

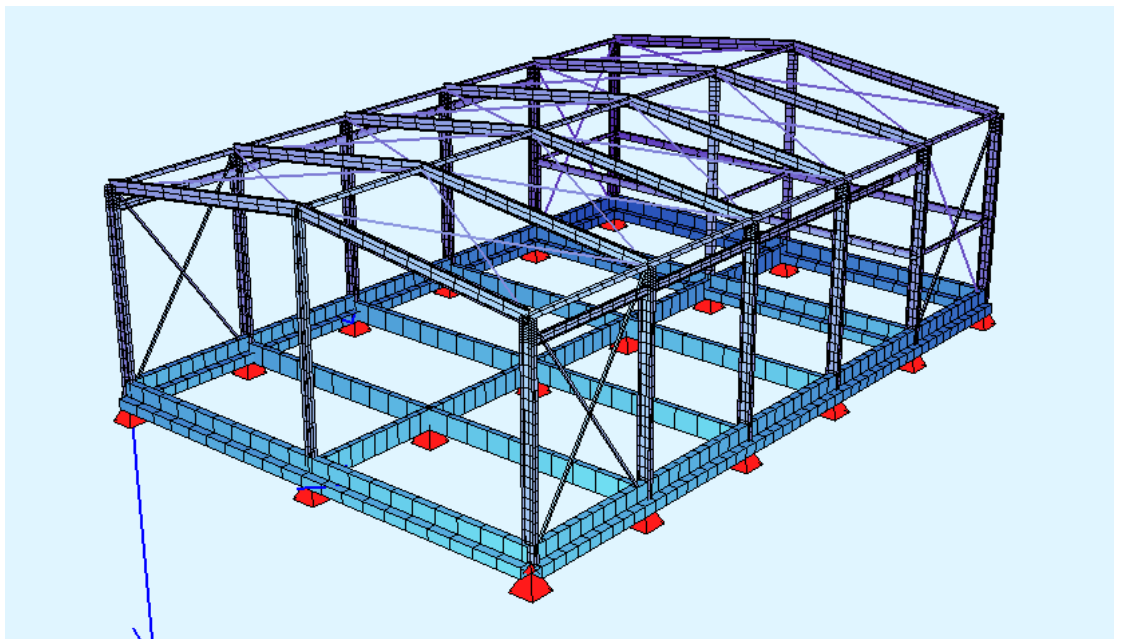


ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**“ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΥ ΥΠΟΣΤΕΓΟΥ
ΜΕ ΠΑΤΑΡΙ ΚΑΙ ΓΕΡΑΝΟΓΕΦΥΡΑ”**

Κακολύρης Διονύσιος



Επιβλέπων καθηγητής : Ιωάννης Ραυτογιάννης
Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Ευχαριστίες

Οφείλω πριν την παρουσίαση της διπλωματικής μου εργασίας να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Ιωάννη Ραυτογιάννη, ο οποίος με την ιδιότητα του επιβλέποντα καθηγητή, μου προσέφερε τη σωστή καθοδήγησή ώστε να καταφέρω να ολοκληρώσω την παρούσα διπλωματική εργασία.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την οικογένειά μου για την αμέριστη συμπαράσταση και υπομονή που έδειξε όλο το χρονικό διάστημα της φοίτησης μου στη σχολή.

Αθήνα, Απρίλιος 2014
Κακολύρης Διονύσιος

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία πραγματοποιείται η μελέτη ενός μεταλλικού υποστέγου με πατάρι και γερανογέφυρα το οποίο προορίζεται για βιομηχανική χρήση. Η ανάλυση της κατασκευής γίνεται σύμφωνα με τον Ευροκώδικα 3 (EC 3) και τον νέο αντισεισμικό κανονισμό ΕΑΚ 2003. Η κατασκευή σχεδιάστηκε και αναλύθηκε, στατικά και δυναμικά, με το λογισμικό SOFISTIK, ενώ στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα INSTANT για τον έλεγχο αντοχής των μελών και τον έλεγχο των συνδέσεών τους.

Στο **1^ο κεφάλαιο** παρουσιάζεται ο φορέας του υποστέγου, τα υλικά κατασκευής και τα προγράμματα που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυσή του. Περιγράφεται η πορεία που ακολουθήθηκε κατά την ανάλυση και αναφέρεται η κατασκευαστική πορεία ανέγερσης του εν λόγω υποστέγου.

Στο **2^ο κεφάλαιο** γίνεται ο υπολογισμός των δράσεων επί της κατασκευής (Μόνιμα φορτία (G), κινητά (P), φορτίο ανέμου (W), φορτίο χιονιού (S), σεισμικές δράσεις (E)) σύμφωνα με τον Ευροκώδικα 1 (EC1) και τον ΕΑΚ 2003. Αναφέρονται οι συνδυασμοί των δράσεων που υπολογίστηκαν, για τους οποίους γίνονται οι έλεγχοι στην οριακή κατάσταση αστοχίας και στην οριακή κατάσταση λειτουργικότητας.

Στο **3^ο κεφάλαιο** παρουσιάζονται οι έλεγχοι που απαιτούνται κατά τον Ευροκώδικα 3 (EC3) για τα τις διατομές, τα μέλη και τις συνδέσεις του φορέα.

Στο **4^ο κεφάλαιο** παρουσιάζονται τα αποτελέσματά της στατικής και δυναμικής ανάλυσης της κατασκευής όπως προέκυψαν από το SOFISTIK.

Στο **5^ο κεφάλαιο** γίνεται ο έλεγχος των μελών και ο σχεδιασμός και έλεγχος των συνδέσεων με το INSTANT.

ABSTRACT

Herein is presented the design of a metal shed with a mezzanine and an overhead crane for industrial use. The construction analysis is performed according to Eurocode 3 (EC3) and the new Greek earthquake provisions EAK 2003. The construction was designed and analysed, statically and dynamically using the software SOFISTIK, continued by the use of the software INSTANT for checking the shed parts and connections.

In **chapter 1** is presented the geometry of the shed, the materials of construction and the software implied for its analysis. The process of analysis is described and details regarding its construction are given.

In **chapter 2** is performed the calculation of the loads that act on the construction (dead loads (G), live loads(P), wind loads (W), snow (S), earthquake loads(E)), according to EC1 and Greek EAK 2003. The load combinations that were calculated are mentioned, for which the checks were performed. Finally

In **chapter 3** are presented the checks required according to EC3 for the shed parts and connections.

In **chapter 4** are presented the results of the structural and dynamic analysis of the construction using SOFISTIK.

In **chapter 5** are performed the checkings for the shed parts, as well as the design and checkings for the connections using INSTANT.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελίδα
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΕΙΣΑΓΩΓΗ 1	
1.1. Γενικά περί μεταλλικών κατασκευών	6
1.2. Περιγραφή φέροντος οργανισμού	7
1.3 Ποιότητα υλικών κατασκευής	11
1.4 Περιγραφή λογισμικού και πορείας ανάλυσης	11
1.5 Ανέγερση	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΡΑΣΕΩΝ	
2.1 Φορτία- Γενικά	14
2.2 Μόνιμα φορτία	14
2.3 Κινητά φορτία	15
2.4 Φορτίο χιονιού	15
2.5 Φορτίο ανέμου	19
2.6 Σεισμικές δράσεις	28
2.7 Συνδυασμός φορτίσεων	36
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΘΕΩΡΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΤΑ ΤΟΝ ΕΥΡΟΚΩΔΙΚΑ 3	
3.1 Γενικές παραδοχές	39
3.2 Αντοχή διατομών	44
3.2.1 Αντοχή σε εφελκυσμό	44
3.2.2 Αντοχή σε μονοαξονική κάμψη	45
3.2.3 Αντοχή σε τέμνουσα	46
3.2.4 Αντοχή σε κάμψη και τέμνουσα	48
3.2.5 Αντοχή σε κάμψη και αξονική δύναμη	49
3.3 Αντοχή μελών	51
3.3.1 Καμπτικός λυγισμός λόγω αξονικής θλιπτικής δύναμης	51
3.3.2 Στρεπτοκαμπτικός λυγισμός	55
3.3.3 Στρεπτοκαμπτικός λυγισμός μελών σταθερής διατομής υπό θλίψη και κάμψη	58
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	
4.1 Περιβάλλουσες εντατικών μεγεθών	61
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΕΛΕΓΧΟΙ ΜΕΛΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ	
5.1 Αποτελέσματα ελέγχων μελών και διατομών φορέα με το INSTANT	67
5.2.1 Έλεγχος έδρασης υποστηλώματος	72
5.2.2 Έλεγχος σύνδεσης δοκού πλαισίου – υποστηλώματος	76
5.2.3 Έλεγχος σύνδεσης στέψης πλαισίου	80
5.2.4 Έλεγχος σύνδεσης κύριων δοκών παταριού – υποστηλώματος	85
5.2.5 Έλεγχος σύνδεσης βραχέως προβόλου έδρασης γερανογέφυρας	89
5.2.6 Έλεγχος σύνδεσης κεφαλοδοκού	92
5.2.7 Έλεγχος σύνδεσης συνδέσμου δυσκαμψίας	97
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	99

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Η χρήση του χάλυβα ως φέροντος οργανισμού των κτηριακών κατασκευών έχει αποκτήσει πλέον ευρεία εφαρμογή, ειδικά δε για βιομηχανικούς χώρους, εκθεσιακά κέντρα, γήπεδα κλπ. αποτελεί πια τον κανόνα ως επιλογή υλικού κατασκευής.

Τα συγκρητικά του πλεονεκτήματα έναντι του ωπλισμένου σκυροδέματος βρίσκονται :

- Στη μεγάλη του αντοχή σε σχέση με το ίδιο βάρος του, με αποτέλεσμα τη μεγάλη μείωση του ίδιου βάρους του φέροντος οργανισμού για την ανάληψη των προβλεπόμενων φορτίων
- Στην ομοιογένεια του υλικού
- Στην ελαστικότητά του
- Στην ολκιμότητά του και συνεπώς στη μεγάλη πλαστιμότητα των κατασκευών από χάλυβα
- Στην ταχύτητα κατασκευής
- Στο ότι αποτελεί τυποποιημένο βιομηχανικό προϊόν με ελεγχόμενη ποιότητα.
- Στη δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης του (ως έχει ή μετά από ανάτηξη)

Ο δομικός χάλυβας αποτελεί κράμα κυρίως σιδήρου (Fe), άνθρακα (C) σε περιεκτικότητα από 0.15% ως 0.29%, και άλλα μεταλλικά και μη στοιχεία σε μικρότερες περιεκτικότητες όπως : Μαγγάνιο (Mn), Πυρίτιο (Si), Νικέλιο (Ni), Χαλκό (Cu), Χρώμιο (Cr), Μολυβδαίνιο (Mo), Βανάδιο (V), Ζιρκόνιο (Zr), Θείο (S), Φώσφορο (P). Διατίθεται σε 4 ποιότητες ανάλογα με το όριο διαρροής του (πρότυπο EN 10025-2 για διατομές θερμής έλασης). : S235, S275, S355, S450, με αντίστοιχα όρια διαρροής f_y [N/mm²]. Η κυρίως χρησιμοποιούμενη ποιότητα είναι η S235.

1.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΕΡΟΝΤΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ

Στην παρούσα εργασία πραγματοποιείται η μελέτη ενός μεταλλικού υποστέγου μήκους 35m, πλάτους 24m και ύψους 11.50m, αποτελούμενου από 6 δίρριχτα πλαίσια ανοίγματος 24m, διατεταγμένα ανά 7m. Στα 2 τελευταία πλαίσια της κατασκευής, στη στάθμη +4.50m εδράζεται πατάρι το οποίο θα χρησιμοποιηθεί ως χώρος γραφείων. Στη στάθμη +9.00m εδράζεται γερανογέφυρα ωφέλιμου φορτίου 20t.

Τα πλαίσια αποτελούνται από υποστηλώματα HEB 600 και δοκούς IPE 600.

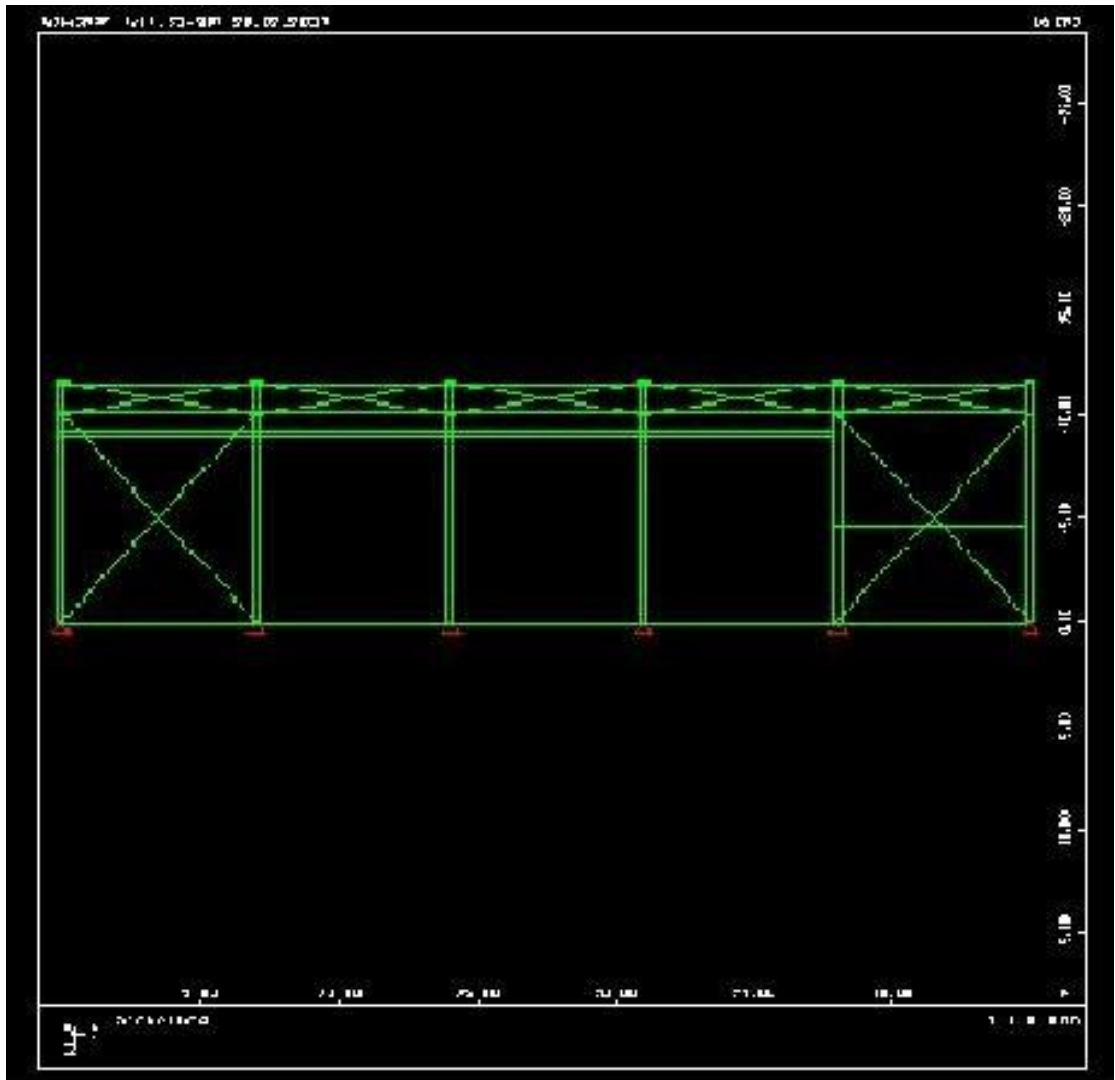
Η κύρια δοκός του παταριού είναι διατομής HEB500, ενώ η δευτερεύουσα δοκός (αμφιέριστη διαδοκίδα διατεταγμένη ανά 2 m) , IPE 200.

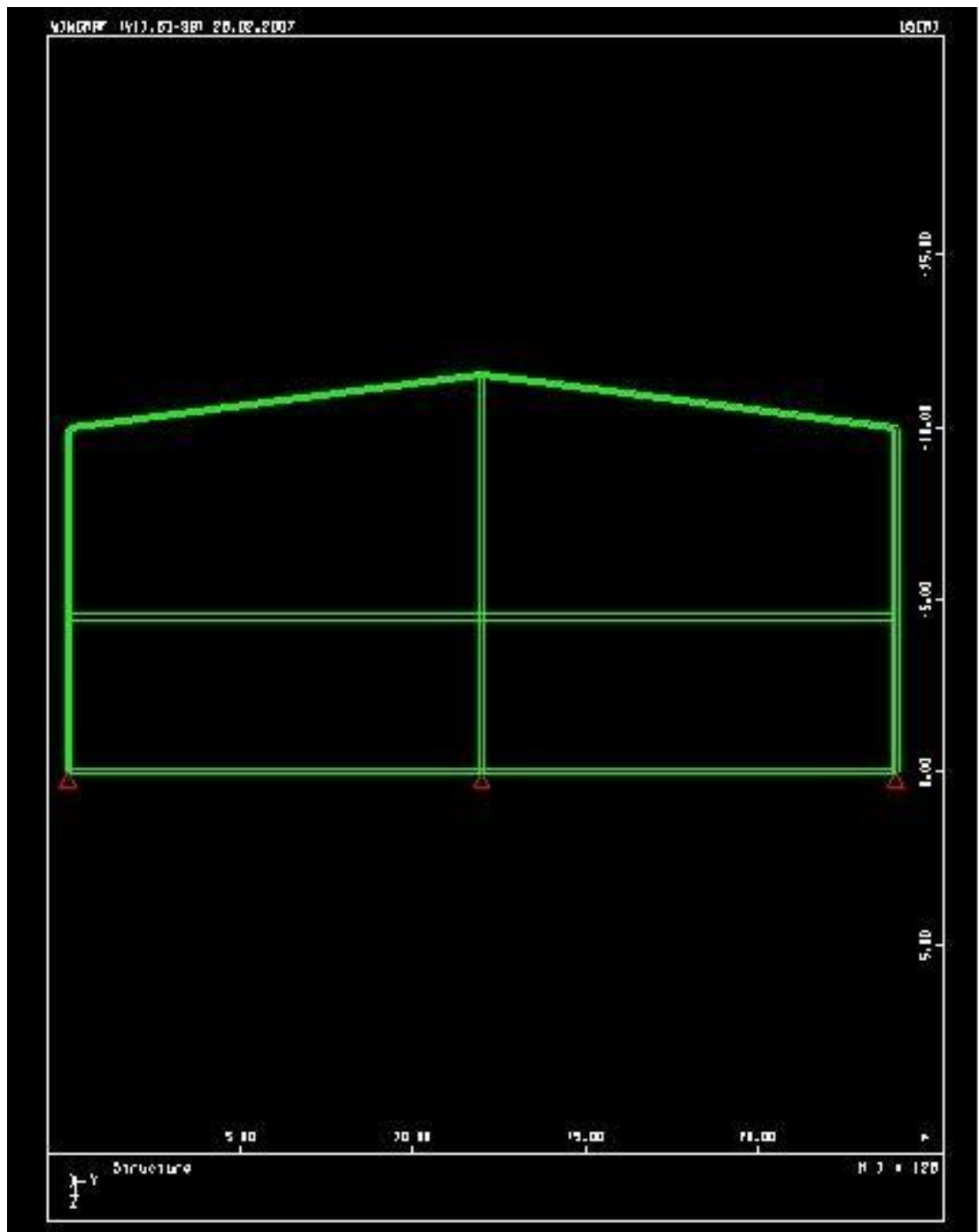
Η δοκός κύλισης της γερανογέφυρας (IPE400) εδράζεται σε βραχύ πρόβολο HEB 240 συνδεδεμένο με το υποστήλωμα μέσω ενισχυτικής λεπίδας.

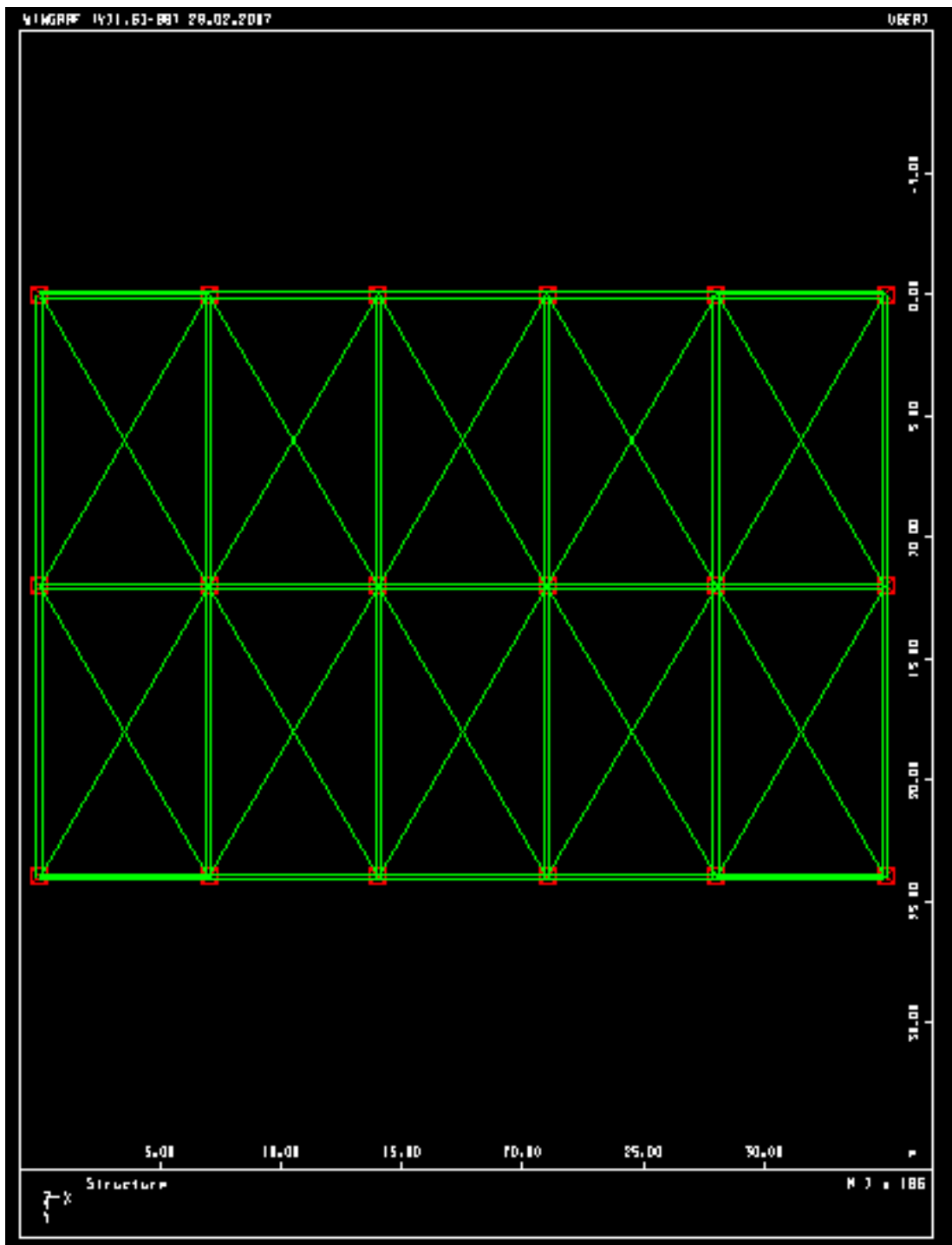
Τα πλαίσια συνδέονται μεταξύ τους μέσω κεφαλοδοκών διατομής HEB 200

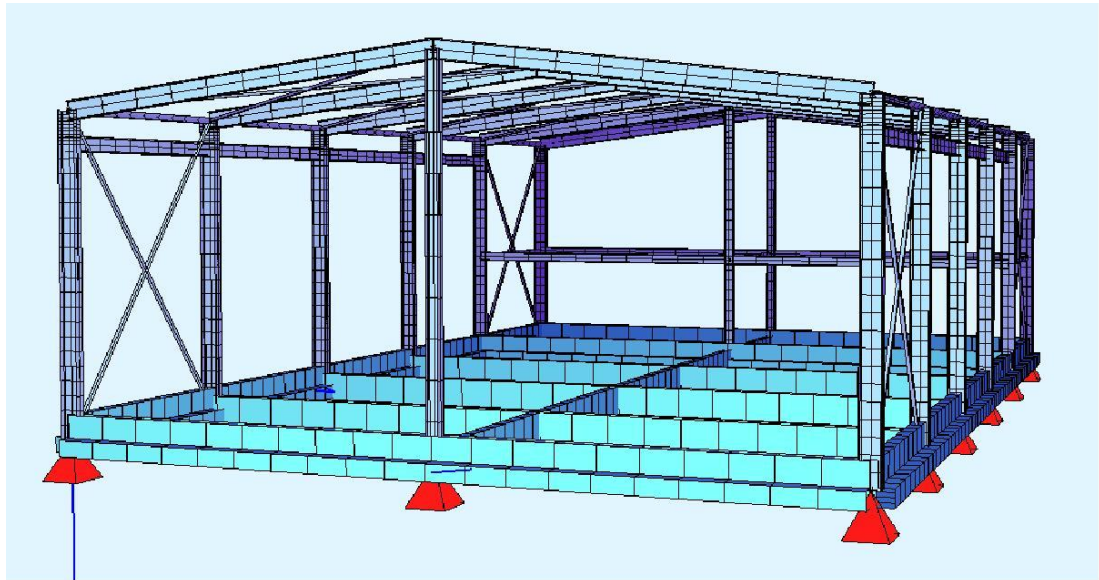
Για την εξασφάλιση της ακαμψίας της κατασκευής κατά το διαμήκη αξονά της τοποθετούνται μεταξύ των δύο πρώτων και δύο τελευταίων πλαισίων κάθετοι σύνδεσμοι δυσκαμψίας διατομής L100*100*8, ενώ για την εξασφάλιση της διαφραγματικής λειτουργίας της οροφής χιαστί σύνδεσμοι δυσκαμψίας διατομής L80*80*8.

Η κατασκευή εδράζεται επί πεδילוδοκών διατομής ανεστραμμένου τάλυ διαστάσεων 120/120/70/35 που συνδέονται με συνδετήριες δοκούς 35/50.









1.3 ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Για την ανωδομή προβλέπεται η χρήση δομικού χαλυβα ποιότητας S235 ($f_y=235\text{N/mm}^2$, $f_u=360\text{N/mm}^2$) ενώ για την θεμελίωση του έργου σκυρόδεμα ποιότητας C20/25 ($f_{ck}=20\text{MPa}$) και οπλισμός B 500 c ($f_{yd}=500\text{MPa}$).

1.4 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΚΑΙ ΠΟΡΕΙΑΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Για την ανάλυση της κατασκευής χρησιμοποιείται σε πρώτη φάση το λογισμικό SOFISTIK, με τη βοήθεια του οποίου γίνεται η στατική και δυναμική ανάλυση της κατασκευής, προσδιορίζονται τα εντατικά και παραμορφωσιακά μεγέθη για κάθε συνδυασμό φορτίσεων και τέλος δημιουργούνται οι περιβάλλουσες των εντατικών μεγεθών για κάθε μέλος του φορέα. Στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα INSTANT με τη βοήθεια του οποίου έγιναν οι έλεγχοι επάρκειας των μελών και η μελέτη των συνδέσεων.

Κατά την ανάλυση ενός φορέα με το SOFISTIK χρησιμοποιούνται υπορουτίνες του προγράμματος με διακριτές λειτουργίες η κάθε μια. Τα δεδομένα εισάγονται μέσω εντολών σε μορφή κειμένου, οπότε αφενός προσφέρεται η δυνατότητα πολύ καλής εποπτείας της λειτουργίας του προγράμματος από το χρήστη, αφετέρου απαιτείται ιδιέταιρη προσοχή στην εισαγωγή των δεδομένων.

Ειδικότερα οι υπορουτίνες που χρησιμοποιήθηκαν κατά την πορεία της ανάλυσης είναι κατά σειρά :

- Υπορουτίνα AQUA : Προσδιορισμός των υλικών κατασκευής (όπως αυτά περιγράφονται στην παράγραφο 1.3) και ορισμός των χρησιμοποιούμενων διατομών
- Υπορουτίνα GENF : Προσδιορισμός της γεωμετρίας του φορέα (όπως αυτός περιγράφεται στην παράγραφο 1.2) μέσω αρχικά της δημιουργίας ενός συστήματος κόμβων και στη συνέχεια της γένεσης στοιχείων μεταξύ των κόμβων επιλέγοντας διατομές που ορίστηκαν στην υπορουτίνα AQUA.
- Υπορουτίνα STAR 2 : εισαγωγή των φορτίων (δημιουργία των loadcases 1-8, κατά σειρά : μόνιμα (G), κινητά (P), άνεμος Y (Wy), άνεμος X (Wx), χιόνι (S), θέση γερανογέφυρας 1, θέση Γ/Φ 2, θέση Γ/Φ 3) και στατική επίλυση κάθε φόρτισης.
- Υπορουτίνα ASE : δημιουργία του loadcase 899 που συνδιάζει τα αποτελέσματα των φορτίσεων που θα ελεγχθούν στο σεισμικό συνδυασμό επί τους αντίστοιχους συντελεστές.
- Υπορουτίνα DYNA : μετατροπή των αποτελεσμάτων του loadcase 899 σε επικόμβιες μάζες και εύρεση ιδιομορφών. Εισαγωγή δεδομένων φάσματος σχεδιασμού κατά ΕΑΚ2003. Δυναμική ανάλυση της κατασκευής και προσδιορισμός σεισμικών δράσεων κατά x (Ex) και y (Ey).
- Υπορουτίνα MAXIMA : δημιουργία όλων των συνδυασμών φορτίσεων, εύρεση των τοπικών μεγίστων/ελαχίστων και εύρεση της περιβάλλουσας εντατικών μεγεθών για κάθε στοιχείο του φορέα.
- Υπορουτίνα AQB : εύρεση του απαραίτητου οπλισμού για τις διατομές από σκυρόδεμα.

Στη συνέχεια η πορεία που ακολουθήθηκε ήταν η εύρεση της δυσμενέστερης περιβάλλουσας ανά ομάδα στοιχείων (Υποστηλώματα, δοκοί πλαισίων, κεφαλοδοκοί, σύνδεσμοι ακαμψίας κλπ.) και η εισαγωγή της στο πρόγραμμα INSTANT ώστε να πραγματοποιηθούν οι έλεγχοι διατομών και μελών. Για τον έλεγχο των μελών σε καμπτικό και στρεπτοκαμπτικό λυγισμό προσδιορίστηκαν οι συνθήκες στήριξης και φόρτισης κατά EC3 και τα ισοδύναμα μήκη λυγισμού. Στο τελικό στάδιο της εκπόνησης της μελέτης σχεδιάστηκαν οι συνδέσεις των κόμβων με το INSTANT και ελέγχθηκε η επάρκειά τους για τα μέγιστα εντατικά μεγέθη που προέκυψαν απ' την ανάλυση με το SOFISTIK.

1.5 ΑΝΕΓΕΡΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Η ανέγερση αποτελεί, μετά τη μελέτη, τη βιομηχανική κατεργασία των τμημάτων και τη μεταφορά τους στο εργοτάξιο, την τελευταία φάση της κατασκευής. Η συναρμολόγηση της κατασκευής με επιτυχία προϋποθέτει την σύνταξη ακριβών κατασκευαστικών σχεδίων και την υλοποίησή τους με ακρίβεια χιλιοστού στο εργοστάσιο.

Για το υπόστεγο που μελετήθηκε στην παρούσα εργασία, οι συνδέσεις επιλέχθηκαν κοχλιωτές άντυγας, ώστε αφενός να μην πραγματοποιηθούν ηλεκτροσυγκολλήσεις στο εργοτάξιο, αφετέρου να μην απαιτείται η τήρηση ιδιέταιρων προδιαγραφών ως προς την κατεργασία των επιφανειών και την προένταση των κοχλιών. Έτσι ελαχιστοποιείται η πιθανότητα σφαλμάτων στο εργοτάξιο ενώ εξασφαλίζεται η ποιότητα των συγκολλήσεων που πραγματοποιούνται σε στεγασμένο βιομηχανικό χώρο χωρίς να εξαρτάται από καιρικές συνθήκες ή δυσμενείς θέσεις συγκόλλησης.

Τα μέλη του φορέα προκύπτουν από τη βιομηχανική επεξεργασία πρότυπων διατομών οι οποίες τεμαχίζονται στις προβλεπόμενες διαστάσεις με ακρίβεια χιλιοστού, ακολουθεί η διάνοιξη των οπών, και στη συνέχεια προετοιμάζονται οι λοξές τομές των προς συγκόλληση τεμαχίων. Οι συγκολλήσεις συνίσταται να πραγματοποιηθούν με αδρανές αέριο (Argon) ώστε να εξασφαλιστεί η βέλτιστη ποιότητα και ταχύτητα παραγωγής. Ακολουθεί ποιοτικός έλεγχος αυτών με δοκιμή υπερήχων (ΕΛΟΤ EN 1714/A1) και ακτινοσκόπηση. Τα τεμάχια πλέον βάφονται, πρώτα με αστάρι (συνίσταται ψευραργυριακή κονία για εξασφάλιση της καθοδικής προστασίας του χάλυβα έναντι διάβρωσης), ενδιάμεσες στρώσεις και τέλος διογκούμενων πυράντοχων βαφών που προστατεύουν τα μέλη σε περίπτωση έκθεσης σε πυρκαϊά.

Ως μέθοδος ανέγερσης επιλέγεται η συναρμολόγηση επί του εδάφους των πλαισίων (με κοχλίωση των μελών που το αποτελούν) και η ανύψωσή τους με γερανό (μέσω ενδιάμεσης βοηθητικής δοκού, ώστε να μην δημιουργούνται θλιπτικά φορτία στις δοκούς των πλαισίων) και τοποθέτησή τους στην τελική τους θέση. Η έναρξη της τοποθέτησης των πλαισίων προβλέπεται να γίνει απ' το ένα άκρο της κατασκευής και μετά την τοποθέτηση των δύο πρώτων πλαισίων είναι απαραίτητη η συναρμολόγηση των χιαστί συνδέσμων δυσκαμψίας (τόσο των κάθετων, όσο και της οροφής), ώστε να δημιουργείται αρχικά ένας ευσταθής και εξασφαλισμένος πυρήνας ανέγερσης του έργου. Στην πορεία κάθε πλαίσιο που τοποθετείται εξασφαλίζεται μέσω της κεφαλοδοκού, πριν την τοποθέτηση του επόμενου πλαισίου.

Ιδιέταιρη προσοχή, όπως είναι αυτονόητο, θα πρέπει να δοθεί στην ακριβή τοποθέτηση των αγκυρίων πριν τη σκυροδέτηση της θεμελίωσης. Η ακρίβεια της τοποθέτησης των αγκυρίων εντός των ξυλοτύπων προ της σκυροδέτησης πρέπει να τηρείται με τοπογραφικό όργανο, και να επαληθεύεται κατόπιν της σκυροδέτησης, πριν την έναρξη της ανέγερσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο

ΦΟΡΤΙΑ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

2.1 ΦΟΡΤΙΑ – ΓΕΝΙΚΑ

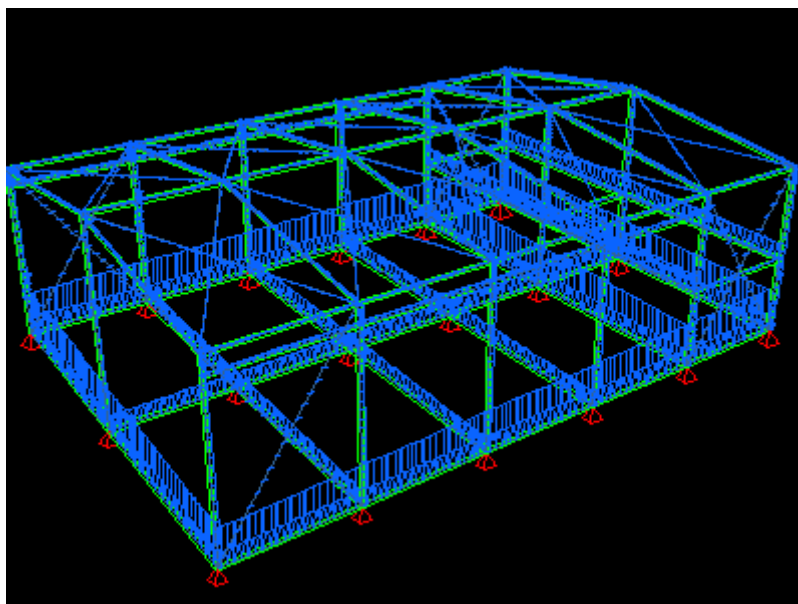
Η εκτίμηση των φορτίων και δυνάμεων που καταπονούν την κατασκευή δεν είναι πάντα δυνατή με ακρίβεια. Η κατανομή μιας φόρτισης καθορίζεται συνήθως με παραδοχές και προσεγγίσεις ακόμα κι αν η φόρτιση είναι γνωστή. Τα φορτία που δρουν στην κατασκευή διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:

- 1 Τα Μόνιμα Φορτία (Dead Loads)
- 2 Τα Κινητά Φορτία (Live Loads)
- 3 Τα Τυχηματικά Φορτία (Accidental Loads).

2.2 ΜΟΝΙΜΑ ΦΟΡΤΙΑ

Το Μόνιμο ή Νεκρό φορτίο το στατικό φορτίο σταθερής διεύθυνσης που ενεργεί συνεχώς επί της κατασκευής με κατεύθυνση το κέντρο της γης. Στα μόνιμα φορτία περιλαμβάνονται όλα τα κατακόρυφα φορτία που δρουν επί της κατασκευής καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής της (φέροντα στοιχεία, επικαλύψεις, μονώσεις, επιστρώσεις, ψευδοροφές, ηλεκτρικά και υδραυλικά δίκτυα, συστήματα ψύξης/θέρμανσης κλπ.).

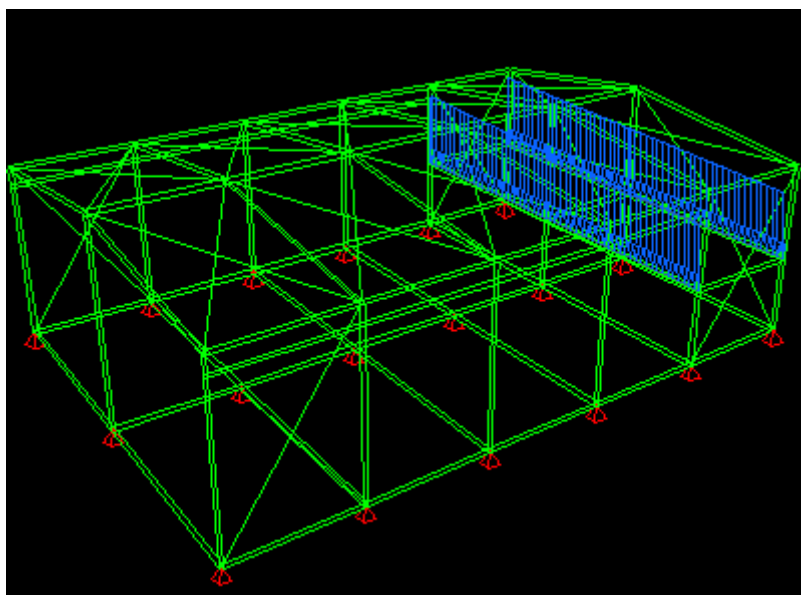
Στην ανάλυση εκτιμήθηκε μόνιμο φορτίο οροφής 0.2kN/m^2 και παταριού 2.5kN/m^2 .



Σχήμα 2.2.1 Μόνιμα φορτία κατασκευής (LC1).

2.3 ΚΙΝΗΤΑ ΦΟΡΤΙΑ

Τα Κινητά ή Μεταβλητά φορτία είναι φορτία βαρύτητας ή πλευρικά φορτία που δρουν, όταν η κατασκευή βρίσκεται πλέον σε λειτουργία, και μεταβάλλονται ως προς τη θέση και το μέγεθός τους. Αυτά μπορεί να έχουν μόνιμο ή και παροδικό χαρακτήρα. Στα κτίρια τα φορτία αυτά λαμβάνονται ως ομοιόμορφα κατανεμημένα. Στα κινητά φορτία βαρύτητας περιλαμβάνονται άτομα, έπιπλα, αποθηκευμένα αντικείμενα, οχήματα κ.λ.π. Στην ανάλυση εκτιμήθηκαν, βάση του σκοπού της λειτουργίας του κτιρίου κινητό φορτίο παταριού 5.0 kN/m² και φορτίο γερανογέφυρας 22.0 kN.



Σχήμα 2.3.1 Κινητό φορτίο παταριού (LC2).

2.4 ΦΟΡΤΙΟ ΧΙΟΝΙΟΥ

Τα φορτία χιονιού θεωρούνται στατικά και ανήκουν στην κατηγορία των μεταβλητών καθορισμένων δράσεων. Σε ακραίες τιμές χιονόπτωσης, οι οποίες δεν είναι δυνατόν να προβλεφθούν μέσω των συνηθών στατιστικών μεθόδων για τον προσδιορισμό της χαρακτηριστικής τιμής του φορτίου του χιονιού, οι ακραίες τιμές αυτές μπορεί να θεωρούνται ως τυχηματικές δράσεις. Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη μορφή του φορτίου του χιονιού είναι η μορφή της στέγης, τα θερμικά χαρακτηριστικά στέγης, η τραχύτητα της επιφάνειας της στέγης, το ποσό της θερμότητας που εκλύεται κάτω από τη στέγη, η απόσταση των γειτονικών κτιρίων, η μορφή του περιβάλλοντος χώρου, και οι τοπικές κλιματολογικές συνθήκες.

Το φορτίο χιονιού σε μια στέγη προσδιορίζεται από τις σχέσεις:

α) Καταστάσεις διαρκείας ή παροδικές:

$$s = \beta_i \times C_e \times C_t \times s_k$$

β) Για τυχηματικές καταστάσεις:

$$s = \beta_i \times C_e \times C_t \times s_{Ad}$$

Όπου:

β_i :είναι ο συντελεστής μορφής φορτίου χιονιού

s_k :είναι η χαρακτηριστική μορφή φορτίου χιονιού επί του εδάφους

C_e :είναι ο συντελεστής έκθεσης, ο οποίος για κανονικές συνθήκες λαμβάνεται ίσος με 1. Συνιστώμενες τιμές για άλλες συνθήκες είναι :

-Για έκθεση σε ισχυρούς ανέμους $C_e = 0,8$

-Για κατασκευές προστατευμένες (από κτίρια ή δένδρα) $C_e = 1,2$

C_t : είναι ο θερμικός συντελεστής, ο οποίος είναι συνήθως ίσος με 1 για κανονικές συνθήκες θερμικής μόνωσης της στέγης. Μπορεί να επιτρέπονται μικρότερες τιμές, προκειμένου να ληφθεί υπόψη η επιρροή της απώλειας θερμότητας μέσω της στέγης.

$s_{Ad} = C \times s_k$: είναι η τιμή σχεδιασμού του φορτίου του χιονιού επί του εδάφους (συντελεστής για εξαιρετικά φορτία χιονιού : $C = 2,0$)

Το φορτίο s θεωρείται ότι ενεργεί κατακόρυφα και αναφέρεται στην οριζόντια προβολή της στέγης. Η χαρακτηριστική τιμή s_k του φορτίου χιονιού επί του εδάφους σε KN/m^2 συναρτήσει της ζώνης και του αντίστοιχου υψομέτρου (A), για μια συγκεκριμένη τοποθεσία, δίνεται από τη σχέση:

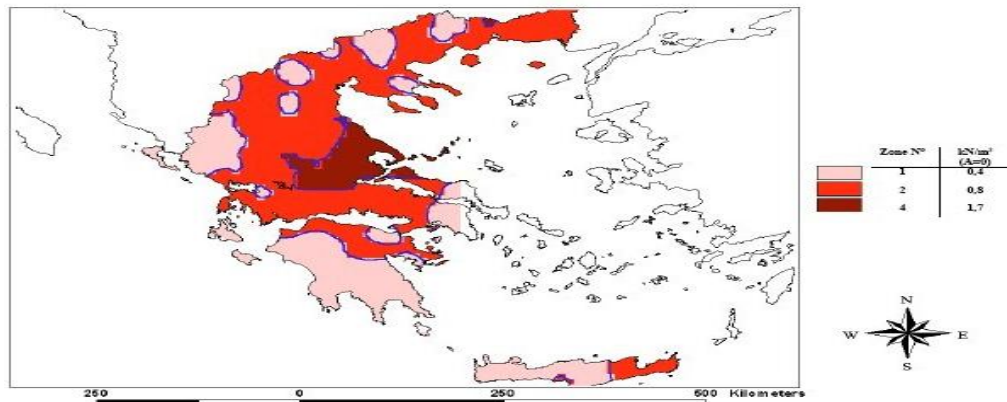
$$s_k = s_{k,0} \left(1 + \left(\frac{A}{917} \right)^2 \right)$$

Όπου:

$s_{k,0}$:είναι η χαρακτηριστική μορφή φορτίου χιονιού στη στάθμη της θάλασσας (δηλ. για $A=0$) σε KN/m^2

A :είναι το υψόμετρο της συγκεκριμένης τοποθεσίας από τη στάθμη της θάλασσας, σε m.

Για την Ελλάδα σύμφωνα με το Εθνικό Προσάρτημα , ορίζονται οι παρακάτω τρεις ζώνες χιονιού, με τις αντίστοιχες χαρακτηριστικές τιμές $s_{k,0}$ των φορτίων για έδαφος που βρίσκεται στη στάθμη της θάλασσας.



Ζώνη I : ($s_{k0} = 0 . 4 \text{ KN/m}^2$) : Νομοί Αρκαδίας, Ηλείας ,Λακωνίας,Μεσσηνίας και όλα τα νησιά πλην των Σποράδων και της Εύβοιας

Ζώνη II : ($s_{k0} = 0.8 \text{ KN/m}^2$) : Νομοί Μαγνησίας , Φθιώτιδας , Καρδίτσας, Τρικάλων, Λάρισας, Σποράδες και Εύβοια

Ζώνη III : ($s_{k0} = 1 . 7 \text{ KN/m}^2$) : Υπόλοιπη χώρα

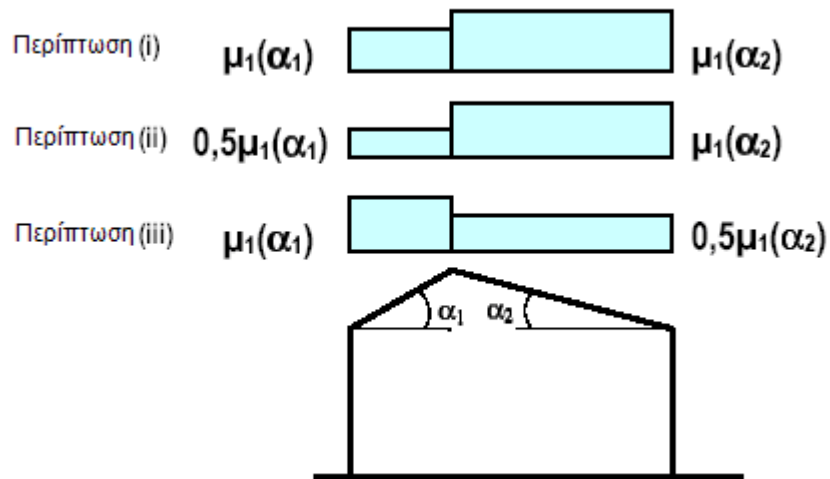
Ο συντελεστής μορφής δίνεται στον παρακάτω πίνακα για διάφορες τιμές της γωνίας α της στέγης όταν η ολίσθηση του χιονιού δε παρεμποδίζεται.

Κλίση στέγης	$0^\circ < \alpha < 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$60^\circ < \alpha$
Συντελεστής μορφής μ_1	0.8	$0.8(60-\alpha)/30$	0,0

Πίνακας 2.4.1: Χαρακτηριστικές τιμές του συντελεστή μορφής μ_1 ανάλογα με την κλίση της στέγης

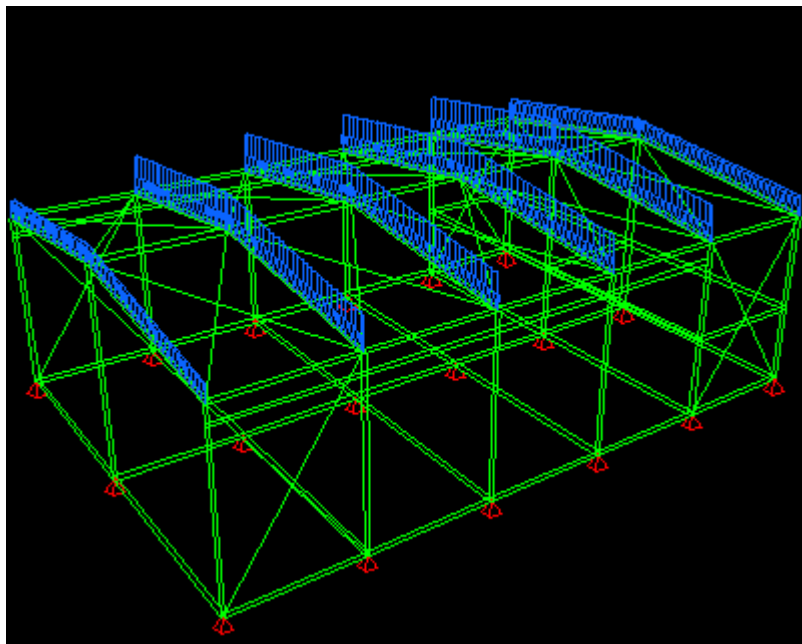
Οι τιμές του συντελεστή μορφής του φορτίου χιονιού, σε δικλινείς στέγες, δίνονται στον πίνακα 2.4.1 για διάφορες τιμές της γωνίας α της στέγης. Θεωρείται ως δεδομένο ότι το χιόνι δεν εμποδίζεται να ολισθήσει από την σκεπή. Αν η κατάντη παρειά της στέγης καταλήγει σε προπέτασμα, φράχτη ή άλλο εμπόδιο τότε ο συντελεστής σχήματος φορτίου χιονιού δεν θα πρέπει να

μειώνεται πέραν του 0,8. Επιπλέον, θα λαμβάνεται υπ' όψη κατά τους υπολογισμούς η δυσμενέστερη από τις ταξινομήσεις του φορτίου, περιπτώσεις i έως iv όπως φαίνονται στο σχήμα 2.4.2



Σχήμα 2.4.2 : Συντελεστής μορφής σε δικλινείς στέγες.

Για το υπόστεγο που μελετάται θεωρήθηκε υψόμετρο κατασκευής $A=300\text{m}$, που υπάγεται στη ζώνη II ($s_{k0} = 0.8 \text{ kN/m}^2$), $C_e = 1$, $C_t = 1$ και για κλίση στέγης $\alpha=7.125^\circ$, $\mu=0.8$. Οπότε προκύπτει $s=0.71\text{kN/m}^2$



Σχήμα 2.4.3 : Φορτίο χιονιού (LC5)

2.5 ΦΟΡΤΙΟ ΑΝΕΜΟΥ

A) Εξωτερική πίεση w_e

Η πίεση του ανέμου που δρά στις εξωτερικές επιφάνειες, w_e , θα λαμβάνεται από την παρακάτω εξίσωση :

$$w_e = q_p(z_e) * c_{pe}$$

Όπου :

$q_p(z_e)$ είναι η πίεση ταχύτητας αιχμής

z_e είναι το ύψος αναφοράς για την εξωτερική πίεση

c_{pe} είναι ο συντελεστής πίεσης για την εξωτερική πίεση

B) Εσωτερική πίεση

Η πίεση του ανέμου που δρά στις εσωτερικές επιφάνειες μιας κατασκευής, w_i , θα λαμβάνεται από την παρακάτω εξίσωση :

$$w_i = q_p(z_i) * c_{pi}$$

Όπου :

$q_p(z_i)$ είναι η πίεση ταχύτητας αιχμής

z_i είναι το ύψος αναφοράς για την εσωτερική πίεση

c_{pi} είναι ο συντελεστής πίεσης για την εσωτερική πίεση

Γ) Πίεση ταχύτητας αιχμής

Η πίεση ταχύτητας αιχμής $q_p(z)$ σε ύψος z , η οποία περιλαμβάνει μέσης και μικρής διάρκειας διακυμάνσεις ταχύτητας, θα πρέπει να προσδιορίζεται από τη σχέση :

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

Όπου :

ρ είναι η πυκνότητα του αέρα, που εξαρτάται από το υψόμετρο, τη θερμοκρασία και τη βαρομετρική πίεση που αναμένεται σε μία περιοχή κατά τη διάρκεια ανεμοθυελλών

$c_e(z)$ είναι ο συντελεστής έκθεσης που δίνεται από τη σχέση :

$$c_e(z) = \frac{q_p(z)}{q_b}$$

$$q_b = \frac{1}{2} * \rho * v_b^2$$

όπου

v_b είναι η βασική ταχύτητα του ανέμου που ορίζεται ως συνάρτηση της διεύθυνσης του ανέμου και της εποχής του έτους στα 10m πάνω από έδαφος κατηγορίας II, σύμφωνα με τη σχέση :

$$v_b = c_{dir} * c_{season} * v_{b,0}$$

Όπου :

$v_{b,0}$ είναι η θεμελιώδης τιμή της βασικής ταχύτητας του ανέμου, η οποία είναι η χαρακτηριστική 10 λεπτών μέση ταχύτητα του ανέμου, ανεξάρτητα από τη διεύθυνση του ανέμου και από την εποχή του έτους, στα 10m πάνω από το έδαφος, σε ανοικτή περιοχή με χαμηλή βλάστηση όπως γρασίδι και με μεμονωμένα εμπόδια σε απόσταση τουλάχιστον 20 φορές το ύψος των εμποδίων.

c_{dir} είναι ο συντελεστής διεύθυνσης (ίσος με 1.0)

c_{season} είναι ο εποχιακός συντελεστής (ίσος με 1.0)

Σύμφωνα με το εθνικό προσάρτημα η θεμελιώδης τιμή της βασικής ταχύτητας του ανέμου $v_{b,0}$ 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.

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 τη σχέση:

όπου: $v_m(z) = c_r(z)c_0(z)v_b$
 $c_r(z)$ είναι ο συντελεστής τραχύτητας
 $c_0(z)$ είναι ο συντελεστής τοπογραφικής διαμόρφωσης, που λαμβάνεται ως 1,0

Η ένταση του στροβιλισμού σε ύψος z ορίζεται από τις σχέσεις:

$$I_v(z) = \frac{k_1}{c_0 \ln(z/z_0)} \quad \text{για } z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$$

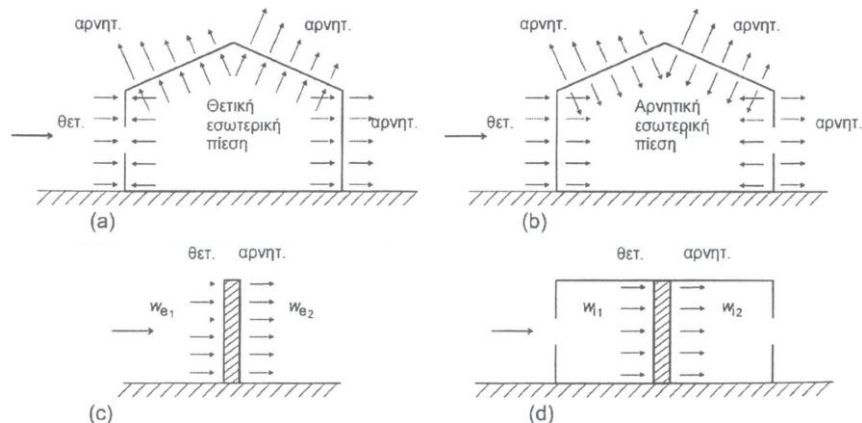
$$I_v(z) = I_v(z_{\min}) \quad \text{για } z \leq z_{\min}$$

όπου:

k_1 είναι ο συντελεστής στροβιλισμού (ίσος με 1,0)

z_0 είναι το μήκος τραχύτητας

Η τελική πίεση σε τοίχο, στέγη ή στοιχείο είναι η διαφορά μεταξύ των πιέσεων στις δύο επιφάνειες λαμβάνοντας υπόψη το πρόσημο τους. Πίεση, κατευθυνόμενη προς την επιφάνεια, λαμβάνεται ως θετική, και αναρρόφηση, απομακρυνόμενη από την επιφάνεια, λαμβάνεται ως αρνητική. Παραδείγματα δίνονται στο ακόλουθο σχήμα :



Σχήμα 2.5.1 Πίεση επί των επιφανειών

Τραχύτητα εδάφους

Ο συντελεστής τραχύτητας, $c_r(z)$, λαμβάνει υπόψη τη μεταβλητότητα της μέσης ταχύτητας ανέμου στη θέση της κατασκευής λόγω:

- του ύψους πάνω από το έδαφος
- της τραχύτητας του εδάφους της προσήνεμης περιοχής στη Κακολύρης Διονύσιος Επιβλέπων Ι.Ραυτογιάννης

θεωρούμενη διεύθυνση του ανέμου. Δίνεται από τις παρακάτω σχέσεις:

$$c_r(z) = k_r \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \quad \text{για } z_{\min} \leq z \leq z_{\max} = 200 \text{ m}$$

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

όπου:

$$k_r = 0.19 \left(\frac{z_0}{z_{0,II}} \right)^{0.07} \quad (\text{συντελεστής εδάφους})$$

όπου:

z_0 είναι το μήκος τραχύτητας σε m

$z_{0,II} = 0,05\text{m}$ (κατηγορία εδάφους II Πίνακας 1.2)

z_{\min} είναι το ελάχιστο ύψος που ορίζεται στον Πίνακα 1.2

z_{\max} πρέπει να λαμβάνεται 200m

z_{\min} , z_0 εξαρτώνται από την κατηγορία εδάφους. Προτεινόμενες τιμές δίνονται στον Πίνακα 1.2 για πέντε αντιπροσωπευτικές κατηγορίες εδάφους.

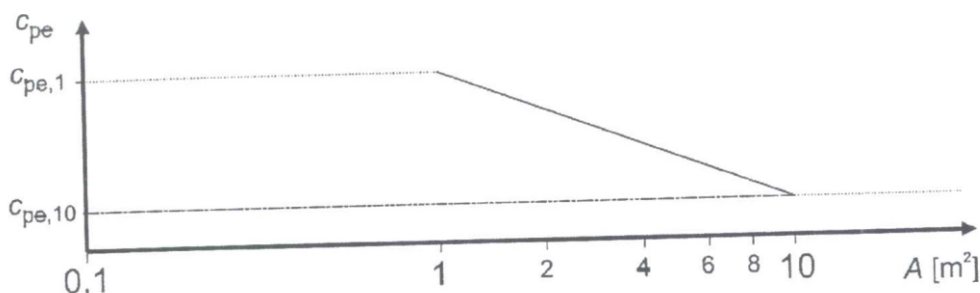
Κατηγορία εδάφους	z_0 m	z_{\min} m
0 Θάλασσα ή παράκτια περιοχή εκτεθειμένη σε ανοικτή θάλασσα	0,003	1
I Λίμνες ή επίπεδες και οριζόντιες περιοχές με αμελητέα βλάστηση και χωρίς εμπόδια	0,01	1
II Περιοχή με χαμηλή βλάστηση όπως γρασίδι και μεμονωμένα εμπόδια (δέντρα, κτίρια) με απόσταση τουλάχιστον 20 φορές το ύψος των εμποδίων	0,05	2
III Περιοχή με κανονική κάλυψη βλάστησης ή με κτίρια ή με μεμονωμένα εμπόδια με μέγιστη απόσταση το πολύ 20 φορές το ύψος των εμποδίων (όπως χωριά, προάστια, μόνιμα δάση)	0,3	5
IV Περιοχή όπου τουλάχιστον το 15% της επιφάνειας καλύπτεται με κτίρια των οποίων το μέσο ύψος ξεπερνά τα 15m.	1,0	10
Οι κατηγορίες εδάφους εικονογραφούνται στο Παράρτημα Α.1.		

Πίνακας 2.5.1 Κατηγορίες εδάφους

Συντελεστές πίεσης για κτίρια

Οι συντελεστές εξωτερικής πίεσης c_{pe} για κτίρια και τμήματα κτιρίων εξαρτώνται από το μέγεθος της φορτιζόμενης επιφάνειας A, η οποία είναι η επιφάνεια της κατασκευής που δημιουργεί τη δράση του ανέμου στο υπολογιζόμενο τμήμα. Οι συντελεστές εξωτερικής πίεσης δίνονται για φορτιζόμενες επιφάνειες A του 1 m^2 και 10 m^2 στους Πίνακες, ανάλογα με τη Κακολύρης Διονύσιος Επιβλέπων Ι.Ραυτογιάννης

διαμόρφωση του κτιρίου, ως $c_{pe,1}$ για τους τοπικούς συντελεστές, και $c_{pe,10}$ για τους καθολικούς συντελεστές, αντίστοιχα.

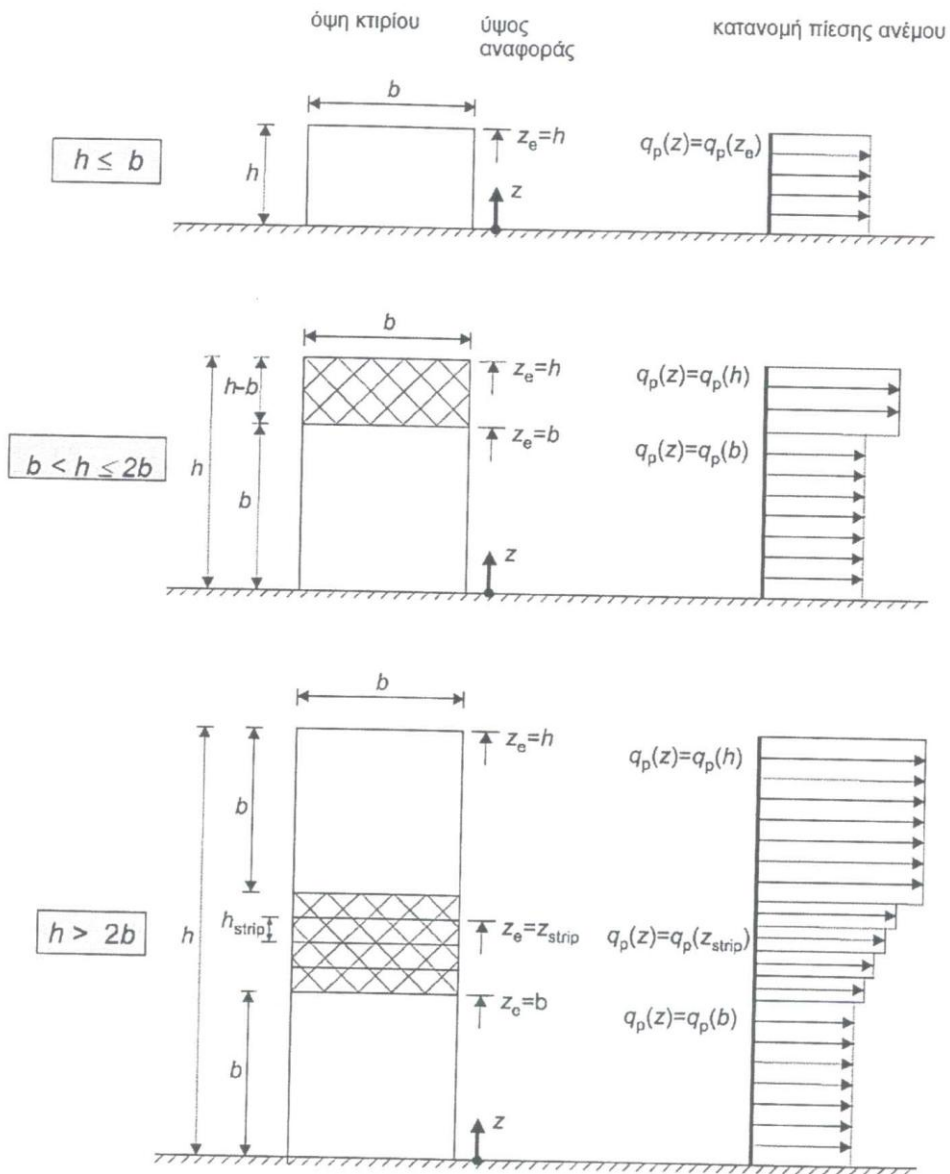


Σχήμα 2.5.2: Μεταβολή του συντελεστή εξωτερικής πίεσης σε κτίρια συναρτήσει της επιφάνειας A .

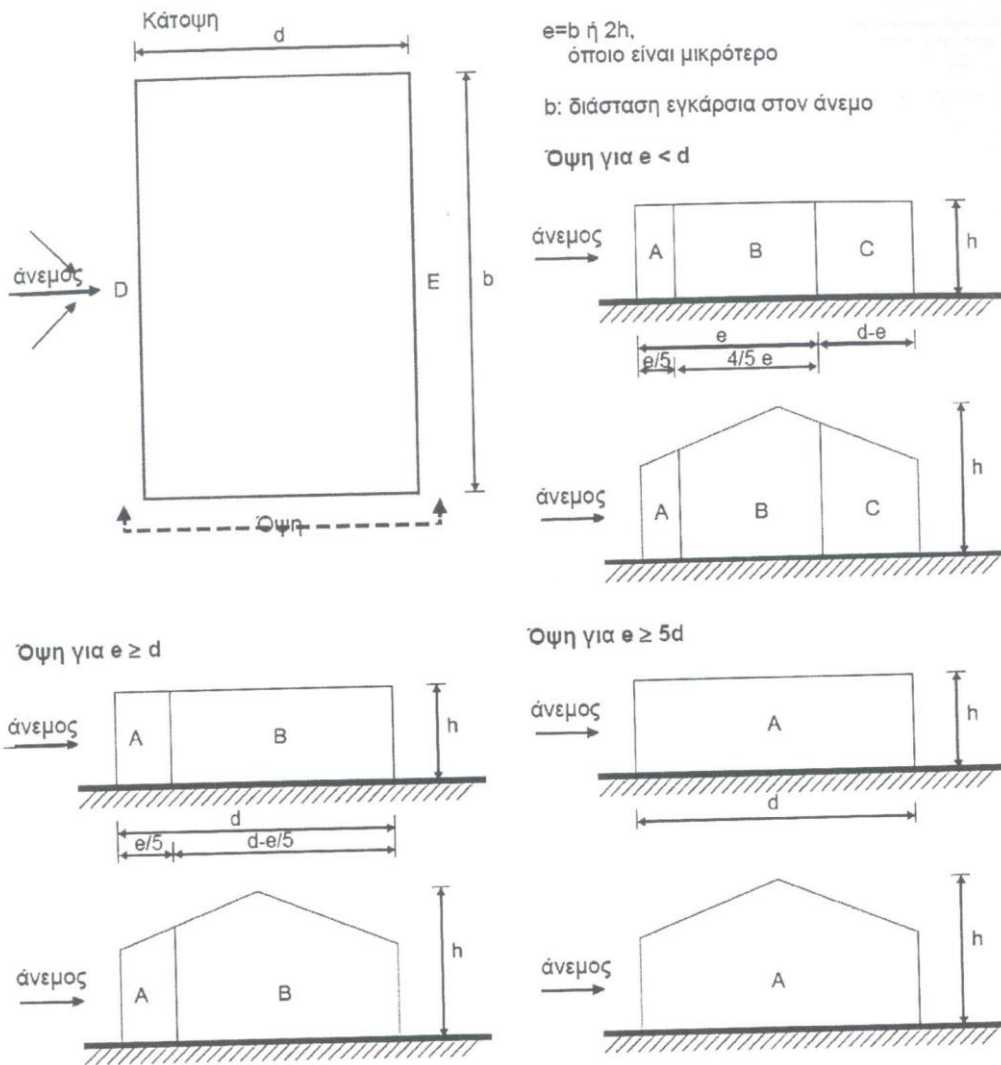
Κατακόρυφοι τοίχοι κτιρίων ορθογωνικής κάτοψης

Τα ύψη αναφοράς, z_e , για τους προσήνεμους τοίχους κτιρίων ορθογωνικής κάτοψης εξαρτώνται από το λόγο h/b και είναι πάντα τα ανώτερα ύψη των διαφόρων τμημάτων των τοίχων. Δίνονται στο Σχήμα 2.5.3 για τις ακόλουθες τρεις περιπτώσεις:

- Κτίριο, του οποίου το ύψος h είναι μικρότερο από b θα πρέπει να λαμβάνεται ως ένα τμήμα.
- Κτίριο, του οποίου το ύψος h είναι μεγαλύτερο από b , αλλά μικρότερο από $2b$, μπορεί να λαμβάνεται ως αποτελούμενο από δύο τμήματα: ένα κατώτερο τμήμα εκτεινόμενο από το έδαφος προς τα άνω ύψους ίσου με b και ένα ανώτερο τμήμα αποτελούμενο από το υπόλοιπο.
- Κτίριο, του οποίου το ύψος h είναι μεγαλύτερο από $2b$ μπορεί να λαμβάνεται ως αποτελούμενο από πολλά τμήματα: ένα κατώτερο τμήμα εκτεινόμενο από το έδαφος προς τα άνω ύψους ίσου με b , ένα ανώτερο τμήμα εκτεινόμενο από την κορυφή και προς τα κάτω ύψους ίσου με b , και μια μεσαία περιοχή, μεταξύ του ανώτερου και κατώτερου τμήματος, η οποία μπορεί να διαιρεθεί σε οριζόντιες λωρίδες με ύψος h_{strip} όπως φαίνεται στο σχήμα 2.5.3



Σχήμα 2.5.3 : Ύψος αναφοράς z_e συνάρτησι των h και b και κατανομή πιέσεων



Σχήμα 2.5.4: Συμβολισμοί για κατακόρυφους τοίχους

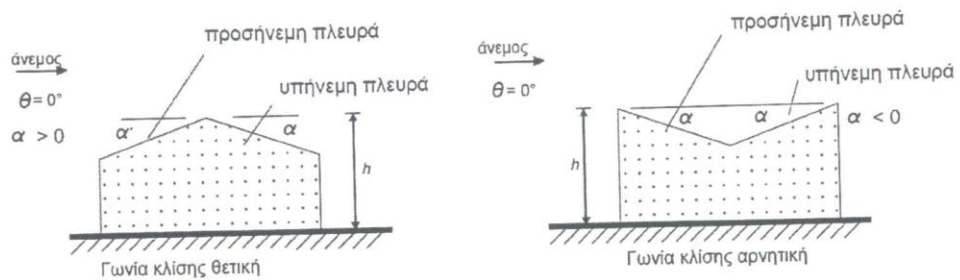
Ζώνη	A		B		C		D		E	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,7	
1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,5	
$\leq 0,25$	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,7	+1,0	-0,3	

Πίνακας 2.5.2: Συντελεστές εξωτερικής πίεσης για κατακόρυφους τοίχους ορθογωνικών κτιρίων

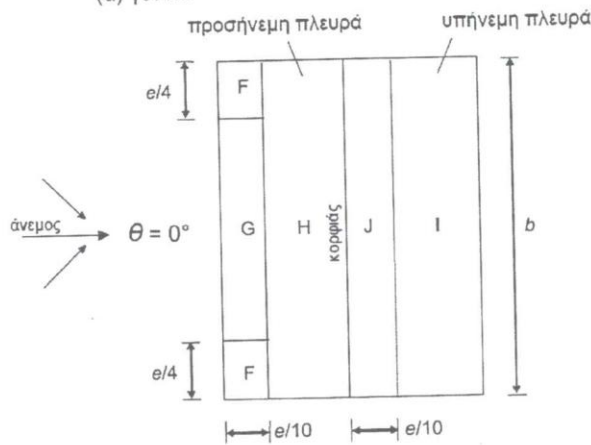
Δικλινείς στέγες

Η στέγη, συμπεριλαμβανομένων και των προεξοχόντων τμημάτων, θα διαιρείται σε ζώνες όπως φαίνεται στο σχήμα 2.5.5 Το ύψος αναφοράς z_e θα λαμβάνεται ίσο με h .

Οι συντελεστές πίεσης για κάθε ζώνη, που πρέπει να χρησιμοποιηθούν, δίνονται στον Πίνακα 2.5.3



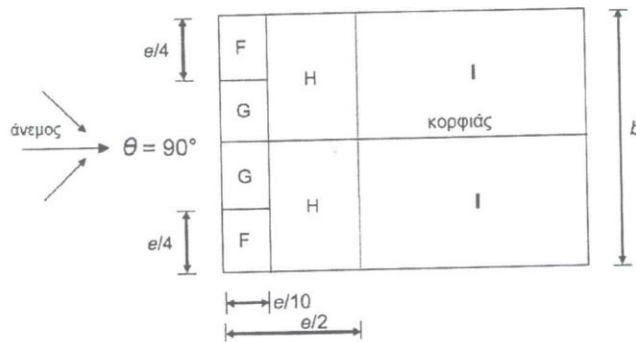
(α) γενικά



(β) διεύθυνση ανέμου $\theta = 0^\circ$

$e = b$ ή $2h$
όποιο είναι μικρότερο

b : διάσταση εγκάρσια στον άνεμο



(γ) διεύθυνση ανέμου $\theta = 90^\circ$

Σχήμα 2.5.5 Ζώνες για δικλινείς στέγες

Πίνακας 2.5.3: Συντελεστές εξωτερικής πίεσης για δίκλινες στέγες

Γωνία Κλίσης α	Ζώνη για διεύθυνση ανέμου $\Theta = 0^\circ$									
	F		G		H		I		J	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
-45°	-0,6		-0,6		-0,8		-0,7		-1,0	-1,5
-30°	-1,1	-2,0	-0,8	-1,5	-0,8		-0,6		-0,8	-1,4
-15°	-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5		-0,7	-1,2
-5°	-2,3	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	+0,2		+0,2	
							-0,6		-0,6	
5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-0,6		+0,2	
	+0,0		+0,0		+0,0				-0,6	
15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-0,4		-1,0	-1,5
	+0,2		+0,2		+0,2		+0,0		+0,0	+0,0
30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		-0,4		-0,5	
	+0,7		+0,7		+0,4		+0,0		+0,0	
45°	-0,0		-0,0		-0,0		-0,2		-0,3	
	+0,7		+0,7		+0,6		+0,0		+0,0	
60°	+0,7		+0,7		+0,7		-0,2		-0,3	
75°	+0,8		+0,8		+0,8		-0,2		-0,3	

ΣΗΜΕΙΩΣΗ 1 Για $\theta = 0^\circ$ η πίεση μεταβάλλεται γρήγορα από θετικές σε αρνητικές τιμές στην προσήνεμη πλευρά γύρω από γωνία κλίσης $\alpha = -5^\circ$ έως $+45^\circ$, έτσι δίνονται τόσο οι θετικές όσο και οι αρνητικές τιμές. Για τις στέγες αυτές, τέσσερις περιπτώσεις θα πρέπει να θεωρούνται όπου οι μεγαλύτερες ή οι μικρότερες τιμές όλων των επιφανειών F, G και H συνδυάζονται με τις μεγαλύτερες ή τις μικρότερες τιμές των επιφανειών I και J. Δεν επιτρέπεται ανάμιξη θετικών και αρνητικών τιμών στην ίδια πλευρά.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ 2 Γραμμική παρεμβολή για ενδιάμεσες γωνίες κλίσης του ίδιου πρόσημου μπορεί να χρησιμοποιείται μεταξύ τιμών του ίδιου πρόσημου. (Όχι παρεμβολή μεταξύ $\alpha = +5^\circ$ και $\alpha = -5^\circ$, αλλά χρήση των δεδομένων για επίπεδες στέγες στην 7.2.3). Οι τιμές ίσες με 0,0 δίνονται για σκοπούς παρεμβολής

Στην παρούσα εργασία τόσο οι κατακόρυφοι τοίχοι όσο και η δίκλινη στέγη χωρίστηκαν σε ζώνες και στη συνέχεια το φορτίο του ανέμου ομοιομορφοποιήθηκε. Στην ανάλυση θεωρήθηκε φορτίο ανέμου στη στέγη ίσο με 0.5 kN/m^2 για άνεμο διεύθυνσης Y, ενώ για άνεμο διεύθυνσης X 1.438 kN/m^2 , 0.563 kN/m^2 , 0.438 kN/m^2 για τις διαφορετικές ζώνες της στέγης. Κατά τη διεύθυνση X το φορτίο του ανέμου θεωρήθηκε ίσο με 1.0 kN/m^2 και 0.625 kN/m^2 στην προσήνεμη και στην υπήνεμη πλευρά αντίστοιχα. Κατά τη διεύθυνση Y το φορτίο του ανέμου θεωρήθηκε ίσο με 1.0 kN/m^2 . Κατά τις εγκάρσιες διευθύνσεις και στις δύο περιπτώσεις οι πλευρές χωρίστηκαν στις προβλεπόμενες ζώνες και η ανεμοπίεση υπολογίστηκε με τις αντίστοιχες τιμές.

2.6 ΣΕΙΣΜΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ

Ως σεισμικές δράσεις σχεδιασμού θεωρούνται οι λόγω σεισμού ταλαντωτικές κινήσεις του εδάφους, για τις οποίες απαιτείται να γίνεται ο σχεδιασμός των έργων. Οι κινήσεις αυτές ονομάζονται σεισμικές διεγέρσεις ή σεισμικές δονήσεις του εδάφους. Η ένταση των σεισμικών διεγέρσεων σχεδιασμού καθορίζεται συμβατικά με μία μόνη παράμετρο, την επιτάχυνση σχεδιασμού A , ανάλογα με τη ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας της χώρας στην οποία βρίσκεται το έργο. Η εδαφική επιτάχυνση A κλιμακώνεται περαιτέρω μέσα στην ίδια ζώνη (τιμές $A \gamma_1$), ανάλογα με την κατηγορία σπουδαιότητας των έργων. Οι σεισμικές διεγέρσεις σχεδιασμού ορίζονται στην ελεύθερη επιφάνεια του εδάφους και η σεισμική κίνηση τυχόντος σημείου του εδάφους στο χώρο καθορίζεται με τη βοήθεια των δύο οριζόντιων και κάθετων μεταξύ τους συνιστωσών της (σεισμός κατά X και Y αντίστοιχα, με τυχόντα προσανατολισμό) και της κατακόρυφης συνιστώσας (σεισμός κατά Z). Οι τρεις αυτές συνιστώσες θεωρούνται στατιστικά ανεξάρτητες.

Οι σεισμικές διεγέρσεις καθορίζονται με τη βοήθεια φασμάτων απόκρισης (σε όρους επιτάχυνσης) ενός μονοβάθμιου ταλαντωτή. Τα φάσματα σχεδιασμού περιλαμβάνουν τα παρακάτω δύο μέρη, τα οποία συνδέονται αναπόσπαστα και από κοινού αποτελούν την απαίτηση του κανονισμού:

α) Το σχήμα του φάσματος, που καθορίζεται από την τιμή της μέγιστης ενίσχυσης β_0 και τις περιόδους T_1 και T_2 .

β) Την ένταση των σεισμικών διεγέρσεων, η οποία εκτός από την ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας (συντελεστής a), επηρεάζεται και από τις ελαστοπλαστικές και αποσβεστικές ιδιότητες της ίδιας της κατασκευής.

Για την ισοδύναμη γραμμική ανάλυση των κατασκευών στην μετελαστική περιοχή συμπεριφοράς της κατασκευής χρησιμοποιούνται τα φάσματα σχεδιασμού των οριζόντιων συνιστωσών επιτάχυνσης του σεισμού του ΕΑΚ 2000 τα οποία προκύπτουν από τις ακόλουθες εξισώσεις:

Περιοχή περιόδων Εξίσωση

$$0 \leq T \leq T_1 \quad \Phi_d(T) = \gamma_1 A \left[1 + \frac{T}{T_1} \left(\frac{\eta \theta \beta_0}{q} - 1 \right) \right]$$

$$T_1 \leq T \leq T_2 \quad \Phi_d(T) = \gamma_1 A \frac{\eta \theta \beta_0}{q}$$

$$T_2 < T \quad \Phi_d(T) = \gamma_1 A \frac{\eta \theta \beta_0}{q} \left(\frac{T_2}{T} \right)^{2/3}$$

όπου :

$A = ag$ μέγιστη σεισμική επιτάχυνση του εδάφους

a συντελεστής επιτάχυνσης

g επιτάχυνση της βαρύτητας

γ_1 συντελεστής σπουδαιότητας κτηρίου

q συντελεστής συμπεριφοράς της κατασκευής

T_1, T_2 χαρακτηριστικές περιόδους του φάσματος

$\beta_0 = 2.5$ συντελεστής φασματικής ενίσχυσης

$\eta = \sqrt{\frac{7}{2 + \zeta}}$ διορθωτικός συντελεστής για ποσοστό απόσβεσης $\zeta \neq 5\%$

Κατηγορία Εδάφους

Το σχήμα του φάσματος καθορίζεται από τον συντελεστή φασματικής ενίσχυσης και από τις χαρακτηριστικές περιόδους οι οποίες καθορίζονται από την κατηγορία του εδάφους στο οποίο βρίσκεται η κατασκευή σύμφωνα με τους Πίνακες 2.6.1 και 2.6.2

Πίνακας 2.6.1 : Τιμές χαρακτηριστικών περιόδων T1 και T2

Κατηγορία εδάφους	A	B	Γ	Δ
T ₁	0.10	0.15	0.20	0.20
T ₂	0.40	0.60	0.80	1.20

Πίνακας 2.6.2: Κατηγορίες Εδάφους

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
A	<p>Βραχώδεις ή ημιβραχώδεις σχηματισμοί εκτεινόμενοι σε αρκετή έκταση και βάθος, με τη προϋπόθεση ότι δεν παρουσιάζουν έντονη αποσάθρωση</p> <p>Στρώσεις πυκνού κοκκώδους υλικού με μικρό ποσοστό ιλυοαργιλικών προσμίξεων, πάχους μικρότερου των 70μ.</p> <p>Στρώσεις πολύ σκληρής προσυμπιεσμένης αργίλου πάχους μικρότερου των 70μ.</p>
B	<p>Εντόνως αποσαθρωμένα βραχώδη ή εδάφη που από μηχανική άποψη μπορούν να εξομοιωθούν με κοκκώδη.</p> <p>Στρώσεις κοκκώδους υλικού μέσης πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 5μ. ή μεγάλης πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 70μ.</p> <p>Στρώσεις σκληρής προσυμπιεσμένης αργίλου πάχους μεγαλύτερου των 70μ.</p>
Γ	<p>Στρώσεις κοκκώδους υλικού μικρής σχετικής πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 5μ. ή μέσης πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 70μ.</p> <p>Ιλυοαργιλικά εδάφη μικρής αντοχής σε πάχος μεγαλύτερο των 5μ.</p>
Δ	<p>Έδαφος με μαλακές αργίλους υψηλού δείκτη πλασιμότητας ($I_p > 50$) συνολικού πάχους μεγαλύτερου των 10μ.</p>
X	<p>Χαλαρά λεπτόκοκκα αμμοίλιωδη εδάφη υπό τον υδάτινο ορίζοντα, που ενδέχεται να ρευστοποιηθούν (εκτός αν ειδική μελέτη αποκλείσει τέτοιο κίνδυνο, ή γίνει βελτίωση των μηχανικών τους ιδιοτήτων)</p> <p>Εδάφη που βρίσκονται δίπλα σε εμφανή τεκτονικά ρήγματα. (Βλπ. και παρ. 5.1[3]).</p> <p>Απότομες κλιτείς καλυπτόμενες με προϊόντα χαλαρών πλευρικών κορημάτων.</p> <p>Χαλαρά κοκκώδη ή μαλακά ιλυοαργιλικά εδάφη, εφόσον έχει αποδειχθεί ότι είναι επικίνδυνα από άποψη δυναμικής συμπτκνώσεως ή απώλειας αντοχής.</p> <p>Πρόσφατες χαλαρές επιχωματώσεις (μπάζα). Οργανικά εδάφη.</p> <p>Εδάφη κατηγορίας Γ με επικινδύνως μεγάλη κλίση.</p>

Η κατασκευή θεμελιώνεται σε έδαφος κατηγορίας Β και επομένως οι αντίστοιχες τιμές των χαρακτηριστικών περιόδων θα είναι: $T_1=0,15\text{sec}$ και $T_2=0,60\text{sec}$.

Σεισμική επιτάχυνση του εδάφους

Η μέγιστη σεισμική επιτάχυνση του εδάφους καθορίζεται ανάλογα με τη ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας στην οποία βρίσκεται το έργο. Σύμφωνα με τον ΕΑΚ 2000 η Ελλάδα χωρίζεται σε τρεις Ζώνες Σεισμικής Επικινδυνότητας (I,II,III) τα όρια των οποίων καθορίζονται από τον χάρτη σεισμικής επικινδυνότητας. Σε κάθε ζώνη αντιστοιχεί μια τιμή σεισμικής επιτάχυνσης όπως φαίνεται στον Πίνακα 2.6.3, η οποία έχει πιθανότητα υπέρβασης 10% στα 50 χρόνια ή αλλιώς περίοδο επαναφοράς 475 έτη.

Πίνακας 2.6.3: Σεισμική επιτάχυνση εδάφους

Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας	I	II	III
α	0.16	0.24	0.36

Η κατασκευή βρίσκεται σε ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας I άρα

$$A=0,16g$$

Συντελεστής σπουδαιότητας

Περαιτέρω κλιμάκωση της εδαφικής επιτάχυνσης εντός της ζώνης σεισμικής επικινδυνότητας εισάγεται ανάλογα με τον συντελεστή 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 μία τιμή του συντελεστής σπουδαιότητας γ_v σύμφωνα με τον Πίνακα 2.6.4.

Πίνακας 2.6.4: Συντελεστής Σπουδαιότητας

Κατηγορία Σπουδαιότητας		γ_i
Σ1	Κτίρια μικρής σπουδαιότητας ως προς την ασφάλεια του κοινού, π.χ. αγροτικά οικήματα, υπόστεγα, στάβλοι κλπ.	0.85
Σ2	Συνήθη κτίρια κατοικιών και γραφείων, βιομηχανικά κτίρια, ξενοδοχεία κλπ.	1.00
Σ3	Εκπαιδευτικά κτίρια, κτίρια δημόσιων συναθροίσεων, αίθουσες αεροδρομίων και γενικώς κτίρια στα οποία ευρίσκονται πολλοί άνθρωποι κατά μεγάλο μέρος του 24ώρου. Κτίρια τα οποία στεγάζουν εγκαταστάσεις πολύ μεγάλης οικονομικής σημασίας (π.χ. κτίρια που στεγάζουν υπολογιστικά κέντρα, ειδικές βιομηχανίες) κλπ.	1.15
Σ4	Κτίρια των οποίων η λειτουργία, τόσο κατά την διάρκεια του σεισμού, όσο και μετά τους σεισμούς, είναι ζωτικής σημασίας, όπως κτίρια τηλεπικοινωνίας, παραγωγής ενέργειας, νασοκομεία, πυροσβεστικοί σταθμοί, κτίρια δημόσιων επιτελικών υπηρεσιών. Κτίρια που στεγάζουν έργα μοναδικής καλλιτεχνικής αξίας (π.χ. μουσεία κλπ.).	1.30

Η κατασκευή αποτελεί βιομηχανικό κτίριο άρα ανήκει σε κατηγορία σπουδαιότητας Σ2 με συντελεστή σπουδαιότητας ίσο με 1,00.

Συντελεστής συμπεριφοράς

Εισάγει τη μείωση των σεισμικών επιταχύνσεων της πραγματικής κατασκευής λόγω μεταπλαστικής συμπεριφοράς σε σχέση με τις επιταχύνσεις που προκύπτουν υπολογιστικά σε ελαστικό σύστημα, εκφράζει δε γενικά την ικανότητα της κατασκευής να απορροφά και να διαχέει ενέργεια μέσω της πλάσιμης συμπεριφοράς ορισμένων μελών της, χωρίς να μειώνεται δραστικά η αντοχή της. Ο συντελεστής συμπεριφοράς εξαρτάται από τη διαθέσιμη πλαστικότητα, την υπερστατικότητα, την υστερητική απόσβεση και άλλους παράγοντες. Η τιμή του α ορίζεται για όλο το κτίριο. Στον Πίνακα 2.6.5 φαίνονται οι μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή συμπεριφοράς ανάλογα με το δομικό σύστημα σύμφωνα με τον ΕΑΚ 2000.

Πίνακας 2.6.5: Μέγιστες τιμές του συντελεστή συμπεριφοράς

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

Για την επιλογή του συντελεστή συμπεριφοράς δεν χρησιμοποιήθηκαν οι μέγιστοι προβλεπόμενοι από τον κανονισμό συντελεστές ($q=3$ για χιαστί συνδέσμους, $q=4$ για πλαίσια) που εφαρμόζονται για θεώρηση πλάσιμης συμπεριφοράς. Επίσης αποφεύχθηκε η θεώρηση ελαστικής συμπεριφοράς ($q=1$) όπου αναμένονταν μεγάλα μεγέθη σχεδιασμού. Σύμφωνα με τον ΕΑΚ2000, §4.1.4[5], σε δομήματα από οπλισμένο ή προεντεταμένο σκυρόδεμα, χάλυβα ή τοιχοποιία, οι έλεγχοι για την εξασφάλιση αξιόπιστου ελαστοπλαστικού μηχανισμού και οι έλεγχοι του ικανοτικού σχεδιασμού δεν απαιτούνται όταν χρησιμοποιείται συντελεστής συμπεριφοράς q που δεν υπερβαίνει την μικρότερη από τις τιμές 1,5 ή $q/2$ πάντως όχι μικρότερη από 1,0. Για τους παραπάνω λόγους επιλέξαμε $q=1,5$.

Διορθωτικός συντελεστής η

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

$$\eta = \sqrt{\frac{7}{2 + \zeta}}$$

Οι τιμές της κρίσιμης απόσβεσης εξαρτώνται από το είδος της κατασκευής όπως φαίνεται και στον Πίνακα 2.6.6

Πίνακας 2.6.6: Συντελεστής απόσβεσης

Είδος Κατασκευής		$\zeta\%$
Μεταλλική:	με συγκολλήσεις	2
	με κοχλιώσεις	4
Σκυρόδεμα:	άοπλο	3
	οπλισμένο	5
	προεντεταμένο	4
Τοιχοποιία:	οπλισμένη	6
	διαζωματική	5
Ξύλινη:	κολλητή	4
	κοχλιωτή	4
	ηλωτή	5

Η κατασκευή που μελετάται είναι μεταλλική με κοχλιώσεις άρα ο συντελεστής απόσβεσης είναι ίσος με $\zeta=4\%$ και συνεπώς ο διορθωτικός συντελεστής προκύπτει ίσος με $\eta=1,08$.

2.7 ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΙ ΦΟΡΤΙΣΕΩΝ

Για τον έλεγχο της επάρκειας της κατασκευής στην οριακή κατάσταση αστοχίας χρησιμοποιούνται οι συνδυασμοί των δράσεων οι οποίοι καλύπτουν όλες τις καταστάσεις σχεδιασμού (καταστάσεις διαρκείας, παροδικές, τυχηματικές και σεισμού). Στους συνδυασμούς δεν συνυπολογίζονται δράσεις οι οποίες δεν δύνανται να εμφανιστούν ταυτόχρονα.

α) Για καταστάσεις διαρκείας ή παροδικές

$$\sum \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_p P_k + \gamma_{Q1} Q_{k,1} + \sum \gamma_{Qi} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

β) Για τυχηματικές καταστάσεις

$$\sum G_{k,j} + P_k + A_d + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

γ) Για καταστάσεις σεισμού

$$\sum G_{k,j} + P_k + A_{Ed} + \sum \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Οι συντελεστές συνδυασμού δράσεων ψ_i των μεταβλητών δράσεων κατά τον Ευρωκώδικα 1 δίνονται στον ακόλουθο πίνακα :

Συντελεστές συνδυασμού δράσεων ψ_i κατά τον EC1			
Δράση	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Μεταβλητά φορτία σε κτίρια ⁽¹⁾			
Κατηγορία A: κατοικίες	[0,7]	[0,5]	[0,3]
Κατηγορία B: γραφεία	[0,7]	[0,5]	[0,3]
Κατηγορία C: επιφάνειες συνάθροισης (σχολεία, εστιατόρια, εκκλησίες, θέατρα, κινηματογράφοι κλπ.)	[0,7]	[0,7]	[0,6]
Κατηγορία D: καταστήματα	[0,7]	[0,7]	[0,6]
Κατηγορία E: αποθηκευτικοί χώροι	[1,0]	[0,9]	[0,8]
Φορτία κυκλοφορίας οχημάτων σε κτίρια			
Κατηγορία F: βάρος οχημάτων $\leq 30\text{kN}$	[0,7]	[0,7]	[0,6]
Κατηγορία G: $30\text{kN} \leq$ βάρος οχημάτων $\leq 160\text{kN}$	[0,7]	[0,5]	[0,3]
Κατηγορία H: στέγες	[0]	[0]	[0]
Φορτία χιονιού σε κτίρια	[0,6] ⁽²⁾	[0,2] ⁽²⁾	[0] ⁽²⁾
Φορτία ανέμου σε κτίρια	[0,6] ⁽²⁾	[0,5] ⁽²⁾	[0] ⁽²⁾
Θερμοκρασία σε κτίρια (εκτός φωτιάς) ⁽³⁾	[0,6] ⁽²⁾	[0,5] ⁽²⁾	[0] ⁽²⁾
<p>(1) Για συνδυασμούς επιβεβλημένων φορτίων σε πολώροφα κτίρια βλ. EC1:Μέρος 2-1</p> <p>(2) Ενδέχεται να απαιτούνται τροποποιήσεις για διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές</p> <p>(3) Βλ. EC1:Μέρος 2-5</p>			

Πίνακας 2.7.1 Συντελεστές ψ_i κατά EC1

Σύμφωνα με τον ΕΑΚ2000 στο σεισμικό συνδυασμό δράσεις καταναγκασμού, όπως οι προκαλούμενες από μεταβολή και διαφορά θερμοκρασίας και υποχωρήσεις στηρίξεων δεν χρειάζεται να συμπεριλαμβάνονται. Επίσης, ο σεισμός δεν συνδυάζεται με άλλες τυχηματικές δράσεις (π.χ. κρούσεις οχημάτων ή πλοίων). Μέχρι να Κακολύρης Διονύσιος Επιβλέπων Ι.Ραυτογιάννης

καθοριστούν από σχετικό ειδικό κανονισμό, οι τιμές του συντελεστή συνδυασμού δράσεων λαμβάνονται από τον παραπάνω πίνακα.

Στην παρούσα εργασία οι συνδυασμοί φορτίσεων που επιλέχθηκαν για την επίλυση είναι οι εξής:

1) ΟΚΑ- Δυσμενής συνδυασμός

Κινητά βασικός: $1,35G + 1,50Q \pm 0,90W_x \pm 0,90W_y + 0,90S$

Άνεμος κατά χ βασικός: $1,35G + 1,50W_x + 0,90Q \pm 0,90W_y + 0,90S$

Άνεμος κατά γ βασικός: $1,35G \pm 1,50W_y + 0,90Q \pm 0,90W_x + 0,90S$

Χιόνι βασικός: $1,35G + 1,50S + 0,90Q \pm 0,90W_x \pm 0,90W_y$

2) ΟΚΑ - Ευμενής συνδυασμός (, κατασκευή υπό ανέγερση)

Η επίλυση έγινε μόνο με μόνιμα φορτία $1,00G$

3) Σεισμικοί συνδυασμοί

Σεισμός κατά χ βασικός: $1,00G + 0,30Q + 0,30S \pm E_x \pm 0,30E_y$

Σεισμός κατά γ βασικός: $1,00G + 0,30Q + 0,30S \pm E_y \pm 0,30E_x$

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 Γενικές παραδοχές σχεδιασμού κατά EC3

Ονομαστικές τιμές της αντοχής διαρροής αντοχής και της οριακής εφελκυστικής αντοχής f_u για εν θερμώ ελατούς χάλυβες.

Πρότυπο και ποιότητα χάλυβα	Ονομαστικό πάχος του στοιχείου t [mm]			
	$t \leq 40$ mm		40 mm < $t \leq 80$ mm	
	f_y [N/mm ²]	f_u [N/mm ²]	f_y [N/mm ²]	f_u [N/mm ²]
EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360

Τιμές σχεδιασμού για τους συντελεστές του υλικού

Οι συντελεστές υλικού που υιοθετούνται στους υπολογισμούς για δομικό χάλυβες οι οποίοι καλύπτονται από αυτό το Μέρος του Ευρωκώδικα πρέπει να λαμβάνονται ως εξής:

$$\text{μέτρο ελαστικότητας} \quad E = 210\,000 \text{ N / mm}^2$$

$$\text{μέτρο διάτμησης} \quad G = \frac{E}{2(1+\nu)} = 81\,000 \text{ N/mm}^2$$

λόγος Poisson στην ελαστική περιοχή $\nu=0.3$

Κατάταξη διατομών

Ανάλογα με την έκταση στην οποία η αντοχή και η στροφική ικανότητα των διατομών περιορίζεται από τον τοπικό λυγισμό, οι διατομές κατατάσσονται στις ακόλουθες τέσσερις κατηγορίες:

- ο *Διατομές κατηγορίας 1* είναι εκείνες που μπορούν να σχηματίσουν πλαστική άρθρωση με την απαιτούμενη από την πλαστική ανάλυση δυνατότητα στροφής χωρίς μείωση της αντοχής τους.
- ο *Διατομές κατηγορίας 2* είναι εκείνες που μπορούν να αναπτύξουν την πλαστική ροπή αντοχής τους, αλλά έχουν περιορισμένη στροφική ικανότητα λόγω τοπικού λυγισμού.
- ο *Διατομές κατηγορίας 3* είναι εκείνες στις οποίες η τάση στην ακραίο θλιβόμενη ίνα του χαλύβδινου μέλους, υποθέτοντας ελαστική κατανομή των τάσεων, μπορεί να φτάσει το όριο διαρροής, αλλά ο τοπικός λυγισμός είναι πιθανόν να εμποδίσει την ανάπτυξη της πλαστικής ροπής αντοχής.
- ο *Διατομές κατηγορίας 4* είναι εκείνες στις οποίες τοπικός λυγισμός θα συμβεί πριν την ανάπτυξη της τάσης διαρροής σε ένα ή περισσότερα μέρη της διατομής.

Για την κατάταξη των διατομών της κατασκευής σε κατηγορίες χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω πίνακες κατάταξης πέλματος και κορμού.

Εσωτερικά θλιβόμενα τμήματα

Κατηγορία	Τμήμα που υπόκειται σε κάμψη	Τμήμα που υπόκειται σε θλίψη	Τμήμα που υπόκειται σε κάμψη και θλίψη			
Κατανομή τάσεων στα τμήματα (θλίψη θετική)						
1	$c/t \leq 72\varepsilon$	$c/t \leq 33\varepsilon$	όταν $\alpha > 0,5$: $c/t \leq \frac{396\varepsilon}{13\alpha - 1}$ όταν $\alpha \leq 0,5$: $c/t \leq \frac{36\varepsilon}{\alpha}$			
2	$c/t \leq 83\varepsilon$	$c/t \leq 38\varepsilon$	όταν $\alpha > 0,5$: $c/t \leq \frac{456\varepsilon}{13\alpha - 1}$ όταν $\alpha \leq 0,5$: $c/t \leq \frac{41,5\varepsilon}{\alpha}$			
Κατανομή τάσεων στα τμήματα (θλίψη θετική)						
3	$c/t \leq 124\varepsilon$	$c/t \leq 42\varepsilon$	όταν $\psi > -1$: $c/t \leq \frac{42\varepsilon}{0,67 + 0,33\psi}$ όταν $\psi \leq -1$: $c/t \leq 62\varepsilon(1 - \psi)\sqrt{-\psi}$			
$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	ε	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

*) $\psi \leq -1$ εφαρμόζεται όπου η θλιπτική τάση $\sigma < f_y$ είτε η εφελκυστική παραμόρφωση $\varepsilon_y > f_y/E$

**Πίνακας 3.1.1 Μέγιστοι λόγοι πλάτους προς πάχος για
θλιβόμενα πέλματα**

Προεξέχοντα πέλματα

Ελατές διατομές

Συγκολλητές διατομές

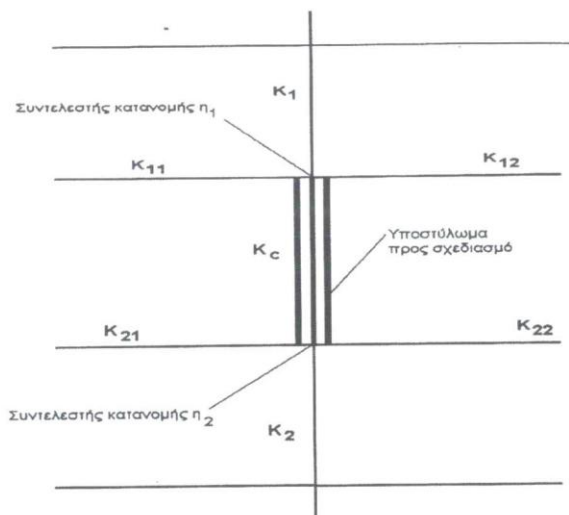
Κατηγορία	Τμήμα που υπόκειται σε θλίψη	Τμήμα που υπόκειται σε κάμψη και θλίψη				
		Άκρο σε θλίψη	Άκρο σε εφελκυσμό			
Κατανομή τάσεων στα τμήματα (θλίψη θετική)						
1	$c/t \leq 9\epsilon$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$			
2	$c/t \leq 10\epsilon$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$			
Κατανομή τάσεων στα τμήματα (θλίψη θετική)						
3	$c/t \leq 14\epsilon$	$c/t \leq 21\epsilon\sqrt{k_\sigma}$ Για k_σ βλέπε EN 1993-1-5				
$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	ϵ	1.00	0.92	0.81	0.75	0.71

<p>Αναφορά επίσης στα “Προεξέχοντα πέλματα” (βλέπε φύλο 2 από 3)</p>				<p>Δεν ισχύει για γωνιακά σε συνεχή επαφή με άλλα στοιχεία</p>		
Κατηγορία	Διατομή σε θλίψη					
Κατανομή τάσεων στη διατομή (θλίψη θετική)						
3	$h/t \leq 15\varepsilon : \frac{b+h}{2t} \leq 11,5\varepsilon$					
<p>Σωληνωτές διατομές</p>						
Κατηγορία	Διατομή σε κάμψη και/ή θλίψη					
1	$d/t \leq 50\varepsilon^2$					
2	$d/t \leq 70\varepsilon^2$					
3	$d/t \leq 90\varepsilon^2$					
<p>ΣΗΜΕΙΩΣΗ Για $d/t > 90\varepsilon^2$ βλέπε EN 1993-1-6.</p>						
$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	ε	1.00	0.92	0.81	0.75	0.71
	ε^2	1.00	0.85	0.66	0.56	0.51

Συντελεστές ασφαλείας

Οι αντοχές σχεδιασμού R_d προσδιορίζονται από διαίρεση των χαρακτηριστικών τιμών R_k με τους επιμέρους συντελεστές ασφαλείας του υλικού γ_{M} , οι οποίοι διαφοροποιούνται ως προς την εξεταζόμενη μορφή αστοχίας ως εξής:

- Αντοχή διατομών έναντι διαρροής, ανεξαρτήτως της κατηγορίας της διατομής: $\gamma_{M0} = 1,00$
- Αντοχή μελών έναντι απώλειας ευστάθειας: $\gamma_{M1} = 1,10$
- Αντοχή διατομών έναντι εφελκυστικής θραύσης: $\gamma_{M2} = 1,25$



$$\pi_1 = \frac{K_1 + K_c}{K_c + K_1 + K_{11} + K_{12}}$$

$$\pi_2 = \frac{K_2 + K_c}{K_c + K_2 + K_{21} + K_{22}}$$

Συντελεστής ισοδύναμου μήκους λυγισμού για υποστώλιωμα με αμετάθετα άκρα

$$k_y = 0,5 + 0,14(n_1 + n_2) + 0,055(n_1 + n_2)^2$$

3.2 ΑΝΤΟΧΗ ΔΙΑΤΟΜΩΝ

3.2.1 Αντοχή σε εφελκυσμό

Η τιμή σχεδιασμού της εφελκυστικής δύναμης N_{sd} σε κάθε διατομή πρέπει να ικανοποιεί :

$$\frac{N_{sd}}{N_{t,Rd}} \leq 1.0$$

Όπου $N_{t,Rd}$ η αντοχή σχεδιασμού σε εφελκυσμό.

Για διατομές χωρίς οπές οι τάσεις κατανέμονται ομοιόμορφα μέχρι του ορίου διαρροής και η αντοχή τους είναι ίση με την πλαστική αντοχή σχεδιασμού πλήρους διατομής :

$$N_{pl,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}}$$

οπού:

A: το εμβαδό της πλήρους διατομής

f_y : το όριο διαρροής χάλυβα

γ_{M0} : ο επιμέρους συντελεστής ασφαλείας του χάλυβα

3.2.2 Αντοχή σε μονοαξονική κάμψη

Σε κάθε διατομή πρέπει να ικανοποιείται η σχέση:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0$$

όπου $M_{c,Rd}$ η αντοχή σχεδιασμού σε κάμψη.

Η καμπτική αντοχή σχεδιασμού για κάμψη περί έναν κύριο άξονα της διατομής καθορίζεται ως εξής:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{w_{pl} f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{Για διατομές κατηγορίας 1 ή 2}$$

$$M_{c,Rd} = M_{el,Rd} = \frac{w_{el} f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{Για διατομές κατηγορίας 3}$$

$$M_{c,Rd} = \frac{w_{eff} f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{Για διατομές κατηγορίας 4}$$

3.2.3 Αντοχή σε τέμνουσα

Η τιμή σχεδιασμού της τέμνουσας δύναμης σε κάθε διατομή πρέπει να ικανοποιεί τη συνθήκη:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1.0$$

όπου $V_{c,Rd}$ είναι η αντοχή σχεδιασμού σε τέμνουσα.

Για πλαστικό σχεδιασμό, η $V_{c,Rd}$ είναι ίση με την πλαστική διατμητική αντοχή $V_{pl,Rd}$ (χωρίς παρουσία στρεπτικής καταπόνησης), όπως δίνεται από τη σχέση:

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_f f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}}$$

όπου A_v είναι η επιφάνεια διάτμησης.

Το όριο διαρροής του χάλυβα σε διάτμηση είναι σύμφωνα με το κριτήριο ισοδυναμίας von Mises ίσο με $f_y / \sqrt{3}$

Η επιφάνεια διάτμησης A_v μπορεί να λαμβάνεται ως εξής:

α) Ελατές διατομές I και H, με φορτίο παράλληλο προς τον κορμό:

$$A - 2b t_f + (t_w + r) t_f \quad \text{αλλά όχι μικρότερη από} \quad \eta h_w t_w$$

β) Ελατές διατομές π, με φορτίο παράλληλο προς τον κορμό:

$$A - 2b t_f + (t_w + r) t_f$$

γ) Ελατές διατομές T, με φορτίο παράλληλο προς τον κορμό:

$$0.9(A-b t_f)$$

δ) Συγκολλητές διατομές I, H και κιβωτιοειδείς, με φορτίο παράλληλο προς τον κορμό:

$$\eta \sum (h_w t_w)$$

ε) Συγκολλητές διατομές I, H, π και κιβωτιοειδείς, με φορτίο παράλληλο προς τα πέλματα:

$$A - \sum (h_w t_w)$$

ζ) Ελατές κοίλες ορθογωνικές διατομές, με ομοιόμορφο πάχος :

φορτίο παράλληλο προς το ύψος $Ah/(b+h)$

φορτίο παράλληλο προς το πλάτος $Ab/(b+h)$

η) Κοίλες κυκλικές διατομές και σωλήνες με ομοιόμορφο πάχος :

$$2A/\pi$$

όπου :

A είναι η επιφάνεια της διατομής

b είναι το συνολικό πλάτος

h είναι το συνολικό ύψος

h_w είναι το ύψος του κορμού

t_f είναι το πάχος του πέλματος

t_w είναι το πάχος του κορμού

η συντηρητικά μπορεί να λαμβάνεται ίσο
με 1,00

r η ακτίνα συναρμογής κορμού-
πέλματος

3.2.4 Κάμψη και τέμνουσα

Όταν η δρώσα τέμνουσα δύναμη V_{Ed} είναι μεγαλύτερη από το 50% της πλαστικής διατμητικής αντοχής, πρέπει να λαμβάνεται ως αντοχή σχεδιασμού της διατομής η απομειωμένη ροπή αντοχής, η οποία υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη για την επιφάνεια διάτμησης A_v τη μειωμένη τιμή της τάσης διαρροής:

$(1-\rho) f_y$

οπού:
$$\rho = \left(\frac{2V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} - 1 \right)^2$$

Εναλλακτικώς για διατομές I κατηγορίας 1 ή 2 με ίσα πέλματα και κάμψη περί τον ισχυρό άξονα αδρανείας η μειωμένη πλαστική ροπή αντοχής που λαμβάνει υπόψη τη διάτμηση μπορεί να υπολογίζεται από τη σχέση:

$$M_{y,V,Rd} = \frac{\left(w_{pl,y} - \frac{\rho A_w^2}{4t_w} \right) f_y}{\gamma_{M0}}$$

Όπου : $A_w = h_w t_w$

3.2.5 Κάμψη και αξονική δύναμη

Για διατομές κατηγορίας 1 και 2 η επίδραση της αξονικής δύναμης λαμβάνεται υπόψη με μείωση της πλαστικής ροπής αντοχής. Το κριτήριο σχεδιασμού γράφεται:

$$M_{Ed} \leq M_{N,Rd}$$

όπου $M_{N,Rd}$ η πλαστική ροπή αντοχής, μειωμένη λόγω της αξονικής δύναμης N_{Ed}

Για ορθογωνικές συμπαγείς διατομές χωρίς οπές λόγω κοχλιών, το $M_{N,Rd}$ λαμβάνεται ως:

$$M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} [1 - (N_{Ed} / N_{pl,Rd})^2]$$

όπου :

$$N_{pl,Rd} = Af_y / \gamma_0 \text{ η αξονική δύναμη σχεδιασμού διαρροής της διατομής}$$

Ατο εμβαδόν της διατομής

Για διατομές διπλής συμμετρίας I ή H ή άλλες διατομές με πέλματα, δεν απαιτείται να γίνεται μείωση της πλαστικής ροπής αντοχής περί τον άξονα γ-γ λόγω της επίδρασης της αξονικής δύναμης, όταν ικανοποιούνται συγχρόνως τα δύο παρακάτω κριτήρια:

$$N_{Ed} \leq 0.25 N_{pl,Rd} \quad \text{και} \quad N_{Ed} \leq \frac{0.5 h_w t_w f_y}{\gamma_{M0}}$$

όπου :

h_w είναι η εσωτερική απόσταση μεταξύ των πελμάτων

t_w είναι το πάχος του κορμού

Για διατομές διπλής συμμετρίας I ή H, δεν απαιτείται να γίνεται μείωση της πλαστικής ροπής αντοχής περί τον άξονα z-z λόγω της επίδρασης της αξονικής δύναμης όταν:

$$N_{Ed} \leq \frac{h_w t_w f_y}{\gamma_{M0}}$$

Για ελατές διατομές I ή H και για συγκολλητές διατομές I ή H με ίσα πέλματα στις οποίες δεν λαμβάνονται υπόψη οπές κοχλιών, μπορεί να χρησιμοποιούνται οι παρακάτω προσεγγιστικές σχέσεις:

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} (1-n)/(1-0.5a) \text{ αλλά } M_{N,y,Rd} \leq M_{pl,y,Rd}$$

$$\text{για } n \leq a : M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd}$$

$$\text{για } n \geq a : M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} \left[1 - \frac{(n-a)^2}{(1-a)} \right]$$

όπου :

$$n = N_{Ed} / N_{pl,Rd}$$

$$a = (A - 2b t_f) / A, a \leq 0.5$$

Για διαξονική κάμψη οι διατομές παρουσιάζουν πλαστικό ουδέτερο άξονα κεκλιμένο ως προς το ορθογωνικό σύστημα αξόνων της διατομής κατά γωνία, η οποία εξαρτάται από το λόγο των ροπών $M_{y,Ed}$ και $M_{z,Ed}$ που δρουν ως προς τους δύο κύριους άξονες και από τη γεωμετρία της διατομής. Στην περίπτωση αυτή μπορεί να χρησιμοποιείται για τον έλεγχο επάρκειας της διατομής το παρακάτω κριτήριο αλληλεπίδρασης:

$$\left[\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right]^a + \left[\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right]^\beta \leq 1$$

στο οποίο οι εκθέτες a και β είναι σταθερές, που μπορεί να λαμβάνονται συντηρητικά ίσες με τη μονάδα ή ακριβέστερα ως εξής:

Για διατομές I ή T :

$$a=2, \beta=5n, \beta \geq 1$$

Για κοίλες κυκλικές διατομές :

$$a=2, \beta=2$$

Για κοίλες ορθογωνικές διατομές

$$a=\beta=1.66/(1-1.13 n^2) \text{ όπου } n=N_{Ed}/N_{pl,Rd}$$

3.3 ΑΝΤΟΧΗ ΜΕΛΩΝ

3.3.1 Καμπτικός λυγισμός λόγω αξονικής θλιπτικής δύναμης

Ένα θλιβόμενο μέλος πρέπει να ελέγχεται έναντι λυγισμού ως εξής:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1.0$$

όπου N_{Ed} είναι η τιμή σχεδιασμού της θλιπτικής δύναμης

$N_{b,Rd}$ είναι η αντοχή του θλιβόμενου μέλους σε λυγισμό

Η αντοχή ενός θλιβόμενου μέλους σε λυγισμό πρέπει να

λαμβάνεται ως:

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_y}{\gamma_{M1}} \text{ για διατομές κατηγορίας 1, 2 και 3}$$

όπου χ είναι ο μειωτικός συντελεστής για την αντίστοιχη μορφή λυγισμού.
Κακολύρης Διονύσιος Επιβλέπων Ι.Ραυτογιάννης

Η τιμή του μειωτικού συντελεστή χ υπολογίζεται σύμφωνα με τις παρακάτω σχέσεις, ως συνάρτηση της ανηγμένης λυγηρότητας λ και του συντελεστή ατελειών a , ο οποίος εξαρτάται από την αντίστοιχη καμπύλη λυγισμού:

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}}, \chi \leq 1.0$$

$$\text{όπου } \Phi = 0.5[1 + a(\bar{\lambda} - 0.2) + \bar{\lambda}^2]$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{Af_y}{N_{cr}}} = \frac{L_{cr}}{i} = \frac{1}{\lambda_1} = \frac{\lambda}{\lambda_1} \quad \text{για διατομές κατηγορίας 1,2 και 3}$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{eff}f_y}{N_{cr}}} = \frac{L_{cr}}{i} = \sqrt{\frac{A_{eff}}{A}} \lambda_1 \quad \text{για διατομές κατηγορίας 4}$$

a συντελεστής ατελειών που αντιστοιχεί σε κάθε καμπύλη λυγισμού και λαμβάνεται από τον πίνακα 2 σε σχέση με τον πίνακα 3

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{L_{cr}^2}$$

το ελαστικό κρίσιμο φορτίο για την

αντίστοιχη μορφή λυγισμού, βασισμένο στις ιδιότητες της πλήρους διατομής

$$\sigma_{cr} = \frac{N_{cr}}{A} = \frac{\pi^2 EI}{L_{cr}^2 A} = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2} \quad \text{η κρίσιμη τάση Euler}$$

$$L_{cr}$$

το ισοδύναμο μήκος λυγισμού στο υπό
θεώρηση επίπεδο λυγισμού

$$i = \sqrt{I / A}$$

η ακτίνα αδρανείας περί τον αντίστοιχο
άξονα, υπολογιζόμενη χρησιμοποιώντας τις
ιδιότητες της πλήρους διατομής

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i}$$

η λυγηρότητα για την αντίστοιχη μορφή
λυγισμού

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93.9\varepsilon$$

η οριακή λυγηρότητα ως προς το σημείο
τομής της ευθείας $\sigma = f_y$ με την
καμπύλη Euler που αντιστοιχεί στη
λυγηρότητα για την οποία η κρίσιμη τάση
λυγισμού είναι ίση με το όριο διαρροής

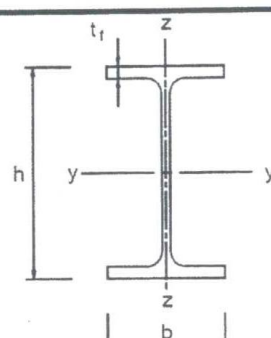
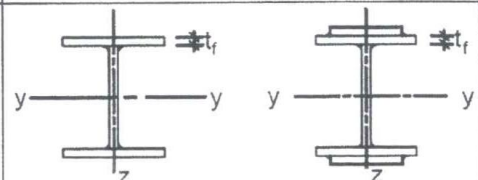
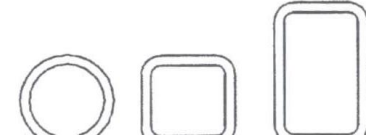
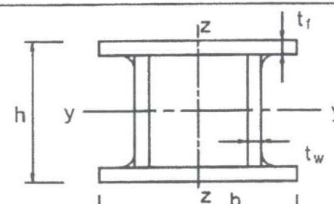
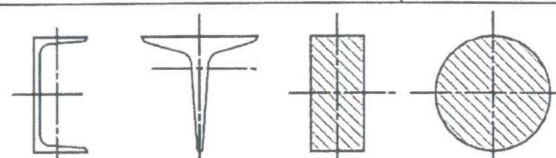
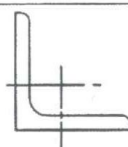
$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$$

(f_y σε N/mm²)

Πίνακας 3.3.1.1 : συντελεστής ατελειών για καμπύλες λυγισμού

Καμπύλη λυγισμού	a_0	a	b	c	d
Συντελεστής ατελειών α	0,13	0,21	0,34	0,49	0,76

Πίνακας 3.3.1.2 : Επιλογή καμπύλης λυγισμού για δεδομένη διατομή

Διατομή	Όρια	Λυγισμός περί των άξονα	Καμπύλη λυγισμού		
			S 235 S 275 S 355 S 420	S 460	
<p>Ελατές διατομές</p> 	$h/b > 1,2$	$t_f \leq 40 \text{ mm}$	y-y z-z	a b	a ₀ a ₀
		$40 \text{ mm} < t_f \leq 100$	y-y z-z	b c	a a
	$h/b \leq 1,2$	$t_f \leq 100 \text{ mm}$	y-y z-z	b c	a a
		$t_f > 100 \text{ mm}$	y-y z-z	d d	c c
<p>Συγκολλητές I-διατομές</p> 	$t_f \leq 40 \text{ mm}$	y-y z-z	b c	b c	
	$t_f > 40 \text{ mm}$	y-y z-z	c d	c d	
<p>Κοίλες Διατομές</p> 	Εν θερμώ έλαση	Κάθε	a	a ₀	
	Ψυχρή έλαση	Κάθε	c	c	
<p>Συγκολλητές κίβωτοιειδείς διατομές</p> 	Γενικά (εκτός των κατωτέρω)	Κάθε	b	b	
	Μεγάλα πάχη ραφής: $a > 0,5t_f$ $b/t_f < 30$ $h/t_w < 30$	Κάθε	c	c	
<p>U-, Γ- και συμπαγείς διατομές</p> 		Κάθε	c	c	
<p>L-διατομές</p> 		Κάθε	b	b	

3.3.2 Στρεπτοκαμπτικός λυγισμός

Σύμφωνα με τον κανονισμό, μια δοκός σταθερής διατομής μη προστατευμένη πλευρικά που υπόκειται σε κάμψη περί τον ισχυρό άξονα πρέπει να ελέγχεται έναντι πλευρικού λυγισμού με βάση τη σχέση:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1.0 \quad \text{όπου :}$$

M_{Ed} η ροπή κάμψης σχεδιασμού (περί τον ισχυρό άξονα)

$M_{b,Rd}$ η ροπή αντοχής έναντι πλευρικού λυγισμού

Η ροπή αντοχής σε πλευρικό λυγισμό μιας δοκού υπολογίζεται από τη σχέση:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} w_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}}$$

Όπου η ροπή αντίστασης της διατομής w_y λαμβάνεται ως εξής :

$w_y = w_{pl,y}$ για διατομές κατηγορίας 1 ή 2

$w_y = w_{el,y}$ για διατομές κατηγορίας 3

$w_y = w_{eff,y}$ για διατομές κατηγορίας 4

χ_{LT} ο μειωτικός συντελεστής για πλευρικό λυγισμό

Η τιμή του μειωτικού συντελεστή χ_{LT} για καμπτόμενα μέλη σταθερής διατομής καθορίζεται από τη σχέση:

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \quad \text{αλλά } \chi_{LT} \leq 1.0$$

α_{LT} ο συντελεστής ατελειών (από τον **Πίνακα 2.4**)

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{w_y f_y}{M_{cr}}} \quad \text{η ανηγμένη λυγηρότητα του πλευρικού λυγισμού}$$

M_{cr} η ελαστική κρίσιμη ροπή πλευρικού λυγισμού, υπολογιζόμενη με βάση τις ιδιότητες της πλήρους διατομής και λαμβάνοντας υπόψη τις συνθήκες φόρτισης, την πραγματική κατανομή της ροπής και τις πλευρικές δεσμεύσεις

$$M_{cr} = \frac{C_1 \pi^2 EI_z}{(kL)^2} \left\{ \left[\frac{k}{k_w} \right]^2 \frac{I_w}{I_z} + \frac{(kL)^2 GI_t}{\pi^2 EI_z} + (C_2 z_g - C_3 z_j)^2 \right]^{0.5} - (C_2 z_g - C_3 z_j) \right\}$$

όπου :

C_1, C_2, C_3 συντελεστές εξαρτώμενοι από τις συνθήκες φόρτισης και στρεπτικής στήριξης

I_t η σταθερά στρέψης

I_w η σταθερά στρέβλωσης

I_z η ροπή αδρανείας ως προς τον ασθενή άξονα

L το μήκος της δοκού μεταξύ σημείων πλευρικά εξασφαλισμένων

k, k_w συντελεστές εξαρτώμενοι από το είδος των στηρίξεων ως προς την ελευθερία στροφής και στρέβλωσης των άκρων του εξεταζόμενου πλευρικά μη προστατευμένου τμήματος

$z_g = z_a - z_s$ η απόσταση του κέντρου διάτμησης από το σημείο εφαρμογής του φορτίου

z_a η τεταγμένη του σημείου εφαρμογής του φορτίου ως προς τον κεντροβαρικό άξονα γ-γ

z_s η τεταγμένη του κέντρου διάτμησης ως προς τον κεντροβαρικό άξονα

$$z_j = z_s - [0.5 \int z(y^2 + z^2) dA] / I_y$$

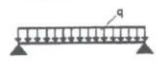

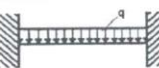

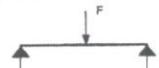

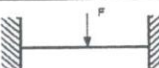

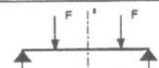

Πίνακας 3.3.2.1 : Συντελεστές ατελειών για καμπύλες πλευρικού λυγισμού

Καμπύλη λυγισμού	a	b	c	d
Συντελεστής ατελειών α_{LT}	0,21	0,34	0,49	0,76

Πίνακας 3.3.2.2 : Καμπύλες πλευρικού λυγισμού

Διατομή	Όρια	Καμπύλη λυγισμού
Ελατές διατομές I	$h/b \leq 2$	a
	$h/b > 2$	b
Συγκολλητές διατομές I	$h/b \leq 2$	c
	$h/b > 2$	d
Άλλες διατομές	-	d

Πίνακας 3.3.2.3 : Συντελεστές C_1 , C_2 , C_3 για διάφορες τιμές του k σε περίπτωση εγκάρσιων φορτίων

Φόρτιση και συνθήκες στήριξης	Διάγραμμα καμπτικών ρομών	Τιμές του συντελεστή k	Συντελεστές		
			C_1	C_2	C_3
		1.0	1.132	0.459	0.525
		0.5	0.972	0.304	0.980
		1.0	1.285	1.562	0.753
		0.5	0.712	0.652	1.070
		1.0	1.365	0.553	1.730
		0.5	1.070	0.432	3.050
		1.0	1.565	1.267	2.640
		0.5	0.938	0.715	4.800
		1.0	1.046	0.430	1.120
		0.5	1.010	0.410	1.890

3.3.3 Στρεπτοκαμπτικός λυγισμός μελών σταθερής διατομής υπό θλίψη και κάμψη

Η ευστάθεια των μελών πρέπει να ελέγχεται σύμφωνα με τις σχέσεις αλληλεπίδρασης:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.0$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.0$$

όπου :

$N_{Ed}, M_{y,Ed}, M_{z,Ed}$ οι τιμές σχεδιασμού της θλιπτικής αξονικής δύναμης και των μεγίστων ροπών ως προς τους άξονες y-y και z-z κατά μήκος του μέλους αντίστοιχα

$\Delta M_{y,Ed}, \Delta M_{z,Ed}$ οι ροπές λόγω της μετατόπισης του κεντροβαρικού άξονα για διατομές κατηγορίας 4

χ_y, χ_z οι μειωτικοί συντελεστές λόγω καμπτικού λυγισμού

χ_{LT} ο μειωτικός συντελεστής λόγω πλευρικού λυγισμού. Για μέλη μη ευαίσθητα σε στρεπτική παραμόρφωση, θα λαμβάνεται $\chi_{LT}=1.0$

$k_{yy}, k_{yz}, k_{zy}, k_{zz}$ οι συντελεστές αλληλεπίδρασης εξαρτώμενοι από τη μέθοδο που έχει επιλεγεί

Πίνακας 3.3.3.1 : Συντελεστές αλληλεπίδρασης k_{ij} για μέλη μη ευαίσθητα σε στρεπτικές παραμορφώσεις

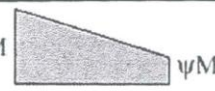
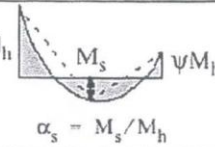
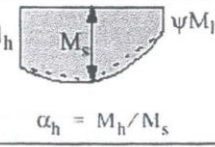
Συντελεστές αλληλεπίδρασης	Τύπος διατομών	Παραδοχές σχεδιασμού	
		ελαστικές ιδιότητες διατομών κατηγορία 3, κατηγορία 4	πλαστικές ιδιότητες διατομών κατηγορία 1, κατηγορία 2
k_{yy}	διατομές I διατομές RHS	$C_{my} \left(1 + 0,6 \bar{\lambda}_y \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$ $\leq C_{my} \left(1 + 0,6 \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$	$C_{my} \left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$ $\leq C_{my} \left(1 + 0,8 \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$
k_{yz}	διατομές I διατομές RHS	k_{zz}	$0,6 k_{zz}$
k_{zy}	διατομές I διατομές RHS	$0,8 k_{yy}$	$0,6 k_{yy}$
k_{zz}	διατομές I	$C_{mz} \left(1 + 0,6 \bar{\lambda}_z \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$ $\leq C_{mz} \left(1 + 0,6 \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$	$C_{mz} \left(1 + (2\bar{\lambda}_z - 0,6) \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$ $\leq C_{mz} \left(1 + 1,4 \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$
	διατομές RHS		$C_{mz} \left(1 + (\bar{\lambda}_z - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$ $\leq C_{mz} \left(1 + 0,8 \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$

Για διατομές I και H και ορθογωνικές κοίλες διατομές με αξονική θλίψη και μονοαξονική κάμψη $M_{y,Ed}$ ο συντελεστής k_{zy} μπορεί να είναι $k_{zy} = 0$.

Πίνακας 3.3.3.2 : Συντελεστές αλληλεπίδρασης k_{ij} για μέλη ευαίσθητα σε στρεπτικές παραμορφώσεις

Συντελεστές αλληλεπίδρασης	Παραδοχές σχεδιασμού	
	ελαστικές ιδιότητες διατομών κατηγορία 3, κατηγορία 4	πλαστικές ιδιότητες διατομών κατηγορία 1, κατηγορία 2
k_{yy}	k_{yy} από τον Πίνακα Β.1	k_{yy} από τον Πίνακα Β.1
k_{yz}	k_{yz} από τον Πίνακα Β.1	k_{yz} από τον Πίνακα Β.1
k_{zy}	$\left[1 - \frac{0,05\bar{\lambda}_z N_{Ed}}{(C_{mLT} - 0,25) \chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right]$ $\geq \left[1 - \frac{0,05 N_{Ed}}{(C_{mLT} - 0,25) \chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right]$	$\left[1 - \frac{0,1\bar{\lambda}_z N_{Ed}}{(C_{mLT} - 0,25) \chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right]$ $\geq \left[1 - \frac{0,1 N_{Ed}}{(C_{mLT} - 0,25) \chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right]$ <p>για $\bar{\lambda}_z < 0,4$:</p> $k_{zy} = 0,6 + \bar{\lambda}_z \leq 1 - \frac{0,1\bar{\lambda}_z N_{Ed}}{(C_{mLT} - 0,25) \chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}}$
k_{zz}	k_{zz} από τον Πίνακα Β.1	k_{zz} από τον Πίνακα Β.1

Πίνακας 3.3.3.3 :
Συντελεστές
 C_m ισοδύναμης
ομοιόμορφης ροπής

Διάγραμμα ροπής	Περιοχή		C_{my} και C_{mz} και C_{mLT}	
			Ομοιόμορφο φορτίο	Συγκεντρωμένο φορτίο
	$-1 \leq \psi \leq 1$		$0,6 + 0,4\psi \geq 0,4$	
 $\alpha_s = M_s / M_h$	$0 \leq \alpha_s \leq 1$	$-1 \leq \psi \leq 1$	$0,2 + 0,8\alpha_s \geq 0,4$	$0,2 + 0,8\alpha_s \geq 0,4$
	$-1 \leq \alpha_s < 0$	$0 \leq \psi \leq 1$	$0,1 - 0,8\alpha_s \geq 0,4$	$-0,8\alpha_s \geq 0,4$
		$-1 \leq \psi < 0$	$0,1(1-\psi) - 0,8\alpha_s \geq 0,4$	$0,2(-\psi) - 0,8\alpha_s \geq 0,4$
 $\alpha_h = M_h / M_s$	$0 \leq \alpha_h \leq 1$	$-1 \leq \psi \leq 1$	$0,95 + 0,05\alpha_h$	$0,90 + 0,10\alpha_h$
	$-1 \leq \alpha_h < 0$	$0 \leq \psi \leq 1$	$0,95 + 0,05\alpha_h$	$0,90 + 0,10\alpha_h$
		$-1 \leq \psi < 0$	$0,95 + 0,05\alpha_h(1+2\psi)$	$0,90 - 0,10\alpha_h(1+2\psi)$

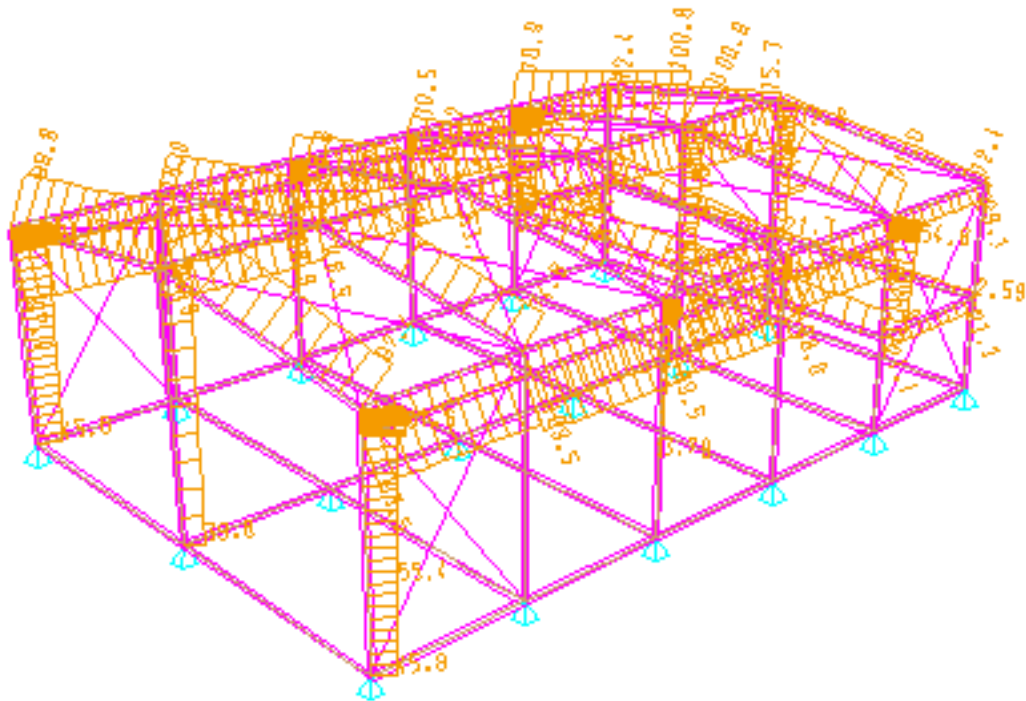
Για μέλη με λυγισμό από μετάθεση ο συντελεστής ισοδύναμης ομοιόμορφης ροπής πρέπει να λαμβάνεται $C_{my} = 0,9$ ή $C_{mz} = 0,9$ αντίστοιχα.

Τα C_{my} , C_{mz} και C_{mLT} πρέπει να λαμβάνονται σύμφωνα με το διάγραμμα ροπών μεταξύ των αντίστοιχων πλευρικά στηριζόμενων σημείων ως εξής:

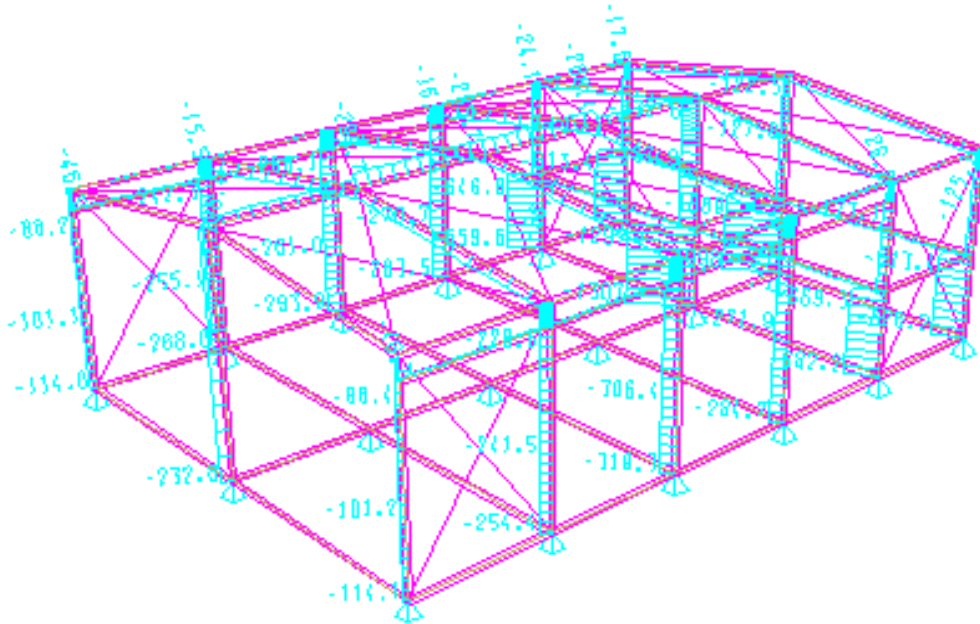
συντελεστής ροπής	άξονας κάμψης	σημεία εξασφαλιζόμενα κατά τη διεύθυνση
C_{my}	y-y	z-z
C_{mz}	z-z	y-y
C_{mLT}	v-v	v-v

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

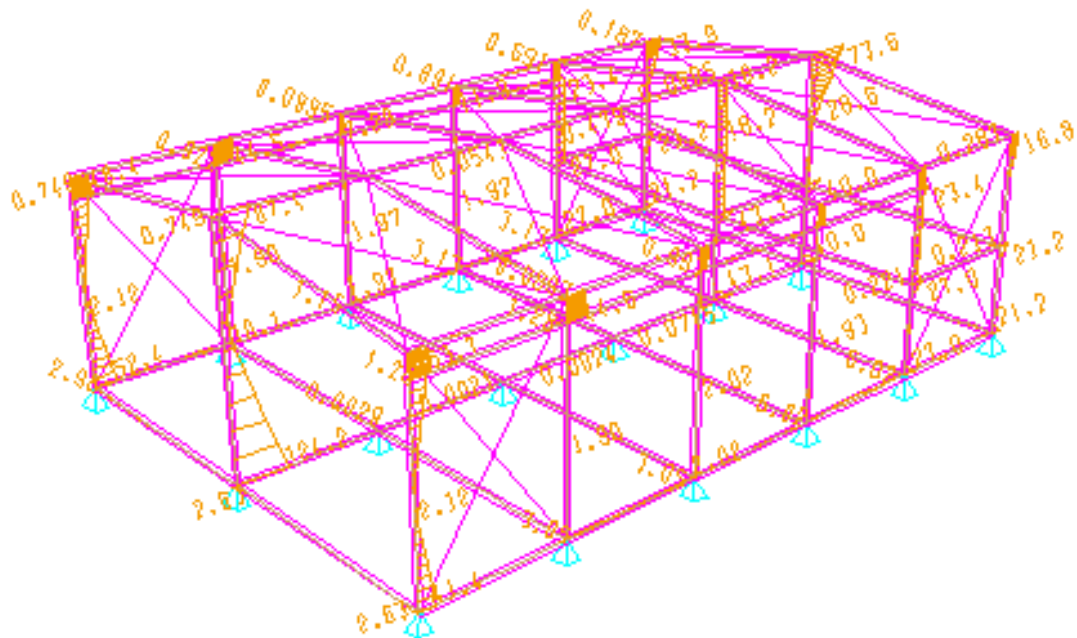
Στις επόμενες σελίδες δίνονται τα αποτελέσματα της στατικής και δυναμικής ανάλυσης, όπως προέκυψαν από την ανάλυση με το πρόγραμμα SOFISTIK. Απεικονίζονται τα οι περιβάλλουσες καμπύλες των δρώντων εντατικών μεγεθών, όπως προέκυψαν μετά από την επίλυση για κάθε προβλεπόμενο συνδυασμό φόρτισης.



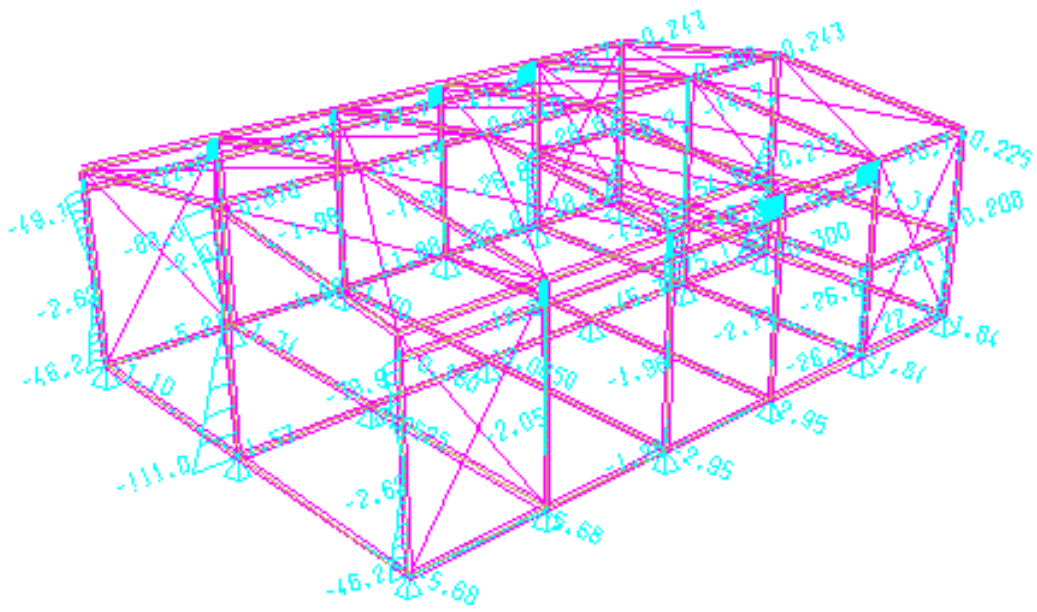
4.1 Περιβάλλουσα μεγίστων εφελκυστικών δυνάμεων μελών



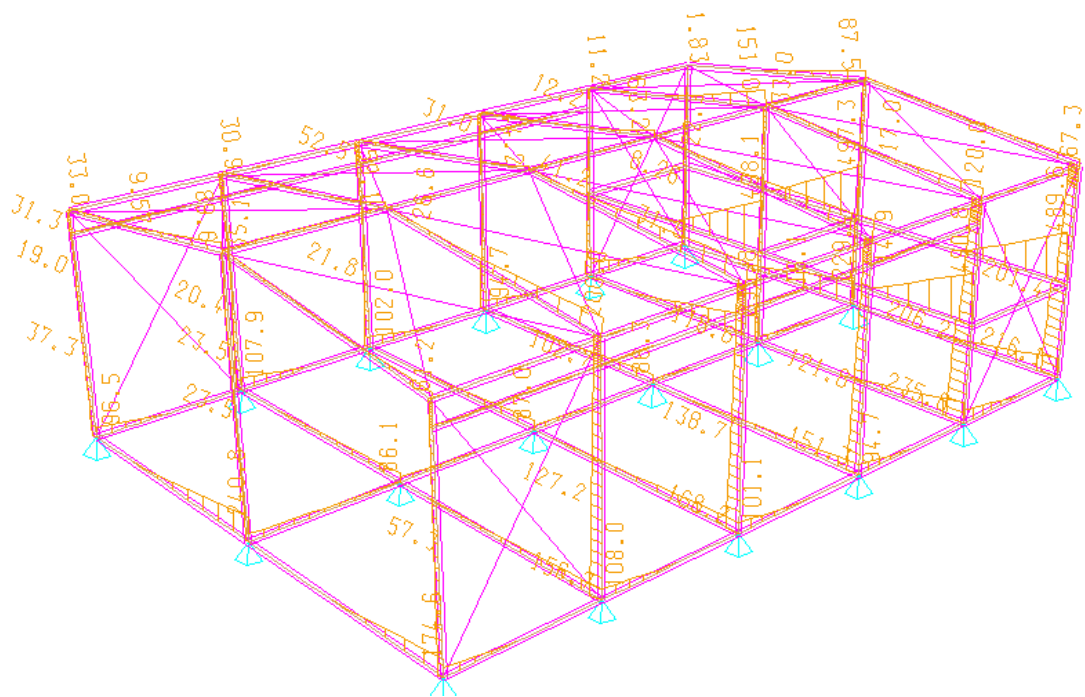
4.2 Περιβάλλουσα μεγίστων θλιπτικών δυνάμεων μελών



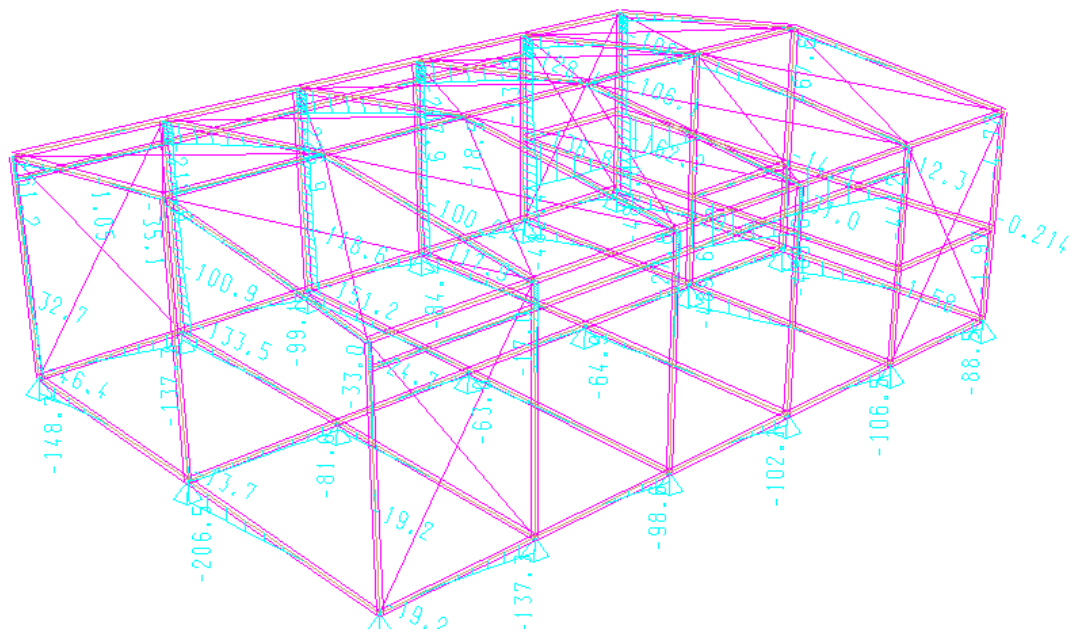
4.3 Περιβάλλουσα μεγίστων τεμνουσών δυνάμεων Qy



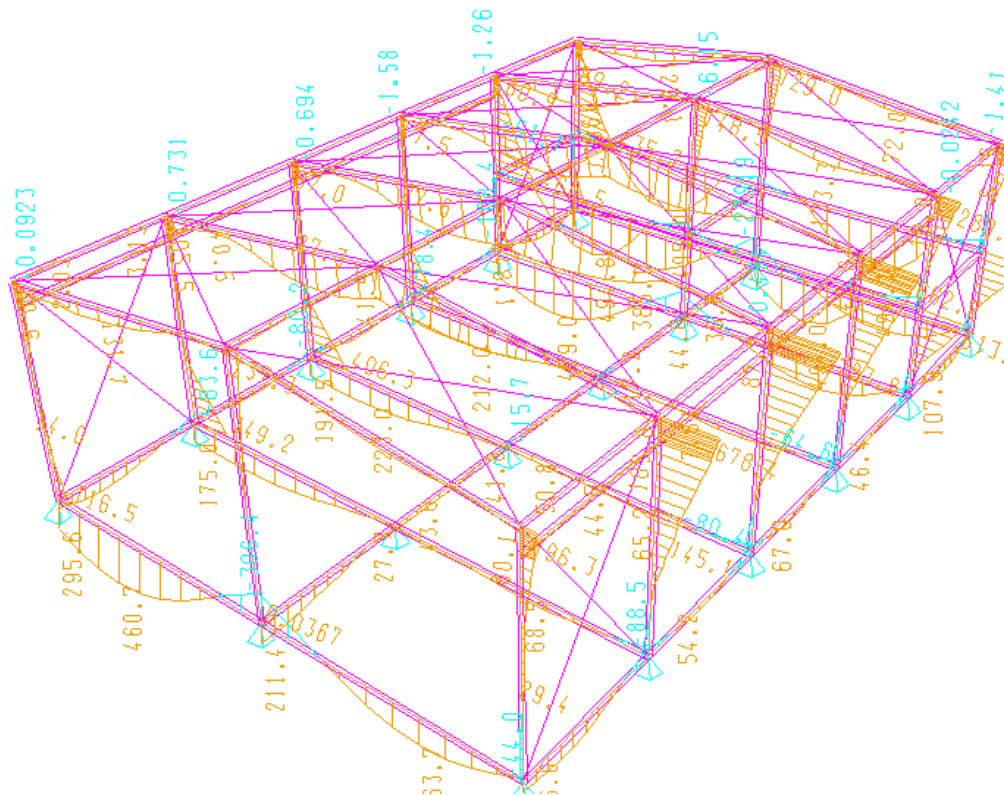
4.4 Περιβάλλουσα ελαχίστων τεμνουσών δυνάμεων Q_y



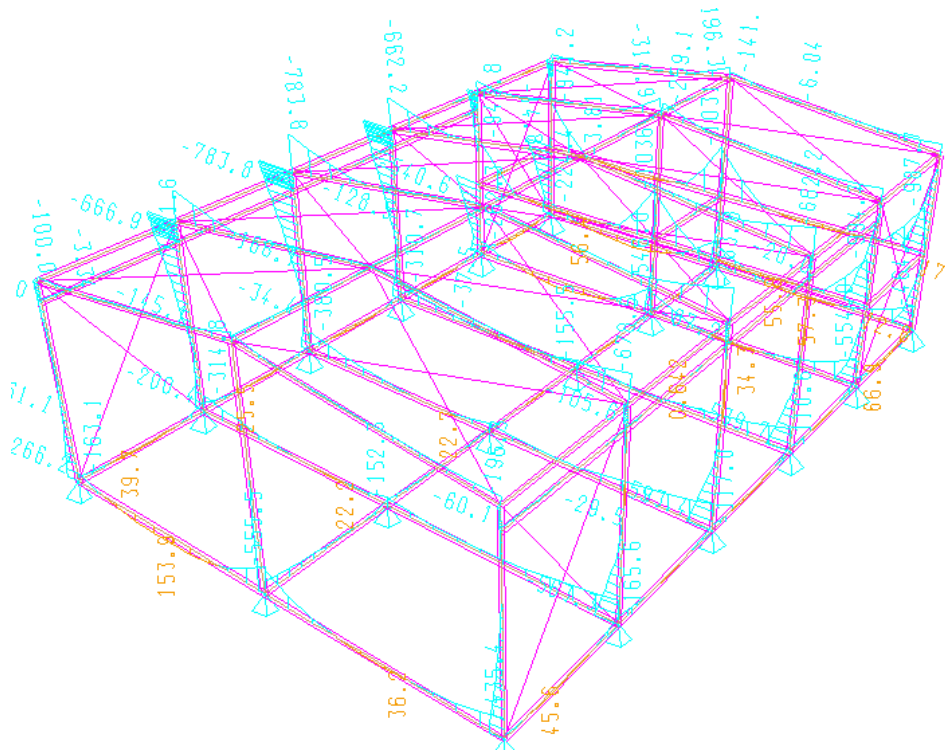
4.5 Περιβάλλουσα μεγίστων τεμνουσών δυνάμεων Q_z



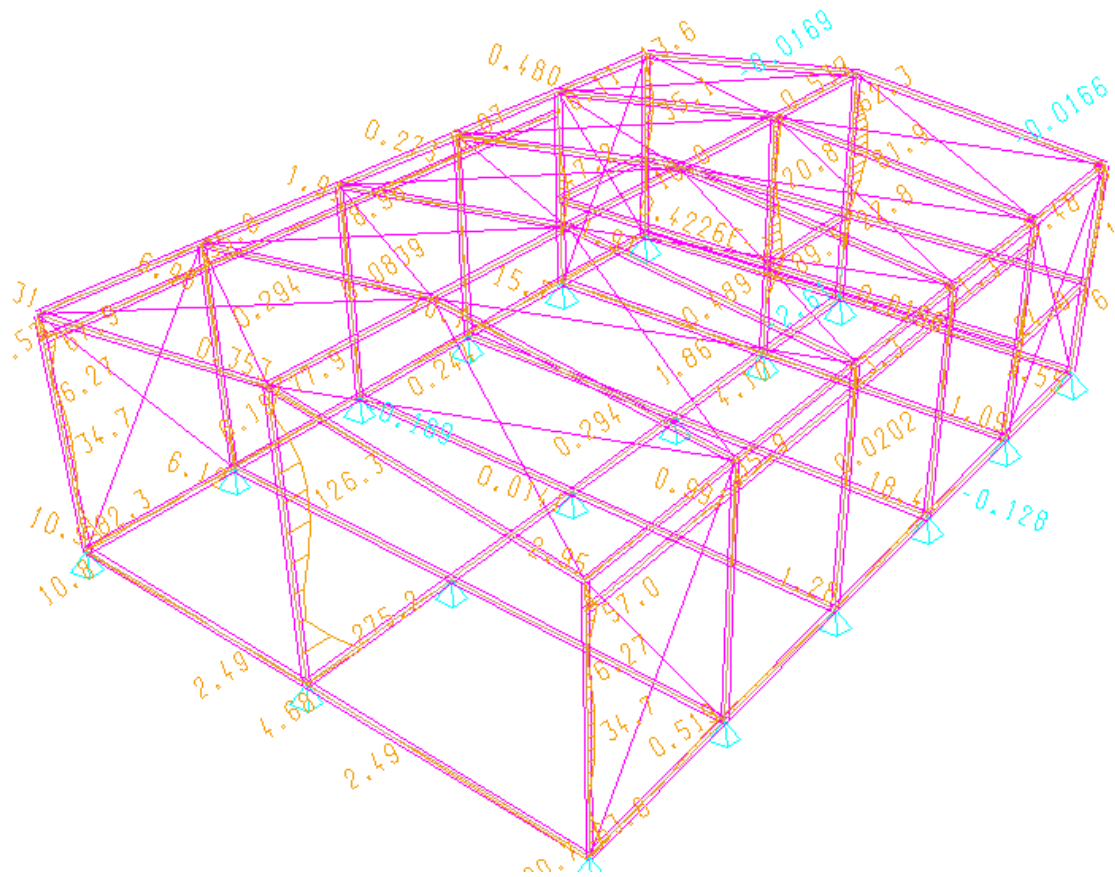
4.6 Περιβάλλουσα ελαχίστων τεμνουσών δυνάμεων Q_z



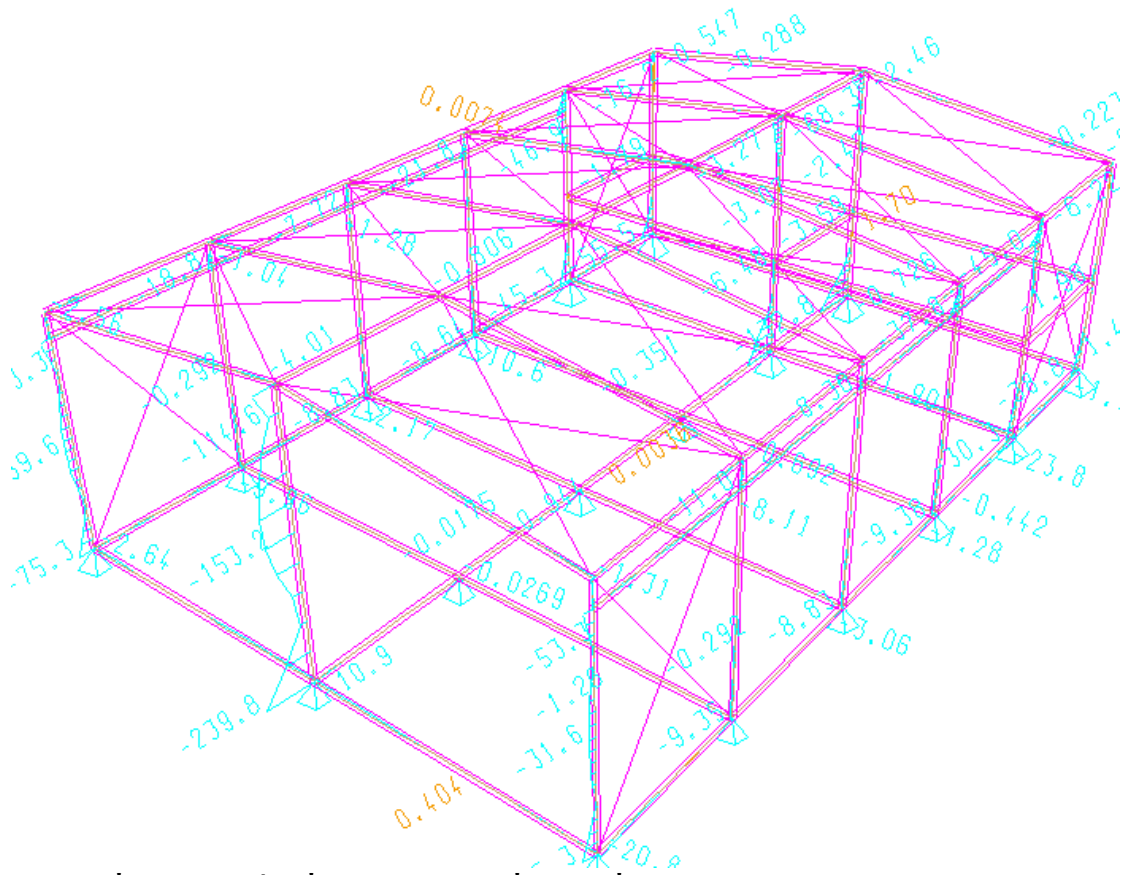
4.7 Περιβάλλουσα μεγίστων καμπτικών ροπών M_y



4.8 Περιβάλλουσα ελαχίστων καμπτικών ροπών M_y



4.9 Περιβάλλουσα μεγίστων καμπτικών ροπών M_z



4.10 Διάγραμμα ελαχίστων καμπτικών ροπών M_z

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5.1 Αποτελέσματα ελέγχων μελών και διατομών φορέα με το INSTANT

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ : INSTANT - Copyright C.C.S. AE
ΑΡΧΕΙΟ : dplm
ΕΡΓΟ :
ΗΜ/ΝΙΑ :
ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ :
ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ : EC3
ΜΟΝΑΔΕΣ : [mm] [kN]
Επί μέρους συντελεστές ασφαλείας
γm0 1.100, γm1 τάξης 4 1.100, γm1 λυγισμού 1.100, γm2 1.250

ΜΕΛΟΣ 1 ΥΠΟΣΤΗΛΩΜΑ

ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Μήκος : = 10.00
Ποιότητα: = S 235
Διατομή : = HEB600
Iy = 135300000.0000, Iz = 1710400000.0000
Wel.y = 902000.0000, Wel.z = 5700000.0000
Wpl.y = 1391100.0000, Wpl.z = 6425000.0000
A = 27000.0000, Av.y = 11085.0000, Av.z = 20242.0000

Αποτελέσματα Ανάλυσης

Ελεγχος Διατομής

(Μέλος: ΥPOST - Π.Φ: Loading Case 1)

Θέση	Τάξη	Εφελκ.	Αξον.	Ky(+Δz)	Kz(+Δy)	K+A+Δ(y,z)	Διατμ.Y
Διατμ.Z							
0.000	1	-	0.117	0.002	0.000	0.002	0.000
0.094							
1.667	1	-	0.117	-	-	-	0.000
0.094							
1.667	1	-	0.117	-	-	-	0.000
0.094							
3.333	1	-	0.117	0.002	0.000	0.002	0.000
0.094							
3.333	1	-	0.115	0.002	0.000	0.002	0.000
0.094							
5.000	1	-	0.115	0.001	0.000	0.001	0.000
0.082							
5.000	1	-	0.026	0.001	0.000	0.001	0.018
0.072							
6.667	1	-	0.026	0.000	0.000	0.000	0.018
0.064							
6.667	1	-	0.026	0.000	0.000	0.000	0.018
0.064							
8.333	1	-	0.026	0.001	0.000	0.001	0.018
0.056							
8.333	1	-	0.026	0.001	0.000	0.001	0.018
0.056							
10.000	1	-	0.026	0.001	0.000	0.001	0.018
0.048							

Κατάταξη Διατομής [§5.3 (πίνακας 5.3.1)]

Τάξη Διατομής = 1

Κάμψη και Αξονική [§5.4.8.1]

Διάτμηση [§5.4.6, §5.4.7]

My .sd = 0.000, Mz .sd = -30.000, N .sd = -675.000

Vy .sd = 0.000, Vz .sd = 235.300

Κάμψη+Αξονική+Διάτμηση = 0.117

Vz .sd / Vz .rd = 0.094

ΑΠΟΔΕΚΤΟ

Κύρτωση κορμού: Δεν απαιτείται έλεγχος [5.6]
Στρεπτοκαμπτικός Λυγισμός (Μέλος: ΥPOST - Π.Φ: Loading Case
1)

Δεν απαιτείται Στρεπτοκαμπτικός Λυγ. (Αδιάστ. Λυγηρ. < 0.4)

Αδιάστατη Λυγηρότητα = 0.001 (&5.5.2)

ΜΕΛΟΣ 2 ΔΟΚΟΣ ΠΛΑΙΣΙΟΥ

ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Μήκος : = 12.09

Ποιότητα: = S 235

Διατομή : = IPE600

Iy = 33870000.0000, Iz = 920800000.0000

Wel.y = 308000.0000, Wel.z = 3070000.0000

Wpl.y = 485600.0000, Wpl.z = 3512000.0000

A = 15600.0000, Av.y = 8380.0000, Av.z = 9432.0000

Αποτελέσματα Ανάλυσης

Έλεγχος Διατομής (Μέλος: 2DOKOSP - Π.Φ: Loading Case 1)

Θέση	Τάξη	Εφελκ.	Αξον.	Ky(+Δz)	Kz(+Δy)	K+A+Δ(y,z)	Διατρ.Υ
Διατρ.Ζ							
0.000	1	-	0.045	0.005	0.000	0.005	0.000
0.025							
2.015	1	-	0.045	0.005	0.000	0.005	0.000
0.052							
2.015	1	-	0.045	0.005	0.000	0.005	0.000
0.052							
4.030	1	-	0.045	0.004	0.000	0.004	0.000
0.077							
4.030	1	-	0.045	0.004	0.000	0.004	0.000
0.077							
6.045	1	-	0.045	0.002	0.000	0.002	0.000
0.103							
6.045	1	-	0.045	0.002	0.000	0.002	0.000
0.103							
8.060	1	-	0.045	0.000	0.000	0.000	0.000
0.129							
8.060	1	-	0.045	0.000	0.000	0.000	0.000
0.129							
10.075	1	-	0.045	0.000	0.000	0.000	0.000
0.150							
10.075	1	-	0.045	0.000	0.000	0.000	0.000
0.150							
12.090	1	-	0.045	0.000	0.000	0.000	0.000
0.180							

Κατάταξη Διατομής [5.3 (πίνακας 5.3.1)]

Τάξη Διατομής = 1

Κάμψη και Αξονική [5.4.8.1]

Διάτμηση [5.4.6, 5.4.7]

My .sd = 50.000, Mz .sd = 0.000, N .sd = -151.000

Vy .sd = 0.000, Vz .sd = 209.000

Κάμψη+Αξονική+Διάτμηση = 0.180

Vz .sd / Vz .rd = 0.180

ΑΠΟΔΕΚΤΟ

Στρεπτοκαμπτικός Λυγισμός (Μέλος: 2DOKOSP - Π.Φ: Loading Case
1)

ΜΕΛΟΣ 3 ΔΟΚΟΣ ΠΑΤΑΡΙΟΥ (ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΥΣΑ)

ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Μήκος : = 7.00

Ποιότητα: = S 235

Διατομή : = ΙΡΕ200
 $I_y = 1420000.0000$, $I_z = 19430000.0000$
 $W_{el.y} = 28500.0000$, $W_{el.z} = 194000.0000$
 $W_{pl.y} = 44610.0000$, $W_{pl.z} = 220600.0000$
 $A = 2850.0000$, $A_{v.y} = 1401.6000$, $A_{v.z} = 1959.6001$
 Αποτελέσματα Ανάλυσης
 Έλεγχος Διατομής (Μέλος: 3DOKPAT - Π.Φ: Loading Case 1)

Θέση Τάξη Εφελκ. Αξον. $K_y(+\Delta z)$ $K_z(+\Delta y)$ $K+A+\Delta(y,z)$ Διατμ.Υ
 Διατμ.Ζ

ΜΕΛΟΣ 4 ΔΟΚΟΣ ΠΑΤΑΡΙΟΥ (ΚΥΡΙΑ)

ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Μήκος : = 12.00
 Ποιότητα: = S 235
 Διατομή : = ΗΕΒ500
 $I_y = 13180000.0000$, $I_z = 231300000.0000$
 $W_{el.y} = 146000.0000$, $W_{el.z} = 1160000.0000$
 $W_{pl.y} = 229000.0000$, $W_{pl.z} = 1307000.0000$
 $A = 8450.0000$, $A_{v.y} = 4273.1001$, $A_{v.z} = 5603.3999$
 Αποτελέσματα Ανάλυσης
 Έλεγχος Διατομής (Μέλος: 4DOKPAT - Π.Φ: Loading Case 1)

Θέση	Τάξη	Εφελκ.	Αξον.	$K_y(+\Delta z)$	$K_z(+\Delta y)$	$K+A+\Delta(y,z)$	Διατμ.Υ
0.000	1	-	0.076	-	-	-	0.915
0.000							
2.000	1	-	0.051	-	-	-	0.624
0.000							
2.000	1	-	0.051	-	-	-	0.624
0.000							
4.000	1	-	0.050	-	-	-	0.307
0.000							
4.000	1	-	0.050	-	-	-	0.307
0.000							
6.000	1	-	0.050	0.008	0.000	0.008	-
-							
6.000	1	-	0.050	0.008	0.000	0.008	-
-							
8.000	1	-	0.050	-	-	-	0.307
0.000							
8.000	1	-	0.050	-	-	-	0.307
0.000							
10.000	1	-	0.051	-	-	-	0.624
0.000							
10.000	1	-	0.051	-	-	-	0.624
0.000							
12.000	1	-	0.082	-	-	-	0.941
0.000							

Κατάταξη Διατομής [§5.3 (πίνακας 5.3.1)]

Τάξη Διατομής = 1

Κάμψη και Αξονική [§5.4.8.1]

Διάτμηση [§5.4.6, §5.4.7]

$M_y .sd = -985.000$, $M_z .sd = 0.000$, $N .sd = -90.000$

$V_y .sd = 496.000$, $V_z .sd = 0.000$

Κάμψη+Αξονική+Διάτμηση = 0.941

$V_y .sd / V_y .rd = 0.941$

ΑΠΟΔΕΚΤΟ

Κύριση κορμού: Δεν απαιτείται έλεγχος [5.6]

Στρεπτοκαμπτικός Λυγισμός (Μέλος: 4DOKPAT - Π.Φ: Loading Case 1)

ΜΕΛΟΣ 5 ΚΕΦΑΛΟΔΟΚΟΣ

ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Μήκος : = 7.00
 Ποιότητα: = S 235
 Διατομή : = HEB200
 $I_y = 20030000.0000$, $I_z = 56960000.0000$
 $W_{el.y} = 200000.0000$, $W_{el.z} = 570000.0000$
 $W_{pl.y} = 305800.0000$, $W_{pl.z} = 642500.0000$
 $A = 7810.0000$, $A_{v.y} = 2395.0000$, $A_{v.z} = 6604.0000$

Αποτελέσματα Ανάλυσης

Ελεγχος Διατομής

(Μέλος: 5ΚΕΦΑΛ - Π.Φ: Loading Case 1)

Θέση	Τάξη	Εφελκ.	Αξον.	Ky (+Δz)	Kz (+Δy)	K+A+Δ(y,z)	Διατμ.Υ
Διατμ.Ζ							
0.000	-	0.018	-	-	-	-	-
-							
1.167	-	0.018	-	-	-	-	-
-							
1.167	-	0.018	-	-	-	-	-
-							
2.333	-	0.018	-	-	-	-	-
-							
2.333	-	0.018	-	-	-	-	-
-							
3.500	-	0.018	-	-	-	-	-
-							
3.500	-	0.018	-	-	-	-	-
-							
4.667	-	0.018	-	-	-	-	-
-							
4.667	-	0.018	-	-	-	-	-
-							
5.833	-	0.018	-	-	-	-	-
-							
5.833	-	0.018	-	-	-	-	-
-							
7.000	-	0.018	-	-	-	-	-
-							

Εφελκυσμός... [.5.4.3]

N .sd = -30.000, N .rd = 1668.500

N .sd / N .rd = 0.018

ΑΠΟΔΕΚΤΟ

Στρεπτοκαμπτικός Λυγισμός

(Μέλος: 5ΚΕΦΑΛ - Π.Φ: Loading Case 1)

ΜΕΛΟΣ 6 ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΔΥΣΚΑΜΨΙΑΣ (ΚΑΘΕΤΟΣ)

ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Μήκος : = 12.06
 Ποιότητα: = S 235
 Διατομή : = L100x8
 $I_y = 599000.0000$, $I_z = 2300000.0000$
 $W_{el.y} = 15500.0000$, $W_{el.z} = 32500.0000$
 $W_{pl.y} = 39985.1016$, $W_{pl.z} = 39985.1016$
 $A = 1550.0000$, $A_{v.y} = 800.0000$, $A_{v.z} = 800.0000$

Αποτελέσματα Ανάλυσης

Ελεγχος Διατομής

(Μέλος: 6TRUSS1 - Π.Φ: Loading Case 1)

Θέση	Τάξη	Εφελκ.	Αξον.	Ky (+Δz)	Kz (+Δy)	K+A+Δ(y,z)	Διατμ.Υ
Διατμ.Ζ							
0.000	-	0.230	-	-	-	-	-
-							
6.030	-	0.230	-	-	-	-	-
-							

```

        6.030      -   0.230      -      -      -      -      -
-
        12.060     -   0.230      -      -      -      -      -
-
Εφελκυσμός... [.5.4.3]
N .sd = -76.000, N .rd = 331.136
N .sd / N .rd = 0.230
ΑΠΟΔΕΚΤΟ

```

ΜΕΛΟΣ 7 ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΔΥΣΚΑΜΨΙΑΣ (ΟΡΟΦΗΣ)

ΔΕΔΟΜΕΝΑ

```

Μήκος      : = 13.90
Ποιότητα  : = S 235
Διατομή   : = L50x5
Iy = 45900.0000, Iz = 174000.0000
Wel.y = 2320.0000, Wel.z = 4920.0000
Wpl.y = 6245.5000, Wpl.z = 6245.5000
A = 480.0000, Av.y = 250.0000, Av.z = 250.0000

```

Αποτελέσματα Ανάλυσης

Ελεγχος Διατομής (Μέλος: 10SYNDO - Π.Φ: Loading Case 1)

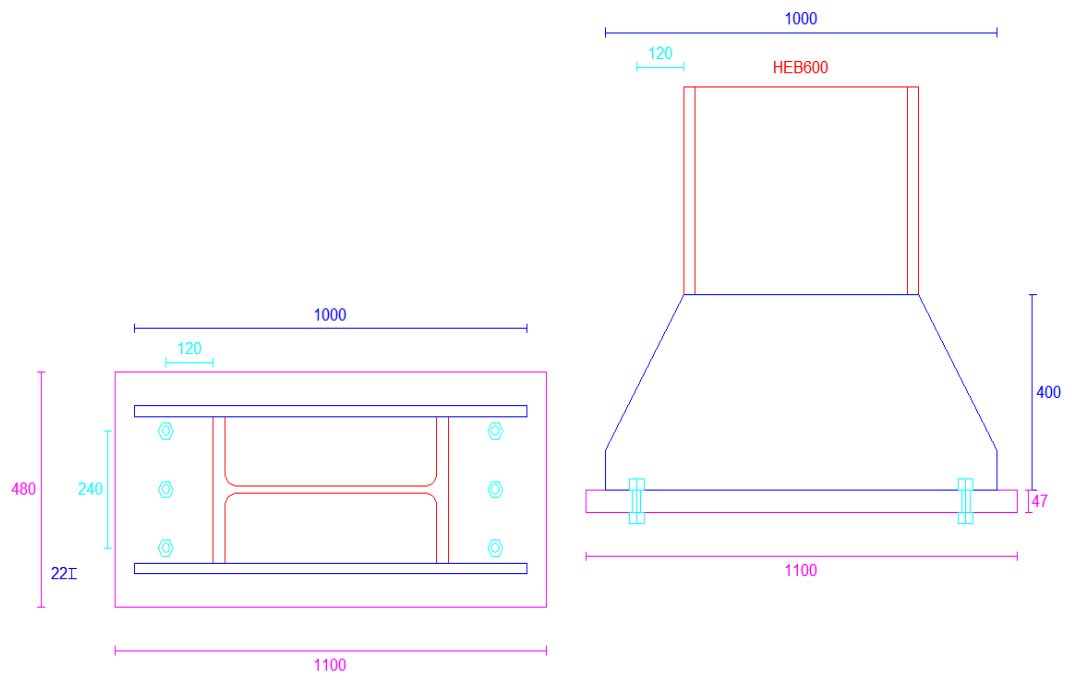
Θέση	Τάξη	Εφελκ.	Αξον.	Ky(+Δz)	Kz(+Δy)	K+A+Δ(y,z)	Διατρ.Υ
Διατρ.Ζ							
0.000	-	0.815	-	-	-	-	-
-							
6.950	-	0.815	-	-	-	-	-
-							
6.950	-	0.815	-	-	-	-	-
-							
13.900	-	0.815	-	-	-	-	-
-							

```

Εφελκυσμός... [.5.4.3]
N .sd = -83.600, N .rd = 102.545
N .sd / N .rd = 0.815
ΑΠΟΔΕΚΤΟ

```

5.2.1 Έλεγχος έδρασης υποστηλώματος



INSTANT

Έλεγχοι Συνδέσεων σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα
(Περιληπτική αναφορά)

ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Αρχείο.....:syndeseis
 Ημερομηνία.....:
 Μηχανικός.....:
 Εργασία.....:

ΜΟΝΑΔΕΣ

Μήκος.....: [mm]
 Δύναμη.....: [kN]
 Γωνία.....: [deg]

ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Κανονισμός.....:Χρήστη
 γ_{Mo}: 1.10
 γ_{Mb} (διάτμηση).....: 1.25
 γ_{Mb} (εφελκυσμός).....: 1.25
 γ_{Mw}: 1.25
 γ_{M2}: 1.25

ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ

A.ΣΧ. = Αντοχή Σχεδιασμού

ΕΛΕΓΧΟΙ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ EC3

ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ :
 ΕΔΡΑΣΗ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ ΜΟΡΦΗΣ Η (ΠΑΚΤΩΣΗ)
 Ονομα.....:Έδραση Υπ/τος

Περιγραφή.....:

ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ

Διατομή.....:	HEB600
Ύψος (h).....:	600.00mm
Πλάτος πέλματος (bf).....:	300.00mm
Πάχος πέλματος (tf).....:	30.00mm
Πάχος κορμού (tw).....:	15.50mm
Ποιότητα υλικού.....:	S235
Όριο διαρροής.....:	0.235kN/mm2

ΠΛΑΚΑ ΕΔΡΑΣΗΣ

Πλευρά (hp).....:	1100.00mm
Πλευρά (bp).....:	480.00mm
Πάχος (tp).....:	47.00mm
Ποιότητα υλικού.....:	S235
Όριο διαρροής.....:	0.215kN/mm2
Πάχος συγκόλλησης στον κορμό (aw).....:	26.00mm
Πάχος συγκόλλησης στα πέλματα (af).....:	12.00mm

ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

Ποιότητα.....:	C20
Θλιπτική αντοχή σχεδιασμού.....:	0.01333kN/mm2
Διατμητική αντοχή σχεδιασμού.....:	0.00110kN/mm2
Μέτρο Ελαστικότητας.....:	29.00kN/mm2
Επιμέρους συντελεστής ασφαλείας γ _c:	1.5

ΑΓΚΥΡΙΑ (ΜΕ ΠΛΑΚΑ ΑΓΚΥΡΩΣΗΣ)

Διάμετρος (d).....:	20.00mm
Ποιότητα.....:	8.8
Όριο διαρροής.....:	0.640kN/mm2
Απόσταση (r).....:	50.00mm
Μήκος (l).....:	500.00mm
Πάχος (t) πλάκας αγκύρωσης.....:	10.00mm

ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ ΑΓΚΥΡΙΩΝ

Αριθμός αγκυρίων.....:	6
Απόσταση s των αγκυρίων μεταξύ τους.....:	240.00mm
Απόσταση a ₂ αγκυρίων από πέλμα υποστυλώματος...:	120.00mm

ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ

Παράλληλα με τον κορμό του υποστυλώματος	
Ύψος (hr).....:	400.00mm
Μήκος (lr).....:	1000.00mm
Πάχος (tr).....:	22.00mm
Πάχος συγκόλλησης στην πλάκα έδρασης.....:	18.00mm
Πάχος συγκόλλησης στο υποστυλώμα.....:	12.00mm

ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ

Διατομή.....:	
Ύψος.....:	0.00mm

ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

- * Ο έλεγχος γίνεται για μονοαξονική κάμψη (ως προς τον ισχυρό άξονα αδρανείας) αξονική δύναμη και διάτμηση.
- * Γραμμική ελαστική συμπεριφορά για την σύνδεση (υπόθεση Navier-Bernoulli).
- * Στην περίπτωση διαμόρφωσης με περισσότερα από 2 εφελκόμενα αγκύρια σε διαφορετικές αποστάσεις από τον ουδέτερο άξονα, το κέντρο εφαρμογής της συνισταμένης εφελκυσμού υπολογίζεται θεωρώντας ότι όλα τα αγκύρια παραλαμβάνουν ίση εφελκυστική δύναμη (υπερ της ασφάλειας).
- * Τα θλιβόμενα αγκύρια αγνοούνται στους υπολογισμούς.

- * Οι ορθές και διατμητικές τάσεις λόγω κάμψης της πλάκας έδρασης θεωρούνται ανεξάρτητα από τις τάσεις λόγω επαφής με το σκυρόδεμα θεμελίωσης.
- * Το μέγιστο ενεργό πλάτος των ελασμάτων στην ζώνη των εφελκόμενων αγκυρίων είναι (ανά αγκύριο) ίσο με π.α2.
- * Ο συντελεστής συγκέντρωσης τάσης για το σκυρόδεμα ισούται με 1.5
- * Για την επίλυση της πλάκας έδρασης στην περιοχή μεταξύ κορμού και πελμάτων υποστυλώματος θεωρείται μοντέλο τριέρειστης πλάκας υποκείμενης σε πίεση ίση με την μέση τιμή της εφαρμοζόμενης από την επαφή με το σκυρόδεμα.
- * Ο έλεγχος της ακαμψίας της πλάκας έδρασης γίνεται με βάση σχέση πειραματικής προέλευσης.
- * Για τον έλεγχο των συγκολλήσεων θεωρείται ότι:
 - η συγκόλληση γίνεται με περιμετρικές συνεχείς εξωραφές. Οι εξωραφές των πελμάτων και του κορμού είναι διπλές και του ιδίου πάχους για τα δύο πέλαμα.
 - η αξονική δύναμη σχεδιασμού κατανέμεται ομοιόμορφα στην διατομή όλων των εξωραφών.
 - η διατμητική δύναμη σχεδιασμού κατανέμεται ομοιόμορφα στην διατομή των εξωραφών του κορμού.
 - η ροπή σχεδιασμού αναλύεται σε ζεύγος δυνάμεων οι οποίες κατανέμονται ομοιόμορφα στην διατομή των εξωραφών των πελμάτων.
- * Η διατμητική δύναμη σχεδιασμού μεταφέρεται στο σκυρόδεμα θεμελίωσης μόνο μέσω τριβής μεταξύ του θλιβόμενου τμήματος της πλάκας έδρασης και του σκυροδέματος ή μέσω πρόσθετου διατμητικού στοιχείου (αγνοείται η συμμετοχή των αγκυρίων). Ο συντελεστής τριβής ισούται με 0.3.
- * Η εφελκυστική δύναμη στα αγκύρια μεταφέρεται στο σκυρόδεμα θεμελίωσης μέσω:
 - συνάφειας και τριβής στην περίπτωση αγκυρίων με άγκιστρο (καμπύλο).
 - συνάφειας και πίεσης στην περίπτωση αγκυρίων με πλάκα αγκύρωσης.

 Α Π Ο Τ Ε Λ Ε Σ Μ Α Τ Α Φ Ο Ρ Τ Ι Σ Η Σ **[Μέγιστα κόμβου]**

ΕΝΤΑΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ

	Αξονική (NSd)	Τέμνουσα (VSd)	Ροπή (MSd)
Υποστύλωμα	1271.00kN	235.30kN	626800.00kNm

ΟΥΔΕΤΕΡΟΣ ΑΞΟΝΑΣ

Απόσταση ουδ.άξονα από θλιβόμενο άκρο πλάκας γ0...: 417.49mm
 Αριθμός εφελκυσμένων αγκυρίων.....:3

ΕΛΕΓΧΟΣ ΘΛΙΠΤΙΚΗΣ ΤΑΣΗΣ ΣΤΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

Αναπτυσσόμενη θλιπτική τάση ακμής pm.....: 0.01394kN/mm2
 Θλιπτική αντοχή σε συγκεντρωμένη πίεση.....: 0.01700kN/mm2
 Λόγος pm/sbc.....: 0.82
 Η αντοχή είναι.....: ΕΠΑΡΚΗΣ

ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΓΚΥΡΙΩΝ

Μέγιστη εφελκυστική δύναμη ανά αγκύριο Nj.....: 37.78kN
 Αντοχή διατομής αγκυρίου NRd.....: 125.44kN
 Λόγος Nj/NRd.....: 0.30
 Η διατομή είναι.....: ΕΠΑΡΚΗΣ
 Ικανότητα συνάφειας με σκυρόδεμα NRd.....: 237.50kN
 Λόγος Nj/NRd.....: 0.16
 Η αντοχή είναι.....: ΕΠΑΡΚΗΣ

ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΕΦΕΛΚΥΟΜΕΝΗΣ ΖΩΝΗΣ

=====

Μήκος ενεργού ζώνης εφελκυσμού πέλματος l_{eff}: 100.00mm
 Μέγιστη εφελκυστική δύναμη πέλματος.....: 50.37kN
 Αντοχή.....: 705.00kN
 Λόγος.....: 0.07
 Η αντοχή είναι.....: ΕΠΑΡΚΗΣ
 Μήκος ενεργού ζώνης εφελκυσμού νεύρωσης l_{eff}: 95.00mm
 Μέγιστη εφελκυστική δύναμη νεύρωσης.....: 35.56kN
 Αντοχή.....: 491.15kN
 Λόγος.....: 0.07
 Η αντοχή είναι.....: ΕΠΑΡΚΗΣ
ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΠΑΧΟΥΣ ΠΛΑΚΑΣ ΕΔΡΑΣΗΣ
 =====
 Δυσμενέστερη περιοχή :
 Εσωτερική επιφάνεια μεταξύ νευρώσεων
 Απαιτούμενο ελάχιστο πάχος (t_p minimum).....: 47.00mm
 Το πάχος είναι ΕΠΑΡΚΕΣ ($t_p \geq t_p$ minimum)
ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΑΚΑΜΨΙΑΣ ΠΛΑΚΑΣ ΕΔΡΑΣΗΣ
 =====
 Απαιτούμενο ελάχιστο πάχος (t_p minimum).....: 9.00mm
 Το πάχος είναι ΕΠΑΡΚΕΣ ($t_p \geq t_p$ minimum)
ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ ΤΩΝ ΝΕΥΡΩΣΕΩΝ
 =====
 (για τις δεδομένες διαστάσεις των νευρώσεων l_r, h_r, t_r) :
 * Πλευρά που συγκολλάται στο υποστύλωμα :
 Ορθή τάση.....: 0.07133kN/mm²
 Διατμητική τάση.....: 0.17302kN/mm²
 Αντοχή.....: 0.21500kN/mm²
 Λόγος.....: 0.80
 Η αντοχή είναι.....: ΕΠΑΡΚΗΣ
 * Πλευρά που συγκολλάται στη πλάκα :
 Ορθή τάση.....: 0.13319kN/mm²
 Διατμητική τάση.....: 0.07133kN/mm²
 Ισοδύναμη τάση.....: 0.18167kN/mm²
 Αντοχή.....: 0.21500kN/mm²
 Λόγος.....: 0.84
 Η αντοχή είναι.....: ΕΠΑΡΚΗΣ
ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΛΥΓΙΣΜΟ ΤΩΝ ΝΕΥΡΩΣΕΩΝ
 =====
 Απαιτούμενο ελάχιστο πάχος (t_r minimum).....: 22.00mm
 Το πάχος των νευρώσεων είναι ΕΠΑΡΚΕΣ ($t_r \geq t_r$ minimum)
ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΝΕΥΡΩΣΕΩΝ
 =====
 Ελάχιστο πάχος συγκόλλησης νεύρωσης/πλάκας.....: 15.00mm
 Η συγκόλληση είναι.....: ΕΠΑΡΚΗΣ
 Ελάχιστο πάχος συγκόλλησης νεύρωσης/κορμού.....: 12.00mm
 Η συγκόλληση είναι.....: ΕΠΑΡΚΗΣ
ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ
 =====
 Ελάχιστο πάχος συγκόλλησης κορμού/πλάκας.....: 4.00mm
 Η συγκόλληση είναι.....: ΕΠΑΡΚΗΣ
 Ελάχιστο πάχος συγκόλλησης πέλματος/πλάκας.....: 10.00mm
 Η συγκόλληση είναι.....: ΕΠΑΡΚΗΣ
 Ορθή τάση.....: 0.20904kN/mm²
 Διατμητική τάση.....: 0.03366kN/mm²
 Αντοχή.....:

0.23500kN/mm²

Λόγος.....: 0.89

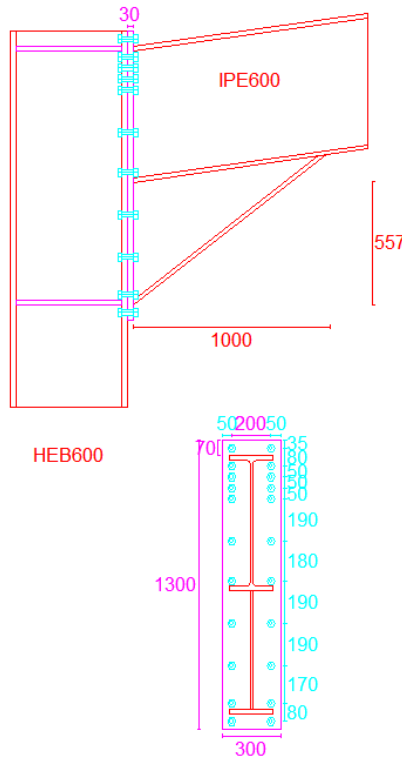
Η αντοχή είναι.....: ΕΠΑΡΚΗΣ

ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ

Συνισταμένη θλιπτικής δράσης (F_c).....: 1396.93kN

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

5.2.2 Έλεγχος σύνδεσης δοκού πλαισίου – υποστηλώματος



=====

INSTANT

Έλεγχοι Συνδέσεων σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα
(Περιληπτική αναφορά)

=====

ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

=====

Αρχείο.....: syndeseis

Ημερομηνία.....:

Μηχανικός.....:

Εργασία.....:

ΜΟΝΑΔΕΣ

=====

Μήκος.....: [mm]

Δύναμη.....: [kN]

Γωνία.....: [deg]

ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

=====

Κανονισμός.....: Χρήστη

γ_{Mo}: 1.10

γ_{Mb} (διάτμηση).....: 1.25

γ_{Mb} (εφελκυσμός).....: 1.25

γ_{Mw}: 1.25
 γ_{M2}: 1.25

ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ

=====

A.ΣΧ. = Αντοχή Σχεδιασμού

=====

ΕΛΕΓΧΟΙ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ EC3

ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ :
ΗΜΙΑΚΑΜΠΤΗ ΣΥΝΔΕΣΗ ΔΟΚΟΥ-ΥΠΟΣΤ.ΜΕ ΜΕΤΩΠΙΚΗ ΠΛΑΚΑ (ΚΟΧΛΙΩΤΗ)
Όνομα.....:1-2 : Δοκός - Υποσ
Περιγραφή.....:

=====

ΕΓΚΥΡΟΤΗΤΑ ΜΕΘΟΔΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

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

ΔΕΞΙΑ ΔΟΚΟΣ

=====

Διατομή.....	IPE600
Τάξη διατομής.....	1
Ύψος (h).....	600.00mm
Πλάτος πέλματος (bf).....	220.00mm
Πάχος πέλματος (tf).....	19.00mm
Πάχος κορμού (tw).....	12.00mm
Ακτίνα καμπυλότητας (r).....	24.00mm
Γωνία.....	7.13deg
Προβαλλόμενο ύψος δοκού (h').....	604.00mm
Μήκος (l).....	0.00mm
Εμβαδόν διατομής (A).....	15600.00mm ²
Ροπή αδράνειας ως προς τον ισχυρό άξονα.....	920800000.00mm ⁴
Ελαστική ροπή αντίστασης ως προς ισχυρό άξονα.....	3070000.00mm ³
Πλαστική ροπή αντίστασης ως προς ισχυρό άξονα.....	3512000.00mm ³
Ποιότητα υλικού.....	S235
Όριο διαρροής πέλματος.....	0.235kN/mm ²
Όριο αστοχίας πέλματος.....	0.360kN/mm ²
Όριο διαρροής κορμού.....	0.235kN/mm ²
Όριο αστοχίας κορμού.....	0.360kN/mm ²

ΜΕΤΩΠΙΚΗ ΠΛΑΚΑ

=====

Ύψος (h _p).....	1300.00mm
Πλάτος (b _p).....	300.00mm
Πάχος (t _p).....	30.00mm
Απόσταση του πάνω άκρου από το πέλμα της δοκού.....	70.00mm
Τύπος.....	Προεξέχουσα

ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΟΜΒΟΥ

=====

Ύψος (h).....	557.00mm
Πλάτος πέλματος (bf).....	220.00mm
Πάχος πέλματος (tf).....	19.00mm
Πάχος κορμού (tw).....	12.00mm
Μήκος (l).....	1000.00mm
Γωνία.....	34.29deg

ΚΟΧΛΙΕΣ

=====

Τύπος.....	ΚΑΝΟΝΙΚΟΙ
Διάμετρος (d).....	20.00mm

Διάμετρος οπής (d0).....	22.00mm
Εμβαδόν κοχλίας (A).....	314.00mm ²
Εμβαδόν εφελκυσμού κοχλίας (As).....	245.00mm ²
Πάχος κεφαλής κοχλίας.....	13.00mm
Πάχος παξιμαδιού.....	16.00mm
Ποιότητα.....	8.8
Όριο διαρροής.....	0.640kN/mm ²
Όριο αστοχίας.....	0.800kN/mm ²

Το επίπεδο διάτμησης διέρχεται από το σπείρωμα του κοχλίας

ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ ΚΟΧΛΙΩΝ

=====

Κάθετη απόσταση μεταξύ της 1ης σειράς κοχλιών και το άκρο της μετωπικής πλάκας (e1).....	35.00mm
Οριζόντια απόσταση κοχλιών και το άκρο της μετωπικής πλάκας (e2).....	50.00mm
Απόσταση μεταξύ των στηλών κοχλιών.....	200.00mm
Αποστάσεις μεταξύ των σειρών κοχλιών :	
1 και 2.....	80.00mm
2 και 3.....	50.00mm
3 και 4.....	50.00mm
4 και 5.....	50.00mm
5 και 6.....	190.00mm
6 και 7.....	180.00mm
7 και 8.....	190.00mm
8 και 9.....	190.00mm
9 και 10.....	170.00mm

mm

ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ

=====

Διατομή.....	HEB600
Ύψος (h).....	600.00mm
Πλάτος πέλματος (bf).....	300.00mm
Πάχος πέλματος (tf).....	30.00mm
Πάχος κορμού (tw).....	15.50mm
Ακτίνα καμπυλότητας (r).....	27.00mm
Εμβαδόν διατομής (A).....	27000.00mm ²
Ροπή αδράνειας ως προς τον ισχυρό άξονα.....	171040000.00mm ⁴
Ελαστική ροπή αντίστασης ως προς ισχυρό άξονα.....	5700000.00mm ³
Πλαστική ροπή αντίστασης ως προς ισχυρό άξονα.....	6425000.00mm ³
Ποιότητα υλικού.....	S235
Όριο διαρροής πέλματος.....	0.235kN/mm ²
Όριο αστοχίας πέλματος.....	0.360kN/mm ²
Όριο διαρροής κορμού.....	0.235kN/mm ²
Όριο αστοχίας κορμού.....	0.360kN/mm ²

ΝΕΥΡΩΣΕΙΣ

=====

Πάχος (ast).....	19.00mm
Πάχος συγκολλήσεων (afst).....	3.00mm

Νευρώσεις :

- * Πλήρης Νεύρωση στην εφελκυσόμενη περιοχή που τοποθετείται : Στο ίδιο ύψος με το πέλμα της δοκού
- * Νεύρωση στην θλιβόμενη περιοχή

A Π Ο Τ Ε Λ Ε Σ Μ Α Τ Α Φ Ο Ρ Τ Ι Σ Η Σ ** [Μέγιστα κόμβου] **

ΕΝΤΑΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ

=====

(Αναγωγή των δυνάμεων των δοκών)			
	Αξονική (NSd)	Τέμνουσα (VSd)	Ροπή (MSd)
Δεξιά δοκός	177.72kN	244.92kN	826200.00kNm

Υποστυλώμα 231.70kN 124.80kN 826200.00kNm

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΕΞΙΑ ΔΟΚΟ

ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΕΝΤΑΤΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ
=====

* Σειρά κοχλιών No.....:1
Τρόπος αστοχίας : Πέλμα υποστυλώματος σε κάμψη
Αντοχή σχεδιασμού σειράς κοχλίας FRd[1].....: 282.24kN
* Σειρά κοχλιών No.....:2
Αντοχή σχεδιασμού σειράς κοχλίας FRd[2].....: 263.06kN
* Σειρά κοχλιών No.....:3
Τρόπος αστοχίας : Κορμός και πέλμα δοκού σε θλίψη
Αντοχή σχεδιασμού σειράς κοχλίας FRd[3].....: 192.46kN
* Σειρά κοχλιών No.....:4
Τρόπος αστοχίας : Κορμός και πέλμα δοκού σε θλίψη
Αντοχή σχεδιασμού σειράς κοχλίας FRd[4].....: 0.00kN
* Σειρά κοχλιών No.....:5
Τρόπος αστοχίας : Κορμός και πέλμα δοκού σε θλίψη
Αντοχή σχεδιασμού σειράς κοχλίας FRd[5].....: 0.00kN
* Σειρά κοχλιών No.....:6
Τρόπος αστοχίας : Κορμός και πέλμα δοκού σε θλίψη
Αντοχή σχεδιασμού σειράς κοχλίας FRd[6].....: 0.00kN
* Σειρά κοχλιών No.....:7
Τρόπος αστοχίας : Κορμός και πέλμα δοκού σε θλίψη
Αντοχή σχεδιασμού σειράς κοχλίας FRd[7].....: 0.00kN
* Σειρά κοχλιών No.....:8
Τρόπος αστοχίας : Κορμός και πέλμα δοκού σε θλίψη
Αντοχή σχεδιασμού σειράς κοχλίας FRd[8].....: 0.00kN

ΑΝΤΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΣΕ ΡΟΠΗ
=====

Αντοχή σχεδιασμού σε ροπή {J.3.6} MRd.....:829286.06kNm
Λόγος Ροπής MSd / Αντοχή σε ροπή MRd.....: 1.00
Η αντοχή σε ροπή είναι.....: ΕΠΑΡΚΗΣ

ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ
=====

Η αντοχή σχεδιασμού σε διάτμηση VRd.....: 1666.56kN
Λόγος τέμνουσας VSd / αντοχή σε τέμνουσα VRd.....: 0.15
Η αντοχή σε διάτμηση είναι.....: ΕΠΑΡΚΗΣ

ΑΝΤΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΣΕ ΘΛΙΨΗ ΚΟΡΜΟΥ ΤΗΣ ΔΟΚΟΥ
ΣΤΟ ΣΗΜΕΙΟ ΟΠΟΥ ΣΥΝΔΕΕΤΑΙ Η ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΟΜΒΟΥ
=====

Η αντοχή του κορμού της δοκού είναι επαρκής

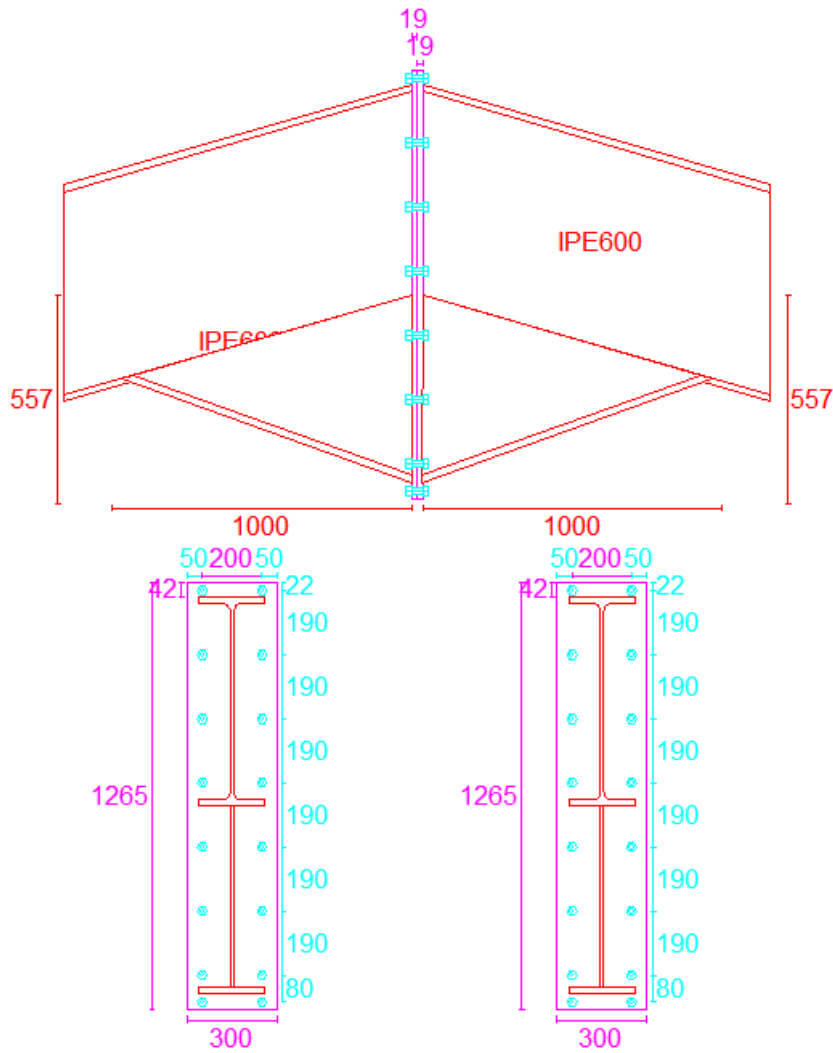
ΣΤΡΟΦΙΚΗ ΔΥΣΚΑΜΨΙΑ {J.4.1}
=====

* Ιδεατή ακαμψία Sj.....:4138883.00kNm/deg

ΣΤΡΟΦΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ {J.5}
=====

* Δεν παρέχεται πληροφορία στον EC3
για πλαστική ανάλυση

5.2.3 Έλεγχος σύνδεσης στέψης πλαισίου



=====

INSTANT

Έλεγχοι Συνδέσεων σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα
(Περιληπτική αναφορά)

=====

ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

=====

Αρχείο.....:syndeseis
 Ημερομηνία.....:
 Μηχανικός.....:
 Εργασία.....:

ΜΟΝΑΔΕΣ

=====

Μήκος.....: [mm]
 Δύναμη.....: [kN]
 Γωνία.....: [deg]

ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

=====

Κανονισμός.....:Χρήστη
 γ Mo.....: 1.10
 γ Mb (διάτμηση).....: 1.25

γ_{Mb} (εφελκυσμός).....: 1.25
 γ_{Mw}: 1.25
 γ_{M2}: 1.25

ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ

=====

A.ΣΧ. = Αντοχή Σχεδιασμού

=====

ΕΛΕΓΧΟΙ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ EC3

ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ :

ΗΜΙΑΚΑΜΠΤΗ ΣΥΝΕΧΕΙΑ ΔΟΚΟΥ ΜΕ ΜΕΤΩΠΙΚΗ ΠΛΑΚΑ (ΚΟΡΦΙΑΣ)

Όνομα.....:Σύνδεση στέψης

Περιγραφή.....:

=====

ΕΓΚΥΡΟΤΗΤΑ ΜΕΘΟΔΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

=====

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

ΔΕΞΙΑ ΔΟΚΟΣ

=====

Διατομή.....:	IPE600
Τάξη διατομής.....:	1
Ύψος (h).....:	600.00mm
Πλάτος πέλματος (bf).....:	220.00mm
Πάχος πέλματος (tf).....:	19.00mm
Πάχος κορμού (tw).....:	12.00mm
Ακτίνα καμπυλότητας (r).....:	24.00mm
Γωνία.....:	14.25deg
Προβαλλόμενο ύψος δοκού (h').....:	619.00mm
Μήκος (l).....:	0.00mm
Εμβαδόν διατομής (A).....:	15600.00mm ²
Ροπή αδράνειας ως προς τον ισχυρό άξονα.....:	920800000.00mm ⁴
Ελαστική ροπή αντίστασης ως προς ισχυρό άξονα.....:	3070000.00mm ³
Πλαστική ροπή αντίστασης ως προς ισχυρό άξονα.....:	3512000.00mm ³
Ποιότητα υλικού.....:	S235
Όριο διαρροής πέλματος.....:	0.235kN/mm ²
Όριο αστοχίας πέλματος.....:	0.360kN/mm ²
Όριο διαρροής κορμού.....:	0.235kN/mm ²
Όριο αστοχίας κορμού.....:	0.360kN/mm ²

ΜΕΤΩΠΙΚΗ ΠΛΑΚΑ

=====

Ύψος (h _p).....:	1265.00mm
Πλάτος (b _p).....:	300.00mm
Πάχος (t _p).....:	19.00mm
Απόσταση του πάνω άκρου από το πέλμα της δοκού.....:	42.00mm
Τύπος.....:	Προεξέχουσα

ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΟΜΒΟΥ

=====

Ύψος (h).....:	557.00mm
Πλάτος πέλματος (bf).....:	220.00mm
Πάχος πέλματος (tf).....:	19.00mm
Πάχος κορμού (tw).....:	12.00mm
Μήκος (l).....:	1000.00mm
Γωνία.....:	39.04deg

ΚΟΧΛΙΕΣ

=====

Τύπος.....:	ΚΑΝΟΝΙΚΟΙ
-------------	-----------

Διάμετρος (d).....	16.00mm
Διάμετρος οπής (d0).....	18.00mm
Εμβαδόν κοχλίας (A).....	201.00mm ²
Εμβαδόν εφελκυσμού κοχλίας (As).....	157.00mm ²
Πάχος κεφαλής κοχλίας.....	10.00mm
Πάχος παξιμαδιού.....	13.00mm
Ποιότητα.....	8.8
Όριο διαρροής.....	0.640kN/mm ²
Όριο αστοχίας.....	0.800kN/mm ²

Το επίπεδο διάτμησης διέρχεται από το σπείρωμα του κοχλίας

ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ ΚΟΧΛΙΩΝ

=====

Κάθετη απόσταση μεταξύ της 1ης σειράς κοχλιών και το άκρο της μετωπικής πλάκας (e1).....	22.00mm
Οριζόντια απόσταση κοχλιών και το άκρο της μετωπικής πλάκας (e2).....	50.00mm
Απόσταση μεταξύ των στηλών κοχλιών.....	200.00mm
Αποστάσεις μεταξύ των σειρών κοχλιών :	
1 και 2.....	190.00mm
2 και 3.....	190.00mm
3 και 4.....	190.00mm
4 και 5.....	190.00mm
5 και 6.....	190.00mm
6 και 7.....	190.00mm
7 και 8.....	80.00mm

Α Π Ο Τ Ε Λ Ε Σ Μ Α Τ Α Φ Ο Ρ Τ Ι Σ Η Σ **[Μέγιστα κόμβου]**

ΕΝΤΑΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ

=====

(Αναγωγή των δυνάμεων των δοκών)			
	Αξονική (NSd)	Τέμνουσα (VSd)	Ροπή (MSd)
Δεξιά δοκός	167.46kN	123.86kN	489300.00kNm

ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΕΝΤΑΤΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ

=====

* Σειρά κοχλιών Νο.....	:1
Τρόπος αστοχίας : Μετωπική πλάκα σε κάμψη	
Αντοχή σχεδιασμού σειράς κοχλίας FRd[1].....	180.86kN
* Σειρά κοχλιών Νο.....	:2
Αντοχή σχεδιασμού σειράς κοχλίας FRd[2].....	151.67kN
* Σειρά κοχλιών Νο.....	:3
Τρόπος αστοχίας : Μετωπική πλάκα σε κάμψη	
Αντοχή σχεδιασμού σειράς κοχλίας FRd[3].....	146.97kN
* Σειρά κοχλιών Νο.....	:4
Τρόπος αστοχίας : Μετωπική πλάκα σε κάμψη	
Αντοχή σχεδιασμού σειράς κοχλίας FRd[4].....	135.80kN

ΑΝΤΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΣΕ ΡΟΠΗ

=====

Αντοχή σχεδιασμού σε ροπή.....	:567986.31kNm
Λόγος Ροπής MSd / Αντοχή σε ροπή MRd.....	: 0.86
Η αντοχή σε ροπή είναι.....	: ΕΠΑΡΚΗΣ

ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ

=====

Η αντοχή σχεδιασμού σε διάτμηση VRd.....	: 137.80kN
Λόγος τέμνουσας VSd / αντοχή σε τέμνουσα VRd.....	: 0.90
Η αντοχή σε διάτμηση είναι.....	: ΕΠΑΡΚΗΣ

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

=====

Η αντοχή του κορμού της δοκού είναι επαρκής

ΣΤΡΟΦΙΚΗ ΔΥΣΚΑΜΨΙΑ {J.4.1}

=====

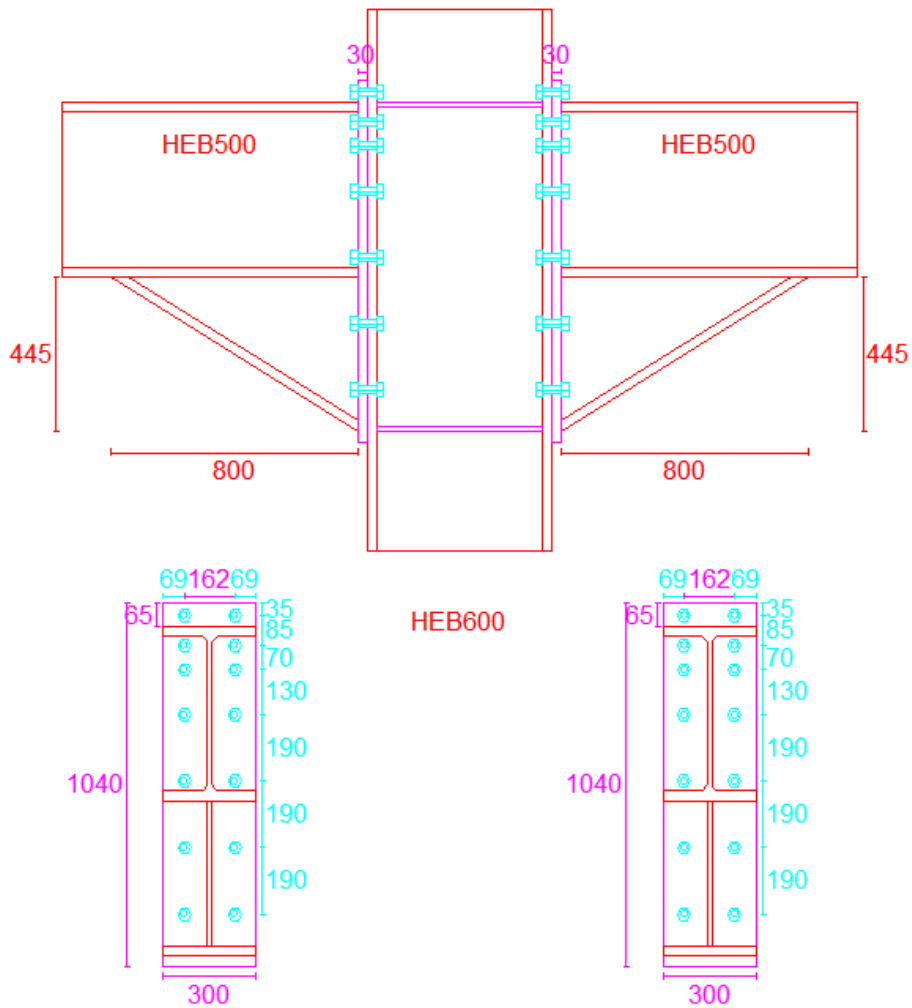
* Στροφική ακαμψία
Sj.ini.....:36481180.00kNmm/deg
* Στροφική ακαμψία
Sj.sec.....:12160393.00kNmm/deg
* Ιδεατή ακαμψία
Sj.....:18240590.00kNmm/deg

ΣΤΡΟΦΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ {J.5}

=====

* Δεν παρέχεται πληροφορία στον EC3
για πλαστική ανάλυση

5.2.4 Έλεγχος σύνδεσης κύριων δοκών παταριού – υποστηλώματος



=====

INSTANT

Ελεγχοί Συνδέσεων σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα
(Περιληπτική αναφορά)

=====

ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

=====

Αρχείο.....:syndeseis
 Ημερομηνία.....:
 Μηχανικός.....:
 Εργασία.....:

ΜΟΝΑΔΕΣ

=====

Μήκος.....:[mm]
 Δύναμη.....:[kN]
 Γωνία.....:[deg]

ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

=====

Κανονισμός.....:Χρήστη
 γ Mo.....: 1.10
 γ Mb (διάτμηση).....: 1.25
 γ Mb (εφελκυσμός).....: 1.25
 γ Mw.....: 1.25
 γ M2.....: 1.25

ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ

=====

A.ΣΧ. = Αντοχή Σχεδιασμού

=====

ΕΛΕΓΧΟΙ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ EC3

ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ :

ΗΜΙΑΚΑΜΠΤΗ ΣΥΝΔΕΣΗ ΔΟΚΟΥ-ΥΠΟΣΤ.ΜΕ ΜΕΤΩΠΙΚΗ ΠΛΑΚΑ (ΚΟΧΛΙΩΤΗ)

Όνομα.....:Κύρια δοκ. παταριού

Περιγραφή.....:

=====

ΕΓΚΥΡΟΤΗΤΑ ΜΕΘΟΔΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

=====

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

ΑΡΙΣΤΕΡΗ ΔΟΚΟΣ

=====

Διατομή.....:	HEB500
Τάξη διατομής.....:	1
Ύψος (h).....:	500.00mm
Πλάτος πέλματος (bf).....:	300.00mm
Πάχος πέλματος (tf).....:	28.00mm
Πάχος κορμού (tw).....:	14.50mm
Ακτίνα καμπυλότητας (r).....:	27.00mm
Γωνία.....:	0.00deg
Προβαλλόμενο ύψος δοκού (h').....:	500.00mm
Μήκος (l).....:	0.00mm
Εμβαδόν διατομής (A).....:	23860.00mm ²
Ροπή αδράνειας ως προς τον ισχυρό άξονα.....:	107180000.00mm ⁴
Ελαστική ροπή αντίστασης ως προς ισχυρό άξονα.....:	4290000.00mm ³
Πλαστική ροπή αντίστασης ως προς ισχυρό άξονα.....:	4815000.00mm ³
Ποιότητα υλικού.....:	S235
Όριο διαρροής πέλματος.....:	0.235kN/mm ²

Όριο αστοχίας πέλματος.....	0.360kN/mm2
Όριο διαρροής κορμού.....	0.235kN/mm2
Όριο αστοχίας κορμού.....	0.360kN/mm2

ΜΕΤΩΠΙΚΗ ΠΛΑΚΑ

=====

Ύψος (hp).....	1040.00mm
Πλάτος (bp).....	300.00mm
Πάχος (tp).....	30.00mm
Απόσταση του πάνω άκρου από το πέλμα της δοκού:	65.00mm
Τύπος.....	Προεξέχουσα

ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΟΜΒΟΥ

=====

Ύψος (h).....	445.00mm
Πλάτος πέλματος (bf).....	300.00mm
Πάχος πέλματος (tf).....	28.00mm
Πάχος κορμού (tw).....	14.50mm
Μήκος (l).....	800.00mm
Γωνία.....	29.09deg

ΚΟΧΛΙΕΣ

=====

Τύπος.....	ΚΑΝΟΝΙΚΟΙ
Διάμετρος (d).....	22.00mm
Διάμετρος οπής (d0).....	24.00mm
Εμβαδόν κοχλία (A).....	380.00mm2
Εμβαδόν εφελκυσμού κοχλία (As).....	303.00mm2
Πάχος κεφαλής κοχλία.....	14.00mm
Πάχος παξιμαδιού.....	18.00mm
Ποιότητα.....	8.8
Όριο διαρροής.....	0.640kN/mm2
Όριο αστοχίας.....	0.800kN/mm2

Το επίπεδο διάτμησης διέρχεται από το σπείρωμα του κοχλία

ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ ΚΟΧΛΙΩΝ

=====

Κάθετη απόσταση μεταξύ της 1ης σειράς κοχλιών και το άκρο της μετωπικής πλάκας (e1).....	35.00mm
Οριζόντια απόσταση κοχλιών και το άκρο της μετωπικής πλάκας (e2).....	69.00mm
Απόσταση μεταξύ των στηλών κοχλιών.....	162.00mm
Αποστάσεις μεταξύ των σειρών κοχλιών :	
1 και 2.....	85.00mm
2 και 3.....	70.00mm
3 και 4.....	130.00mm
4 και 5.....	190.00mm
5 και 6.....	190.00mm
6 και 7.....	190.00mm

ΔΕΞΙΑ ΔΟΚΟΣ

=====

Διατομή.....	HEB500
Τάξη διατομής.....	1
Ύψος (h).....	500.00mm
Πλάτος πέλματος (bf).....	300.00mm
Πάχος πέλματος (tf).....	28.00mm
Πάχος κορμού (tw).....	14.50mm
Ακτίνα καμπυλότητας (r).....	27.00mm
Γωνία.....	0.00deg
Προβαλλόμενο ύψος δοκού (h').....	500.00mm
Μήκος (l).....	0.00mm
Εμβαδόν διατομής (A).....	23860.00mm2
Ροπή αδράνειας ως προς τον ισχυρό άξονα.....	107180000.00mm4
Ελαστική ροπή αντίστασης ως προς ισχυρό άξονα.....	4290000.00mm3

Πλαστική ροπή αντίστασης ως προς ισχυρό άξονα..	4815000.00mm ³
Ποιότητα υλικού.....	S235
Όριο διαρροής πέλματος.....	0.235kN/mm ²
Όριο αστοχίας πέλματος.....	0.360kN/mm ²
Όριο διαρροής κορμού.....	0.235kN/mm ²
Όριο αστοχίας κορμού.....	0.360kN/mm ²

ΜΕΤΩΠΙΚΗ ΠΛΑΚΑ

=====

Ύψος (hp).....	1040.00mm
Πλάτος (bp).....	300.00mm
Πάχος (tp).....	30.00mm
Απόσταση του πάνω άκρου από το πέλμα της δοκού:	65.00mm
Τύπος.....	Προεξέχουσα

ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΟΜΒΟΥ

=====

Ύψος (h).....	445.00mm
Πλάτος πέλματος (bf).....	300.00mm
Πάχος πέλματος (tf).....	28.00mm
Πάχος κορμού (tw).....	14.50mm
Μήκος (l).....	800.00mm
Γωνία.....	29.09deg

ΚΟΧΛΙΕΣ

=====

Τύπος.....	KANONΙΚΟΙ
Διάμετρος (d).....	22.00mm
Διάμετρος οπής (d0).....	24.00mm
Εμβαδόν κοχλία (A).....	380.00mm ²
Εμβαδόν εφελκυσμού κοχλία (As).....	303.00mm ²
Πάχος κεφαλής κοχλία.....	14.00mm
Πάχος παξιμαδιού.....	18.00mm
Ποιότητα.....	8.8
Όριο διαρροής.....	0.640kN/mm ²
Όριο αστοχίας.....	0.800kN/mm ²
Το επίπεδο διάτμησης διέρχεται από το σπείρωμα του κοχλία	

ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ ΚΟΧΛΙΩΝ

=====

Κάθετη απόσταση μεταξύ της 1ης σειράς κοχλιών και το άκρο της μετωπικής πλάκας (e1).....	35.00mm
Οριζόντια απόσταση κοχλιών και το άκρο της μετωπικής πλάκας (e2).....	69.00mm
Απόσταση μεταξύ των στηλών κοχλιών.....	162.00mm
Αποστάσεις μεταξύ των σειρών κοχλιών :	
1 και 2.....	85.00mm
2 και 3.....	70.00mm
3 και 4.....	130.00mm
4 και 5.....	190.00mm
5 και 6.....	190.00mm
6 και 7.....	190.00mm

ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ

=====

Διατομή.....	HEB600
Ύψος (h).....	600.00mm
Πλάτος πέλματος (bf).....	300.00mm
Πάχος πέλματος (tf).....	30.00mm
Πάχος κορμού (tw).....	15.50mm
Ακτίνα καμπυλότητας (r).....	27.00mm
Εμβαδόν διατομής (A).....	27000.00mm ²
Ροπή αδράνειας ως προς τον ισχυρό άξονα.....	171040000.00mm ⁴
Ελαστική ροπή αντίστασης ως προς ισχυρό άξονα..	5700000.00mm ³
Πλαστική ροπή αντίστασης ως προς ισχυρό άξονα..	6425000.00mm ³

Ποιότητα υλικού.....	S235
Όριο διαρροής πέλματος.....	0.235kN/mm2
Όριο αστοχίας πέλματος.....	0.360kN/mm2
Όριο διαρροής κορμού.....	0.235kN/mm2
Όριο αστοχίας κορμού.....	0.360kN/mm2

ΝΕΥΡΩΣΕΙΣ

=====

Πάχος (ast).....	14.00mm
Πάχος συγκολλήσεων (afst).....	3.00mm
Νευρώσεις :	
* Πλήρης Νεύρωση στην εφελκυσόμενη περιοχή που τοποθετείται : Στο ίδιο ύψος με το πέλμα της δοκού	
* Νεύρωση στην θλιβόμενη περιοχή	

Α Π Ο Τ Ε Λ Ε Σ Μ Α Τ Α Φ Ο Ρ Τ Ι Σ Η Σ **[Μέγιστα κόμβου]**

ΕΝΤΑΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ

=====

(Αναγωγή των δυνάμεων των δοκών)			
	Αξονική (NSd)	Τέμνουσα (VSd)	Ροπή (MSd)
Δεξιά δοκός	0.00kN	498.00kN	1028000.00kNmm
Αριστερή δοκός	0.00kN	498.00kN	1028000.00kNmm
Υποστύλωμα	1262.00kN	0.00kN	0.00kNmm
Πάν.Υποστύλωμα	302.40kN	0.00kN	0.00kNmm

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΕΞΙΑ ΔΟΚΟ

ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΕΝΤΑΤΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ

=====

* Σειρά κοχλιών Νο.....	:1
Τρόπος αστοχίας : Πέλμα υποστυλώματος σε κάμψη	
Αντοχή σχεδιασμού σειράς κοχλία FRd[1].....	349.06kN
* Σειρά κοχλιών Νο.....	:2
Αντοχή σχεδιασμού σειράς κοχλία FRd[2].....	317.73kN
* Σειρά κοχλιών Νο.....	:3
Τρόπος αστοχίας : Πέλμα υποστυλώματος σε κάμψη	
Αντοχή σχεδιασμού σειράς κοχλία FRd[3].....	349.06kN
* Σειρά κοχλιών Νο.....	:4
Αντοχή σχεδιασμού σειράς κοχλία FRd[4].....	291.76kN
* Σειρά κοχλιών Νο.....	:5
Τρόπος αστοχίας : Κορμός και πέλμα δοκού σε θλίψη	
Αντοχή σχεδιασμού σειράς κοχλία FRd[5].....	260.65kN

ΑΝΤΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΣΕ ΡΟΠΗ

=====

Αντοχή σχεδιασμού σε ροπή {J.3.6} MRd.....	1219017.88kNmm
Λόγος Ροπής MSd / Αντοχή σε ροπή MRd.....	0.84
Η αντοχή σε ροπή είναι.....	ΕΠΑΡΚΗΣ

ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ

=====

Η αντοχή σχεδιασμού σε διάτμηση VRd.....	797.84kN
Λόγος τέμνουσας VSd / αντοχή σε τέμνουσα VRd.....	0.62
Η αντοχή σε διάτμηση είναι.....	ΕΠΑΡΚΗΣ

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

=====

Η αντοχή του κορμού της δοκού είναι επαρκής

ΣΤΡΟΦΙΚΗ ΔΥΣΚΑΜΨΙΑ {J.4.1}

=====

* Ιδεατή ακαμψία
Sj.....:13484250.00kNmm/deg

ΣΤΡΟΦΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ {J.5}

=====

* Δεν παρέχεται πληροφορία στον EC3
για πλαστική ανάλυση

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΡΙΣΤΕΡΗ ΔΟΚΟ

ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΕΝΤΑΤΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ

=====

* Σειρά κοχλιών No.....:1
Τρόπος αστοχίας : Πέλμα υποστυλώματος σε κάμψη
Αντοχή σχεδιασμού σειράς κοχλίας FRd[1].....: 349.06kN
* Σειρά κοχλιών No.....:2
Αντοχή σχεδιασμού σειράς κοχλίας FRd[2].....: 317.73kN
* Σειρά κοχλιών No.....:3
Τρόπος αστοχίας : Πέλμα υποστυλώματος σε κάμψη
Αντοχή σχεδιασμού σειράς κοχλίας FRd[3].....: 349.06kN
* Σειρά κοχλιών No.....:4
Αντοχή σχεδιασμού σειράς κοχλίας FRd[4].....: 291.76kN
* Σειρά κοχλιών No.....:5
Τρόπος αστοχίας : Κορμός και πέλμα δοκού σε θλίψη
Αντοχή σχεδιασμού σειράς κοχλίας FRd[5].....: 260.65kN

ΑΝΤΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΣΕ ΡΟΠΗ

=====

Αντοχή σχεδιασμού σε ροπή {J.3.6} MRd.....:1219017.88kNmm
Λόγος Ροπής MSd / Αντοχή σε ροπή MRd.....: 0.84
Η αντοχή σε ροπή είναι.....: ΕΠΑΡΚΗΣ

ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ

=====

Η αντοχή σχεδιασμού σε διάτμηση VRd.....: 797.84kN
Λόγος τέμνουσας Vsd / αντοχή σε τέμνουσα VRd.....: 0.62
Η αντοχή σε διάτμηση είναι.....: ΕΠΑΡΚΗΣ

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

=====

Η αντοχή του κορμού της δοκού είναι επαρκής

ΣΤΡΟΦΙΚΗ ΔΥΣΚΑΜΨΙΑ {J.4.1}

=====

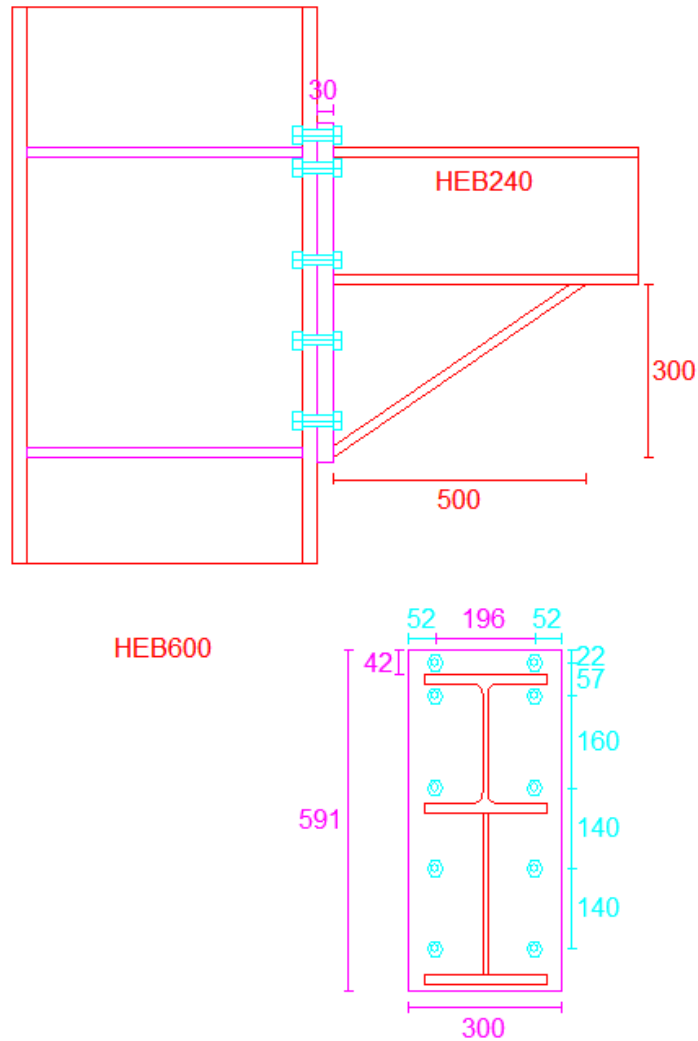
* Ιδεατή ακαμψία
Sj.....:13484250.00kNmm/deg

ΣΤΡΟΦΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ {J.5}

=====

* Δεν παρέχεται πληροφορία στον EC3
για πλαστική ανάλυση

5.2.5 Έλεγχος σύνδεσης βραχέως προβόλου έδρασης γερανογέφυρας



=====

INSTANT

Έλεγχοι Συνδέσεων σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα
(Περιληπτική αναφορά)

=====

ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

=====

Αρχείο.....:syndeseis
 Ημερομηνία.....:
 Μηχανικός.....:
 Εργασία.....:

ΜΟΝΑΔΕΣ

=====

Μήκος.....: [mm]
 Δύναμη.....: [kN]
 Γωνία.....: [deg]

ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

=====

Κανονισμός.....:Χρήστη

γ_{Mo}: 1.10
 γ_{Mb} (διάτμηση).....: 1.25
 γ_{Mb} (εφελκυσμός).....: 1.25
 γ_{Mw}: 1.25
 γ_{M2}: 1.25

ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ

=====

A.ΣΧ. = Αντοχή Σχεδιασμού

=====

ΕΛΕΓΧΟΙ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ EC3

ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ :

ΗΜΙΑΚΑΜΠΤΗ ΣΥΝΔΕΣΗ ΔΟΚΟΥ-ΥΠΟΣΤ.ΜΕ ΜΕΤΩΠΙΚΗ ΠΛΑΚΑ (ΚΟΧΛΙΩΤΗ)

Όνομα.....:Έδραση Γ/Φ

Περιγραφή.....:

=====

ΕΓΚΥΡΟΤΗΤΑ ΜΕΘΟΔΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

=====

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

ΔΕΞΙΑ ΔΟΚΟΣ

=====

Διατομή.....:	HEB240
Τάξη διατομής.....:	1
Ύψος (h).....:	240.00mm
Πλάτος πέλματος (bf).....:	240.00mm
Πάχος πέλματος (tf).....:	17.00mm
Πάχος κορμού (tw).....:	10.00mm
Ακτίνα καμπυλότητας (r).....:	18.00mm
Γωνία.....:	0.00deg
Προβαλλόμενο ύψος δοκού (h')	240.00mm
Μήκος (l).....:	0.00mm
Εμβαδόν διατομής (A).....:	10600.00mm ²
Ροπή αδράνειας ως προς τον ισχυρό άξονα.....:	112600000.00mm ⁴
Ελαστική ροπή αντίστασης ως προς ισχυρό άξονα.....:	938000.00mm ³
Πλαστική ροπή αντίστασης ως προς ισχυρό άξονα.....:	1053000.00mm ³
Ποιότητα υλικού.....:	S235
Όριο διαρροής πέλματος.....:	0.235kN/mm ²
Όριο αστοχίας πέλματος.....:	0.360kN/mm ²
Όριο διαρροής κορμού.....:	0.235kN/mm ²
Όριο αστοχίας κορμού.....:	0.360kN/mm ²

ΜΕΤΩΠΙΚΗ ΠΛΑΚΑ

=====

Ύψος (hp).....:	591.00mm
Πλάτος (bp).....:	300.00mm
Πάχος (tp).....:	30.00mm
Απόσταση του πάνω άκρου από το πέλμα της δοκού.....:	42.00mm
Τύπος.....:	Προεξέχουσα

ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΟΜΒΟΥ

=====

Ύψος (h).....:	300.00mm
Πλάτος πέλματος (bf).....:	240.00mm
Πάχος πέλματος (tf).....:	17.00mm
Πάχος κορμού (tw).....:	10.00mm
Μήκος (l).....:	500.00mm
Γωνία.....:	30.96deg

ΚΟΧΛΙΕΣ

=====

Τύπος.....	KANONΙΚΟΙ
Διάμετρος (d).....	16.00mm
Διάμετρος οπής (d0).....	18.00mm
Εμβαδόν κοχλίας (A).....	201.00mm ²
Εμβαδόν εφελκυσμού κοχλίας (As).....	157.00mm ²
Πάχος κεφαλής κοχλίας.....	10.00mm
Πάχος παξιμαδιού.....	13.00mm
Ποιότητα.....	8.8
Όριο διαρροής.....	0.640kN/mm ²
Όριο αστοχίας.....	0.800kN/mm ²

Το επίπεδο διάτμησης διέρχεται από το σπείρωμα του κοχλίας

ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ ΚΟΧΛΙΩΝ

=====

Κάθετη απόσταση μεταξύ της 1ης σειράς κοχλιών και το άκρο της μετωπικής πλάκας (e1).....	22.00mm
Οριζόντια απόσταση κοχλιών και το άκρο της μετωπικής πλάκας (e2).....	52.00mm
Απόσταση μεταξύ των στηλών κοχλιών.....	196.00mm
Αποστάσεις μεταξύ των σειρών κοχλιών :	
1 και 2.....	57.00mm
2 και 3.....	160.00mm
3 και 4.....	140.00mm
4 και 5.....	140.00mm

ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ

=====

Διατομή.....	HEB600
Ύψος (h).....	600.00mm
Πλάτος πέλματος (bf).....	300.00mm
Πάχος πέλματος (tf).....	30.00mm
Πάχος κορμού (tw).....	15.50mm
Ακτίνα καμπυλότητας (r).....	27.00mm
Εμβαδόν διατομής (A).....	27000.00mm ²
Ροπή αδράνειας ως προς τον ισχυρό άξονα.....	171040000.00mm ⁴
Ελαστική ροπή αντίστασης ως προς ισχυρό άξονα.....	5700000.00mm ³
Πλαστική ροπή αντίστασης ως προς ισχυρό άξονα.....	6425000.00mm ³
Ποιότητα υλικού.....	S235
Όριο διαρροής πέλματος.....	0.235kN/mm ²
Όριο αστοχίας πέλματος.....	0.360kN/mm ²
Όριο διαρροής κορμού.....	0.235kN/mm ²
Όριο αστοχίας κορμού.....	0.360kN/mm ²

ΝΕΥΡΩΣΕΙΣ

=====

Πάχος (ast).....	17.00mm
Πάχος συγκολλήσεων (afst).....	3.00mm

Νευρώσεις :

- * Πλήρης Νεύρωση στην εφελκυσόμενη περιοχή που τοποθετείται : Στο ίδιο ύψος με το πέλμα της δοκού
- * Νεύρωση στην θλιβόμενη περιοχή

A Π Ο Τ Ε Λ Ε Σ Μ Α Τ Α Φ Ο Ρ Τ Ι Σ Η Σ **[Μέγιστα κόμβου]**

ΕΝΤΑΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ

=====

(Αναγωγή των δυνάμεων των δοκών)

	Αξονική (NSd)	Τέμνουσα (VSd)	Ροπή (MSd)
Δεξιά δοκός	0.00kN	210.00kN	63000.00kNm
Υποστυλώμα	292.80kN	124.00kN	750000.00kNm
Πάν. Υποστυλώμα	82.00kN	124.00kN	687000.00kNm

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΕΞΙΑ ΔΟΚΟ

ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΕΝΤΑΤΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ
=====

* Σειρά κοχλιών Νο.....:1
 Τρόπος αστοχίας : Πέλμα υποστυλώματος σε κάμψη
 Αντοχή σχεδιασμού σειράς κοχλίας FRd[1].....: 180.86kN
 * Σειρά κοχλιών Νο.....:2
 Αντοχή σχεδιασμού σειράς κοχλίας FRd[2].....: 161.88kN
 * Σειρά κοχλιών Νο.....:3
 Τρόπος αστοχίας : Πέλμα υποστυλώματος σε κάμψη
 Αντοχή σχεδιασμού σειράς κοχλίας FRd[3].....: 180.86kN

ΑΝΤΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΣΕ ΡΟΠΗ
=====

Αντοχή σχεδιασμού σε ροπή {J.3.6} MRd.....:240294.31kNmm
 Λόγος Ροπής MSd / Αντοχή σε ροπή MRd.....: 0.26
 Η αντοχή σε ροπή είναι.....: ΕΠΑΡΚΗΣ

ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ
=====

Η αντοχή σχεδιασμού σε διάτμηση VRd.....: 344.50kN
 Λόγος τέμνουσας VSd / αντοχή σε τέμνουσα VRd.....: 0.61
 Η αντοχή σε διάτμηση είναι.....: ΕΠΑΡΚΗΣ

ΑΝΤΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΣΕ ΘΛΙΨΗ ΚΟΡΜΟΥ ΤΗΣ ΔΟΚΟΥ
 ΣΤΟ ΣΗΜΕΙΟ ΟΠΟΥ ΣΥΝΔΕΕΤΑΙ Η ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΟΜΒΟΥ
 =====

Η αντοχή του κορμού της δοκού είναι επαρκής

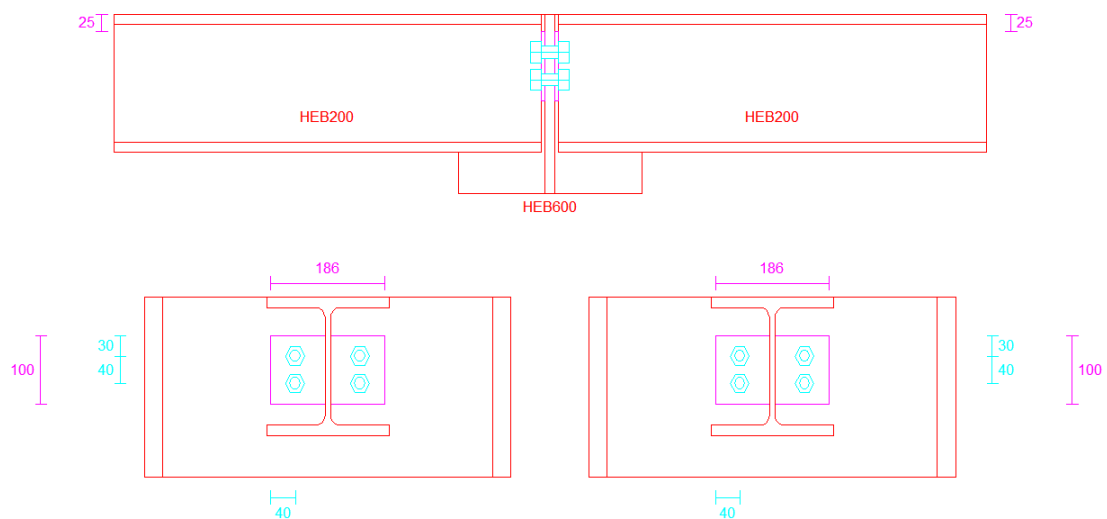
ΣΤΡΟΦΙΚΗ ΔΥΣΚΑΜΨΙΑ {J.4.1}
=====

* Ιδεατή ακαμψία Sj.....:3060534.00kNmm/deg

ΣΤΡΟΦΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ {J.5}
=====

* Δεν παρέχεται πληροφορία στον EC3
 για πλαστική ανάλυση

5.2.6 Έλεγχος σύνδεσης κεφαλοδοκού



=====

INSTANT

Ελεγχοί Συνδέσεων σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα
(Περιληπτική αναφορά)

=====

ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

=====

Αρχείο.....:syndeseis
 Ημερομηνία.....:
 Μηχανικός.....:
 Εργασία.....:

ΜΟΝΑΔΕΣ

=====

Μήκος.....:[mm]
 Δύναμη.....:[kN]
 Γωνία.....:[deg]

ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

=====

Κανονισμός.....:Χρήστη
 γ Mo.....: 1.10
 γ Mb (διάτμηση).....: 1.25
 γ Mb (εφελκυσμός).....: 1.25
 γ Mw.....: 1.25
 γ M2.....: 1.25

ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ

=====

A.ΣΧ. = Αντοχή Σχεδιασμού

=====

ΕΛΕΓΧΟΙ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ EC3

ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ :

ΑΡΘΡΩΤΗ ΣΥΝΔΕΞΗ ΔΟΚΟΥ ΜΕ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ (ΜΕΤΩΠΙΚΗ ΠΛΑΚΑ ΣΤΟΝ ΚΟΡΜΟ)

Όνομα.....:Κεφαλοδοκός Υποστ.
 Περιγραφή.....:

=====

ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ

=====

Διατομή.....:	HEB600
Ύψος (h).....:	600.00mm
Πλάτος πέλματος (bf).....:	300.00mm
Πάχος πέλματος (tf).....:	30.00mm
Πάχος κορμού (tw).....:	15.50mm
Ακτίνα καμπυλότητας (r).....:	27.00mm
Εμβαδόν διατομής (A).....:	27000.00mm ²
Ποιότητα υλικού.....:	S235
Όριο διαρροής.....:	0.235kN/mm ²
Όριο αστοχίας.....:	0.360kN/mm ²

ΔΕΞΙΑ ΔΟΚΟΣ

=====

Διατομή.....:	HEB200
Ύψος (h).....:	200.00mm
Πλάτος πέλματος (bf).....:	200.00mm
Πάχος πέλματος (tf).....:	15.00mm
Πάχος κορμού (tw).....:	9.00mm
Ακτίνα καμπυλότητας (r).....:	15.00mm
Εμβαδόν διατομής (A).....:	7810.00mm ²
Ποιότητα υλικού.....:	S235
Όριο διαρροής.....:	0.235kN/mm ²
Όριο αστοχίας.....:	0.360kN/mm ²

ΜΕΤΩΠΙΚΗ ΠΛΑΚΑ

=====

Ύψος (hp).....	100.00mm
Πλάτος (bp).....	186.00mm
Πάχος (tp).....	6.00mm
Ποιότητα υλικού.....	S235
Όριο διαρροής.....	0.235kN/mm2
Όριο αστοχίας.....	0.360kN/mm2
Πάχος συγκολλήσεων που συνδέουν τον κορμό της δοκού	3.00mm

ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ ΚΟΧΛΙΩΝ ΣΤΟ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ

=====

Τύπος.....	ΚΑΝΟΝΙΚΟΙ
Διάμετρος (d).....	16.00mm
Διάμετρος οπής (d0).....	18.00mm
Εμβαδόν κοχλίας (A).....	201.00mm2
Εμβαδόν εφελκυσμού κοχλίας (As).....	157.00mm2
Ποιότητα.....	8.8
Όριο διαρροής.....	0.640kN/mm2
Όριο αστοχίας.....	0.800kN/mm2
Το επίπεδο διάτμησης διέρχεται από το σπείρωμα του κοχλίας	
Απόσταση από άκρο (e1).....	30.00mm
Απόσταση από άκρο (e2).....	40.00mm
Απόσταση μεταξύ των σειρών κοχλιών (p1).....	40.00mm
Αριθμός σειρών κοχλιών.....	2
Αριθμός κολονών κοχλιών.....	2

ΑΠΟΤΜΗΣΕΙΣ

=====

Μήκος κοπής πέλματος.....	0.00mm
Πλάτος κοπής πέλματος.....	0.00mm

ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ

=====

Μετωπική πλάκα από το πάνω πέλμα δοκού.....	25.00mm
---	---------

ΑΡΙΣΤΕΡΗ ΔΟΚΟΣ

=====

Διατομή.....	HEB200
Ύψος (h).....	200.00mm
Πλάτος πέλματος (bf).....	200.00mm
Πάχος πέλματος (tf).....	15.00mm
Πάχος κορμού (tw).....	9.00mm
Ακτίνα καμπυλότητας (r).....	15.00mm
Εμβαδόν διατομής (A).....	7810.00mm2
Ποιότητα υλικού.....	S235
Όριο διαρροής.....	0.235kN/mm2
Όριο αστοχίας.....	0.360kN/mm2

ΜΕΤΩΠΙΚΗ ΠΛΑΚΑ

=====

Ύψος (hp).....	100.00mm
Πλάτος (bp).....	186.00mm
Πάχος (tp).....	6.00mm
Ποιότητα υλικού.....	S235
Όριο διαρροής.....	0.235kN/mm2
Όριο αστοχίας.....	0.360kN/mm2
Πάχος συγκολλήσεων που συνδέουν τον κορμό της δοκού	3.00mm

ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ ΚΟΧΛΙΩΝ ΣΤΟ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ

=====

Τύπος.....	ΚΑΝΟΝΙΚΟΙ
Διάμετρος (d).....	16.00mm
Διάμετρος οπής (d0).....	18.00mm
Εμβαδόν κοχλίας (A).....	201.00mm ²
Εμβαδόν εφελκυσμού κοχλίας (As).....	157.00mm ²
Ποιότητα.....	8.8
Όριο διαρροής.....	0.640 kN/mm ²
Όριο αστοχίας.....	0.800 kN/mm ²
Το επίπεδο διάτμησης διέρχεται από το σπείρωμα του κοχλίας	
Απόσταση από άκρο (e1).....	30.00mm
Απόσταση από άκρο (e2).....	40.00mm
Απόσταση μεταξύ των σειρών κοχλιών (p1).....	40.00mm
Αριθμός σειρών κοχλιών.....	2
Αριθμός κολονών κοχλιών.....	2

ΑΠΟΤΜΗΣΕΙΣ

=====

Μήκος κοπής πέλματος.....	0.00mm
Πλάτος κοπής πέλματος.....	0.00mm

ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ

=====

Μετωπική πλάκα από το πάνω πέγμα δοκού.....	25.00mm
---	---------

Α Π Ο Τ Ε Λ Ε Σ Μ Α Τ Α Φ Ο Ρ Τ Ι Σ Η Σ **[Μέγιστα κόμβου]**

ΕΝΤΑΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ

=====

Τέμνουσα στην δεξιά δοκό.....	0.000kN
Τέμνουσα στην αριστερή δοκό.....	0.000kN

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΕΞΙΑ ΔΟΚΟ

ΑΝΤΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΣΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ ΤΗΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ

=====

* Αντοχή σε διάτμηση ομάδας κοχλιών {6.5.5}

=====

Αντοχή σε διάτμηση κοχλίας Fv.Rd.....	120.58kN
Αντοχή σε διάτμηση ομάδας κοχλιών.....	482.30kN

* Αντοχή σε σύνθλιψη άντυγας μετωπικής πλάκας {6.5.5}

=====

Αντοχή σε σύνθλιψη άντυγας.....	135.68kN
---------------------------------	----------

* Αντοχή σε σύνθλιψη άντυγας κορμού υποστυλώματος {6.5.5}

=====

Αντοχή σε σύνθλιψη άντυγας.....	350.51kN
---------------------------------	----------

* Αντοχή σε διάτμηση λόγω απόσχισης μετωπικής πλάκας {6.5.2.2}

=====

Αντοχή σε διάτμηση.....	72.56kN
-------------------------	---------

* Αντοχή σε διάτμηση μετωπικής πλάκας {5.4.6}

=====

Αντοχή σε διάτμηση.....	63.85kN
-------------------------	---------

* Αντοχή σε διάτμηση κορμού δοκού {5.4.6}

=====

Αντοχή σε διάτμηση.....	295.41kN
-------------------------	----------

* Αντοχή σε διάτμηση συγκόλλησης που συνδέουν κορμού δοκού σε μετωπική πλάκα {6.6.5}

=====

Αντοχή σε διάτμηση.....	124.71kN
-------------------------	----------

ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΣΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ

```

=====
H αντοχή σχεδιασμού σε διάτμηση VRd..... 124.71kN
H διάτμηση σχεδιασμού VSd..... 0.00kN
H ελάχιστη αντοχή σχεδιασμού είναι
* Αντοχή σε διάτμηση συγκόλλησης που συνδέουν κορμού δοκού σε μετωπική
πλάκα {6.6.5}

```

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΡΙΣΤΕΡΗ ΔΟΚΟ

ΑΝΤΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΣΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ ΤΗΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ

* Αντοχή σε διάτμηση ομάδας κοχλιών {6.5.5}

```

=====
Αντοχή σε διάτμηση κοχλία Fv.Rd..... 120.58kN
Αντοχή σε διάτμηση ομάδας κοχλιών..... 482.30kN

```

* Αντοχή σε σύνθλιψη άντυγας μετωπικής πλάκας {6.5.5}

```

=====
Αντοχή σε σύνθλιψη άντυγας..... 135.68kN
* Αντοχή σε σύνθλιψη άντυγας κορμού υποστυλώματος {6.5.5}

```

```

=====
Αντοχή σε σύνθλιψη άντυγας..... 350.51kN
* Αντοχή σε διάτμηση λόγω απόσχισης μετωπικής πλάκας {6.5.2.2}

```

```

=====
Αντοχή σε διάτμηση.....: 72.56kN
* Αντοχή σε διάτμηση μετωπικής πλάκας {5.4.6}

```

```

=====
Αντοχή σε διάτμηση.....: 63.85kN
* Αντοχή σε διάτμηση κορμού δοκού {5.4.6}

```

```

=====
Αντοχή σε διάτμηση.....: 295.41kN
* Αντοχή σε διάτμηση συγκόλλησης που συνδέουν κορμού δοκού σε μετωπική
πλάκα {6.6.5}

```

```

=====
Αντοχή σε διάτμηση.....: 124.71kN

```

ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΣΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ

```

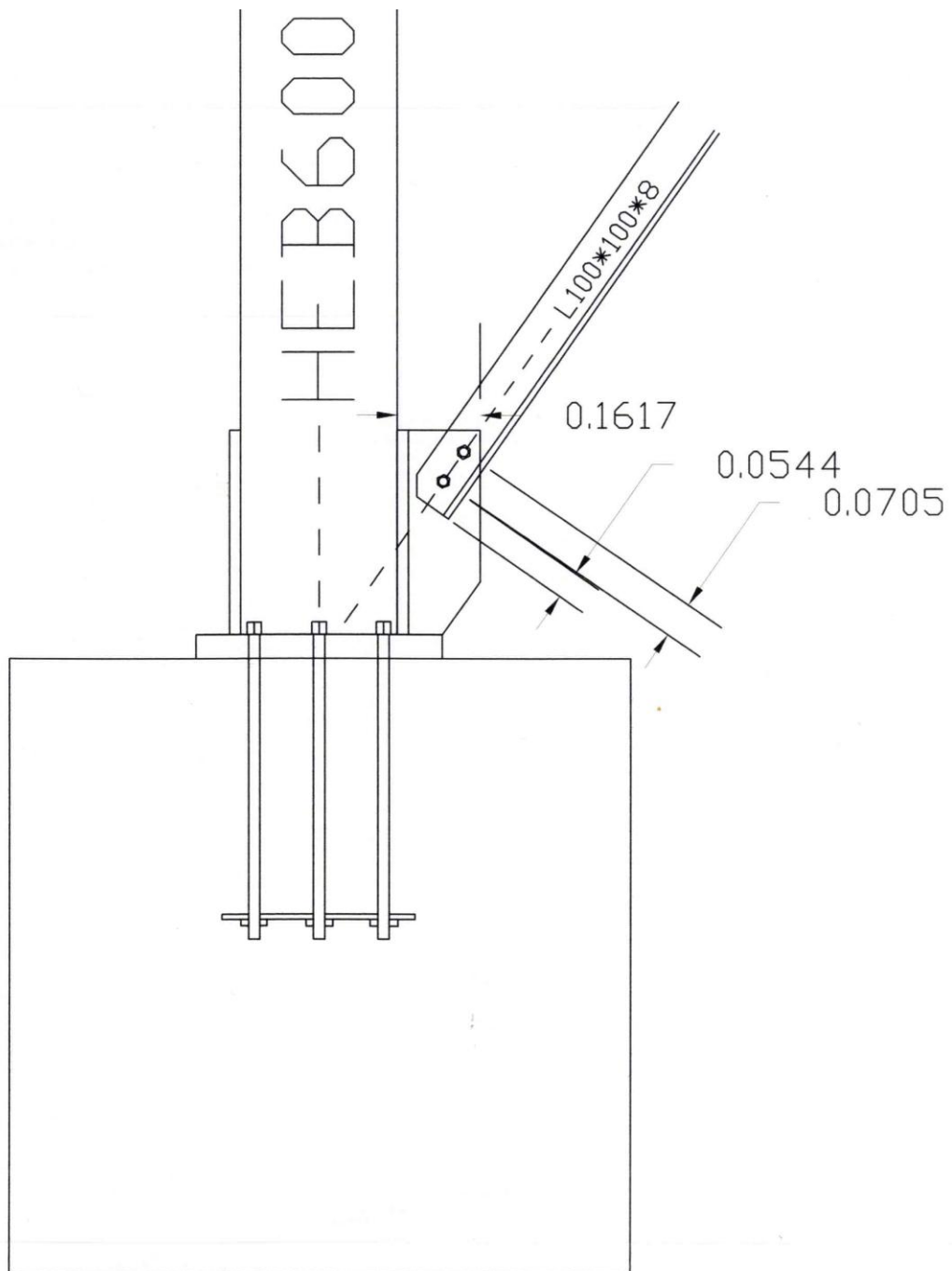
=====
H αντοχή σχεδιασμού σε διάτμηση VRd..... 124.71kN
H διάτμηση σχεδιασμού VSd..... 0.00kN

```

H ελάχιστη αντοχή σχεδιασμού είναι

* Αντοχή σε διάτμηση συγκόλλησης που συνδέουν κορμού δοκού σε μετωπική πλάκα {6.6.5}

5.2.7 Έλεγχος σύνδεσης συνδέσμου δυσκαμψίας



ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΚΑΘΕΤΟΥ ΣΥΝΔΕΣΜΟΥ ΔΥΣΚΑΜΨΙΑΣ (L100*100*8)

Μέγιστη εφελκυστική δράση συνδέσμου : MaxN = 60.6 kN

Μέγιστη θλιπτική δράση συνδέσμου : MinN = -76.5 kN

Επιλέγονται 2 κοχλίες M16 ποιότητας 8.8 με συνολική αντοχή σε διάτμηση :

$$F_v = 2 * \frac{a_v * f_{ub} * A}{\gamma_{M2}} = 2 * 0.6 * 800 * 10^6 \text{ (N/m}^2\text{)} * 1.57 * 10^{-4} \text{ m}^2 = 90.432 \text{ kN}$$

(>76.5 kN, ΕΠΑΡΚΕΙ)

Έλεγχος σκέλους L100*100*8 σε σύνθλιψη άντυγας :

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 * a_b * f_u * d * t}{\gamma_{M2}} = 2.5 * 1.0 * 360 \text{ (N/mm}^2\text{)} * 16 \text{ mm} * 8 \text{ mm} / 1.25 = 92.16 \text{ kN}$$

(>76.5 kN, ΕΠΑΡΚΕΙ)

Για $e_1 = 54 \text{ mm}$, $a_d = \frac{e_1}{3d_0} > 1$, άρα $e_b = 1$

Για $e_2 = 50 \text{ mm}$, $2.8 * \frac{e_2}{d_0} - 1.7 = 6.07 > 2.5$, άρα $k_1 = 2.5$

Έλεγχος Λεπίδας σύνδεσης t=15mm σε σύνθλιψη άντυγας :

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 * a_b * f_u * d * t}{\gamma_{M2}} = 2.5 * 1.0 * 360 \text{ (N/mm}^2\text{)} * 16 \text{ mm} * 15 \text{ mm} / 1.25 = 172.8 \text{ kN}$$

(>76.5 kN, ΕΠΑΡΚΕΙ)

Για $e_1 = 54 \text{ mm}$, $a_d = \frac{e_1}{3d_0} = 1$, άρα $e_b = 1$

Για $e_2 = 40 \text{ mm}$, $2.8 * \frac{e_2}{d_0} - 1.7 = 4.52 > 2.5$, άρα $k_1 = 2.5$

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ευρωκώδικας 1: Δράσεις επί των Κατασκευών. Μέρος 1-1: «Βασικές Αρχές Σχεδιασμού».* CEN, ENV 1991-1: 1994. Εκδόσεις Τ.Ε.Ε.: Αθήνα, 1997.
- Ευρωκώδικας 1: Δράσεις επί των Κατασκευών. Μέρος 2-3: «Φορτία Χιονιού».* CEN, ENV 1991-2-3: 1994. Εκδόσεις Τ.Ε.Ε.: Αθήνα, 1997.
- Ευρωκώδικας 1: Δράσεις επί των Κατασκευών. Μέρος 2-4: «Φορτία Ανέμου».* CEN, ENV 1991-2-4: 1994. Εκδόσεις Τ.Ε.Ε.: Αθήνα, 1997.
- Ευρωκώδικας 1: Δράσεις επί των Κατασκευών. Μέρος 3: «Δράσεις Προκαλούμενες από Γερανογέφυρες και Μηχανήματα».* CEN, ENV 1991-3. Εκδόσεις Τ.Ε.Ε.: Αθήνα, 1997.
- Ευρωκώδικας 3: Σχεδιασμός Κατασκευών από Χάλυβα. Μέρος 1-1: «Γενικοί Κανόνες και Κανόνες για Κτίρια».* CEN, ENV 1993-1: 1995. Εκδόσεις Τ.Ε.Ε.: Αθήνα, 1997.
- Ευρωκώδικας 3: Σχεδιασμός Κατασκευών από Χάλυβα. Παράρτημα Ε: «Μήκος Λυγισμού Θλιβόμενων Μελών».* CEN, ENV 1993-1: 1997. Εκδόσεις Τ.Ε.Ε.: Αθήνα, 1997.
- Ευρωκώδικας 3: Σχεδιασμός Κατασκευών από Χάλυβα. Παράρτημα F: «Πλευρικός Λυγισμός».* CEN, ENV 1993-1: 1997. Εκδόσεις Τ.Ε.Ε.: Αθήνα, 1997.
- Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός 2000 (Ε.Α.Κ. 2000).* Εκδόσεις ΣΙΔΕΝΟΡ: Αθήνα, 2006.
- Βάγιας Ι., Ερμόπουλος Ι. Χ., και Γ. Ιωαννίδης. *Σχεδιασμός Δομικών Έργων από Χάλυβα με Βάση τα Τελικά Κείμενα των Ευρωκωδίκων.* Εκδόσεις Κλειδάριθμος: Αθήνα, 2008.
- Βάγιας Ι., Ερμόπουλος Ι. Χ., και Γ. Ιωαννίδης. *Σιδηρές Κατασκευές: Παραδείγματα Εφαρμογής του Ευρωκώδικα 3. Τόμοι Ι και ΙΙ.* Εκδόσεις Κλειδάριθμος: Αθήνα, 2008.
- Ερμόπουλος Ι. Χ. *Ευρωκώδικας 1: Βάσεις Σχεδιασμού και Δράσεις επί των Κατασκευών: Ερμηνευτικά Σχόλια και Παραδείγματα Εφαρμογής.* Εκδόσεις Κλειδάριθμος: Αθήνα 1997.
- Ερμόπουλος Ι. Χ., *Στοιχεία Σχεδιασμού Μεταλλικών Κατασκευών.* Εκδόσεις Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου: Αθήνα, 2000.
- Βάγιας Ι. *Σιδηρές Κατασκευές Ανάλυση και διαστασιολόγηση* Εκδόσεις Κλειδάριθμος: Αθήνα, 2009.
- Εγχειρίδιο Προγράμματος SOFISTIK, Έκδοση 2003.