟΥ | 12 [mm] < 19 [mm]   |

**Η ΣΥΝΔΕΣΗ ΕΙΝΑΙ ΣΥΜΦΩΝΗ ΜΕ ΤΟΝ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟ** ΛΟΓΟΣ 0,98

## 2.2 Σύνδεση ζυγμάτων ΗΕΑ 400

|   |   |   |
|---|---|---|
|  | Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2018                            |  |
|   | <b>ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΑΚΤΩΜΕΝΗΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΔΟΚΟΥ ΜΕ ΔΟΚΟ</b><br>EN 1993-1-8:2005/AC:2009 |   |



### ΓΕΝΙΚΟ

ΣΥΝΔΕΣΗ no.: 2  
Όνομα σύνδεσης: Beam-Beam  
ΚΟΜΒΟΣ ΦΟΡΕΑ 2241  
ΜΕΛΗ ΤΟΥ ΦΟΡΕΑ: 1059, 1054

### ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ

#### ΑΡΙΣΤΕΡΗ ΠΛΕΥΡΑ

#### ΔΟΚΟΣ

ΔΙΑΤΟΜΗ: ΗΕΑ 400  
ΡΑΒΔΟΣ no.: 1059

$\alpha = -161,6$  [Deg] ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ  
 $h_{bl} = 390$  [mm] ΥΨΟΣ ΤΟΜΗΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ  
 $b_{fbl} = 300$  [mm] ΠΛΑΤΟΣ ΤΟΜΗΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ  
 $t_{wbl} = 11$  [mm] ΠΑΧΟΣ ΤΟΥ ΚΟΡΜΟΥ ΔΟΚΑΡΙΟΥ  
 $t_{fbl} = 19$  [mm] ΠΑΧΟΣ ΠΕΛΜΑΤΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ  
 $r_{bl} = 27$  [mm] ΑΚΤΙΝΑ ΣΥΝΑΡΜΟΓΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ  
 $A_{bl} = 158,98$  [cm<sup>2</sup>] ΔΙΑΣΤΑΥΡΟΥΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ  
 $I_{xbl} = 45069,40$  [cm<sup>4</sup>] ΡΟΠΕΣ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ ΤΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΤΟΥ ΔΟΚΑΡΙΟΥ

ΥΛΙΚΟ S355  
 $f_{yb} = 355,00$  [MPa] ΑΝΤΟΧΗ

## ΔΕΞΙΑ ΠΛΕΥΡΑ

### ΔΟΚΟΣ

|             |                             |   |
|-------------|-----------------------------|---|
| ΔΙΑΤΟΜΗ:    | HEA 400                     |   |
| ΡΑΒΔΟΣ no.: | 1054                        |   |
| $\alpha =$  | -18,4 [Deg]                 | ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ                              |
| $h_{br} =$  | 390 [mm]                    | ΥΨΟΣ ΤΟΜΗΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ                       |
| $b_{fbr} =$ | 300 [mm]                    | ΠΛΑΤΟΣ ΤΟΜΗΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ                     |
| $t_{wbr} =$ | 11 [mm]                     | ΠΑΧΟΣ ΤΟΥ ΚΟΡΜΟΥ ΔΟΚΑΡΙΟΥ                 |
| $t_{fbr} =$ | 19 [mm]                     | ΠΑΧΟΣ ΠΕΛΜΑΤΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ                   |
| $r_{br} =$  | 27 [mm]                     | ΑΚΤΙΝΑ ΣΥΝΑΡΜΟΓΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ       |
| $A_{br} =$  | 158,98 [cm <sup>2</sup> ]   | ΔΙΑΣΤΑΥΡΟΥΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ                    |
| $I_{xbr} =$ | 45069,40 [cm <sup>4</sup> ] | ΡΟΠΕΣ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ ΤΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΤΟΥ ΔΟΚΑΡΙΟΥ |
| ΥΛΙΚΟ       | S355                        |   |
| $f_{yb} =$  | 355,00 [MPa]                | ΑΝΤΟΧΗ                                    |

### ΚΟΧΛΙΕΣ

The shear plane passes through the UNTHREADED portion of the bolt.

|                                    |                     |  |
|------------------------------------|---------------------|--|
| $d =$                              | 14 [mm]             | ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΟΧΛΙΑ   |
| ΠΟΙΟΤΗΤΑ =                         | 10.9                | ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΟΧΛΙΩΝ  |
| $F_{tRd} =$                        | 82,80 [kN]          | Εφελκυστική αντοχή κοχλία                                    |
| $n_h =$                            | 2                   | ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΧΛΙΩΝ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ                                |
| $n_v =$                            | 5                   | ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΕΙΡΩΝ ΚΟΧΛΙΩΝ                                       |
| $h_1 =$                            | 122 [mm]            | Απόσταση μεταξύ πρώτου κοχλία και άνω άκρου λεπίδας σύνδεσης |
| ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΞΥ $e_i =$  | 65 [mm]             |  |
| ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΞΥ $p_i =$ | 65; 65; 65; 65 [mm] |  |

### ΠΛΑΚΑ

|             |              |                |
|-------------|--------------|----------------|
| $h_{pr} =$  | 514 [mm]     | ΥΨΟΣ ΛΕΠΙΔΑΣ   |
| $b_{pr} =$  | 300 [mm]     | ΠΛΑΤΟΣ ΛΕΠΙΔΑΣ |
| $t_{pr} =$  | 16 [mm]      | ΠΑΧΟΣ ΛΕΠΙΔΑΣ  |
| ΥΛΙΚΟ       | S235         |                |
| $f_{ypr} =$ | 235,00 [MPa] | ΑΝΤΟΧΗ         |

### ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΙΣ ΕΞΩΡΑΦΗΣ

|         |         |                   |
|---------|---------|-------------------|
| $a_w =$ | 9 [mm]  | ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ ΚΟΡΜΟΥ |
| $a_f =$ | 15 [mm] | ΚΟΛΛΗΣΗ ΠΕΛΜΑΤΟΣ  |

### ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΥΛΙΚΟΥ

|                 |      |                               |       |
|-----------------|------|-------------------------------|-------|
| $\gamma_{M0} =$ | 1,00 | ΜΕΡΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ | [2.2] |
| $\gamma_{M1} =$ | 1,00 | ΜΕΡΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ | [2.2] |
| $\gamma_{M2} =$ | 1,25 | ΜΕΡΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ | [2.2] |
| $\gamma_{M3} =$ | 1,25 | ΜΕΡΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ | [2.2] |

### ΦΟΡΤΙΑ

#### ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΣΤΟΧΙΑΣ

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ: 10: COMB4 (1+2) \*1.35+3\*1.05+4\*1.50+6\*0.90

|               |               |                                  |
|---------------|---------------|----------------------------------|
| $M_{b1,Ed} =$ | 166,84 [kN*m] | ΡΟΠΗ ΚΑΜΨΗΣ ΣΤΟ ΔΕΞΙ ΔΟΚΑΡΙ      |
| $V_{b1,Ed} =$ | 63,27 [kN]    | ΔΥΝΑΜΗ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ ΣΤΟ ΔΕΞΙ ΔΟΚΑΡΙ |
| $N_{b1,Ed} =$ | 37,15 [kN]    | ΑΞΟΝΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ ΣΤΟ ΔΕΞΙ ΔΟΚΑΡΙ   |

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### ΑΝΤΟΧΕΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ

#### ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ

$A_b = 158,98$  [cm<sup>2</sup>] ΠΕΡΙΟΧΗ EN1993-1-1:[6.2.3]

$N_{tb,Rd} = A_b f_{yb} / \gamma_{M0}$

$N_{tb,Rd} = 5643,72$  [kN] ΑΝΤΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΣΕ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ EN1993-1-1:[6.2.3]

#### ΔΙΑΤΜΗΣΗ

$A_{vb} = 57,33$  [cm<sup>2</sup>] ΠΕΡΙΟΧΗ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]

$V_{cb,Rd} = A_{vb} (f_{yb} / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$

$V_{cb,Rd} = 1174,99$  [kN] ΑΝΤΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΣΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ EN1993-1-1:[6.2.6.(2)]

$V_{b1,Ed} / V_{cb,Rd} \leq 1,0$   $0,05 < 1,00$  **ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ** (0,05)

#### ΚΑΜΨΗ - ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΡΟΠΗ(ΧΩΡΙΣ ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ)

$W_{plb} = 2561,97$  [cm<sup>3</sup>] ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ modulus EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]

$M_{b,pl,Rd} = W_{plb} f_{yb} / \gamma_{M0}$

$M_{b,pl,Rd} = 909,5$  [kN\*m] ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ (ΧΩΡΙΣ EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]  
= 0 ] ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ)

#### ΚΑΜΨΗ ΣΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΕΠΑΦΗΣ ΜΕ ΠΛΑΚΑ Η'ΣΕ ΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ ΜΕΛΟΣ

$W_{pl} = 2561,97$  [cm<sup>3</sup>] ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ modulus EN1993-1-1:[6.2.5]

$M_{cb,Rd} = W_{pl} f_{yb} / \gamma_{M0}$

$M_{cb,Rd} = 909,50$  [kN\*m] ΑΝΤΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ EN1993-1-1:[6.2.5]

#### ΠΕΛΜΑ-ΚΟΡΜΟΣ ΘΛΙΨΗ

$M_{cb,Rd} = 909,50$  [kN\*m] ΑΝΤΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ EN1993-1-1:[6.2.5]

$h_f = 371$  [mm] ΚΕΝΤΡΟΒΑΡΙΚΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΠΕΛΜΑΤΩΝ [6.2.6.7.(1)]

$F_{c,fb,Rd} = M_{cb,Rd} / h_f$

$F_{c,fb,Rd} = 2451,48$  [kN] ΑΝΤΟΧΗ ΘΛΙΒΟΜΕΝΟΥ ΠΕΛΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΚΟΡΜΟΥ [6.2.6.7.(1)]

### ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΥΝΔΕΣΗΣ

#### ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΑ ΜΗΚΗ-ΜΠΡΟΣΤΙΝΟ ΕΛΑΣΜΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ

| Nr | m  | m <sub>x</sub> | e   | e <sub>x</sub> | p  | l <sub>eff,cp</sub> | l <sub>eff,nc</sub> | l <sub>eff,1</sub> | l <sub>eff,2</sub> | l <sub>eff,cp,g</sub> | l <sub>eff,nc,g</sub> | l <sub>eff,1,g</sub> | l <sub>eff,2,g</sub> |
|----|----|----------------|-----|----------------|----|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
| 1  | 17 | -              | 118 | -              | 65 | 106                 | 135                 | 106                | 135                | 118                   | 60                    | 60                   | 60                   |
| 2  | 17 | -              | 118 | -              | 65 | 106                 | 214                 | 106                | 214                | 130                   | 65                    | 65                   | 65                   |
| 3  | 17 | -              | 118 | -              | 65 | 106                 | 214                 | 106                | 214                | 130                   | 65                    | 65                   | 65                   |
| 4  | 17 | -              | 118 | -              | 65 | 106                 | 214                 | 106                | 214                | 130                   | 65                    | 65                   | 65                   |
| 5  | 17 | -              | 118 | -              | 65 | 106                 | 214                 | 106                | 214                | 118                   | 140                   | 118                  | 140                  |

m – ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΚΟΧΛΙΑ ΑΠΟ ΤΟΝ ΚΟΡΜΟ

m<sub>x</sub> – ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΚΟΧΛΙΑ ΑΠΟ ΤΟ ΠΕΛΜΑ ΔΟΚΑΡΙΟΥ

e – ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΚΟΧΛΙΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΚΡΑΙΑ ΑΚΜΗ

e<sub>x</sub> – ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΚΟΧΛΙΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΕΞΩ ΑΚΜΗ

p – ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΚΟΧΛΙΩΝ

l<sub>eff,cp</sub> – ΕΝΕΡΓΟ ΜΗΚΟΣ ΕΝΟΣ ΚΟΧΛΙΑ ΣΤΗΝ ΚΥΚΛΙΚΗ ΜΟΡΦΗ ΑΣΤΟΧΙΑΣ

l<sub>eff,nc</sub> – ΕΝΕΡΓΟ ΜΗΚΟΣ ΕΝΟΣ ΚΟΧΛΙΑ ΣΤΗΝ ΜΗ ΚΥΚΛΙΚΗ ΜΟΡΦΗ ΑΣΤΟΧΙΑΣ

l<sub>eff,1</sub> – ΕΝΕΡΓΟ ΜΗΚΟΣ ΕΝΟΣ ΚΟΧΛΙΑ ΓΙΑ mode 1

l<sub>eff,2</sub> – ΕΝΕΡΓΟ ΜΗΚΟΣ ΕΝΟΣ ΚΟΧΛΙΑ ΓΙΑ mode 2

l<sub>eff,cp,g</sub> – ΕΝΕΡΓΟ ΜΗΚΟΣ ΟΜΑΔΟΣ ΚΟΧΛΙΩΝ ΣΤΗΝ ΚΥΚΛΙΚΗ ΜΟΡΦΗ ΑΣΤΟΧΙΑΣ

l<sub>eff,nc,g</sub> – ΕΝΕΡΓΟ ΜΗΚΟΣ ΟΜΑΔΟΣ ΚΟΧΛΙΩΝ ΣΤΗΝ ΜΗ ΚΥΚΛΙΚΗ ΜΟΡΦΗ ΑΣΤΟΧΙΑΣ

l<sub>eff,1,g</sub> – ΕΝΕΡΓΟ ΜΗΚΟΣ ΟΜΑΔΟΣ ΚΟΧΛΙΩΝ ΓΙΑ mode 1

l<sub>eff,2,g</sub> – ΕΝΕΡΓΟ ΜΗΚΟΣ ΟΜΑΔΟΣ ΚΟΧΛΙΩΝ ΓΙΑ mode 2

### ΑΝΤΟΧΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΕ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ

$F_{t,Rd} = 82,80$  [kN] ΑΝΤΟΧΗ ΚΟΧΛΙΑ ΓΙΑ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ [ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4]

$B_{p,Rd} = 182,40$  [kN] Διατρητική διατμητική αντοχή κοχλίας [ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4]

$N_{j,Rd} = \text{Min} (N_{tb,Rd}, n_v n_h F_{t,Rd}, n_v n_h B_{p,Rd})$

$$N_{j,Rd} = 828,00 \text{ [kN]} \quad \text{ΑΝΤΟΧΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΕ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ} \quad [6.2]$$

$$N_{b1,Ed} / N_{j,Rd} \leq 1,0 \quad 0,04 < 1,00 \quad \text{ΕΠΙΛΗΘΕΥΕΤΑΙ} \quad (0,04)$$

## ΑΝΤΟΧΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ

$$F_{t,Rd} = 82,80 \text{ [kN]} \quad \text{ΑΝΤΟΧΗ ΚΟΧΛΙΑ ΓΙΑ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ} \quad [\text{ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4}]$$

$$B_{p,Rd} = 182,40 \text{ [kN]} \quad \text{Διατρητική διατμητική αντοχή κοχλίας} \quad [\text{ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4}]$$

$$F_{t,fc,Rd} \quad - \quad \text{ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΚΑΜΨΗ ΠΕΛΜΑΤΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ}$$

$$F_{t,wc,Rd} \quad - \quad \text{ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΚΑΜΨΗ ΚΟΡΜΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ}$$

$$F_{t,ep,Rd} \quad - \quad \text{ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΚΑΜΨΗ ΜΕΤΩΠΙΚΗΣ ΠΛΑΚΑΣ}$$

$$F_{t,wb,Rd} \quad - \quad \text{ΑΝΤΟΧΗ ΚΟΡΜΟΥ ΣΕ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ}$$

$$F_{t,fc,Rd} = \text{Min} (F_{T,1,fc,Rd}, F_{T,2,fc,Rd}, F_{T,3,fc,Rd}) \quad [6.2.6.4], [\text{Tab.6.2}]$$

$$F_{t,wc,Rd} = \omega b_{eff,t,wc} t_{wc} f_{yc} / \gamma_{M0} \quad [6.2.6.3.(1)]$$

$$F_{t,ep,Rd} = \text{Min} (F_{T,1,ep,Rd}, F_{T,2,ep,Rd}, F_{T,3,ep,Rd}) \quad [6.2.6.5], [\text{Tab.6.2}]$$

$$F_{t,wb,Rd} = b_{eff,t,wb} t_{wb} f_{yb} / \gamma_{M0} \quad [6.2.6.8.(1)]$$

### ΑΝΤΟΧΗ ΣΕΙΡΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ No. 1

| $F_{t1,Rd,comp}$ - ΤΥΠΟΣ                  | $F_{t1,Rd,comp}$ | ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ                               |
|---|------------------|---|
| $F_{t1,Rd} = \text{Min} (F_{t1,Rd,comp})$ | 165,60           | ΑΝΤΟΧΗ ΣΕΙΡΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ                   |
| $F_{t,ep,Rd(1)} = 165,60$                 | 165,60           | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ                    |
| $F_{t,wb,Rd(1)} = 412,64$                 | 412,64           | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ              |
| $B_{p,Rd} = 364,81$                       | 364,81           | Κοχλίες λόγω της διάτρησης από διάτμηση |
| $F_{c,fb,Rd} = 2451,48$                   | 2451,48          | ΠΕΛΜΑ ΔΟΚΑΡΙΟΥ - ΘΛΙΨΗ                  |

### ΑΝΤΟΧΗ ΣΕΙΡΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ No. 2

| $F_{t2,Rd,comp}$ - ΤΥΠΟΣ                                  | $F_{t2,Rd,comp}$ | ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ                               |
|---|------------------|---|
| $F_{t2,Rd} = \text{Min} (F_{t2,Rd,comp})$                 | 117,74           | ΑΝΤΟΧΗ ΣΕΙΡΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ                   |
| $F_{t,ep,Rd(2)} = 165,60$                                 | 165,60           | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ                    |
| $F_{t,wb,Rd(2)} = 412,64$                                 | 412,64           | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ              |
| $B_{p,Rd} = 364,81$                                       | 364,81           | Κοχλίες λόγω της διάτρησης από διάτμηση |
| $F_{c,fb,Rd} - \sum_1^1 F_{ij,Rd} = 2451,48 - 165,60$     | 2285,88          | ΠΕΛΜΑ ΔΟΚΑΡΙΟΥ - ΘΛΙΨΗ                  |
| $F_{t,ep,Rd(2+1)} - \sum_1^1 F_{ij,Rd} = 283,34 - 165,60$ | 117,74           | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ             |
| $F_{t,wb,Rd(2+1)} - \sum_1^1 F_{ij,Rd} = 488,00 - 165,60$ | 322,40           | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ-ΓΚΡΟΥΠ       |

### ΑΝΤΟΧΗ ΣΕΙΡΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ No. 3

| $F_{t3,Rd,comp}$ - ΤΥΠΟΣ                                    | $F_{t3,Rd,comp}$ | ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ                               |
|---|------------------|---|
| $F_{t3,Rd} = \text{Min} (F_{t3,Rd,comp})$                   | 143,67           | ΑΝΤΟΧΗ ΣΕΙΡΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ                   |
| $F_{t,ep,Rd(3)} = 165,60$                                   | 165,60           | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ                    |
| $F_{t,wb,Rd(3)} = 412,64$                                   | 412,64           | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ              |
| $B_{p,Rd} = 364,81$   | 364,81           | Κοχλίες λόγω της διάτρησης από διάτμηση |
| $F_{c,fb,Rd} - \sum_1^2 F_{ij,Rd} = 2451,48 - 283,34$       | 2168,14          | ΠΕΛΜΑ ΔΟΚΑΡΙΟΥ - ΘΛΙΨΗ                  |
| $F_{t,ep,Rd(3+2)} - \sum_2^2 F_{ij,Rd} = 287,34 - 117,74$   | 169,60           | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ             |
| $F_{t,wb,Rd(3+2)} - \sum_2^2 F_{ij,Rd} = 507,65 - 117,74$   | 389,91           | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ-ΓΚΡΟΥΠ       |
| $F_{t,ep,Rd(3+2+1)} - \sum_2^1 F_{ij,Rd} = 427,01 - 283,34$ | 143,67           | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ             |
| $F_{t,wb,Rd(3+2+1)} - \sum_2^1 F_{ij,Rd} = 741,83 - 283,34$ | 458,49           | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ-ΓΚΡΟΥΠ       |

### ΕΠΙΠΡΟΣΘΕΤΗ ΜΕΙΩΣΗ ΤΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΤΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΚΟΧΛΙΩΝ

$$F_{t3,Rd} = F_{t1,Rd} h_3/h_1$$

$$F_{t3,Rd} = 113,67 \text{ [kN]} \quad \text{ΜΕΙΩΜΕΝΗ ΑΝΤΟΧΗ ΣΕΙΡΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ} \quad [6.2.7.2.(9)]$$

### ΑΝΤΟΧΗ ΣΕΙΡΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ No. 4

| $F_{t4,Rd,comp}$ - ΤΥΠΟΣ                                  | $F_{t4,Rd,comp}$ | ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ                               |
|---|------------------|---|
| $F_{t4,Rd} = \text{Min} (F_{t4,Rd,comp})$                 | 165,60           | ΑΝΤΟΧΗ ΣΕΙΡΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ                   |
| $F_{t,ep,Rd(4)} = 165,60$                                 | 165,60           | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ                    |
| $F_{t,wb,Rd(4)} = 412,64$                                 | 412,64           | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ              |
| $B_{p,Rd} = 364,81$                                       | 364,81           | Κοχλίες λόγω της διάτρησης από διάτμηση |
| $F_{c,fb,Rd} - \sum_1^3 F_{ij,Rd} = 2451,48 - 397,01$     | 2054,47          | ΠΕΛΜΑ ΔΟΚΑΡΙΟΥ - ΘΛΙΨΗ                  |
| $F_{t,ep,Rd(4+3)} - \sum_3^3 F_{ij,Rd} = 287,34 - 113,67$ | 173,67           | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ             |
| $F_{t,wb,Rd(4+3)} - \sum_3^3 F_{ij,Rd} = 507,65 - 113,67$ | 393,98           | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ-ΓΚΡΟΥΠ       |

| <b>F<sub>t4,Rd,comp</sub> - ΤΥΠΟΣ</b>                         | <b>F<sub>t4,Rd,comp</sub></b> | <b>ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ</b>                  |
|---|-------------------------------|-----------------------------------|
| $F_{t,ep,Rd(4+3+2)} - \sum_3^2 F_{ij,Rd} = 431,01 - 231,41$   | 199,60                        | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ       |
| $F_{t,wb,Rd(4+3+2)} - \sum_3^2 F_{ij,Rd} = 761,48 - 231,41$   | 530,06                        | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ-ΓΚΡΟΥΠ |
| $F_{t,ep,Rd(4+3+2+1)} - \sum_3^1 F_{ij,Rd} = 570,68 - 397,01$ | 173,67                        | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ       |
| $F_{t,wb,Rd(4+3+2+1)} - \sum_3^1 F_{ij,Rd} = 995,65 - 397,01$ | 598,64                        | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ-ΓΚΡΟΥΠ |

#### ΕΠΙΠΡΟΣΘΕΤΗ ΜΕΙΩΣΗ ΤΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΤΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΚΟΧΛΙΩΝ

$$F_{t4,Rd} = F_{t1,Rd} h_4/h_1$$

$$F_{t4,Rd} = 87,71 \text{ [kN]} \quad \text{ΜΕΙΩΜΕΝΗ ΑΝΤΟΧΗ ΣΕΙΡΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ} \quad [6.2.7.2.(9)]$$

#### ΑΝΤΟΧΗ ΣΕΙΡΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ Νο. 5

| <b>F<sub>t5,Rd,comp</sub> - ΤΥΠΟΣ</b>                            | <b>F<sub>t5,Rd,comp</sub></b> | <b>ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ</b>                        |
|--|-------------------------------|---|
| $F_{t5,Rd} = \text{Min}(F_{t5,Rd,comp})$                         | 165,60                        | ΑΝΤΟΧΗ ΣΕΙΡΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ                   |
| $F_{t,ep,Rd(5)} = 165,60$  | 165,60                        | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ                    |
| $F_{t,wb,Rd(5)} = 412,64$  | 412,64                        | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ              |
| $B_{p,Rd} = 364,81$  | 364,81                        | Κοχλίες λόγω της διάτρησης από διάτμηση |
| $F_{c,fb,Rd} - \sum_1^4 F_{ij,Rd} = 2451,48 - 484,72$            | 1966,76                       | ΠΕΛΑΜΑ ΔΟΚΑΡΙΟΥ - ΘΛΙΨΗ                 |
| $F_{t,ep,Rd(5+4)} - \sum_4^4 F_{ij,Rd} = 331,20 - 87,71$         | 243,49                        | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ             |
| $F_{t,wb,Rd(5+4)} - \sum_4^4 F_{ij,Rd} = 798,86 - 87,71$         | 711,15                        | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ-ΓΚΡΟΥΠ       |
| $F_{t,ep,Rd(5+4+3)} - \sum_4^3 F_{ij,Rd} = 490,29 - 201,38$      | 288,91                        | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ             |
| $F_{t,wb,Rd(5+4+3)} - \sum_4^3 F_{ij,Rd} = 1052,68 - 201,38$     | 851,30                        | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ-ΓΚΡΟΥΠ       |
| $F_{t,ep,Rd(5+4+3+2)} - \sum_4^2 F_{ij,Rd} = 633,96 - 319,12$    | 314,84                        | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ             |
| $F_{t,wb,Rd(5+4+3+2)} - \sum_4^2 F_{ij,Rd} = 1306,51 - 319,12$   | 987,39                        | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ-ΓΚΡΟΥΠ       |
| $F_{t,ep,Rd(5+4+3+2+1)} - \sum_4^1 F_{ij,Rd} = 773,63 - 484,72$  | 288,91                        | ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΠΛΑΚΑ-ΤΑΣΗ-ΓΚΡΟΥΠ             |
| $F_{t,wb,Rd(5+4+3+2+1)} - \sum_4^1 F_{ij,Rd} = 1540,68 - 484,72$ | 1055,96                       | ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΑΡΙΟΥ-ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ-ΓΚΡΟΥΠ       |

#### ΕΠΙΠΡΟΣΘΕΤΗ ΜΕΙΩΣΗ ΤΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΤΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΚΟΧΛΙΩΝ

$$F_{t5,Rd} = F_{t1,Rd} h_5/h_1$$

$$F_{t5,Rd} = 61,74 \text{ [kN]} \quad \text{ΜΕΙΩΜΕΝΗ ΑΝΤΟΧΗ ΣΕΙΡΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ} \quad [6.2.7.2.(9)]$$

#### ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΥΝΑΜΕΩΝ

| <b>Nr</b> | <b>h<sub>j</sub></b> | <b>F<sub>tj,Rd</sub></b> | <b>F<sub>t,fc,Rd</sub></b> | <b>F<sub>t,wc,Rd</sub></b> | <b>F<sub>t,ep,Rd</sub></b> | <b>F<sub>t,wb,Rd</sub></b> | <b>F<sub>t,Rd</sub></b> | <b>B<sub>p,Rd</sub></b> |
|-----------|----------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1         | 415                  | 165,60                   | -                          | -                          | 165,60                     | 412,64                     | 165,60                  | 364,81                  |
| 2         | 350                  | 117,74                   | -                          | -                          | 165,60                     | 412,64                     | 165,60                  | 364,81                  |
| 3         | 285                  | 113,67                   | -                          | -                          | 165,60                     | 412,64                     | 165,60                  | 364,81                  |
| 4         | 220                  | 87,71                    | -                          | -                          | 165,60                     | 412,64                     | 165,60                  | 364,81                  |
| 5         | 155                  | 61,74                    | -                          | -                          | 165,60                     | 412,64                     | 165,60                  | 364,81                  |

#### ΑΝΤΟΧΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ M<sub>j,Rd</sub>

$$M_{j,Rd} = \sum h_j F_{ij,Rd}$$

$$M_{j,Rd} = 170,96 \text{ [kN*m]} \quad \text{ΑΝΤΟΧΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ} \quad [6.2]$$

$$M_{b1,Ed} / M_{j,Rd} \leq 1,0 \quad 0,98 < 1,00 \quad \text{ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ} \quad (0,98)$$

#### ΑΝΤΟΧΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ

$$\alpha_v = 0,60 \quad \text{ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΗΣ } F_{v,Rd} \quad [\text{ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4}]$$

$$\beta_{Lf} = 0,98 \quad \text{ΜΕΙΩΤΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΓΙΑ ΜΕΓΑΛΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ} \quad [3.8]$$

$$F_{v,Rd} = 72,57 \text{ [kN]} \quad \text{ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ ΕΝΟΣ ΚΟΧΛΙΑ} \quad [\text{ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4}]$$

$$F_{t,Rd,max} = 82,80 \text{ [kN]} \quad \text{ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ ΕΝΟΣ ΚΟΧΛΙΑ} \quad [\text{ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4}]$$

$$F_{b,Rd,int} = 161,28 \text{ [kN]} \quad \text{ΦΕΡΟΥΣΑ ΑΝΤΟΧΗ ΕΝΔΙΑΜΕΣΟΥ ΚΟΧΛΙΑ} \quad [\text{ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4}]$$

$$F_{b,Rd,ext} = 161,28 \text{ [kN]} \quad \text{ΦΕΡΟΥΣΑ ΑΝΤΟΧΗ ΠΙΟ ΑΠΟΜΑΚΡΥΣΜΕΝΟΥ ΚΟΧΛΙΑ} \quad [\text{ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4}]$$

| <b>Nr</b> | <b>F<sub>tj,Rd,N</sub></b> | <b>F<sub>tj,Ed,N</sub></b> | <b>F<sub>tj,Rd,M</sub></b> | <b>F<sub>tj,Ed,M</sub></b> | <b>F<sub>tj,Ed</sub></b> | <b>F<sub>vj,Rd</sub></b> |
|-----------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1         | 165,60                     | 7,43                       | 165,60                     | 161,60                     | 169,03                   | 41,47                    |
| 2         | 165,60                     | 7,43                       | 117,74                     | 114,90                     | 122,33                   | 68,56                    |
| 3         | 165,60                     | 7,43                       | 113,67                     | 110,93                     | 118,36                   | 71,04                    |
| 4         | 165,60                     | 7,43                       | 87,71                      | 85,59                      | 93,02                    | 86,91                    |
| 5         | 165,60                     | 7,43                       | 61,74                      | 60,25                      | 67,68                    | 102,77                   |

$$F_{ij,Rd,N} \quad - \quad \text{ΑΝΤΟΧΗ ΓΡΑΜΜΗΣ ΚΟΧΛΙΩΝ ΓΙΑ ΑΠΛΟ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ}$$

$$F_{ij,Ed,N} \quad - \quad \text{ΔΥΝΑΜΗ ΛΟΓΩ ΑΞΟΝΙΚΗΣ ΔΥΝΑΜΗΣ ΣΕ ΣΕΙΡΑ ΚΟΧΛΙΩΝ}$$

$$F_{ij,Rd,M} \quad - \quad \text{ΑΝΤΟΧΗ ΓΡΑΜΜΗΣ ΚΟΧΛΙΩΝ ΓΙΑ ΑΠΛΗ ΚΑΜΨΗ}$$

$F_{tj,Rd,N}$  – ΑΝΤΟΧΗ ΓΡΑΜΜΗΣ ΚΟΧΛΙΩΝ ΓΙΑ ΑΠΛΟ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ  
 $F_{tj,Ed,M}$  – ΔΥΝΑΜΗ ΛΟΓΩ ΡΟΠΗΣ ΣΕ ΣΕΙΡΑ ΚΟΧΛΙΩΝ  
 $F_{tj,Ed}$  – ΜΕΓΙΣΤΟΣ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ ΣΕ ΣΕΙΡΑ ΚΟΧΛΙΩΝ  
 $F_{vj,Rd}$  – ΜΕΙΩΜΕΝΗ ΑΝΤΟΧΗ ΣΕΙΡΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ

$$F_{tj,Ed,N} = N_{j,Ed} F_{tj,Rd,N} / N_{j,Rd}$$

$$F_{tj,Ed,M} = M_{j,Ed} F_{tj,Rd,M} / M_{j,Rd}$$

$$F_{tj,Ed} = F_{tj,Ed,N} + F_{tj,Ed,M}$$

$$F_{vj,Rd} = \text{Min} (n_h F_{v,Ed} (1 - F_{tj,Ed} / (1.4 n_h F_{t,Rd,max})), n_h F_{v,Rd}, n_h F_{b,Rd})$$

$$V_{j,Rd} = n_h \sum 1^n F_{vj,Rd}$$

[ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4]

$$V_{j,Rd} = 370,75 \text{ [kN]} \quad \text{ΑΝΤΟΧΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ}$$

[ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4]

$$V_{b1,Ed} / V_{j,Rd} \leq 1,0$$

$$0,17 < 1,00$$

ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ

$$(0,17)$$

## ΑΝΤΟΧΗ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ

$$A_w = 172,04 \text{ [cm}^2\text{]} \text{ ΕΜΒΑΔΟ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ} \quad [4.5.3.2(2)]$$

$$A_{wy} = 115,50 \text{ [cm}^2\text{]} \text{ ΕΜΒΑΔΟ ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ} \quad [4.5.3.2(2)]$$

$$A_{wz} = 56,54 \text{ [cm}^2\text{]} \text{ ΕΜΒΑΔΟ ΚΑΘΕΤΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ} \quad [4.5.3.2(2)]$$

$$I_{wy} = 42096,4 \text{ [cm}^4\text{]} \text{ ΡΟΠΗ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ ΤΗΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ ΜΕ ΣΕΒΑΣΜΟ ΤΟΥ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΥ ΑΞΟΝΑ} \quad [4.5.3.2(5)]$$

$$\sigma_{\perp,max} = \tau_{\perp,max} = -64,79 \text{ [MPa]} \text{ ΟΡΘΗ ΤΑΣΗ ΣΕ ΜΙΑ ΚΟΛΛΗΣΗ} \quad [4.5.3.2(6)]$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = -58,85 \text{ [MPa]} \text{ ΤΑΣΗ ΣΕ ΜΙΑ ΚΑΘΕΤΗ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ} \quad [4.5.3.2(5)]$$

$$\tau_{\parallel} = 11,19 \text{ [MPa]} \text{ ΕΦΑΠΤΟΜΕΝΙΚΗ ΤΑΣΗ} \quad [4.5.3.2(5)]$$

$$\beta_w = 0,80 \text{ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ} \quad [4.5.3.2(7)]$$

$$\sqrt{[\sigma_{\perp,max}^2 + 3^*(\tau_{\perp,max}^2)]} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) \quad 129,58 < 360,00 \quad \text{ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ} \quad (0,36)$$

$$\sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3^*(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) \quad 119,28 < 360,00 \quad \text{ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ} \quad (0,33)$$

$$\sigma_{\perp} \leq 0.9 * f_u / \gamma_{M2} \quad 64,79 < 259,20 \quad \text{ΕΠΑΛΗΘΕΥΕΤΑΙ} \quad (0,25)$$

## ΑΚΑΜΨΙΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ

$$t_{wash} = 3 \text{ [mm]} \text{ Washer ΠΑΧΟΣ} \quad [6.2.6.3.(2)]$$

$$h_{head} = 10 \text{ [mm]} \text{ ΥΨΟΣ ΚΕΦΑΛΗΣ ΚΟΧΛΙΑ} \quad [6.2.6.3.(2)]$$

$$h_{nut} = 14 \text{ [mm]} \text{ ΥΨΟΣ ΠΕΡΙΚΟΧΛΙΟΥ ΚΟΧΛΙΑ} \quad [6.2.6.3.(2)]$$

$$L_b = 53 \text{ [mm]} \text{ ΜΗΚΟΣ ΚΟΧΛΙΑ} \quad [6.2.6.3.(2)]$$

$$k_{10} = 3 \text{ [mm]} \text{ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΚΑΜΨΙΑΣ ΚΟΧΛΙΩΝ} \quad [6.3.2.(1)]$$

## ΑΚΑΜΨΙΑ ΓΡΑΜΜΗΣ ΚΟΧΛΙΩΝ

| Nr | h <sub>j</sub> | k <sub>3</sub> | k <sub>4</sub> | k <sub>5</sub> | k <sub>eff,j</sub> | k <sub>eff,j</sub> h <sub>j</sub> | k <sub>eff,j</sub> h <sub>j</sub> <sup>2</sup> |
|----|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------|-----------------------------------|--|
|    |                |                |                |                | ΣΥΝΟΛΟ             | 43,52                             | 1362,66  |
| 1  | 415            | ∞              | ∞              | 46             | 3                  | 12,52                             | 519,13   |
| 2  | 350            | ∞              | ∞              | 50             | 3                  | 10,67                             | 372,86   |
| 3  | 285            | ∞              | ∞              | 50             | 3                  | 8,68                              | 247,09   |
| 4  | 220            | ∞              | ∞              | 50             | 3                  | 6,70                              | 147,11   |
| 5  | 155            | ∞              | ∞              | 82             | 3                  | 4,95                              | 76,47  |

$$k_{eff,j} = 1 / (\sum 3^5 (1 / k_{i,j})) \quad [6.3.3.1.(2)]$$

$$z_{eq} = \sum k_{eff,j} h_j^2 / \sum k_{eff,j} h_j \quad [6.3.3.1.(3)]$$

$$z_{eq} = 313 \text{ [mm]} \text{ ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΔΥΝΑΜΗ ΜΟΧΛΟΒΡΑΧΙΟΝΑ}$$

$$k_{eq} = \sum k_{eff,j} h_j / z_{eq} \quad [6.3.3.1.(1)]$$

$$k_{eq} = 14 \text{ [mm]} \text{ ΙΣΟΔΥΝΑΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΚΑΜΨΙΑΣ ΜΙΑΣ ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗΣ ΚΟΧΛΙΩΝ}$$

$$S_{j,ini} = E z_{eq}^2 k_{eq} \quad [6.3.1.(4)]$$

$$S_{j,ini} = 286157,96 \text{ [kN*m]} \text{ ΑΡΧΙΚΗ ΑΚΑΜΨΙΑ ΣΤΡΕΨΗΣ} \quad [6.3.1.(4)]$$

$$\mu = 2,80 \text{ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΚΑΜΨΙΑΣ ΜΙΑΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ} \quad [6.3.1.(6)]$$



$$S_j = S_{j,ini} / \mu \quad [6.3.1.(4)]$$

$$S_j = 102282,91 \text{ [kN*m]} \text{ ΤΕΛΙΚΗ ΑΚΑΜΨΙΑ ΣΤΡΕΨΗΣ} \quad [6.3.1.(4)]$$

**ΚΑΤΗΓΟΡΟΠΟΙΗΣΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΛΟΓΩ ΑΚΑΜΨΙΑΣ.**

$$S_{j,rig} = 159619,89 \text{ [kN*m]} \text{ ΑΚΑΜΨΙΑ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ} \quad [5.2.2.5]$$

$$S_{j,pin} = 9976,24 \text{ [kN*m]} \text{ ΑΚΑΜΨΙΑ ΑΡΘΡΩΜΕΝΗΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ} \quad [5.2.2.5]$$

$$S_{j,ini} \geq S_{j,rig} \text{ ΣΤΑΘΕΡΗ}$$

**ΠΙΟ ΑΔΥΝΑΜΟ ΤΜΗΜΑ:**

ΜΠΡΟΣΤΙΝΟ ΕΛΑΣΜΑ - ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ

**ΣΧΟΛΙΑ**

---

ΥΠΕΡΒΟΛΙΚΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΚΟΧΛΙΩΝ ΑΠΟ ΑΚΜΗ. 122 [mm] > 104 [mm]

**Η ΣΥΝΔΕΣΗ ΕΙΝΑΙ ΣΥΜΦΩΝΗ ΜΕ ΤΟΝ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟ** ΛΟΓΟΣ 0,98