

Α.Ε.Ι ΠΕΙΡΑΙΑ Τ.Τ ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΕ
Π.Μ.Σ : ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ
ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΚΑΙ ΑΕΙΦΟΡΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗ



ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΥ ΦΟΡΕΑ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟΝ ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑ 3

*Σπουδάστρια: Παπαδάκη Βιργινία Α.Μ. 28
Επιβλέπων Καθηγητής : Μαγείρου Γεώργιος*

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΕΣ	6
1.1 Ευρωκώδικας 1	6
1.1.1 Γενικά.....	6
1.1.2 Οριακές Καταστάσεις Αστοχίας.....	8
1.1.3 Δράσεις.....	8
1.1.4 Έλεγχος Επάρκειας.....	13
1.2 Ευρωκώδικας 3	15
1.2.1 Γενικά.....	15
1.2.2 Κατάταξη Διατομών.....	15
1.2.3 Οριακές Καταστάσεις Αστοχίας.....	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ	27
2.1 Γενικά	27
2.1.1 Χάλυβας.....	28
2.2 Γενικότερα για τις Μεταλλικές Κατασκευές	32
2.2.1 Βασικά Στοιχεία Μεταλλικών Κατασκευών.....	33
2.2.2 Φορτία Μεταλλικών Κατασκευών.....	46
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΥ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΥΠΟΣΤΕΓΟΥ	66
3.1 Απαιτήσεις για τον Σχεδιασμό	66
3.2 Γενικά Στοιχεία για το Βιομηχανικό Υπόστεγο	67



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΟΥ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΥ ΦΟΡΕΑ	70
4.1 Υπολογισμός Φορτίων	70
4.2 Έλεγχος Διαστασιολόγησης Κύριων Φορέων	76
4.2.1 Τεγίδες	76
4.2.2 Μηκίδες	83
4.2.3 Δοκοί Ζυγωμάτων	89
4.2.4 Υποστύλωμα.....	106
4.2.5 Κατακόρυφος Σύνδεσμος Δυσκαμψίας.....	119
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗΣ	123
5.1 Εισαγωγή Φορτίων	123
5.2 Αναλυτική Παρουσίαση Εισαγωγής Κύριων Φορέων	124
5.2.1 Τεγίδες	124
5.2.2 Μηκίδες	128
5.2.3 Δοκοί Ζυγωμάτων	132
5.2.4 Υποστύλωμα.....	136
5.2.5 Μετωπικός Στύλος	140
5.2.6 Οριζόντιος Σύνδεσμος Δυσκαμψίας.....	144
5.2.7 Κατακόρυφος Σύνδεσμος Δυσκαμψίας.....	148
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ	152
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	187
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	190
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	194



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν τεύχος αποτελεί την μεταπτυχιακή εργασία που εκπονήθηκε στα πλαίσια του Π.Μ.Σ. Αντισεισμική και Ενεργειακή Αναβάθμιση Κατασκευών και Αειφόρος Ανάπτυξη του στο τμήμα Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών Τ.Ε., του Ανώτατου Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πειραιά και έχει σαν θέμα τον σχεδιασμόε μεταλλικού φορέα βιομηχανικού υπόστεγου, σύμφωνα με την κανονιστική διάταξη του Ευρωκώδικα 1 και Ευρωκώδικα 3.

Θέλω να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα Καθηγητή μου κ. Γεώργιο Μαγείρου για την υπόδειξη του θέματος καθώς και για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που μου πρόσφερε κατά την διάρκεια της εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας.



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι οι Αρχές Σχεδιασμού μεταλλικών μελών και φορέων. Αναλυτική περιγραφή των βασικών ελέγχων οριακής αντοχής (σε κάμψη, διάτμηση, καμπτικό λυγισμό κ.ά.) καθώς και των ελέγχων λειτουργικότητας σύμφωνα με την κανονιστική διάταξη του Ευρωκώδικα 3 και Ευρωκώδικα 1 για τον υπολογισμό των φορτίων.

Εφαρμογή σε συγκεκριμένο μεταλλικό φορέα με αναλυτικό υπολογισμό ελέγχων διαστασιολόγησης "με το χέρι" καθώς και με εφαρμογή λογισμικού ανάλυσης-διαστασιολόγησης για μεταλλικές κατασκευές (πρόγραμμα **Fespa** για μεταλλικές κατασκευές). Τέλος, σύγκριση των αποτελεσμάτων και εξαγωγή συμπερασμάτων.

Συγκεκριμένα, μελέτη για την κατασκευή μεταλλικού βιομηχανικού υπόστεγου διαστάσεων 114m x 30m. Τα μεταλλικά υπόστεγα είναι τα πλέον διαδεδομένα στην βιομηχανία λόγω δυνατότητας μόρφωσης μελών μεγάλου μήκους, γρήγορης και τυποποιημένης ανέγερσης.



SUMMARY

The aim of this Bachelor thesis is the Planning Principles of metal members and carriers. A detailed description of basic marginal resistance tests (flexion, sharing, flexural buckling etc.) as well as functionally checks in accordance with regulatory provision of Eurocode 3 and Eurocode 1 for the calculation of loads.

Apply to a specific metal carrier by analytical calculation of manually dimensioned controls and by apply of analysis – dimensioning software for metal constructions (Fespa software for metal constructions). Finally compare the results and draw conclusions.

Specifically, a study for a metal shed construction of 114m x 30m. Metal sheds are the most widespread in the industry due to the ability to form long-sized, fast and standardized erection member.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΕΣ

1.1 ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑΣ 1

1.1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Στο EN 1990, αναλύονται οι αρχές και οι απαιτήσεις για την επίτευξη της ασφάλειας, της λειτουργικότητας και της ανθεκτικότητας των κατασκευών, βάσει της θεωρίας των οριακών καταστάσεων και της μεθόδου των επιμέρους συντελεστών ασφαλείας.

Για την σωστή ανάλυση και διαστασιολόγηση νέων κατασκευών, θα πρέπει να χρησιμοποιείται, το Πρότυπο αυτό σε συνδυασμό με τους υπόλοιπους Ευρωκώδικες και ταυτόχρονα λαμβάνοντας υπόψη τα αντίστοιχα Εθνικά Προσαρτήματα στα οποία προσδιορίζονται, σε εθνικό επίπεδο, χαρακτηριστικά στοιχεία και παράμετροι.

Για την εφαρμογή του Πρότυπου και των Ευρωκωδίκων είναι απαραίτητο να ισχύουν οι παρακάτω προϋποθέσεις:

- Ο μελετητής θα πρέπει να έχει κατάλληλη εμπειρία.
- Η κατασκευή θα πρέπει να πραγματοποιείται από κατάλληλο προσωπικό με κατάλληλη εμπειρία πάνω στη διεκπεραίωση της κατασκευής.
- Κατά την εκτέλεση του έργου θα πρέπει να γίνεται επαρκής επίβλεψη και έλεγχος.
- Τα υλικά θα πρέπει να είναι κατάλληλα σύμφωνα με τα πρότυπα EN1990 έως EN1999.
- Να γίνεται συνεχής συντήρηση της κατασκευής.
- Η χρήση της κατασκευής να είναι αυτή που προβλέπεται από τις παραδοχές του σχεδιασμού.



Οι κατασκευές που σχεδιάζονται βάσει των Ευρωκωδίκων θα πρέπει, καθ' όλη την προβλεπόμενη διάρκεια ζωής τους, να παραμένουν κατάλληλες για την χρήση για την οποία προορίζονται και ταυτόχρονα πρέπει να μπορούν να παραλαμβάνουν όλες τις δράσεις που πιθανόν να ασκηθούν κατά την διάρκεια της ανέγερσης και της χρήσης τους.

Ακόμα, θα πρέπει να ελαχιστοποιηθεί η πιθανότητα να υποστούν δυσανάλογα μεγάλες βλάβες και αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση των καταστάσεων σχεδιασμού, οι οποίες είναι καταστάσεις διάρκειας ή παροδικές ή τυχηματικές ή καταστάσεις σεισμού.



1.1.2 ΟΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΣΤΟΧΙΑΣ

Οριακές καταστάσεις ονομάζονται αυτές, πέραν των οποίων η κατασκευές δεν ικανοποιούν τις απαιτήσεις ασφαλείας και λειτουργικότητας του σχεδιασμού. Διακρίνονται σε οριακές καταστάσεις αστοχίας, που αντιστοιχούν σε καταρρεύσεις ή άλλου είδους αστοχίες λόγω απώλειας ισορροπίας της κατασκευής ή λόγω υπερβολικών παραμορφώσεων που θέτουν σε κίνδυνο ανθρώπινες ζωές, και σε οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας πέραν των οποίων δεν ικανοποιούνται τα κριτήρια λειτουργικότητας της κατασκευής.

1.1.3 ΔΡΑΣΕΙΣ

Γενικά

Οι δράσεις που επιβάλλονται στις κατασκευές ταξινομούνται :

- σε άμεσες (π.χ. φορτία).
- σε έμμεσες (π.χ. θερμοκρασιακές μεταβολές, σεισμός).

Οι δράσεις αυτές ως προς τον χρόνο ταξινομούνται :

- σε μόνιμες (π.χ. ίδιο βάρος).
- σε μεταβλητές (π.χ. φορτία χιονιού, φορτία ανέμου).
- σε τυχηματικές (π.χ. εκρήξεις).

Ως προς την θέση οι δράσεις ταξινομούνται :

- σε καθορισμένες (π.χ. ίδιο βάρος).
- σε ελεύθερες (π.χ. κινητά φορτία).



Ως προ την φύση :

- σε στατικές.
- σε δυναμικές.

Οι χαρακτηριστικές τιμές των δράσεων που προαναφέρθηκαν δίνονται αναλυτικά στα διάφορα Μέρη του EN1991. Ανάλογες χαρακτηριστικές τιμές για τις ιδιότητες των υλικών, προκειμένου να προσδιοριστεί η αντοχή των διατομών ή των μελών της κατασκευής, δίνονται στα υπόλοιπα EN(1992-1999).

Συνδυασμοί δράσεων

Στην Οριακή Κατάσταση Αστοχίας

Για καταστάσεις διαρκείας ή παροδικές:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_p P + \gamma_{Q1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Για τυχηματικές καταστάσεις:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_d + \psi_{1,1} (\text{ή } \psi_{2,1}) Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Για καταστάσεις σεισμού:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_{Ed} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$



όπου

- "+" : σημαίνει "επαλληλία με".
- $G_{k,j}$: είναι η χαρακτηριστική τιμή των μόνιμων δράσεων.
- P : είναι η χαρακτηριστική τιμή της προέντασης.
- $Q_{k,1}$: είναι η χαρακτηριστική τιμή της επικρατέστερης μεταβλητής δράσης.
- $Q_{k,i}$: είναι η χαρακτηριστική τιμή των λοιπών ταυτόχρονων μεταβλητών δράσεων i .
- A_d : είναι η τιμή σχεδιασμού της τυχηματικής δράσης.
- A_{Ed} : είναι η τιμή σχεδιασμού της σεισμικής δράσης.
- $\gamma_{G,j}$: είναι οι επιμέρους συντελεστές ασφαλείας για τη μόνιμη δράση j .
- γ_P : είναι οι επιμέρους συντελεστές ασφαλείας για την προένταση.
- $\gamma_{Q,i}$: είναι οι επιμέρους συντελεστές ασφαλείας για τη μεταβλητή δράση i .
- $\psi_{0,i}, \psi_{1,i}, \psi_{2,i}$: είναι συντελεστές συνδυασμού των μεταβλητών δράσεων.

Οι τιμές των επιμέρους συντελεστών για την περίπτωση ελέγχου αστοχίας ενός κτιρίου ή μέλους του είναι:

1. Καταστάσεις διαρκείας και παροδικές

- για μόνιμες δράσεις

$$\gamma_{G,\text{sup}} = 1.35 \text{ (δυσμενής επιρροή).}$$

$$\gamma_{G,\text{inf}} = 1.00 \text{ (ευμενής επιρροή).}$$

- για μεταβλητές δράσεις

$$\gamma_{Q,i} = 1.50 \text{ (ή } \gamma_{Q,i} = 0 \text{ για την περίπτωση ευμενούς επιρροή)}$$

2. Καταστάσεις τυχηματικές

$$\gamma_A = 1.00$$



- Συντελεστές συνδυασμού δράσεων ψ_i κατά τον EN 1990, δίνονται από τον παρακάτω πίνακα :

Δράσεις	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Επιβαλλόμενα φορτία σε κτήρια, κατηγορία (βλέπε EN 1991-1-1)			
Κατηγορία A: κατοικίες, συνήθη κτήρια κατοικιών	0,7	0,5	0,3
Κατηγορία B: χώροι γραφείων			
Κατηγορία C: χώροι συνάθροισης	0,7	0,5	0,3
Κατηγορία D: χώροι καταστημάτων	0,7	0,7	0,6
Κατηγορία E: χώροι αποθήκευσης	0,7	0,7	0,6
Κατηγορία F: χώροι κυκλοφορίας οχημάτων βάρος οχημάτων $\leq 30\text{kN}$	1,0	0,9	0,8
Κατηγορία G: χώροι κυκλοφορίας οχημάτων $30\text{kN} < \text{βάρος οχημάτων} \leq 160\text{kN}$	0,7	0,7	0,6
Κατηγορία H: στέγες	0,7	0,5	0,3
	0	0	0
Φορτία χιονιού επάνω σε κτήρια			
Φιλανδία, Ισλανδία, Νορβηγία, Σουηδία	0,70	0,50	0,20
Υπόλοιπα Κράτη Μέλη του CEN για τοποθεσίες που βρίσκονται σε υψόμετρο $H > 1000\text{ m}$	0,70	0,50	0,20
Υπόλοιπα Κράτη Μέλη του CEN για τοποθεσίες που βρίσκονται σε υψόμετρο $H \leq 1000\text{ m}$	0,50	0,20	0
Φορτία ανέμου σε κτήρια	0,6	0,2	0
Θερμοκρασία (μη-πυρκαϊάς) σε κτήρια	0,6	0,5	0

Πίνακας 1 : Συνδυασμοί δράσεων ψ_i κατά EN 1990.



- Συντελεστές συνδυασμού δράσεων ψ_2 κατά τον **ΕΑΚ 2000**, δίνονται από τον παρακάτω πίνακα :

Φορτία χρήσης	Ψ_2
Κατοικίες, γραφεία, καταστήματα, ξενοδοχεία, νοσοκομεία.	0,30
Χώροι συχνής συνάθροισης προσώπων (σχολεία, θέατρα, στάδια κλπ).	0,50
Χώροι στάθμευσης	0,60
Χώροι μακροχρόνιας αποθήκευσης (βιβλιοθήκες, αρχεία, αποθήκες, δεξαμενές, κλπ).	0,80
Μη βατές στέγες.	0,00
Άνεμος	0,00
Χιόνι	
Χιόνι (μόνο σε μη βατές στέγες).	0,30
Χιόνι (βατές στέγες).	0,00

Πίνακας 2 : Συνδυασμοί δράσεων ψ_2 κατά ΕΑΚ 2000



Στην Οριακή Κατάσταση Λειτουργικότητας

Χαρακτηριστικός συνδυασμός :

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Συχνός συνδυασμός :

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Ημιμόνιμος συνδυασμός :

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

1.1.4 ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ

Ο έλεγχος επάρκειας της κατασκευής σε κατάσταση αστοχίας και λειτουργικότητας περιγράφεται από την ανίσωση:

$$E_d \leq R_d$$

όπου

- E_d : είναι το αποτέλεσμα των συνδυασμών δράσεων σχεδιασμού (εντατικά μεγέθη, μετακινήσεις κλπ).
- R_d : είναι αντίστοιχη αντοχή σχεδιασμού της διατομής ή του μέλους που ελέγχεται, ή επιτρεπόμενη παραμόρφωση, εφόσον πρόκειται για έλεγχο λειτουργικότητας.



Η αντοχή σχεδιασμού προσδιορίζεται από την παρακάτω σχέση:

$$R_d = R_k / \gamma_M$$

όπου

- R_k : είναι η χαρακτηριστική τιμή της συγκεκριμένης ιδιότητας του υλικού (π.χ αντοχή διαρροής ή θραύσης).
- γ_M : επιμέρους συντελεστής ασφάλειας υλικού, που λαμβάνεται υπόψη τυχόν δυσμενείς αποκλίσεις από τις χαρακτηριστικές τιμές, ανακρίβειες στους συντελεστές μετατροπής και αβεβαιότητας στα γεωμετρικά χαρακτηριστικά και στην προσομοίωση του φορέα.



1.2 ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑΣ 3

1.2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Ο Ευρωκώδικας 3 εφαρμόζεται στο σχεδιασμό κτιρίων και έργων αρμοδιότητας πολιτικού μηχανικού από χάλυβα. Ασχολείται με τις αρχές και τις απαιτήσεις για ασφάλεια και λειτουργικότητα των κατασκευών, τις βασικές αρχές του σχεδιασμού και των ελέγχων επάρκειάς τους που δίνονται στην EN 1990 – Βασικές αρχές σχεδιασμού των κατασκευών. Επιπλέον, ο Ευρωκώδικας 3 ασχολείται μόνο με απαιτήσεις για αντοχή, λειτουργικότητα, ανθεκτικότητα και πυρασφάλεια των κατασκευών από χάλυβα. Άλλες απαιτήσεις, που αφορούν π.χ. θερμικές ή ηχητικές μονώσεις δεν καλύπτονται.

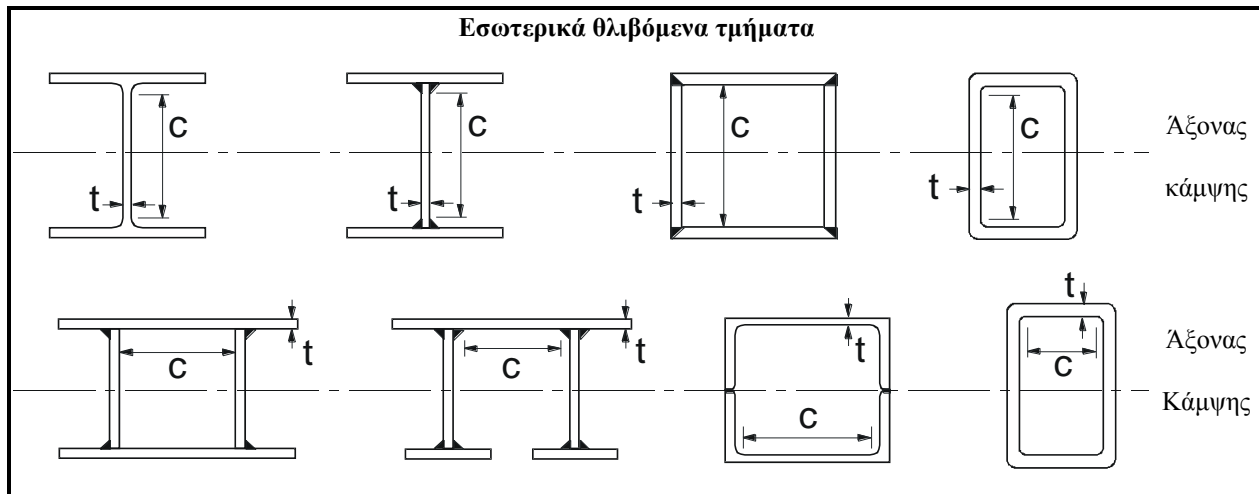
1.2.2 ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΔΙΑΤΟΜΩΝ

Τέσσερις κατηγορίες διατομών καθορίζονται ως εξής:

- 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.
- Διατομές κατηγορίας 2 είναι εκείνες που μπορούν να αναπτύξουν την πλαστική ροπή αντοχής τους, αλλά έχουν περιορισμένη δυνατότητα στροφής λόγω τοπικού λυγισμού.
- Διατομές κατηγορίας 3 είναι εκείνες στις οποίες η τάση στην ακραία θλιβόμενη ίνα του χαλύβδινου μέλους, υποθέτοντας ελαστική κατανομή των τάσεων, μπορεί να φθάσει την αντοχή διαρροής, αλλά τοπικός λυγισμός είναι πιθανόν να εμποδίσει την ανάπτυξη της πλαστικής ροπής αντοχής.
- Διατομές κατηγορίας 4 είναι εκείνες στις οποίες τοπικός λυγισμός θα συμβεί πριν την ανάπτυξη της τάσης διαρροής σε ένα ή περισσότερα μέρη της διατομής.



Εσωτερικά θλιβόμενα τμήματα

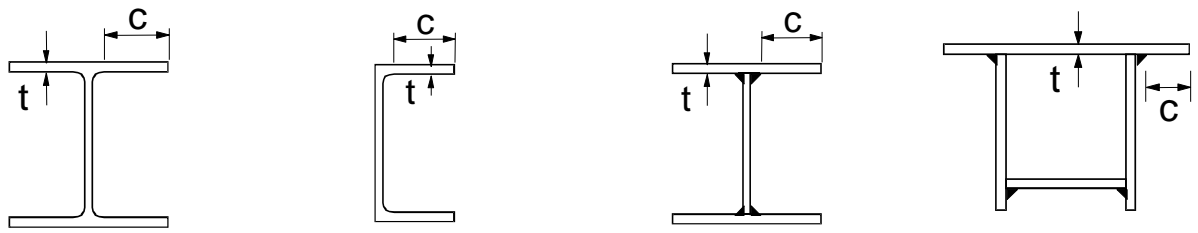


Κατηγορία	Τμήμα που υπόκειται σε κάμψη	Τμήμα που υπόκειται σε θλίψη	Τμήμα που υπόκειται σε κάμψη και θλίψη			
Κατανομή τάσεων στα τμήματα (θλίψη θετική)						
1	$c/t \leq 72\varepsilon$	$c/t \leq 33\varepsilon$	όταν $\alpha > 0,5$: $c/t \leq \frac{396\varepsilon}{13\alpha - 1}$ όταν $\alpha \leq 0,5$: $c/t \leq \frac{36\varepsilon}{\alpha}$			
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

Πίνακας 3 : Μέγιστοι λόγοι πλάτους προς πάχος για θλιβόμενα τμήματα



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

Πίνακας 4 : Μέγιστοι λόγοι πλάτους προς πάχος για θλιβόμενα τμήματα



1.2.3 ΟΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΣΤΟΧΙΑΣ

Ροπή κάμψης

Η τιμή σχεδιασμού της ροπής κάμψης M_{Ed} σε κάθε διατομή πρέπει να ικανοποιεί:

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

όπου:

$M_{c,Rd}$ καθορίζεται λαμβάνοντας υπόψη τις οπές κοχλιών

Η αντοχή σχεδιασμού για κάμψη περί ένα κύριο άξονα μιας διατομής καθορίζεται ως εξής:

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

$$M_{c,Rd} = M_{el,Rd} = \frac{W_{el,min} f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{για διατομές κατηγορίας 3}$$

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{eff,min} f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{για διατομές κατηγορίας 4}$$

όπου:

$W_{el,min}$ και $W_{eff,min}$ αντιστοιχούν στην ίνα με τη μεγαλύτερη ελαστική τάση.



Οπές κοχλιών στο εφελκόμενο πέλμα μπορούν να αγνοούνται υπό την προϋπόθεση ότι για το εφελκόμενο πέλμα:

$$\frac{A_{f,net} 0,9 f_u}{\gamma_{M2}} \geq \frac{A_f f_y}{\gamma_{M0}}$$

όπου:

A_f είναι η επιφάνεια του εφελκόμενου πέλματος.

Τέμνουσα

Η τιμή σχεδιασμού της διατμητικής δύναμης V_{Ed} σε κάθε διατομή πρέπει να ικανοποιεί:

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

όπου:

$V_{c,Rd}$ είναι η αντοχή σχεδιασμού σε τέμνουσα. Για πλαστικό σχεδιασμό $V_{c,Rd}$ είναι η πλαστική διατμητική αντοχή $V_{pl,Rd}$

Για απουσία στρέψης, η πλαστική διατμητική αντοχή δίνεται από:

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}}$$

όπου:

A_v είναι η επιφάνεια διάτμησης.



Η επιφάνεια διάτμησης A_v μπορεί να λαμβάνεται ως εξής:

α) ελατές διατομές I και H, με φορτίο παράλληλο στον κορμό $A - 2bt_f + (t_w + 2r)t_f$

β) ελατές διατομές U, με φορτίο παράλληλο στον κορμό $A - 2bt_f + (t_w + r)t_f$

γ) ελατές διατομές T, με φορτίο παράλληλο στον κορμό $0,9(A - bt_f)$

δ) συγκολλητές διατομές I, H και κιβωτιοειδείς, με φορτίο παράλληλο στον κορμό $\eta \sum (h_w t_w)$

ε) συγκολλητές διατομές I, H, U και κιβωτιοειδείς, με φορτίο παράλληλο στα πέλματα $A - \sum (h_w t_w)$

ζ) ελατές κοίλες ορθογωνικές διατομές, ομοιόμορφου πάχους:

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

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

η) κοίλες κυκλικές διατομές και σωλήνες ομοιόμορφου πάχους $2A/\pi$

όπου : A είναι η επιφάνεια της διατομής

b είναι το συνολικό πλάτος

h είναι το συνολικό ύψος

h_w είναι το ύψος του κορμού

r είναι η ακτίνα συναρμογής κορμού-πέλματος

t_f είναι το πάχος του πέλματος

t_w είναι το πάχος του κορμού (Εάν το πάχος του κορμού δεν είναι σταθερό, ως t_w θα πρέπει να λαμβάνεται το ελάχιστο πάχος.).



Κάμψη

Για διαξονική κάμψη μπορεί να χρησιμοποιείται το παρακάτω κριτήριο:

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

στο οποίο α και β είναι σταθερές, που συντηρητικά μπορούν να λαμβάνονται ως μονάδα, ή αλλιώς ως εξής:

- I και H διατομές: $\alpha = 2$ $\beta = 5n$ αλλά $\beta \geq 1$
- Κοίλες κυκλικές διατομές: $\alpha = 2$ $\beta = 2$
- Κοίλες ορθογωνικές διατομές: $\alpha = \beta = \frac{1,66}{1 - 1,13n^2}$ αλλά $\alpha = \beta \leq 6$

όπου: $n = N_{Ed} / N_{pl,Rd}$

Λυγισμός

❖ Αντοχή σε λυγισμό

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.



Για μέλη με μη συμμετρικές διατομές κατηγορίας 4 πρέπει να γίνεται πρόβλεψη για την πρόσθετη ροπή ΔM_{Ed} λόγω της εκκεντρότητας του κεντροβαρικού άξονα της ενεργού διατομής.

Η αντοχή ενός θλιβόμενου μέλους σε λυγισμό πρέπει να λαμβάνεται ως:

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

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A_{eff} f_y}{\gamma_{M1}} \quad \text{για διατομές κατηγορίας 4}$$

όπου: χ είναι ο μειωτικός συντελεστής για την αντίστοιχη μορφή λυγισμού.

❖ Καμπύλες λυγισμού

Σε μέλη υπό αξονική θλίψη, η τιμή του χ για την κατάλληλη ανηγμένη λυγηρότητα $\bar{\lambda}$ πρέπει να καθορίζεται από την αντίστοιχη καμπύλη λυγισμού σύμφωνα με τη σχέση:

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^{-2}}} \quad \text{αλλά } \chi \leq 1,0$$

όπου:

- $\Phi = 0,5 \left[1 + \alpha (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^{-2} \right]$
- $\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A f_y}{N_{cr}}}$ για διατομές κατηγορίας 1, 2 και 3
- $\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{eff} f_y}{N_{cr}}}$ για διατομές κατηγορίας 4

α είναι ένας συντελεστής ατελειών

- N_{cr} είναι το ελαστικό κρίσιμο φορτίο για την αντίστοιχη μορφή λυγισμού βασισμένο στις ιδιότητες της πλήρους διατομής.

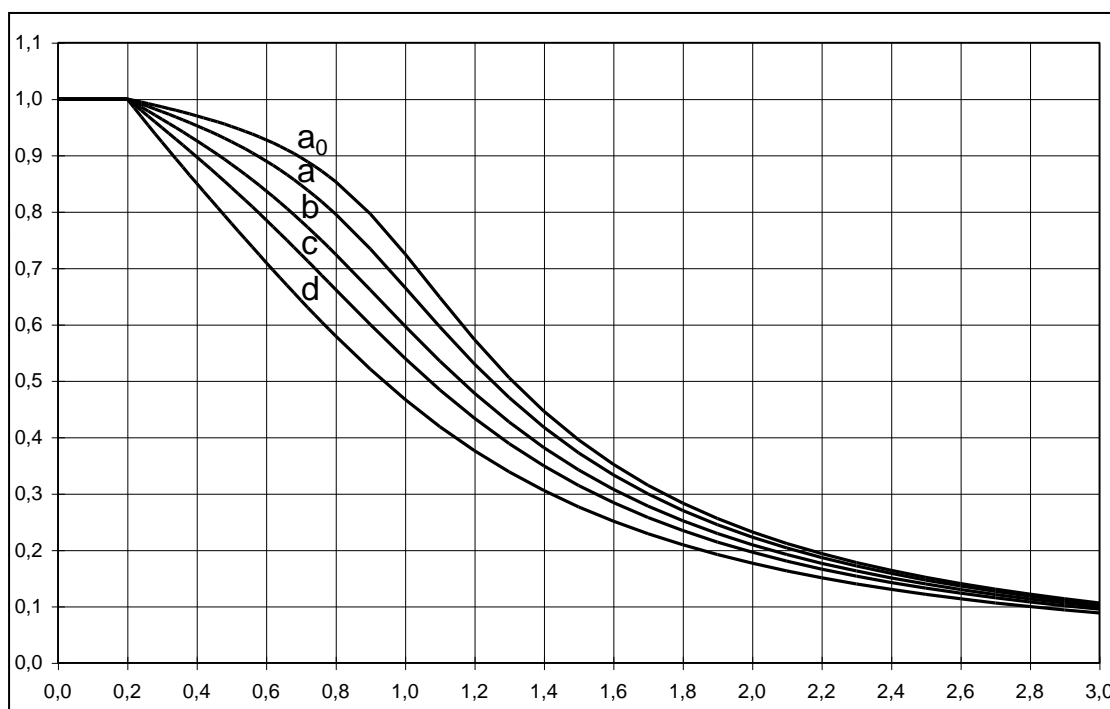


Ο συντελεστής ατελειών α που αντιστοιχεί σε κάθε καμπύλη λυγισμού πρέπει να λαμβάνεται :

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

Πίνακας 5 : Συντελεστές ατελειών για καμπύλες λυγισμού

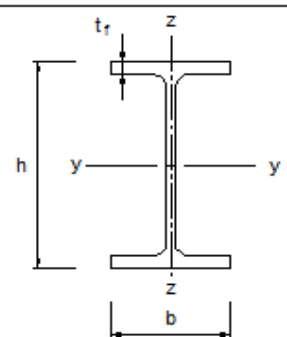
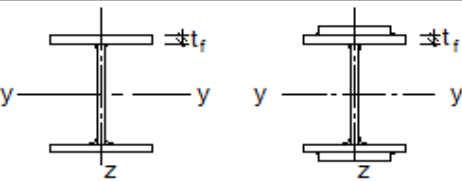

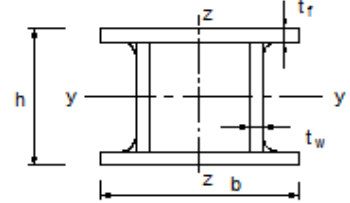
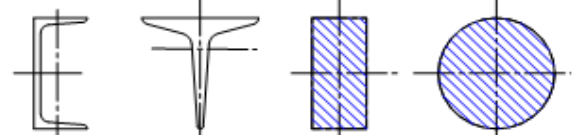
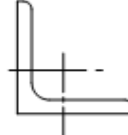
Τιμές του μειωτικού συντελεστή χ για την κατάλληλη ανηγμένη λυγηρότητα $\bar{\lambda}$ μπορεί να λαμβάνονται:



Εικόνα 1: Καμπύλες λυγισμού



Για λυγηρότητα $\bar{\lambda} \leq 0,2$ ή για $\frac{N_{Ed}}{N_{cr}} \leq 0,04$ οι επιδράσεις του λυγισμού μπορούν να αγνοούνται και να εφαρμόζονται μόνο έλεγχοι διατομών.

Διατομή	Όρια	Λυγισμός περί των άξονα	Καμπύλη λυγισμού	
			S 235 S 275 S 355 S 420	S 460
 Ελαφείς διατομές	$h/b > 1,2$	y-y z-z	$t_f \leq 40 \text{ mm}$	a a ₀
			$40 \text{ mm} < t_f \leq 100$	b c
	$h/b \leq 1,2$	y-y z-z	$t_f \leq 100 \text{ mm}$	b c
			$t_f > 100 \text{ mm}$	d c
 Συγκολλητές I-διατομές	$t_f \leq 40 \text{ mm}$	y-y z-z	b c	b c
	$t_f > 40 \text{ mm}$	y-y z-z	c d	c d
 Κοίλες Διατομές	Εν θερμό έλαση	Κάθε	a	a ₀
	Ψυχρή έλαση	Κάθε	c	c
 Συγκολλητές κιβωτιαίες διατομές	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
 U-, T- και σφαιρικές διατομές		Κάθε	c	c
 L-διατομές		Κάθε	b	b

Πίνακας 6 : Επιλογή καμπύλης λυγισμού για δεδομένη διατομή



Στρεπτοκαμπτικός Λυγισμός

Η τιμή του χ_{LT} για την αντίστοιχη ανηγμένη λυγηρότητα λ_{LT} , πρέπει να καθορίζεται από:

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \text{ αλλά } \chi_{LT} \leq 1,0$$

όπου:

- $\Phi_{LT} = 0,5 \left[1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$
- α_{LT} είναι συντελεστής ατελειών
- $\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}}$
- M_{cr} είναι η ελαστική κρίσιμη ροπή στρεπτοκαμπτικού λυγισμού.

Το M_{cr} βασίζεται στις ιδιότητες της πλήρους διατομής και λαμβάνει υπόψη τις συνθήκες φορτίσεως, την πραγματική κατανομή της ροπής και τις πλευρικές δεσμεύσεις.

Ο συντελεστής ατελειών α_{LT} που αντιστοιχεί στην κατάλληλη καμπύλη λυγισμού μπορεί να λαμβάνεται από το Εθνικό Προσάρτημα.

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

Πίνακας 7 : Συντελεστές ατελειών για καμπύλες στρεπτοκαμπτικού λυγισμού



Οι συστάσεις για τις καμπύλες λυγισμού που πρέπει να χρησιμοποιούνται δίνονται

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 8 : Καμπύλη στρεπτοκαμπτικού λυγισμού



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η εφαρμογή μεταλλικών κατασκευών παρατηρείται ήδη από τα μέσα του αιώνα, όπου χρησιμοποιείται ο χυτοσίδηρος ως δομικό υλικό σε οικοδομικά έργα. Παράλληλα έχει δημιουργηθεί η ανάγκη στέγασης χώρων όπως σιδηροδρομικοί σταθμοί, εκθεσιακοί χώροι, δημοτικές αγορές, ναυπηγεία, οι φορείς των οποίων διέθεταν μεγάλα ανοίγματα. Η απαίτηση για μεγάλα ανοίγματα ικανοποιήθηκε με την κατασκευή επίπεδων τοξωτών φορέων.

Αρχικά η τεχνική κατασκευής χαλύβδινων κατασκευών περιλάμβανε αρθρωτές συνδέσεις δοκών-υποστυλωμάτων και την τοιχοποιία να εξασφαλίζει το φορέα έναντι πλευρικής ευστάθειας. Η τεχνική αυτή χαρακτηριζόταν για την απλότητα των υπολογισμών και την ταχύτητα ανέγερσης. Στη συνέχεια εφαρμόστηκαν πλαισιακοί φορείς με άκαμπτες συνδέσεις, ελαφρύτερη τοιχοποιία και κατακόρυφους συνδέσμους για την παραλαβή των οριζόντιων δράσεων.

Η ευρύτερη εφαρμογή του χάλυβα σε κτίρια παρατηρείται στην Ιαπωνία όπου λόγω των αυξημένων απαιτήσεων αντισεισμικότητας, το 65% των κτιρίων είναι μεταλλικά. Στις ΗΠΑ το αντίστοιχο ποσοστό είναι 50%. Η Ευρώπη υστερεί συγκριτικά με την Ιαπωνία και τις ΗΠΑ στη χρήση του χάλυβα σε ότι αφορά τα πολυώροφα κτίρια με κατά μέσο όρο ποσοστό κτιρίων 33%. Η Ελλάδα δεν παρακολούθησε τις παραπάνω εξελίξεις, αφού επί μεγάλο χρονικό διάστημα κυριάρχησε το οπλισμένο σκυρόδεμα ως δομικό υλικό.



Από τα μέσα του 1990 παρατηρείται αναγέννηση στην εφαρμογή μεταλλικών κατασκευών και ραγδαία ανάπτυξή τους. Έτσι λοιπόν, άρχισε η εφαρμογή του χάλυβα σε κτίρια γραφείων και ξενοδοχείων, πέρα από τις συνηθισμένες χρήσεις του σε βιομηχανικά, αγροτικά, εμπορικά και αθλητικά έργα. Σημαντικό ρόλο έπαιξε η καλή συμπεριφορά των μεταλλικών κτιρίων κατά το μεγάλο σεισμό της Αθήνας το 1999 και στην προετοιμασία των Ολυμπιακών Αγώνων στην Αθήνα το 2004.

2.1.1 ΧΑΛΥΒΑΣ

ΓΕΝΙΚΑ

Οι έννοιες οι σχετικές με τους χάλυβες καθορίζονται στο ευρωπαϊκό πρότυπο EN 10020. Το πρότυπο EN 10020 συντάχθηκε από την Τεχνική Επιτροπή 6 της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για την τυποποίηση του σιδήρου και του χάλυβα ECISS, ECISS/TC 6, κατ' αρχήν το 1995 και αναθεωρήθηκε το 2000.

Το πρότυπο EN 10020 ορίζει την έννοια του χάλυβα και διακρίνει τους χάλυβες σε

- μη κραματωμένους, ανοξειδωτους και λοιπούς κραματωμένους χάλυβες ανάλογα με τη χημική τους σύσταση.
- κύριες κλάσεις ποιότητας, οι οποίες ορίζονται από τα κύρια χαρακτηριστικά ιδιοτήτων ή χρήσης των μη κραματωμένων, ανοξειδωτων και λοιπών κραματωμένων χαλύβων.

ΟΡΙΣΜΟΣ

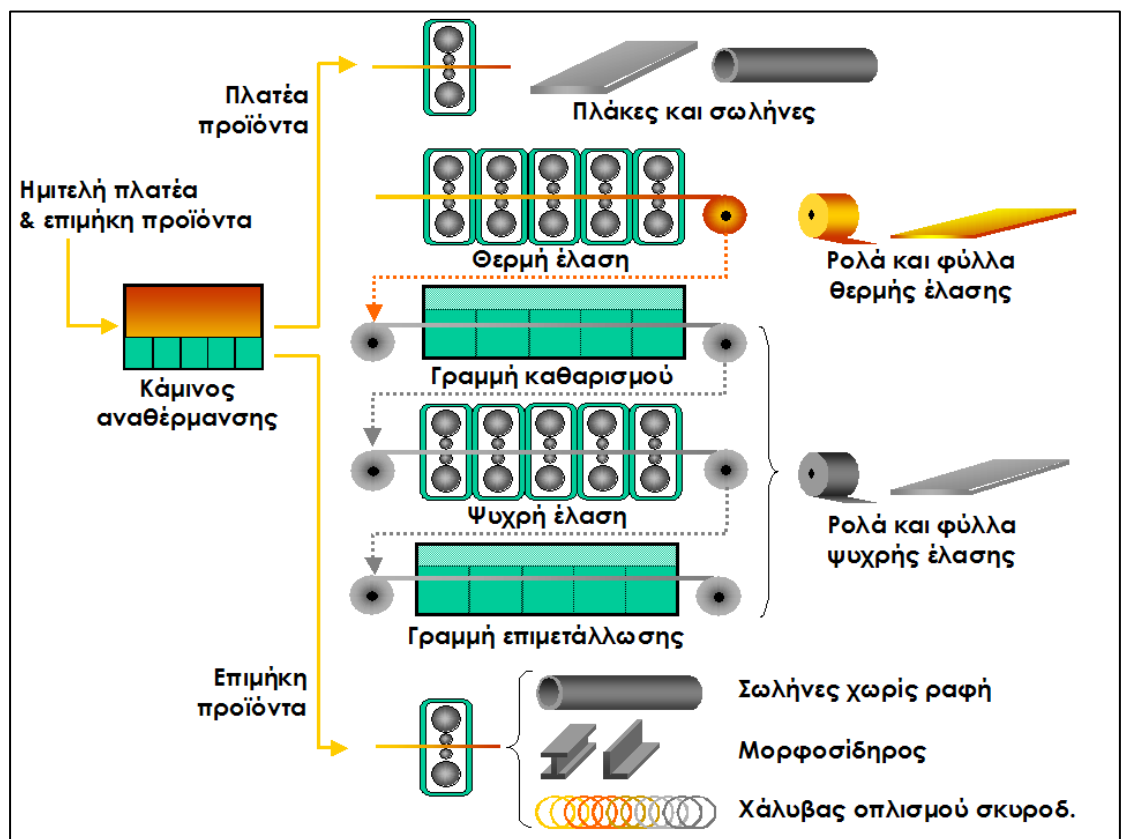
Ο χάλυβας είναι υλικό, το κλάσμα της μάζας του οποίου σε σίδηρο είναι μεγαλύτερο από εκείνο κάθε άλλου στοιχείου, η περιεκτικότητα σε άνθρακα γενικά είναι μικρότερη από 2% και το οποίο περιέχει και άλλα στοιχεία. Ένας περιορισμένος αριθμός χρωμιούχων χαλύβων μπορεί να περιέχει περισσότερο από 2% άνθρακα, αλλά το 2% είναι το σύνηθες όριο μεταξύ χάλυβα και χυτοσιδήρου.



ΠΑΡΑΓΩΓΗ

Ο χάλυβας παράγεται με τρεις βασικές μεθόδους:

1. με αναγωγή σιδηρομεταλλευμάτων σε υψικάμινο για την παραγωγή χυτοσιδήρου, και την μετατροπή του χυτοσιδήρου σε χάλυβα μέσα σε μεταλλάκτη με εμφύσηση οξυγόνου.
2. με την άμεση αναγωγή σιδηρομεταλλευμάτων (δηλ. αναγωγή σε στερεά κατάσταση) σε φρεατώδη κάμινο για την παραγωγή σπογγώδους σιδήρου και την μετατροπή του σπογγώδους σιδήρου σε χάλυβα μέσα σε κάμινο (κλίβανο) ηλεκτρικού τόξου.
3. με την ανάτηξη παλαιοσιδήρου σε κάμινο (κλίβανο) ηλεκτρικού τόξου.

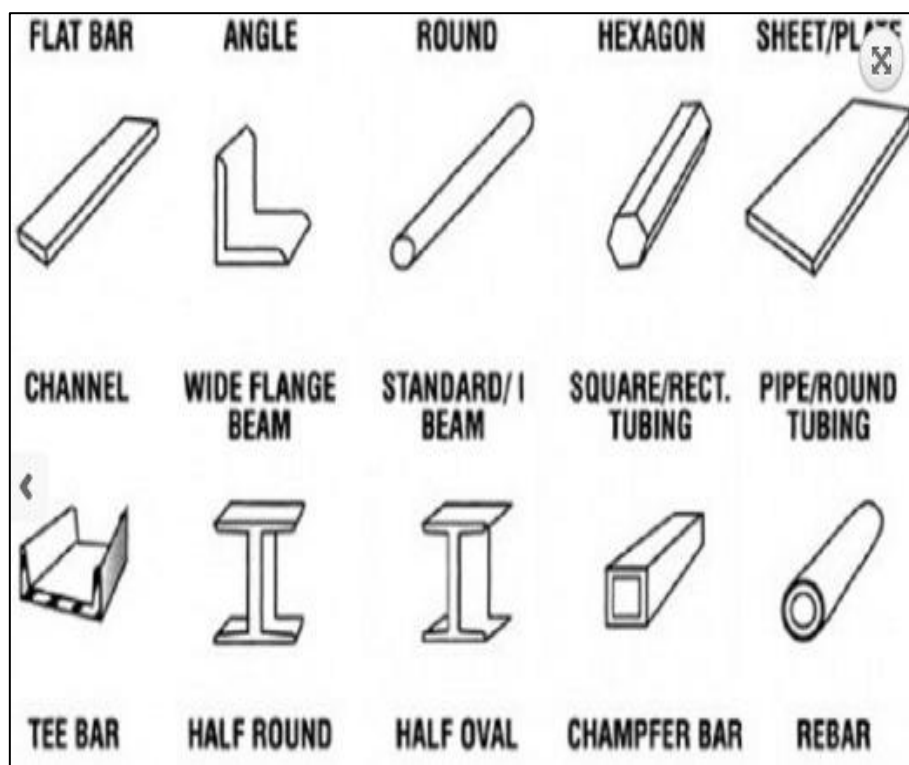


Εικόνα 2: Παραγωγή Χάλυβα

(πηγή: <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A7%CE%AC%CE%BB%CF%85%CE%B2%CE%B1%CF%82>)



Συνήθεις διατομές είναι οι τύπου I, οι κοίλες (ορθογώνιες, κυκλικές), οι γωνιές, τα U, οι λάμες, οι τετραγωνικές και κυλινδρικές μπάρες.



Εικόνα 3 : Διατομές Χάλυβα

(πηγή: http://skoutarissteel.com/technika/o-chalivas-os-doimiko_stoixeio/#!prettyPhoto)

Μια σειρά από διάφορα συστήματα τυποποίησης, ταξινομούν τις διατομές ανάλογα με τη γεωμετρία και το μέγεθός τους. Στην Κύπρο, όπως και στην υπόλοιπη Ευρώπη άλλωστε, έχουν εδραιωθεί οι ευρωπαϊκές διατομές (HEA, HEB, IPE κτλ), ενώ χρησιμοποιούνται επίσης σε μικρότερο βαθμό διατομές του Βρετανικού συστήματος τυποποίησης (UB, UC κτλ).

Το δικό τους σύστημα τυποποίησης έχουν επίσης οι χώρες της Αμερικής, η Ρωσία και η Ιαπωνία. Ο τύπος ενός προϊόντος δομικού χάλυβα, πέραν από το σχήμα του (πχ IPE300, RHS100 x 100 x 6.3), καθορίζεται και από την ποιότητα (grade) του. Το μέγεθος αυτό ταξινομεί τους διάφορους χάλυβες ανάλογα με την σύσταση και τις φυσικές τους ιδιότητες. Διάφοροι διεθνείς οργανισμοί τυποποίησης έχουν καθιερώσει τα δικά τους μεγέθη.



ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Από επιστημονικής πλευράς, ο χάλυβας πλεονεκτεί σε μια σειρά από διάφορους παράγοντες σε σχέση με άλλα δομικά υλικά, όπως το μπετόν και το ξύλο.

Ενδεικτικά αναφέρεται:

- Έχει σχετικά μεγάλη περιοχή πλαστικής παραμόρφωσης στο διάγραμμα τάσης παραμόρφωσης. Πρακτικά αυτό σημαίνει ότι ο χάλυβας είναι αρκετά ελαστικός, ώστε να αντέξει φορτίσεις πέραν του ορίου διαρροής του μέχρι της τελική του αστοχία.
- Αποτελεί το πλέον οικολογικό υλικό, μιας και είναι κατά 100% ανακυκλώσιμο. Ενδεικτικό είναι το γεγονός ότι το 40% της παραγωγής χάλυβα στη Γαλλία προκύπτει από την ανακύκλωση, εξοικονομώντας έτσι περίπου το 60% της ενέργειας που χρειάζεται για την παραγωγή του από πρώτες ύλες.
- Σε σύγκριση με το μπετόν είναι εξ αρχής σε πλήρη ικανότητα φόρτισης και δε χρειάζεται χρόνο για να «δέσει».
- Συγκριτικά με το ξύλο δεν παραμορφώνεται, δεν στρεβλώνει και είναι εμφανώς πιο ανθεκτικό στις μεταβολές της θερμοκρασίας και γενικά σε ακραίες περιβαλλοντικές συνθήκες.
- Διαθέτει εξαιρετικές και κυρίως σταθερές μηχανικές ιδιότητες, καθώς επίσης και τον υψηλότερο λόγο αντοχής προς ειδικό βάρος, κάτι που εξασφαλίζει το σχεδιασμό ελαφρύτερων κατασκευών.

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- Τα βασικά μειονεκτήματα του δομικού χάλυβα είναι τα εξής :
- Είναι υλικό ευαίσθητο σε υψηλές θερμοκρασίες (πυρκαγιές).
- Μικρή αντοχή σε φαινόμενα λυγισμού.
- Ευαισθησία σε επαναλαμβανόμενης φόρτισης (κόπωση).



2.2 ΓΕΝΙΚΟΤΕΡΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ

Οι αντοχές του χάλυβα αλλά και η ευκολία στην διαμόρφωσή του, έδωσαν το δικαίωμα στους σύγχρονους μηχανικούς να συνδυάσουν την αισθητική με την στατική ευστάθεια και τον αντισεισμικό σχεδιασμό, κατασκευάζοντας αρχιτεκτονικά αριστουργήματα. Η συμπεριφορά των μεταλλικών κτιρίων απέναντι στον ισχυρότερο αντίπαλο του πολιτικού μηχανικού, τον σεισμό, τα αναδεικνύει σε αξιόπιστες κατασκευαστικές λύσεις.

Οι κυριότεροι λόγοι ανάπτυξης των μεταλλικών κτιρίων διεθνώς είναι:

- Ταχύτητα κατασκευής.
- Δυνατότητα ανάπτυξης μεγάλων ανοιγμάτων.
- Σχεδιαστική ελευθερία.
- Αντοχή στο σεισμό.
- Αντοχή στο χρόνο.

Σε σύγκριση με τα παραδοσιακά κτίρια από οπλισμένο σκυρόδεμα τα μεταλλικά κτίρια υπερτερούν σε πολλούς τομείς, οι κυριότεροι είναι:

- Ταχύτητα και ακρίβεια κατασκευής: λόγω του μεγάλου βαθμού προκατασκευασμένων μελών πολλές εργασίες μπορούν να πραγματοποιούνται ταυτόχρονα και ανεξάρτητα από τις καιρικές συνθήκες.
- Μεγάλα ανοίγματα που επιτρέπουν έξυπνη διαρρύθμιση των εσωτερικών χώρων.
- Μικρές διαστάσεις υποστυλωμάτων που αυξάνουν τον ωφέλιμο χώρο.
- Ευελιξία στη διαμόρφωση προσόψεων.
- Ευελιξία χρήσης, μετατροπών, προσθηκών και προσαρμογής στις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις.



- Αντισεισμικότητα.
- Δυνατότητα ενίσχυσης και επισκευής.
- Δυνατότητα αποσυναρμολόγησης.
- Δυνατότητα ανακύκλωσης του χάλυβα.

Επιπλέον, τα μεταλλικά κτίρια παρουσιάζουν και αρκετά μειονεκτήματα, όπως :

- Οι κατασκευαστικές ατέλειες των μελών και των συνδέσεων.
- Η ευαισθησία στη διάβρωση και στην πυρκαγιά.
- Η απαίτηση εξειδικευμένου εργατοτεχνικού προσωπικού.
- Το μεγάλο κόστος μελέτης.

2.2.1 ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

❖ ΚΥΡΙΟΥ ΦΟΡΕΙΣ - ΠΛΑΙΣΙΑ

Είναι συνήθως τα πλαίσια που διατάσσονται κατά κανόνα ίσες μεταξύ τους αποστάσεις και έχουν τη δυνατότητα παραλαβής(στο επίπεδο τους) κατακόρυφων και οριζόντιων φορτίων(ανέμου, σεισμού, και λειτουργία γερανογεφυρών). Οι κόμβοι των πλαισίων αυτών πρέπει να έχουν τη δυνατότητα παραλαβής ροπών.

Ο μελετητής ορίζει τις αποστάσεις μεταξύ των κύριων φορέων που θα προσφέρουν βέλτιστη διάταξη. Μικρότερες αποστάσεις οδηγούν σε περισσότερους κύριους φορείς, με μικρότερες όμως διαστάσεις. Ο μεγάλος αριθμός κυρίων φορέων έχει δυσμενή επίπτωση στο κόστος κατεργασίας και το κόστος ανέγερσης, οδηγεί όμως σε τεγίδες με μικρότερα ανοίγματα και επομένως μικρότερη διατομή. Με βασικό κριτήριο την οικονομικότητα της λύσης, συνήθως βέλτιστη απόφαση μεταξύ των κύριων φορέων είναι τα **6,0 μ.**



Οι κύριοι φορείς αποτελούνται από τα υποστυλώματα και το ζύγωμα, το οποίο συνήθως είναι δίριχτο με κλίση περίπου 10° , ώστε να παραλαμβάνει και τα κατακόρυφα φορτία και με αξονική, όχι μόνο με καμπτική δράση. Τα υποστυλώματα και τα ζυγώματα των κύριων φορέων καταπονούνται κυρίως σε κάμψη. Για το λόγο αυτό, για τα μέλη των κύριων φορέων, όταν αυτά είναι ολόσωμα, προτιμώνται διατομές διπλού ταυ, αφού όσο πιο απομακρυσμένο είναι το υλικό μιας διατομής από το κέντρο βάρους της, τόσο καλύτερα συμπεριφέρεται σε κάμψη, γιατί το υλικό συγκεντρώνεται σε θέσεις αυξημένων τάσεων.

Έτσι μεγαλώνει η ροπή αδράνειας που είναι μέτρο καμπτικής δυσκαμψίας, και η ροπή αντίστασης που είναι μέτρο καμπτικής αντοχής. Τα ζυγώματα κατασκευάζονται συνήθως από υψίκορμες διατομές όπως ΙΡΕ και τα υποστυλώματα από πλατύπελμες διατομές όπως ΗΕΑ ή ΗΕΒ. Όσον αφορά τον προσανατολισμό των κύριων φορέων οι διατομές των μελών των κύριων φορέων τοποθετούνται έτσι ώστε κατά τη δράση μεγάλων φορτίων κατά μια ορισμένη διεύθυνση να ενεργοποιούνται οι ισχυροί άξονες.



Εικόνα 4 : Κύριοι Φορείς - Πλαίσιο

(πηγή: https://www.google.gr/search?q=%CE%BC%CE%B5%CF%84%CE%B1%CE%BB%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CE%B5%CF%82+%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%B1%CF%83%CE%BA%CE%B5%CF%85%CE%B5%CF%82&espv=2&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwizePvuM_SAhWJuxQKHVeoApsQ_AUIBigB&biw=1536&bimgrc=)



❖ ΤΕΓΙΔΕΣ

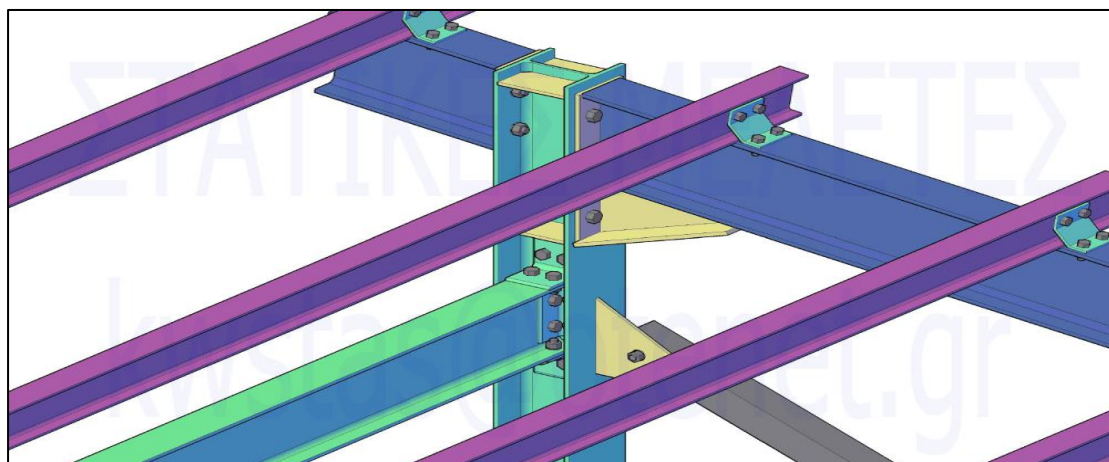
Ο κύριος ρόλος των τεγίδων στο κτίριο είναι να μεταφέρουν τις δράσεις από τα φύλλα επικάλυψης στους κύριους φορείς, αλλά και δευτερευόντως να προσφέρουν πλευρική κάλυψη ως στοιχεία που συμμετέχουν στους οριζόντιους συνδέσμους δυσκαμψίας. Οι αποστάσεις κυμαίνονται μεταξύ **1.30 και 4.0 m** και εξαρτώνται από την αντοχή και δυσκαμψία των φύλλων επικάλυψης, τη μόρφωση των οριζόντιων συνδέσμων δυσκαμψίας, το χρησιμοποιούμενο τύπο διατομής για τις τεγίδες και το μέγεθος των δράσεων.

Τα φύλλα επικάλυψης λόγω της μεγάλης δυσκαμψίας στο επίπεδο τους και υπό την προϋπόθεση ότι είναι επαρκώς στερεωμένα επί των τεγίδων, προσφέρουν συνεχή στήριξη στο άνω πέλμα και παρεμποδίζουν τις πλευρικές του παραμορφώσεις εκτός του επιπέδου τους. Η σωστή τοποθέτηση και επαρκής δυσκαμψία εξασφαλίζουν πλευρική αμεταθετότητα στο άνω πέλμα ενώ η αντίσταση των φύλλων σε περίπτωση στροφής της διατομής προσομοιώνεται με στροφικό ελατήριο.

Στις περιοχές όπου παρατηρείται τοπική αύξηση των φορτίων, όπως στις περιμετρικές ζώνες της οροφής ενός κτιρίου κατά τη δράση του ανέμου ή και επιφάνειες συσσώρευσης χιονιού επιδιώκεται κατ' αρχήν η τήρηση της γενικής διάταξης των τεγίδων και του ύψους τους και η τοπική χρησιμοποίηση τεγίδων με μεγαλύτερο πάχος ή πλατύτερα ελάσματα. Όταν δε γίνεται αυτό, οι τεγίδες διατάσσονται πυκνότερα.



Οι τεγίδες μπορεί να κατασκευάζονται ως αμφιέριστα στοιχεία μεταξύ διαδοχικών κύριων φορέων ή ως συνεχείς δοκοί (π.χ. συνεχείς δοκοί 2 ανοιγμάτων). Τα αμφιέριστα στοιχεία είναι πιο εύκολα στη σύνδεση και στην ανέγερση, όμως υπό το ίδιο φορτίο, συγκριτικά με άλλες στατικές μορφές, παρουσιάζουν μεγαλύτερες καμπτικές ροπές και μεγαλύτερες παραμορφώσεις, δηλαδή χρειάζονται μεγαλύτερες διατομές.



Εικόνα 5 : Τεγίδες

(πηγή: https://www.google.gr/search?q=%CE%BC%CE%B5%CF%84%CE%B1%CE%BB%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CE%B5%CF%82+%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%B1%CF%83%CE%BA%CE%B5%CF%85%CE%B5%CF%82&espv=2&source=Inms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKewizePvuM_SAhWJuxQKHVeoApsQ_AUIBiqB&biw=1536&bih=76qrc=)



❖ ΜΗΚΙΔΕΣ

Σχεδιάζονται κατά τρόπο παρόμοιο με αυτό τον τεγίδων και πολλές φορές έχουν την ίδια με αυτές διατομή. Η κύρια φόρτιση είναι η ανεμοπίεση. Οι παρμορφώσεις λόγω των κατακόρυφων φορτίων (ίδιο βάρος μηκίδων και βάρος επένδυσης) αναιρούνται σε μεγάλο βαθμό από την πρόβλεψη των ελκυστήρων, οι οποίοι άνω ή και σε ενδιάμεσες θέσεις μεταφέρουν τα φορτία αυτά στα υποστυλώματα μέσω λοξών ράβδων. Το βάρος των φύλλων επένδυσης μεταφέρεται πολλές φορές στη στάθμη απόληξης της επένδυσης κάτω.

Κατασκευαστικά οι μηκίδες διαμορφώνονται ως αμφιέριστες, για τα οριζόντια φορτία. Χρησιμοποιούνται όμως και ως αρθρωτές δοκοί, πάντα με ίδιες κατηγορίες, τύπους και μεγέθη διατομών αλλά και τύπους στηριγμάτων όπως οι τεγίδες. Συνηθέστερες αποστάσεις των μηκίδων είναι μεταξύ **1.5 και 2.5 m**.

Το κάτω πέλμα τους εδράζεται στο πάνω πέλμα των δοκών των υποστυλωμάτων, επιτυγχάνοντας έτσι την ενεργοποίηση και των δυο κύριων αξόνων αδράνειάς τους. Πιο συγκεκριμένα ο ισχυρός άξονας των μηκίδων παραλαμβάνει τον άνεμο, ενώ ο ασθενής άξονας παραλαμβάνει τα ίδια βάρη της πλαγιοκάλυψης και το ίδιο βάρος της μηκίδας, τα οποία μεταβιβάζει στα υποστυλώματα των κύριων φορέων.





Εικόνα 6 : Μηκίδες

(πηγή: https://www.google.gr/search?q=%CE%BC%CE%B5%CF%84%CE%B1%CE%BB%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CE%B5%CF%82+%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%B1%CF%83%CE%BA%CE%B5%CF%85%CE%B5%CF%82&espv=2&source=Inms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKewizsePvuM_SAhWJuxQKHVe0ApsQ_AUIBigB&biw=1536&bih=76qrc=)

❖ ΚΕΦΑΛΟΔΟΚΟΙ

Οι κεφαλοδοκοί είναι οριζόντια γραμμικά στοιχεία, που συνδέουν τις κεφαλές των υποστυλωμάτων και διατρέχουν όλο το μήκος του κτιρίου κατά τη διεύθυνση την κάθετη προς τα επίπεδα των κύριων φορέων. Μέσω των κεφαλοδοκών οι σεισμικές και οι υπόλοιπες οριζόντιες δυνάμεις, που ασκούνται στο επίπεδο της επικάλυψης και παραλαμβάνονται από τα οριζόντια συστήματα (συνδέσμους) δυσκαμψίας, μεταφέρονται και κατά προσέγγιση ισοκατανέμονται στα κατακόρυφα (μεταξύ υποστυλωμάτων) συστήματα δυσκαμψίας, ώστε οι ωθήσεις να καταλήγουν στη θεμελίωση μέσω περισσότερων θέσεων στήριξης και να υπάρχουν περισσότερες θέσεις απορρόφησης σεισμικής ενέργειας σε περίπτωση σεισμικής καταπόνησης.





Εικόνα 7 : Κεφαλοδοκός

(πηγή: https://www.google.gr/search?q=%CE%BC%CE%B5%CF%84%CE%B1%CE%BB%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CE%B5%CF%82+%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%B1%CF%83%CE%BA%CE%B5%CF%85%CE%B5%CF%82&espv=2&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwizePvuM_SAhWJuxQKHVe0ApsQ_AUIBigB&biw=1536&bih=760#q=)

❖ ΜΕΤΩΠΙΚΟΙ ΣΤΥΛΟΙ

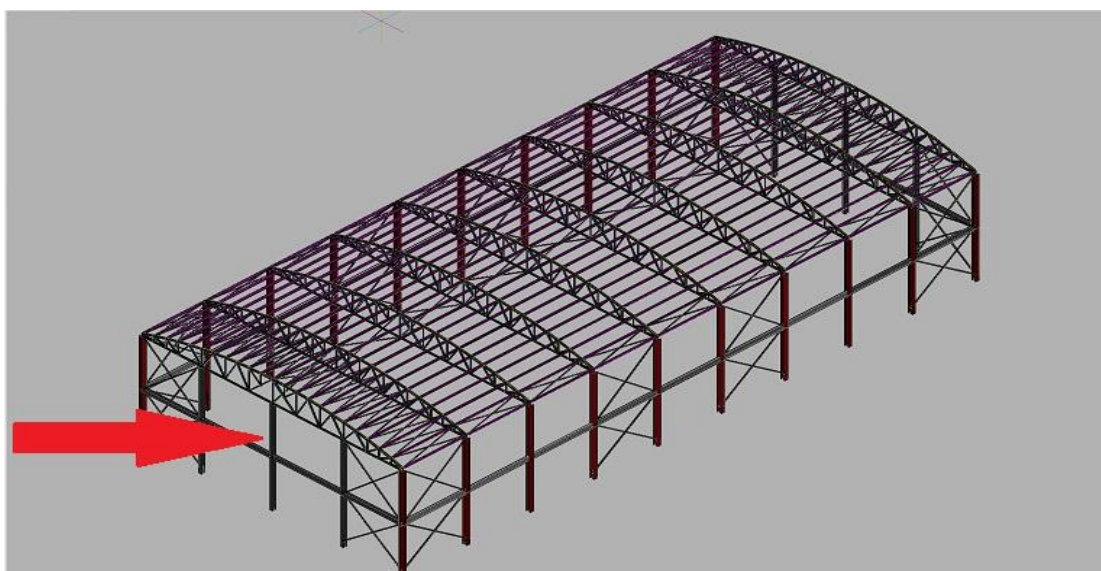
Προκειμένου να καλυφθούν τα μέτωπα του κτιρίου, που αντιστοιχούν στα δύο ακραία κύρια πλαίσια (πρώτο και τελευταίο) του κτιρίου, τοποθετούνται ανά αποστάσεις μετωπικά υποστυλώματα τα οποία εδράζονται σε θεμέλια ενώ άνω στηρίζονται στα ακραία πλαίσια. Κύρια φόρτιση για τα μετωπικά αυτά υποστυλώματα είναι η ανεμοπίεση.

Οι μετωπικοί στύλοι προσφέρουν στήριξη στις μηκίδες και επομένως οι αποστάσεις μεταξύ τους συνδέονται με το άνοιγμα που οι χρησιμοποιούμενες διατομές μηκίδων μπορούν να γεφυρώσουν. Η θέση των μετωπικών στύλων επιλέγεται επίσης σε συνδυασμό με τη διάταξη των τεγίδων και των οριζόντιων συστημάτων δυσκαμψίας. Η θέση, τέλος, καθορίζεται από τα ανοίγματα που διαμορφώνονται στην όψη, ώστε να εξυπηρετούνται οι λειτουργικές ανάγκες του κτιρίου.



Κύρια καταπόνηση για τους μετωπικούς στύλους αποτελεί η ανεμοπίεση, πρόκειται δηλαδή για στοιχεία κυρίως καταπονούμενα σε κάμψη, ενώ κατά κανόνα χρησιμοποιούμενη διατομή είναι τα I με πέλματα παράλληλα προς την όψη. Επίσης συχνά χρησιμοποιούνται και πλατύπελμες διατομές. Το μετωπικό υποστύλωμα μπορεί να είναι πακτωμένο ή αρθρωτό στη βάση του.

Η κεφαλή του μετωπικού στύλου στηρίζεται άνω στους κύριους φορείς συνήθως με απλή σύνδεση, οπότε η ανεμοπίεση που του αντιστοιχεί κατανέμεται κατά το ένα ήμισυ απ' ευθείας στη θεμελίωση (οριζόντια δύναμη) και κατά το άλλο (με την υπόθεση σταθερής τιμής της ανεμοπίεσης καθ' ύψος του στύλου), μέσω της στήριξης στον κύριο φορέα, στο οριζόντιο αντιανέμιο σύστημα, άμεσα μεν εάν έχει τοποθετηθεί σε εσωτερικό φάτνωμα.



Εικόνα 8 : Μετωπικός στύλος

(πηγή: https://www.google.gr/search?q=%CE%BC%CE%B5%CF%84%CE%B1%CE%BB%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CE%B5%CF%82+%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%B1%CF%83%CE%BA%CE%B5%CF%85%CE%B5%CF%82&espv=2&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwizsePvuM_SAhWJuxQKHVe0ApsQ_AUIBigB&biw=1536&bih=769rc=)



❖ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΙ ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΔΥΣΚΑΜΨΙΑΣ

Όταν τα οριζόντια φορτία δρουν κατά τη διεύθυνση των κύριων φορέων παραλαμβάνονται από αυτούς μέσω της πλαισιακής τους λειτουργίας και μεταφέρονται στη θεμελίωση. Προυπόθεση για τη πλαισιακή λειτουργία είναι η διαμόρφωση κόμβων με ικανότητα παραλαβής, εκτός των αξονικών και τεμνουσών δυνάμεων, καμπτικών ροπών.

Όταν τα φορτία δρουν κατά την εγκάρσια διεύθυνση, η παραλαβή από τα οριζόντια συστήματα δυσκαμψίας και η μεταφορά τους στη θεμελίωση μπορεί να γίνει μέσω αντίστοιχων πλαισίων που θα διαμορφωθούν κατάλληλα είτε μέσω δύσκαμπτων φατνωμάτων, δικτυωτής κατά κανόνα μορφής, που κατασκευάζονται μεταξύ των υποστυλώματων σε επιλεγμένες θέσεις (αντιανέμοι σύνδεσμοι μεταξύ υποστυλώματων ή κατακόρυφα συστήματα δυσκαμψίας).

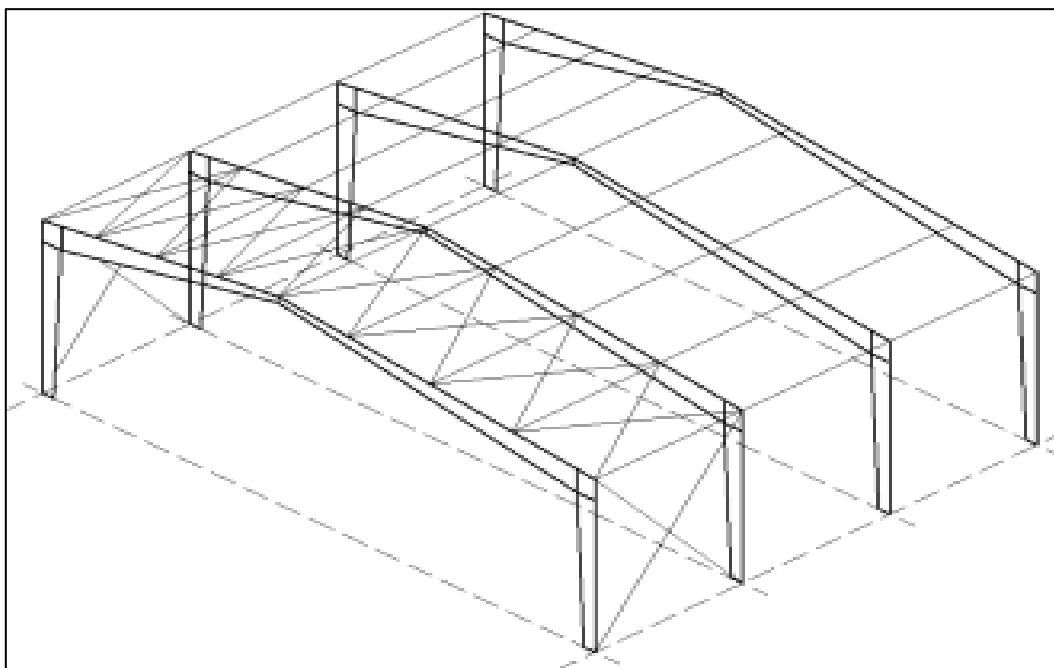
Οι κύριες λειτουργίες των συστημάτων εγκάρσιας δυσκαμψίας των υποστέγων μπορούν να συνοψισθούν στα εξής:

- Παραλαβή από τα οριζόντια συστήματα δυσκαμψίας των οριζόντιων φορτίων που δρουν κατά τη διαμήκη διεύθυνση του υποστέγου και μεταφορά τους στη θεμελίωση.
- Παροχή ενός δύσκαμπτου συστήματος στο οποίο να απολήγουν οι μηκίδες που παρέχουν πλευρική στήριξη στα υποστυλώματα.
- Παροχή προσωρινής ευστάθειας στη κατασκευή κατά τη διάρκεια της ανέγερσης της.



Επειδή οι σύνδεσμοι δυσκαμψίας είναι δικτυωτοί φορείς, όλα τα μέλη θεωρούνται ότι καταπονούνται αξονικά. Έτσι ακόμα και για τις μηκίδες αλλά και για τους στύλους των κύριων φορέων – μέλη για τα οποία δεχτήκαμε πως κάμπτονται όταν εξετάστηκαν ανεξάρτητα - γίνεται η παραδοχή πως καταπονούνται μόνο αξονικά, όταν συμμετέχουν στους συνδέσμους δυσκαμψίας στέγης.

Οι διαγώνιοι των δικτυωμάτων, είτε εφελκούνται, είτε θλίβονται και δεν παραλαμβάνουν καμπτικά φορτία, γιατί δεν έρχονται σε επαφή με την επικάλυψη. Η πλευρική επικάλυψη είναι τοποθετημένη πάνω στις μηκίδες, οι οποίες με τη σειρά τους τοποθετούνται στα έξω πέλματα των στύλων των κύριων φορέων. Οι διαγώνιοι του δικτυώματος δεν έρχονται σε επαφή με την επικάλυψη, είναι εκτός του επιπέδου της, αλλά παράλληλες με αυτή από τη μέσα πλευρά.



Εικόνα 9 : Σύνδεσμοι δυσκαμψίας

(πηγή: [The logo of the Hellenic Republic, featuring a stylized ship \(the Argo\) and a figure \(Prometheus\) holding a torch, symbolizing the bringing of fire to humanity.](https://www.google.gr/search?q=%CE%BC%CE%B5%CF%84%CE%B1%CE%BB%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CE%B5%CF%82+%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%B1%CF%83%CE%BA%CE%B5%CF%85%CE%B5%CF%82&espv=2&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKewizePvuM_SAhWJuxQKHVe0ApsQ_AUIBiqB&biw=1536&bih=760#tbm=isch&q=%CF%83%CF%85%CE%BD%CE%B4%CE%B5%CF%83%CE%BC%CE%BF%CE%B9+%CE%B4%CF%85%CF%83%CE%BA%CE%B1%CE%BC%CF%88%CE%B9%CE%B1%CF%82&*)</p></div><div data-bbox=)

❖ ΦΥΛΛΑ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗΣ

Τα φύλλα με τα οποία επικαλύπτεται και επενδύεται πλευρικά ο φέρων οργανισμός ή τα ισοδύναμα συστήματα που μπορεί εναλλακτικά να εφαρμόζονται για την επικάλυψη και την πλευρική επένδυση πρέπει να έχουν επαρκή αντοχή και να έχουν επίσης επαρκώς αγκυρωθεί επί των στοιχείων επί των οποίων στηρίζονται ώστε να μπορούν να μεταφέρουν σε αυτά (τεγίδες για τα φύλλα επικάλυψης και μηκίδες για τα φύλλα πλευρικής επένδυσης) τις πιέσεις και υποπιέσεις που εξασκούν ο άνεμος ή άλλα φορτία.

Δύο είναι οι κύριες μορφές των φύλλων επικάλυψης που κυκλοφορούν στο εμπόριο:

- Η «απλή» μορφή των φύλλων επικάλυψης, αποτελούμενη από ένα μόνο προκατασκευασμένο πτυχωτό χαλυβδόφυλλο με προφίλ κυματοειδές ή τραπεζοειδές, το οποίο είναι συνήθως γαλβανισμένο για προστασία έναντι σκωρίασης.
- Τα θερμό-ηχομονωτικά προκατασκευασμένα φύλλα επικάλυψης, των οποίων η γενική μορφή είναι ένα σκληρό στρώμα πολυουρεθανίου (θερμό-ηχομονωτικό υλικό) πάχους 30 mm έως 80 mm, με επικάλυψη φύλλου αλουμινίου στην εξωτερική πλευρά και επικάλυψη φύλλου χάλυβα στην εσωτερική.



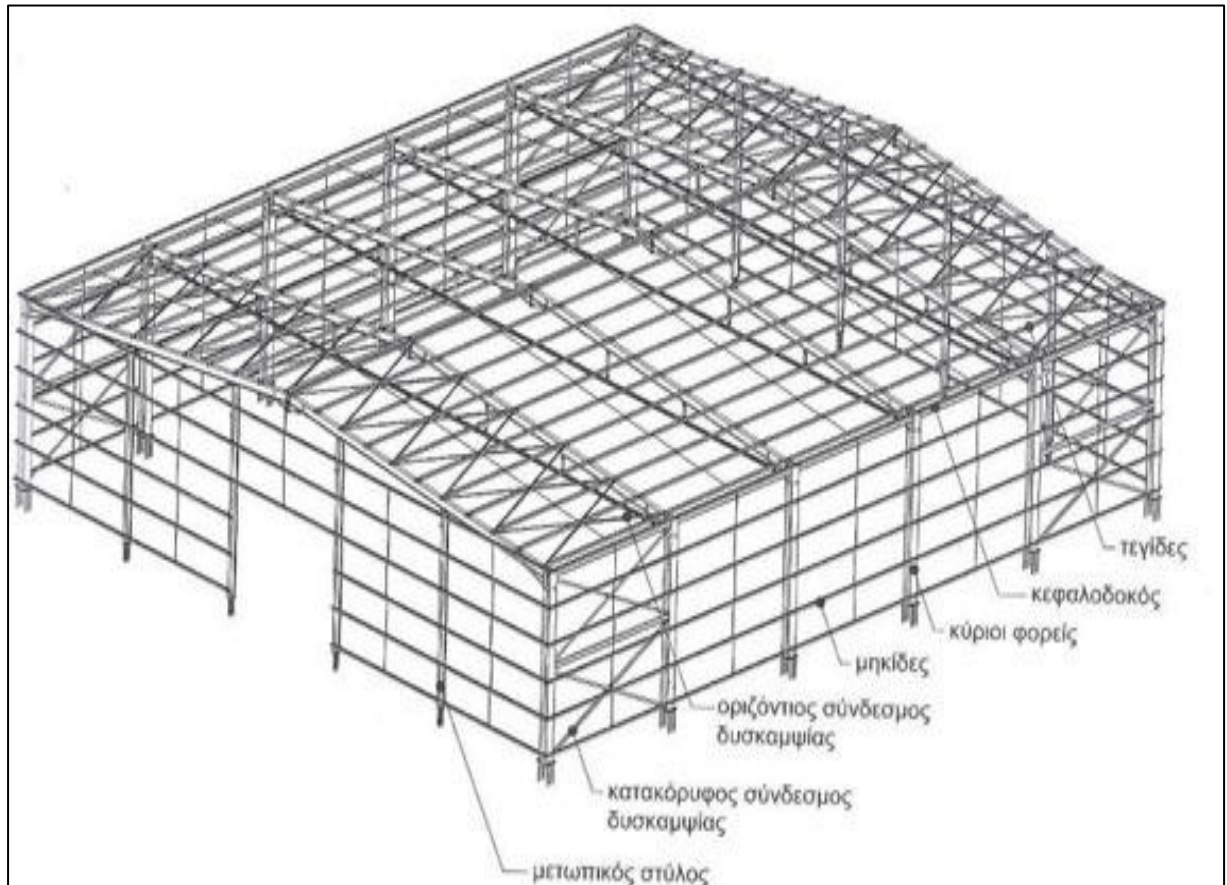


Εικόνα 10 : Φύλλα επικάλυψης

(πηγή: μεταλλικά φύλλα <http://www.viodomiki.gr/products/metal-sheet-and-panels>)



Συνοψίζοντας στην παρακάτω εικόνα απεικονίζονται μαζικά όλα τα βασικά στοιχεία σε μια μεταλλική κατασκευή.



Εικόνα 11 : Βασικά στοιχεία της σε μια μεταλλικής κατασκευής

(πηγή: https://www.google.gr/search?q=%CE%BC%CE%B5%CF%84%CE%B1%CE%BB%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CE%B5%CF%82+%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%B1%CF%83%CE%BA%CE%B5%CF%85%CE%B5%CF%82&espv=2&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwizePvuM_SAhWJuxQKHVe0ApsQ_AU1BiqB&biw=1536&bih=760#imgrc=)



2.2.2 ΦΟΡΤΙΑ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

ΜΟΝΙΜΑ ΦΟΡΤΙΑ

❖ Για την Επικάλυψη

$$g_{επ} = 0,12\text{KN/m}^2 \times H(\text{m}) \quad (\text{KN/m})$$

όπου :

H : το ύψος του κτιρίου.

❖ Για τις Τεγίδες

$$g_{επ} = 0,104\text{KN/m} \times H(\text{m}) \times n / L \quad (\text{KN/m})$$

όπου :

H : το ύψος του κτιρίου.

n : αριθμός των τεγίδων $\rightarrow n = L/2 / 1,50(\text{m})$, L:πλάτος κτιρίου και 1,50 η μεταξύ απόσταση των τεγίδων.

L : το μήκος την τεγίδας.



❖ Για τις Μηκίδες

$$g_{\text{μηκ}} = 0,129\text{KN/m} \times H(\text{m}) \times n / H \quad (\text{KN/m})$$

όπου :

H : το ύψος του κτιρίου.

n : αριθμός των μηκίδων $\rightarrow n = H / 1.20(\text{m})$, 1,20 η μεταξύ απόσταση των μηκίδων.

❖ Ίδιο Βάρος Ζυγώματος

$$g_{\text{ζυγ}} = G(\text{kg/m}) / 100 \quad (\text{KN/m})$$

όπου :

G : το βάρος της διατομής του ζυγώματος.

❖ Ίδιο Βάρος Στύλων

$$g_{\text{στυλ}} = G(\text{kg/m}) / 100 \quad (\text{KN/m})$$

όπου :

G : το βάρος της διατομής του ζυγώματος.



Συγκεντρωτικά :

❖ Μόνιμα Ζυγώματος

$$G_{ζυγ} = g_{επ} + g_{τεγ} + g_{ζυγ} \quad (\text{KN/m})$$

❖ Μόνιμα Στύλων

$$G_{στυλ} = g_{επ} + g_{μηκ} + g_{στυλ} \quad (\text{KN/m})$$



ΜΕΤΑΒΛΗΤΑ ΦΟΡΤΙΑ

❖ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ ΧΙΟΝΙΟΥ

Σύμφωνα με το Παράρτημα του Μέρους 1-3 του Ευρωκώδικα 1 δεν περιλαμβάνονται προϋποθέσεις για τον υπολογισμό του φορτίου χιονιού στις παρακάτω περιπτώσεις:

- Δυναμικές φορτίσεις που προέκυψαν από πτώση του χιονιού λόγω ολίσθησης από ψηλότερα σημεία της στέγης σε χαμηλότερα.
- Επιπλέον φορτία ανεμοπίεσης που προκαλούνται από την αλλαγή του σχήματος και του μεγέθους της κατασκευής λόγω της ύπαρξης χιονιού ή της δημιουργίας πάγου.
- Πρόσθετες φορτίσεις από το φράξιμο των αποχετεύσεων λόγω δημιουργίας πάγου.
- Φορτία χιονιού που επιβάλλονται στην κατασκευή καθ' όλη την διάρκεια του έτους.
- Φορτία που επιβάλλονται στην κατασκευή από την δημιουργία πάγου.
- Φορτία από πλευρική εναπόθεση του χιονιού στην κατασκευή.
- Πρόσθετη φόρτιση, στην ήδη υπάρχουσα λόγω του χιονιού, από δυνατή βροχόπτωση.



Ανάλογα με τον τρόπο κατά τον οποίο το χιόνι εναποτίθεται πάνω στις στέγες, προκύπτει και η φύση του φορτίου αυτού. Αυτό εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως :

- Η μορφή και το σχήμα της στέγης.
- Τα θερμικά χαρακτηριστικά της στέγης.
- Την τραχύτητα της επιφάνειάς της.
- Την ποσότητα της θερμότητας που εκλύεται κάτω από αυτήν.
- Την απόσταση από τα γειτονικά κτίρια.
- Τον περιβάλλοντα χώρο (έδαφος).
- Τις τοπικές κλιματολογικές συνθήκες (ταχύτητα ανέμου στην περιοχή, την μεταβολή της θερμοκρασίας και την ένταση των βροχοπτώσεων και των χιονοπτώσεων).
- Τον βαθμό έκθεσης της επιφάνειας στον άνεμο.
- Την δημιουργία χιονοστιβάδων από πτώση του χιονιού από υψηλότερη επιφάνεια σε χαμηλότερη.

Η χαρακτηριστική τιμή του φορτίου χιονιού εξαρτάται από το υψόμετρο κάθε περιοχής και την θέση του φορτίου, η οποία δίνεται σύμφωνα με το **Παράρτημα Α του Μέρους ENV 1991-2-3 του Ευρωκώδικα**. Η Ελλάδα χωρίζεται σε τρεις ζώνες, με τις αντίστοιχες χαρακτηριστικές τιμές **S_k** των φορτίων για το έδαφος, όπως απεικονίζονται στο παρακάτω πίνακα:



ΕΘΝΙΚΗ ΖΩΝΗ		ΥΨΟΜΕΤΡΟ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΗ ΤΙΜΗ ΤΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ ΧΙΟΝΙΟΥ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ $S_k(\text{KN/m}^2)$
<ul style="list-style-type: none"> • ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ • ΔΥΤΙΚΗ ΣΤΕΡΕΑ • ΗΠΕΙΡΟΣ • ΝΗΣΙΑ(εκτός περιοχών με υψόμετρο > 600m σε Εύβοια και Κρήτη) 	I	0-100	0.22
		100-200	0.27
		200-300	0.33
		300-400	0.39
		400-500	0.47
		500-600	0.57
		600-700	0.68
		700-800	0.82
		800-900	0.98
		900-1000	1.19
<ul style="list-style-type: none"> • ΘΡΑΚΗ • ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ • ΘΕΣΣΑΛΙΑ • ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΣΤΕΡΕΑ • ΕΥΒΟΙΑ(με υψόμετρο >600m και <100m) • ΚΡΗΤΗ (για υψόμετρο >600m και <100m) 	II	0-100	0.44
		100-200	0.52
		200-300	0.62
		300-400	0.73
		400-500	0.86
		500-600	1.01
		600-700	1.19
		700-800	1.41
		800-900	1.67
		900-1000	1.97

Πίνακας 9 : Εθνικές Ζώνες και χαρακτηριστική τιμή φορτίου χιονιού στο έδαφος.

Σύμφωνα με το Παράρτημα C του EN 1991-1-3:2003 του Ευρωκώδικα 1, η χαρακτηριστική τιμή του φορτίου χιονιού, για την Ελλάδα, δίνεται από την σχέση:

$$S_k = (0.420Z - 0.030) [1 + (A/917)^2]$$

Όπου :

- S_k = χαρακτηριστική τιμή φορτίου χιονιού στο έδαφος (KN/m^2).
- A = το υψόμετρο της περιοχής από την επιφάνεια της θάλασσας(m).
- Z = ο αριθμός της ζώνης που δίνεται στον ακόλουθο χάρτη.



Υπολογισμός

Για τον υπολογισμό του φορτίου χιονιού σε στέγες χρησιμοποιείται η ακόλουθη σχέση:

$$S = \mu_i C_e C_t S_k$$

Όπου :

- S = φορτίο χιονιού στη στέγη.
- μ_i = ο συντελεστής σχήματος του φορτίου.
- C_e = συντελεστής έκθεσης.
- C_t = θερμικός συντελεστής.
- S_k = χαρακτηριστική τιμή του φορτίου χιονιού στο έδαφος.

Ο συντελεστής έκθεσης C_e εξαρτάται από τις συνθήκες έκθεσης της κατασκευής και δίνεται από τον παρακάτω πίνακα:

ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΕΚΘΕΣΗΣ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	C_e
ΚΑΝΟΝΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	1.00
ΙΣΧΥΡΟΙ ΑΝΕΜΟΙ	0.80
ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ	1.20

Πίνακας 10 : Συντελεστής Έκθεσης.

Ο συντελεστής σχήματος του φορτίου μ_i προσδιορίζεται λαμβάνοντας υπ' όψιν τρεις μορφές κατανομής φορτίου και οι οποίες είναι:

- Η πρώτη μορφή προκύπτει από ένα ομοιόμορφα κατανεμημένο στρώμα χιονιού σε όλη την επιφάνεια της στέγης σε κατάσταση νηνεμίας ή υπό ασθενή άνεμο.



- Η δεύτερη μορφή προκύπτει από μια ανομοιόμορφη κατανομή, λόγω τοπικής συγκέντρωσης του χιονιού σε εμπόδια ή στις προεξοχές της κατασκευής, ή ανακατανομή του φορτίου του χιονιού που επηρεάζει την κατανομή του φορτίου στο σύνολο της στέγης (π.χ. μεταφορά του χιονιού από την προσήνεμη προς την υπήνεμη πλευρά της στέγης).
- Η τρίτη μορφή προκύπτει από την ανακατανομή του φορτίου του χιονιού λόγω ολίσθησης του χιονιού από υψηλότερη στάθμη της κατασκευής σε χαμηλότερη.

Αν υπάρχουν ιδιαίτερες κλιματολογικές συνθήκες στην περιοχή της κατασκευής, τότε λαμβάνονται υπ' όψιν οι συντελεστές που δίνονται στο **Παράρτημα Β του Μέρους 1-3**.


Για μονόκλινες στέγες

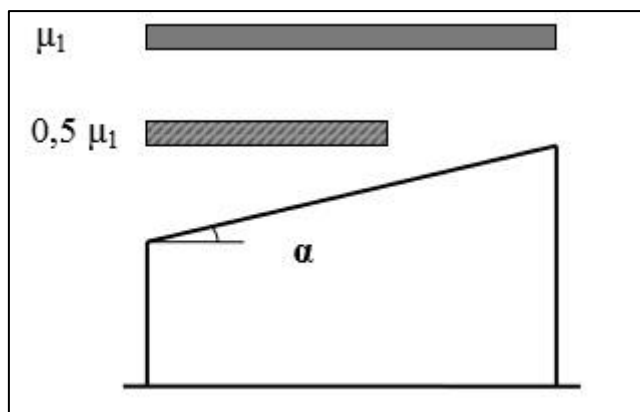
ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ ΤΗΣ ΣΤΕΓΗΣ $\alpha(^{\circ})$	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΧΗΜΑΤΟΣ ΦΟΡΤΙΟΥ ΧΙΟΝΙΟΥ μ_1
$0^{\circ} < \alpha < 30^{\circ}$	0.80
$30^{\circ} < \alpha < 60^{\circ}$	$0.80(60-\alpha)/30$
$\alpha \geq 60^{\circ}$	0.00

Πίνακας 11 : Συντελεστής Συντελεστής Σχήματος του φορτίου χιονιού για Μονόκλινες στέγες.



Οι περιπτώσεις φόρτισης που λαμβάνονται υπ' όψιν είναι οι εξής:

- Ομοιόμορφη κατανομή του φορτίου σε όλη την επιφάνεια της στέγης, μ_1 .
- Ανομοιόμορφη κατανομή του φορτίου με συσσώρευση του μισού στο δυσμενέστερο μισό της στέγης, $0.5\mu_1$.



Εικόνα 12 : Περιπτώσεις φόρτισης μονόκλινων στεγών
(πηγή: pdf Εφαρμογές Ευρωκώδικα 1)



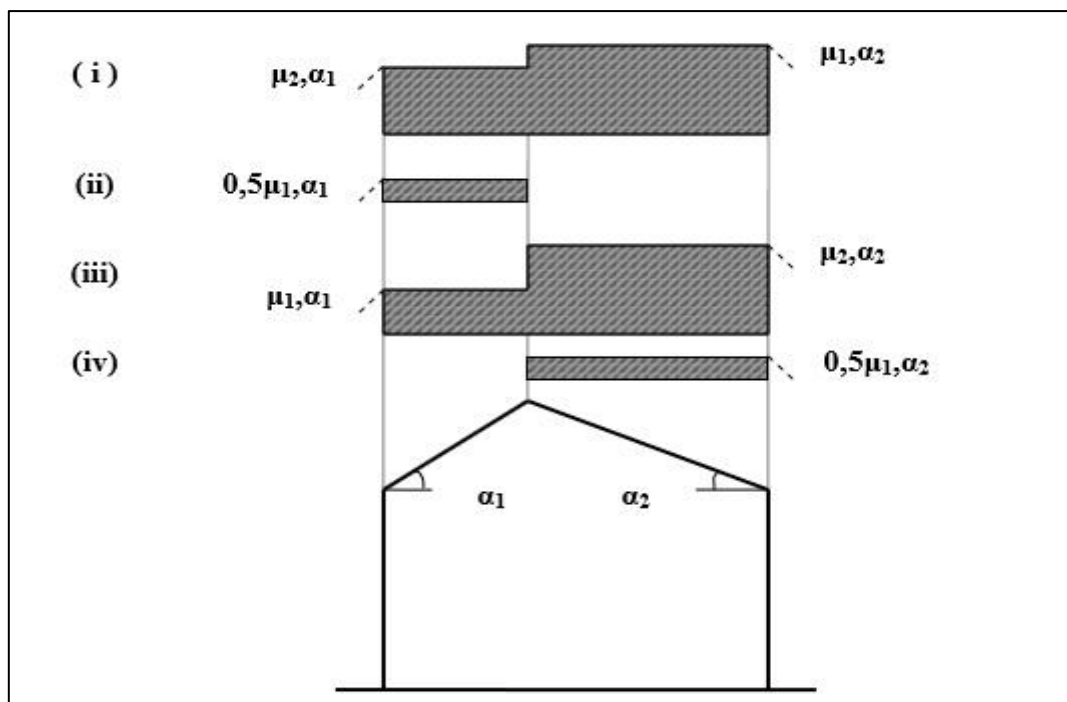
Για δίκλινες στέγες

ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ ΤΗΣ ΣΤΕΓΗΣ $\alpha(^{\circ})$	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΧΗΜΑΤΟΣ ΦΟΡΤΙΟΥ ΧΙΟΝΙΟΥ μ_1	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΧΗΜΑΤΟΣ ΦΟΡΤΙΟΥ ΧΙΟΝΙΟΥ μ_2
$0^{\circ} < \alpha < 15^{\circ}$	0.80	0.80
$15^{\circ} < \alpha < 30^{\circ}$	0.80	$0.80 + 0.60(\alpha - 15)/30$
$30^{\circ} < \alpha < 60^{\circ}$	$0.80(60 - \alpha)/30$	$1.1(60 - \alpha)/30$
$\alpha \geq 60^{\circ}$	0.00	0.00

Πίνακας 12 : Συντελεστής Συντελεστής Σχήματος του φορτίου χιονιού



Οι περιπτώσεις φόρτισης των δίκλινων στεγών, απεικονίζονται στην παρακάτω εικόνα:



Εικόνα 13 : Περιπτώσεις φόρτισης δίκλινων στεγών
(πηγή: pdf Εφαρμογές Ευρωκώδικα 1)

➡ **Σημείωση :**

Στο Παράρτημα D EN 1991-1-3 του Ευρωκώδικα 1, παρουσιάζονται οι τιμές που μπορεί να πάρει το ειδικό βάρος του χιονιού ανάλογα με την θέση της κατασκευής, το κλίμα και το υψόμετρο της περιοχής και την χρονική διάρκεια της συσσώρευσης του.



Όπως απεικονίζεται στο παρακάτω πίνακα:

ΕΙΔΟΣ ΧΙΟΝΙΟΥ	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΧΙΟΝΙΟΥ KN/m²
ΦΡΕΣΚΟ (λίγες ώρες μετά την χιονόπτωση)	1.00
ΣΥΜΠΙΕΣΜΕΝΟ (πολλές ώρες ή μέρες μετά την χιονόπτωση)	2.00
ΠΑΛΑΙΟ (εβδομάδες ή μήνες μετά την χιονόπτωση)	2.50 - 3.50
ΥΓΡΟ (μετά την βροχή)	4.00

Πίνακας 13 : Ειδικό Βάρος χιονιού στο έδαφος.



❖ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ ΑΝΕΜΟΥ

Σύμφωνα με το Παράρτημα του Μέρους 1-4 του Ευρωκώδικα 1 υπολογίζονται τα φορτία λόγω ανέμου που επιβάλλονται σε διάφορες κατασκευές, είτε σε ολόκληρη την επιφάνεια τους είτε σε επιμέρους τμήματα αυτών.

Οι δράσεις του ανέμου κατατάσσονται στις μεταβλητές, ως προς το χρόνο, δράσεις και θεωρείται ότι εφαρμόζονται άμεσα στις εξωτερικές επιφάνειες του κτιρίου και έμμεσα στις εσωτερικές λόγω του πορώδους των υλικών κατασκευής. Υπάρχει όμως και η περίπτωση να εφαρμόζονται άμεσα στις εσωτερικές επιφάνειες από κάποιο άνοιγμα, π.χ. παράθυρο.

Κατά τους υπολογισμούς, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και οι υπόλοιπες δράσεις (π.χ. χιόνι, πάγος, κυκλοφορία κλπ) ή αλλαγές (π.χ. ανοίγματα, πόρτες κλπ που δύναται να τροποποιήσουν την **εξωτερική ή εσωτερική πίεση**) που μπορούν να δράσουν στην κατασκευή και να τροποποιήσουν την επιφάνεια υπολογισμού των φορτίσεων.



Υπολογισμός

➤ Εξωτερική πίεση

Η πίεση του ανέμου στις εξωτερικές επιφάνειες των κατασκευών και η οποία δρα κάθετα σε αυτές, υπολογίζεται από την σχέση:

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe}$$

Όπου :

- w_e = η πίεση του ανέμου στην εξωτερική επιφάνεια.
- $q_p(z_e)$ = η πίεση ταχύτητας αιχμής.
- z_e = το ύψος αναφοράς για την εξωτερική πίεση.
- c_{pe} = ο συντελεστής εξωτερικής πίεσης.



➤ Εσωτερική πίεση

Η πίεση του ανέμου στις εσωτερικές επιφάνειες των κατασκευών και η οποία δρα κάθετα σε αυτές, υπολογίζεται από την σχέση:

$$w_i = q_p(z_i) \cdot c_{pe}$$

Όπου :

- w_i = η πίεση του ανέμου στην εσωτερική επιφάνεια.
- $q_p(z_i)$ = η πίεση ταχύτητας αιχμής.
- z_i = το ύψος αναφοράς για την εσωτερική πίεση.
- c_{pe} = ο συντελεστής εσωτερικής πίεσης.

Σημείωση :

- ✚ Η πίεση ταχύτητας αιχμής $q_p(z)$ σε ύψος z , που περιλαμβάνει διακυμάνσεις ταχύτητας του ανέμου μικρής διάρκειας, υπολογίζεται από την σχέση:

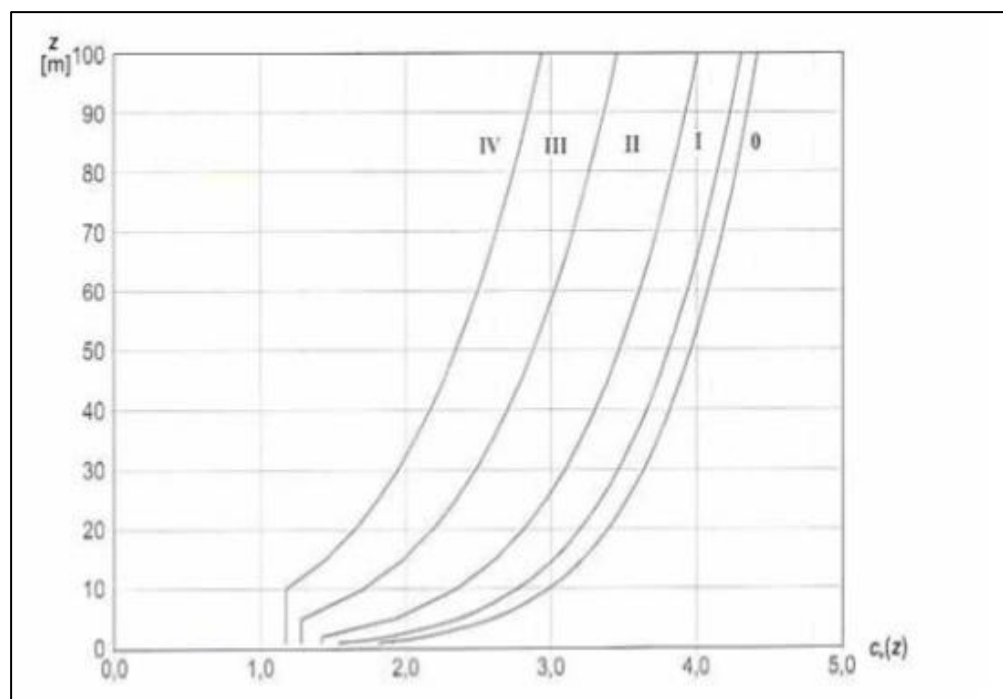
$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot \xi_v(z)]^{1/2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = c_e(z) \cdot q_b$$



Όπου:

- ρ = η πυκνότητα του αέρα. Εξαρτάται από την θερμοκρασία, το υψόμετρο και την βαρομετρική πίεση που αναμένονται σε κάποια περιοχή κατά την διάρκεια ανεμοθύελλας και ισούται με $1,25\text{kg/m}^3$.
- $\ell v(z)$ = η ένταση στροβιλισμού σε ύψος z .
- $c_e(z)$ = ο συντελεστής έκθεσης που ισούται με $[\eta\rho(z)/q_b]$.
- q_b = η βασική πίεση που ισούται με $[\frac{1}{2}*\rho*v_b^2]$.

Για επίπεδο έδαφος όπου $c_o(z)=1,00$ ο συντελεστής έκθεσης $c_e(z)$ δίνεται στο διάγραμμα που ακολουθεί, συναρτήσει του ύψους z πάνω από το έδαφος αλλά και της κατηγορίας εδάφους.



Εικόνα 14 : Διάγραμμα συντελεστή έκθεσης $c_e(z)$ για $c_o=1$ & $k_i=1$
(πηγή: [pdf Εφαρμογές Ευρωκώδικα 1](#))



- v_b = η βασική ταχύτητα του ανέμου και ορίζεται ως συνάρτηση της διεύθυνσης του ανέμου και της εποχής του έτους, σε κατηγορία εδάφους II και σε ύψος 10m, σύμφωνα με την σχέση:

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

όπου:

1. c_{dir} = ο συντελεστής διεύθυνσης που ισούται με 1.00.
2. c_{season} = ο συντελεστής εποχής που ισούται με 1.00.
3. $v_{b,0}$ = η θεμελιώδης τιμή της βασικής ταχύτητας του ανέμου, η οποία είναι η χαρακτηριστική μέση ταχύτητα του ανέμου 10 λεπτών, ανεξάρτητα από την διεύθυνση του και την εποχή του έτους, στα 10m πάνω από το έδαφος κατηγορίας II. Για την χώρα μας ορίζεται, σύμφωνα με το Εθνικό Προσάρτημα, σε 33m/s για τα νησιά και τα παράλια μέχρι 10km από την ακτή και σε 27m/s για την υπόλοιπη χώρα. Από τις μετρήσεις της ταχύτητας του ανέμου υπολογίζεται εκείνη η χαρακτηριστική τιμή η οποία έχει ετήσια πιθανότητα υπέρβασης 0.02.

- $v_m(z)$ = η μέση ταχύτητα του ανέμου σε ύψος z πάνω από το έδαφος, εξαρτάται από την τραχύτητα του εδάφους και την τοπογραφική διαμόρφωση και υπολογίζεται από την σχέση:

$$\mathbf{v_m(z)} = \mathbf{c_r(z)} * \mathbf{c_{\theta}(z)} * \mathbf{v_b}$$



όπου:

1. $cr(z)$ = ο συντελεστής τραχύτητας.

Ο συντελεστής τραχύτητας είναι μια παράμετρος που λαμβάνει υπόψη τη μεταβολή της μέσης ταχύτητας του ανέμου στην περιοχή που βρίσκεται μια κατασκευή και επηρεάζεται από την τραχύτητα του εδάφους. Για τον υπολογισμό χρησιμοποιείται η παρακάτω σχέση:

$$cr(z) = kr \cdot \ln(z/z_0) \text{ για } z_{min} < z < z_{max}=200m$$

$$cr(z) = cr(z_{min}) = kr \cdot \ln(z_{min}/z_0) \text{ για } z < z_{min}$$

όπου :

- $kr = 0.19 \times (z_0/z_{0,II}) \times 0.07$.
- z_0 = το μήκος τραχύτητας σε m.
- $z_{0,II} = 0.05m$ για κατηγορία εδάφους II.
- z_{min} = το ελάχιστο ύψος.
- z_{max} = το μέγιστο ύψος ίσο προς 2.00m.



Οι παράμετροι $z_0(m)$ και $z_{min}(m)$ δίνονται στον πίνακα που ακολουθεί συναρτήσει της τραχύτητας του εδάφους.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΔΑΦΟΥΣ		$z_0(m)$	$z_{min}(m)$
0	Θάλασσα ή παράκτια περιοχή εκτεθειμένη σε ανοικτή θάλασσα.	0.003	1.00
I	Λίμνες ή επίπεδες και οριζόντιες περιοχές με αμελητέα βλάστηση και χωρίς εμπόδια.	0.01	1.00
II	Περιοχή με χαμηλή βλάστηση όπως γρασίδι και μεμονωμένα εμπόδια (δέντρα, κτίρια) με απόσταση τουλάχιστον 20 φορές το ύψος των εμποδίων.	0.05	2.00
III	Περιοχή με κανονική κάλυψη βλάστησης ή με κτίρια ή με μεμονωμένα εμπόδια με μέγιστη απόσταση το πολύ 20 φορές το ύψος των εμποδίων (π.χ. χωριά, προάστια, μόνιμα δάση).	0.30	5.00
IV	Περιοχή όπου τουλάχιστον το 15% της επιφάνειας καλύπτεται με κτίρια και το μέσο ύψος τους ξεπερνά τα 15m.	1.00	10.00

Πίνακας 14 : Κατηγορίες εδάφους και αντίστοιχες

2. $c_0(z)$ = ο συντελεστής αναγλύφου.

Ο συντελεστής αναγλύφου είναι μια παράμετρος που λαμβάνει υπόψη την αύξηση της μέσης ταχύτητας του ανέμου που παρατηρείται σε κορυφές των λόφων ή σε κοιλάδες και χαράδρες και ορίζεται ως ο λόγος της μέσης ταχύτητας $v_m(z)$, στην πλαγιά ή την κορυφή του λόφου προς την ταχύτητα στην βάση του λόφου $v_{mf}(z)$ σε επίπεδο έδαφος.



Η μεγαλύτερη αύξηση των ταχυτήτων του ανέμου συμβαίνει κοντά στην κορυφή της πλαγιάς και εκφράζεται μέσω του συντελεστή αυτού, ο οποίος ισούται με:

$$c_o(z) = v_m / v_{mf}$$

Ο συντελεστής αναγλύφου προσδιορίζεται από τις ακόλουθες σχέσεις:

$$c_o = 1 \text{ για } \Phi < 0,05$$

$$c_o = 1 + 2*s*\Phi \text{ για } 0,05 < \Phi < 0,3$$

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

όπου :

- s = συντελεστής τοπογραφικής θέσης, που προκύπτει από τα σχήματα 4.4 & 4.5 συναρτήσει των x/Le , x/Lu , x/Ld και z/Le .
- Φ = η κλίση προς την προσήνεμη πλευρά ($\Phi = H / Lu$).
- Lu = το πραγματικό μήκος της προσήνεμης πλαγιάς.
- Le = το ενεργό μήκος προς την προσήνεμη πλαγιά .

Κλίση $\Phi = H / Lu$	
Ελαφρά $0,05 < \Phi < 0,3$	Απότομη $\Phi > 0,3$
$Le = Lu$	$Le = H/0,3$

Πίνακας 15 : Τιμές του ενεργού ύψους Le .

- H = το ενεργό ύψος της εδαφικής ανωμαλίας.
- x = η οριζόντια απόσταση της τοποθεσίας από την κορυφή του λόφου.
- z = η κατακόρυφη απόσταση της τοποθεσίας από την επιφάνεια του εδάφους.



- $\ell_v(z)$ = η ένταση στροβιλισμού σε ύψος z πάνω από το έδαφος, υπολογίζεται από τις σχέσεις:

$$\text{για } z_{\min} < z < z_{\max} \rightarrow \ell_v(z) = k_i / [c_o(z) \cdot \ln(z/z_0)]$$

$$\text{για } z < z_{\min} \rightarrow \ell_v(z) = \ell_v(z_{\min})$$

όπου:

1. k_i = ο συντελεστής στροβιλισμού που ισούται με 1.00.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΥ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΥΠΟΣΤΕΓΟΥ

3.1 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ

Ο σχεδιασμός μιας μεταλλικής κατασκευής ξεκινά από τον καθορισμό των στόχων, ο οποίος οδηγεί στον καθορισμό της μορφής μέχρι τον υπολογισμό των λεπτομερειών του κτιρίου.

Κατά τον σχεδιασμό η κατασκευή θα πρέπει να μελετάται και κατασκευάζεται, καθ' όλη την διάρκεια ζωής της, με βάση τα κατάλληλα πλαίσια αξιοπιστίας και οικονομίας:

- Να έχει επαρκή αντοχή, λειτουργικότητα και αξιοπιστία.
- Να παραμένει κατάλληλο για την χρήση που προορίζεται, παρ' όλες τις δράσεις και επιρροές που μπορεί να υποστεί κατά την διάρκεια ζωής του.
- Να είναι εύκολα οικονομικά συντηρούμενο και καθαριζόμενο.



Εικόνα 15 : Μεταλλικό Βιομηχανικό Υπόστεγο

(πηγή: <http://www.vitalbox.eu/halesnimki.html>)



3.2 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟ ΥΠΟΣΤΕΓΟ

Το μεταλλικό υπόστεγο πρόκειται να ανεγερθεί στο νησί της Κρήτης. Αποτελείται από πλαισιακούς φορείς ενός ανοίγματος εύρους 30m, με ολόσωμο ζύγωμα ενιαίας διατομής και στύλους ολόσωμης διατομής, ύψους 6.00 m, και από δίρριχτη συμμετρική στέγη κλίσης 15° με ενιαίο ύψος σε όλο το μήκος του έργου. Επιπλέον η επιφάνεια του είναι 3420m², διαστάσεων 114m x 30m.

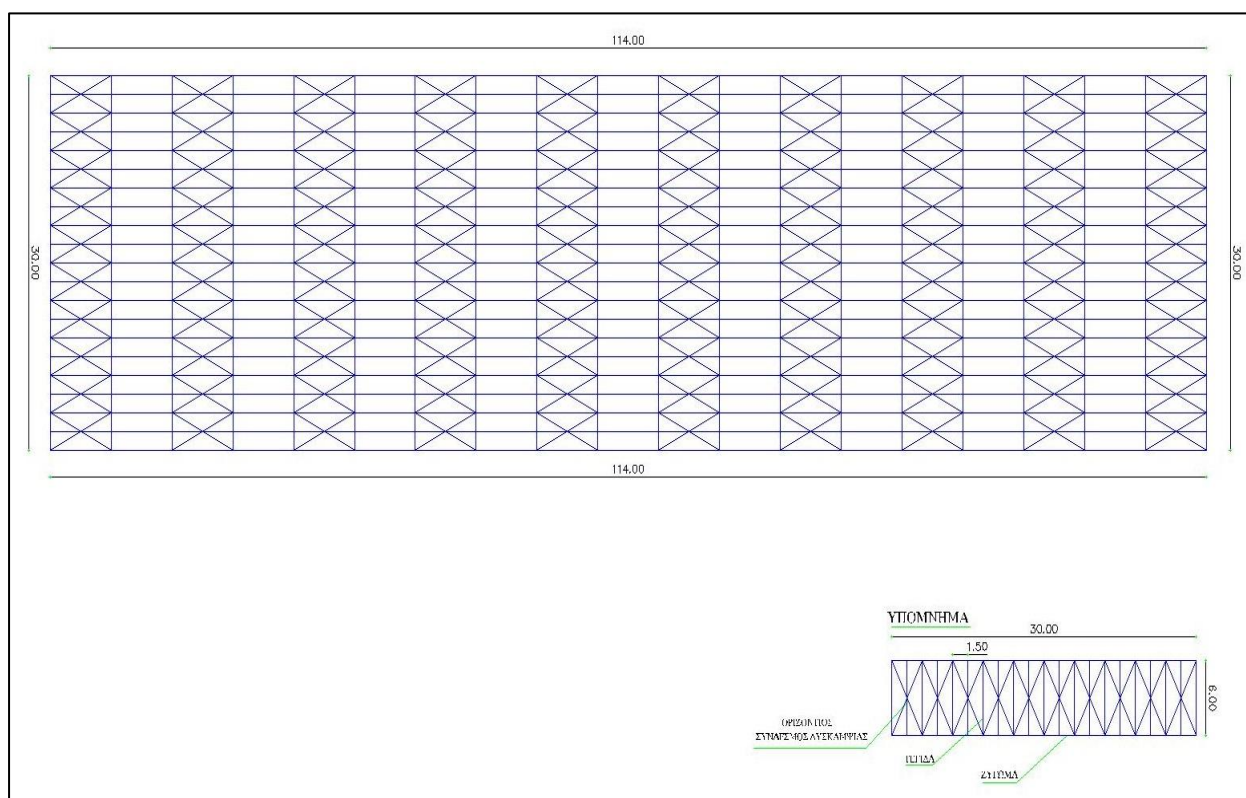
Οι βασικοί κύριοι φορείς του μεταλλικού υπόστεγου είναι 19 αμφίπακτα πλαίσια με αποστάσεις μεταξύ τους 6.00 m. Μεταξύ των πλαισίων τοποθετήθηκαν κατακόρυφοι συνδέσμοι δυσκαμψίας διαγώνιου διατομής **HEA140**, για να υπάρξει πλευρική εξασφάλιση από τις δυνάμεις που ασκούνται, όπως ανεμοπίεση, σεισμός. Επιπλέον κατακόρυφοι συνδέσμοι δυσκαμψίας τοποθετήθηκαν κατά μήκος των πλαισίων, που δικαιολογούνται λόγω του μεγάλου ύψους της κατασκευής.

Για τα υποστυλώματα επιλέχθηκε διατομή **HEA400** και τα δοκάρια των πλαισίων (ζυγώματα) διατομή **IPE450** υπό γωνία κλίσης 15° και ύψος κορφιά 4.00m. Για τους οριζόντιους συνδέσμους δυσκαμψίας (τεγίδες) επιλέχθηκε διατομή **IPE120**, με απόσταση μεταξύ τους 1.50m, οπότε ανά δοκό ζυγώματος είναι στο σύνολο 10 τεγίδες, ώστε να επιτυγχάνεται πλευρική κάλυψη από τις δράσεις, οι οποίες μεταφέρονται στους κύριους φορείς. Επιπλέον, για τις αμφιέρεστες δοκοί (μηκίδες) διαλέχθηκε διατομή **IPE140**, με μεταξύ τους απόσταση 1.20m, οπότε ανά στύλο είναι 5 μηκίδες. Ο ισχυρός άξονας των μηκίδων παραλαμβάνει τα φορτία του ανέμου και ο ασθενής άξονας τους το ίδιο βάρος των μηκίδων, τα οποία μεταβιβάζει στα υποστυλώματα των κύριων φορέων.



Για την μετωπική κάλυψη του βιομηχανικού υπόστεγου, τοποθετήθηκαν ανά αποστάσεις μετωπικά υποστυλώματα **HEA180**, κλίσης 90°, τα οποία εδράστηκαν σε θεμέλια, ενώ άνω στηρίχτηκαν στα ακραία πλαίσια, με κύρια φόρτιση την ανεμοπίεση. Τα φύλλα επικάλυψης για την κατασκευή του υπόστεγου είναι πάχους 40mm, επαρκούς αντοχής και αγκύρωσης επί των στοιχείων, όπως τεγίδων και μηκίδων, ώστε να μεταφέρουν σε αυτά τις πιέσεις και υποπίεσεις που εξασκούν ο άνεμος ή άλλα φορτία.

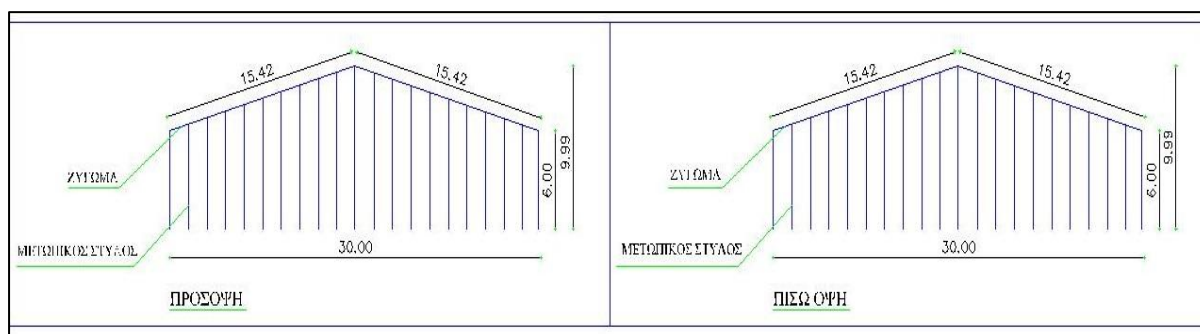
Τέλος, η ποιότητα χάλυβα για την κατασκευή του μεταλλικού βιομηχανικού υπόστεγου είναι **S275**.



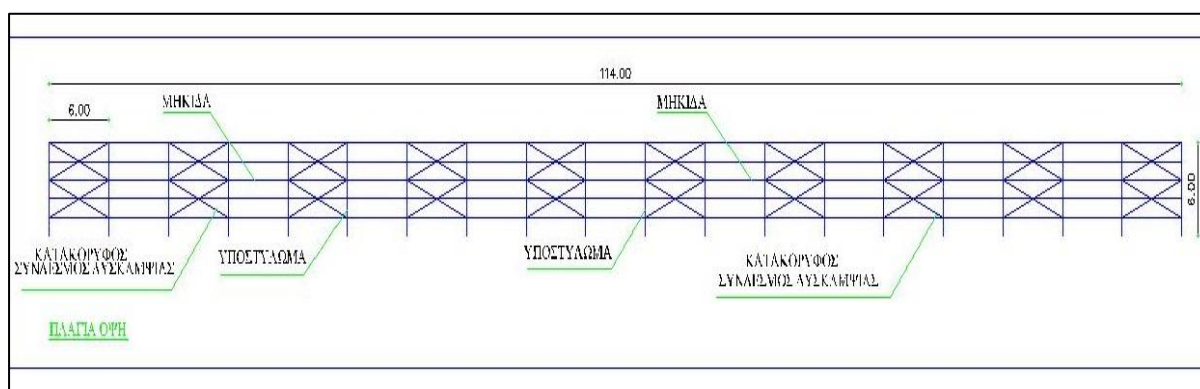
Εικόνα 16 : Κάτοψη βιομηχανικού υπόστεγου

(πηγή: αρχείο AutoCAD).





Εικόνα 17 : Όψεις (Πρόσοψη - Πίσω Όψη βιομηχανικού υπόστεγου
(πηγή: *αρχείο AutoCAD*).



Εικόνα 18 : Πλάγια Όψη βιομηχανικού υπόστεγου
(πηγή: *αρχείο AutoCAD*).



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΟΥ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΥ ΦΟΡΕΑ

4.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΦΟΡΤΙΩΝ

➤ Χιόνι

$$S = \mu_i \times C_e \times C_t \times S_k$$

όπου: S : φορτίο χιονιού στη στέγη.

μ_i : συντελεστής σχήματος του φορτίου.

C_e : συντελεστής έκθεσης.

C_t : θερμικός συντελεστής.

S_k : χαρακτηριστική τιμή του φορτίου.

Το φορτίο του χιονιού S θεωρείται ότι δρά κατακόρυφα στην επιφάνεια της στέγης και ορίζεται στην οριζόντια προβολή έκτασης.

Ισχύει:

- $C_e = 1.00$ για κανονικές συνθήκες.
- $C_t = 1.00$.
- $\mu_i = 0.80$ για κλίση 15° .



Για κλίση $\alpha = 15^\circ$

$$\mu_1\alpha_1 = 0.80, \mu_1\alpha_2 = 0.80, \mu_2\alpha_1 = 0.80, \mu_2\alpha_2 = 0.80$$

$$\text{όπου } \alpha_1 = \alpha_2 = 15^\circ$$

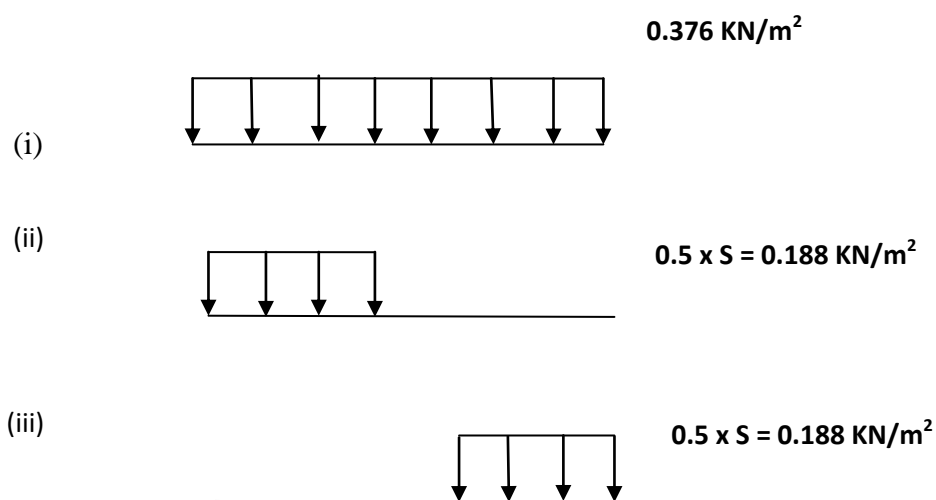
Ειδικό Βάρος Χιονιού = 1.00 KN/m^2 (για λίγες ώρες μετά την χιονόπτωση).

Σύμφωνα με το **EC1** για **Ζώνη I** και Υψόμετρο 500 m:

$$\text{Ισχύει: } S_k = 0.47 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{Άρα : } S = 0.80 \times 1.00 \times 1.00 \times 0.47 = \mathbf{0.376 \text{ KN/m}^2}$$

Διατάξεις Φόρτισης (λόγω συμμετρίας)



Σχήμα 1 : Διατάξεις Φόρτισης



➤ Άνεμος

Σύμφωνα με τον Γερμανικό Κανονισμό DIN1055

Ισχύει: $W = C \times q$

όπου

- Για ύψος (h) 0 - 8 m $\rightarrow q = 50 \text{ kp/m}^2$.
- Κλίση (α) : $\alpha = 15^\circ$.
- C : $C = 0.4$ (για στέγες).

Άρα: $W = 0.40 \times 50 \text{ kp/m}^2 = \mathbf{20 \text{ kp/m}^2} = 0.20 \text{ KN/m}^2$ (για $1 \text{ kp} = 0.0098 \text{ KN}$)

➤ Κύριοι Φορείς

Φορτία Πλαισίου

Μόνιμα

- Επικάλυψη

$g_{\text{επ}} = 0.12 \text{ KN/m}^2 \times 6\text{m} = \mathbf{0.72 \text{ KN/m}}$

- Τεγίδες

Διατομή **IPE 120** ανά 1.50 m οπότε ανά δοκό ζυγώματος ισχύει:

$15\text{m} / 1.50\text{m} = \mathbf{10 \text{ τεγίδες}}$



Μετατροπή φορτίου των τεγίδων σε ομοιόμορφο κατανεμημένο.

$$g_{\text{τεγ}} = (0.104\text{KN/m} \times 6\text{m} \times 10) / 15.52\text{m} = 6.24\text{KN/m}^2 / 15.44\text{m} = \mathbf{0.40\text{KN/m}}$$

Σημείωση: $x = \sqrt{(4)^2 + (15)^2} = \sqrt{6.25 + 225} = \sqrt{231.25} = 15.52 \text{ m}$ (όπου ύψος κορφιά 4.00 m).

- Μηκίδες

Διατομή **IPE 140** ανά 1.20 m οπότε ανά στύλο πλαισίου ισχύει:

$$6\text{m} / 1.20\text{m} = \mathbf{5 \text{μηκίδες}}$$

Μετατροπή φορτίου των μηκίδων σε ομοιόμορφο κατανεμημένο.

$$g_{\text{μηκ}} = (0.129\text{KN/m} \times 6\text{m} \times 5) / 6\text{m} = \mathbf{0.65\text{KN/m}}$$

- Ίδιο Βάρος Ζυγώματος

Διατομή ζυγώματος **IPE 450**

$$g_{\text{ζυγ}} = 77.6 \text{ kg/m} / 100 = \mathbf{0.78 \text{KN/m}}$$

- Ίδιο Βάρος Στύλων

Διατομή στύλων **HEA 400**

$$g_{\text{στυλ}} = 125\text{kg/m} / 100 = \mathbf{1.25\text{KN/m}}$$



Συγκεντρωτικά

Μόνιμα Ζυγώματος

$$G_{\zeta\gamma\gamma} = 0.72 + 0.40 + 0.78 = \mathbf{1.90KN/m}$$

Μόνιμα Στύλων

$$G_{\sigma\tau\upsilon\lambda} = 0.72 + 0.65 + 1.25 = \mathbf{2.62KN/m}$$



Κινητά

- Χίονι

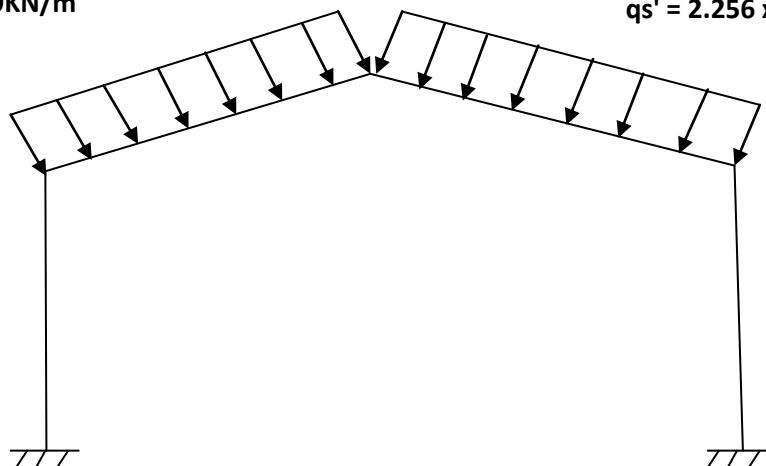
$$S = 0.376\text{KN/m}^2 = 0.38\text{KN/m}^2$$

Μετατροπή φορτίου χιονιού σε κατανεμημένο.

$$q_s = S \times 6.0\text{m} = 0.376\text{KN/m}^2 \times 6.0\text{m} = \mathbf{2.256\text{KN/m}}$$

$$q_{s'} = 2.256 \times \cos 15^\circ = 2.179\text{KN/m}$$

$$q_{s'} = 2.256 \times \cos 15^\circ = 2.179\text{KN/m}$$



Σχήμα 2 : Φορτίο Χιονιού σε Κατανεμημένο

- Άνεμος

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, σύμφωνα με τον Γερμανικό Κανονισμό DIN 1055

$$W = c \times q = 0.40 \times 50\text{kp/m}^2 = 20\text{kp/m}^2 = \mathbf{0.20\text{KN/m}^2}$$



4.2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΚΥΡΙΩΝ ΦΟΡΕΩΝ

4.2.1 ΤΕΓΙΔΕΣ

Ποιότητα Χάλυβα **S275**

Όριο Διαρροής: $f_y = 275 \text{ MPa} = 27.5 \text{ KN/cm}^2$

Εφελκυστική Αντοχή: $f_u = 430 \text{ MPa} = 43.0 \text{ KN/cm}^2$

α) Κύριοι φορείς πλαίσια ανά 6.0 m

β) Μεταξύ απόσταση τεγίδας ίση με 1.50 m

Φορτία

Μόνιμα (**g**): 0.40 KN/m

Χιόνι (**s**): 0.38 KN/m²

Άνεμος (**w**): 0.20 KN/m²

Το πλάτος ζώνης επιρροής της τεγίδας είναι 1.50 m

Η κατανομή των φορτίων ανά τεγίδα είναι:

$$g = 0.40 \text{ KN/m}$$

$$s = 0.38 \text{ KN/m}^2 \times 1.50 \text{ m} = 0.57 \text{ KN/m}$$

$$w = 0.20 \text{ KN/m}^2 \times (1.50 \text{ m} / \cos 15^\circ) = 0.20 \text{ KN/m} \times (1.50 \text{ m} / 0.966) = 0.31 \text{ KN/m}$$



➤ Συνδυασμοί Φορτίσεων σε Οριακή Κατάσταση Αστογίας

$$E_d = \sum \gamma G_{ij} G_{kj} + \gamma_{Q,1} Q_{k1} + \sum \gamma Q_i \times \psi_{0,i} \times Q_{k,i}$$

όπου

- $\gamma_{G,j} = 1.35$ (δυσμενής επιρροή).
- $\gamma_{G,kj} = 1.00$ (ευμενής επιρροή).
- $\gamma_{Q_i} = 1.50$ (δυσμενής επιρροή).
- $\gamma_{Q_i} = 0.00$ (ευμενή επιρροή).
- $\psi_{0i} = 0.50$ (χιόνι).
- $\psi_{0i} = 0.60$ (άνεμος).

Θα ληφθούν οι εξής συνδυασμοί φορτίσεων :

- Κύρια και κινητά φορτία με πρωτεύον το χιόνι

$$E_{d1} = 1.35 \times g + 1.50 \times s + 0.00 \times 0.60 \times w =$$

$$1.35 \times 0.40 + 1.50 \times 0.57 = 0.54 + 0.86 = \mathbf{1.40 \text{ KN/m}}$$

$$E_{d1z} = E_{d1} \times \cos\varphi = 1.40 \text{ KN/m} \times \cos 15^\circ = 1.40 \times 0.966 = 1.35 \text{ KN/m}$$

$$E_{d1y} = E_{d1} \times \sin\varphi = 1.40 \text{ KN/m} \times \sin 15^\circ = 1.40 \times 0.259 = 0.36 \text{ KN/m}$$

- Κύρια και κινητά φορτία με πρωτεύον τον άνεμο

$$E_{d2} = 1.00 \times g + 1.50 \times w + 0.00 \times 0.50 \times s =$$

$$1.00 \times 0.40 + 1.50 \times 0.30 = 0.40 + 0.45 = \mathbf{0.85 \text{ KN/m}}$$



$$Ed_{2z} = Ed_2 \times \cos\varphi = 0.85\text{KN/m} \times \cos 15^\circ = 0.85 \times 0.966 = 0.82\text{KN/m}$$

$$Ed_{2y} = Ed_2 \times \sin\varphi = 0.85\text{KN/m} \times \sin 15^\circ = 0.85 \times 0.259 = 0.22\text{KN/m}$$

Συμπέρασμα: Οπότε κρίσιμος είναι ο πρώτος συνδυασμός.

➤ **Υπολογισμός Ροπών Κάμψεων - Τεμνουσών Δυνάμεων Τεγίδας**

Το μήκος της τεγίδας είναι $L = 6.00\text{m}$ και το φορτίο $q = Ed_1 = 1.40 \text{ KN/m}$

Ροπή

$$M_{pl_{Rdz}} = (qz \times L^2) / 8 = (1.35 \times (6.00)^2) / 8 = 48.6 / 8 = 6.075\text{KNm} = 607.5 \text{ KNcm}$$

$$M_{pl_{Rdy}} = (qy \times L^2) / 8 = (0.36 \times (6.00)^2) / 8 = 12.96 / 8 = 1.62 \text{ KNm} = 162 \text{ KNcm}$$

Τέμνουσα

$$V_{pl_{Rdz}} = qz \times (L/2) = 1.35 \times (6.00/2) = 8.10 / 2 = 4.05 \text{ KN}$$

$$V_{pl_{Rdy}} = qy \times (L/2) = 0.36 \times (6.00/2) = 2.16 / 2 = 1.08 \text{ KN}$$



➤ **Επιλογή Διατομής**

$$\begin{aligned} M_{ed_y} \leq M_{pl_{Rd_y}} &\rightarrow M_{ed_y} \leq (W_{pl} \times f_y) / \gamma_{M_0} \rightarrow W_{pl_{Rd}} \geq (M_{pl_{Rd}} \times \gamma_{M_0}) / f_y \rightarrow \\ &\rightarrow W_{pl_{Rd}} \geq (607.5 \text{KNcm} \times 1.00) / 27.5 \text{KN/cm}^2 \rightarrow W_{pl_{Rd}} \geq 22.09 \text{cm}^3 = 220.9 \text{mm}^3 \end{aligned}$$

Επιλέγω διατομή **IPE 120** με χαρακτηριστικά

$h = 120 \text{mm}$	$tw = 4.4 \text{mm}$	$I_y = 318 \text{cm}^4$	$W_y = 53.0 \text{cm}^3$
$b = 64 \text{mm}$	$tf = 6.3 \text{mm}$	$I_z = 27.7 \text{cm}^4$	$i_y = 4.90 \text{cm}$
$d = 93 \text{mm}$	$r = 7.0 \text{mm}$	$W_{ply} = 60.73 \text{cm}^3$	$W_{ely} = 52.96 \text{cm}^3$
$A = 13.2 \text{cm}^2$	$I_w = 0.89 \times 10^9 \text{mm}^6$	$W_{plz} = 13.58 \text{cm}^3$	$W_{elz} = 8.65 \text{cm}^3$

➤ **Έλεγχοι**

Έλεγχος Κορμού

$$c / t = d / tw = 93 \text{mm} / 4.4 \text{mm} = 21.14 < 72 \times \varepsilon = 72 \times 0.92 = 66.24 \quad \textbf{Ισχύει}$$

όπου $\varepsilon = 0,92$ για χάλυβα S275

Συμπέρασμα: Οπότε ο κορμός ανήκει στην κατηγορία 1 (σύμφωνα με τον πίνακα 12 του Ε.С.3).



Έλεγχος Πέλματος

$$c / t = ((b - t_w) / 2) - r / t_f = (((64\text{mm} - 4.4\text{mm}) / 2) - 7\text{mm}) / 6.3\text{mm} =$$
$$= (59.6 / 2) - 7\text{mm} / 6.3\text{mm} = 22.8 / 6.3 = 3.62 < 9 \times \varepsilon = 9 \times 0.92 = 8.28 \quad \textbf{Ισχύει}$$

όπου $\varepsilon = 0,92$ για χάλυβα S275

Συμπέρασμα: Οπότε το πέλμα ανήκει στην κατηγορία 1 (σύμφωνα με τον πίνακα 12 του Ε.С.3).

ΑΡΑ: Η διατομή ανήκει στην κατηγορία 1.

Πλαστικός Έλεγχος σε Τέμνουσα (κατά τον άξονα z)

$$V_{edz} \leq V_{plRdz} \rightarrow V_{plRdz} = (A_{yz} \times f_y) / \sqrt{3} \times \gamma_{M0} \quad (1)$$

όπου

$$A_{yz} = A - 2 \times b \times t_f + (t_w + 2 \times r) \times t_f =$$
$$= 13.2\text{cm}^2 - 2 \times 6.4\text{cm} \times 0.63\text{cm} + (0.44 + 2 \times 0.7) \times 0.63 =$$
$$= 13.2\text{cm}^2 - 8.06\text{cm}^2 + 1.16\text{cm}^2 = 6.3\text{cm}^2$$

$$(1)$$
$$\implies V_{plRdz} = 6.3\text{cm}^2 \times 27.5\text{KN/cm}^2 / \sqrt{3} \times 1.00 =$$
$$= 173.25\text{KN} / 1.73 = 100.15\text{KN} > 4.05\text{KN} = V_{edz}$$



Πλαστικός Έλεγχος σε Τέμνουσα (κατά τον άξονα y)

$$V_{edy} \leq V_{plRdy} \rightarrow V_{plRdy} = (A_{yy} \times f_y) / \sqrt{3} \times \gamma_{Mo} \quad (2)$$

όπου

$$A_{yy} = 2 \times b \times t_f = 2 \times 6.4\text{cm} \times 0.63\text{cm} = 8.06\text{cm}^2$$

$$\begin{aligned} \stackrel{(2)}{\implies} V_{plRdy} &= 8.06\text{cm}^2 \times 27.5\text{KN/cm}^2 / \sqrt{3} \times 1.00 = \\ &= 221.65\text{KN} / 1.73 = 128.12\text{KN} > 1.08\text{KN} = V_{edy} \end{aligned}$$

Συμπέρασμα: Ο έλεγχος Διάτμησης της τεγίδας ικανοποιείται και στους δύο άξονες.



Πλαστικός Έλεγχος σε Διαξονική Κάμψη

$$(M_{edy} / M_{pl_{Rdy}})^{\alpha} + (M_{edz} / M_{pl_{Rdz}})^{\beta} \leq 1 \quad (3)$$

όπου

$$M_{pl_{Rdy}} = W_{ply} \times f_y / \gamma_{Mo} = 60.73 \text{cm}^3 \times 27.5 \text{KN/cm}^2 / 1.00 = 1670.08 \text{KNcm}$$

$$M_{pl_{Rdz}} = W_{plz} \times f_y / \gamma_{Mo} = 13.58 \text{cm}^3 \times 27.5 \text{KN/cm}^2 / 1.00 = 373.45 \text{KNcm}$$

Για διατομές διπλού "Γ" ισχύει : $\alpha = 2$, $\beta = 5 \times n$ και $\beta \geq 1$

όπου $n = N_{ed} / N_{pl_{Rd}}$ στην περίπτωση της τεγίδας $N_{ed} = 0$, όποτε $\beta = 1$

$$\begin{aligned} (3) \\ \implies & (607.5 \text{KNcm} / 1670.08 \text{KNcm})^2 + (162 \text{KNcm} / 373.45 \text{KNcm})^1 \\ & = (0.36)^2 + (0.43) = 0.13 + 0.43 = 0.56 < 1 \end{aligned}$$

Συμπέρασμα: Ο πλαστικός Έλεγχος της τεγίδας σε Διαξονική Κάμψη ικανοποιείται.



4.2.2 ΜΗΚΙΔΕΣ

Ποιότητα Χάλυβα S275

Όριο Διαρροής: $f_y = 275 \text{ MPa} = 27.5 \text{ KN/cm}^2$

Εφελκυστική Αντοχή: $f_u = 430 \text{ MPa} = 43.0 \text{ KN/cm}^2$

α) Κύριοι φορείς πλαίσια ανά 6.0 m.

β) Μεταξύ απόσταση μηκίδας ίση με 1.20 m.

Φορτία

Μόνιμα (**g**): 0.65 KN/m

Άνεμος (**w**): 0.20 KN/m²

Το πλάτος ζώνης επιρροής της μηκίδας είναι 1.20 m

Η κατανομή των φορτίων ανά μηκίδα είναι:

$$g = 0.65 \text{ KN/m}$$

$$w = 0.20 \text{ KN/m}^2 \times 1.20 \text{ m} = 0,24 \text{ KN/m}$$



➤ **Συνδυασμοί Φορτίσεων σε Οριακή Κατάσταση Αστογίας**

$$E_d = \Sigma \gamma G_{ij} G_{kj} + \gamma_{Q,1} Q_{k1} + \Sigma \gamma_{Qi} \times \psi_{0,i} \times Q_{k,i}$$

όπου

- $\gamma_{G,j} = 1.35$ (δυσμενής επιρροή).
- $\gamma_{G,kj} = 1.00$ (ευμενής επιρροή).
- $\gamma_{Qi} = 1.50$ (δυσμενής επιρροή).
- $\gamma_{Qi} = 0.00$ (ευμενή επιρροή).
- $\psi_{0i} = 0.50$ (χιόνι).
- $\psi_{0i} = 0.60$ (άνεμος).

Θα ληφθούν οι εξής συνδυασμοί φορτίσεων κατά άξονα:

$$E_{dy} = 1.35 \times g = 1.35 \times 0.65 = 0.88 \text{KN/m}$$

$$E_{dz} = 1.50 \times w = 1.50 \times 0.24 = 0.36 \text{KN/m}$$

➤ **Υπολογισμός Ροπών Κάμψεων - Τεμνουσών Δυνάμεων Μηκίδας**

Το μήκος της μηκίδας είναι $L = 6.00\text{m}$

Ροπή

$$M_{pl_{Rdz}} = (q_z \times L^2) / 8 = (0.36 \times (6.00)^2) / 8 = 12.96 / 8 = 1.62 \text{KNm} = 162 \text{KNcm}$$

$$M_{pl_{Rdy}} = (q_y \times L^2) / 8 = (0.88 \times (6.00)^2) / 8 = 31.68 / 8 = 3.96 \text{KNm} = 396 \text{KNcm}$$



Τέμνουσα

$$V_{plRdz} = qz \times (L/2) = 0.36 \times (6.00/2) = 2.16 / 2 = 1.08 \text{ KN}$$

$$V_{plRdy} = qy \times (L/2) = 0.88 \times (6.00/2) = 5.28 / 2 = 2.64 \text{ KN}$$

➤ Επιλογή Διατομής

$$M_{edy} \leq M_{plRdy} \rightarrow M_{edy} \leq (W_{pl} \times f_y) / \gamma_{Mo} \rightarrow W_{plRd} \geq (M_{plRd} \times \gamma_{Mo}) / f_y \rightarrow$$

$$\rightarrow W_{plRd} \geq (162 \text{ KNcm} \times 1.00) / 27.5 \text{ KN/cm}^2 \rightarrow W_{plRd} \geq 5.89 \text{ cm}^3 = 58.9 \text{ mm}^3$$

Επιλέγω διατομή **IPE 140** με χαρακτηριστικά

$$h = 140 \text{ mm} \quad tw = 4.7 \text{ mm} \quad I_z = 44.9 \text{ cm}^4 \quad W_{ely} = 77.32 \text{ cm}^3$$

$$b = 73 \text{ mm} \quad tf = 6.9 \text{ mm} \quad i_y = 5.74 \text{ cm} \quad W_{elz} = 12.31 \text{ cm}^3$$

$$d = 112 \text{ mm} \quad r = 7.0 \text{ mm} \quad W_{ply} = 88.34 \text{ cm}^3$$

$$A = 16.4 \text{ cm}^2 \quad I_y = 541 \text{ cm}^4 \quad W_{plz} = 19.25 \text{ cm}^3$$



➤ Έλεγχοι

Έλεγχος Κορμού

$$c / t = d / t_w = 112\text{mm} / 4.7\text{mm} = 23.82 < 72 \times \varepsilon = 72 \times 0.92 = 66.24 \quad \text{Ισχύει}$$

$$\text{όπου } \varepsilon = 0,92 \text{ για χάλυβα S275}$$

Συμπέρασμα: Οπότε ο κορμός ανήκει στην κατηγορία 1 (σύμφωνα με τον πίνακα 12 του Ε.С.3).

Έλεγχος Πέλματος

$$c / t = ((b - t_w) / 2) - r / t_f = (((73\text{mm} - 4.7\text{mm}) / 2) - 7\text{mm}) / 6.9\text{mm} = \\ = (68.3 / 2) - 7\text{mm} / 6.9\text{mm} = 27.15 / 6.9 = 3.94 < 9 \times \varepsilon = 9 \times 0.92 = 8.28 \quad \text{Ισχύει}$$

$$\text{όπου } \varepsilon = 0,92 \text{ για χάλυβα S275}$$

Συμπέρασμα: Οπότε το πέλμα ανήκει στην κατηγορία 1 (σύμφωνα με τον πίνακα 12 του Ε.С.3).

ΑΡΑ: Η διατομή ανήκει στην κατηγορία 1.



Πλαστικός Έλεγχος σε Τέμνουσα (κατά τον άξονα z)

$$V_{edz} \leq V_{plRdz} \rightarrow V_{plRdz} = (A_{yz} \times f_y) / \sqrt{3} \times \gamma M_0 \quad (4)$$

όπου

$$A_{yz} = A - 2 \times b \times t_f + (t_w + 2 \times r) \times t_f =$$

$$= 16.4\text{cm}^2 - 2 \times 7.3\text{cm} \times 0.69\text{cm} + (0.47 + 2 \times 0.7) \times 0.69 =$$

$$= 16.4\text{cm}^2 - 10.07\text{cm}^2 + 1.29\text{cm}^2 = 7.62\text{cm}^2$$

(4)

$$\begin{aligned} \Rightarrow V_{plRdz} &= 7.62\text{cm}^2 \times 27.5\text{KN/cm}^2 / \sqrt{3} \times 1.00 = \\ &= 209.55\text{KN} / 1.73 = 121.13\text{KN} > 1.08\text{KN} = V_{edz} \end{aligned}$$

Πλαστικός Έλεγχος σε Τέμνουσα (κατά τον άξονα y)

$$V_{edy} \leq V_{plRdy} \rightarrow V_{plRdy} = (A_{yy} \times f_y) / \sqrt{3} \times \gamma M_0 \quad (5)$$

όπου

$$A_{yy} = 2 \times b \times t_f = 2 \times 7.3\text{cm} \times 0.69\text{cm} = 10.07\text{cm}^2$$

(5)

$$\begin{aligned} \Rightarrow V_{plRdy} &= 10.07\text{cm}^2 \times 27.5\text{KN/cm}^2 / \sqrt{3} \times 1.00 = \\ &= 276.93\text{KN} / 1.73 = 160.08\text{KN} > 2.64\text{KN} = V_{edy} \end{aligned}$$

Συμπέρασμα: Ο έλεγχος Διάτμησης της μηκίδας ικανοποιείται και στους δύο άξονες.



Πλαστικός Έλεγχος σε Διαξονική Κάμψη

$$(M_{edy} / M_{pl_{Rdy}})^{\alpha} + (M_{edz} / M_{pl_{Rdz}})^{\beta} \leq 1 \quad (6)$$

όπου

$$M_{pl_{Rdy}} = W_{ply} \times f_y / \gamma_{Mo} = 88.34 \text{cm}^3 \times 27.5 \text{KN/cm}^2 / 1.00 = 2429.35 \text{KNcm}$$

$$M_{pl_{Rdz}} = W_{plz} \times f_y / \gamma_{Mo} = 19.25 \text{cm}^3 \times 27.5 \text{KN/cm}^2 / 1.00 = 529.38 \text{KNcm}$$

Για διατομές διπλού "Γ" ισχύει: $\alpha = 2$, $\beta = 5 \times n$ και $\beta \geq 1$

όπου $n = N_{ed} / N_{pl_{Rd}}$ στην περίπτωση της μηκίδας $N_{ed} = 0$, όποτε $\beta = 1$

$$\begin{aligned} (6) \\ \implies & (162 \text{KNcm} / 2429.35 \text{KNcm})^2 + (396 \text{KNcm} / 529.38 \text{KNcm})^1 \\ & = (0.07)^2 + (0.75) = 0.005 + 0.75 = 0.76 < 1 \end{aligned}$$

Συμπέρασμα: Ο πλαστικός Έλεγχος της μηκίδας σε Διαξονική Κάμψη ικανοποιείται.



4.2.3 ΔΟΚΟΙ ΖΥΓΩΜΑΤΩΝ

Ποιότητα Χάλυβα S275

Όριο Διαρροής: $f_y = 275 \text{ MPa} = 27.5 \text{ KN/cm}^2$

Εφελκυστική Αντοχή: $f_u = 430 \text{ MPa} = 43.0 \text{ KN/cm}^2$

α) Κύριοι φορείς πλαίσια ανά 6.0 m

β) Ύψος κορφιά: 4.00 m

Φορτία

Μόνιμα (g): 1.90 KN/m

Χιόνι (s): 0.38 KN/m²

Άνεμος (w): 0.20 KN/m²

Το πλάτος ζώνης επιρροής του ζυγώματος είναι 6.00 m

Η κατανομή των φορτίων ανά ζύγωμα είναι:

$$g = 1.90 \text{ KN/m}$$

$$s = 0.38 \text{ KN/m}^2 \times 6.0 \text{ m} = 2.28 \text{ KN/m}$$

$$w = 0.20 \text{ KN/m}^2 \times (6.0 \text{ m} / \cos 15^\circ) = 0.20 \text{ KN/m}^2 \times (6.0 \text{ m} / 0.966) = 1.24 \text{ KN/m}$$



➤ Συνδυασμοί Φορτίσεων σε Οριακή Κατάσταση Αστογίας

$$E_d = \Sigma \gamma G_{ij} G_{kj} + \gamma Q_{1k} Q_{k1} + \Sigma \gamma Q_i \times \psi_{o,i} \times Q_{k,i}$$

όπου

- $\gamma_{G,j} = 1.35$ (δυσμενής επιρροή).
- $\gamma_{G,kj} = 1.00$ (ευμενής επιρροή).
- $\gamma_{Q_i} = 1.50$ (δυσμενής επιρροή).
- $\gamma_{Q_i} = 0.00$ (ευμενή επιρροή).
- $\psi_{oi} = 0.50$ (χιόνι).
- $\psi_{oi} = 0.60$ (άνεμος).

Σημείωση : Τα κατακόρυφα φορτία των μόνιμων φορτίων και του φορτίου χιονιού θα πρέπει να αναλυθούν σε δύο συνιστώσες q_y και q_z . Το φορτίο υποπίεσης του ανέμου το οποίο ασκείται παράλληλα με τον τοπικό άξονα z δεν χρειάζεται να αναλυθεί.

Οι δύο συνδυασμοί που μορφώνονται για τα δύο κινητά φορτία είναι:

$$E_{d1} = \gamma G_g + \gamma Q_{1s} + \gamma Q_{1,2} \times \psi_{o2} \times w \quad (\text{κύριο κινητό το χιόνι})$$

$$E_{d2} = \gamma G_g + \gamma Q_1 w + \gamma Q_2 \times \psi_{o,2} \times s \quad (\text{κύριο κινητό ο άνεμος})$$



(A) Δυσμενής συνδυασμός με φορτίο προς τα πάνω (δυσμενής επιρροή για τα φορτία προς τα κάτω, ευμενής επιρροή για τα φορτία προς τα πάνω).

$$Ed_1 = \gamma Gg + \gamma Q_{1s} + \gamma Q_{1,2} \times \psi_{o2} \times w = 1.35g + 1.50s + 0.00 \times 0.60 \times w$$

$$Ed_{1z} = ((1.35 \times 1.90) + (1.50 \times 2.28)) \times \cos 15^\circ = \\ = (2.56 + 3.42) \times 0.966 = 5.98 \times 0.966 = 5.78 \text{ KN/m}$$

$$Ed_{1y} = ((1.35 \times 1.90) + (1.50 \times 2.28)) \sin 15^\circ = \\ = 5.98 \times 0.259 = 1.55 \text{ KN/m}$$

(B) Δυσμενής συνδυασμός με φορτία προς τα πάνω (δυσμενής επιρροή για φορτία προς τα πάνω, ευμενής επιρροή για τα φορτία προς τα κάτω).

$$Ed_2 = \gamma Gg + \gamma Q_1 w + \gamma Q_2 \times \psi_{o,2} \times s = 1.00g + 1.50w + 0.00 \times 0.50 \times s$$

$$Ed_{2z} = (1.00 \times 1.90) \times \cos 15^\circ - 1.50 \times 1.24 = \\ = (1.90 \times 0.966) - 1.86 = 1.84 - 1.86 = -0.02 \text{ KN/m}$$

$$Ed_{2y} = 1.00 \times 1.90 \times \sin 15^\circ = \\ = 1.90 \times 0.259 = 0.49 \text{ KN/m}$$

Συμπέρασμα: Κρίσιμος είναι ο πρώτος συνδυασμός.



➤ **Υπολογισμός Ροπών Κάμψεων - Τεμνουσών Δυνάμεων Ζυγώματος**

Το μήκος του ζυγώματος είναι ίσο με $L/2 = 30/2 = 15.00\text{m}$

Φορτίο $q = Ed_{1z} = 5.78 \text{ k=KN/m}$, $Ed_{1y} = 1.55 \text{ KN/m}$

Ροπή

$$\begin{aligned} M_{pl_{Rdz}} &= (qz \times L^2) / 8 = (5.78 \times (15.00)^2) / 8 = (5.78 \times 225) / 8 = \\ &= 1300.50 / 8 = 162.56\text{KNm} = 16256\text{KNcm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{pl_{Rdy}} &= (qy \times L^2) / 8 = (1.55 \times (15.00)^2) / 8 = (1.55 \times 225) / 8 = \\ &= 348.75 / 8 = 43.59\text{KNm} = 4359\text{KNcm} \end{aligned}$$

Τέμνουσα

$$V_{pl_{Rdz}} = qz \times (L/2) = 5.78 \times (15.00/2) = 43.35 \text{ KN}$$

$$V_{pl_{Rdy}} = qy \times (L/2) = 1.55 \times (15.00/2) = 11.63 \text{ KN}$$



➤ Επιλογή Διατομής

Διατομή ζυγώματος κατηγορίας 1 ή 2, πλαστικοποιείται πλήρως.

$$M_{edy} \leq M_{plRdy} \rightarrow M_{edy} \leq (W_{plRd} \times f_y) / \gamma_{Mo} \rightarrow W_{plRd} \geq (M_{plRd} \times \gamma_{Mo}) / f_y \rightarrow$$

$$\rightarrow W_{plRd} \geq (16256 \text{KNcm} \times 1.00) / 27.5 \text{ KN/cm}^2 \rightarrow W_{plRd} \geq 591.13 \text{ cm}^3 =$$

$$= 5911.3 \text{ mm}^3$$

Επιλέγω διατομή **IPE 450** (**$W_{pl} = 1702 \text{ cm}^2$**) με χαρακτηριστικά

$$h = 450 \text{ mm} \quad t_w = 9.4 \text{ mm} \quad I_z = 1676 \text{ cm}^4 \quad W_{ely} = 1500 \text{ cm}^3$$

$$b = 190 \text{ mm} \quad t_f = 14.6 \text{ mm} \quad i_y = 18.48 \text{ cm} \quad W_{elz} = 176.4 \text{ cm}^3$$

$$d = 378.8 \text{ mm} \quad r = 21.0 \text{ mm} \quad W_{ply} = 1702 \text{ cm}^3$$

$$A = 98.8 \text{ cm}^2 \quad I_y = 33740 \text{ cm}^4 \quad W_{plz} = 276.6 \text{ cm}^3$$



➤ Έλεγχοι

Έλεγχος Κορμού

$$c / t = d / t_w = 378.8\text{mm} / 9.4\text{mm} = 40.30 < 72 \times \varepsilon = 72 \times 0.92 = 66.24 \quad \text{Ισχύει}$$

$$\text{όπου } \varepsilon = 0,92 \text{ για χάλυβα S275}$$

Συμπέρασμα: Οπότε ο κορμός ανήκει στην κατηγορία 1 (σύμφωνα με τον πίνακα 12 του Ε.С.3).

Έλεγχος Πέλματος

$$c / t = ((b - t_w) / 2) - r / t_f = (((190\text{mm} - 9.4\text{mm}) / 2) - 21\text{mm}) / 14.6\text{mm} = \\ = (180.6 / 2) - 21\text{mm} / 14.6\text{mm} = 69.3 / 14.6 = 4.75 < 9 \times \varepsilon = 9 \times 0.92 = 8.28 \quad \text{Ισχύει}$$

$$\text{όπου } \varepsilon = 0,92 \text{ για χάλυβα S275}$$

Συμπέρασμα: Οπότε το πέλμα ανήκει στην κατηγορία 1 (σύμφωνα με τον πίνακα 12 του Ε.С.3).

ΑΡΑ: Η διατομή ανήκει στην κατηγορία 1.



Πλαστικός Έλεγχος σε Τέμνουσα (κατά τον άξονα z)

$$V_{edz} \leq V_{plRdz} \rightarrow V_{plRdz} = (A_{yz} \times f_y) / \sqrt{3} \times \gamma M_0 \quad (7)$$

όπου

$$\begin{aligned} A_{yz} &= A - 2 \times b \times t_f + (t_w + 2 \times r) \times t_f = \\ &= 98.8\text{cm}^2 - 2 \times 19\text{cm} \times 1.46\text{cm} + (0.94 + 2 \times 2.1) \times 1.46 = \\ &= 98.8\text{cm}^2 - 55.48\text{cm}^2 + 7.5\text{cm}^2 = 50.82\text{cm}^2 \end{aligned}$$

(7)

$$\begin{aligned} \Rightarrow V_{plRdz} &= 50.82\text{cm}^2 \times 27.5\text{KN/cm}^2 / \sqrt{3} \times 1.00 = \\ &= 1397.55\text{KN} / 1.73 = 807.83\text{KN} > 43.35\text{KN} = V_{edz} \end{aligned}$$

Πλαστικός Έλεγχος σε Τέμνουσα (κατά τον άξονα y)

$$V_{edy} \leq V_{plRdy} \rightarrow V_{plRdy} = (A_{yy} \times f_y) / \sqrt{3} \times \gamma M_0 \quad (8)$$

όπου

$$A_{yy} = 2 \times b \times t_f = 2 \times 19\text{cm} \times 1.46\text{cm} = 55.48\text{cm}^2$$

(8)

$$\begin{aligned} \Rightarrow V_{plRdy} &= 55.4\text{cm}^2 \times 27.5\text{KN/cm}^2 / \sqrt{3} \times 1.00 = \\ &= 1525.7\text{KN} / 1.73 = 881.91\text{KN} > 11.63\text{KN} = V_{edy} \end{aligned}$$

Συμπέρασμα: Ο έλεγχος Διάτμησης του ζυγώματος ικανοποιείται και στους δύο άξονες.



Πλαστικός Έλεγχος σε Διαξονική Κάμψη

$$(M_{edy} / M_{pl_{Rdy}})^{\alpha} + (M_{edz} / M_{pl_{Rdz}})^{\beta} \leq 1 \quad (9)$$

όπου

$$M_{pl_{Rdy}} = W_{ply} \times f_y / \gamma_{Mo} = 1702\text{cm}^3 \times 27.5\text{KN/cm}^2 / 1.00 = 46805\text{KNcm}$$

$$M_{pl_{Rdz}} = W_{plz} \times f_y / \gamma_{Mo} = 276.6\text{cm}^3 \times 27.5\text{KN/cm}^2 / 1.00 = 7606.5\text{KNcm}$$

Για διατομές διπλού "Γ" ισχύει : $\alpha = 2$, $\beta = 5 \times n$ και $\beta \geq 1$

όπου $n = N_{ed} / N_{pl_{Rd}}$ στην περίπτωση του ζυγώματος $N_{ed} = 0$, οπότε $\beta = 1$

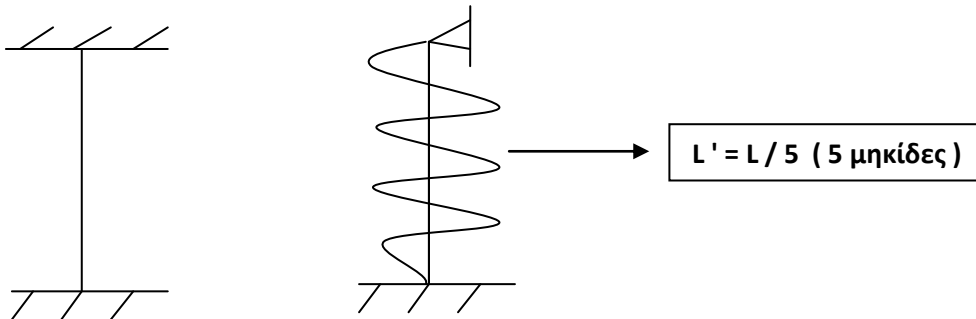
$$\begin{aligned} (9) \\ \implies & (16256\text{KNcm} / 46805\text{KNcm})^2 + (4359\text{KNcm} / 7606.5\text{KNcm})^1 \\ & = (0.35)^2 + (0.57) = 0.12 + 0.57 = 0.69 < 1 \end{aligned}$$

Συμπέρασμα: Ο πλαστικός Έλεγχος του ζυγώματος σε Διαξονική Κάμψη ικανοποιείται.



Έλεγχος Λυγισμού

❖ Ανοιγμένες Λυγηρότητες



Σχήμα 3 : Λυγηρότητα

Οπότε

α) πακτώσεις στα άκρα και πλευρικές (αμφίπακτα)

$$L_{cry} = k \times h = 0.50 \times 15 = 7.50\text{m}$$

β) αμφίπακτα εκτός επιπέδου με 5 συνδέσμους δυσκαμψίας

$$L/5 \rightarrow L_{crz} = k \times h = 0.50 \times 15/5 = 1.50\text{m}$$

όπου

$$\lambda_1 = \pi \times (\sqrt{\varepsilon / 275}) = 3.14 \times (\sqrt{210000\text{MPa} / 275}) = 86.77$$

$$\bar{\lambda}_y = L_{cry} / (i_y \times \lambda_1) = 750\text{cm} / (18.48 \times 86.77) = 750 / 1603.5 = 0.47$$

$$\bar{\lambda}_z = L_{crz} / (i_z \times \lambda_1) = 150\text{cm} / (4.12 \times 86.77) = 150 / 357.5 = 0.42$$



➤ Καμπύλη Λυγισμού

$$h / b = 450 / 190 = 2.37\text{mm} > 1.20\text{mm} , t_f = 14.6\text{mm} < 40\text{mm}$$

Σύμφωνα με τον πίνακα 7 επιλογής καμπύλης λυγισμού ισχύει:

καμπύλη λυγισμού a περί τον άξονα y - y

καμπύλη λυγισμού b περί τον άξονα z - z

❖ Μειωτικός Συντελεστής

Από τον πίνακα 4 συντελεστές ατελειών για καμπύλες λυγισμού, για καμπύλη λυγισμού a ισχύει $\alpha_y = 0.21$ (περί τον άξονα y-y).

$$\begin{aligned} \phi_y &= 0.5 \times (1 + \alpha_y \times (\bar{\lambda}_y \times 0.20) + \bar{\lambda}_y^2) = 0.50 \times (1 + 0.21 \times (0.47 \times 0.20) + (0.47)^2) = \\ &= 0.50 \times (1 + 0.02 + 0.22) = 0.62 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \chi_y &= 1 / (\phi_y + (\sqrt{\phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2})) = 1 / (0.62 + (\sqrt{0.62^2 - 0.47^2})) = 1 / 0.62 + 0.40 \\ &= 1 / 1.02 = 0.98 \end{aligned}$$



Από τον πίνακα 4 συντελεστές ατελειών για καμπύλες λυγισμού, για καμπύλη λυγισμού **b** ισχύει **$\alpha_z = 0.34$** (περί τον άξονα z-z).

$$\begin{aligned}\varphi_z &= 0.5 \times (1 + \alpha_y \times (\bar{\lambda}z \times 0.20) + \bar{\lambda}z^2) = 0.50 \times (1 + 0.34 \times (0.42 \times 0.20) + (0.42)^2) = \\ &= 0.50 \times (1 + 0.03 + 0.18) = 0.61\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}x_y &= 1 / (\varphi_z + (\sqrt{\varphi_z^2 - \bar{\lambda}z^2})) = 1 / (0.61 + (\sqrt{0.61^2 - 0.42^2})) = 1 / 0.61 + 0.44 \\ &= 1 / 1.05 = 0.95\end{aligned}$$

όποτε : $x \min (x_y, x_z) = (0.98, 0.95) = 0.95$

❖ Αντοχή Θλιβόμενου σε Λυγισμό

$$N_{bRd} = x_{min} \times A \times f_y / \gamma_{M1} = 0.95 \times 98.8 \text{cm}^2 \times 27.5 \text{KN/cm}^2 / 1.0 = 2581.15 \text{KN}$$

$$\begin{aligned}N_{ed} &= 1/2 \times q \times l = 1/2 \times (1.35g + 1.50q) \times l = \\ &= 1/2 \times ((1.35 \times 1.90 + 1.50 \times (2.28 + 1.24)) \times 30 = \\ &= 1/2 \times (2.57 + 5.28) \times 30 = 1/2 \times 7.85 \times 30 = 235.5 / 2 = 117.75 \text{KN}\end{aligned}$$

Άρα : $N_{bRd} > N_{ed}$



Στρεπτοκαμπτικός Έλεγχος

Ο έλεγχος θα γίνει κατά EC3 μέσω της σχετικής ανηγμένης λυγηρότητας $\overline{\lambda}_{LT}$. Η κρίσιμη ελαστική ροπή στρεπτοκαμπτικού λυγισμού θα υπολογιστεί από τη σχέση:

$$M_{cr} = C_1 \times [\pi^2 \times E \times I_z / (kL)^2] \times \{ [(k/k_w)^2 \times (I_w/I_z) + ((kL)^2 \times G \times J_t / \pi^2 \times E \times I_z) + (C_2 \times Z_g)^2]^{0.5} - C_2 \times Z_g \}$$

όπου

- Μήκος δοκού:

$$L = 15.00\text{m}$$

- Ροπή αδράνειας διατομής ως προς το δευτερεύοντα άξονα αδράνειας:

$$I_z = 2 \times 1/12 \times 1.46 \times (19)^3 = 1669.02 \text{ cm}^4$$

- Σταθερά στρέβλωσης

$$I_w = 1/4 \times I_z \times (h - t_f)^2 = 1/4 \times 1669.02 \times (46.46)^2 = 900658.10 \text{ cm}^6$$

- Σταθερά στρέψης

$$I_t = 1/3 \times \sum b_i t_i^3 = 1/3 \times (2 \times 19 \times (1.46)^3 + 15 \times (0.94)^3) =$$

$$1/3 \times (118.26 + 12.46) = 43.57 \text{ cm}^4$$

Μέτρα ελαστικότητας και εγκάρσιας ολίσθησης

$$E = 21000 \text{ KN/cm}^2$$

$$G = E / 2 \times (1+\nu) = 21000 / 2 \times (1+0.3) = 8077 \text{ KN/cm}^2$$



Επειδή στα άκρα της δοκού υπάρχουν απλές πλευρικές στηρίξεις λαμβάνεται $k=1.00$.
Επειδή, επιπλέον, οι ακραίες διατομές θεωρούνται ελεύθερα στρεβλούμενες λαμβάνεται επίσης $k_w=1.00$.

Είναι εξάλλου $z_g = z_a - z_s$, όπου z_a, z_s οι τεταγμένες του σημείου εφαρμογής της εξωτερικής φόρτισης και του κέντρου διατμήσεως αντιστοίχως.

Επειδή το φορτίο ασκείται στο κέντρο βάρους της διατομής είναι $z_a=0$. Επίσης τα κέντρα βάρους και διάτμησης συμπίπτουν είναι $z_s=0$ οπότε $z_g = z_a - z_s=0$.

Οι σταθερές C_1, C_2 λαμβάνονται από τους σχετικούς πίνακες, εξαρτώμενες από το είδος της ενδιάμεσης φόρτισης. Άρα $C_1=1.132$, $C_2=0.459$

❖ Κρίσιμη Ροπή Στρεπτοκαμπτικού Λυγισμού

$$\begin{aligned} M_{cr} &= C_1 \times [\pi^2 \times E \times I_z / (kL)^2] \times [(k/k_w)^2 \times (I_w/I_z) + ((kL)^2 \times G \times J_t / \pi^2 \times E \times I_z)]^{0.5} = \\ &= 1.132 \times [\pi^2 \times 21000 \times 1669.02 / (1500)^2] \times [(900658.10/1669.02) + \\ & (1500 \times 8077 \times 43.57 / \pi^2 \times 21000 \times 1669.02)]^{0.5} \\ &= 1.132 \times 3445569120.4/2250000 \times [539.63 + (527872335/345573261.4)]^{0.5} = \\ &= 1.132 \times 153.59 \times (539.6 + 1.53) = 1.132 \times 1.53.59 \times (541.13)^{0.5} = \\ &= 1.132 \times 153.9 \times 23.26 = 3573.6 \text{ KNcm} \end{aligned}$$

❖ Ανηγμένη Λυγηρότητα Στρεπτοκαμπτικού Λυγισμού

$$\begin{aligned} \overline{\lambda}_{LT} &= [W_{pl} \times f_y / M_{cr}]^{0.5} = 1702 \times 27.5 / 3573.6)^{0.5} = (46805/3573.6)^{0.5} = \\ &= (13.09)^{0.5} = 3.62 \end{aligned}$$



Είναι $h / b = 450 / 190 = 2.37 > 2$

Επομένως σύμφωνα με τον πίνακα 6.5 του EC3, θα χρησιμοποιηθεί η καμπύλη λυγισμού d στην οποία αντιστοιχεί συντελεστής ατελειών $\alpha_{LT} = 0.76$

$$\begin{aligned}\varphi_{LT} &= 0.5 \times [1 + 0.76 \times (3.62 - 0.4) + (3.62)^2] = \\ &= 0.5 \times (1 + 2.60 + 13.10) = 8.27\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\chi_{LT} &= 1 / [8.27 + ((8.27)^2 - (0.75 \times (3.62)^2)^{0.5}] = \\ &= 1 / [8.27 + (68.39 - 9.82)^{0.5}] = 1 / (8.27 + 7.65) = 1 / 15.22 = 0.06\end{aligned}$$

$$\mathbf{M}_{bRd} = \chi_{LT} \times W_y \times f_y / \gamma_{M1} = 0.06 \times 27.5 \times 1702 / 1.00 = 2808.3 \text{ KNcm}$$

Άρα: $\mathbf{MEd} = 16256 \text{ KNcm} > \mathbf{M}_{bRd} = 2808.3 \text{ KNcm}$

Συμπέρασμα : Επομένως η δοκός δεν επαρκεί έναντι στρεπτοκαμπτικού λυγισμού.

Στην συνέχεια ελέγχεται ως σύγκριση η περίπτωση εφαρμογής του φορτίου σχεδιασμού:

- α) στο μέσο του άνω πέλματος
- β) στο μέσο του κάτω πέλματος της δοκού



α) Φορτίο σχεδιασμού εφαρμοζόμενο στο μέσο του άνω θλιβόμενου πέλματος.

Θέση εφαρμογής φορτίου: $z_a = z_g = 23.7 \text{ cm}$

❖ Κρίσιμη Ροπή Στρεπτοκαμπτικού Λυγισμού

$$\begin{aligned} M_{cr} &= C_1 \times [\pi^2 \times E \times I_z / (kL)^2] \times [(k/k_w)^2 \times (I_w/I_z) + ((kL)^2 \times G \times J_t / \pi^2 \times E \times I_z) \\ &+ (C_2 \times z_g)^2]^{0.5} - C_2 \times z_g] = \\ &= 1.132 \times [\pi^2 \times 21000 \times 1669.02 / (1500)^2] \times [(900658.10/1669.02) + \\ &(1500 \times 8077 \times 43.57 / \pi^2 \times 21000 \times 1669.02) + (0.459 \times 23.7)^2]^{0.5} - (0.459 \times 23.7) = \\ &= 1.132 \times 153.59 \times (539.6 + 1.53 + 118.34)^{0.5} - 10.88 = \\ &= 1.132 \times 153.59 \times (659.47)^{0.5} - 10.88 = \\ &= (1.132 \times 153.9 \times 25.68) - 10.88 = 3944.19 - 10.88 = 3933.3 \text{ KNcm} \end{aligned}$$

❖ Ανηγμένη Λυγηρότητα Στρεπτοκαμπτικού Λυγισμού

$$\begin{aligned} \bar{\lambda}_{LT} &= [W_{pl} \times f_y / M_{cr}]^{0.5} = 1702 \times 27.5 / 3933.3)^{0.5} = (46805/3933.3)^{0.5} = \\ &= (11.90)^{0.5} = 3.45 \end{aligned}$$

Είναι $h / b = 450 / 190 = 2.37 > 2$

Επομένως σύμφωνα με τον πίνακα 6.5 του EC3, θα χρησιμοποιηθεί η καμπύλη λυγισμού d στην οποία αντιστοιχεί συντελεστής ατελειών $\alpha_{LT} = 0.76$

$$\begin{aligned} \varphi_{LT} &= 0.5 \times [1 + 0.76 \times (3.45 - 0.4) + (3.45)^2] = \\ &= 0.5 \times (1 + 2.31 + 11.90) = 7.61 \end{aligned}$$



$$\chi_{LT} = 1 / [7.61 + ((7.61)^2 - (0.75 \times (3.45)^2))^{0.5}] =$$

$$= 1 / [7.61 + (57.9 - 8.93)^{0.5}] = 1 / (7.61 + 6.99) = 1 / 14.60 = 0.07$$

$$M_{bRd} = \chi_{LT} \times W_y \times f_y / \gamma_{M1} = 0.07 \times 27.5 \times 1702 / 1.00 = 3276.38 \text{ KNcm}$$

Άρα : $M_{Ed} = 16256 \text{ KNcm} > M_{bRd} = 3276.4 \text{ KNcm}$

Συμπέρασμα : η δοκός δεν επαρκεί έναντι στρεπτοκαμπτικού λυγισμού και η αντοχή έναντι πλευρικού λυγισμού αυξήθηκε σε σχέση με την προηγούμενη περίπτωση κατά 17% περίπου.

β) Φορτίο σχεδιασμού εφαρμοζόμενο στο μέσο του κάτω πέλματος.

$$z_a = z_g = - 23.7 \text{ cm}$$

❖ Κρίσιμη Ροπή Στρεπτοκαμπτικού Λυγισμού

$$M_{cr} = C_1 \times [\pi^2 \times E \times I_z / (kL)^2] \times [(k/k_w)^2 \times (I_w/I_z) + ((kL)^2 \times G \times J_t / \pi^2 \times E \times I_z)$$

$$+ (C_2 \times z_g)^2]^{0.5} - C_2 \times z_g] =$$

$$= 1.132 \times [\pi^2 \times 21000 \times 1669.02 / (1500)^2] \times [(900658.10/1669.02) +$$

$$(1500 \times 8077 \times 43.57 / \pi^2 \times 21000 \times 1669.02) + (0.459 \times (-23.7))^2]^{0.5}$$

$$- (0.459 \times (-23.7)) =$$

$$= 1.132 \times 153.59 \times (539.6 + 1.53 + 118.34)^{0.5} + 10.88 =$$

$$= 1.132 \times 153.59 \times (659.47)^{0.5} + 10.88 =$$

$$= (1.132 \times 153.9 \times 25.68) + 10.88 = 3944.19 + 10.88 = 3955.1 \text{ KNcm}$$



❖ Ανηγμένη Λυγηρότητα Στρεπτοκαμπτικού Λυγισμού

$$\begin{aligned}\overline{\lambda}_{LT} &= [W_{pl} \times f_y / M_{cr}]^{0.5} = 1702 \times 27.5 / 3955.1)^{0.5} = (46805/3955.1)^{0.5} = \\ &= (11.83)^{0.5} = 3.43\end{aligned}$$

$$\text{Είναι } h / b = 450 / 190 = 2.37 > 2$$

Επομένως σύμφωνα με τον πίνακα 6.5 του EC3, θα χρησιμοποιηθεί η καμπύλη λυγισμού d στην οποία αντιστοιχεί συντελεστής ατελειών $\alpha_{LT} = 0.76$

$$\begin{aligned}\varphi_{LT} &= 0.5 \times [1 + 0.76 \times (3.43 - 0.4) + (3.43)^2] = \\ &= 0.5 \times (1 + 2.30 + 11.76) = 7.53\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\chi_{LT} &= 1 / [7.53 + (7.53)^2 - (0.75 \times (3.43)^2)^{0.5}] = \\ &= 1 / [7.53 + (56.7 - 8.82)^{0.5}] = 1 / (7.53 + 6.91) = 1 / 14.44 = 0.07\end{aligned}$$

$$\mathbf{M}_{bRd} = \chi_{LT} \times W_y \times f_y / \gamma_{M1} = 0.07 \times 27.5 \times 1702 / 1.00 = 3276.38 \text{ KNcm}$$

$$\underline{\text{Άρα:}} \quad \mathbf{MEd} = 16256 \text{ KNcm} > \mathbf{M}_{bRd} = 3276.4 \text{ KNcm}$$

Συμπέρασμα : η δοκός δεν επαρκεί έναντι στρεπτοκαμπτικού λυγισμού και η αντοχή έναντι πλευρικού λυγισμού αυξήθηκε σε σχέση με την προηγούμενη περίπτωση κατά 17% περίπου.



4.2.4 ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ

Επιλέγω διατομή **HEA 400** με χαρακτηριστικά

$$h = 390\text{mm} \quad tw = 11\text{mm} \quad Iz = 8564\text{cm}^4$$

$$b = 300\text{mm} \quad tf = 19\text{mm} \quad iy = 16.84\text{cm}$$

$$d = 298\text{mm} \quad r = 27.0\text{mm} \quad iz = 7.34\text{cm}$$

$$A = 159\text{cm}^2 \quad Iy = 45070\text{cm}^4 \quad Wply = 2562\text{cm}^3$$

➤ Έλεγχοι

Έλεγχος Κορμού

$$c / t = d / tw = 298\text{mm} / 11\text{mm} = 27.09 < 33 \times \varepsilon = 33 \times 0.92 = 30.36 \quad \textbf{Ισχύει}$$

όπου $\varepsilon = 0,92$ για χάλυβα S275

Συμπέρασμα: Οπότε ο κορμός ανήκει στην κατηγορία 1 (σύμφωνα με τον πίνακα 11 του Ε.С.3).

Έλεγχος Πέλματος

$$c / t = ((b - tw) / 2) - r) / tf = (((300\text{mm} - 11\text{mm}) / 2) - 27\text{mm}) / 19\text{mm} =$$

$$= (289 / 2) - 27\text{mm} / 19\text{mm} = 117.5 / 19\text{mm} = 6.18 < 9 \times \varepsilon = 9 \times 0.92 = 8.28 \quad \textbf{Ισχύει}$$

όπου $\varepsilon = 0,92$ για χάλυβα S275

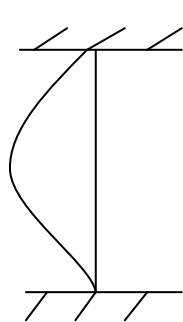


Συμπέρασμα: Οπότε το πέλμα ανήκει στην κατηγορία 1 (σύμφωνα με τον πίνακα 11 του Ε.С.3)

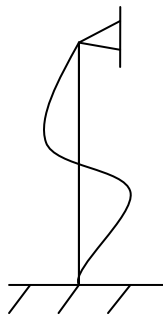
ΑΡΑ: Η διατομή ανήκει στην κατηγορία 1

Έλεγχος Λυγισμού

❖ Ανοιγμένες Λυγηρότητες



ΛΥΓΙΣΜΟΣ $y - y$
 $k = 0.50$



ΛΥΓΙΣΜΟΣ $z - z$
 $k = 0.50$

Σχήμα 4 : Λυγηρότητα

Οπότε

α) πακτώσεις στα άκρα και πλευρικές (αμφίπακτα)

$$L_{cry} = k \times h = 0.50 \times 6 = 3.00\text{m}$$

β) αμφίπακτα εκτός επιπέδου με 1 συνδέσμους δυσκαμψίας, λόγω ότι υπάρχει μεγάλη διατομή

$$L_{crz} = k \times h = 0.50 \times 6.00 = 3.00\text{m}$$



όπου

$$\lambda_1 = \pi \times (\sqrt{\varepsilon / 275}) = 3.14 \times (\sqrt{210000 \text{MPa} / 275}) = 86.77$$

$$\bar{\lambda}_y = L_{cry} / (i_y \times \lambda_1) = 300 \text{cm} / (16.84 \times 86.77) = 300 / 1461.21 = 0.21$$

$$\bar{\lambda}_z = L_{crz} / (i_z \times \lambda_1) = 300 \text{cm} / (7.34 \times 86.77) = 300 / 636.89 = 0.47$$

➤ Καμπύλη Λυγισμού

$$h / b = 390 / 300 = 1.30 \text{mm} > 1.20 \text{mm} , t_f = 19 \text{mm} < 40 \text{mm}$$

Σύμφωνα με τον πίνακα 7 επιλογής καμπύλης λυγισμού ισχύει:

καμπύλη λυγισμού a περί τον άξονα y - y

καμπύλη λυγισμού b περί τον άξονα z - z

❖ Μειωτικός Συντελεστής

Από τον πίνακα 4 συντελεστές ατελειών για καμπύλες λυγισμού, για καμπύλη λυγισμού a ισχύει $\alpha_y = 0.21$ (περί τον άξονα y-y).

$$\begin{aligned} \phi_y &= 0.5 \times (1 + \alpha_y \times (\bar{\lambda}_y \times 0.20) + \bar{\lambda}_y^2) = 0.50 \times (1 + 0.21 \times (0.21 \times 0.20) + (0.21)^2) = \\ &= 0.50 \times (1 + 0.25 + 0.044) = 0.65 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \chi_y &= 1 / (\phi_y + (\sqrt{\phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2})) = 1 / (0.65 + (\sqrt{0.65^2 - 0.21^2})) = 1 / 0.65 + 0.61 \\ &= 1 / 1.26 = 0.79 \end{aligned}$$



Από τον πίνακα 4 συντελεστές ατελειών για καμπύλες λυγισμού, για καμπύλη λυγισμού **b** ισχύει **$\alpha z = 0.34$** (περί τον άξονα z-z).

$$\begin{aligned}\varphi z &= 0.5 \times (1 + \alpha y \times (\overline{\lambda z} \times 0.20) + \overline{\lambda z}^2) = 0.50 \times (1 + 0.34 \times (0.47 \times 0.20) \times (0.47)^2) = \\ &= 0.50 \times (1 + 0.03 + 0.22) = 0.63\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}xy &= 1 / (\varphi z + (\sqrt{\varphi z^2 - \overline{\lambda z}^2})) = 1 / (0.63 + (\sqrt{0.63^2 - 0.47^2})) = 1 / 0.63 + 0.42 \\ &= 1 / 1.05 = 0.95\end{aligned}$$

όποτε : $x \min (xy, xz) = (0.79, 0.95) = 0.79$

❖ Αντοχή Θλιβόμενου σε Λυγισμό

$$N_{bRd} = x_{min} \times A \times f_y / \gamma_{Mo} = 0.79 \times 159 \text{cm}^2 \times 27.5 \text{KN/cm}^2 / 1.0 = 3454.28 \text{ KN}$$

$$N_{ed} = 1/2 \times q \times l = 1/2 \times (1.35g + 1.50q) \times l =$$

$$= 1/2 \times ((1.35 \times 2.62 + 1.50 \times 1.20) \times 6 =$$

$$= 1/2 \times (3.54 + 1.80) \times 6 = 1/2 \times 5.34 \times 6 = 32.04 / 2 = 16.02 \text{ KN}$$

Άρα : $N_{bRd} > N_{ed}$



Σημείωση: Το αντίστοιχο μέγιστο εφελκυστικό αξονικό φορτίο, με την προϋπόθεση ότι δεν υπάρχουν οπές στο υποστύλωμα είναι:

$$N_{ed} = A \times f_y / \gamma_{Mo} = 159\text{cm}^2 \times 27.5\text{KN/cm}^2 = 4372.5 \text{ KN}$$

Έλεγχος Κάμψη

Φορτίο Υποστυλώματος: $S_d = 1.35g + 1.50q = 1.35 \times 2.62 + 1.50 \times 1.20 = 5.34\text{KN/m}$

Ροπή

$$\begin{aligned} M_{edy} &= q \times l^2 / 12 = 5.34\text{KN/m} \times (6.00\text{m})^2 / 12 = 5.34 \times 36 / 12 = \\ &= 192.24 / 12 = 16.02\text{KNm} \end{aligned}$$

Τέμνουσα

$$V_{ed} = q \times l / 2 = 5.34\text{KN/m} \times 6.00\text{m} / 2 = 32.04 / 2 = 16.02\text{KN}$$

➤ Έλεγχος Επάρκειας

$$\begin{aligned} M_{pl_{Rdy}} \geq M_{edy} &\rightarrow W_{ply} \times f_y / \gamma_{Mo} \rightarrow M_{edy} = 2562\text{cm}^3 \times 27.5\text{KN/cm}^2 / 1.00 \\ &= 70455 \text{ KNcm} = 704.55 \text{ KNm} > 16.02 \text{ KNm} \quad \mathbf{\underline{Ισχύει}} \end{aligned}$$



➤ Έλεγχος Διάτμησης

Εμβαδόν κορμού:

$$A_w = (h - 2 \times t_f) \times t_w = (39\text{cm} - 2 \times 1.9\text{cm}) \times 1.1\text{cm} = 38.72\text{cm}^2$$

οπότε:

$$V_{plRd} \geq V_{ed} = A_w \times f_y / \sqrt{3} \times \gamma_{Mo} = 38.72\text{cm}^2 \times 27.5\text{KN/cm}^2 / 1.73 \\ = 1064.8 / 1.73 = 615.49\text{KN} > 16.02\text{KN} \quad \mathbf{\underline{Ισχύει}}$$



Έδραση Υποστυλώματος

Καταπονείται από αξονική δύναμη και ροπή περί του ισχυρού άξονα του.

$$N_{ed} = 16.02 \text{ KN}$$

Αγκύρια 4M24 ποιότητα 4.6

➤ Ενεργός Μήκος

$$\Sigma l_{\text{eff},1} = l_{\text{eff,np}} = \min \begin{cases} 4m_x + 1.25e_x \\ 2m_x + 0.625e_x + e \\ 2m_x + 0.625e_x + 0.5w \\ b_p / 2 \end{cases} \quad (10)$$

Πρέπει:

$$\Sigma l_{\text{eff},1} \leq l_{\text{eff,cp}} = \min \begin{cases} 2 \pi m_x \\ \pi m_x + 2e \\ \pi m_x + w \end{cases} \quad (11)$$

και

$$\Sigma l_{\text{eff},2} = l_{\text{eff,nc}}$$



$$\begin{aligned}
 \text{Ισχύει : } m_x &= 100 - e_x - 0.8\alpha\sqrt{2} \\
 &= 100 - 45 - 0.8 \times 10 \times \sqrt{2} \\
 &= 100 - 45 - 0.8 \times 10 \times 1.41 \\
 &= 100 - 45 - 11.28 = 43.72 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

(10)

→

$\Sigma l_{\text{eff},1} = l_{\text{eff,np}} = \min$

$$\left\{ \begin{aligned}
 &4 \times 43.72 + 1.25 \times 45 = 174.88 + 56.25 = 231.13\text{mm} \\
 &2 \times 43.72 + 0.625 \times 45 + 100 = 87.44 + 28.13 + 100 = 215.57\text{mm} \\
 &2 \times 43.72 + 0.625 \times 45 + 0.5 \times 300 = 87.44 + 28.13 + 150 = 265.57\text{mm} \\
 &0.5 \times 500 = 250\text{mm}
 \end{aligned} \right.$$

(11)

→

$\Sigma l_{\text{eff},1} \leq l_{\text{eff,cp}} = \min$

$$\left\{ \begin{aligned}
 &2 \times \pi \times 43.72 = 274.56\text{mm} \\
 &\pi \times 43.72 + 2 \times 100 = 137.28 + 200 = 337.28\text{mm} \\
 &\pi \times 43.72 + 300 = 137.28 + 300 = 437.28\text{mm}
 \end{aligned} \right.$$

Οπότε: $\Sigma l_{\text{eff},1} \leq 274.56\text{mm}$

$$\Sigma l_{\text{eff}1} = 215.53\text{mm}$$

$$\Sigma l_{\text{eff}2} = 215.53\text{mm}$$



➤ Αντοχή τμήματος της Πλάκας Εδρασης προς την πλευρά Εφέλκόμενων Αγκυρίων

$$\begin{aligned}L_b &= 8 \times d + t_g + t_p + t_{wa} + 0.5 \times t_n = \\ &= 8 \times 24 + 30 + 30 + 8 + 0.5 \times 19 = \\ &= 192 + 30 + 30 + 8 + 9.5 = 269.50\text{mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}L_b = 269.50\text{mm} &> 8.8 \times m^3 \times A_s / \Sigma l_{\text{eff},1} \times t_f^3 = 8.8 \times (43.73)^3 \times 459 / 215.53 \times 30 = \\ &= 337548216.4 / 7276500 = 46.39\text{mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M_{pl,1,Rd} &= 0.25 \times \Sigma l_{\text{eff},1} \times t_f^2 \times f_y / \gamma_{Mo} = 0.25 \times 215.53 \times (3)^2 \times 27.5 / 1.0 = \\ &= 13.32 \times 103 \text{ KNmm}\end{aligned}$$

$$n = e_{\text{min}} = 45\text{mm} < 1.25 \times m = 1.25 \times 43.72 = 54.65\text{mm}$$

Μορφή Αστοχίας

$$F_{t,Rd} = 0.9 \times f_u \times A_s / \gamma_{Ms} = 0.9 \times 40 \times 4.59 / 1.25 = 165.24 / 1.25 = 132.19\text{KN}$$

Πρώτη και δεύτερη μορφή αστοχίας

$$F_{T,1-2,Rd} = 2 \times M_{pl,1,Rd} / m = 2 \times 13.32 / 43.72 = 26.64 / 43.72 = 0.6093 = \mathbf{609.3\text{KN}}$$



Τρίτη μορφή αστοχίας

$$F_{T3,Rd} = \Sigma F_{tRd} = 2 \times 132.19 = \mathbf{264.38KN}$$

$$\mathbf{\underline{Οπότε} \quad \min F_{T,Rd} = 264.38KN}$$

➤ Ενεργός Επιφάνεια

$$NRd = A_{eff} \times f_{jd} - \Sigma F_{t,Rd} \quad (12)$$

$$\underline{\text{όπου}} \quad f_{jd} = B_j \times FR_{du} / b_{eff} \times l_{eff} \quad (13)$$

$$B_j = 2 / 3$$

$$FR_{du} = A_{co} \times f_{cd} \times \sqrt{A_{c1}} \quad A_{co} \leq 3 \times f_{cd} \times A_{co} \quad (14)$$

Διαστάσεις Ενεργού Θεμελίου

$$\underline{\text{Είναι}} \quad \max b_2 = 3 \times b_1 = 3 \times 600 = 1800\text{mm}$$

$$\max d_2 = 3 \times 600 = 1800\text{mm}$$

$$A_{c1} = b_2 \times d_2 = 1800\text{mm} \times 1800\text{mm} = 3240 \times 10^3 \text{ mm}^2$$

$$A_{co} = b_1 \times d_1 = 600\text{mm} \times 600\text{mm} = 360 \times 10^3 \text{ mm}^2$$



(14)

$$\Rightarrow FR_{du} = 360 \times 10^3 \times (30/1.5) \times \sqrt{3240 \times 10^3 / 360 \times 10^3} =$$

(έχουμε C30/37σκυρόδεμα)

$$= 7200000 \times 3 = 21.6 \times 10^6 \text{ KN} \leq 3 \times (30/1.5) \times 360 \times 10^3 = 21.6 \times 10^6 \text{ KN}$$

(13) ,(14)

$$\Rightarrow f_{jd} = 2/3 \times (21.6 \times 10^6 / 360 \times 10^3) = 43.2 \times 10^6 / 1080 \times 10^3 = 40 \text{ N/mm}^2$$

(12)

$$\Rightarrow 16.02 \text{ KN} = A_{\text{eff}} \times 4 - 264.38 \text{ KN} =$$
$$A_{\text{eff}} \times 4 = 16.02 \text{ KN} + 264.38 \text{ KN} =$$
$$A_{\text{eff}} = 280.4 / 4 = 70.1 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{eff}} = x_o \times (2 \times c + b_f) \rightarrow 70.10 \times 10^2 = x_o \times (400 + 2 \times 45.4) \rightarrow$$

$$\rightarrow x_o = 70.10 \times 10^2 / 490.8 = 14.28 \text{ mm} < t_f + 2c = 19 + 2 \times 45.4 = 109.8 \text{ mm}$$

$$\text{όπου: } c \leq t \times (f_y / (3 \times f_{jd} \times \gamma M_o))^{0.5} = 30 \times (275 / (3 \times 40 \times 1.0))^{0.5} = 45.4 \text{ mm}$$



➤ Αντοχή της Έδρασης σε Κάμψη

$$rc = b / 2 + c - x_o/2 = (300/2)\text{mm} + 45.4\text{mm} - (14.28/2)\text{mm} = \\ = 150 + 45.4 - 7.14 = 188.26\text{mm}$$

Η Ροπή Αντοχής που αντιστοιχεί σε Αξονική Δύναμη

$$N_{ed} = 72.67\text{KN}$$

$$M_{rd} = F_t R_d \times (b/2 + m + 0.8 \times \alpha \times \sqrt{2}) + A_{\text{eff}} \times f_{jd} \times rc =$$

$$= 264.38 \times 10^3 \times ((300/2) + 43.7 + 0.8 \times 10 \times \sqrt{2}) + 14.28 \times 10^2 \times 40 \times 188.26$$

$$= 264.38 \times 10^3 \times (150 + 43.7 + 11.31) + 107534.1 \times 10^2$$

$$= 264.38 \times 10^3 \times 205.01 + 107534.1 \times 10^2$$

$$= 54200.5 \times 10^3 + 107534.1 \times 10^2 = 649 \times 10^6 \text{ Nmm} = 649 \text{ KNm}$$



➤ Αντοχή σε Κάμψη και Θλίψη του Στύλου στη διατομή του πόδας

$$M_{pl,y,Rd} = W_p \times f_y / \gamma_{Mo} = 2562 \times 27.5 \times 10^{-2} / 1.0 = 704.55 \text{ KNm}$$

$$N_{pl,Rd} = A \times f_y / \gamma_{Mo} = 159 \times 27.5 / 1.0 = 4372.5 \text{ KN}$$

$$M_{NyRd} = M_{pl,y,Rd} \times (1 - (N_{ed} / N_{pl,Rd})) / (1 - 0.5 \times \alpha) \quad (15)$$

όπου : $\alpha = A - 2 \times b \times t_f / A = 159 - (2 \times 30 \times 1.9) / 159 =$

$$= 159 - 114 / 159 = 45 / 159 = 0.28 < 0.5 \quad \textbf{Ισχύει}$$

(15)

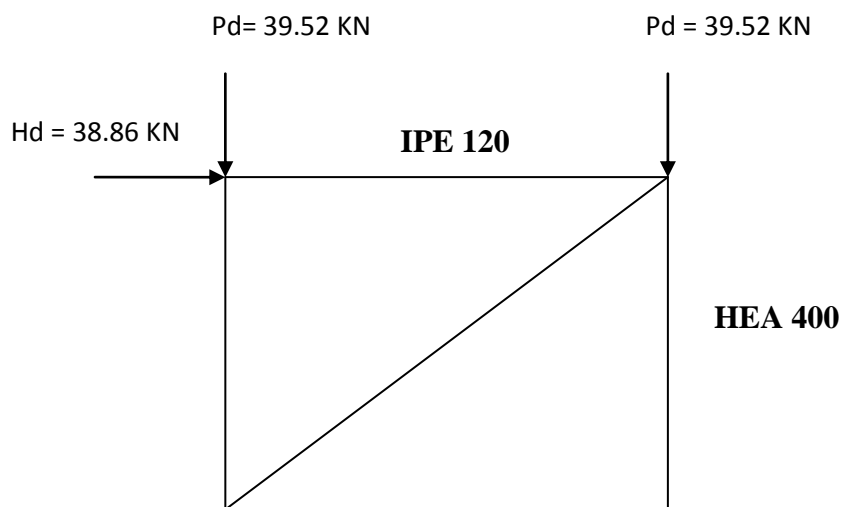
$$\Rightarrow M_{NyRd} = 704.55 \times (1 - (72.67/4372.5)) / (1 - 0.5 \times 0.28) =$$

$$= 704.55 \times (1 - 0.017) / (1 - 0.14) =$$

$$= 692.57 / 0.86 = 802.85 \text{ KNm} > 704.55 \text{ KNm}$$



4.2.5 ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΣ ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΔΥΣΚΑΜΨΙΑΣ



Σχήμα 5 : Κύριο Πλαίσιο με Κατακόρυφο Σύνδεσμο Δυσκαμψίας

Στοιχεία Διατομών

$$\text{IPE 120 : } A_b = 13.2\text{cm}^2 \quad I_b = 318\text{cm}^4$$

$$\text{HEA 400: } I_y = 45070\text{cm}^4$$

$$\text{Για HEA140 ισχύει } A_d = 31.5\text{cm}^2$$

$$\text{Μήκος Διαγωνίου: } d = \sqrt{(6)^2 + (6)^2} = \sqrt{36 + 36} = \sqrt{72} = 8.49\text{m}$$

➤ Μέθοδος Επίλυσης Φορέα

Κατ' αρχήν ελέγχθηκε αν η μέθοδος επίλυσης του φορέα θα γίνει με θεωρία 1^{ης} ή 2^{ης} τάξης. Η ευστάθεια του φορέα εξασφαλίζεται με τη βοήθεια του χιαστί συνδέσμου. Επειδή όμως μόνο η εφελκόμενη διαγώνιος είναι ενεργή, θα προσδιοριστεί η διατμητική δυσκαμψία του συνδέσμου με θεώρηση μόνο μιας διαγώνιου.



Η διατμητική δυσκαμψία του διαγώνιου συνδέσμου δίνεται από την σχέση :

$$S_v = \frac{1}{\frac{1}{EAd \times \sin^2 a \times \cos a} + \frac{1}{EAb \times \cot a}} \quad (16)$$

όπου: $a = \varepsilon\varphi a = L / H = 6 / 6 = 1 \rightarrow a = 45^\circ$

$$\begin{aligned} (16) \Rightarrow S_v &= \frac{1}{\frac{1}{2.1 \times 10^4 \times 31.40 \times \sin^2 45 \times \cos 45} + \frac{1}{2.1 \times 10^4 \times 13.2 \times \cot 45}} = \\ &= \frac{1}{\frac{1}{2.1 \times 10^4 \times 31.40 \times 0.499 \times 0.707} + \frac{1}{277200 \times 1.00}} = \\ &= \frac{1}{232631.70 + 277200} \end{aligned}$$



1

$$= \frac{1}{4.29 \times 10^{-6} + 3.61 \times 10^{-6}}$$

$$= \frac{1}{7.9 \times 10^{-6}} = 0.126 \times 10^6 = 126 \times 10^3 \text{ KN}$$

Η οριζόντια μετατόπιση του συνδέσμου λόγω εφαρμογής μέσης οριζόντιας δύναμης Hed δίνεται από την σχέση :

$$\delta \text{Hed} = \text{Hed} \times h / \text{Sv} \quad (17)$$

Θα ελεγχθεί η τιμή του συντελεστή $\alpha_{cr} = (\text{Hed} / \text{Ved}) \times (h / \delta \text{Hed}) > 10$ (18)

$$\text{όπου: } \text{Ved} = 6 \times 39.52 = 237.12 \text{ KN}$$

(17), (18)

$$\begin{aligned} \Rightarrow \alpha_{cr} &= (\text{Hed} / \text{Ved}) \times (h / (\text{Hed} / \text{Sv})) = \text{Sv} / \text{Ved} = 126 \times 10^3 / 237.12 = \\ &= 531.38 > 10 \end{aligned}$$

Επομένως η επίλυση θα γίνει με ελαστική ανάλυση με εφαρμογή της θεωρία 1^{ης} τάξης.



Σημείωση: Φορείς που ικανοποιούν τα κριτήρια της εξίσωσης (17) χαρακτηρίζονται ως δύσκαμπτοι και επιτρέπεται να επιλυθούν με θεωρία 1^{ης} τάξης. Αντίθετα, αν τα κριτήρια της εξίσωσης (18) δεν ικανοποιούνται, οι φορείς χαρακτηρίζονται ως εύκαμπτοι και επιλύονται με την θεωρία 2^{ης} τάξης.

➤ Ατέλειες

Κατά την επίλυση του φορέα λαμβάνονται υπ' όψη καθολικές ατέλειες και ατέλειες μεμονομένων μελών. Οι καθολικές ατέλειες αγνοούνται αν ισχύει η συνθήκη :

$$\mathbf{Hed} \geq \mathbf{0.15 \times Ved}$$

Οπότε : $Hed = 38.86 \text{ KN} \geq 0.15 \times 237.12 \text{ KN} = 35.57 \text{ KN}$

Συμπέρασμα : Ισχύει η συνθήκη, επομένως αγνοούνται οι καθολικές ατέλειες.

Σημείωση: Ατέλειες μέλους δεν χρειάζεται να ληφθούν υπόψη, επειδή κανένα άκρο των ραβδών δεν έχει σύνδεση ροπής στα άκρα του.

➤ Έλεγχος Διαγώνιου

Θα ελεγχθεί η διαγώνιος σε εφελκυσμό

Δύναμη διαγώνιου

$$Ned = Hed / \sin\alpha = 38.86 / \sin 45 = 38.86 / 0.707 = 54.96 \text{ KN}$$

Αντοχή διαγώνιου (πλήρης διατομή)

$$NRd = Ad \times fy / \gamma Mo = 31.40 \times 27.5 / 1.00 = 863.50 \text{ KN} > Ned = 54.96 \text{ KN}$$



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΦΟΡΤΙΩΝ

ΦΟΡΤΙΑ	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΣΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ (Fespa)
ΧΙΟΝΙ $SK=0.38KN/m^2$	<ul style="list-style-type: none">• Περάστηκε στις διατομές των τεγίδων – στην διατομή του ζυγώματος δόθηκε μηδέν → τα φορτία που δέχονται μεταφέρονται στις τεγίδες – στο υποστύλωμα δόθηκε μηδέν → δέχονται φορτία από όλες τις διατομές• Ίδια επίδραση με τα μόνιμα → ασκούνται κατακόρυφα
ΑΝΕΜΟΣ $W=0.20KN/m^2$	<ul style="list-style-type: none">• Δόθηκε αντίστοιχα όπως στο φορτίου χιονιού στις διατομές των τεγίδων και μηκίδων• Τιμή φορτίου ανέμου στο ζύγωμα και στα υποστυλώματα μηδέν
ΜΟΝΙΜΑ <i>IB(Ίδιο Βάρος)</i>	<ul style="list-style-type: none">• Υπολογίζεται αυτόματα στο λογισμικό πρόγραμμα, οπότε για όλες τις διατομές του μεταλλικού υπόστεγου δόθηκε η τιμή μηδέν για τα μόνιμα φορτία
ΜΟΝΙΜΟ IB ΦΥΛΛΩΝ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗΣ (αλουμινίου 40mm)	<ul style="list-style-type: none">• Δόθηκε ως μόνιμο φορτίο μόνο στις διατομές των τεγίδων και μηκίδων



5.2 ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΚΥΡΙΩΝ ΦΟΡΕΩΝ

5.2.1 ΤΕΓΙΔΕΣ

Διατομή	Στατικά	Στατικά άκρου	Δεσμική	Φορτία	Σκυρόδεμα	Οπλισμός	Έδαφος	Υλικά - Αποτίμηση	Ράβδοι άκρου	Ράβδοι ανοίγματος	Δομικός χάλυβας	Τουλοπήρωση	Σχέδιο	Τομή	Κείμενο	Εμφάνιση	Επίσχυση δοκού	Διατομή 2	Φωτορεαλισμός	Όλα
<input checked="" type="checkbox"/>	Είδος υλικού															<input type="checkbox"/>	Δομικός Χάλυβας			
<input checked="" type="checkbox"/>	Είδος μέλους															<input type="checkbox"/>	Τεγίδα			
	Διατομές σε χρήση															<input type="checkbox"/>	IPE120			
<input checked="" type="checkbox"/>	Αυτόματος υπολογισμός αδρανειακών σταθειών															<input type="checkbox"/>	Ναι			
<input checked="" type="checkbox"/>	Κατηγορία διατομής															<input type="checkbox"/>	IPE			
<input checked="" type="checkbox"/>	Όνομα διατομής															<input type="checkbox"/>	120			
	Όνομα διατομής κάτομης															<input type="checkbox"/>	IPE120			
<input checked="" type="checkbox"/>	Γωνία τοποθέτησης φ [°]															<input type="checkbox"/>	15.00			
<input checked="" type="checkbox"/>	h [mm]															<input type="checkbox"/>	120.00			
<input checked="" type="checkbox"/>	b [mm]															<input type="checkbox"/>	64.00			
<input checked="" type="checkbox"/>	h _w [mm]															<input type="checkbox"/>	4.40			
<input checked="" type="checkbox"/>	t _f [mm]															<input type="checkbox"/>	6.30			
<input checked="" type="checkbox"/>	Βάρος [kN/m]															<input type="checkbox"/>	0.104			

Εικόνα 19 : Εισαγωγή Διατομής Τεγίδας

(πηγή: αρχείο Fespa).

Διατομή	Στατικά	Στατικά άκρου	Δεσμική	Φορτία	Σκυρόδεμα	Οπλισμός	Έδαφος	Υλικά - Αποτίμηση	Ράβδοι άκρου	Ράβδοι ανοίγματος	Δομικός χάλυβας	Τουλοπήρωση	Σχέδιο	Τομή	Κείμενο	Εμφάνιση	Επίσχυση δοκού	Δι	
	Όνομα δράσης															<input type="checkbox"/>	Μόνιμα G		
	Ευνοτομογραφία															<input type="checkbox"/>	Μόνιμα G		
	Υπολογισμός ίδιου βάρους															<input type="checkbox"/>	Όχι		
<input checked="" type="checkbox"/>	Κατεύθυνση φόρτισης															<input type="checkbox"/>	Καθολικό Σ. Σ.		
<input checked="" type="checkbox"/>	q _x [kN/m]															<input type="checkbox"/>	0.000		
<input checked="" type="checkbox"/>	q _y [kN/m]															<input type="checkbox"/>	-0.180		
<input checked="" type="checkbox"/>	q _z [kN/m]															<input type="checkbox"/>	0.000		
<input checked="" type="checkbox"/>	m _x (τασικό Σ.Σ.) [kNm/m]															<input type="checkbox"/>	0.00		
	Εφαρμογή όλων των δράσεων															<input type="checkbox"/>	Όχι		

Εικόνα 20 : Εισαγωγή Μόνιμων Φορτίων Τεγίδας

(πηγή: αρχείο Fespa).

Σημείωση : Προαναφέρθηκε στις τεγίδες δόθηκε ως μόνιμα φορτία μόνο το IB των φύλλων επικάλυψης. Όπως απεικονίζεται στην εικόνα q_y = -0.18kN/m.



Διατομή	Στατικά	Στατικά άκρου	Δεσμική	Φορτία	Σκυρόδεμα	Οπλισμός	Έδαφος	Υλικά - Αποτίμηση	Ράβδοι άκρου	Ράβδοι ανοίγματος	Δομικός χάλυβας	Τοιχοπήρωση	Σχέδιο	Τομή	Κείμενο	Εμφάνιση	Ενίσχυση δοκού	Διατ
Όνομα δράσης																?	Άνεμος -z	
Όνομα νέας δράσης																?	Άνεμος -z	
Συντομογραφία																?	w[-z]	
Υπολογισμός ιδίου βάρους																?	Όχι	
<input checked="" type="checkbox"/> Κατεύθυνση φέρτισης																?	Καθολικό Σ. Σ.	
<input checked="" type="checkbox"/> q_x [kN/m]																?	0.000	
<input checked="" type="checkbox"/> q_y [kN/m]																?	0.000	
<input checked="" type="checkbox"/> q_z [kN/m]																?	-0.310	
<input checked="" type="checkbox"/> m_x (τοπικό Σ.Σ.) [kNm/m]																?	0.00	
Εφαρμογή όλων των δράσεων																?	Όχι	

Εικόνα 21 : Εισαγωγή Φορτία Ανέμου Τεγίδας

(πηγή: αρχείο Fespa).

Διατομή	Στατικά	Στατικά άκρου	Δεσμική	Φορτία	Σκυρόδεμα	Οπλισμός	Έδαφος	Υλικά - Αποτίμηση	Ράβδοι άκρου	Ράβδοι ανοίγματος	Δομικός χάλυβας	Τοιχοπήρωση	Σχέδιο	Τομή	Κείμενο	Εμφάνιση	Ενίσχυση δοκού	Διατ
Όνομα δράσης																?	Χιόνι	
Όνομα νέας δράσης																?	Χιόνι	
Συντομογραφία																?	S	
Υπολογισμός ιδίου βάρους																?	Όχι	
<input checked="" type="checkbox"/> Κατεύθυνση φέρτισης																?	Καθολικό Σ. Σ.	
<input checked="" type="checkbox"/> q_x [kN/m]																?	0.000	
<input checked="" type="checkbox"/> q_y [kN/m]																?	-0.380	
<input checked="" type="checkbox"/> q_z [kN/m]																?	0.000	
<input checked="" type="checkbox"/> m_x (τοπικό Σ.Σ.) [kNm/m]																?	0.00	
Εφαρμογή όλων των δράσεων																?	Όχι	

Εικόνα 22 : Εισαγωγή Φορτία Χιονιού Τεγίδας

(πηγή: αρχείο Fespa).

Επισύναψη : Τα φορτία ανέμου και χιονιού των τεγίδων στην άλλη όψη του υπόστεγου δόθηκαν με αντίθετο πρόσημο.



Διατομή	Στατικά	Στατικά άκρου	Δεσμική	Φορτία	Σκυροδέμα	Οπλισμός	Έδαφος	Υλικά - Αποτίμηση	Ράβδο άκρου	Ράβδοι ανοίγματος	Δομικός χάλυβας	Τοιχοπήρωση	Σχέδιο	Τομή	Κείμενο	Εμφάνιση	Επίσχεση δοκού	Διατομή
Υλικό																		
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	C25/30
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	25
<input checked="" type="checkbox"/>																	?
Πλαστικότητα																		
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	Όχι
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	Όχι
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	Όχι (ΣΑΑΠ)
Έλεγχοι λειτουργικότητας																		
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	Ναι
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	Όχι
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	Ναι
Διαστασιοποίηση																		
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	Ναι
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	25.0
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	Ναι
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	Μόνο δυσμενώς
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	Όχι
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	Όχι
Ανακατανομή ροπών																		
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	Ναι
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	1.000
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	0.700
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	0.700
Διάτμηση																		
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	Όχι
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	Αυτόματο
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	1.000
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	1.000
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	1.200
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	45 μοίρες

Εικόνα 23 : Εισαγωγή Σκυροδέματος Τεγίδας

(πηγή: [αρχείο Fespa](#)).

Διατομή	Στατικά	Στατικά άκρου	Δεσμική	Φορτία	Σκυροδέμα	Οπλισμός	Έδαφος	Υλικά - Αποτίμηση	Ράβδο άκρου	Ράβδοι ανοίγματος	Δομικός χάλυβας	Τοιχοπήρωση	Σχέδιο	Τομή	Κείμενο	Εμφάνιση	Επίσχεση δοκού	Διατομή
Υλικό																		
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	500
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	500
Διάμετροι οπλισμού																		
<input checked="" type="checkbox"/>																	?
<input checked="" type="checkbox"/>																	?
<input checked="" type="checkbox"/>																	?
Λεπτομέρειες όπλισης																		
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	2
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	2
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	Ναι
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	0.200
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	2

Εικόνα 24 : Εισαγωγή Οπλισμού Τεγίδας

(πηγή: [αρχείο Fespa](#)).



Διατομή	Στατικά	Στατικά άκρα	Δοσική	Φορτία	Συμπίεση	Οπλισμός	Έδαφος	Υλικό - Αποτίμηση	Ράβδος άκρου	Ράβδος ανοίγματος	Δομικός χάλυβας	Τοιχοπήρωση	Σχέδιο	Τομή	Κείμενο	Εμφάνιση	Ενίσχυση δοκού	Διατομή
Υλικό																		
<input checked="" type="checkbox"/>	Ποιότητα χάλυβα															?	S 275	
<input checked="" type="checkbox"/>	Τάση αστοχίας [fy] [MPa]															?	430	
<input checked="" type="checkbox"/>	Τάση διαρροής [fy] [MPa]															?	275	
<input checked="" type="checkbox"/>	Σταθερές υλικού															?	...	
Συντελεστές μήκους λυγισμού $Le_{cr} = \alpha \cdot L \cdot \eta$																		
<input checked="" type="checkbox"/>	Συντελ. ισόθ. μήκους λυγισμού [Ky] (περί ασθενή άξονα-Υ)															?	1.000	
<input checked="" type="checkbox"/>	Συντελ. ισόθ. μήκους λυγισμού [Kz] (περί ισχυρό άξονα-Ζ)															?	1.000	
<input checked="" type="checkbox"/>	Συντελ. καθ. μήκους λυγισμού [αBy] (περί ασθενή άξονα-Υ)															?	1.000	
<input checked="" type="checkbox"/>	Συντελ. καθ. μήκους λυγισμού [αBz] (περί ισχυρό άξονα-Ζ)															?	1.000	
Π.Κ. Λειτουργικότητας (Κατακόρυφα βέλη)																		
<input checked="" type="checkbox"/>	Έλεγχος βέλους															?	Ναι	
<input checked="" type="checkbox"/>	Συντελ. καθ. μήκους [βBy] για βέλος wy															?	1.000	
<input checked="" type="checkbox"/>	Συντελ. καθ. μήκους [βBz] για βέλος wz															?	1.000	
<input checked="" type="checkbox"/>	Συντ. μέγιστου βέλους σ_{max} [wmax<L/σmax]															?	250.000	
<input checked="" type="checkbox"/>	Συντ. βέλους μεταβλητών δράσεων α_3 [w3<L/α3]															?	300.000	
Ορισική εφεικυστική αντοχή καθαράς διατομής N_{Ed}																		
<input checked="" type="checkbox"/>	Συντελεστής καθαράς διατομής [AneU/A]															?	1.000	
Έλεγχοι																		
<input checked="" type="checkbox"/>	Έλεγχος σε αξονική δύναμη															?	Ναι	
<input checked="" type="checkbox"/>	Έλεγχος σε ροπές κάμψης															?	M _y + M _z	
<input checked="" type="checkbox"/>	Απαίτηση έλεγχου σε στρεπτοκαμπτικό λυγισμό															?	Όχι	
<input checked="" type="checkbox"/>	Έλεγχος λυγρότητας διαγώνιων συνδέσεων															?	Ναι	
Πιστοσύνη																		
<input checked="" type="checkbox"/>	Αυξημένες απαιτήσεις πιστοσύνης															?	Όχι (ΣΑΑΠ)	
<input checked="" type="checkbox"/>	Κανονικός έλεγχος διάτμησης															?	Αυτόματο	

Εικόνα 25 : Εισαγωγή Δομικού Χάλυβα Τεγίδας
(πηγή: αρχείο Fespa).



5.2.2 ΜΗΚΙΔΕΣ

Διατομή	Στατικά	Στατικά άκρου	Δεσμική	Φορτία	Σκυρόδεμα	Οπλισμός	Έδαφος	Υλικά - Αποτίμηση	Ράβδοι άκρου	Ράβδοι ανοίγματος	Δαμικός χάλυβας	Τοιχοπήρωση	Σχέδιο	Ταμή	Κείμενο	Εμφάνιση	Ενίσχυση δοκού	Διατομή 2	Φωτορεαλ
<input checked="" type="checkbox"/>	Είδος υλικού																?	Δαμικός χάλυβας	
<input checked="" type="checkbox"/>	Είδος μέλους																?	Σεσμ. Σύνδεσμος (Διακός σύζευξης)	
	Διατομές σε χρήση																?	ΙΡΕ140	
<input checked="" type="checkbox"/>	Αυτόματος υπολογισμός αδρανειακών στοιχείων																?	Ναι	
<input checked="" type="checkbox"/>	Κατηγορία διατομής																?	ΙΡΕ	
<input checked="" type="checkbox"/>	Όνομα διατομής																?	140	
	Όνομα διατομής κατάμησης																?	ΙΡΕ140	
<input checked="" type="checkbox"/>	Γωνία τοποθέτησης φ [°]																?	0.00	
<input checked="" type="checkbox"/>	h [mm]																?	140.00	
<input checked="" type="checkbox"/>	b [mm]																?	73.00	
<input checked="" type="checkbox"/>	tw [mm]																?	4.70	
<input checked="" type="checkbox"/>	tf [mm]																?	6.90	
<input checked="" type="checkbox"/>	Βάρος [kN/m]																?	0.129	

Εικόνα 26 : Εισαγωγή Διατομής Μηκίδας

(πηγή: αρχείο Fespa).

Διατομή	Στατικά	Στατικά άκρου	Δεσμική	Φορτία	Σκυρόδεμα	Οπλισμός	Έδαφος	Υλικά - Αποτίμηση	Ράβδοι άκρου	Ράβδοι ανοίγματος	Δαμικός χάλυβας	Τοιχοπήρωση	Σχέδιο	Ταμή	Κείμενο	Εμφάνιση	Ενίσχυση δοκού	
	Όνομα δράσης																?	Μόνιμα G
	Συντομογραφία																?	Μόνιμα G
	Υπολογισμός ιδίου βάρους																?	Όχι
<input checked="" type="checkbox"/>	Κατεύθυνση φόρτισης																?	Καθολικό Σ. Σ.
<input checked="" type="checkbox"/>	qx [kN/m]																?	0.000
<input checked="" type="checkbox"/>	qy [kN/m]																?	0.000
<input checked="" type="checkbox"/>	qz [kN/m]																?	0.000
<input checked="" type="checkbox"/>	mxx (τοπικό Σ.Σ.) [kNm/m]																?	0.00
	Εφαρμογή όλων των δράσεων																?	Όχι

Εικόνα 27 : Εισαγωγή Μόνιμων Φορτίων Μηκίδας

(πηγή: αρχείο Fespa).



Διατομή	Στατικά	Στατικά άκρα	Δεσμική	Φορτία	Σκυρόδεμα	Οπλισμός	Έδαφος	Υλικά - Αποτίμηση	Ράβδοι άκρου	Ράβδοι ανοίγματος	Δομικός χάλυβας	Τοιχοπήρωση	Σχέδιο	Τομή	Κείμενο	Εμφάνιση	Ενίσχυση δοκού
Όνομα δράσης																<input type="checkbox"/>	Άνεμος -z
Όνομα νέας δράσης																<input type="checkbox"/>	Άνεμος -z
Συντομογραφία																<input type="checkbox"/>	w[-z]
Υπολογισμός ίδιου βάρους																<input type="checkbox"/>	Όχι
<input checked="" type="checkbox"/> Κατεύθυνση φόρτισης																<input type="checkbox"/>	Καθολικό Σ. Σ.
<input checked="" type="checkbox"/> qx [kN/m]																<input type="checkbox"/>	0.000
<input checked="" type="checkbox"/> qy [kN/m]																<input type="checkbox"/>	0.000
<input checked="" type="checkbox"/> qz [kN/m]																<input type="checkbox"/>	-0.240
<input checked="" type="checkbox"/> mx (τοπικό Σ.Σ.) [kNm/m]																<input type="checkbox"/>	0.00
Εφαρμογή όλων των δράσεων																<input type="checkbox"/>	Όχι

Εικόνα 28 : Εισαγωγή Φορτία Ανέμου Μηκίδας

(πηγή: αρχείο Fespa).

Διατομή	Στατικά	Στατικά άκρα	Δεσμική	Φορτία	Σκυρόδεμα	Οπλισμός	Έδαφος	Υλικά - Αποτίμηση	Ράβδοι άκρου	Ράβδοι ανοίγματος	Δομικός χάλυβας	Τοιχοπήρωση	Σχέδιο	Τομή	Κείμενο	Εμφάνιση	Ενίσχυση δοκού
Όνομα δράσης																<input type="checkbox"/>	Χιόνι
Όνομα νέας δράσης																<input type="checkbox"/>	Χιόνι
Συντομογραφία																<input type="checkbox"/>	S
Υπολογισμός ίδιου βάρους																<input type="checkbox"/>	Όχι
<input checked="" type="checkbox"/> Κατεύθυνση φόρτισης																<input type="checkbox"/>	Καθολικό Σ. Σ.
<input checked="" type="checkbox"/> qx [kN/m]																<input type="checkbox"/>	0.000
<input checked="" type="checkbox"/> qy [kN/m]																<input type="checkbox"/>	0.000
<input checked="" type="checkbox"/> qz [kN/m]																<input type="checkbox"/>	0.000
<input checked="" type="checkbox"/> mx (τοπικό Σ.Σ.) [kNm/m]																<input type="checkbox"/>	0.00
Εφαρμογή όλων των δράσεων																<input type="checkbox"/>	Όχι

Εικόνα 29 : Εισαγωγή Φορτία Χιονιού Μηκίδας

(πηγή: αρχείο Fespa).

Επισύναψη : Τα φορτία ανέμου και χιονιού των μηκίδων στην άλλη όψη του υπόστεγου δόθηκαν με αντίθετο πρόσημο.



Διατομή	Στατικά	Στατικά άκρα	Δεσμική	Φορτία	Σκυρόδεμα	Οπλισμός	Έδαφος	Υλικό - Αποτίμηση	Ράβδοι άκρου	Ράβδοι ανοίγματος	Δομικός χάλυβας	Ταχοπήρωση	Σχέδιο	Τομή	Κείμενο	Εμφάνιση	Ενίσχυση δοκού	Δι	
Υλικό																			
<input checked="" type="checkbox"/>																		?	C25/30
<input checked="" type="checkbox"/>																		?	25
<input checked="" type="checkbox"/>																		?
Πλαστικότητα																			
<input checked="" type="checkbox"/>																		?	Όχι
<input checked="" type="checkbox"/>																		?	Όχι
<input checked="" type="checkbox"/>																		?	Όχι (ΧΑΑΠ)
Έλεγχοι λειτουργικότητας																			
<input checked="" type="checkbox"/>																		?	Ναι
<input checked="" type="checkbox"/>																		?	Όχι
<input checked="" type="checkbox"/>																		?	Ναι
Διαστασιολόγηση																			
<input checked="" type="checkbox"/>																		?	Ναι
<input checked="" type="checkbox"/>																		?	25.0
<input checked="" type="checkbox"/>																		?	Ναι
<input checked="" type="checkbox"/>																		?	Μόνο διαμενώς
<input checked="" type="checkbox"/>																		?	Όχι
<input checked="" type="checkbox"/>																		?	Όχι
Ανακατανομή ροπών																			
<input checked="" type="checkbox"/>																		?	Ναι
<input checked="" type="checkbox"/>																		?	1.000
<input checked="" type="checkbox"/>																		?	0.700
<input checked="" type="checkbox"/>																		?	0.700
Διάτμηση																			
<input checked="" type="checkbox"/>																		?	Όχι
<input checked="" type="checkbox"/>																		?	Αυτόματο
<input checked="" type="checkbox"/>																		?	1.000
<input checked="" type="checkbox"/>																		?	1.000
<input checked="" type="checkbox"/>																		?	1.200
<input checked="" type="checkbox"/>																		?	45 μοίρες

Εικόνα 30 : Εισαγωγή Σκυροδέματος Μηκίδας

(πηγή: [αρχείο Fespa](#)).

Διατομή	Στατικά	Στατικά άκρα	Δεσμική	Φορτία	Σκυρόδεμα	Οπλισμός	Έδαφος	Υλικό - Αποτίμηση	Ράβδοι άκρου	Ράβδοι ανοίγματος	Δομικός χάλυβας	Ταχοπήρωση	Σχέδιο	Τομή	Κείμενο	Εμφάνιση	Ενίσχυση δοκού	Δι	
Υλικό																			
<input checked="" type="checkbox"/>																		?	500
<input checked="" type="checkbox"/>																		?	500
Διάμετροι οπλισμού																			
<input checked="" type="checkbox"/>																		?
<input checked="" type="checkbox"/>																		?
<input checked="" type="checkbox"/>																		?
Λεπτομέρειες όπλισης																			
<input checked="" type="checkbox"/>																		?	2
<input checked="" type="checkbox"/>																		?	2
<input checked="" type="checkbox"/>																		?	Ναι
<input checked="" type="checkbox"/>																		?	0.200
<input checked="" type="checkbox"/>																		?	2

Εικόνα 31 : Εισαγωγή Οπλισμού Μηκίδας

(πηγή: [αρχείο Fespa](#)).



Διατομή	Στατικά	Στατικά άκρου	Δεσμική	Φορτία	Σκυρόδεμα	Οπλισμός	Έδαφος	Υλικά - Αποτίμηση	Ράβδοι άκρου	Ράβδοι ανοίγματος	Δομικός χάλυβας	Τοιχοπήρωση	Σκέδιο	Τομή	Κείμενο	Εμφάνιση	Ενίσχυση δοκού	Δια	
Υλικά																			
<input checked="" type="checkbox"/>																		S 275	
<input checked="" type="checkbox"/>																		430	
<input checked="" type="checkbox"/>																		275	
<input checked="" type="checkbox"/>																		...	
Συντελεστές μήκους άνωματό $L_{eff} = \alpha \cdot L$																			
<input checked="" type="checkbox"/>																		1.000	
<input checked="" type="checkbox"/>																		1.000	
<input checked="" type="checkbox"/>																		1.000	
<input checked="" type="checkbox"/>																		1.000	
Π.Κ. Λειτουργικότητας (Κατακόρυφα βέλη)																			
<input checked="" type="checkbox"/>																		Ναι	
<input checked="" type="checkbox"/>																		1.000	
<input checked="" type="checkbox"/>																		1.000	
<input checked="" type="checkbox"/>																		250.000	
<input checked="" type="checkbox"/>																		300.000	
Ορισική εφελκυστική αντοχή καθαράς διατομής N_{Ed}																			
<input checked="" type="checkbox"/>																		1.000	
Έλεγχος																			
<input checked="" type="checkbox"/>																		Όχι	
<input checked="" type="checkbox"/>																		$M_y + M_z$	
<input checked="" type="checkbox"/>																		Ναι	
<input checked="" type="checkbox"/>																		Ναι	
Πιστοσύνη																			
<input checked="" type="checkbox"/>																		Όχι (ΣΑΔΓ)	
<input checked="" type="checkbox"/>																		Αυτόματα	

Εικόνα 32 : Εισαγωγή Δομικού Χάλυβα Μηκίδας

(πηγή: αρχείο Fespa).



5.2.3 ΔΟΚΟΙ ΖΥΓΩΜΑΤΟΣ

Διατομή	Στατικά	Στατικά άκρου	Δεσμική	Φορτία	Σκυρόδεμα	Οπλισμός	Έδαφος	Υλικά - Αποτίμηση	Ράβδοι άκρου	Ράβδοι ανοίγματος	Δομικός χάλυβας	Τοιχοπήρωση	Σχέδιο	Ταμή	Κείμενο	Εμφάνιση	Ενίσχυση δοκού	Διατομή
<input checked="" type="checkbox"/>	Είδος υλικού																?	Δομικός Χάλυβας
<input checked="" type="checkbox"/>	Είδος μέλους																?	Γενικό μέλος (μεταλλικό)
	Διατομές σε χρήση																?	ΙΡΕ 450
<input checked="" type="checkbox"/>	Αυτόματος υπολογισμός αδρανειακών στοιχείων																?	Ναι
<input checked="" type="checkbox"/>	Κατηγορία διατομής																?	ΙΡΕ
<input checked="" type="checkbox"/>	Όνομα διατομής																?	450
	Όνομα διατομής κάτοψης																?	ΙΡΕ 450
<input checked="" type="checkbox"/>	Γωνία τοποθέτησης φ [°]																?	0.00
<input checked="" type="checkbox"/>	h [mm]																?	450.00
<input checked="" type="checkbox"/>	b [mm]																?	190.00
<input checked="" type="checkbox"/>	lw [mm]																?	9.40
<input checked="" type="checkbox"/>	lf [mm]																?	14.60
<input checked="" type="checkbox"/>	Βάρος [kN/m]																?	0.776

Εικόνα 33 : Εισαγωγή Διατομής Ζυγώματος

(πηγή: αρχείο Fespa).

Διατομή	Στατικά	Στατικά άκρου	Δεσμική	Φορτία	Σκυρόδεμα	Οπλισμός	Έδαφος	Υλικά - Αποτίμηση	Ράβδοι άκρου	Ράβδοι ανοίγματος	Δομικός χάλυβας	Τοιχοπήρωση	Σχέδιο	Ταμή	Κείμενο	Εμφάνιση	Ενίσχυση δοκού	
	Όνομα δράσης																?	Μόνιμα G
	Συνομογραφία																?	Μόνιμα G
	Υπολογισμός ίδιου βάρους																?	Όχι
<input checked="" type="checkbox"/>	Κατεύθυνση φόρτισης																?	Καθολικό Σ. Σ.
<input checked="" type="checkbox"/>	qx [kN/m]																?	0.000
<input checked="" type="checkbox"/>	qy [kN/m]																?	0.000
<input checked="" type="checkbox"/>	qz [kN/m]																?	0.000
<input checked="" type="checkbox"/>	mxx (τοπικό Σ.Σ.) [kNm/m]																?	0.00
	Εφαρμογή όλων των δράσεων																?	Όχι

Εικόνα 34 : Εισαγωγή Μόνιμων Φορτίων Ζυγώματος

(πηγή: αρχείο Fespa).



Διατομή	Στατικά	Στατικά άκρου	Δεσμική	Φορτία	Σκυρόδεμα	Οπλισμός	Έδαφος	Υλικά - Αποτίμηση	Ράβδοι άκρου	Ράβδοι ανοίγματος	Δομικός χάλυβας	Τοιχοπήρωση	Σχέδιο	Τομή	Κείμενο	Εμφάνιση	Επίσχεση δοκού
Όνομα δράσης																<input type="checkbox"/>	Άνεμος +z
Όνομα νέας δράσης																<input type="checkbox"/>	Άνεμος +z
Συντομογραφία																<input type="checkbox"/>	W(+z)
Υπολογισμός ιδιου βάρους																<input type="checkbox"/>	Όχι
<input checked="" type="checkbox"/> Κατεύθυνση φόρτισης																<input type="checkbox"/>	Καθολικό Σ. Σ.
<input checked="" type="checkbox"/> q_x [kN/m]																<input type="checkbox"/>	0.000
<input checked="" type="checkbox"/> q_y [kN/m]																<input type="checkbox"/>	0.000
<input checked="" type="checkbox"/> q_z [kN/m]																<input type="checkbox"/>	0.000
<input checked="" type="checkbox"/> m_x (τοπικό Σ.Σ.) [kNm/m]																<input type="checkbox"/>	0.00
Εφαρμογή όλων των δράσεων																<input type="checkbox"/>	Όχι

Εικόνα 35 : Εισαγωγή Φορτία Ανέμου Ζυγώματος

(πηγή: αρχείο Fespa).

Διατομή	Στατικά	Στατικά άκρου	Δεσμική	Φορτία	Σκυρόδεμα	Οπλισμός	Έδαφος	Υλικά - Αποτίμηση	Ράβδοι άκρου	Ράβδοι ανοίγματος	Δομικός χάλυβας	Τοιχοπήρωση	Σχέδιο	Τομή	Κείμενο	Εμφάνιση	Επίσχεση δοκού
Όνομα δράσης																<input type="checkbox"/>	Χιόνι
Όνομα νέας δράσης																<input type="checkbox"/>	Χιόνι
Συντομογραφία																<input type="checkbox"/>	S
Υπολογισμός ιδιου βάρους																<input type="checkbox"/>	Όχι
<input checked="" type="checkbox"/> Κατεύθυνση φόρτισης																<input type="checkbox"/>	Καθολικό Σ. Σ.
<input checked="" type="checkbox"/> q_x [kN/m]																<input type="checkbox"/>	0.000
<input checked="" type="checkbox"/> q_y [kN/m]																<input type="checkbox"/>	0.000
<input checked="" type="checkbox"/> q_z [kN/m]																<input type="checkbox"/>	0.000
<input checked="" type="checkbox"/> m_x (τοπικό Σ.Σ.) [kNm/m]																<input type="checkbox"/>	0.00
Εφαρμογή όλων των δράσεων																<input type="checkbox"/>	Όχι

Εικόνα 36 : Εισαγωγή Φορτία Χιονιού Ζυγώματος

(πηγή: αρχείο Fespa).



Διατομή	Στατικά	Στατικά άκρου	Δεσμική	Φορτία	Σκυροδέμα	Οπλισμός	Έδαφος	Υλικό - Αποτίμηση	Ράβδοι άκρου	Ράβδοι ανοίγματος	Δομικός χάλυβας	Τοιχοπήρωση	Σχέδιο	Τομή	Κείμενο	Εμφάνιση	Επίσχυση δοκού	Διατομή:2
Υλικό																		
<input checked="" type="checkbox"/>																		C25/30
<input checked="" type="checkbox"/>																		25
<input checked="" type="checkbox"/>																		...
Πλαστικότητα																		
<input checked="" type="checkbox"/>																		Όχι
<input checked="" type="checkbox"/>																		Όχι
<input checked="" type="checkbox"/>																		Ναι (Κύριο σεισμικό μέλος)
Έλεγχοι λειτουργικότητας																		
<input checked="" type="checkbox"/>																		Ναι
<input checked="" type="checkbox"/>																		Όχι
<input checked="" type="checkbox"/>																		Ναι
Διαστασιοποίηση																		
<input checked="" type="checkbox"/>																		Ναι
<input checked="" type="checkbox"/>																		25.0
<input checked="" type="checkbox"/>																		Ναι
<input checked="" type="checkbox"/>																		Μόνο διασπενώς
<input checked="" type="checkbox"/>																		Όχι
<input checked="" type="checkbox"/>																		Όχι
Ανακατανομή ραβδών																		
<input checked="" type="checkbox"/>																		Ναι
<input checked="" type="checkbox"/>																		1.000
<input checked="" type="checkbox"/>																		0.700
<input checked="" type="checkbox"/>																		0.700
Διάτμηση																		
<input checked="" type="checkbox"/>																		Όχι
<input checked="" type="checkbox"/>																		Αυτόματο
<input checked="" type="checkbox"/>																		1.000
<input checked="" type="checkbox"/>																		1.000
<input checked="" type="checkbox"/>																		1.200
<input checked="" type="checkbox"/>																		45 μίρες

Εικόνα 37 : Εισαγωγή Σκυροδέματος Ζυγώματος

(πηγή: [αρχείο Fespa](#)).

Διατομή	Στατικά	Στατικά άκρου	Δεσμική	Φορτία	Σκυροδέμα	Οπλισμός	Έδαφος	Υλικό - Αποτίμηση	Ράβδοι άκρου	Ράβδοι ανοίγματος	Δομικός χάλυβας	Τοιχοπήρωση	Σχέδιο	Τομή	Κείμενο	Εμφάνιση	Επίσχυση δοκού	
Υλικό																		
<input checked="" type="checkbox"/>																		500
<input checked="" type="checkbox"/>																		500
Διάμετροι οπλισμού																		
<input checked="" type="checkbox"/>																		...
<input checked="" type="checkbox"/>																		...
<input checked="" type="checkbox"/>																		...
Λεπτομέρειες όπλισης																		
<input checked="" type="checkbox"/>																		2
<input checked="" type="checkbox"/>																		2
<input checked="" type="checkbox"/>																		Ναι
<input checked="" type="checkbox"/>																		0.200
<input checked="" type="checkbox"/>																		2

Εικόνα 38 : Εισαγωγή Οπλισμού Ζυγώματος

(πηγή: [αρχείο Fespa](#)).



Διατομή	Στατικά	Στατικά άκρα	Δεσμική	Φορτία	Σκυρόδεμα	Οπλισμός	Έδαφος	Υλικά - Αποτίμηση	Ράβδοι άκρου	Ράβδοι ανοίγματος	Δομικός χάλυβας	Τοιχοπήρωση	Σχέδιο	Τομή	Κείμενο	Εμφάνιση	Επίσχεση δοκού	Διατομή-2
Υλικό																		
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	5 275
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	430
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	275
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	...
Συντελεστές μήκους λυγισμού $L_{ef}=a_0 \cdot K \cdot L$																		
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	1.000
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	1.000
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	1.000
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	1.000
Ο.Κ. Αειφυγκικότητας (Κατακόρυφα βέλη)																		
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	Ναι
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	1.000
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	1.000
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	250.000
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	300.000
Πρακτική ασφαλιστική αντοχή καθαρές διατομές N_{uEd}																		
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	1.000
Έλεγχος																		
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	Ναι
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	My + Mz
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	Ναι
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	Ναι
Πιστοσιμότητα																		
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	Ναι (Κύριο σεισμικό μέλος)
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	Αυτόματο
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	1.250

Εικόνα 39 : Εισαγωγή Δομικού Χάλυβα Ζυγώματος
(πηγή: *αρχείο Fespa*).



5.2.4 ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ

Διατομή	Στατικά	Φορτία	Σκυρόδεμα	Οπλισμοί	Έδαφος	Υλικά - Αποτίμηση	Δομικός κάλυβας	Pushover	Συνδετήρες	Τοιχοποιία	Σχέδιο	Τομή	Κείμενο	Εμφάνιση	Ικνός βάσης	Ενίσχυση υποστυλώματος	Διατομή 2	Φωτορεαλισμός	
<input checked="" type="checkbox"/>	Είδος υλικού																?	Δομικός Χάλυβας	
	Διατομής σε χρήση																?	HEA400	
<input checked="" type="checkbox"/>	Αυτόματος υπολογισμός αδρανειακών στοιχείων																?	Ναι	
<input checked="" type="checkbox"/>	Κατηγορία διατομής																?	HEA	
<input checked="" type="checkbox"/>	Όνομα διατομής																?	400	
	Όνομα διατομής κατάμησης																?	HEA400	
<input type="checkbox"/>	Γωνία τοποθέτησης φ [°]																?	90.00	
<input checked="" type="checkbox"/>	h [mm]																?	390.00	
<input checked="" type="checkbox"/>	b [mm]																?	300.00	
<input checked="" type="checkbox"/>	hw [mm]																?	11.00	
<input checked="" type="checkbox"/>	tf [mm]																?	19.00	
<input checked="" type="checkbox"/>	Βάρος [kN/m]																?	1.250	

Εικόνα 40 : Εισαγωγή Διατομής Υποστυλώματος

(πηγή: [αρχείο Fespa](#)).

Διατομή	Στατικά	Φορτία	Σκυρόδεμα	Οπλισμοί	Έδαφος	Υλικά - Αποτίμηση	Δομικός κάλυβας	Pushover	Συνδετήρες	Τοιχοποιία	Σχέδιο	Τομή	Κείμενο	Εμφάνιση	Ικνός βάσης	Ενίσχυση υποστυλώματος	Διατομή 2	Φωτορεαλισμός	
	Όνομα δράσης																?	Μόνιμα G	
	Υπολογισμός ίδιου βάρους																?	Όχι	
<input checked="" type="checkbox"/>	Κατεύθυνση ομοιόμορφης φόρτισης																?	Καθολικό Σ. Σ.	
<input checked="" type="checkbox"/>	qx [kN/m]																?	0.000	
<input checked="" type="checkbox"/>	qy [kN/m]																?	0.000	
<input checked="" type="checkbox"/>	qz [kN/m]																?	0.000	
<input checked="" type="checkbox"/>	mxx (ταπικό Σ.Σ.) [kNm/m]																?	0.00	
<input checked="" type="checkbox"/>	Fx [kN]																?	0.00	
<input checked="" type="checkbox"/>	Fy [kN]																?	0.00	
<input checked="" type="checkbox"/>	Fz [kN]																?	0.00	
<input checked="" type="checkbox"/>	Mx [kNm]																?	0.00	
<input checked="" type="checkbox"/>	My [kNm]																?	0.00	
<input checked="" type="checkbox"/>	Mz [kNm]																?	0.00	
	Εφαρμογή όλων των δράσεων																?	Όχι	

Εικόνα 41 : Εισαγωγή Μόνιμων Φορτίων Υποστυλώματος

(πηγή: [αρχείο Fespa](#)).



Διατομή	Στατικά Φορτία	Σκυρόδεμα	Οπλισμοί	Έδαφος	Υλικά - Αποτίμηση	Δομικός κάλυβας	Pushover	Συνδετήρες	Τοιχοποιία	Σχέδιο	Τομή	Κείμενο	Εμφάνιση	Έκνος βάσης	Ενίσχυση υποστύλωματος	Διατομή 2	Φωτ
	Όνομα δράσης															?	Άνεμος +z
	Όνομα νέας δράσης															?	Άνεμος +z
	Συντομογραφία															?	W(+z)
	Υπολογισμός ιδίου βάρους															?	Όχι
<input checked="" type="checkbox"/>	Κατεύθυνση ομοιόμορφης φόρτισης															?	Καθολικό Σ. Σ.
<input checked="" type="checkbox"/>	qx [kN/m]															?	0.000
<input checked="" type="checkbox"/>	qy [kN/m]															?	0.000
<input checked="" type="checkbox"/>	qz [kN/m]															?	0.000
<input checked="" type="checkbox"/>	mκ (τοπικό Σ.Σ.) [kNm/m]															?	0.00
<input checked="" type="checkbox"/>	Fx [kN]															?	0.00
<input checked="" type="checkbox"/>	Fy [kN]															?	0.00
<input checked="" type="checkbox"/>	Fz [kN]															?	0.00
<input checked="" type="checkbox"/>	Mx [kNm]															?	0.00
<input checked="" type="checkbox"/>	My [kNm]															?	0.00
<input checked="" type="checkbox"/>	Mz [kNm]															?	0.00
	Εφαρμογή όλων των δράσεων															?	Όχι

Εικόνα 42 : Εισαγωγή Φορτία Ανέμου Υποστύλωματος
(πηγή: αρχείο Fespa).

Διατομή	Στατικά Φορτία	Σκυρόδεμα	Οπλισμοί	Έδαφος	Υλικά - Αποτίμηση	Δομικός κάλυβας	Pushover	Συνδετήρες	Τοιχοποιία	Σχέδιο	Τομή	Κείμενο	Εμφάνιση	Έκνος βάσης	Ενίσχυση υποστύλωματος	Διατομή 2	Φωτορεα
	Όνομα δράσης															?	Χιόνι
	Όνομα νέας δράσης															?	Χιόνι
	Συντομογραφία															?	S
	Υπολογισμός ιδίου βάρους															?	Όχι
<input checked="" type="checkbox"/>	Κατεύθυνση ομοιόμορφης φόρτισης															?	Καθολικό Σ. Σ.
<input checked="" type="checkbox"/>	qx [kN/m]															?	0.000
<input checked="" type="checkbox"/>	qy [kN/m]															?	0.000
<input checked="" type="checkbox"/>	qz [kN/m]															?	0.000
<input checked="" type="checkbox"/>	mκ (τοπικό Σ.Σ.) [kNm/m]															?	0.00
<input checked="" type="checkbox"/>	Fx [kN]															?	0.00
<input checked="" type="checkbox"/>	Fy [kN]															?	0.00
<input checked="" type="checkbox"/>	Fz [kN]															?	0.00
<input checked="" type="checkbox"/>	Mx [kNm]															?	0.00
<input checked="" type="checkbox"/>	My [kNm]															?	0.00
<input checked="" type="checkbox"/>	Mz [kNm]															?	0.00
	Εφαρμογή όλων των δράσεων															?	Όχι

Εικόνα 43 : Εισαγωγή Φορτία Χιονιού Υποστύλωματος
(πηγή: αρχείο Fespa).



Διατομή	Στατικά	Φορτία	Σκυροδέματα	Οπλισμοί	Έδαφος	Υλικά - Αποτίμηση	Δομικός κάλυβας	Pushover	Συνδετήρες	Τοιχοποιία	Σχέδιο	Ταμή	Κείμενο	Εμφάνιση	Κινος βάσης	Ενίσχυση υποστυλίου	Διατομή 2	Φωτορεαλισμός	Όλα
Υλικό																			
✓																		?	Ε25/30
✓																		?	25
✓																		?	...
Πάσα τριμότητα																			
✓																		?	Ναι (Κύριο σεισμικό μέλος)
✓																		?	Αυτόματο
✓																		?	Όχι
✓																		?	Αυτόματο
Διάτμηση																			
✓																		?	Αυτόματο
✓																		?	1.100
✓																		?	1.100
✓																		?	1.200
✓																		?	10.000
✓																		?	Αυτόματο
Έλεγχος κόμβου																			
✓																		?	Αυτόματο
✓																		?	Αυτόματο
✓																		?	Αυτόματο
✓																		?	0.00
✓																		?	0.00
Κοντό υποστυλίο																			
✓																		?	Όχι
✓																		?	2.000
✓																		?	Με προσθήκη εντατικών μεγεθών
Επιβράσεις Τοιχοπλήρωσης																			
✓																		?	0.00
✓																		?	0.00
✓																		?	0.00
Λιγισμός																			
✓																		?	Ναι
✓																		?	0.00
✓																		?	0.00
Τόξα																			
✓																		?	0.25

Εικόνα 44 : Εισαγωγή Σκυροδέματος Υποστυλώματος

(πηγή: [αρχείο Fespa](#)).

Διατομή	Στατικά	Φορτία	Σκυροδέματα	Οπλισμοί	Έδαφος	Υλικά - Αποτίμηση	Δομικός κάλυβας	Pushover	Συνδετήρες	Τοιχοποιία	Σχέδιο	Ταμή	Κείμενο	Εμφάνιση	Κινος βάσης	Ενίσχυση υποστυλίου	Διατομή 2	Φωτορεαλισμός	Όλα
Μέθοδος																			
✓																		?	Διαστασιολόγηση
✓																		?	0
Υλικό																			
✓																		?	500
✓																		?	500
Διάμετροι οπλισμού																			
✓																		?	...
✓																		?	...
✓																		?	...
✓																		?	...
Λεπτομέρειες όπλισης																			
✓																		?	0.200
✓																		?	0.025
✓																		?	0.200
✓																		?	Ρόμβος
✓																		?	2
✓																		?	Αυτόματο
✓																		?	0.200
✓																		?	0.200

Εικόνα 45 : Εισαγωγή Οπλισμού Υποστυλώματος

(πηγή: [αρχείο Fespa](#)).



Διατομή	Στατικά	Φορτία	Σκυροδέματα	Οπλισμοί	Έδαφος	Υλικά - Αποτίμηση	Δομικός χάλυβας	Pushover	Συνδέτηρες	Τοιχοποιία	Σχέδιο	Τομή	Κείμενο	Εμφάνιση	Ικνός βάσης	Ενίσχυση υποστύλιωματος	Διατομή 2	Φωτορεαλισμός	
Υλικό																			
<input checked="" type="checkbox"/>	Ποιότητα χάλυβα																	?	S 275
<input checked="" type="checkbox"/>	Τάση αστοχίας [fu] [MPa]																	?	430
<input checked="" type="checkbox"/>	Τάση διαρροής [fy] [MPa]																	?	275
<input checked="" type="checkbox"/>	Σταθερές υλικού																	?	...
Συντελεστές μήκους ηλυσισμού $L_{cr}=a \cdot K \cdot L$																			
<input checked="" type="checkbox"/>	Συντελ. ισοδ. μήκους ηλυσισμού [Ky] (περί ισχυρά άξονα-Y)																	?	1.000
<input checked="" type="checkbox"/>	Συντελ. ισοδ. μήκους ηλυσισμού [Kz] (περί ασθενή άξονα-Z)																	?	1.000
<input checked="" type="checkbox"/>	Συντελ. καθ. μήκους ηλυσισμού [aBy] (περί ισχυρά άξονα-Y)																	?	1.000
<input checked="" type="checkbox"/>	Συντελ. καθ. μήκους ηλυσισμού [aBz] (περί ασθενή άξονα-Z)																	?	1.000
Οριακή εφελκυστική αγιοτική καθαρή διατομή NuRd																			
<input checked="" type="checkbox"/>	Συντελεστής καθαής διατομής [Anet/ A]																	?	1.000
Έλεγχοι																			
<input checked="" type="checkbox"/>	Έλεγχος σε αξονική δύναμη																	?	Ναι
<input checked="" type="checkbox"/>	Έλεγχος σε ροπές κάμψης																	?	My + Mz
<input checked="" type="checkbox"/>	Απαιτήση ελέγχου σε στρεπτοκαμπτικό ηλυσισμό																	?	Ναι
Πλαστικότητα																			
<input checked="" type="checkbox"/>	Αυξημένες απαιτήσεις πλαστικότητας																	?	Ναι (Κόριο σεισμικό μέλος)
<input checked="" type="checkbox"/>	Ικανοτικός σχεδιασμός υποστύλιωματος σε κάμψη																	?	Αυτόματο

Εικόνα 46 : Εισαγωγή Δομικού Χάλυβα Υποστύλωματος

(πηγή: αρχείο Fespa).



5.2.5 ΜΕΤΩΠΙΚΟΣ ΣΤΥΛΟΣ

Διατομή	Στατικά	Φορτία	Σκυρόδεμα	Οπλισμοί	Έδαφος	Υλικά - Αποτίμηση	Δομικός κάλυβος	Pushover	Συνδετήρες	Ταυχοποιία	Σχέδιο	Τομή	Κείμενο	Εμφάνιση	Ικνός βάσης	Ενίσχυση υποστρώματος	Διατομή 2	Φωτογραφία
<input checked="" type="checkbox"/>	Είδος υλικού																<input type="text" value="?"/>	Δομικός Κάλυβος
	Διατομές σε χρήση																<input type="text" value="?"/>	HEA180
<input checked="" type="checkbox"/>	Αυτόματος υπολογισμός αδρανειακών στοιχείων																<input type="text" value="?"/>	Ναι
<input checked="" type="checkbox"/>	Κατηγορία διατομής																<input type="text" value="?"/>	HEA
<input checked="" type="checkbox"/>	Όνομα διατομής																<input type="text" value="?"/>	180
	Όνομα διατομής κατάταιης																<input type="text" value="?"/>	HEA180
<input type="checkbox"/>	Γωνία τοποθέτησης φ [°]																<input type="text" value="?"/>	90.00
<input checked="" type="checkbox"/>	h [mm]																<input type="text" value="?"/>	171.00
<input checked="" type="checkbox"/>	b [mm]																<input type="text" value="?"/>	180.00
<input checked="" type="checkbox"/>	t _w [mm]																<input type="text" value="?"/>	6.00
<input checked="" type="checkbox"/>	t _f [mm]																<input type="text" value="?"/>	9.50
<input checked="" type="checkbox"/>	Βάρος [kN/m]																<input type="text" value="?"/>	0.355

Εικόνα 47 : Εισαγωγή Διατομής Μετωπικού Στύλου

(πηγή: αρχείο Fespa).

Διατομή	Στατικά	Φορτία	Σκυρόδεμα	Οπλισμοί	Έδαφος	Υλικά - Αποτίμηση	Δομικός κάλυβος	Pushover	Συνδετήρες	Ταυχοποιία	Σχέδιο	Τομή	Κείμενο	Εμφάνιση	Ικνός βάσης	Ενίσχυση υποστρώματος	Διατομή 2	Φωτογραφία
	Όνομα δράσης																<input type="text" value="?"/>	Μόνιμα G
	Υπολογισμός ίδιου βάρους																<input type="text" value="?"/>	Όχι
<input checked="" type="checkbox"/>	Κατεύθυνση ομοιόμορφης φόρτισης																<input type="text" value="?"/>	Καθολικό Σ. Σ.
<input checked="" type="checkbox"/>	q _x [kN/m]																<input type="text" value="?"/>	0.000
<input checked="" type="checkbox"/>	q _y [kN/m]																<input type="text" value="?"/>	0.000
<input checked="" type="checkbox"/>	q _z [kN/m]																<input type="text" value="?"/>	0.000
<input checked="" type="checkbox"/>	m _x (τοπικό Σ.Σ.) [kNm/m]																<input type="text" value="?"/>	0.00
<input checked="" type="checkbox"/>	F _x [kN]																<input type="text" value="?"/>	0.00
<input checked="" type="checkbox"/>	F _y [kN]																<input type="text" value="?"/>	0.00
<input checked="" type="checkbox"/>	F _z [kN]																<input type="text" value="?"/>	0.00
<input checked="" type="checkbox"/>	M _x [kNm]																<input type="text" value="?"/>	0.00
<input checked="" type="checkbox"/>	M _y [kNm]																<input type="text" value="?"/>	0.00
<input checked="" type="checkbox"/>	M _z [kNm]																<input type="text" value="?"/>	0.00
	Εφαρμογή όλων των δράσεων																<input type="text" value="?"/>	Όχι

Εικόνα 48 : Εισαγωγή Μόνιμων Φορτίων Μετωπικού Στύλου

(πηγή: αρχείο Fespa).



Διατομή	Στατικά	Φορτία	Σκυρόδεμα	Οπλισμοί	Έδαφος	Υλικά - Αποτίμηση	Δομικός χάλυβας	Pushover	Συνδετήρες	Τοιχοποιία	Σχέδιο	Τομή	Κείμενο	Εμφάνιση	Ικνός βάσης	Ενίσχυση υποστύλιματος	Διατομή 2	Φωτογραφία	
Όνομα δράσης																	?	Άνεμος +z	
Όνομα νέας δράσης																	?	Άνεμος +z	
Συντομογραφία																	?	w[+z]	
Υπολογισμός ίδιου βάρους																	?	Όχι	
<input checked="" type="checkbox"/> Κατεύθυνση ομοιόμορφης φόρτισης																	?	Καθολικό Σ. Σ.	
<input checked="" type="checkbox"/> qx [kN/m]																	?	0.000	
<input checked="" type="checkbox"/> qy [kN/m]																	?	0.000	
<input checked="" type="checkbox"/> qz [kN/m]																	?	0.000	
<input checked="" type="checkbox"/> mx (τοπικό Σ.Σ.) [kNm/m]																	?	0.00	
<input checked="" type="checkbox"/> Fx [kN]																	?	0.00	
<input checked="" type="checkbox"/> Fy [kN]																	?	0.00	
<input checked="" type="checkbox"/> Fz [kN]																	?	0.00	
<input checked="" type="checkbox"/> Mx [kNm]																	?	0.00	
<input checked="" type="checkbox"/> My [kNm]																	?	0.00	
<input checked="" type="checkbox"/> Mz [kNm]																	?	0.00	
Εφαρμογή όλων των δράσεων																	?	Όχι	

Εικόνα 49 : Εισαγωγή Φορτία Ανέμου Μετωπικού Στύλου
(πηγή: αρχείο Fespa).

Διατομή	Στατικά	Φορτία	Σκυρόδεμα	Οπλισμοί	Έδαφος	Υλικά - Αποτίμηση	Δομικός χάλυβας	Pushover	Συνδετήρες	Τοιχοποιία	Σχέδιο	Τομή	Κείμενο	Εμφάνιση	Ικνός βάσης	Ενίσχυση υποστύλιματος	Διατομή 2	Φωτογραφία	
Όνομα δράσης																	?	Χιόνι	
Όνομα νέας δράσης																	?	Χιόνι	
Συντομογραφία																	?	s	
Υπολογισμός ίδιου βάρους																	?	Όχι	
<input checked="" type="checkbox"/> Κατεύθυνση ομοιόμορφης φόρτισης																	?	Καθολικό Σ. Σ.	
<input checked="" type="checkbox"/> qx [kN/m]																	?	0.000	
<input checked="" type="checkbox"/> qy [kN/m]																	?	0.000	
<input checked="" type="checkbox"/> qz [kN/m]																	?	0.000	
<input checked="" type="checkbox"/> mx (τοπικό Σ.Σ.) [kNm/m]																	?	0.00	
<input checked="" type="checkbox"/> Fx [kN]																	?	0.00	
<input checked="" type="checkbox"/> Fy [kN]																	?	0.00	
<input checked="" type="checkbox"/> Fz [kN]																	?	0.00	
<input checked="" type="checkbox"/> Mx [kNm]																	?	0.00	
<input checked="" type="checkbox"/> My [kNm]																	?	0.00	
<input checked="" type="checkbox"/> Mz [kNm]																	?	0.00	
Εφαρμογή όλων των δράσεων																	?	Όχι	

Εικόνα 50 : Εισαγωγή Φορτία Χιονιού Μετωπικού Στύλου
(πηγή: αρχείο Fespa).



Διατομή	Στατικά	Φορτία	Σκυροδέματα	Οπλισμοί	Έδαφος	Υλικά - Αποτίμηση	Δομικός χάλυβας	Pushover	Συνδετήρες	Τοιχοποιία	Σχέδιο	Τομή	Κείμενο	Εμφάνιση	Ικνός βάσης	Ενίσχυση υποστύλιωματος	Διατομή 2	Φωτορεαλισμός	Όλα
Υλικό																			
<input checked="" type="checkbox"/>																	<input type="checkbox"/>	C25/30	
<input checked="" type="checkbox"/>																	<input type="checkbox"/>	25	
<input checked="" type="checkbox"/>																	<input type="checkbox"/>	
Πίστασιμότητα																			
<input checked="" type="checkbox"/>																	<input type="checkbox"/>	Ναι (Κόριο σεισμικό μέλος)	
<input checked="" type="checkbox"/>																	<input type="checkbox"/>	Αυτόματο	
<input checked="" type="checkbox"/>																	<input type="checkbox"/>	Όχι	
<input checked="" type="checkbox"/>																	<input type="checkbox"/>	Αυτόματο	
Διάτρηση																			
<input checked="" type="checkbox"/>																	<input type="checkbox"/>	Αυτόματο	
<input checked="" type="checkbox"/>																	<input type="checkbox"/>	1.100	
<input checked="" type="checkbox"/>																	<input type="checkbox"/>	1.100	
<input checked="" type="checkbox"/>																	<input type="checkbox"/>	1.200	
<input checked="" type="checkbox"/>																	<input type="checkbox"/>	10.000	
<input checked="" type="checkbox"/>																	<input type="checkbox"/>	Αυτόματο	
Έλεγχος κόμβου																			
<input checked="" type="checkbox"/>																	<input type="checkbox"/>	Αυτόματο	
<input checked="" type="checkbox"/>																	<input type="checkbox"/>	Αυτόματο	
<input checked="" type="checkbox"/>																	<input type="checkbox"/>	Αυτόματο	
<input checked="" type="checkbox"/>																	<input type="checkbox"/>	0.00	
<input checked="" type="checkbox"/>																	<input type="checkbox"/>	0.00	
Κοντό υποστύλιωμα																			
<input checked="" type="checkbox"/>																	<input type="checkbox"/>	Όχι	
<input checked="" type="checkbox"/>																	<input type="checkbox"/>	2.000	
<input checked="" type="checkbox"/>																	<input type="checkbox"/>	Με προσούθηση εντατικών μεγεθών	
Επιδράσεις Τοιχοπήρωσης																			
<input checked="" type="checkbox"/>																	<input type="checkbox"/>	0.00	
<input checked="" type="checkbox"/>																	<input type="checkbox"/>	0.00	
<input checked="" type="checkbox"/>																	<input type="checkbox"/>	0.00	
Αυγισμός																			
<input checked="" type="checkbox"/>																	<input type="checkbox"/>	Ναι	
<input checked="" type="checkbox"/>																	<input type="checkbox"/>	0.00	
<input checked="" type="checkbox"/>																	<input type="checkbox"/>	0.00	
Τόξα																			
<input checked="" type="checkbox"/>																	<input type="checkbox"/>	0.25	

Εικόνα 51 : Εισαγωγή Σκυροδέματος Μετωπικού Στύλου

(πηγή: [αρχείο Fespa](#)).

Διατομή	Στατικά	Φορτία	Σκυροδέματα	Οπλισμοί	Έδαφος	Υλικά - Αποτίμηση	Δομικός χάλυβας	Pushover	Συνδετήρες	Τοιχοποιία	Σχέδιο	Τομή	Κείμενο	Εμφάνιση	Ικνός βάσης	Ενίσχυση υποστύλιωματος	Διατομή 2	Φωτορεαλισμός	Όλα
<input checked="" type="checkbox"/>																	<input type="checkbox"/>	Διαστασιολόγηση	
<input checked="" type="checkbox"/>																	<input type="checkbox"/>	0	
Υλικό																			
<input checked="" type="checkbox"/>																	<input type="checkbox"/>	500	
<input checked="" type="checkbox"/>																	<input type="checkbox"/>	500	
Διάμετροι οπλισμού																			
<input checked="" type="checkbox"/>																	<input type="checkbox"/>	
<input checked="" type="checkbox"/>																	<input type="checkbox"/>	
<input checked="" type="checkbox"/>																	<input type="checkbox"/>	
<input checked="" type="checkbox"/>																	<input type="checkbox"/>	
Λεπτομέρειες όπλισης																			
<input checked="" type="checkbox"/>																	<input type="checkbox"/>	0.200	
<input checked="" type="checkbox"/>																	<input type="checkbox"/>	0.025	
<input checked="" type="checkbox"/>																	<input type="checkbox"/>	0.200	
<input checked="" type="checkbox"/>																	<input type="checkbox"/>	Ράβδος	
<input checked="" type="checkbox"/>																	<input type="checkbox"/>	2	
<input checked="" type="checkbox"/>																	<input type="checkbox"/>	Αυτόματο	
<input checked="" type="checkbox"/>																	<input type="checkbox"/>	0.200	
<input checked="" type="checkbox"/>																	<input type="checkbox"/>	0.200	

Εικόνα 52 : Εισαγωγή Οπλισμού Μετωπικού Στύλου

(πηγή: [αρχείο Fespa](#)).



Διατομή	Στατικά	Φορτία	Σκυρόδεμα	Οπλισμοί	Έδαφος	Υλικά - Αποτίμηση	Δομικός χάλυβας	Pushover	Συνδετήρες	Τοιχοποιία	Σχέδιο	Τομή	Κείμενο	Εμφάνιση	Κίνος βάσης	Ενίσχυση υποστύλιωματος	Διατομή 2	Φωτορεαλισμός	
Υλικό																			
<input checked="" type="checkbox"/>	Ποιότητα χάλυβα																	?	S 275
<input checked="" type="checkbox"/>	Τάση αστασίας [fy] [MPa]																	?	430
<input checked="" type="checkbox"/>	Τάση διαρροής [fy] [MPa]																	?	275
<input checked="" type="checkbox"/>	Σταθερές υλικού																	?
Συντελεστές μήκους λυγισμού $L_{cr}=a\sqrt{K \cdot L}$																			
<input checked="" type="checkbox"/>	Συντελ. ισοδ. μήκους λυγισμού [Ky] (περί ισχυρό άξονα-Y)																	?	1.000
<input checked="" type="checkbox"/>	Συντελ. ισοδ. μήκους λυγισμού [Kz] (περί ασθενή άξονα-Z)																	?	1.000
<input checked="" type="checkbox"/>	Συντελ. καθ. μήκους λυγισμού [a0y] (περί ισχυρό άξονα-Y)																	?	1.000
<input checked="" type="checkbox"/>	Συντελ. καθ. μήκους λυγισμού [a0z] (περί ασθενή άξονα-Z)																	?	1.000
Οριακή εφελκυστική αντοχή καθαρής διατομής NuEd																			
<input checked="" type="checkbox"/>	Συντελεστής καθαρής διατομής [Anet/ A]																	?	1.000
Έλεγχοι																			
<input checked="" type="checkbox"/>	Έλεγχος σε αξονική δύναμη																	?	Ναι
<input checked="" type="checkbox"/>	Έλεγχος σε ροπές κάμψης																	?	My + Mz
<input checked="" type="checkbox"/>	Απαιτήση ελέγχου σε στρεπτοκαμπτικό λυγισμό																	?	Ναι
Πιστοσύμτητα																			
<input checked="" type="checkbox"/>	Αυξημένες απαιτήσεις πιστοσύμτητας																	?	Ναι (Κύριο σεισμικό μέλος)
<input checked="" type="checkbox"/>	Κανοντικός σχεδιασμός υποστύλιωματος σε κάμψη																	?	Αυτόματα

Εικόνα 53 : Εισαγωγή Δομικού Χάλυβα Μετωπικού Στύλου
(πηγή: αρχείο Fespa).



5.2.6 ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΣ ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΔΥΣΚΑΜΨΙΑΣ

Διατομή	Στατικά	Στατικά άκρου	Δεσμική	Φορτία	Σκυρόδεμα	Οπλισμός	Έδαφος	Υλικά - Αποτίμηση	Ράβδοι άκρου	Ράβδοι ανοίγματος	Δομικός κάλυβας	Ταυοπήρωση	Σχέδιο	Τομή	Κείμενο	Εμφάνιση	Επίσχυση δοκού	Διατομή 2	Φωτ
<input checked="" type="checkbox"/>	Είδος υλικού															<input type="checkbox"/>	Δομικός Κάλυβας		
<input checked="" type="checkbox"/>	Είδος μέλους															<input type="checkbox"/>	Οριζόντιος διαγώνιος σύνδεσμος		
	Διατομές σε χρήση															<input type="checkbox"/>	HEA140		
<input checked="" type="checkbox"/>	Αυτόματος υπολογισμός αδρανειακών στοιχείων															<input type="checkbox"/>	Ναι		
<input checked="" type="checkbox"/>	Κατηγορία διατομής															<input type="checkbox"/>	HEA		
<input checked="" type="checkbox"/>	Όνομα διατομής															<input type="checkbox"/>	140		
	Όνομα διατομής κάτοψης															<input type="checkbox"/>	HEA140		
<input checked="" type="checkbox"/>	Γωνία τοποθέτησης φ [°]															<input type="checkbox"/>	15.00		
<input checked="" type="checkbox"/>	h [mm]															<input type="checkbox"/>	133.00		
<input checked="" type="checkbox"/>	b [mm]															<input type="checkbox"/>	140.00		
<input checked="" type="checkbox"/>	t _w [mm]															<input type="checkbox"/>	5.50		
<input checked="" type="checkbox"/>	t _f [mm]															<input type="checkbox"/>	8.50		
<input checked="" type="checkbox"/>	Βάρος [kN/m]															<input type="checkbox"/>	0.247		

Εικόνα 54 : Εισαγωγή Διατομής Οριζόντιου Συνδέσμου Δυσκαμψίας
(πηγή: *αρχείο Fespa*).

Διατομή	Στατικά	Στατικά άκρου	Δεσμική	Φορτία	Σκυρόδεμα	Οπλισμός	Έδαφος	Υλικά - Αποτίμηση	Ράβδοι άκρου	Ράβδοι ανοίγματος	Δομικός κάλυβας	Ταυοπήρωση	Σχέδιο	Τομή	Κείμενο	Εμφάνιση	Επίσχυση δοκού	Δ
	Όνομα δράσης															<input type="checkbox"/>	Μόνιμα G	
	Συντομογραφία															<input type="checkbox"/>	Μόνιμα G	
	Υπολογισμός ίδιου βάρους															<input type="checkbox"/>	Όχι	
<input checked="" type="checkbox"/>	Κατεύθυνση φόρτισης															<input type="checkbox"/>	Καθολικό Σ. Σ.	
<input checked="" type="checkbox"/>	q _x [kN/m]															<input type="checkbox"/>	0.000	
<input checked="" type="checkbox"/>	q _y [kN/m]															<input type="checkbox"/>	0.000	
<input checked="" type="checkbox"/>	q _z [kN/m]															<input type="checkbox"/>	0.000	
<input checked="" type="checkbox"/>	m _x (τοπικό Σ.Σ.) [kNm/m]															<input type="checkbox"/>	0.00	
	Εφαρμογή όλων των δράσεων															<input type="checkbox"/>	Όχι	

Εικόνα 55 : Εισαγωγή Μόνιμων Φορτίων Οριζόντιου Συνδέσμου Δυσκαμψίας
(πηγή: *αρχείο Fespa*).



Διατομή	Στατικά	Στατικά άκρου	Δεσμική Φορτία	Σκυρόδεμα	Οπλισμός	Έδαφος	Υλικά - Αποτίμηση	Ράβδοι άκρου	Ράβδοι ανοίγματος	Δομικός χάλυβας	Τοιχοπήρωση	Σχέδιο	Τομή	Κείμενο	Εμφάνιση	Επίσχυση δοκού
Όνομα δράσης															<input type="checkbox"/>	Άνεμος +z
Όνομα νέας δράσης															<input type="checkbox"/>	Άνεμος +z
Συντομογραφία															<input type="checkbox"/>	w(+z)
Υπολογισμός ίδιου βάρους															<input type="checkbox"/>	Όχι
<input checked="" type="checkbox"/> Κατεύθυνση φόρτισης															<input type="checkbox"/>	Καθολικό Σ. Σ.
<input checked="" type="checkbox"/> q_x [kN/m]															<input type="checkbox"/>	0.000
<input checked="" type="checkbox"/> q_y [kN/m]															<input type="checkbox"/>	0.000
<input checked="" type="checkbox"/> q_z [kN/m]															<input type="checkbox"/>	0.000
<input checked="" type="checkbox"/> m_k (τοπικό Σ.Σ.) [kNm/m]															<input type="checkbox"/>	0.00
Εφαρμογή όλων των δράσεων															<input type="checkbox"/>	Όχι

Εικόνα 56 : Εισαγωγή Φορτία Ανέμου Οριζόντιου Συνδέσμου Δυσκαμψίας
(πηγή: αρχείο Fespa).

Διατομή	Στατικά	Στατικά άκρου	Δεσμική Φορτία	Σκυρόδεμα	Οπλισμός	Έδαφος	Υλικά - Αποτίμηση	Ράβδοι άκρου	Ράβδοι ανοίγματος	Δομικός χάλυβας	Τοιχοπήρωση	Σχέδιο	Τομή	Κείμενο	Εμφάνιση	Επίσχυση δοκού
Όνομα δράσης															<input type="checkbox"/>	Χιόνι
Όνομα νέας δράσης															<input type="checkbox"/>	Χιόνι
Συντομογραφία															<input type="checkbox"/>	s
Υπολογισμός ίδιου βάρους															<input type="checkbox"/>	Όχι
<input checked="" type="checkbox"/> Κατεύθυνση φόρτισης															<input type="checkbox"/>	Καθολικό Σ. Σ.
<input checked="" type="checkbox"/> q_x [kN/m]															<input type="checkbox"/>	0.000
<input checked="" type="checkbox"/> q_y [kN/m]															<input type="checkbox"/>	0.000
<input checked="" type="checkbox"/> q_z [kN/m]															<input type="checkbox"/>	0.000
<input checked="" type="checkbox"/> m_k (τοπικό Σ.Σ.) [kNm/m]															<input type="checkbox"/>	0.00
Εφαρμογή όλων των δράσεων															<input type="checkbox"/>	Όχι

Εικόνα 57 : Εισαγωγή Φορτία Χιονιού Οριζόντιου Συνδέσμου Δυσκαμψίας
(πηγή: αρχείο Fespa).



Διατομή	Στατικά	Στατικά άκρου	Δεσμική	Φορτία	Σκυροδεμα	Οπλισμός	Έδαφος	Υλικά - Αποτίμηση	Ράβδοι άκρου	Ράβδοι ανοίγματος	Δομικός κάλυβας	Τοιχοπήρωση	Σχέδιο	Τομή	Κείμενο	Εμφάνιση	Ενίσχυση δοκού	Διατ
Υλικό																		
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	C25/30
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	25
<input checked="" type="checkbox"/>																	?
Πλαστικότητα																		
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	Όχι
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	Όχι
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	Όχι (ΧΑΑΠ)
Έλεγχοι λειτουργικότητας																		
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	Ναι
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	Όχι
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	Ναι
Διαστασιοποίηση																		
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	Ναι
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	25,0
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	Ναι
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	Μόνο διαμενός
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	Όχι
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	Όχι
Ανακατανομή ροπών																		
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	Ναι
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	1,000
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	0,700
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	0,700
Διάτμηση																		
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	Όχι
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	Αυτόματο
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	1,000
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	1,000
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	1,200
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	45 μίρες

Εικόνα 58 : Εισαγωγή Σκυροδέματος Οριζόντιου Συνδέσμου Δυσκαμψίας (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).

Διατομή	Στατικά	Στατικά άκρου	Δεσμική	Φορτία	Σκυροδεμα	Οπλισμός	Έδαφος	Υλικά - Αποτίμηση	Ράβδοι άκρου	Ράβδοι ανοίγματος	Δομικός κάλυβας	Τοιχοπήρωση	Σχέδιο	Τομή	Κείμενο	Εμφάνιση	Ενίσχυση δ	
Υλικό																		
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	500
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	500
Διάμετροι οπλισμού																		
<input checked="" type="checkbox"/>																	?
<input checked="" type="checkbox"/>																	?
<input checked="" type="checkbox"/>																	?
Λεπτομέρειες όπλισης																		
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	2
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	2
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	Ναι
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	0,200
<input checked="" type="checkbox"/>																	?	2

Εικόνα 59 : Εισαγωγή Οπλισμού Οριζόντιου Συνδέσμου Δυσκαμψίας (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).



Διατομή	Στατικά	Στατικά άκρου	Δεσμιμή	Φορτία	Συμπίεση	Οπλισμός	Έδαφος	Υλικά - Αποτίμηση	Ράβδοι άκρου	Ράβδοι ανοίγματος	Δομικός χάλυβας	Τοιχοπλήρωση	Σχέδια	Τομή	Κείμενο	Εμφάνιση	Επίσχεση δοκ.
✓	Υλικό																
✓	Ποιότητα χάλυβα															?	S 275
✓	Τάση αστοχίας [N] [MPa]															?	430
✓	Τάση διαρροής [N] [MPa]															?	275
✓	Σταθερές υλικού															?	...
✓	Συντελεστής μήκους λυγισμού $L_{cr} = \alpha \cdot K \cdot L$																
✓	Συντελ. ισod. μήκους λυγισμού [Ky] (περί ασθενή άξονα-Y)															?	1.000
✓	Συντελ. ισod. μήκους λυγισμού [Kz] (περί ισχυρό άξονα-Z)															?	1.000
✓	Συντελ. καθ. μήκους λυγισμού [aly] (περί ασθενή άξονα-Y)															?	0.500
✓	Συντελ. καθ. μήκους λυγισμού [az] (περί ισχυρό άξονα-Z)															?	0.500
✓	Ο.Κ. Λειτουργικότητας (Κατακόρυφα βέλη)																
✓	Έλεγχος βέλους															?	Όχι
✓	Συντελ. καθ. μήκους [β0y] για βέλος wy															?	1.000
✓	Συντελ. καθ. μήκους [β0z] για βέλος wz															?	1.000
✓	Συντ. μέγιστου βέλους w_{max} ($w_{max} \leq L / \alpha_{max}$)															?	250.000
✓	Συντ. βέλους μεταβλητών δράσεων α_3 ($w_3 \leq L / \alpha_3$)															?	300.000
✓	Οριακή εφελκυστική αντοχή καθαρής διατομής N_{wEd}																
✓	Συντελεστής καθαρής διατομής [A _{net} /A]															?	1.000
✓	Έλεγχοι																
✓	Έλεγχος σε αξονική δύναμη															?	Ναι
✓	Έλεγχος σε ροπές κάμψης															?	M _y + M _z
✓	Απαίτηση ελέγχου σε στρεπτοκαμπτικό λυγισμό															?	Όχι
✓	Έλεγχος λυγρότητας διαγώνιων συνδέσμων															?	Ναι
✓	Πισιστότητα																
✓	Αυξημένες απαιτήσεις πισιστότητας															?	Όχι (ΣΑΑΠ)
✓	Κανονικός έλεγχος διάτμησης															?	Αυτόματα

Εικόνα 60 : Εισαγωγή Δομικού Χάλυβα Οριζόντιου Συνδέσμου Δυσκαμψίας
(πηγή: *αρχείο Fespa*).



5.2.7 ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΣ ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΔΥΣΚΑΜΨΙΑΣ

Διατομή	Στατικά	Στατικά άκρου	Δεσμική	Φορτία	Σκυρόδεμα	Οπλισμός	Έδαφος	Υλικά - Αποτίμηση	Ράβδοι άκρου	Ράβδοι ανοίγματος	Δομικός χάλυβας	Τοιχοπήρωση	Σχέδιο	Τομή	Κείμενο	Εμφάνιση	Ενίσχυση δοκού	Διατομή2	Φωτο	
<input checked="" type="checkbox"/>	Είδος υλικού																<input type="checkbox"/>	Δομικός Χάλυβας		
<input checked="" type="checkbox"/>	Είδος μέλους																<input type="checkbox"/>	Κατακόρυφος διαγώνιος σύνδεσμος		
	Διατομές σε χρήση																<input type="checkbox"/>	HEA140		
<input checked="" type="checkbox"/>	Αυτόματος υπολογισμός αδρανειακών στοιχείων																<input type="checkbox"/>	Ναι		
<input checked="" type="checkbox"/>	Κατηγορία διατομής																<input type="checkbox"/>	HEA		
<input checked="" type="checkbox"/>	Όνομα διατομής																<input type="checkbox"/>	140		
	Όνομα διατομής κάτοψης																<input type="checkbox"/>	HEA140		
<input checked="" type="checkbox"/>	Γωνία τοποθέτησης φ [°]																<input type="checkbox"/>	90.00		
<input checked="" type="checkbox"/>	h [mm]																<input type="checkbox"/>	133.00		
<input checked="" type="checkbox"/>	b [mm]																<input type="checkbox"/>	140.00		
<input checked="" type="checkbox"/>	t _w [mm]																<input type="checkbox"/>	5.50		
<input checked="" type="checkbox"/>	t _f [mm]																<input type="checkbox"/>	8.50		
<input checked="" type="checkbox"/>	Βάρος [kN/m]																<input type="checkbox"/>	0.247		

Εικόνα 61 : Εισαγωγή Διατομής Κατακόρυφου Συνδέσμου Δυσκαμψίας
(πηγή: αρχείο Fespa).

Διατομή	Στατικά	Στατικά άκρου	Δεσμική	Φορτία	Σκυρόδεμα	Οπλισμός	Έδαφος	Υλικά - Αποτίμηση	Ράβδοι άκρου	Ράβδοι ανοίγματος	Δομικός χάλυβας	Τοιχοπήρωση	Σχέδιο	Τομή	Κείμενο	Εμφάνιση	Ενίσχυση δοκού	Δ	
	Όνομα δράσης																<input type="checkbox"/>	Μόνιμα G	
	Συντομογραφία																<input type="checkbox"/>	Μόνιμα G	
	Υπολογισμός ιδίου βάρους																<input type="checkbox"/>	Όχι	
<input checked="" type="checkbox"/>	Κατεύθυνση φόρτισης																<input type="checkbox"/>	Καθολικό Σ. Σ.	
<input checked="" type="checkbox"/>	q _x [kN/m]																<input type="checkbox"/>	0.000	
<input checked="" type="checkbox"/>	q _y [kN/m]																<input type="checkbox"/>	0.000	
<input checked="" type="checkbox"/>	q _z [kN/m]																<input type="checkbox"/>	0.000	
<input checked="" type="checkbox"/>	m _x (τασικό Σ.Σ.) [kNm/m]																<input type="checkbox"/>	0.00	
	Εφαρμογή όλων των δράσεων																<input type="checkbox"/>	Όχι	

Εικόνα 62 : Εισαγωγή Μόνιμων Φορτίων Κατακόρυφου Συνδέσμου Δυσκαμψίας
(πηγή: αρχείο Fespa).



Διατομή	Στατικά	Στατικά άκρα	Δεσμική	Φορτία	Σκυρόδεμα	Οπλισμός	Έδαφος	Υλικά - Αποτίμηση	Ράβδοι άκρου	Ράβδοι ανοίγματος	Δομικός χάλυβας	Τοιχοπήρωση	Σχέδιο	Τομή	Κείμενο	Εμφάνιση	Ενίσχυση δοκού	
Όνομα δράσης																?	Άνεμος +z	
Όνομα νέας δράσης																?	Άνεμος +z	
Συντομογραφία																?	W(+z)	
Υπολογισμός ίδιου βάρους																?	Όχι	
<input checked="" type="checkbox"/>	Κατεύθυνση φόρτισης																?	Καθολικό Σ. Σ.
<input checked="" type="checkbox"/>	qx [kN/m]																?	0.000
<input checked="" type="checkbox"/>	qy [kN/m]																?	0.000
<input checked="" type="checkbox"/>	qz [kN/m]																?	0.000
<input checked="" type="checkbox"/>	mx (τοπικό Σ.Σ.) [kNm/m]																?	0.00
Εφαρμογή όλων των δράσεων																?	Όχι	

Εικόνα 63 : Εισαγωγή Φορτία Ανέμου Κατακόρυφου Συνδέσμου Δυσκαμψίας
(πηγή: [αρχείο Fespa](#)).

Διατομή	Στατικά	Στατικά άκρα	Δεσμική	Φορτία	Σκυρόδεμα	Οπλισμός	Έδαφος	Υλικά - Αποτίμηση	Ράβδοι άκρου	Ράβδοι ανοίγματος	Δομικός χάλυβας	Τοιχοπήρωση	Σχέδιο	Τομή	Κείμενο	Εμφάνιση	Ενίσχυση δοκού	
Όνομα δράσης																?	Χιόνι	
Όνομα νέας δράσης																?	Χιόνι	
Συντομογραφία																?	S	
Υπολογισμός ίδιου βάρους																?	Όχι	
<input checked="" type="checkbox"/>	Κατεύθυνση φόρτισης																?	Καθολικό Σ. Σ.
<input checked="" type="checkbox"/>	qx [kN/m]																?	0.000
<input checked="" type="checkbox"/>	qy [kN/m]																?	0.000
<input checked="" type="checkbox"/>	qz [kN/m]																?	0.000
<input checked="" type="checkbox"/>	mx (τοπικό Σ.Σ.) [kNm/m]																?	0.00
Εφαρμογή όλων των δράσεων																?	Όχι	

Εικόνα 64 : Εισαγωγή Φορτία Χιονιού Κατακόρυφου Συνδέσμου Δυσκαμψίας
(πηγή: [αρχείο Fespa](#)).



Διατομή	Στατικά	Στατικά άκρα	Δεσμική	Φορτία	Σκυροδεμα	Οπλισμός	Έδαφος	Υλικά - Αποτίμηση	Ράβδοι άκρου	Ράβδοι ανοίγματος	Δομικός χάλυβας	Τοιχοπήρωση	Σχέδιο	Τομή	Κείμενο	Εμφάνιση	Ενίσχυση δοκού	Διατομή:2
Υλικό																		
<input checked="" type="checkbox"/>	Ποιότητα σκυροδέματος															<input type="text" value="C25/30"/>		
<input checked="" type="checkbox"/>	Χαρακτηριστική αντοχή σκυροδέματος f _{ck} [MPa]															<input type="text" value="25"/>		
<input checked="" type="checkbox"/>	Σταθερές υλικού															<input type="text" value="..."/>		
Πιστοσύνη																		
<input checked="" type="checkbox"/>	Ενισχυμένη ξύλη															<input type="text" value="Όχι"/>		
<input checked="" type="checkbox"/>	Προσομοίωση μικτοειδούς πλάκας															<input type="text" value="Όχι"/>		
<input checked="" type="checkbox"/>	Αυξημένες απαιτήσεις πιστοσύνης															<input type="text" value="Ναι (Κύριο σεισμικό μέλος)"/>		
Έλεγχοι λειτουργικότητας																		
<input checked="" type="checkbox"/>	Έλεγχος τάσεων χάλυβα & σκυροδέματος															<input type="text" value="Ναι"/>		
<input checked="" type="checkbox"/>	Έλεγχος ρηγμάτωσης															<input type="text" value="Όχι"/>		
<input checked="" type="checkbox"/>	Έλεγχος βέλους															<input type="text" value="Ναι"/>		
Διαστασιοποίηση																		
<input checked="" type="checkbox"/>	Σίδερα πλάκων προσαμετρούνται στον οπλισμό δοκού															<input type="text" value="Ναι"/>		
<input checked="" type="checkbox"/>	Μέγιστος συνεργαζόμενος οπλισμός πλάκας [% απαιτούμενου]															<input type="text" value="25.0"/>		
<input checked="" type="checkbox"/>	Σίδερα πλάκων στους ελέγχους πιστοσύνης															<input type="text" value="Ναι"/>		
<input checked="" type="checkbox"/>	Αξονική δύναμη στη διαστασιοποίηση δοκού															<input type="text" value="Μόνο δυσμενώς"/>		
<input checked="" type="checkbox"/>	Έλεγχος ροπής ανοίγματος με τη ροπή της μονοπάκτου															<input type="text" value="Όχι"/>		
<input checked="" type="checkbox"/>	Έλεγχος ροπής στήριξης με το 65% της ροπής της αμφιπάκτου															<input type="text" value="Όχι"/>		
Ανακατανομή ροπών																		
<input checked="" type="checkbox"/>	Ανακατανομή ροπών δοκών															<input type="text" value="Ναι"/>		
<input checked="" type="checkbox"/>	Προτιμητέος λόγος M ₁ /M ₂															<input type="text" value="1.000"/>		
<input checked="" type="checkbox"/>	Συντ. ανακατανομής δ αρχής - Ελάχιστη τιμή															<input type="text" value="0.700"/>		
<input checked="" type="checkbox"/>	Συντ. ανακατανομής δ τέλους - Ελάχιστη τιμή															<input type="text" value="0.700"/>		
Διάτμηση																		
<input checked="" type="checkbox"/>	Έλεγχος διάτμησης & στρέψης															<input type="text" value="Όχι"/>		
<input checked="" type="checkbox"/>	Κανονικός έλεγχος διάτμησης															<input type="text" value="Αυτόματο"/>		
<input checked="" type="checkbox"/>	γ _{Rd} αρχής (διάτμηση - συνάφεια & διάτμηση κόμβου)															<input type="text" value="1.000"/>		
<input checked="" type="checkbox"/>	γ _{Rd} τέλους (διάτμηση - συνάφεια & διάτμηση κόμβου)															<input type="text" value="1.000"/>		
<input checked="" type="checkbox"/>	Συνεφραστομένη γωνία θλιπτήρα σκυρ/τος σσθ <= λ. λ=...															<input type="text" value="1.200"/>		
<input checked="" type="checkbox"/>	Διαδιαγώνιος οπλισμός															<input type="text" value="45 μοίρες"/>		

Εικόνα 65 : Εισαγωγή Σκυροδέματος Κατακόρυφου Συνδέσμου Δυσκαμψίας (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).

Διατομή	Στατικά	Στατικά άκρα	Δεσμική	Φορτία	Σκυροδεμα	Οπλισμός	Έδαφος	Υλικά - Αποτίμηση	Ράβδοι άκρου	Ράβδοι ανοίγματος	Δομικός χάλυβας	Τοιχοπήρωση	Σχέδιο	Τομή	Κείμενο	Εμφάνιση	Ενίσχυση δ
Υλικά																	
<input checked="" type="checkbox"/>	Χαρακτηρ. αντοχή χάλυβα f _{yk} [MPa]															<input type="text" value="500"/>	
<input checked="" type="checkbox"/>	Χαρακτηρ. αντοχή χάλυβα συνδετήρων f _{ywk} [MPa]															<input type="text" value="500"/>	
Διάμετροι οπλισμού																	
<input checked="" type="checkbox"/>	Διάμετροι κύριου οπλισμού															<input type="text" value="..."/>	
<input checked="" type="checkbox"/>	Διάμετροι πλευρικού οπλ., τοιχ/των υπογείου & πέλιματος πεδ/κών															<input type="text" value="..."/>	
<input checked="" type="checkbox"/>	Διάμετροι συνδετήρων															<input type="text" value="..."/>	
Λεπτομέρειες όπλισης																	
<input checked="" type="checkbox"/>	Ελάχιστος αριθμός ράβδων άνω															<input type="text" value="2"/>	
<input checked="" type="checkbox"/>	Ελάχιστος αριθμός ράβδων κάτω, στο άνοιγμα															<input type="text" value="2"/>	
<input checked="" type="checkbox"/>	Εφαρμογή κανόνων αγκύρωσης															<input type="text" value="Ναι"/>	
<input checked="" type="checkbox"/>	Μέγιστη απόσταση συνδετήρων s [m]															<input type="text" value="0.200"/>	
<input checked="" type="checkbox"/>	Ελάχιστες τμήσεις συνδετήρων															<input type="text" value="2"/>	

Εικόνα 66 : Εισαγωγή Οπλισμού Κατακόρυφου Συνδέσμου Δυσκαμψίας (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).



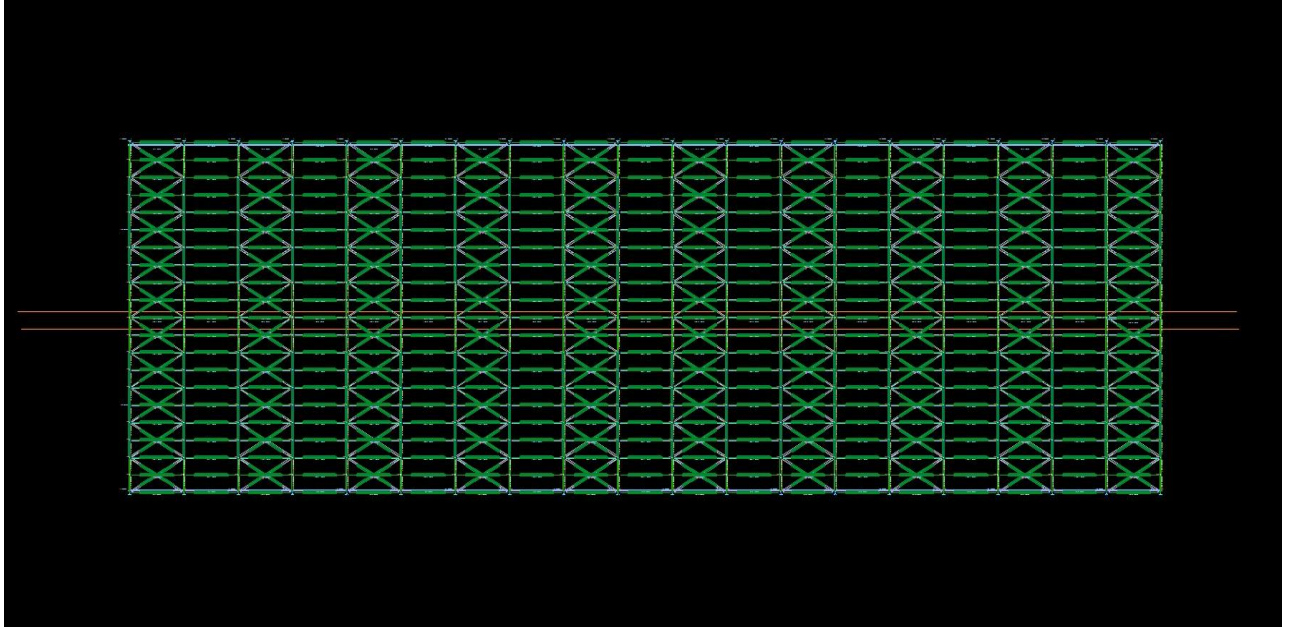
Διατομή	Στατικά	Στατικά άκρου	Δεσμική	Φορτία	Σκυρόδεμα	Οπλισμός	Έδαφος	Υλικά - Αποτίμηση	Ράβδοι άκρου	Ράβδοι ανοίγματος	Δομικός χάλυβας	Τοιχοπλήρωση	Σχέδιο	Τομή	Κείμενο	Εμφάνιση	Ενίσχυση δοκού	Διατομή	
Γάλλο																			
✓	Ποιότητα χάλυβα																		s 275
✓	Τάση αστοχίας [fu] [MPa]																		430
✓	Τάση διαρροής [fy] [MPa]																		275
✓	Σταθερές υλικού																		...
✓	Συντελεστής μήκους λυγισμού $Leg=a0 \cdot K \cdot L$																		
✓	Συντελ. ισοδ. μήκους λυγισμού [Ky] (περί ασθηνή άξονα-Υ)																		1.000
✓	Συντελ. ισοδ. μήκους λυγισμού [Kz] (περί ισχυρό άξονα-Ζ)																		1.000
✓	Συντελ. καθ. μήκους λυγισμού [α0y] (περί ασθηνή άξονα-Υ)																		0.500
✓	Συντελ. καθ. μήκους λυγισμού [α0z] (περί ισχυρό άξονα-Ζ)																		0.500
✓	Π.Κ. Λειτουργικότητας (Κατακόρυφα βέλη)																		
✓	Έλεγχος βέλους																		Όχι
✓	Συντελ. καθ. μήκους [β0y] για βέλος wy																		1.000
✓	Συντελ. καθ. μήκους [β0z] για βέλος wz																		1.000
✓	Συντ. μέγιστου βέλους w_{max} (wmax<L/σmax)																		250.000
✓	Συντ. βέλους μεταβλητών δράσεων α3 (w3<L/α3)																		300.000
✓	Οριακή εφελκυστική αντοχή καθαρής διατομής N_{dEd}																		
✓	Συντελεστής καθαρής διατομής [Anet/ A]																		1.000
✓	Έλεγχοι																		
✓	Έλεγχος σε αξονική δύναμη																		Ναι
✓	Έλεγχος σε ροπή κάμψης																		My + Mz
✓	Απαιτηση ελέγχου σε στρεπτακαμπτικό λυγισμό																		Όχι
✓	Έλεγχος λυγρότητας διαγώνιων συνδέσεων																		Ναι
✓	Πλαστικότητα																		
✓	Αυξημένες απαιτήσεις πλαστικότητας																		Ναι (Κύριο σεισμικό μέλος)
✓	Ικαντικός έλεγχος διάτμησης																		Αυτόματο
✓	Συντελεστής υπεραντοχής γον																		1.250

Εικόνα 67 : Εισαγωγή Δομικού Χάλυβα Κατακόρυφου Συνδέσμου Δυσκαμψίας (πηγή: αρχείο Fespa).

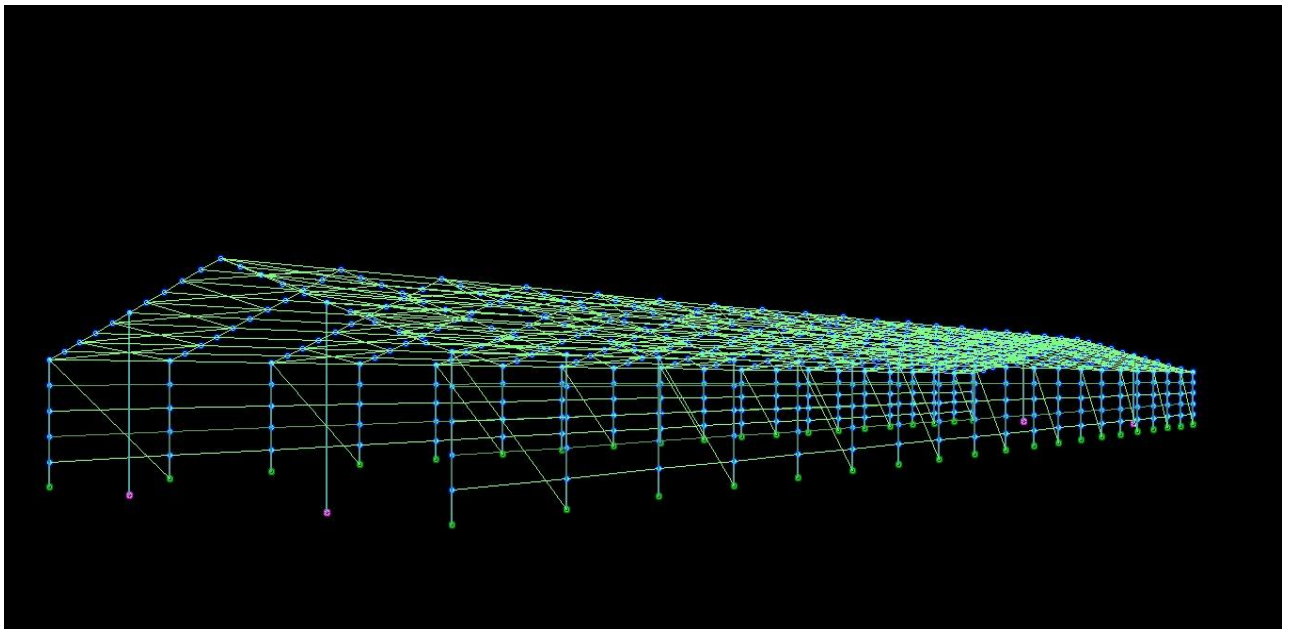


ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ

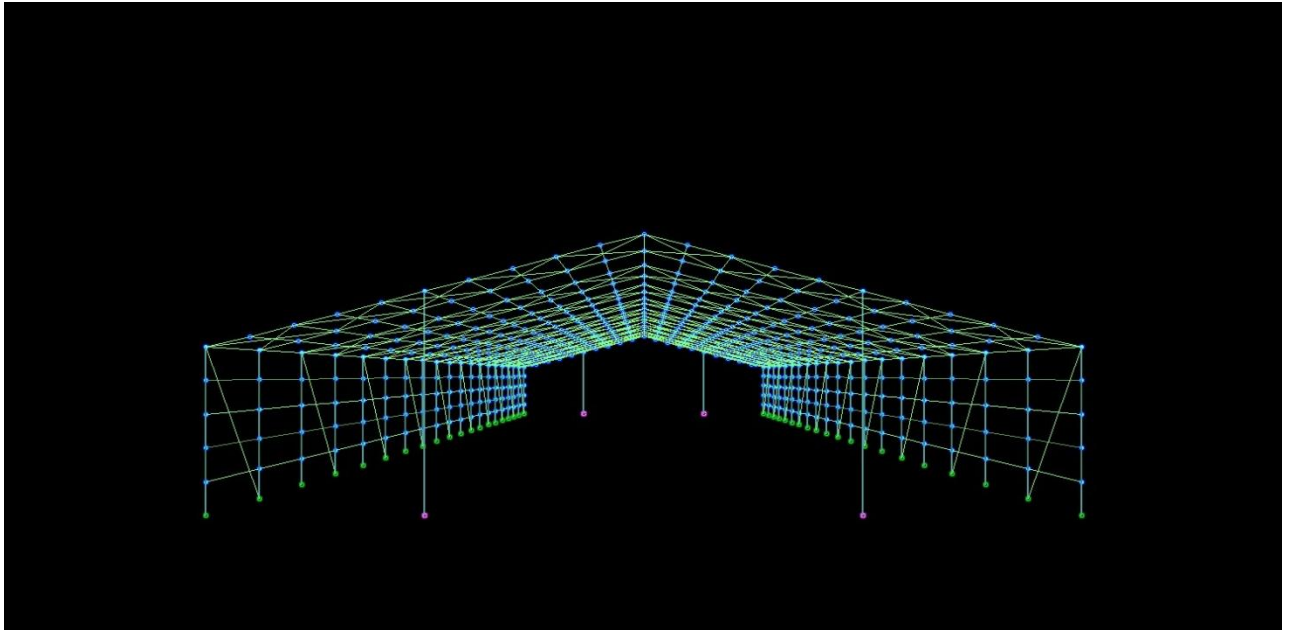


Εικόνα 68 : Κάτοψη του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου
(πηγή: αρχείο Fespa).



Εικόνα 69 : Πλάγια Όψη του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου
(πηγή: αρχείο Fespa).





Εικόνα 70 : Πρόσωση Μεταλλικού του Βιομηχανικού Υπόστεγου
(πηγή: αρχείο Fespa).

Παραδοχές Υπολογισμού			
[1] Υλικά		[6] Στοιχεία αντισεισμικού σχεδιασμού	
Σκυρόδεμα	C25/30	Εθνικό προσάρτημα	GR(ΕΛΛΑΔ)
Χάλυβας οπλισμού	B500C	Κατηγορία πλαστικότητα	ΚΠΜ
Κατηγορία έκθεσης	[XC3]	Σεισμική ζώνη	Z1
Δομικός χάλυβας	S275	Σπουδαιότητα	$\alpha_{GR} = 0,160$
Δομική Ευελία	C24/11E	Κατακόρυφη συνιστώσα	II
		Τύπος φάσματος Σχεδιασμού	I
		Εδαφικός τύπος	B
		Εξαπερίοδοι φάσματος	$T_B=0,15$ $T_C=0,50$
		Συντ. απόσβεσης	$\xi=4,00\%$
		Συντελεστής τοπογραφίας	$S_T = 1,00$
[2] Μόνιμα φορτία		[6.1] Συντελεστής συμπεριφοράς	
Ειδικό βάρος σκυροδέματος	25.0 kN/m ³	Συντ. σεισμικής συμπεριφοράς οριζ.	$q_{CH}=3,00$ $q_{Z}=4,00$
Ειδικό βάρος χάλυβα	78.5 kN/m ³	Συντ. σεισμικής συμπεριφοράς κατακόρυφα	$q_{V}=1,50$
Δρομικής πλινθοδομής	2.1 kN/m ²	Στατικό σύστημα: (Διεύθυνση X)	
Μπλοκτικής πλινθοδομής	3.6 kN/m ²	ΠΟΛΥΟΡΟΦΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΡΟΠΩΝ ΠΟΛΛΩΝ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ	
Επικάλυψη πλακών γενικά	1.2 kN/m ²	Στατικό σύστημα: (Διεύθυνση Z)	
Επικάλυψη κλιμάκων	2.5 kN/m ²	ΠΟΛΥΟΡΟΦΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΡΟΠΩΝ ΠΟΛΛΩΝ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ	
Επικάλυψη δώματος/Στέγης	2.0 kN/m ²	Κανονικότητα σε κάτοψη	-
Ειδικό βάρος γαιών	20.0 kN/m ³	Κανονικότητα καθ' ύψος	X: ΝΑΙ Z: ΝΑΙ
Ειδικό βάρος δομικής Ευελίας	3.5 kN/m ³	Βασική τιμή συντ. συμπεριφοράς	$q_{OX}=3,00$ $q_{OZ}=4,00$
[3] Μεταβλητά φορτία		Λόγος υπεραντοχής	$q_{M1_X}=1,00$ $q_{M1_Z}=1,00$
Δάπεδα κατοικιών-γραφείων	2.0 kN/m ²	Συντελεστής τοιχοματών	$K_{w_X}=1,00$ $K_{w_Z}=1,00$
Δάπεδα και κλιμάκ. καταστημάτων	5.0 kN/m ²	Αντισεισμική Ανάλυση	Δυναμική με Μ.Μαζών
Κλιμάκων κατοικίας-γραφείων	3.5 kN/m ²	Ανάλυση pushover	OXI
Δάπεδα εξωστών	5.0 kN/m ²	Συντ. μείωσης μετακινήσεων Ο.Κ.Π.Β.	$\nu=0,50$
Δάπεδα χώρων στάθμευσης	5.0 kN/m ²	Ικαντικός σχεδιασμός σε κάμψη	X: OXI Z: OXI
Δώμα / Στέγη (μη βαρή)	0.5 kN/m ²	[7] Πρότυπα κ' Εθνικά προσαρτήματα (ΕΛΟΤ)	
[4] Συντελεστές ασφαλείας φορτίων-υλικών		Βάσεις σχεδιασμού	EN1990 2002
Μόνιμα φορτία	$\gamma_G=1,35$	Δράσεις στους φορείς	EN1991-1 2002
Μεταβλητά φορτία	$\gamma_Q=1,50$	Κανονισμός Σκυροδέματος	EN1992-1 2004
Σκυροδέματος	$\gamma_{RC}=1,50$	Κανονισμός κατασκευών από Χάλυβα	EN1993-1 2006
Συντελεστής θλιπτικής αντοχής	$\alpha_{RC}=0,85$	Κανονισμός κατασκευών από τοιχοποιία	EN1996-1 2006
Χάλυβα οπλισμού	$\gamma_S=1,15$	Γεωτεχνικός Σχεδιασμός	EN1997-1 2004
Δομικός χάλυβας	$\gamma_{M2}=1,25$	Αντισεισμικός Κανονισμός	EN1998-1,5 2004
Συντ. υπεραντοχής δομικού χάλυβα	$\gamma_{OV}=1,25$	Ανάλυση pushover	EN1998-3 2005
Δομική Ευελία	$\gamma_M=1,50$		KAN.ΕΠΕ
Συνδυασμοί EC0 (6.10a)+(6.10b)	$\xi=0,85$		ΦΕΚ2187/Β/5/9/13
[5] Έδαφος		[8] Προβλέψεις	
Μέθοδος υπολογισμού	Απλοποιημένη μεθ.	Καθ' ύψος	ΜΗΔΕΝ(0)
Δίκτης εδάφους	$K_v=28000,00$ kN/m ³	Κατ' Επέκταση	0
Επιτρεπόμενη τάση	$\sigma_{en}=250,00$ kN/m ²		
Γωνία τριβής στη βάση θεμελίου	$\delta=30,00$ [°]		
Συντελεστής ασφαλείας (Ολίσθηση)	Στατικά $\gamma_{RH}=1,10$		
	Σεισμικά $\gamma_{RH}=1,00$		
Συντελεστής ασφαλείας (Φέρουσα Ικανότητα)	Στατικά $\gamma_{RV}=1,40$		
	Σεισμικά $\gamma_{RV}=1,00$		

Εικόνα 71 : Πίνακας Παραδοχές Υπολογισμού του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).



Φορτίσεις & Συνδυασμοί φορτίσεων στο κτίριο**Πίνακας φορτίσεων**

A/A	Όνομα	Συντομογραφία
Φ1	Μόνιμα φορτία	G
Φ2	Κινητά φορτία	Q
Φ3	Κινητά Α'	QA
Φ4	Κινητά Β'	QB
Φ5	Κινητά C'	QC
Φ6	Κινητά D'	QD
Φ7	Κινητά E'	QE
Φ8	[G+ψ2xQ]	[G+ψ2xQ]
Φ9	Άνεμος -z	W[-z]
Φ10	Άνεμος +z	W[+z]
Φ11	Χιόνι	S

Συνδυασμοί δράσεων

A/A	Περιγραφή συνδυασμού	Σε περιβάλλουσα	Έλεγχος αστοχίας	Έλεγχος ρηγμάτωσης	Περιορισμός τάσεων	Έλεγχος βέλους
ΣΦ1	1.35G+1.05Q	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι
ΣΦ2	1.35G+1.05QA	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι
ΣΦ3	1.35G+1.05QB	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι
ΣΦ4	1.35G+1.05QC	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι
ΣΦ5	1.35G+1.05QD	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι
ΣΦ6	1.35G+1.05QE	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι
ΣΦ7	1.15G+1.50Q	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι
ΣΦ8	1.15G+1.50QA	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι
ΣΦ9	1.15G+1.50QB	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι
ΣΦ10	1.15G+1.50QC	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι
ΣΦ11	1.15G+1.50QD	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι
ΣΦ12	1.15G+1.50QE	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι
ΣΦ13	1.15G+1.50Q+0.75S	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι
ΣΦ14	1.15G+1.05Q+0.75S	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι
ΣΦ15	1.15G+1.05Q+1.50S	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι
ΣΦ16	1.15G+1.50Q+0.75S	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι
ΣΦ17	1.15G+1.05Q+1.50S	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι
ΣΦ18	1.00G	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι
ΣΦ19	1.35G+1.05Q+0.75S	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι
ΣΦ20	1.35G+1.05Q+0.75S	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι
ΣΦ21	1.15G+1.50Q+0.90W[+z]+0.75S	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι
ΣΦ22	1.15G+1.05Q+1.50W[+z]+0.75S	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι
ΣΦ23	1.15G+1.05Q+0.90W[+z]+1.50S	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι
ΣΦ24	1.00G+1.50W[+z]	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι
ΣΦ25	1.35G+1.05Q+0.90W[+z]+0.75S	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι
ΣΦ26	1.15G+1.50Q+0.75S	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι
ΣΦ27	1.15G+1.05Q+0.75S	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι
ΣΦ28	1.15G+1.05Q+1.50S	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι
ΣΦ29	1.00G	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι
ΣΦ30	1.35G+1.05Q+0.75S	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι
ΣΦ31	1.15G+1.50Q+0.90W[-z]+0.75S	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι
ΣΦ32	1.15G+1.05Q+1.50W[-z]+0.75S	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι
ΣΦ33	1.15G+1.05Q+0.90W[-z]+1.50S	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι
ΣΦ34	1.00G+1.50W[-z]	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι
ΣΦ35	1.35G+1.05Q+0.90W[-z]+0.75S	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι
ΣΦ36	1.00G+1.00Q	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι	Όχι
ΣΦ37	1.00[G+ψ2xQ]	Όχι	Όχι	Ναι	Όχι	Ναι

Σεισμικοί συνδυασμοί

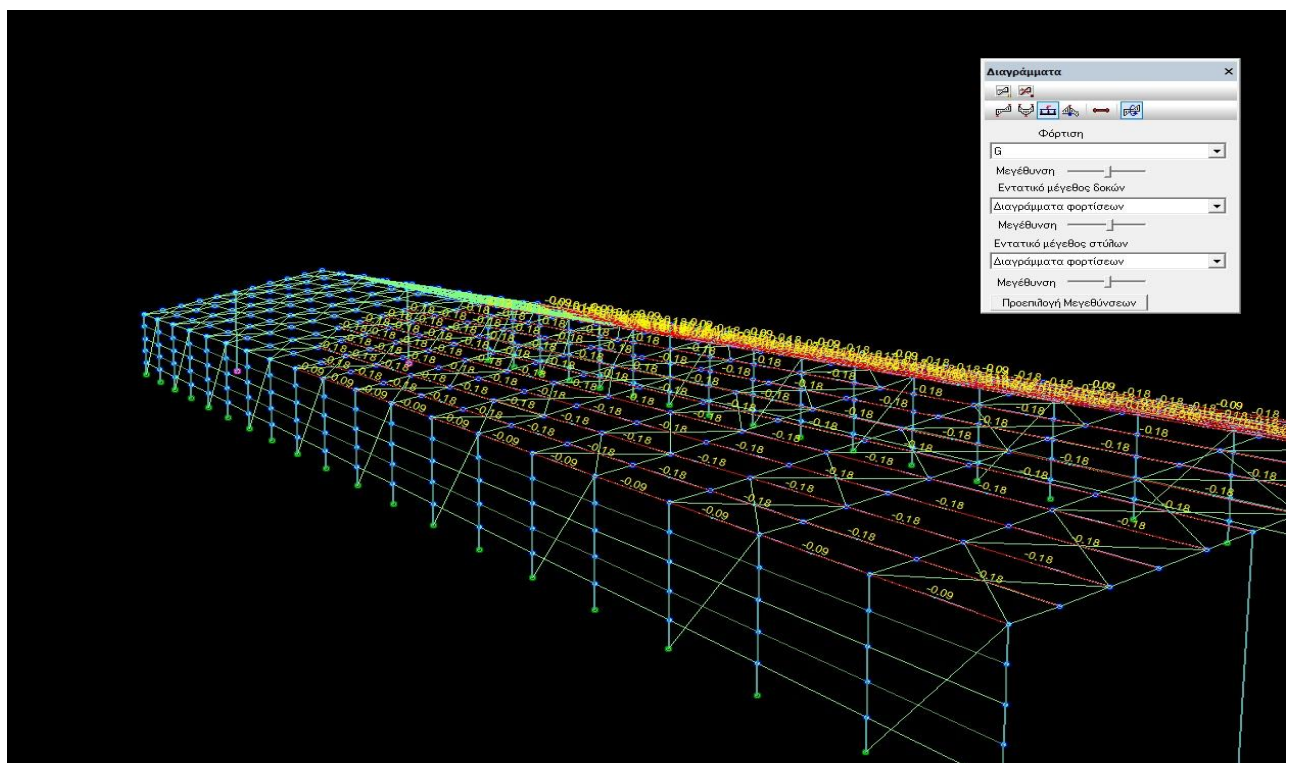
A/A	Ο.Κ.Α. - Συνδυασμοί των σεισμικών δράσεων
ΣΣ1	1.00*G+ψ2*Q±1.00(E[-z]+E[z])

Εικόνα 72 : Πίνακας Φορτίσεων και Συνδυασμοί Δράσεων του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).



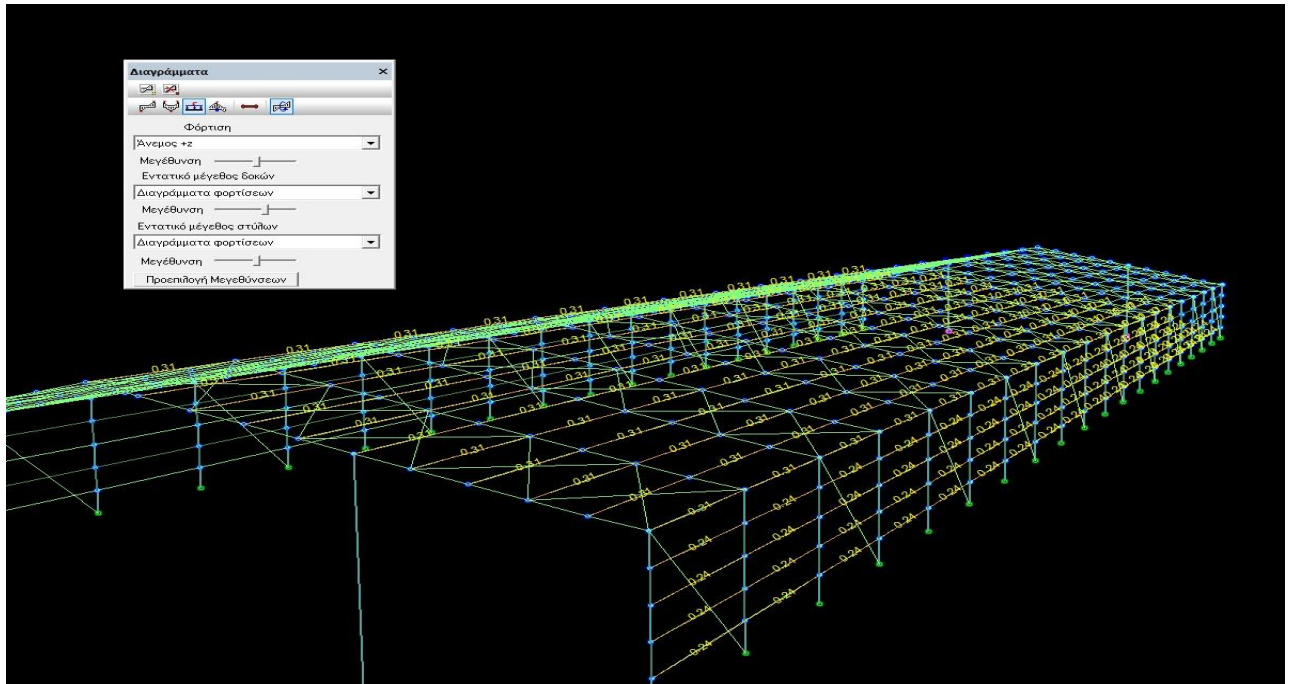
Ανάλυση φασματικής αποκρίσεως (M=0)		
Δεδομένα φάσματος τύπου 1		
Φάσμα Σχεδιασμού Ευρωκώδικα Sd(T) (EN1998-1)		
Σεισμική ζώνη	=	Z1
Μέγιστη εδαφική επιτάχυνση agR	=	0.160g
Κατακόρυφη εδαφική επιτάχυνση ag	=	0.144g
Σπουδαιότητα κτίριου	=	II
Συντελεστής σπουδαιότητας γI	=	1.00
Συντελεστής τοπογραφικής ενίσχυσης St	=	1.00
Εδαφικός τύπος	=	B
Παράμετροι της οριζ. συνιστώσας φάσματος		
Συντελεστής εδάφους S	=	1.20
Χαρακτηριστική περίοδος - οριζόντια TB [sec]	=	0.15
Χαρακτηριστική περίοδος - οριζόντια TC [sec]	=	0.50
Χαρακτηριστική περίοδος - οριζόντια TD [sec]	=	2.50
Παράμετροι της κατακ. συνιστώσας φάσματος		
Χαρακτηριστική περίοδος - κατακόρυφα TvB [sec]	=	0.05
Χαρακτηριστική περίοδος - κατακόρυφα TvC [sec]	=	0.15
Χαρακτηριστική περίοδος - κατακόρυφα TvD [sec]	=	1.00
Συντελεστής ελαχίστου ορίου φάσματος β	=	0.20
Συντελεστής απόσβεσης ξ[%]	=	4.00
Συντελεστής σεισμ. συμπεριφοράς οριζ. αχ	=	3.00
Συντελεστής σεισμ. συμπεριφοράς οριζ. αz	=	4.00
Συντελεστής σεισμ. συμπεριφοράς κατακ. αv	=	1.50

Εικόνα 73 : Πίνακας Ανάλυσης Φασματικής Αποκρίσεως του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου (πηγή: αρχείο Fespa).

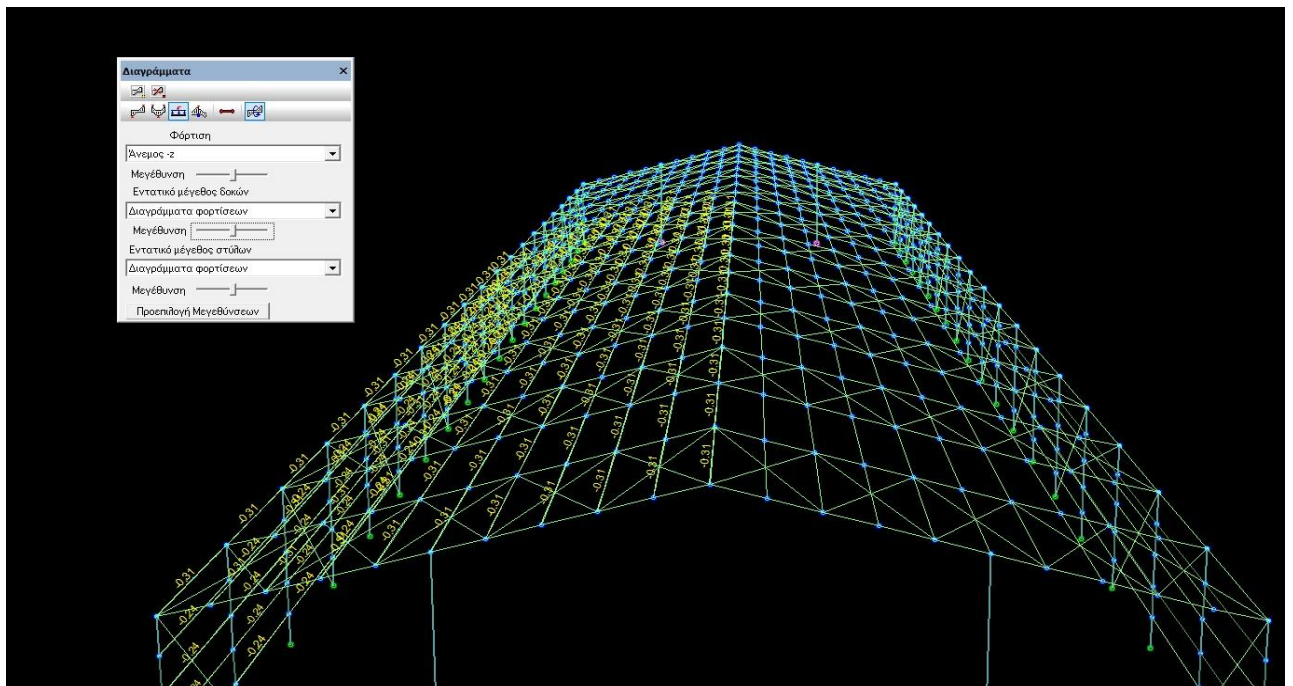


Εικόνα 74 : Μόνιμα Φορτία (G) του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου (πηγή: αρχείο Fespa).



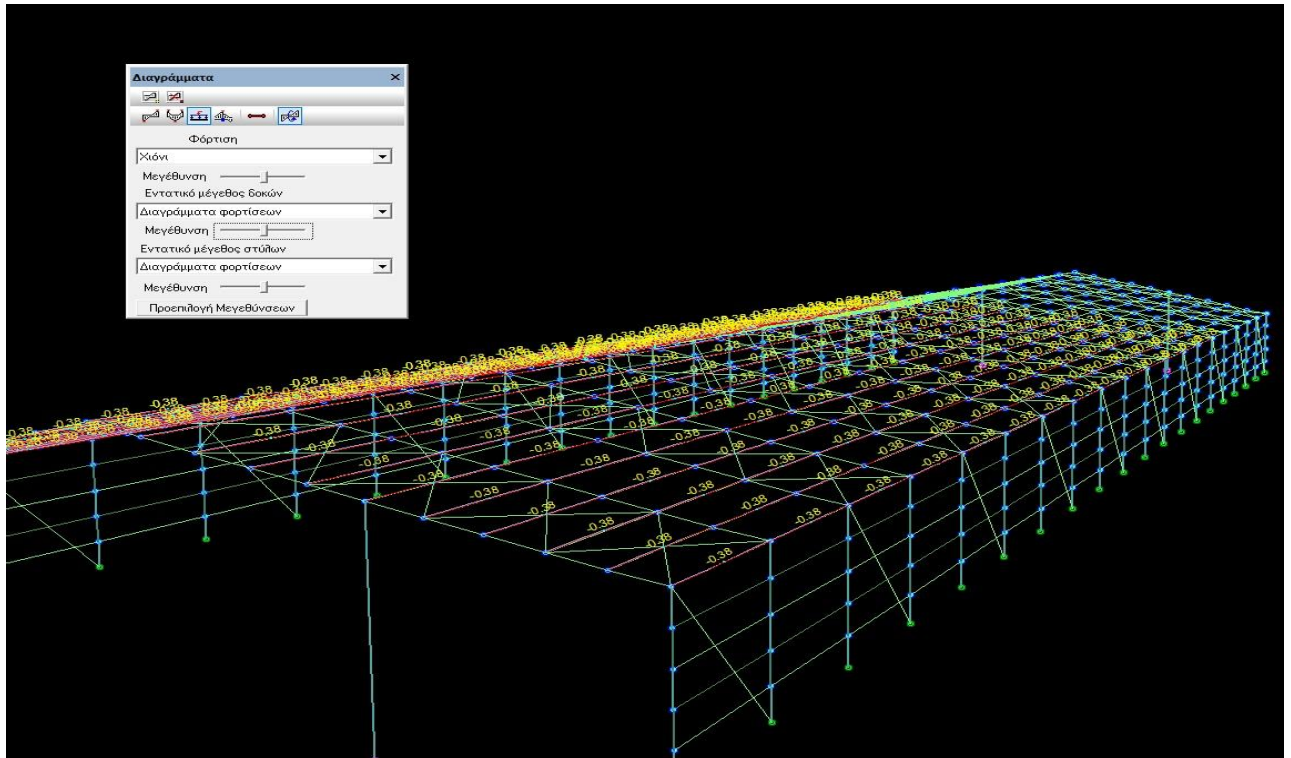


Εικόνα 75 : Φορτία Ανέμου στη διεύθυνση (+z) του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).

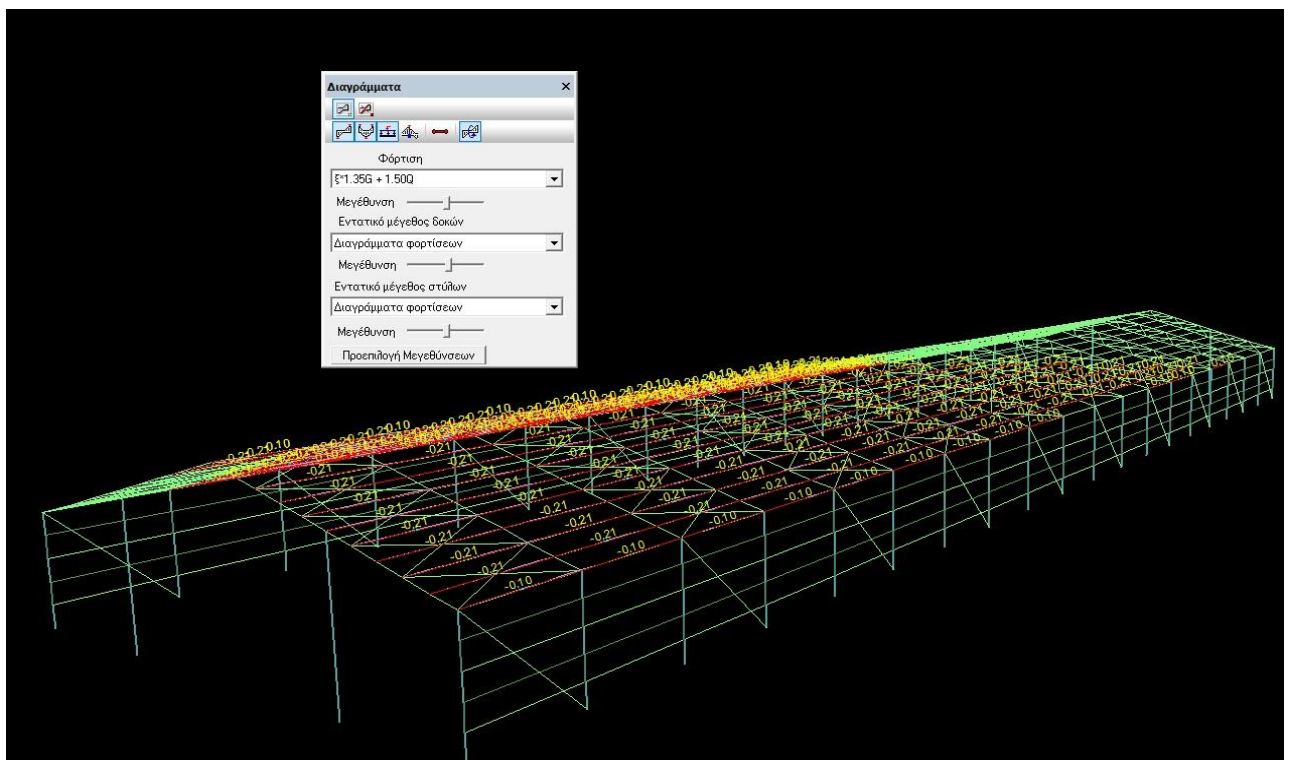


Εικόνα 76 : Φορτία Ανέμου στη διεύθυνση (-z) του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).



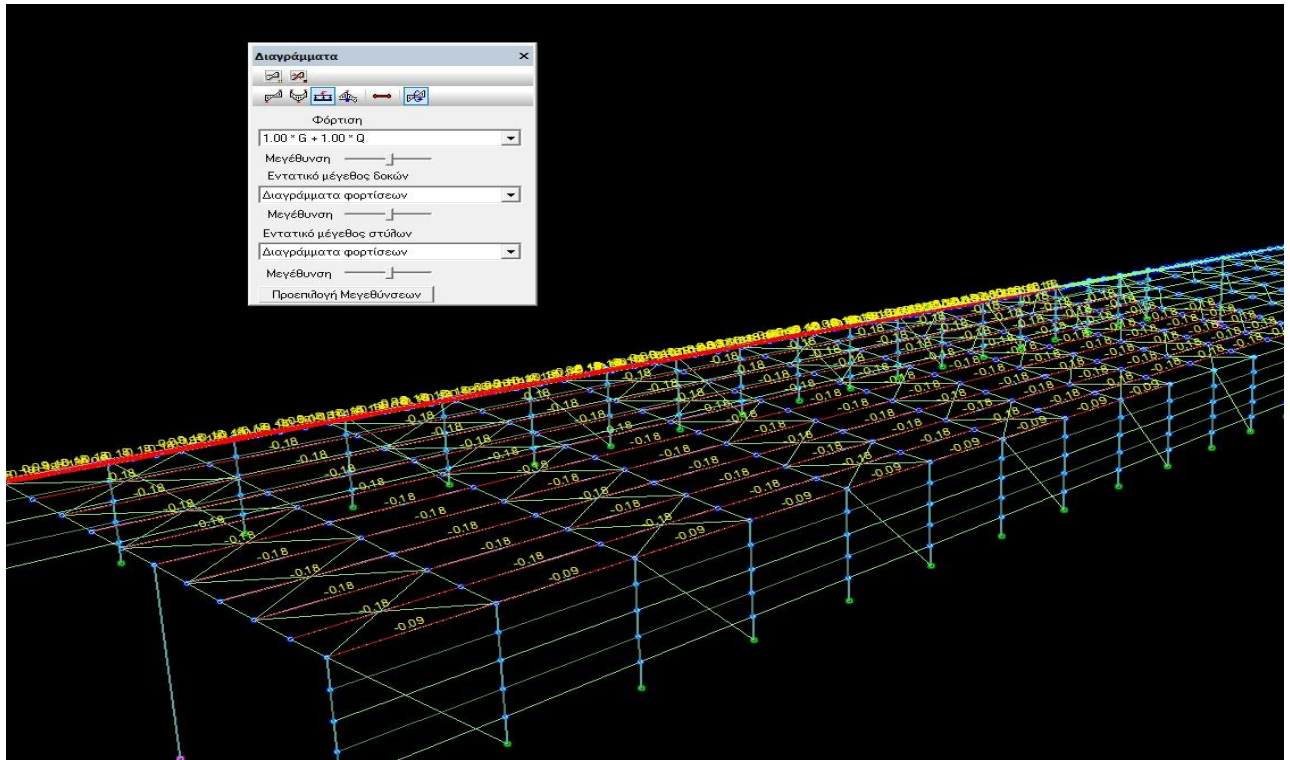


Εικόνα 77 : Φορτία Χιονιού του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).

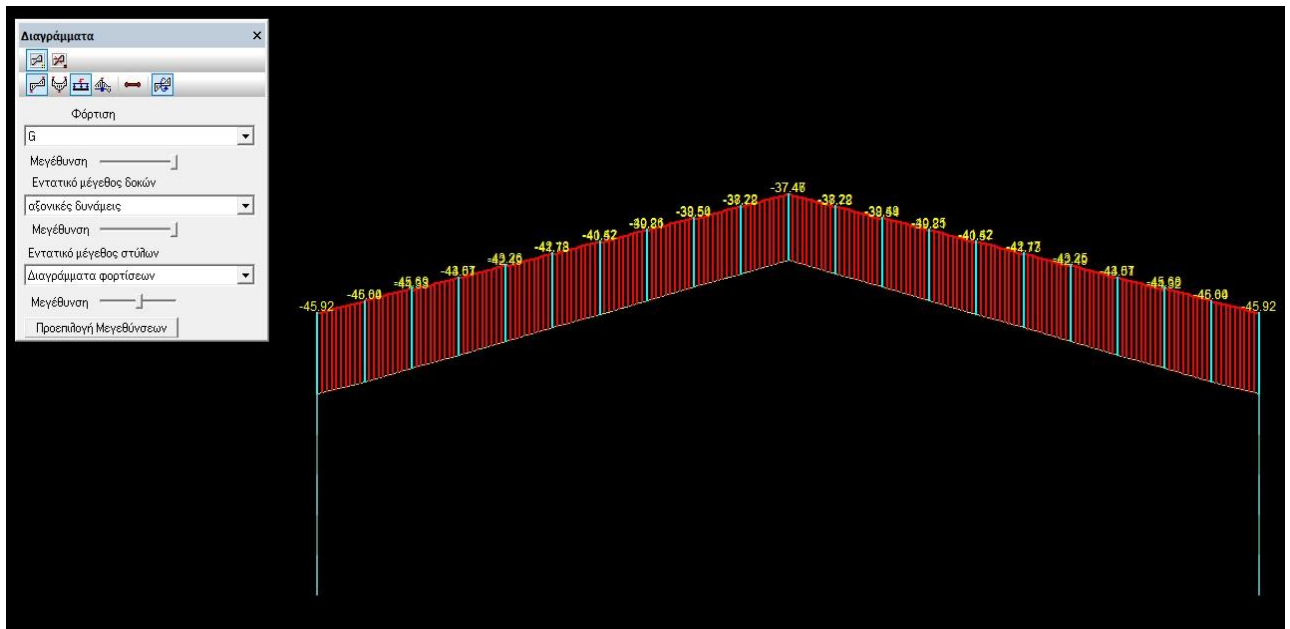


Εικόνα 78 : Φορτία Συνδυασμού Φορτίσεων 1.35G + 1.50Q του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).



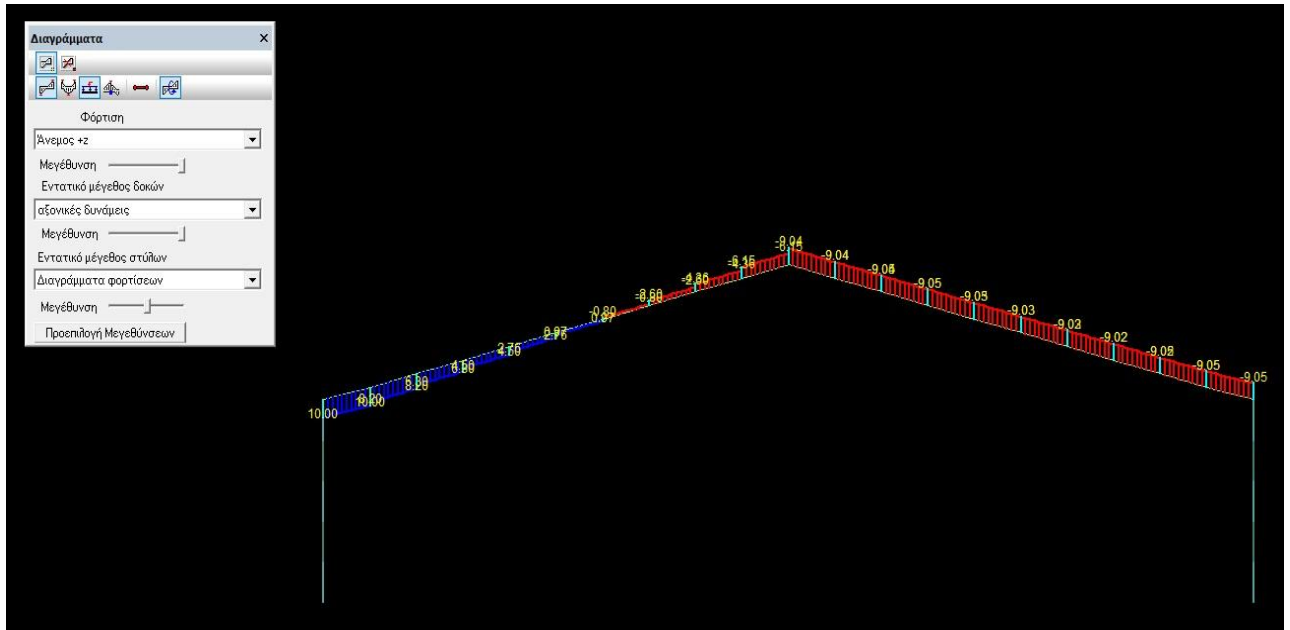


Εικόνα 79 : Φορτία Συνδυασμού Φορτίσεων $1.00G + 1.00Q$ του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).

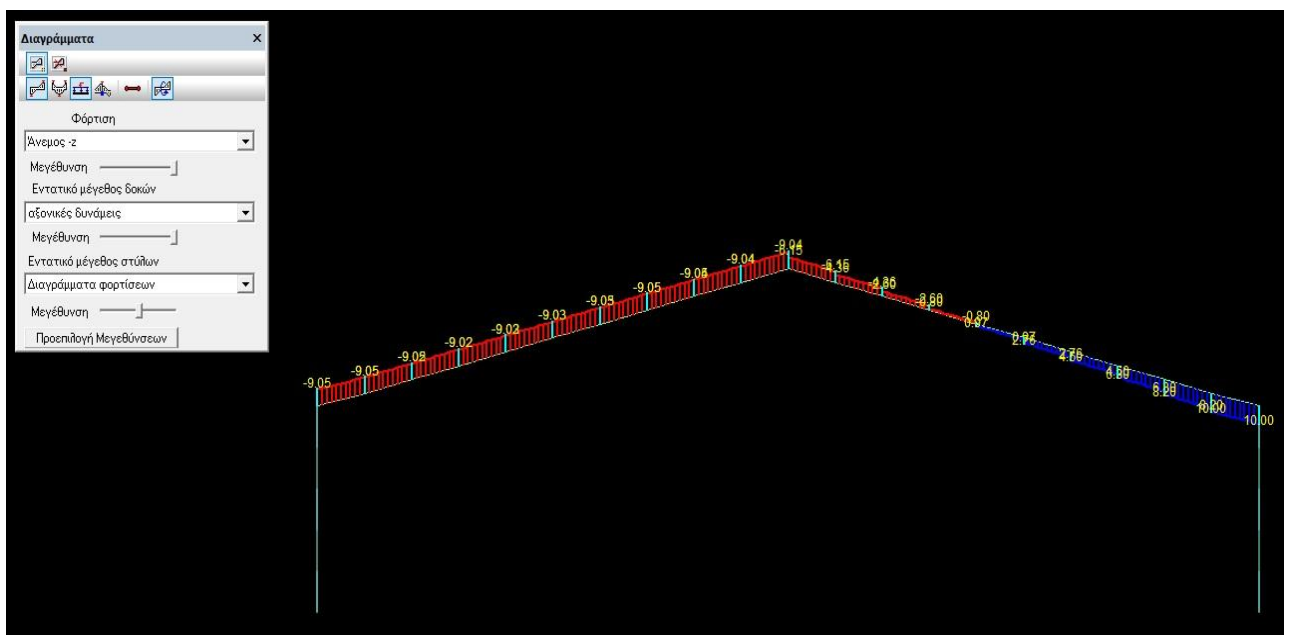


Εικόνα 80 : Διάγραμμα Αξονικών Δυνάμεων Μόνιμων Φορτίων Ζυγώματος του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).



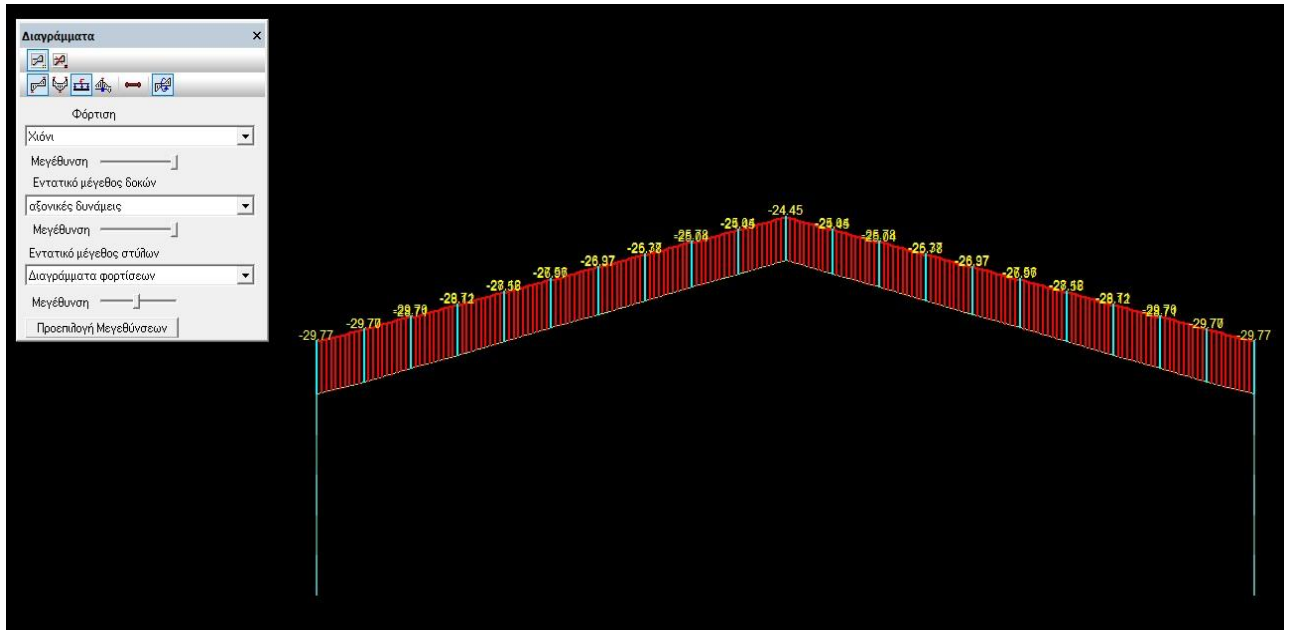


Εικόνα 81 : Διάγραμμα Αξονικών Δυνάμεων Φορτία Ανέμου Ζυγώματος στη διεύθυνση +z του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).

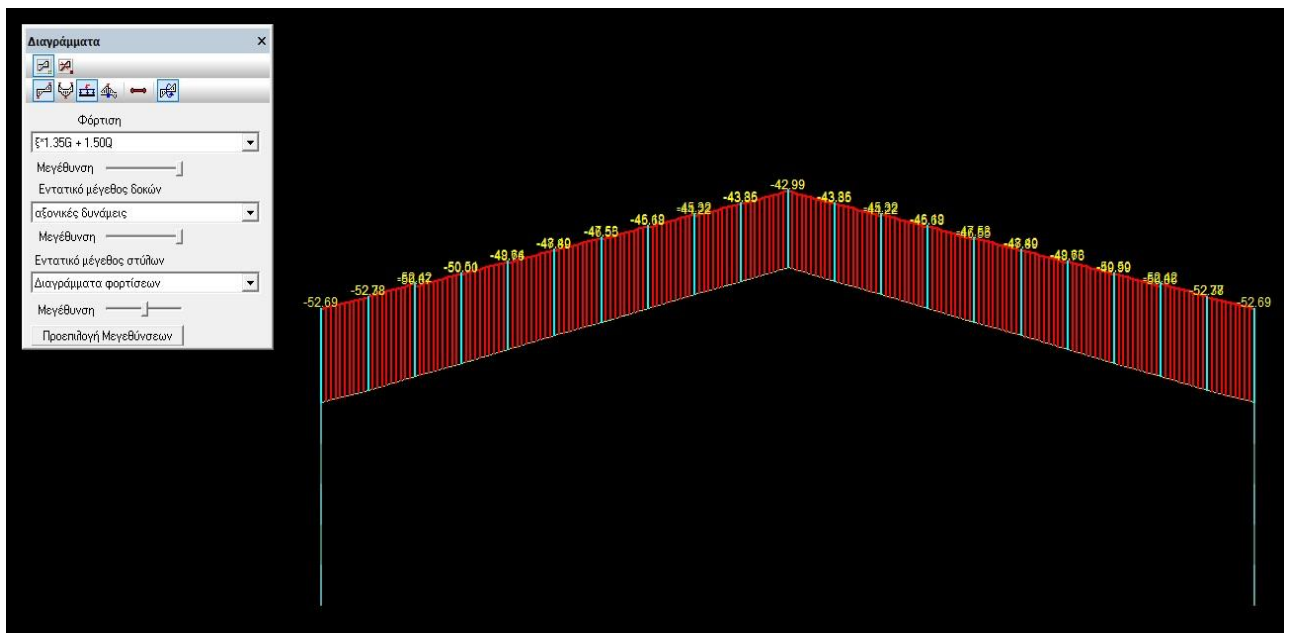


Εικόνα 82 : Διάγραμμα Αξονικών Δυνάμεων Φορτία Ανέμου Ζυγώματος στη διεύθυνση -z του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).



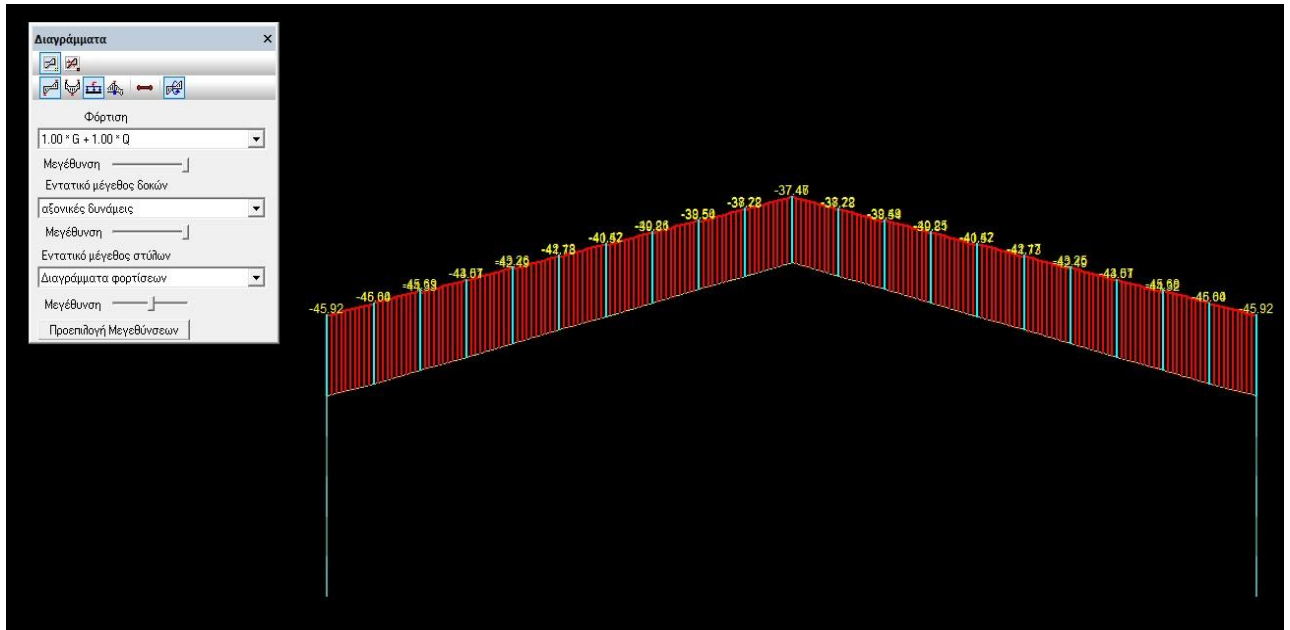


Εικόνα 83 : Διάγραμμα Αξονικών Δυνάμεων Φορτία Χιονιού Ζυγώματος του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).

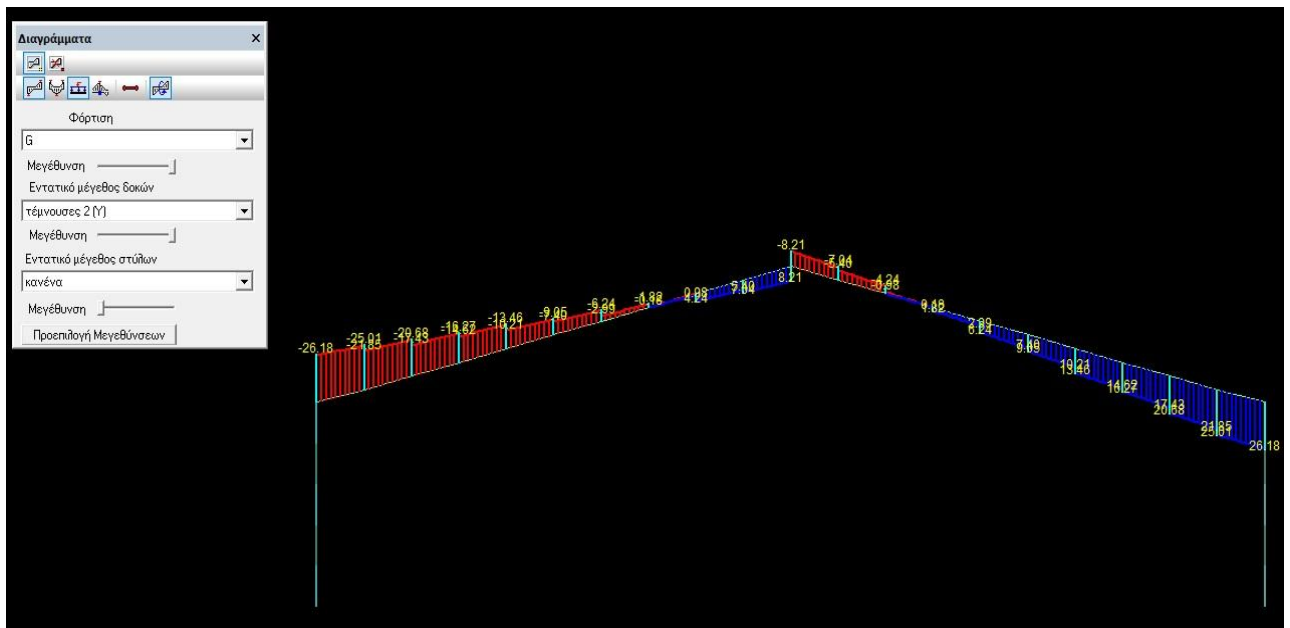


Εικόνα 84 : Διάγραμμα Αξονικών Δυνάμεων Συνδυασμού Φορτίσεων 1.35G + 1.50Q Ζυγώματος του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).



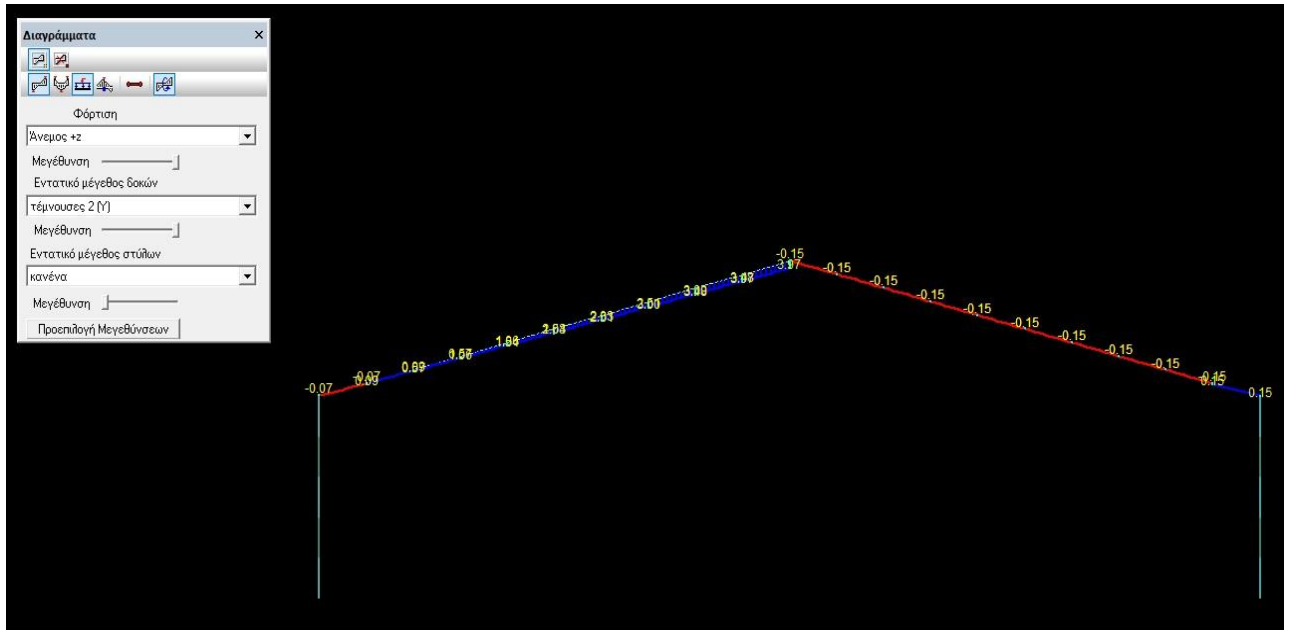


Εικόνα 85 : Διάγραμμα Αξονικών Δυνάμεων Συνδυασμού Φορτίσεων 1.00G + 1.00Q Ζυγώματος του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).

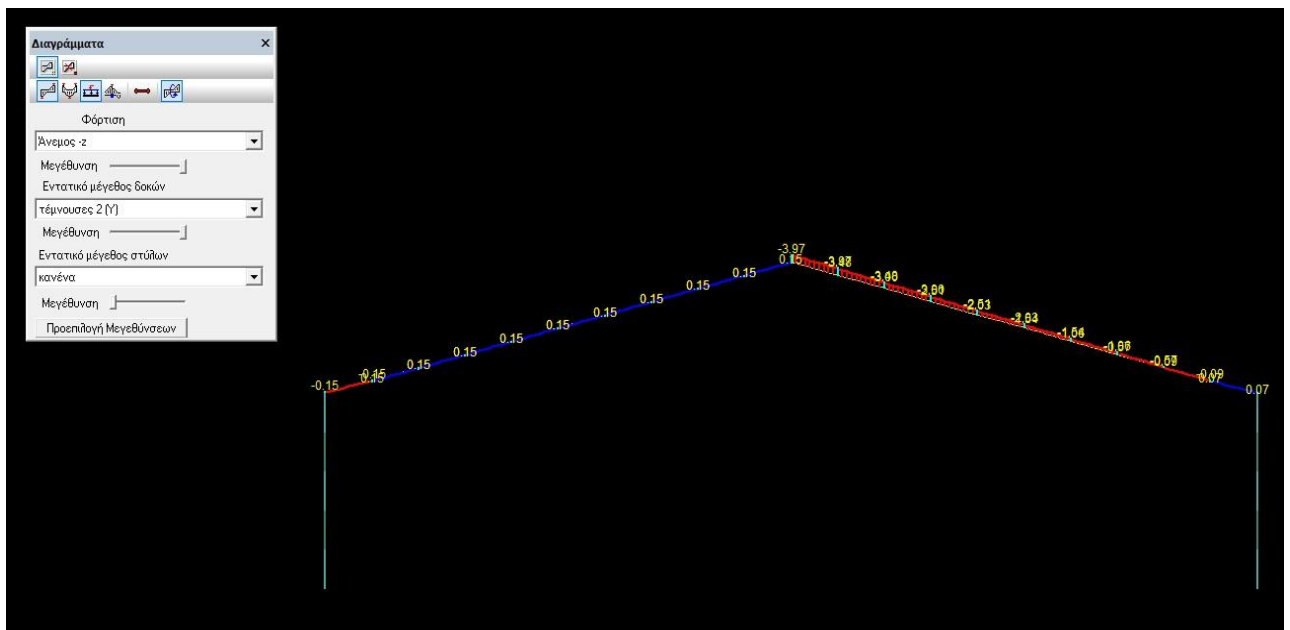


Εικόνα 86 : Διάγραμμα Τεμνουσών Δυνάμεων Μόνιμων Φορτίων Ζυγώματος του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).



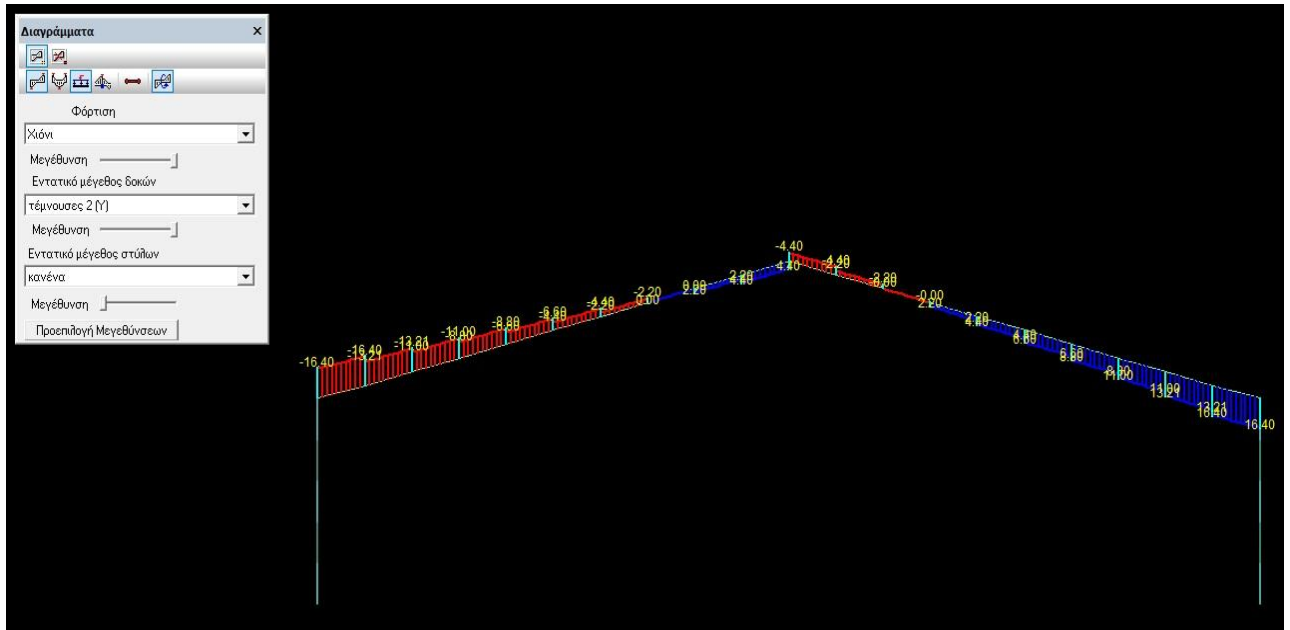


Εικόνα 87 : Διάγραμμα Τεμνουσών Δυνάμεων Φορτία Ανέμου Ζυγώματος στη διεύθυνση +z του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).

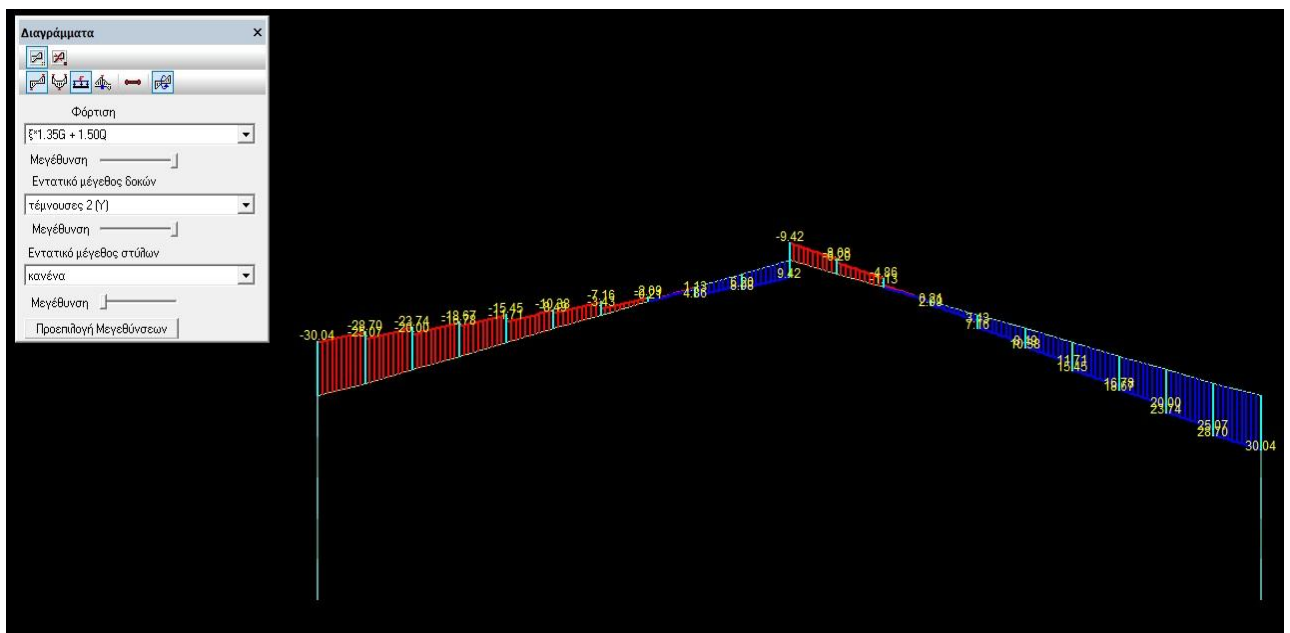


Εικόνα 88 : Διάγραμμα Τεμνουσών Δυνάμεων Φορτία Ανέμου Ζυγώματος στη διεύθυνση -z του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).



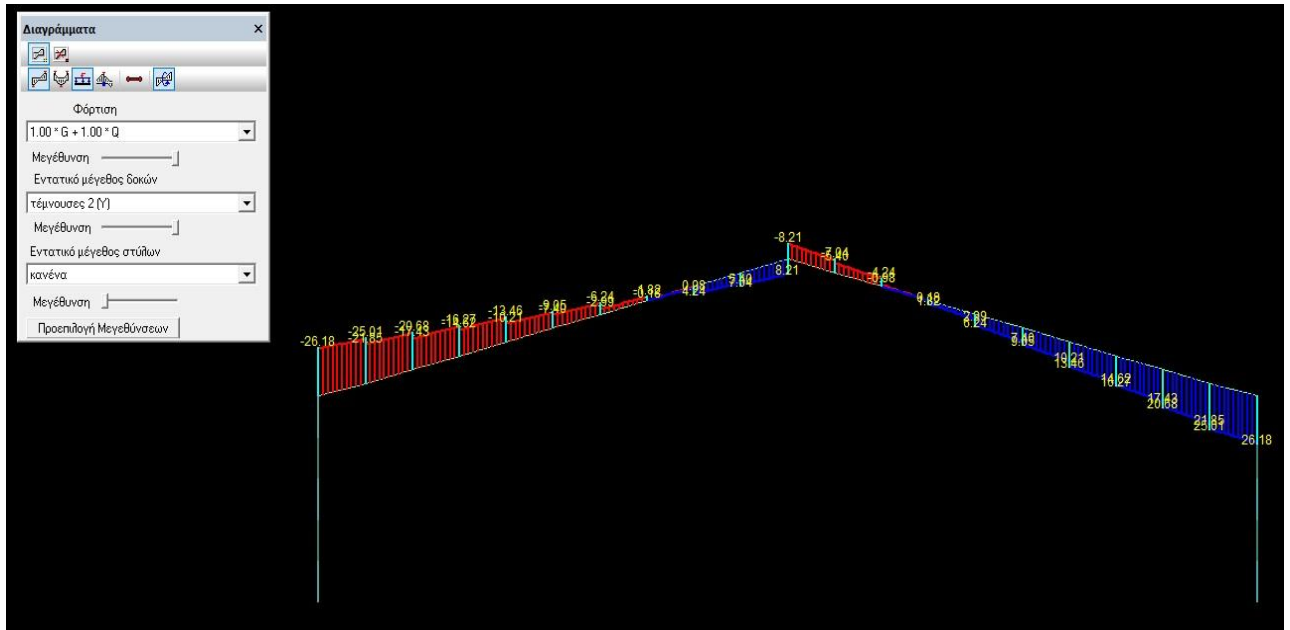


Εικόνα 89 : Διάγραμμα Τεμνουσών Δυνάμεων Φορτία Χιονιού Ζυγώματος του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).

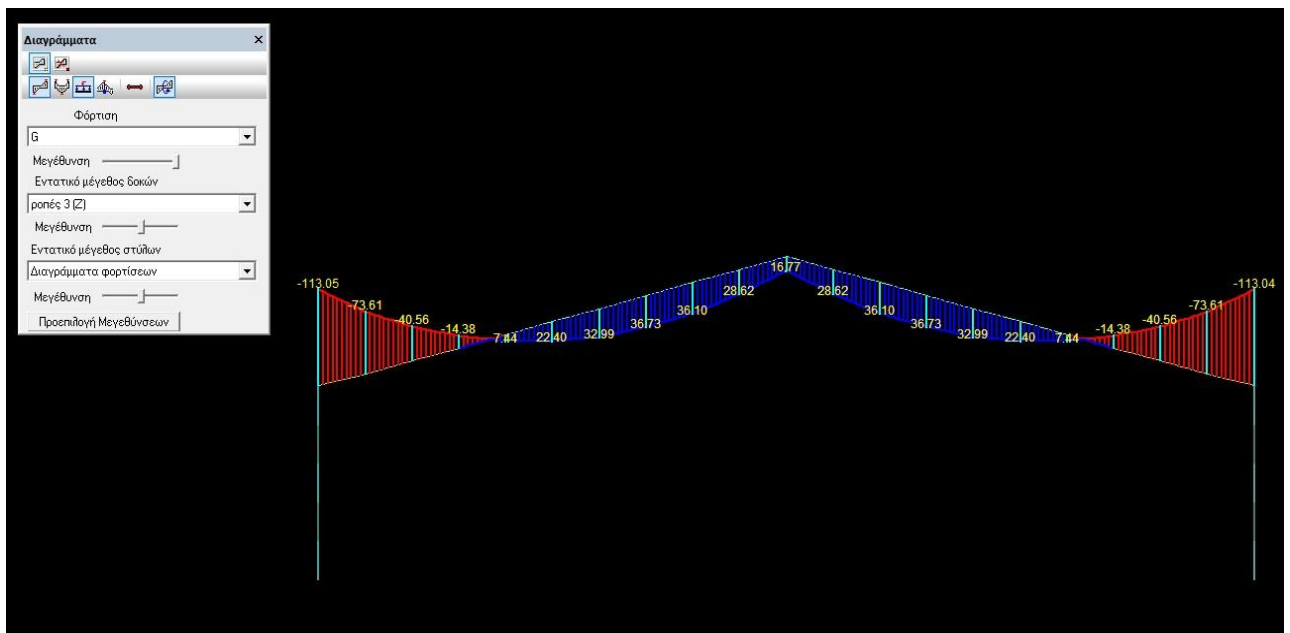


Εικόνα 90 : Διάγραμμα Τεμνουσών Δυνάμεων Συνδυασμού Φορτίσεων 1.35G + 1.50Q Ζυγώματος του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).



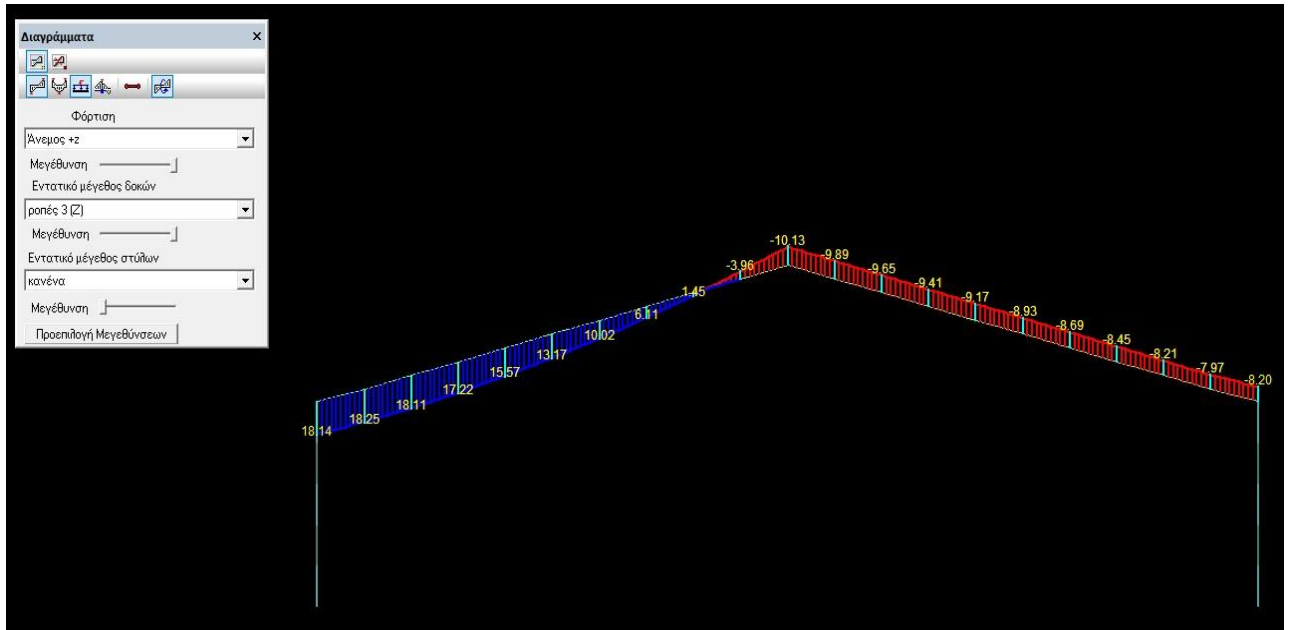


Εικόνα 91 : Διάγραμμα Τεμνουσών Δυνάμεων Συνδυασμού Φορτίσεων $1.00G + 1.00Q$ Ζυγώματος του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).

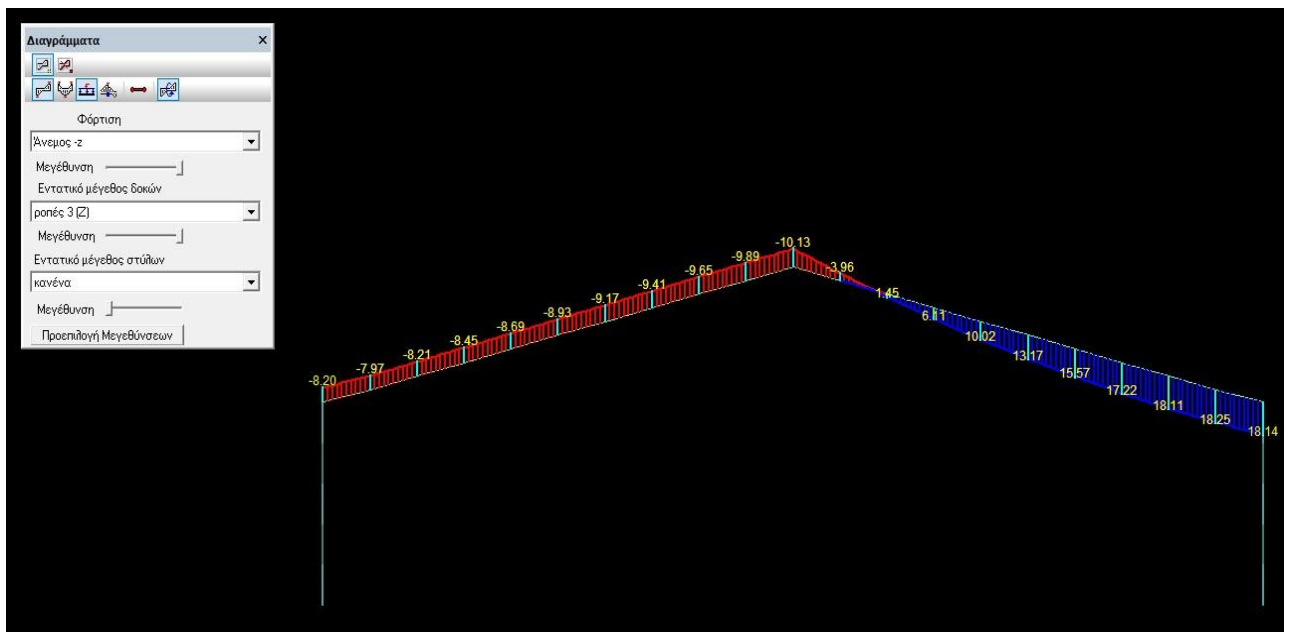


Εικόνα 92 : Διάγραμμα Ροπών Δυνάμεων Μόνιμων Φορτίων Ζυγώματος του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).



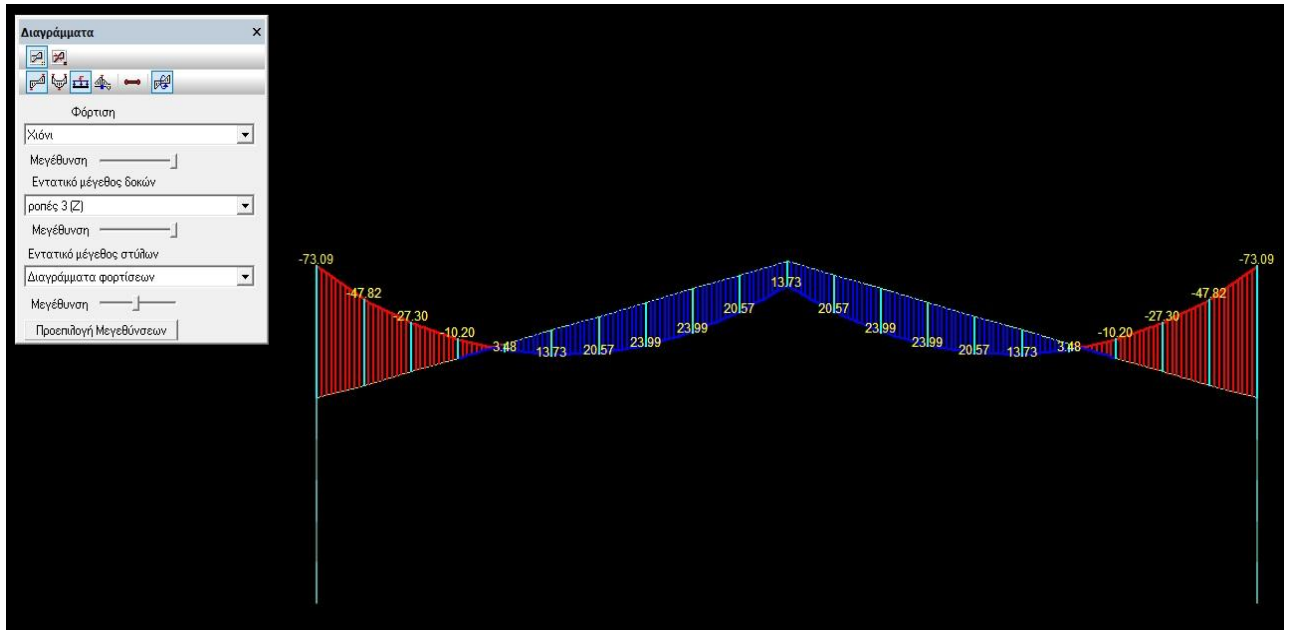


Εικόνα 93 : Διάγραμμα Ροπών Δυνάμεων Φορτία Ανέμου Ζυγώματος στη διεύθυνση +z του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).

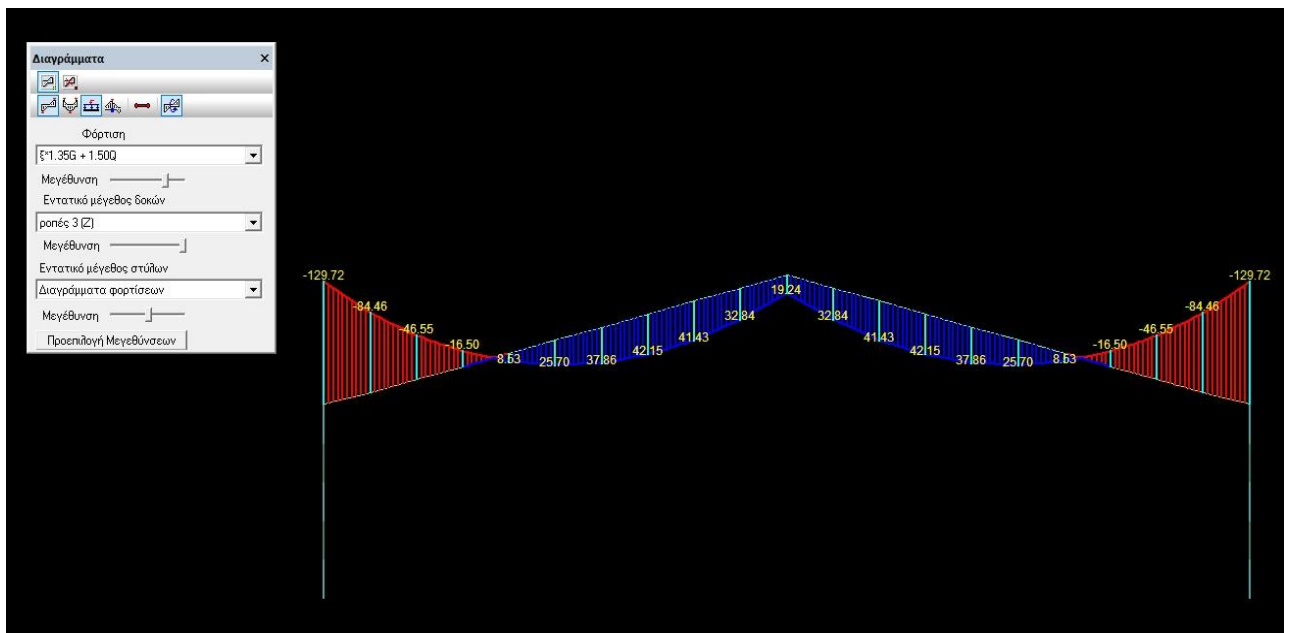


Εικόνα 94 : Διάγραμμα Ροπών Δυνάμεων Φορτία Ανέμου Ζυγώματος στη διεύθυνση -z του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).



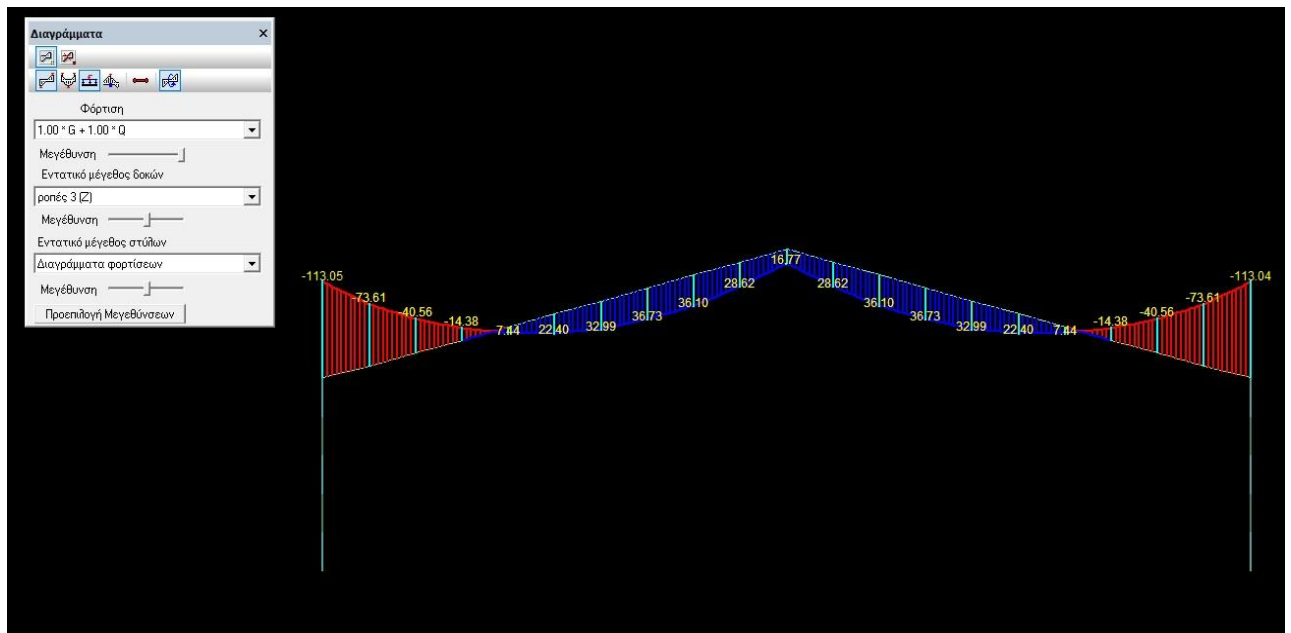


Εικόνα 95 : Διάγραμμα Ροπών Δυνάμεων Φορτία Χιονιού Ζυγώματος του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).

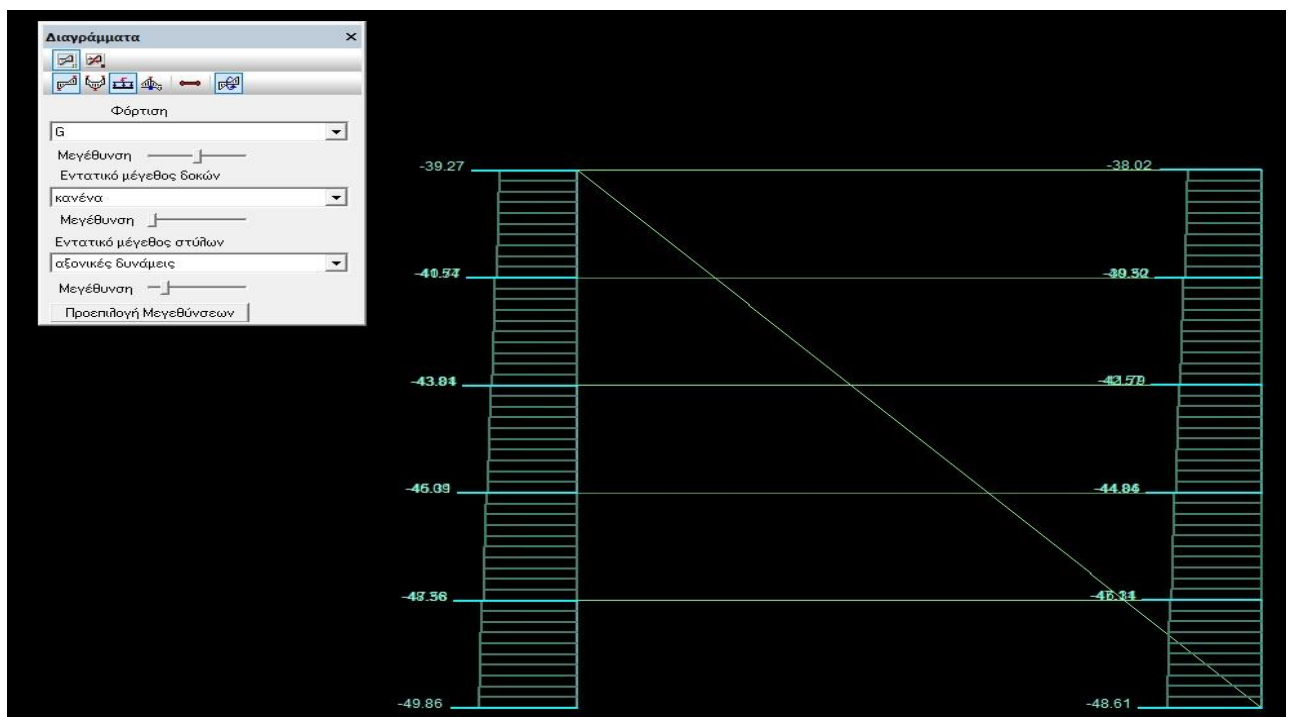


Εικόνα 96 : Διάγραμμα Ροπών Δυνάμεων Συνδυασμού Φορτίσεων 1.35G + 1.50Q Ζυγώματος του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).



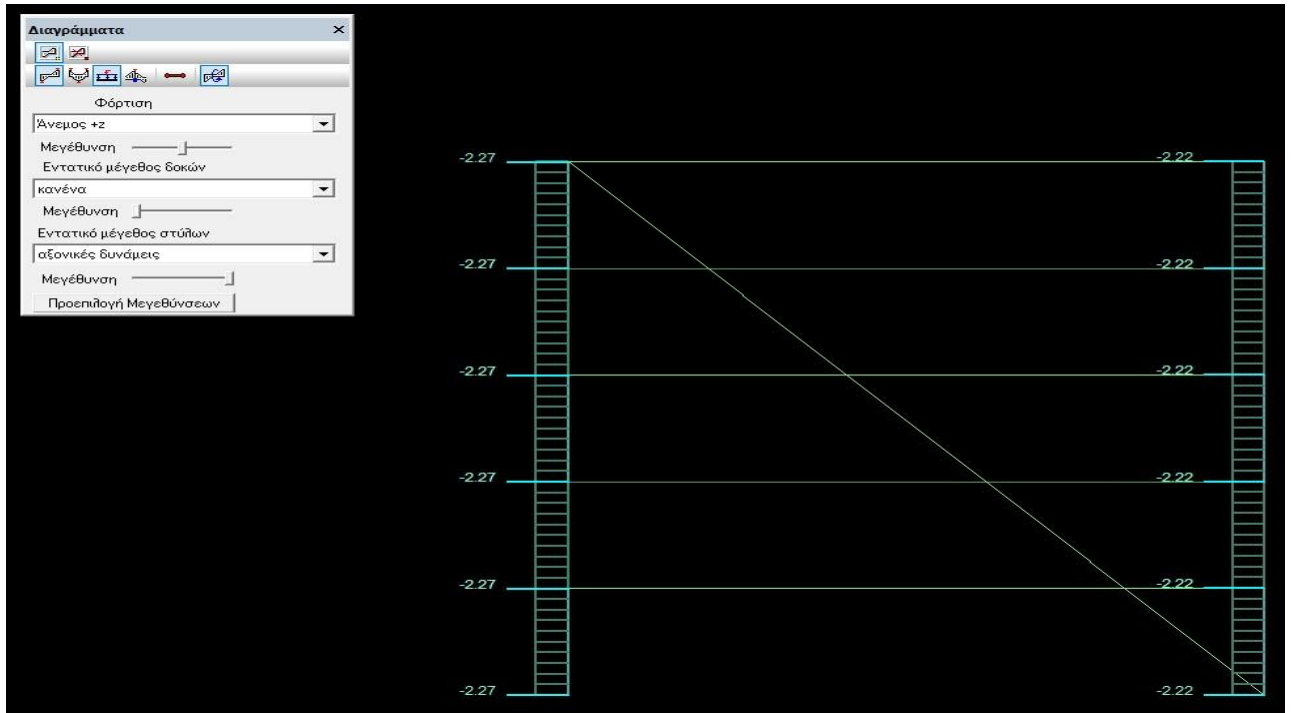


Εικόνα 97 : Διάγραμμα Ροπών Δυνάμεων Συνδυασμού Φορτίσεων 1.00G + 1.00Q Ζυγώματος του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).

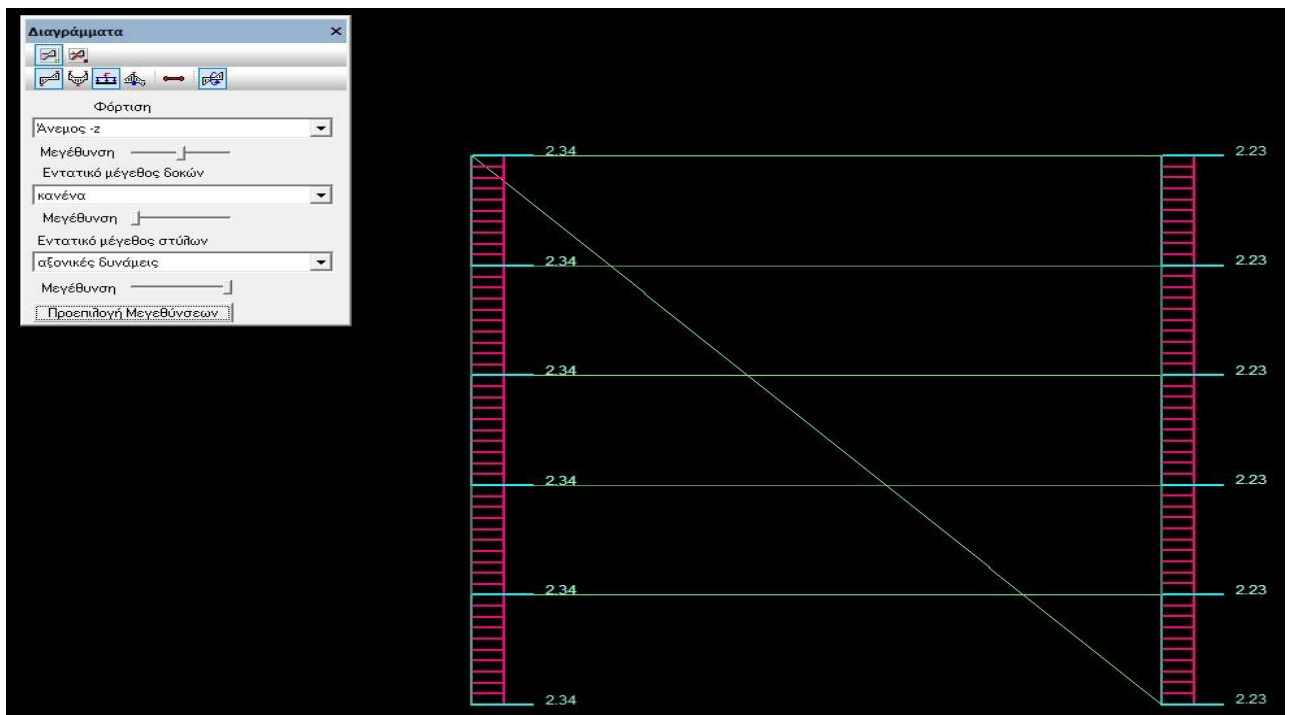


Εικόνα 98 : Διάγραμμα Αξονικών Δυνάμεων Μόνιμων Φορτίων Υποστυλώματος του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).



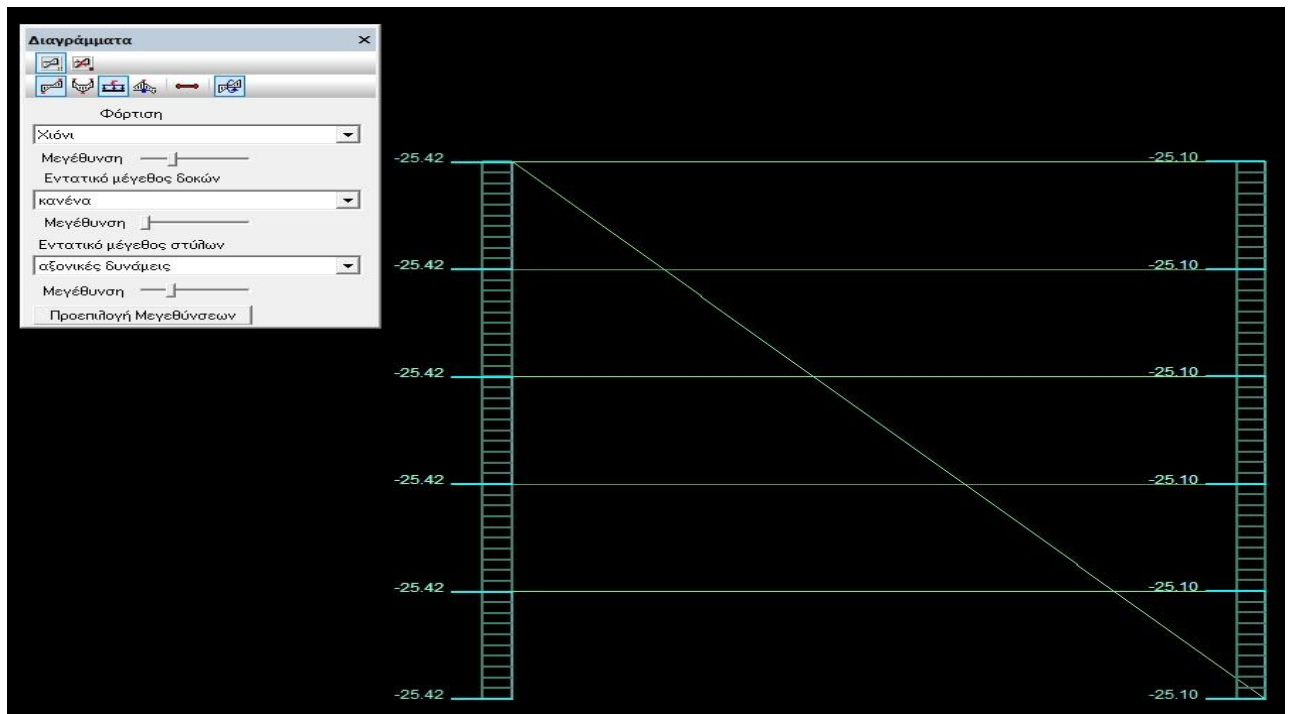


Εικόνα 99 : Διάγραμμα Αξονικών Δυνάμεων Φορτία Ανέμου Υποστυλώματος στη διεύθυνση +z του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).

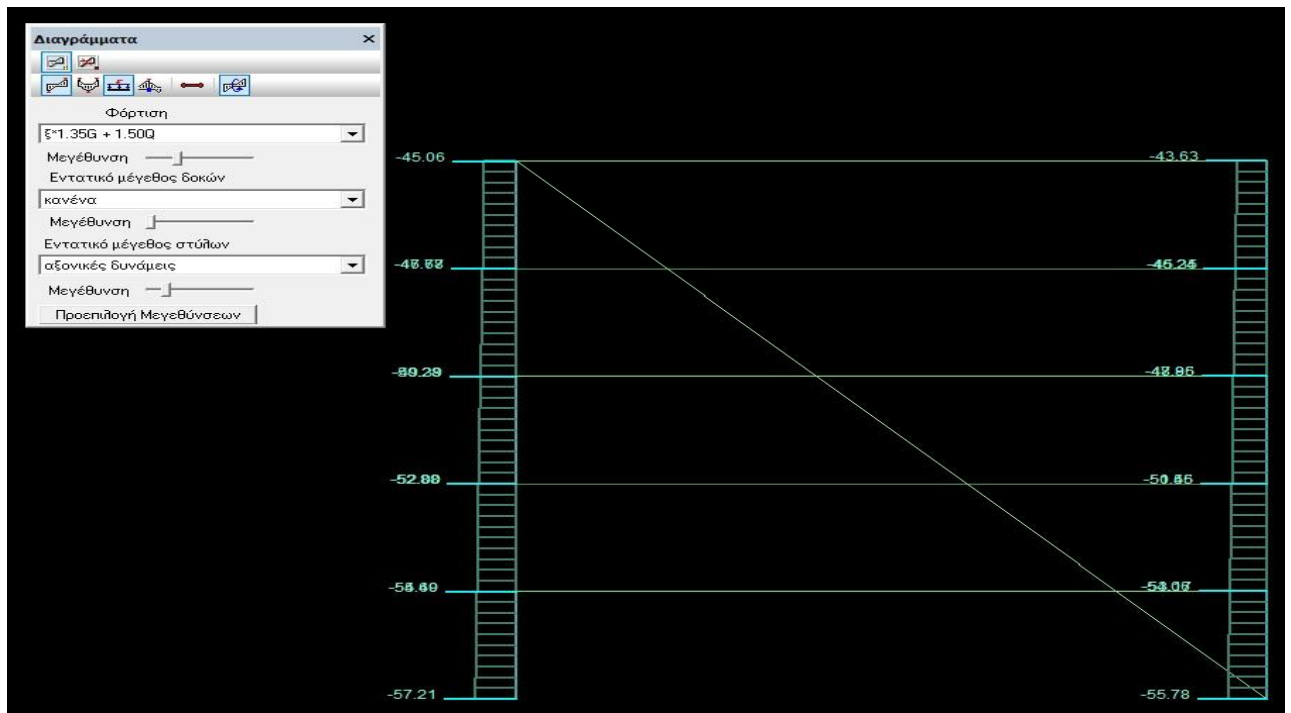


Εικόνα 100 : Διάγραμμα Αξονικών Δυνάμεων Φορτία Ανέμου Υποστυλώματος στη διεύθυνση -z του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).



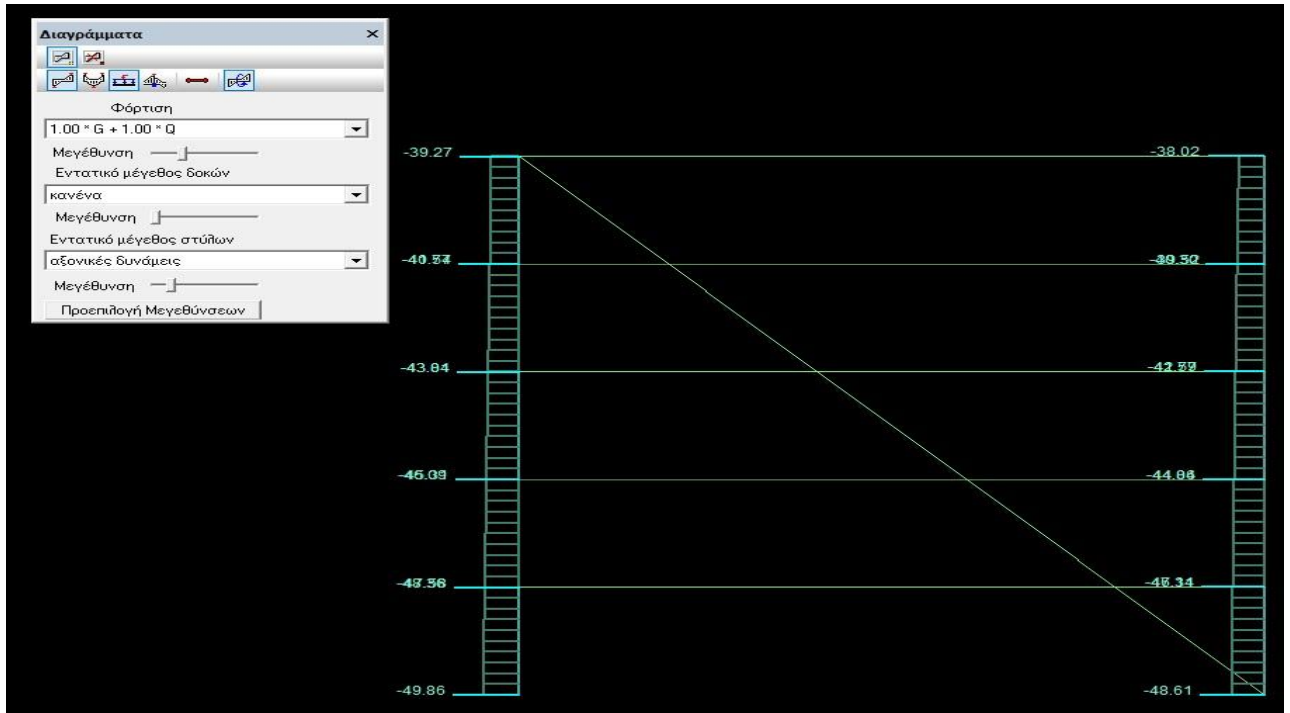


Εικόνα 101 : Διάγραμμα Αξονικών Δυνάμεων Φορτία Χιονιού Υποστυλώματος του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).

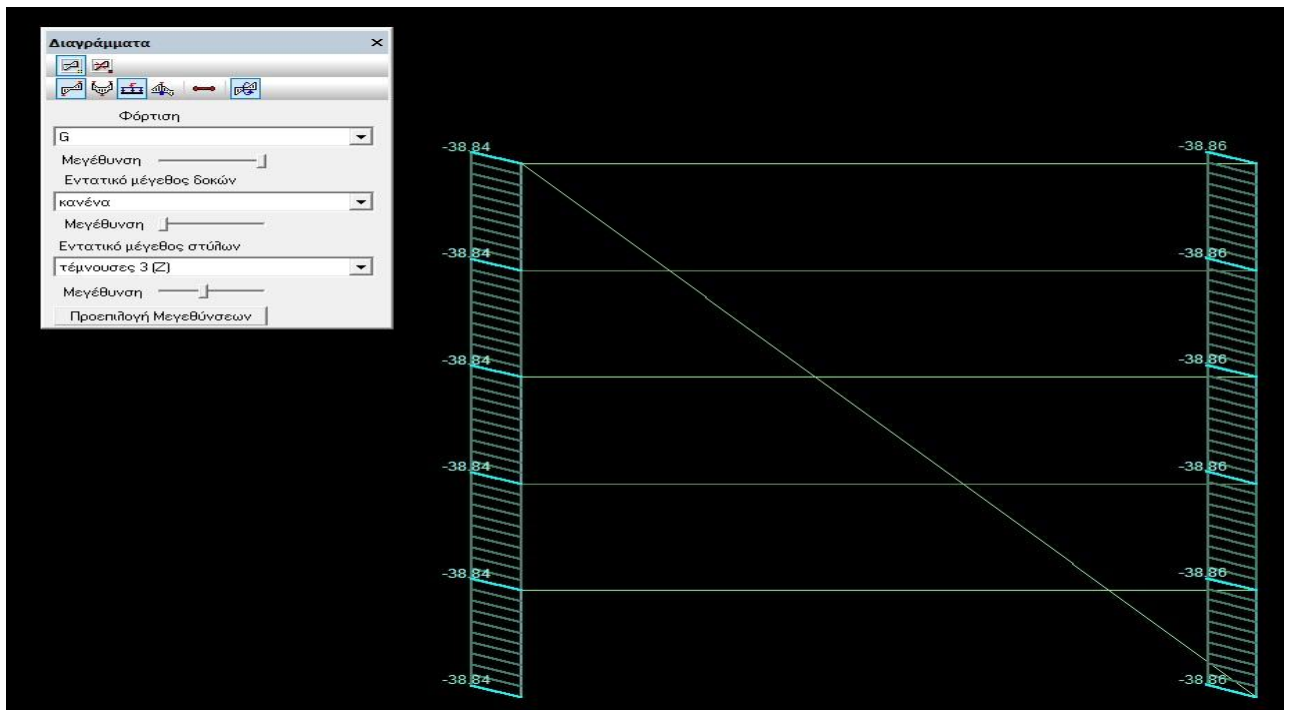


Εικόνα 102 : Διάγραμμα Αξονικών Δυνάμεων Συνδυασμού Φορτίσεων 1.35G + 1.50Q Υποστυλώματος του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).



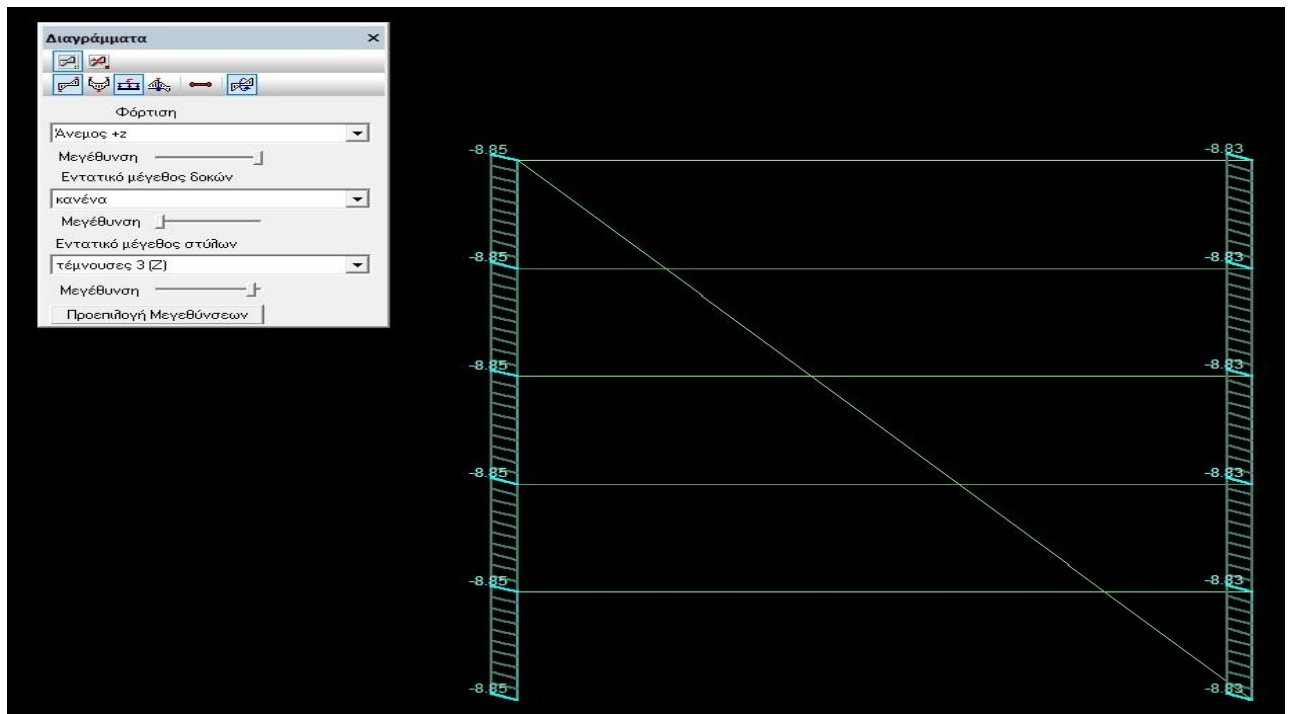


Εικόνα 103 : Διάγραμμα Αξονικών Δυνάμεων Συνδυασμού Φορτίσεων $1.00G + 1.00Q$ Υποστυλώματος του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).

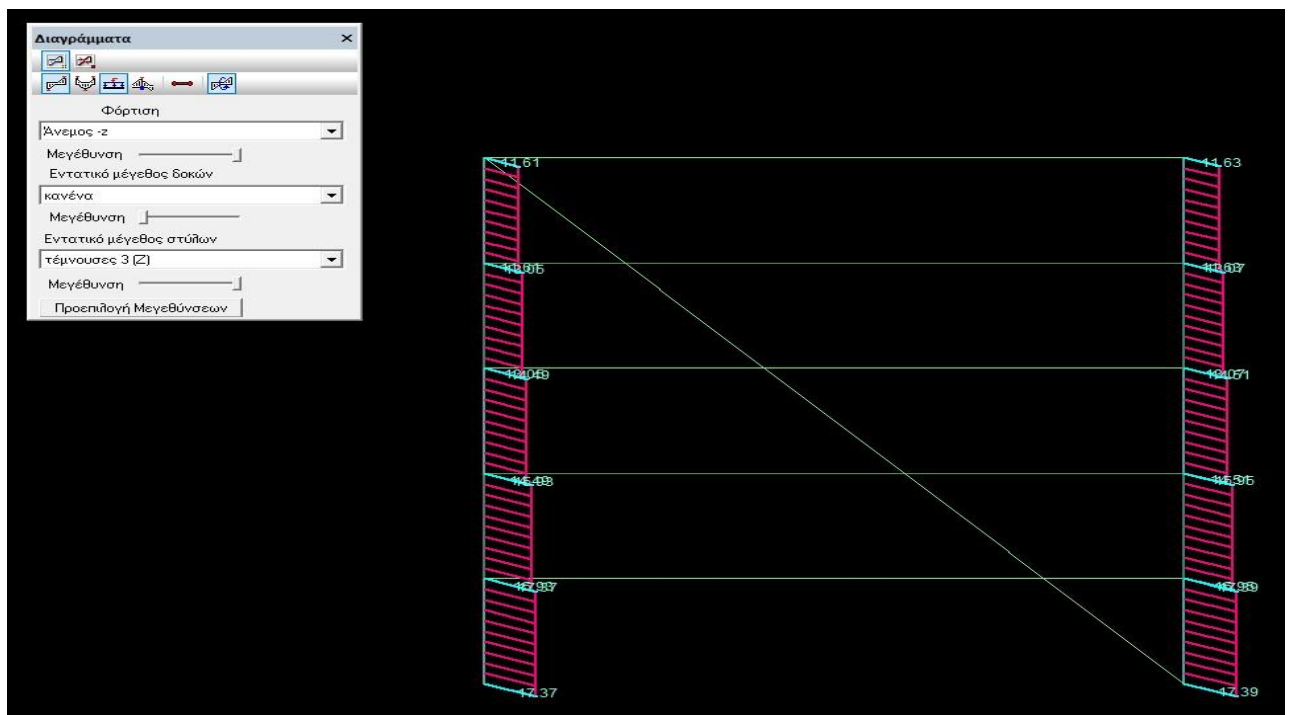


Εικόνα 104 : Διάγραμμα Τεμνουσών Δυνάμεων Μόνιμων Φορτίων Υποστυλώματος του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).



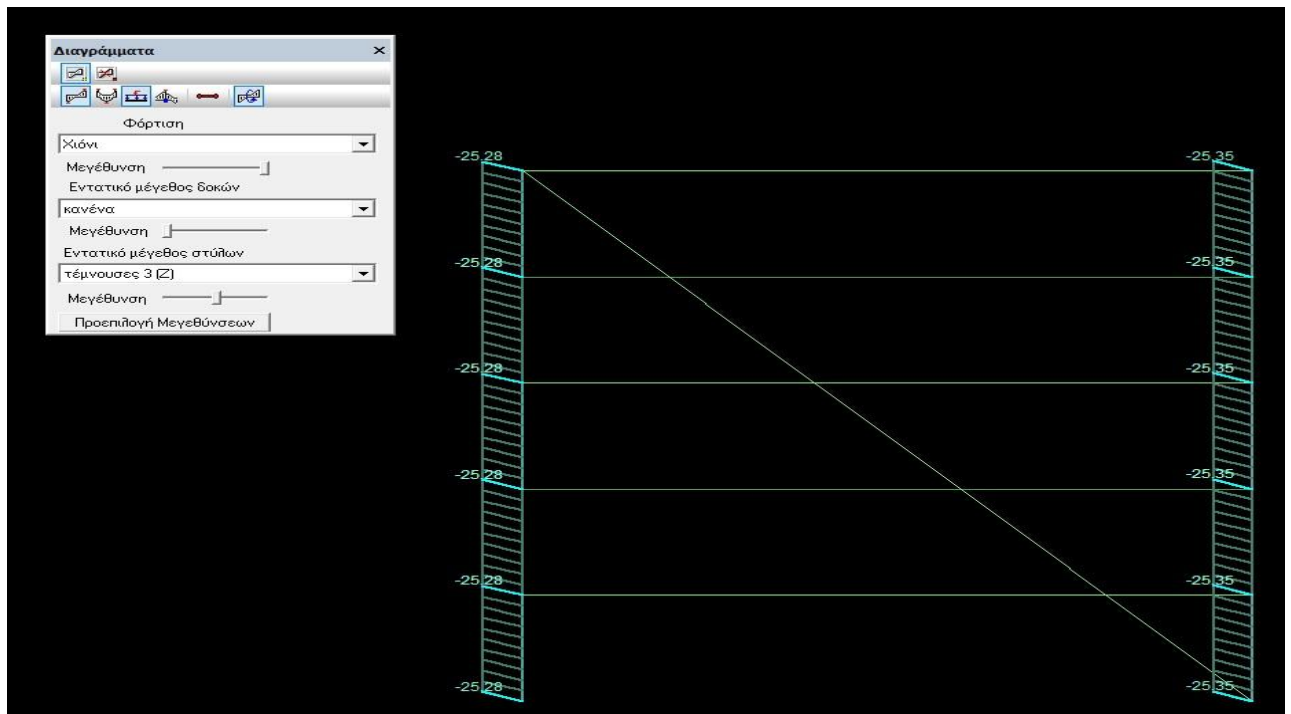


Εικόνα 105 : Διάγραμμα Τεμνουσών Δυνάμεων Φορτία Ανέμου Υποστυλώματος στη διεύθυνση +z του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).

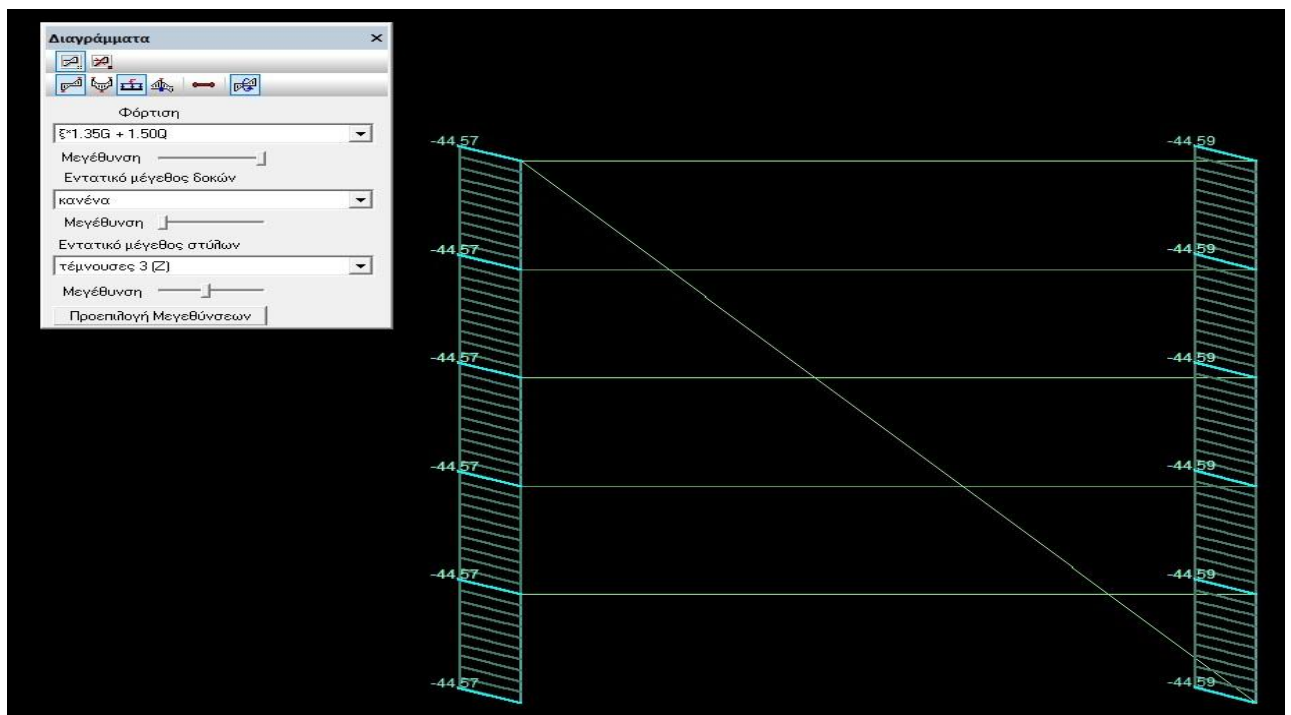


Εικόνα 106 : Διάγραμμα Τεμνουσών Δυνάμεων Φορτία Ανέμου Υποστυλώματος στη διεύθυνση -z του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).



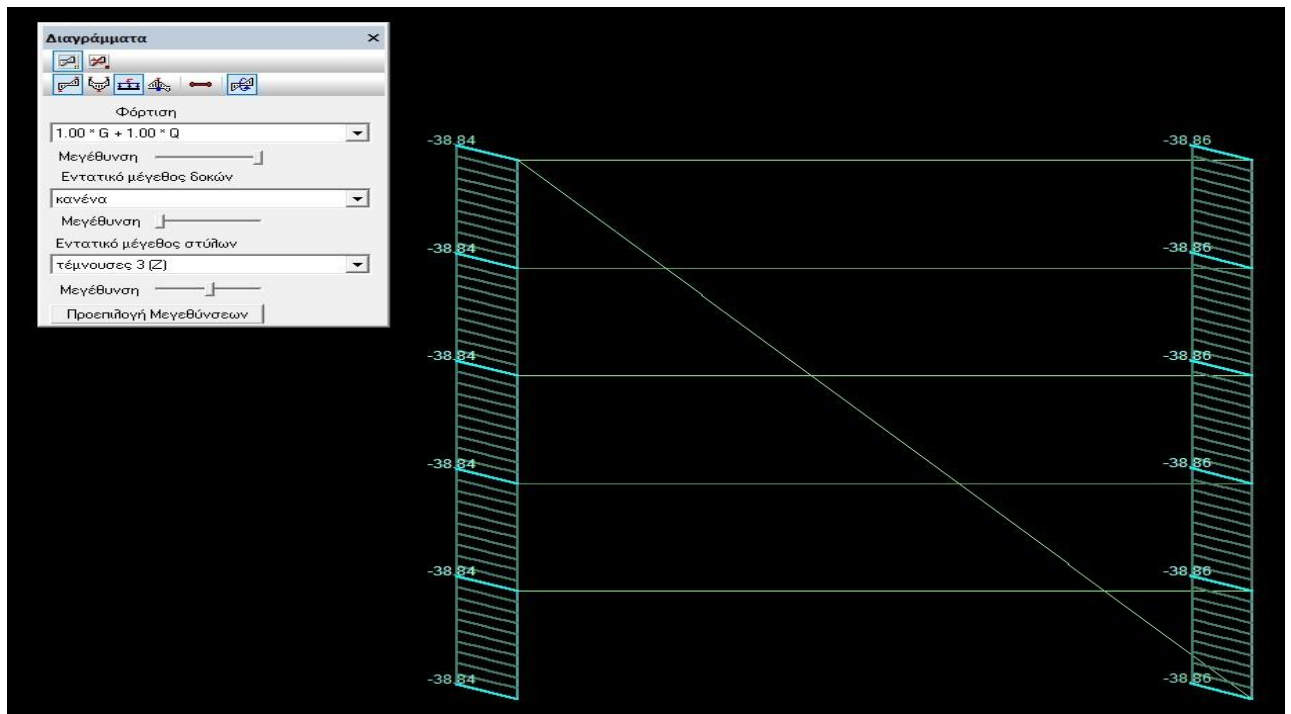


Εικόνα 107 : Διάγραμμα Τεμνουσών Δυνάμεων Φορτία Χιονιού Υποστυλώματος του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).

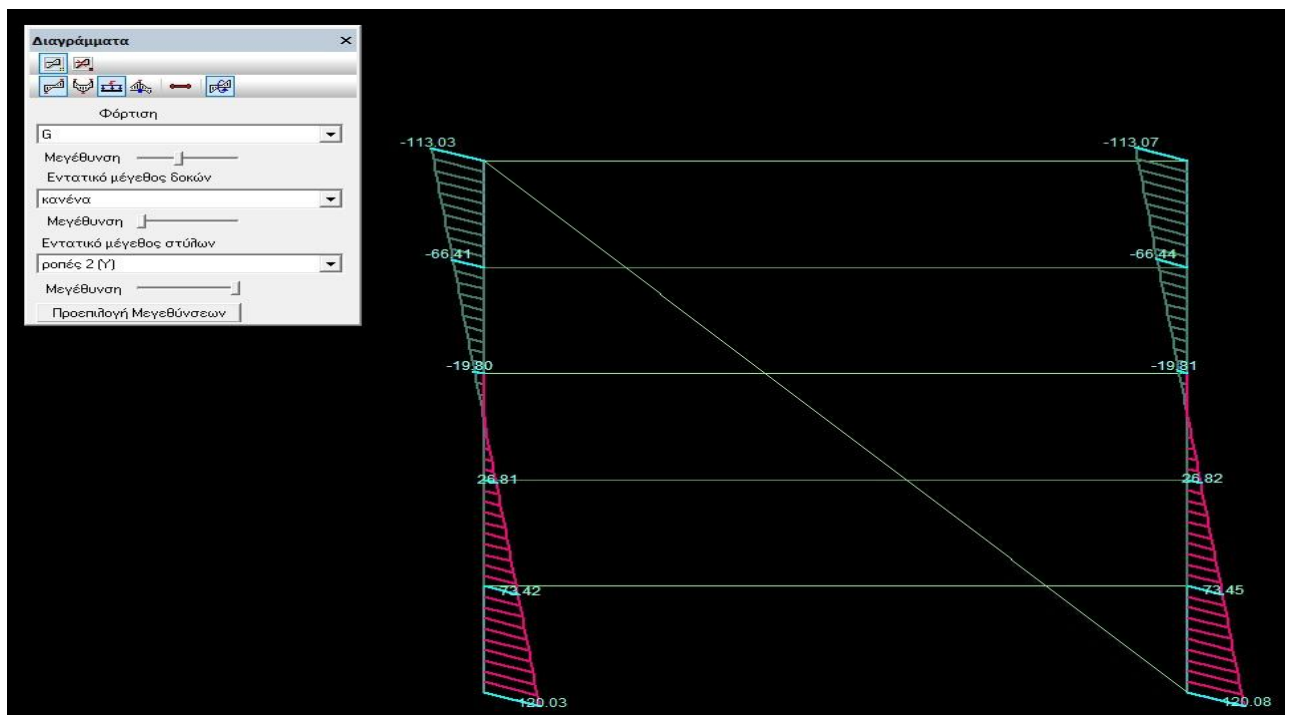


Εικόνα 108 : Διάγραμμα Τεμνουσών Δυνάμεων Συνδυασμού Φορτίσεων $1.35G + 1.50Q$ Υποστυλώματος του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).



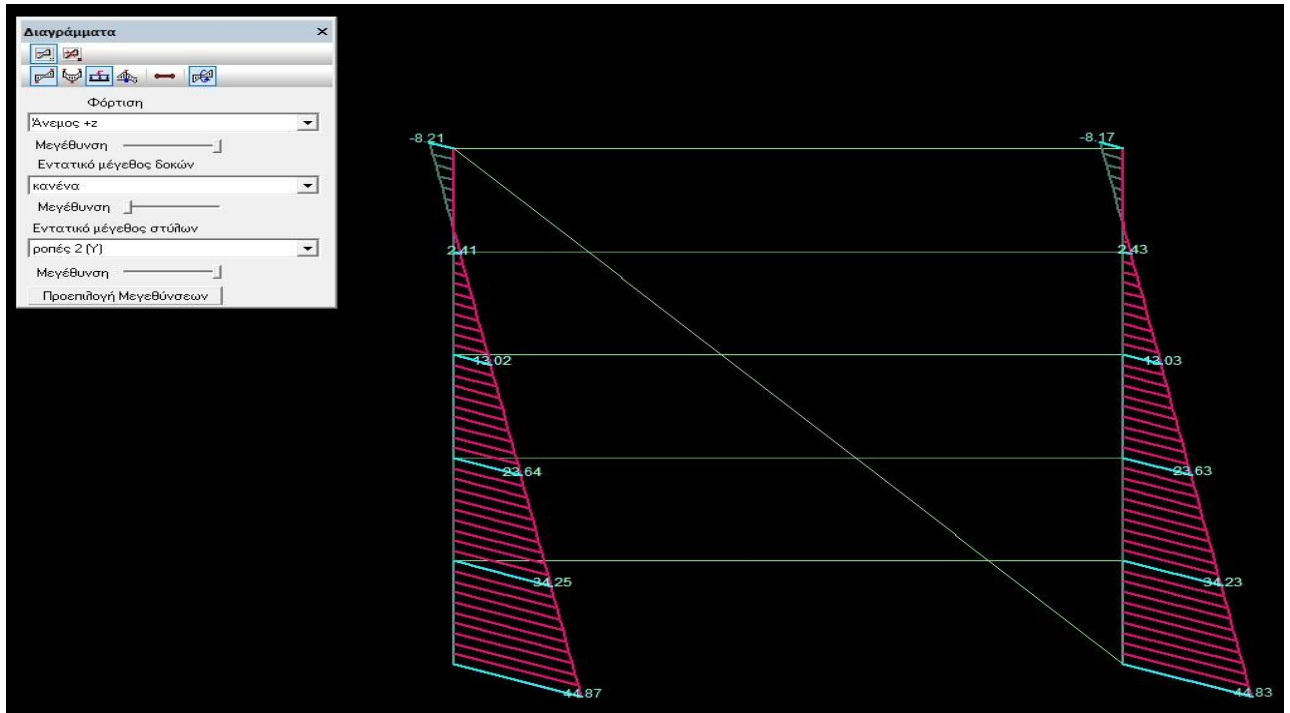


Εικόνα 109 : Διάγραμμα Τεμνουσών Δυνάμεων Συνδυασμού Φορτίσεων $1.00G + 1.00Q$ Υποστυλώματος του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).

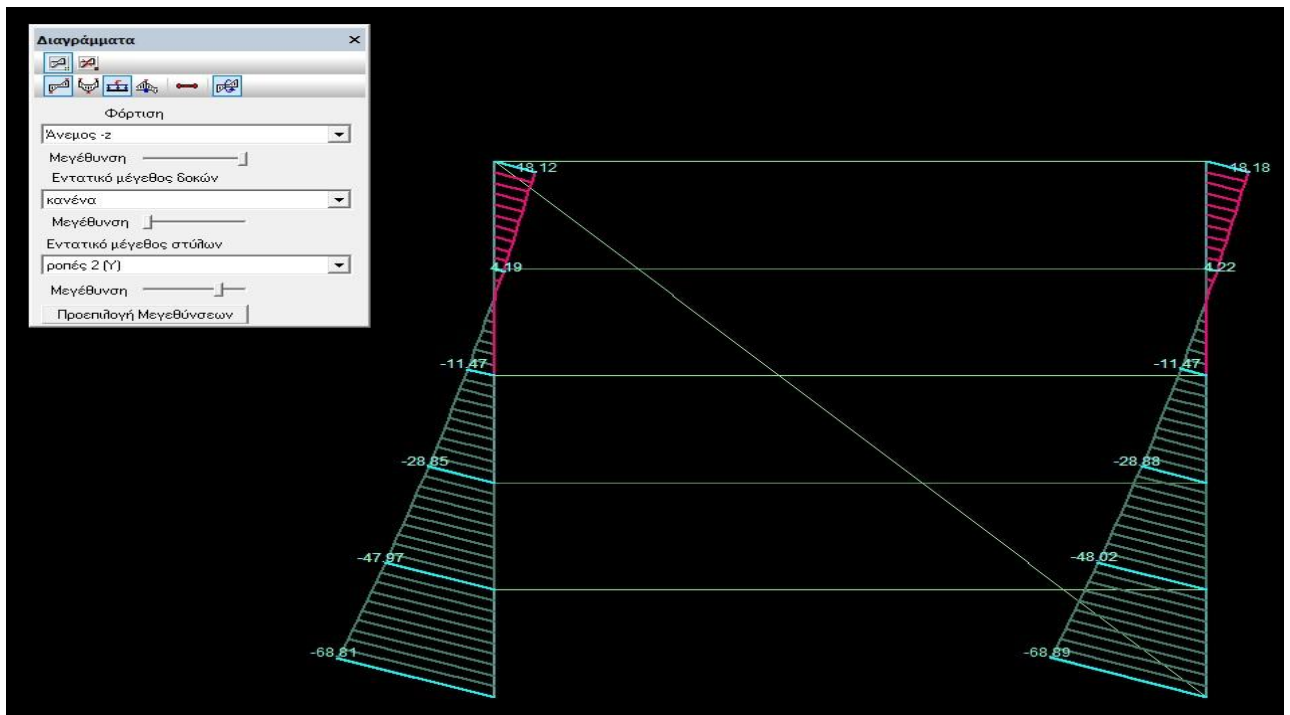


Εικόνα 110 : Διάγραμμα Ροπών Δυνάμεων Μόνιμων Φορτίων Υποστυλώματος του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).



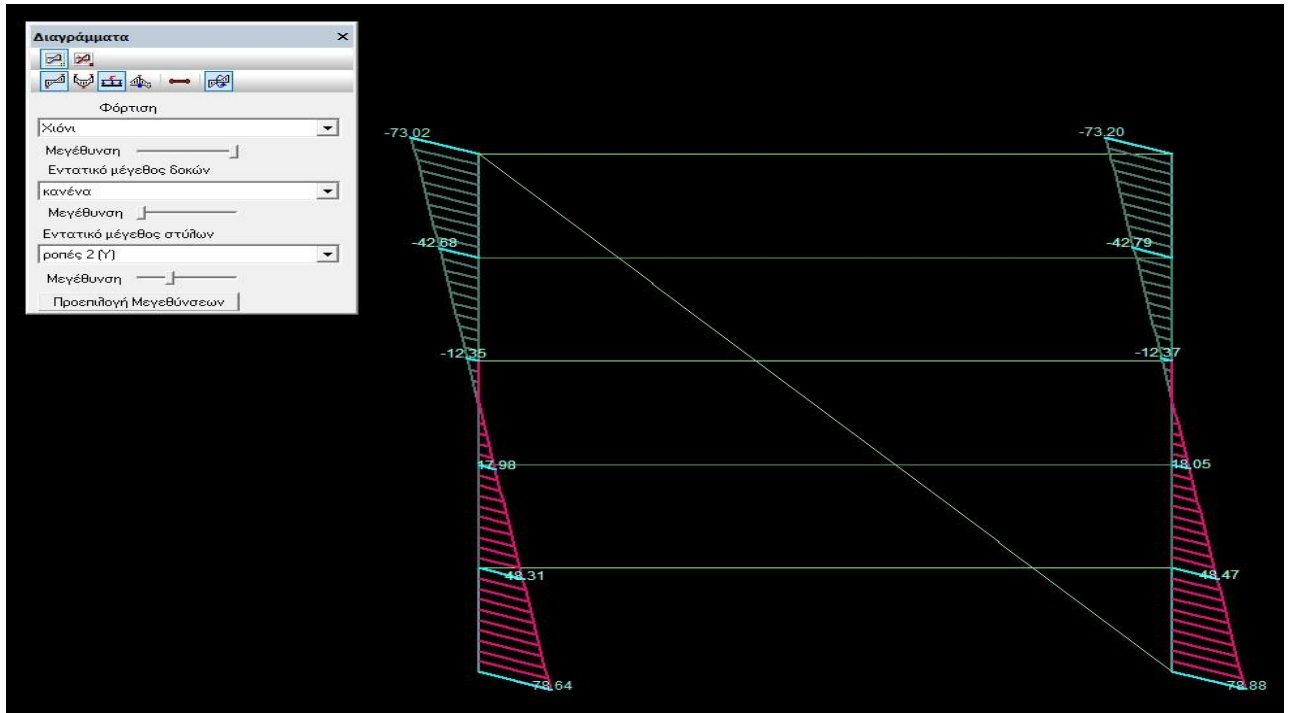


Εικόνα 111 : Διάγραμμα Ροπών Δυνάμεων Φορτία Ανέμου Υποστυλώματος στη διεύθυνση +z του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).

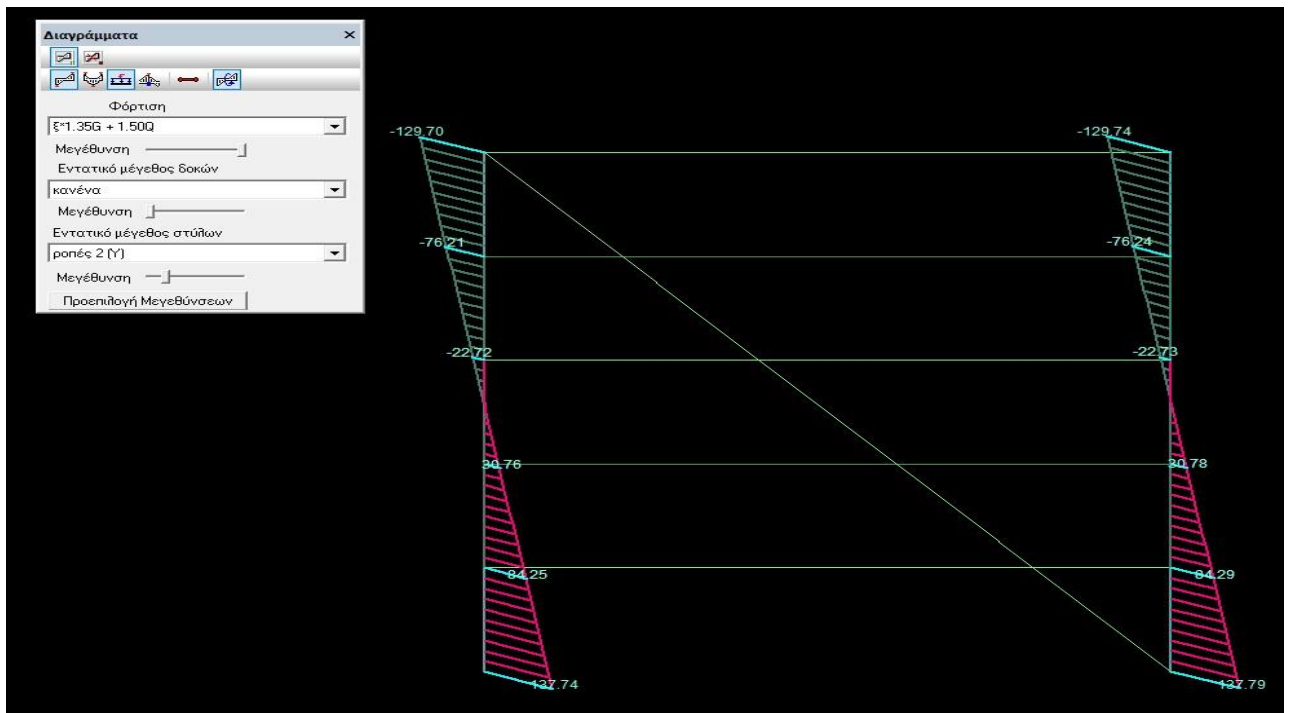


Εικόνα 112 : Διάγραμμα Ροπών Δυνάμεων Φορτία Ανέμου Υποστυλώματος στη διεύθυνση -z του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).



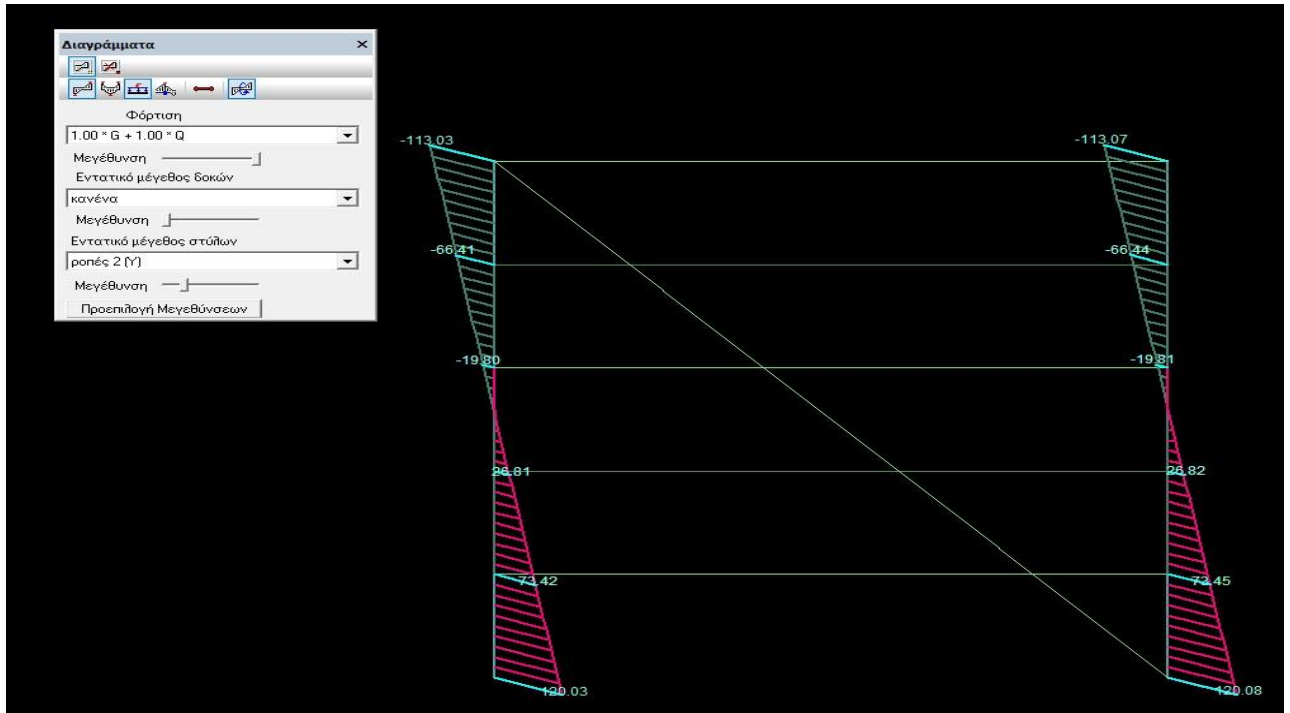


Εικόνα 113 : Διάγραμμα Ροπών Δυνάμεων Φορτία Χιονιού Υποστυλώματος του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).

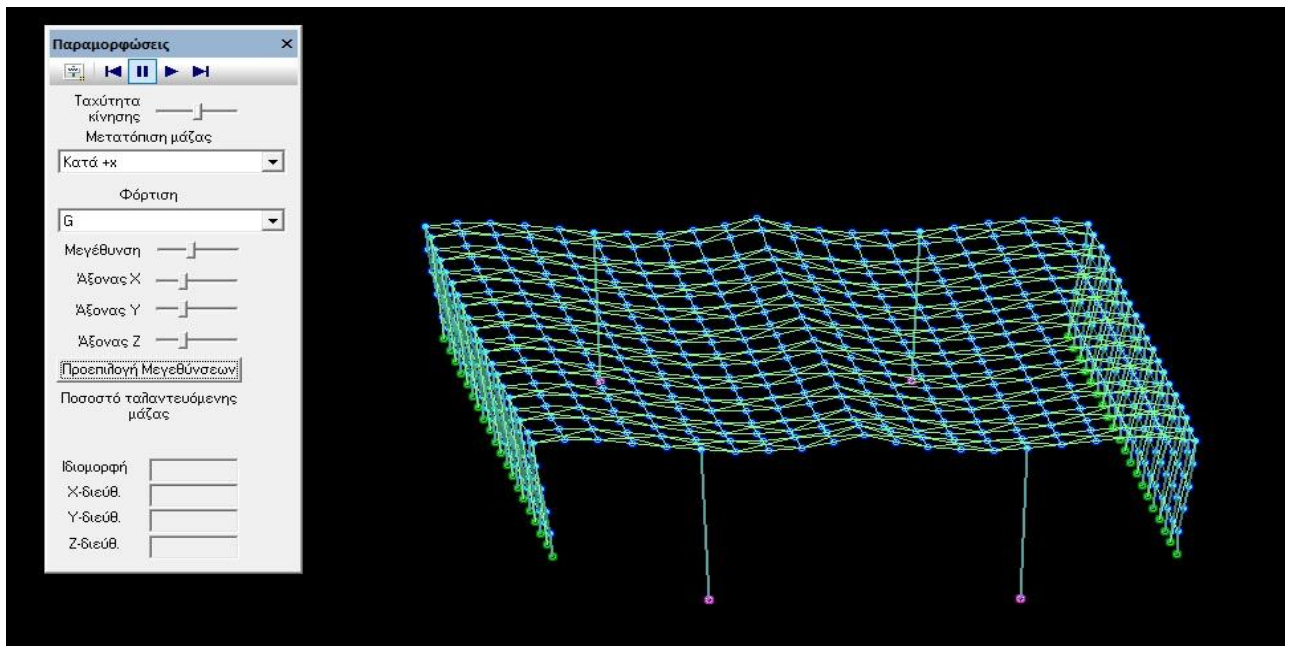


Εικόνα 114 : Διάγραμμα Ροπών Δυνάμεων Συνδυασμού Φορτίσεων $1.35G + 1.50Q$ Υποστυλώματος του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).



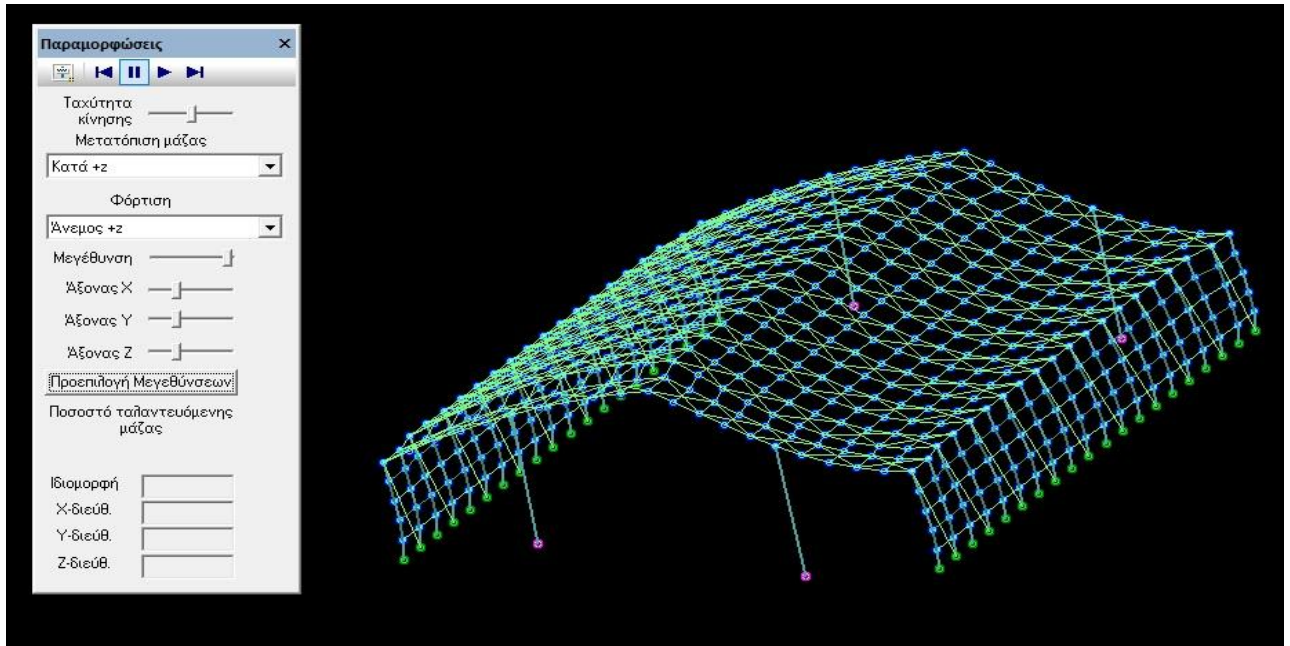


Εικόνα 115 : Διάγραμμα Ροπών Δυνάμεων Συνδυασμού Φορτίσεων $1.00G + 1.00Q$ Υποστυλώματος του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).

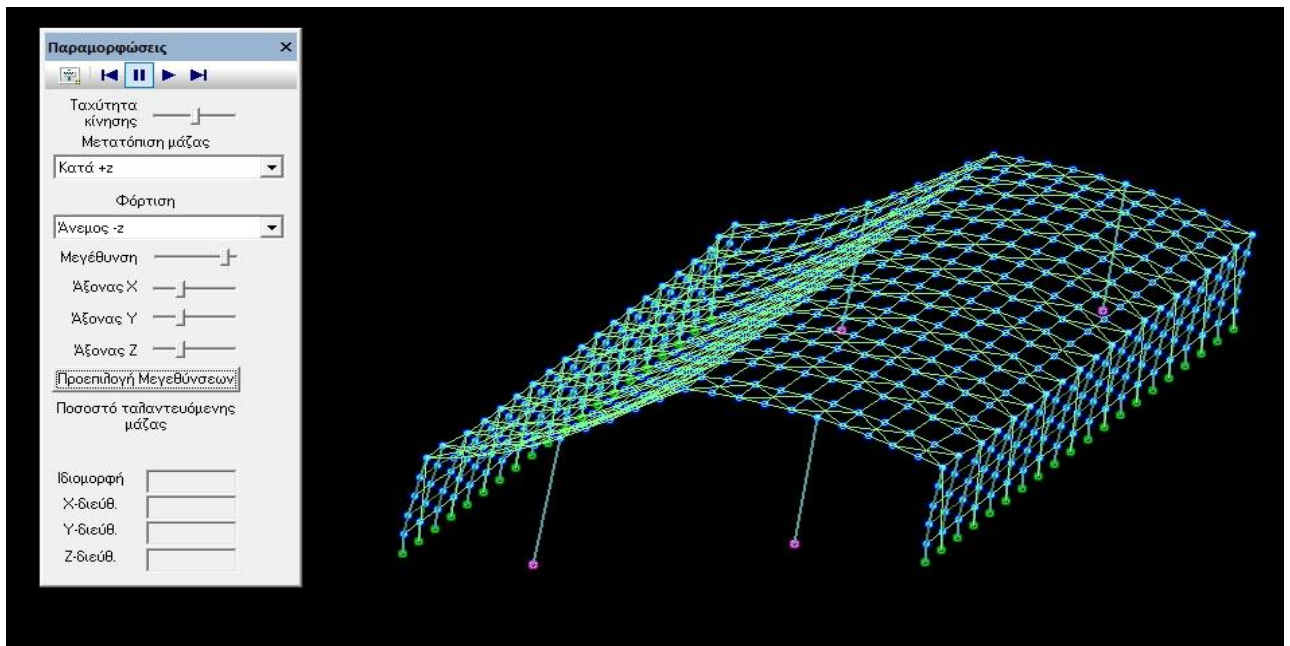


Εικόνα 116 : Παραμόρφωση του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου από τα Μόνιμα Φορτία (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).

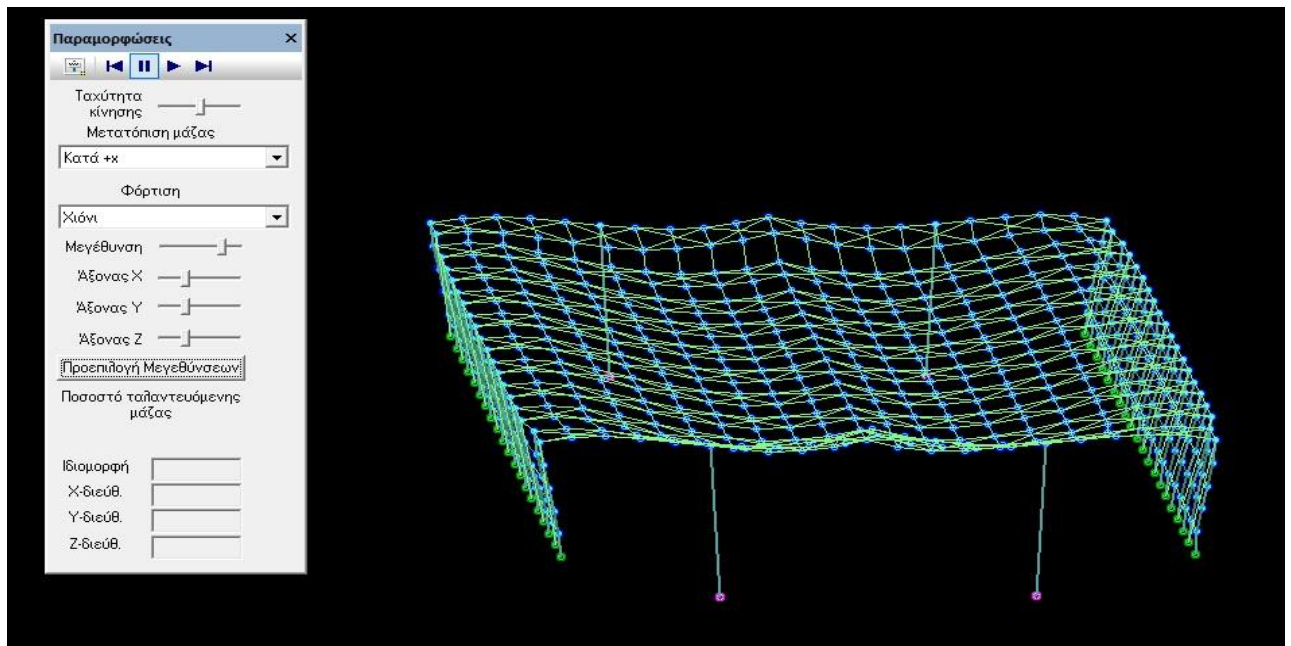




Εικόνα 117 : Παραμόρφωση του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου από τα Φορτία Ανέμου στη διεύθυνση +z (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).



Εικόνα 118 : Παραμόρφωση του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου από τα Φορτία Ανέμου στη διεύθυνση -z (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).



Εικόνα 119 : Παραμόρφωση του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγρου από τα Φορτία Χιονιού (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).

Δοκός: 4. Άνοιγμα 1. Όροφος 4

Γενικά δεδομένα δοκού

Κόμβοι	Αρχή: 1	Τέλος: 3	Μέλος: 398	ΣΠΕΜ = 1,00	
Διατομή	IPE120		ΤΕΓΓΙΔΑ	Ελαστικές Αρθρώσεις	
Υλικό	Δομικός χάλυβας S275	Μήκος l=5,70		Αρχή	Τέλος
Κανονισμός	Πλαστικότητα: ΚΠΜ	Χωρίς Α.Α.Π.		Y + Z	Y + Z
Συντελεστές	Ky = 1,00	Kz = 1,00	α0y = 1,00	α0z = 1,00	β0y = 1,00 β0z = 1,00

Ενταπικά μεγέθη

Φόρτ [J]	wy [kN/m]	wz [kN/m]	Αρχή [1] My [kNm] Mz [kNm]	Vy [kN] Vz [kN]	Τέλος [3] My [kNm] Mz [kNm]	Vy [kN] Vz [kN]	Αξονική N [kN]	max My [kNm]	max Mz [kNm]	
G	0,19	0,05		0,56	0,15	-0,56	-0,15	0,75	0,23	0,84
Q										
QA										
QB										
QC										
QD										
QE										
[G+ψ2xQ]	0,19	0,05		0,56	0,15	-0,56	-0,15	0,75	0,23	0,84
1.35G+1.05Q	0,25	0,07		0,76	0,20	-0,76	-0,20	1,01	0,30	1,14
1.35G+1.05QA	0,25	0,07		0,76	0,20	-0,76	-0,20	1,01	0,30	1,14
1.35G+1.05QB	0,25	0,07		0,76	0,20	-0,76	-0,20	1,01	0,30	1,14
1.35G+1.05QC	0,25	0,07		0,76	0,20	-0,76	-0,20	1,01	0,30	1,14
1.35G+1.05QD	0,25	0,07		0,76	0,20	-0,76	-0,20	1,01	0,30	1,14
1.35G+1.05QE	0,25	0,07		0,76	0,20	-0,76	-0,20	1,01	0,30	1,14
1.15G+1.50Q	0,21	0,06		0,64	0,17	-0,64	-0,17	0,86	0,26	0,97
1.15G+1.50QA	0,21	0,06		0,64	0,17	-0,64	-0,17	0,86	0,26	0,97
1.15G+1.50QB	0,21	0,06		0,64	0,17	-0,64	-0,17	0,86	0,26	0,97
1.15G+1.50QC	0,21	0,06		0,64	0,17	-0,64	-0,17	0,86	0,26	0,97
1.15G+1.50QD	0,21	0,06		0,64	0,17	-0,64	-0,17	0,86	0,26	0,97
1.15G+1.50QE	0,21	0,06		0,64	0,17	-0,64	-0,17	0,86	0,26	0,97
ΣΣ+xx	0,19	0,05		0,56	0,15	-0,56	-0,15	3,11	0,23	0,84
ΣΣ+xy	0,19	0,05		0,56	0,15	-0,56	-0,15	-1,61	0,23	0,84
ΣΣ+yz	0,19	0,05		0,56	0,15	-0,56	-0,15	3,19	0,23	0,84
ΣΣ+zz	0,19	0,05		0,56	0,15	-0,56	-0,15	-1,69	0,23	0,84
ΣΣ-xx	0,19	0,05		0,56	0,15	-0,56	-0,15	3,46	0,23	0,84
ΣΣ-xy	0,19	0,05		0,56	0,15	-0,56	-0,15	-1,96	0,23	0,84
ΣΣ-yz	0,19	0,05		0,56	0,15	-0,56	-0,15	3,36	0,23	0,84
ΣΣ-zz	0,19	0,05		0,56	0,15	-0,56	-0,15	-1,86	0,23	0,84
W[-z]								0,16		
W[+z]	0,08	-0,30		0,24	-0,90	-0,24	0,90	-0,46	-1,35	0,36
S	0,37	0,10		1,10	0,30	-1,10	-0,30	1,00	0,44	1,65
1.15G+1.50Q+0.75S	0,49	0,13		1,47	0,39	-1,47	-0,39	1,61	0,59	2,20
1.15G+1.05Q+0.75S	0,49	0,13		1,47	0,39	-1,47	-0,39	1,61	0,59	2,20
1.15G+1.05Q+1.50S	0,77	0,21		2,30	0,62	-2,30	-0,62	2,37	0,92	3,44
1.15G+1.50Q+0.75S	0,49	0,13		1,47	0,39	-1,47	-0,39	1,61	0,59	2,20
1.15G+1.05Q+1.50S	0,77	0,21		2,30	0,62	-2,30	-0,62	2,37	0,92	3,44
1.00G	0,19	0,05		0,56	0,15	-0,56	-0,15	0,75	0,23	0,84
1.35G+1.05Q+0.75S	0,53	0,14		1,58	0,42	-1,58	-0,42	1,76	0,64	2,38
1.35G+1.05Q+0.75S	0,53	0,14		1,58	0,42	-1,58	-0,42	1,76	0,64	2,38
1.15G+1.50Q+0.90W[+z]+0.75S	0,56	-0,14		1,69	-0,41	-1,69	0,41	1,19	-0,62	2,53
1.15G+1.05Q+1.50W[+z]+0.75S	0,61	-0,32		1,83	-0,95	-1,83	0,95	0,92	-1,43	2,75
1.15G+1.05Q+0.90W[+z]+1.50S	0,84	-0,06		2,51	-0,19	-2,51	0,19	1,95	-0,29	3,77
1.00G+1.50W[+z]	0,31	-0,40		0,92	-1,20	-0,92	1,20	0,05	-1,80	1,38
1.35G+1.05Q+0.90W[+z]+0.75S	0,60	-0,13		1,80	-0,38	-1,80	0,38	1,35	-0,58	2,70
1.15G+1.50Q+0.75S	0,49	0,13		1,47	0,39	-1,47	-0,39	1,61	0,59	2,20
1.15G+1.05Q+0.75S	0,49	0,13		1,47	0,39	-1,47	-0,39	1,61	0,59	2,20
1.15G+1.05Q+1.50S	0,77	0,21		2,30	0,62	-2,30	-0,62	2,37	0,92	3,44
1.00G	0,19	0,05		0,56	0,15	-0,56	-0,15	0,75	0,23	0,84
1.35G+1.05Q+0.75S	0,53	0,14		1,58	0,42	-1,58	-0,42	1,76	0,64	2,38
1.15G+1.50Q+0.90W[-z]+0.75S	0,49	0,13		1,47	0,39	-1,47	-0,39	1,75	0,59	2,20
1.15G+1.05Q+1.50W[-z]+0.75S	0,49	0,13		1,47	0,39	-1,47	-0,39	1,85	0,59	2,20
1.15G+1.05Q+0.90W[-z]+1.50S	0,77	0,21		2,30	0,62	-2,30	-0,62	2,51	0,92	3,44
1.00G+1.50W[-z]	0,19	0,05		0,56	0,15	-0,56	-0,15	0,98	0,23	0,84
1.35G+1.05Q+0.90W[-z]+0.75S	0,53	0,14		1,58	0,42	-1,58	-0,42	1,91	0,64	2,38
1.00G+1.00Q	0,19	0,05		0,56	0,15	-0,56	-0,15	0,75	0,23	0,84
1.00[G+ψ2xQ]	0,19	0,05		0,56	0,15	-0,56	-0,15	0,75	0,23	0,84

Αντοχή μέλους σε λυγισμό [EC3-1-1 §6.3.1.1]

Αξονας [J]	Κ.Λ. [J]	a [J]	K*a ⁰ *L [m]	λ [J]	λ1 [J]	λ/λ1 [J]	x [J]	Ncr [kN]	NbRd [kN]
z	a	0,21	5,70	116,33	86,81	1,340	0,449	202,73	162,94
y	b	0,34	5,70	393,10	86,81	4,528	0,045	17,65	16,48

* ==> Όπου L το μήκος για διαστασιολόγηση.

Μέγιστα ελέγχων Ed/Rd

Φόρτ [J]	Θέση [J]	Κατηγορία [J]	n	vy	vz	my	mz	κΔ \ λΔ	EC3 (6.61) ny+myy+myz	EC3 (6.62) nz+mzy+mzz
1.00G+1.50W[+z]	0	1	0,01			0,48	0,08	0,49		
ΣΣ-x						0,06	0,05	0,06	0,12	0,21
1.15G+1.05Q+0.90W[+z]+1.50S	205	1	0,01	0,03				0,01		
1.15G+1.05Q+1.50W[+z]+0.75S	205	1		0,02	0,01					

Ελεγχος βέλους [EC3-1-1 §7.2.1]: wmax < β0*L/250, w3 < β0*L/300

Φόρτ [J]	wmaxxy [m]	απαρ.αντιβέλος wcy [m]	w3y < 0,020 [m]	wmaxxz [m]	απαρ.αντιβέλος wcz [m]	w3z < 0,020 [m]
G	0,005			0,015		
1.00[G+ψ2xQ]	0,005		0,000	0,015		

* ==> Όπου L το μήκος για διαστασιολόγηση.



Δοκός: 5. Άνοιγμα 1. Όροφος 4

Γενικά δεδομένα δοκού

Κόμβοι	Αρχή: 2	Τέλος: 4	Μέλος: 417	ΣΠΕΜ = 1,00
Διατομή	ΙΡΕ120		ΤΕΓΓΔΑ	Ελαστικές Αρθρώσεις
Υλικά	Δομικός χάλυβας S275	Μήκος l _d =5,70		Αρχή Y + Z
Κανονισμός	Πλαστικότητα: ΚΠΜ	Χωρίς Α.Α.Π.		Τέλος Y + Z
Συντελεστές	K _y = 1,00	K _z = 1,00	α _{0y} = 1,00 α _{0z} = 1,00	β _{0y} = 1,00 β _{0z} = 1,00

Εντατικά μεγέθη

Φόρτ [/]	w _y [kN/m]	w _z [kN/m]	Αρχή My [kNm]	Mz [kNm]	V _y [kN]	V _z [kN]	Τέλος My [kNm]	Mz [kNm]	V _y [kN]	V _z [kN]	Αξονική N [kN]	max My [kNm]	max Mz [kNm]
G	0,19	-0,05			0,56	-0,15			-0,56	0,15	0,75	-0,23	0,84
Q													
QA													
QB													
QC													
QD													
QE													
[G+ψ ₂ Q]	0,19	-0,05			0,56	-0,15			-0,56	0,15	0,75	-0,23	0,84
1.35G+1.05Q	0,25	-0,07			0,76	-0,20			-0,76	0,20	1,01	-0,30	1,14
1.35G+1.05QA	0,25	-0,07			0,76	-0,20			-0,76	0,20	1,01	-0,30	1,14
1.35G+1.05QB	0,25	-0,07			0,76	-0,20			-0,76	0,20	1,01	-0,30	1,14
1.35G+1.05QC	0,25	-0,07			0,76	-0,20			-0,76	0,20	1,01	-0,30	1,14
1.35G+1.05QD	0,25	-0,07			0,76	-0,20			-0,76	0,20	1,01	-0,30	1,14
1.35G+1.05QE	0,25	-0,07			0,76	-0,20			-0,76	0,20	1,01	-0,30	1,14
1.15G+1.50Q	0,21	-0,06			0,64	-0,17			-0,64	0,17	0,86	-0,26	0,97
1.15G+1.50QA	0,21	-0,06			0,64	-0,17			-0,64	0,17	0,86	-0,26	0,97
1.15G+1.50QB	0,21	-0,06			0,64	-0,17			-0,64	0,17	0,86	-0,26	0,97
1.15G+1.50QC	0,21	-0,06			0,64	-0,17			-0,64	0,17	0,86	-0,26	0,97
1.15G+1.50QD	0,21	-0,06			0,64	-0,17			-0,64	0,17	0,86	-0,26	0,97
1.15G+1.50QE	0,21	-0,06			0,64	-0,17			-0,64	0,17	0,86	-0,26	0,97
ΣΣ: +x	0,19	-0,05			0,56	-0,15			-0,56	0,15	3,10	-0,23	0,84
ΣΣ: +y	0,19	-0,05			0,56	-0,15			-0,56	0,15	-1,61	-0,23	0,84
ΣΣ: +z	0,19	-0,05			0,56	-0,15			-0,56	0,15	3,35	-0,23	0,84
ΣΣ: -x	0,19	-0,05			0,56	-0,15			-0,56	0,15	-1,86	-0,23	0,84
ΣΣ: -y	0,19	-0,05			0,56	-0,15			-0,56	0,15	3,45	-0,23	0,84
ΣΣ: -z	0,19	-0,05			0,56	-0,15			-0,56	0,15	-1,95	-0,23	0,84
ΣΣ: -x	0,19	-0,05			0,56	-0,15			-0,56	0,15	3,20	-0,23	0,84
ΣΣ: -y	0,19	-0,05			0,56	-0,15			-0,56	0,15	-1,70	-0,23	0,84
ΣΣ: -z	0,19	-0,05			0,56	-0,15			-0,56	0,15	3,20	-0,23	0,84
W[-z]	0,08	0,30			0,24	0,90			-0,24	-0,90	-0,46	1,35	0,36
W[+z]											0,16		
S	0,37	-0,10			1,10	-0,30			-1,10	0,30	1,00	-0,44	1,65
1.15G+1.50Q+0.75S	0,49	-0,13			1,47	-0,39			-1,47	0,39	1,61	-0,59	2,20
1.15G+1.05Q+0.75S	0,49	-0,13			1,47	-0,39			-1,47	0,39	1,61	-0,59	2,20
1.15G+1.05Q+1.50S	0,77	-0,21			2,30	-0,62			-2,30	0,62	2,36	-0,92	3,44
1.15G+1.50Q+0.75S	0,49	-0,13			1,47	-0,39			-1,47	0,39	1,61	-0,59	2,20
1.15G+1.05Q+1.50S	0,77	-0,21			2,30	-0,62			-2,30	0,62	2,36	-0,92	3,44
1.00G	0,19	-0,05			0,56	-0,15			-0,56	0,15	0,75	-0,23	0,84
1.35G+1.05Q+0.75S	0,53	-0,14			1,58	-0,42			-1,58	0,42	1,76	-0,64	2,38
1.35G+1.05Q+0.75S	0,53	-0,14			1,58	-0,42			-1,58	0,42	1,76	-0,64	2,38
1.15G+1.50Q+0.90W[+z]+0.75S	0,49	-0,13			1,47	-0,39			-1,47	0,39	1,75	-0,59	2,20
1.15G+1.05Q+1.50W[+z]+0.75S	0,49	-0,13			1,47	-0,39			-1,47	0,39	1,85	-0,59	2,20
1.15G+1.05Q+0.90W[+z]+1.50S	0,77	-0,21			2,30	-0,62			-2,30	0,62	2,51	-0,92	3,44
1.00G+1.50W[+z]	0,19	-0,05			0,56	-0,15			-0,56	0,15	0,98	-0,23	0,84
1.35G+1.05Q+0.90W[+z]+0.75S	0,53	-0,14			1,58	-0,42			-1,58	0,42	1,90	-0,64	2,38
1.15G+1.50Q+0.75S	0,49	-0,13			1,47	-0,39			-1,47	0,39	1,61	-0,59	2,20
1.15G+1.05Q+0.75S	0,49	-0,13			1,47	-0,39			-1,47	0,39	1,61	-0,59	2,20
1.15G+1.05Q+1.50S	0,77	-0,21			2,30	-0,62			-2,30	0,62	2,36	-0,92	3,44
1.00G	0,19	-0,05			0,56	-0,15			-0,56	0,15	0,75	-0,23	0,84
1.35G+1.05Q+0.75S	0,53	-0,14			1,58	-0,42			-1,58	0,42	1,76	-0,64	2,38
1.15G+1.50Q+0.90W[-z]+0.75S	0,56	0,14			1,69	0,41			-1,69	-0,41	1,19	0,62	2,53
1.15G+1.05Q+1.50W[-z]+0.75S	0,61	0,32			1,83	0,95			-1,83	-0,95	0,92	1,43	2,75
1.15G+1.05Q+0.90W[-z]+1.50S	0,84	0,06			2,51	0,19			-2,51	-0,19	1,95	0,29	3,77
1.00G+1.50W[-z]	0,31	0,40			0,92	1,20			-0,92	-1,20	0,05	1,80	1,38
1.35G+1.05Q+0.90W[-z]+0.75S	0,60	0,13			1,80	0,38			-1,80	-0,38	1,35	0,58	2,70
1.00G+1.00Q	0,19	-0,05			0,56	-0,15			-0,56	0,15	0,75	-0,23	0,84
1.00[G+ψ ₂ Q]	0,19	-0,05			0,56	-0,15			-0,56	0,15	0,75	-0,23	0,84

Αντοχή μέλους σε λυγισμό [EC3-1-1 §6.3.1.1]

Αξονας [/]	Κ.Λ. [/]	a [/]	K*a ⁰ *L [m]	λ [/]	λ1 [/]	λ/λ1 [/]	x [/]	N _{cr} [kN]	NbRd [kN]
z	a	0,21	5,70	116,33	86,81	1,340	0,449	202,73	162,94
y	b	0,34	5,70	393,10	86,81	4,528	0,045	17,65	16,48

* ==> Όπου L το μήκος για διαστασιολόγηση.

Μέγιστα ελέγχων Ed/Rd

Φόρτ [/]	Θέση [/]	Κατηγορία [/]	n	w _y	w _z	m _y 0,48	m _z 0,08	κΔ \ λΔ 0,49	EC3 (6.61) n _y +m _y +m _z	EC3 (6.62) n _z +m _z +m _z
1.00G+1.50W[-z]	0	1								
ΣΣ: -x	0	1	0,01			0,06	0,05	0,06	0,12	0,21
1.15G+1.05Q+0.90W[-z]+1.50S	206	1	0,01	0,03				0,01		
1.15G+1.05Q+1.50W[-z]+0.75S	206	1		0,02	0,01					

Ελεγχος βέλους [EC3-1-1 §7.2.1]: w_{max} < β₀*L/250 , w₃ < β₀*L/300

Φόρτ [/]	w _{max} [m]	απαιτ.αντιβέλος w _c [m]	w _{3y} < 0,020 [m]	w _{maxz} [m]	απαιτ.αντιβέλος w _c [m]	w _{3z} < 0,020 [m]
G	0,005			-0,015		
1.00[G+ψ ₂ Q]	0,005		0,000	-0,015		

* ==> Όπου L το μήκος για διαστασιολόγηση.

Εικόνα 121 : Τελικά Αποτελέσματα Ακραίας Δοκού (Δοκός Δ5.1) στη άλλη διεύθυνση του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).



Υποστύλωμα: Κ1, Όροφος 4

Γενικά δεδομένα

Κόμβοι	Αρχή: 1(3)	Τέλος: 1(4)	Μέλος: 5	Υψος = 1,20 [m]
Διατομή	HEA400			
Υλικό	Δομικός Χάλυβας : S275			Ελαστικές αρθρώσεις
Κανονισμός	Πλαστικότητα : ΚΠΜ			Κύριο Μέλος
Συντελεστές	Ky=1,00	Kz=1,00	α0y=1,00	α0z=1,00
ΣΠΕΜ	[X]= 1,00	[Z]= 1,00		Αρχή: Οχι Τέλος: Οχι

Εντακά μεγέθη

Φόρτ	wy [kN/m]	wz [kN/m]	Αρχή My [kNm]	1(3) Mz [kNm]	Vy [kN]	Vz [kN]	Τέλος My [kNm]	1(4) Mz [kNm]	Vy [kN]	Vz [kN]	Αξονικά N [kN]	max My [kNm]	max Mz [kNm]
G			60,11	0,17	-0,14	35,22	102,37		-0,14	35,22	-34,27	60,11	
Q													
QA													
QB													
QC													
QD													
QE													
[G+ψ2xQ]			60,11	0,17	-0,14	35,22	102,37		-0,14	35,22	-34,27	60,11	
1.35G+1.05Q			81,15	0,23	-0,19	47,54	138,20		-0,19	47,54	-46,27	81,15	
1.35G+1.05QA			81,15	0,23	-0,19	47,54	138,20		-0,19	47,54	-46,27	81,15	
1.35G+1.05QB			81,15	0,23	-0,19	47,54	138,20		-0,19	47,54	-46,27	81,15	
1.35G+1.05QC			81,15	0,23	-0,19	47,54	138,20		-0,19	47,54	-46,27	81,15	
1.35G+1.05QD			81,15	0,23	-0,19	47,54	138,20		-0,19	47,54	-46,27	81,15	
1.35G+1.05QE			81,15	0,23	-0,19	47,54	138,20		-0,19	47,54	-46,27	81,15	
1.15G+1.50Q			68,98	0,20	-0,16	40,41	117,47		-0,16	40,41	-39,33	68,98	
1.15G+1.50QA			68,98	0,20	-0,16	40,41	117,47		-0,16	40,41	-39,33	68,98	
1.15G+1.50QB			68,98	0,20	-0,16	40,41	117,47		-0,16	40,41	-39,33	68,98	
1.15G+1.50QC			68,98	0,20	-0,16	40,41	117,47		-0,16	40,41	-39,33	68,98	
1.15G+1.50QD			68,98	0,20	-0,16	40,41	117,47		-0,16	40,41	-39,33	68,98	
1.15G+1.50QE			68,98	0,20	-0,16	40,41	117,47		-0,16	40,41	-39,33	68,98	
ΣΣ:+x			69,04	-0,25	0,20	42,71	84,97	0,01	-0,49	27,72	-30,39	51,19	0,01
ΣΣ:+x			51,19	0,60	-0,49	27,72	119,78	-0,01	0,20	42,71	-38,15	69,04	-0,25
ΣΣ:+z			69,04	-0,27	0,21	43,07	84,78	0,01	-0,50	27,36	-30,35	51,19	0,01
ΣΣ:+z			51,19	0,61	-0,50	27,36	119,97	-0,01	0,21	43,07	-38,20	69,04	-0,27
ΣΣ:-x			69,19	-0,31	0,25	43,72	84,10	0,01	-0,54	26,71	-30,27	51,04	0,01
ΣΣ:-x			51,04	0,66	-0,54	26,71	120,65	-0,01	0,25	43,72	-38,27	69,19	-0,31
ΣΣ:-z			69,21	-0,30	0,24	43,31	84,31	0,01	-0,53	27,13	-30,32	51,01	0,01
ΣΣ:-z			51,01	0,64	-0,53	27,13	120,44	-0,01	0,24	43,31	-38,22	69,21	-0,30
W[-z]			-1,47	0,04	-0,03	6,72	6,59		-0,03	6,72	-1,81	-1,47	
W[+z]			-3,77	-0,14	0,11	-9,53	-15,21		0,11	-9,53	2,67	-15,21	-0,14
S			27,75	0,27	-0,23	17,33	48,55		-0,23	17,33	-15,37	27,75	
1.15G+1.50Q+0.75S			89,79	0,40	-0,33	53,41	153,88		-0,33	53,41	-50,86	89,79	
1.15G+1.05Q+0.75S			89,79	0,40	-0,33	53,41	153,88		-0,33	53,41	-50,86	89,79	
1.15G+1.05Q+1.50S			110,61	0,61	-0,50	66,41	190,29	0,01	-0,50	66,41	-62,39	110,61	0,01
1.15G+1.50Q+0.75S			89,79	0,40	-0,33	53,41	153,88		-0,33	53,41	-50,86	89,79	
1.15G+1.05Q+1.50S			110,61	0,61	-0,50	66,41	190,29	0,01	-0,50	66,41	-62,39	110,61	0,01
1.00G			60,11	0,17	-0,14	35,22	102,37		-0,14	35,22	-34,27	60,11	
1.35G+1.05Q+0.75S			101,97	0,44	-0,36	60,54	174,62		-0,36	60,54	-57,80	101,97	
1.35G+1.05Q+0.75S			101,97	0,44	-0,36	60,54	174,62		-0,36	60,54	-57,80	101,97	
1.15G+1.50Q+0.90W[+z]+0.75S			86,40	0,28	-0,23	44,83	140,20		-0,23	44,83	-48,45	86,40	
1.15G+1.05Q+1.50W[+z]+0.75S			84,13	0,20	-0,16	39,11	131,07		-0,16	39,11	-46,85	84,13	
1.15G+1.05Q+0.90W[+z]+1.50S			107,21	0,48	-0,40	57,83	176,61		-0,40	57,83	-59,98	107,21	
1.00G+1.50W[+z]			54,46	-0,03	0,03	20,92	79,56		0,03	20,92	-30,26	54,46	-0,03
1.35G+1.05Q+0.90W[+z]+0.75S			98,57	0,31	-0,26	51,96	160,93		-0,26	51,96	-55,39	98,57	
1.15G+1.50Q+0.75S			89,79	0,40	-0,33	53,41	153,88		-0,33	53,41	-50,86	89,79	
1.15G+1.05Q+0.75S			89,79	0,40	-0,33	53,41	153,88		-0,33	53,41	-50,86	89,79	
1.15G+1.05Q+1.50S			110,61	0,61	-0,50	66,41	190,29	0,01	-0,50	66,41	-62,39	110,61	0,01
1.00G			60,11	0,17	-0,14	35,22	102,37		-0,14	35,22	-34,27	60,11	
1.35G+1.05Q+0.75S			101,97	0,44	-0,36	60,54	174,62		-0,36	60,54	-57,80	101,97	
1.15G+1.50Q+0.90W[-z]+0.75S			88,47	0,44	-0,36	59,46	159,82		-0,36	59,46	-52,49	88,47	
1.15G+1.05Q+1.50W[-z]+0.75S			87,58	0,46	-0,38	63,49	163,78		-0,38	63,49	-53,58	87,58	
1.15G+1.05Q+0.90W[-z]+1.50S			109,28	0,64	-0,53	72,46	196,23	0,01	-0,53	72,46	-64,02	109,28	0,01
1.00G+1.50W[-z]			57,91	0,23	-0,19	45,30	112,27		-0,19	45,30	-36,99	57,91	
1.35G+1.05Q+0.90W[-z]+0.75S			100,64	0,47	-0,39	66,59	180,55		-0,39	66,59	-59,43	100,64	
1.00G+1.00Q			60,11	0,17	-0,14	35,22	102,37		-0,14	35,22	-34,27	60,11	
1.00[G+ψ2xQ]			60,11	0,17	-0,14	35,22	102,37		-0,14	35,22	-34,27	60,11	

Αντοχή μέλους σε λυγισμό [EC3-1-1 §6.3.1.1]

Άξονας	Κ.Λ. [l]	a [l]	κ*α0*L [m]	λ [l]	λ1 [l]	λ/λ1 [l]	χ [l]	Ncr [kN]	NbRd [kN]
y	a	0,21	6,00	35,63	86,81	0,410	0,950	25948,02	4153,99
z	b	0,34	1,20	16,35	86,81	0,188	1,000	123263,20	4372,50

* ==> Όπου L το μήκος για διαστασιολόγηση.

Μέγιστα ελέγχων Ed/Rd - Υπεραντοχή: 1,1γονΩη = 4,89 / 1,1γονΩz = 4,89

Φόρτ	Θέση	Κατηγορία	n	vy	vz	my	mz	κΔ \ λΔ	EC3 (6.61) ny+myy+mzz	EC3 (6.62) nz+mzy+mzz
1.15G+1.05Q+0.90W[-z]+1.50S	1(4)	1	0,01		0,08	0,28		0,08	0,24	0,13

Fespa 10 7.1.0.64 - virgin_metal.tek - Σελίδα 1570/1636

Μέγιστα ελέγχων Ed/Rd - Υπεραντοχή: 1,1γονΩη = 4,89 / 1,1γονΩz = 4,89

Φόρτ	Θέση	Κατηγορία	n	vy	vz	my	mz	κΔ \ λΔ	EC3 (6.61) ny+myy+mzz	EC3 (6.62) nz+mzy+mzz
1.15G+1.05Q+1.50S	1(4)	1	0,01		0,07	0,27		0,07	0,23	0,13
1.15G+1.05Q+0.90W[-z]+1.50S	1(3)	1	0,01		0,08	0,16		0,03	0,14	0,08

Εικόνα 122 : Τελικά Αποτελέσματα Ακραίου Υποστυλώματος (Υποστύλωμα Κ1) στη μια διεύθυνση του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).



Υποστύλωμα: Κ2, Όροφος 4

Γενικά δεδομένα

Κόμβοι	Αρχή: 2(3)	Τέλος: 2(4)	Μέλος: 10	Υψος = 1,20 [m]
Διατομή	HEA400			
Υλικά	Δομικός Χάλυβας : S275			Ελαστικές αρθρώσεις
Κανονισμός	Πλαστικότητα :ΚΠΜ	Κύριο Μέλος	Αρχή: Οχι	Τέλος: Οχι
Συντελεστές	$K_y=1,00$	$K_z=1,00$	$a_{0y}=1,00$	$a_{0z}=1,00$
ΣΠΕΜ	$[X]=1,00$	$[Z]=1,00$		

Ενταπικά μεγέθη

Φόρτ	wy [kN/m]	wz [kN/m]	Αρχή My [kNm]	2(3) Mz [kNm]	Vy [kN]	Vz [kN]	Τέλος My [kNm]	2(4) Mz [kNm]	Vy [kN]	Vz [kN]	Αξονική N [kN]	max My [kNm]	max Mz [kNm]
G			-60,11	0,17	-0,14	-35,22	-102,37		-0,14	-35,22	-34,27	-102,37	
Q													
QA													
QB													
QC													
QD													
QE													
[G+ψ2xQ]			-60,11	0,17	-0,14	-35,22	-102,37		-0,14	-35,22	-34,27	-102,37	
1.35G+1.05Q			-81,15	0,23	-0,19	-47,54	-138,20		-0,19	-47,54	-46,27	-138,20	
1.35G+1.05QA			-81,15	0,23	-0,19	-47,54	-138,20		-0,19	-47,54	-46,27	-138,20	
1.35G+1.05QB			-81,15	0,23	-0,19	-47,54	-138,20		-0,19	-47,54	-46,27	-138,20	
1.35G+1.05QC			-81,15	0,23	-0,19	-47,54	-138,20		-0,19	-47,54	-46,27	-138,20	
1.35G+1.05QD			-81,15	0,23	-0,19	-47,54	-138,20		-0,19	-47,54	-46,27	-138,20	
1.35G+1.05QE			-81,15	0,23	-0,19	-47,54	-138,20		-0,19	-47,54	-46,27	-138,20	
1.15G+1.50Q			-68,98	0,20	-0,16	-40,41	-117,47		-0,16	-40,41	-39,33	-117,47	
1.15G+1.50QA			-68,98	0,20	-0,16	-40,41	-117,47		-0,16	-40,41	-39,33	-117,47	
1.15G+1.50QB			-68,98	0,20	-0,16	-40,41	-117,47		-0,16	-40,41	-39,33	-117,47	
1.15G+1.50QC			-68,98	0,20	-0,16	-40,41	-117,47		-0,16	-40,41	-39,33	-117,47	
1.15G+1.50QD			-68,98	0,20	-0,16	-40,41	-117,47		-0,16	-40,41	-39,33	-117,47	
1.15G+1.50QE			-68,98	0,20	-0,16	-40,41	-117,47		-0,16	-40,41	-39,33	-117,47	
ΣΣ:+x			-51,19	-0,25	0,20	-27,72	-119,78	0,01	-0,49	-42,71	-30,39	-119,78	0,01
ΣΣ:+x			-69,04	0,60	-0,49	-42,71	-84,97	-0,01	0,20	-27,72	-38,15	-84,97	-0,25
ΣΣ:+z			-51,28	-0,29	0,24	-27,28	-119,97	0,01	-0,52	-43,15	-30,44	-119,97	0,01
ΣΣ:+z			-68,95	0,64	-0,52	-43,15	-84,78	-0,01	0,24	-27,28	-38,10	-84,78	-0,29
ΣΣ:-x			-51,04	-0,31	0,25	-26,72	-120,65	0,01	-0,53	-43,72	-30,27	-120,65	0,01
ΣΣ:-x			-69,19	0,66	-0,53	-43,72	-84,10	-0,01	0,25	-26,72	-38,27	-84,10	-0,31
ΣΣ:-z			-50,93	-0,27	0,22	-27,21	-120,43	0,01	-0,50	-43,23	-30,23	-120,43	0,01
ΣΣ:-z			-69,30	0,62	-0,50	-43,23	-84,32	-0,01	0,22	-27,21	-38,32	-84,32	-0,27
W[-z]			3,77	-0,14	0,11	9,53	15,21		0,11	9,53	2,67	3,77	-0,14
W[+z]			1,47	0,04	-0,03	-6,72	-6,59		-0,03	-6,72	-1,81	-6,59	
S			-27,75	0,27	-0,23	-17,33	-48,55		-0,23	-17,33	-15,37	-48,55	
1.15G+1.50Q+0.75S			-89,79	0,40	-0,33	-53,41	-153,88		-0,33	-53,41	-50,86	-153,88	
1.15G+1.05Q+0.75S			-89,79	0,40	-0,33	-53,41	-153,88		-0,33	-53,41	-50,86	-153,88	
1.15G+1.05Q+1.50S			-110,61	0,61	-0,50	-66,41	-190,29	0,01	-0,50	-66,41	-62,39	-190,29	0,01
1.15G+1.05Q+0.75S			-89,79	0,40	-0,33	-53,41	-153,88		-0,33	-53,41	-50,86	-153,88	
1.15G+1.05Q+1.50S			-110,61	0,61	-0,50	-66,41	-190,29	0,01	-0,50	-66,41	-62,39	-190,29	0,01
1.00G			-60,11	0,17	-0,14	-35,22	-102,37		-0,14	-35,22	-34,27	-102,37	
1.35G+1.05Q+0.75S			-101,97	0,44	-0,36	-60,54	-174,62		-0,36	-60,54	-57,80	-174,62	
1.35G+1.05Q+0.75S			-101,97	0,44	-0,36	-60,54	-174,62		-0,36	-60,54	-57,80	-174,62	
1.15G+1.50Q+0.90W[+z]+0.75S			-88,47	0,44	-0,36	-59,46	-159,82		-0,36	-59,46	-52,49	-159,82	
1.15G+1.05Q+1.50W[+z]+0.75S			-87,58	0,46	-0,38	-63,49	-163,78		-0,38	-63,49	-53,58	-163,78	
1.15G+1.05Q+0.90W[+z]+1.50S			-109,28	0,64	-0,53	-72,46	-196,23	0,01	-0,53	-72,46	-64,02	-196,23	0,01
1.00G+1.50W[+z]			-57,91	0,23	-0,19	-45,30	-112,27		-0,19	-45,30	-36,99	-112,27	
1.35G+1.05Q+0.90W[+z]+0.75S			-100,64	0,47	-0,39	-66,59	-180,55		-0,39	-66,59	-59,43	-180,55	
1.15G+1.50Q+0.75S			-89,79	0,40	-0,33	-53,41	-153,88		-0,33	-53,41	-50,86	-153,88	
1.15G+1.05Q+0.75S			-89,79	0,40	-0,33	-53,41	-153,88		-0,33	-53,41	-50,86	-153,88	
1.15G+1.05Q+1.50S			-110,61	0,61	-0,50	-66,41	-190,29	0,01	-0,50	-66,41	-62,39	-190,29	0,01
1.00G			-60,11	0,17	-0,14	-35,22	-102,37		-0,14	-35,22	-34,27	-102,37	
1.35G+1.05Q+0.75S			-101,97	0,44	-0,36	-60,54	-174,62		-0,36	-60,54	-57,80	-174,62	
1.15G+1.50Q+0.90W[-z]+0.75S			-86,40	0,28	-0,23	-44,83	-140,20		-0,23	-44,83	-48,45	-140,20	
1.15G+1.05Q+1.50W[-z]+0.75S			-84,13	0,20	-0,16	-39,11	-131,07		-0,16	-39,11	-46,85	-131,07	
1.15G+1.05Q+0.90W[-z]+1.50S			-107,21	0,48	-0,40	-57,83	-176,61		-0,40	-57,83	-59,98	-176,61	
1.00G+1.50W[-z]			-54,46	-0,03	0,03	-79,56	-79,56		0,03	-20,92	-30,26	-79,56	-0,03
1.35G+1.05Q+0.90W[-z]+0.75S			-98,57	0,31	-0,26	-51,96	-160,93		-0,26	-51,96	-55,39	-160,93	
1.00G+1.00Q			-60,11	0,17	-0,14	-35,22	-102,37		-0,14	-35,22	-34,27	-102,37	
1.00[G+ψ2xQ]			-60,11	0,17	-0,14	-35,22	-102,37		-0,14	-35,22	-34,27	-102,37	

Αντοχή μέλους σε λυγισμό [EC3-1-1 §6.3.1.1]

Αξονας	Κ.Λ.	a	K* a_0^*L	λ	λ1	λ/λ1	x	Ncr	NbRd
[/]	[/]	[/]	[m]	[/]	[/]	[/]	[/]	[kN]	[kN]
y	a	0,21	6,00	35,63	86,81	0,410	0,950	25948,02	4153,99
z	b	0,34	1,20	16,35	86,81	0,188	1,000	123263,20	4372,50

* ==> Όπου L το μήκος για διαστασιολόγηση.

Fespa 10 7.1.0.64 - virgin_metal.tek - Σελίδα 1571/1636

Μέγιστα ελέγχων Ed/Rd - Υπεραντοχή: 1,1γουνΩη = 4,89 / 1,1γουνΩz = 4,89

Φόρτ	Θέση	Κατηγορία	n	vy	vz	my	mz	κΔ \ λΔ	EC3 (6.61) ny+myy+mzz	EC3 (6.62) nz+mzy+mzz
[/]	[/]	[/]								
1.15G+1.05Q+0.90W[+z]+1.50S	2(4)	1	0,01	0,08	0,28	0,24	0,08		0,24	0,13
1.15G+1.05Q+1.50S	2(4)	1	0,01	0,07	0,27	0,07	0,07		0,23	0,13
1.15G+1.05Q+0.90W[+z]+1.50S	2(3)	1	0,01	0,08	0,16	0,03	0,03		0,14	0,08



Εικόνα 123 : Τελικά Αποτελέσματα Ακραίου Υποστυλώματος (Υποστύλωμα Κ2) στη μια διεύθυνση του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).

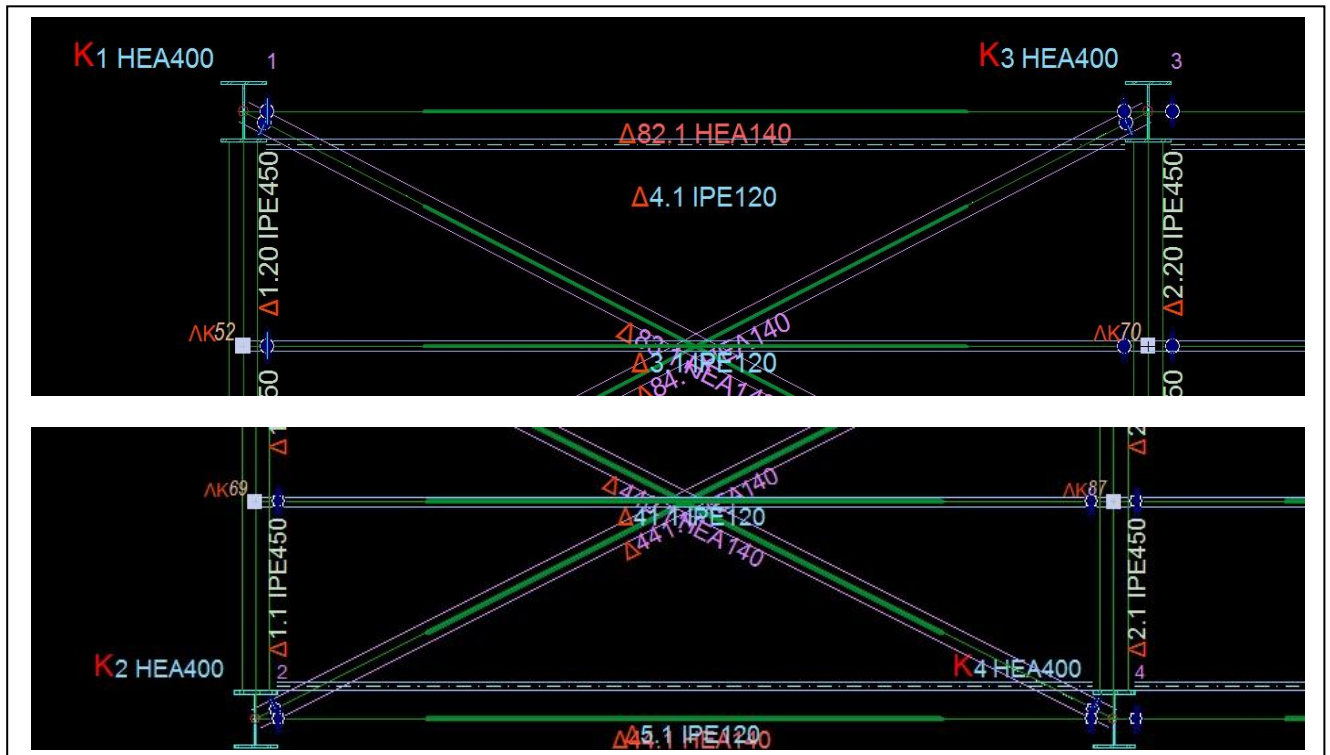
Πίνακας δυσμενέστερων λόγων ικανότητας μεταλλικών δοκών										
Όνομα	Όροφος	Τύπος	Διατομή	Κατηγορία	v_y	v_z	$\kappa_\Delta \setminus \lambda_\Delta$	EC3 (6.61)	EC3 (6.62)	Πρόταση
	[/]	[/]	-	[/]				$\eta_y+m_{yy}+m_{yz}$	$\eta_z+m_{zy}+m_{zz}$	Διατομής
Δ4.1	4	ΤΕΓΙΔΑ	ΙΡΕ120	1	0,03	0,01	0,49	0,12	0,21	ΙΡΕ100
Δ4.2	4	ΤΕΓΙΔΑ	ΙΡΕ120	1	0,03	0,01	0,49	0,43	0,55	ΙΡΕ100
Δ4.3	4	ΤΕΓΙΔΑ	ΙΡΕ120	1	0,03	0,01	0,49	0,11	0,18	ΙΡΕ100
Δ4.4	4	ΤΕΓΙΔΑ	ΙΡΕ120	1	0,03	0,01	0,49	0,42	0,53	ΙΡΕ100
Δ4.5	4	ΤΕΓΙΔΑ	ΙΡΕ120	1	0,02	0,01	0,51	0,06	0,14	ΙΡΕ100
Δ4.6	4	ΤΕΓΙΔΑ	ΙΡΕ120	1	0,03	0,01	0,49	0,42	0,53	ΙΡΕ100
Δ4.7	4	ΤΕΓΙΔΑ	ΙΡΕ120	1	0,03	0,01	0,49	0,11	0,19	ΙΡΕ100
Δ4.8	4	ΤΕΓΙΔΑ	ΙΡΕ120	1	0,02	0,01	0,51	0,42	0,55	ΙΡΕ100
Δ4.9	4	ΤΕΓΙΔΑ	ΙΡΕ120	1	0,02	0,01	0,51	0,06	0,15	ΙΡΕ100
Δ4.10	4	ΤΕΓΙΔΑ	ΙΡΕ120	1	0,02	0,01	0,51	0,42	0,55	ΙΡΕ100
Δ4.11	4	ΤΕΓΙΔΑ	ΙΡΕ120	1	0,03	0,01	0,49	0,11	0,18	ΙΡΕ100
Δ4.12	4	ΤΕΓΙΔΑ	ΙΡΕ120	1	0,03	0,01	0,49	0,42	0,53	ΙΡΕ100
Δ4.13	4	ΤΕΓΙΔΑ	ΙΡΕ120	1	0,03	0,01	0,49	0,11	0,19	ΙΡΕ100
Δ4.14	4	ΤΕΓΙΔΑ	ΙΡΕ120	1	0,03	0,01	0,49	0,42	0,53	ΙΡΕ100
Δ4.15	4	ΤΕΓΙΔΑ	ΙΡΕ120	1	0,03	0,01	0,49	0,11	0,19	ΙΡΕ100
Δ4.16	4	ΤΕΓΙΔΑ	ΙΡΕ120	1	0,03	0,01	0,49	0,41	0,53	ΙΡΕ100
Δ4.17	4	ΤΕΓΙΔΑ	ΙΡΕ120	1	0,03	0,01	0,49	0,11	0,19	ΙΡΕ100
Δ4.18	4	ΤΕΓΙΔΑ	ΙΡΕ120	1	0,03	0,01	0,49	0,43	0,56	ΙΡΕ100
Δ4.19	4	ΤΕΓΙΔΑ	ΙΡΕ120	1	0,03	0,01	0,49	0,44	0,53	ΙΡΕ100
Δ5.1	4	ΤΕΓΙΔΑ	ΙΡΕ120	1	0,03	0,01	0,49	0,12	0,21	ΙΡΕ100
Δ5.2	4	ΤΕΓΙΔΑ	ΙΡΕ120	1	0,03	0,01	0,49	0,43	0,55	ΙΡΕ100

Εικόνα 124 : Πίνακας Δυσμενέστερων Λόγων των δύο Ακραίων Δοκών (Δ4.1 , Δ5.1) του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγυ (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).

Πίνακας δυσμενέστερων λόγων ικανότητας μεταλλικών στύλων										
Όνομα	Όροφος	Τύπος	Διατομή	Κατηγορία	v_y	v_z	$\kappa_\Delta \setminus \lambda_\Delta$	EC3 (6.61)	EC3 (6.62)	Πρόταση
	[/]	[/]	-	[/]				$\eta_y+m_{yy}+m_{yz}$	$\eta_z+m_{zy}+m_{zz}$	Διατομής
K1	0	ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ	HEA400	1		0,08	0,12	0,29	0,16	HEA260
K1	1	ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ	HEA400	1		0,08	0,05	0,19	0,10	HEA220
K1	2	ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ	HEA400	1		0,08	0,02	0,08	0,05	HEA160
K1	3	ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ	HEA400	1		0,08	0,03	0,14	0,08	HEA200
K1	4	ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ	HEA400	1		0,08	0,08	0,24	0,13	HEA240
K2	0	ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ	HEA400	1		0,08	0,12	0,29	0,16	HEA260
K2	1	ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ	HEA400	1		0,08	0,05	0,19	0,10	HEA220
K2	2	ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ	HEA400	1		0,08	0,02	0,08	0,05	HEA160
K2	3	ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ	HEA400	1		0,08	0,03	0,14	0,08	HEA200
K2	4	ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ	HEA400	1		0,08	0,08	0,24	0,13	HEA240

Εικόνα 125 : Πίνακας Δυσμενέστερων Λόγων των δύο Ακραίων Υποστυλωμάτων (K1 , K2) του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγυ (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).





Εικόνα 126 : Ακραίες Δοκοί (Δ4.1 , Δ5.1) και Ακραία Υποστυλωμάτα (K1 , K2) του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου (πηγή: αρχείο Fespa).

Φαινόμενα 2ας τάξης (EC8-1 §4.4.2.2(2)) - Σεισμικός αρμός (EC8-1 §4.4.2.7) -
 Σχετική παραμόρφωση ορόφου (EC8-1 §4.4.3.2)

Χωρικές επαλληλίες των σεισμικών διευθύνσεων.

Επίπεδο [/]	Υψόμετρο [m]	θ [/]	$1/(1-\theta)$ [/]	dsX [cm]	dsZ [cm]	Μέσο(drX)* v/h [/]	Μέσο(drZ)* v/h [/]
1	1.20	0.009	1.0000	0.01	0.11	0.00004	0.00030
2	2.40	0.021	1.0000	0.04	0.37	0.00008	0.00073
3	3.60	0.036	1.0000	0.06	0.72	0.00009	0.00102
4	4.80	0.093	1.0000	0.08	1.11	0.00009	0.00116
5	7.88	0.017	1.0000	1.70	1.48	0.00048	0.00096

Τα θ , dr , ds έχουν υπολογιστεί με $d = q * de$ ($q_x = 3.00$, $q_z = 4.00$). Συντελεστής μείωσης $v = 0.50$
 (ds : Απόλυτες μετακινήσεις, dr : Σχετικές μετακινήσεις)

Εικόνα 127 : Μέγιστες Μετακινήσεις του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου (πηγή: αρχείο Fespa).



Προμέτρηση μεταλλικών μελών

Συνολική προμέτρηση μεταλλικών μελών

Α/Α [/]	Τύπος μελών	Διατομή μελών	Συνολ. μήκος [m]	Συνολ. βάρος [Kg]
1	ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ	HEA400	240,00	30000,00
2	ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ	HEA180	31,89	1132,26
3	ΣΕΙΣΜΙΚΟΣ ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ	ΙΡΕ140	479,12	6180,65
4	ΓΕΝ. ΜΕΛΟΣ (Σ.ΣΥΝ.)	ΙΡΕ140	431,21	5562,59
5	ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΛΟΣ	ΙΡΕ450	613,43	47602,57
6	ΤΕΓΓΙΔΑ	ΙΡΕ120	2493,56	25933,13
7	ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΟΣ	HEA140	169,55	4187,89
8	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΟΣ	HEA140	1350,91	33367,52
9	ΑΦΡΟΙΣΜΑΤΑ	---	5809,67	153966,60

Εικόνα 128 : Προμέτρηση Μεταλλικών Μελών του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).

Σημείωση : Στο παραπάνω πίνακα απεικονίζεται το συνολικό μήκος του μεταλλικού υπόστεγου, όπου ανέρχεται στα **5809,67m** και το συνολικό βάρος του, το οποίο είναι **153966,60kg**.

Πίνακας δυσμενέστερων λόγων ικανότητας μελών με ίδια διατομή στο κτίριο

Τύπος μελών	Διατομή μελών	Κατηγορία μελών			κΔ \ λΔ	EC3 (6.61)		EC3 (6.62)		Πρόταση Διατομής
			vy	vz		ny+nyg+myz	nz+mzy+nzz			
ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ	HEA400	1		0,10	0,18	0,36	0,20	HEA280		
ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ	HEA180	1			0,12	0,07	0,10	HEA100		
ΣΕΙΣΜΙΚΟΣ ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ	ΙΡΕ140	1		0,01	0,31	0,29	0,35	ΙΡΕ100		
ΓΕΝ. ΜΕΛΟΣ (Σ.ΣΥΝ.)	ΙΡΕ140	1		0,01	0,31	0,29	0,35	ΙΡΕ100		
ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΛΟΣ	ΙΡΕ450	1	0,08		0,28	2,01	1,35	ΙΡΕ550		
ΤΕΓΓΙΔΑ	ΙΡΕ120	1	0,03	0,01	0,51	0,63	0,80	ΙΡΕ120		
ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΟΣ	HEA140	1			0,04			HEA100		
ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΟΣ	HEA140	1			0,02			HEA100		

Εικόνα 129 : Τελικός Πίνακας Δυσμενέστερων Λόγων Ικανότητας Μελών του Μεταλλικού Βιομηχανικού Υπόστεγου (πηγή: [αρχείο Fespa](#)).

Σημείωση : Όπως απεικονίζεται στον παραπάνω τελικό πίνακα, το **Γενικό Μέλος** αστοχεί σε στρεπτοκαμπτικό λυγισμό και απαιτείται μεγαλύτερη διατομή από την αρχική που έχει οριστεί στο πρόγραμμα.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι μεταλλικές κατασκευές αποτελούν ένα ραγδαία εξελισσόμενο επιστημονικό πεδίο και δίνουν τη δυνατότητα σχεδιασμού τολμηρών και καινοτόμων τεχνικών έργων.

Μια χαλύβδινη κατασκευή σχεδιάζεται ώστε να ικανοποιεί τα κριτήρια αντοχής, τις τεθείσες αισθητικές απαιτήσεις, τη μορφολογική πολυπλοκότητα και τους δείκτες βιώσιμου σχεδιασμού και ταυτόχρονα να αποτελεί μια οικονομική, λειτουργική, αλλά και ανατάξιμη λύση στο πλαίσιο ενός βέλτιστου σχεδιασμού. Απαραίτητη προϋπόθεση για έναν τέτοιο σχεδιασμό είναι η ακριβής εκτίμηση της στατικής λειτουργίας του φορέα, η τήρηση των προδιαγραφών σχεδιασμού που τίθενται κάθε φορά για το εκάστοτε έργο και η ανάλυση της χαλύβδινης κατασκευής με την βοήθεια του κανονιστικού πλαισίου των Ευρωκωδίκων και κυρίως του Ευρωκώδικα 3.

Τα συμπεράσματα που εξήχθησαν από την εργασία αυτή συνοψίζονται ως εξής:

- Η ολκιμότητα του χάλυβα έχει την δυνατότητα να απορροφήσει σεισμικές διεργασίες . Τοποθετούνται πλαστικές αρθρώσεις ώστε τα μέλη να απορροφήσουν την σεισμική ενέργεια.
- Τα μεταλλικά κτίρια είναι πιο ευέλικτες κατασκευές, τόσο όσον αφορά τη σχεδίαση όσο και την αντιμετώπιση των φορτίων, από αντίστοιχα κτίρια από οπλισμένο σκυρόδεμα. Αυτό συμβαίνει λόγω του μικρού ιδίου βάρους των στοιχείων των κτιρίων και της ανθεκτικότητας του χάλυβα ως δομικού υλικού.

Το συνολικό μήκος του μεταλλικού υπόστεγου ανέρχεται στα **5809,67m** και το συνολικό βάρος του είναι **153966,60kg**.



- Τα μεταλλικά κτίρια μπορούν να κατασκευάζονται σε μία αρκετά σύντομη χρονική περίοδο λόγω της τυποποίησης των διατομών και του υψηλού ποσοστού προκατασκευής των μελών τους.
- Με τις μεταλλικές κατασκευές δημιουργούνται μεγάλες ροπές αδράνειας με την χρήση μικρής ποσότητας υλικού.
- Η τοποθέτηση των συνδέσμων δυσκαμψίας πραγματοποιείται για τον λόγο ότι δεν έχουμε πλαισιακή λειτουργία εγκάρσια, κατά τη διεύθυνση Y είναι καθοριστικής σημασίας για την παραλαβή των φορτίων του ανέμου, ενώ κατά τη διεύθυνση X, η πλαισιακή λειτουργία του φορέα παραλαμβάνει τα φορτία αυτά. Επιπλέον, για τον λόγο αυτό γίνεται η τοποθέτηση ισχυρών δοκών στην εγκάρσια διεύθυνση των πλαισίων και όχι λόγω κόστους.
- Η ανεμοπίεση είναι τις περισσότερες φορές η κύρια δυναμική καταπόνηση για τις διατομές των μελών των μεταλλικών κτιρίων, δείχνει την πλαστικότητα του μεταλλικού φορέα.
- Το Γενικό Μέλος αστοχεί σε στρεπτοκαμπτικό λυγισμό και απαιτείται μεγαλύτερη διατομή από την αρχική που έχει οριστεί στο πρόγραμμα. Η αστοχία αυτή είναι εμφανής και στον έλεγχο του στρεπτοκαμπτικού λυγισμού που διεκπεραιώθηκε με την διαδικασία υπολογισμού στο "χέρι". Στα υπόλοιπα μέλη ικανοποιούνται όλοι οι έλεγχοι τόσο στο πρόγραμμα όσο και στον υπολογισμό με το "χέρι".
- Η λογική των ορόφων έχει γίνει για να τοποθετηθούν οι μηκίδες. Λόγω του υπολογισμού και εισαγωγής των μηκίδων στο πρόγραμμα δημιουργήθηκαν πέντε στάθμες, όπου οι τέσσερις πρώτες περιλαμβάνουν μόνο τις μηκίδες, ανά 1.20m, ενώ η τελευταία την στέγη.



- Το λογισμικό ανάλυσης-διαστασιολόγησης για μεταλλικές κατασκευές, υπολογίζει την αλληλεπίδραση των μελών του μεταλλικού υπόστεγου κάτι που στην διαδικασία υπολογισμών στο "χέρι" δεν πραγματοποιείται, δηλαδή ο υπολογισμός των πλαισίων πραγματοποιείται αμφιαθρωτά με τεγίδες και μηκίδες
- Η διαδικασία ανάλυσης – διαστασιολόγησης του μεταλλικού βιομηχανικού κτιρίου με την χρήση του λογισμικού προγράμματος και των υπολογισμών με το "χέρι" συγκλίνει στην σύγκριση της ορθότητας των αποτελεσμάτων.



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ελληνόγλωσση Βιβλιογραφία

- Βάγιας Ι., Ερμόπουλος Ι., Ιωαννίδης Γ. (1999). «Σιδηρές κατασκευές, παραδείγματα εφαρμογής του Ευρωκώδικα 3, Τόμος ΙΙ». Εκδόσεις Κλειδάριθμος, Αθήνα.
- Βάγιας Ι., Ερμόπουλος Ι., Ιωαννίδης Γ. (2005α). «Σχεδιασμός δομικών έργων από χάλυβα, 2η έκδοση», Εκδόσεις Κλειδάριθμος, Αθήνα.
- Βάγιας Ι., Ερμόπουλος Ι., Ιωαννίδης Γ., (2005β). «Σιδηρές κατασκευές, παραδείγματα εφαρμογής του Ευρωκώδικα 3, Τόμος Ι». Εκδόσεις Κλειδάριθμος, Αθήνα.
- Ερμόπουλος Ι, 2η έκδοση (2005). «Ευρωκώδικας 1», Εκδόσεις Κλειδάριθμος, Αθήνα.
- Κουνάδης, Α. (1991), Σιδηρές κατασκευές συμπεριφορά και ανάλυση (τόμοι 1 & 2), Εκδόσεις Συμεών.
- Androic, Dujmovic and Dzeda, Παραδείγματα κατά Ευρωκώδικα 3. Υπολογισμοί και Διαστασιολόγηση Σιδηρών Κατασκευών, Εκδόσεις Γκιούρδας,, Αθήνα.

2. Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

- DIN 18 800-2
- Eurocode 3 Design of steel structures Part1-1: General rules and rules for buildings, CEN Brussels 1992, CEN Document EN 1993-1-1:1992.
- Eurocode 3 Design of steel structures Part 3: Buildings, CEN Brussels 2001, CEN Document EN 1993-3:2001.
- Eurocode 3 Design of steel structures Part 1.1: General rules and rules for buildings, CEN Brussels 2004, CEN Document EN 1993-1-1:2004.
- Armstrong, S. Jaspert, J.-P. Lopez, M. S. Ryan, I. Rizou, R. Brown, D. Emberey, C. and Ivanyi, M. (1999), Structural Steelwork Eurocode –Development of a Trans-national Approach, Leonardo Da Vinci Programme, cd-rom.
- Halasz, O. (2002), Stability and ductility of steel structures, Akademiai Kiado, Budapest.
- L.R.F.D. (1999), Load and Resistance Factor Design Specification for structural steel buildings, American Institute of Steel Construction Inc., Chicago



- Bureau, A. Galea, Y. Jaspart, J.-P. Maquoi, R. Muzeau, J.-P. Villette, M. (1999), *Proposal for a version of Eurocode 3, TC8-ECCS Meeting, Timisoara.*
- Salmon, C. G. and Johnson, J. E. (1996), *Steel structures: design and behavior, 4th Ed., Harper Collins College Publishers, New York.*
- Task Committee on Effective length, (1997), *Effective length and notional load approaches for assessing frame stability: Implications for American Steel Design, ASCE.*

3. Άρθρα σε ξενόγλωσσα επιστημονικά περιοδικά

- Barreto, V. and Camotin, D. (1998), “Computer-aided design of structural steel plane frames according to Eurocode 3”, *Journal of Constructional Steel Research, Vol.46, pg.367-368.*
- Boissonnade N., Jaspart J.-P., Muzeau J.-P., Villette M. (2002), “Improvement of the interaction formulae for beam columns in Eurocode 3”, *Journal of Computers and Structures, Vol. 80, pg. 2375-2385.*
- Gelder, J. and Steenhuis, M. (1998), “A knowledge-based system approach for code-checking of steel structures according to Eurocode 3”, *Journal of Computers and Structures, Vol.67, pg.347-355.*
- Byfield, M. P. and Nethercot, D.A. (1997), “A new look at Eurocode 3”, *Engineering Structures, Vol.19, pg.780-787.*
- White D. and Clarke M. (1997), “Design of beam-columns in steel frames. I: philosophies and procedures”, *Journal of Structural Engineering, Vol. 123, pg. 1556-1564.*
- White D. and Clarke M. (1997), “Design of beam-columns in steel frames. II: comparison of standards”, *Journal of Structural Engineering, Vol. 123, pg. 1565-1575.*

4. Λογισμικά Προγράμματα

- Fespa_metalic
- AutoCAD2015



- <http://www.viodomiki.gr/products/metal-sheet-and-panels>
- https://www.google.gr/search?q=%CE%BC%CE%B5%CF%84%CE%B1%CE%BB%CE%B%CE%B9%CE%BA%CE%B5%CF%82+%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%B1%CF%83%CE%BA%CE%B5%CF%85%CE%B5%CF%82&espv=2&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwizsePvuM_SAhWJuxQKHVe0ApsQ_AUIBigB&biw=1536&bih=760#imgrc=
- <http://www.vitalbox.eu/halesnimki.html>
- <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A7%CE%AC%CE%BB%CF%85%CE%B2%CE%B1%CF%82>



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

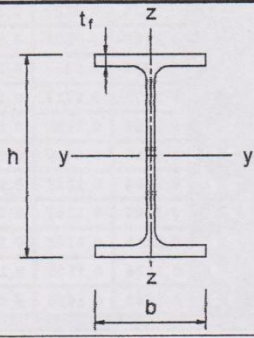
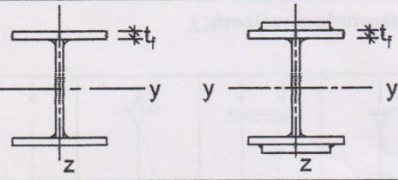
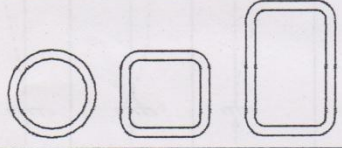
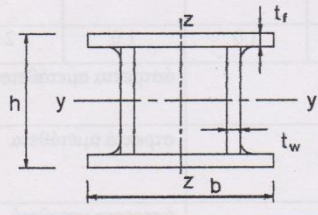
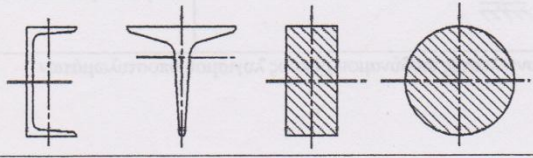
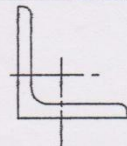


Εσωτερικά θλιβόμενα τμήματα

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	$c/t \leq 72 \cdot \epsilon$	$c/t \leq 33 \cdot \epsilon$	όταν $\alpha > 0.5$: $c/t \leq \frac{396 \cdot \epsilon}{13 \cdot \alpha - 1}$ όταν $\alpha \leq 0.5$: $c/t \leq \frac{36 \cdot \epsilon}{\alpha}$			
2	$c/t \leq 83 \cdot \epsilon$	$c/t \leq 38 \cdot \epsilon$	όταν $\alpha > 0.5$: $c/t \leq \frac{456 \cdot \epsilon}{13 \cdot \alpha - 1}$ όταν $\alpha \leq 0.5$: $c/t \leq \frac{41.5 \cdot \epsilon}{\alpha}$			
Κατανομή τάσεων στα τμήματα (θλίψη θετική)						
3	$c/t \leq 124 \cdot \epsilon$	$c/t \leq 42 \cdot \epsilon$	όταν $\psi > -1$: $c/t \leq \frac{42 \cdot \epsilon}{0.67 + 0.33\psi}$ όταν $\psi \leq -1^*)$: $c/t \leq 62 \cdot \epsilon \cdot (1 - \psi) \sqrt{-\psi}$			
$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$	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 $\epsilon_y > f_y/E$

Πίνακας 11 Κατάταξη Διατομών - Μέγιστοι λόγοι πλάτους προς πάχος για θλιβόμενα τμήματα

Διατομή	Όρια	Λυγισμός περί τον άξονα	Καμπύλη λυγισμού	
			S 235 S 275 S 355 S 420	S 460
Ελατές διατομές 	$h/b > 1,2$	$t_f \leq 40 \text{ mm}$	y-y z-z	a a ₀
		$40 \text{ mm} < t_f \leq 100$	y-y z-z	b c
	$h/b \leq 1,2$	$t_f \leq 100 \text{ mm}$	y-y z-z	b c
		$t_f > 100 \text{ mm}$	y-y z-z	d e
Συγκολλητές I-διατομές 	$t_f \leq 40 \text{ mm}$	y-y z-z	b c	
	$t_f > 40 \text{ mm}$	y-y z-z	c d	
Κούβες διατομές 	Εν θερμώ έλαση	Κάθε	a	a ₀
	Ψυχρή έλαση	Κάθε	c	c
Συγκολλητές κιβωτιοειδείς διατομές 	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
U-, T- και συμπαγείς διατομές 		Κάθε	c	c
L-διατομές 		Κάθε	b	b

Πίνακας 7 Επιλογή καμπύλης λυγισμού για δεδομένη διατομή

— Poutrelles I européennes

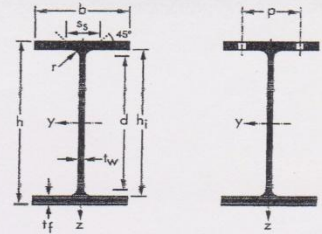
Dimensions: IPE 80 - 600 conformes à l'Euronorme 19-57; IPE A 80 - 600; IPE O 180 - 600; IPE 750
Tolérances: EN 10034: 1993
Etat de surface conforme à EN 10163-3: 2004, classe C, sous-classe 1

— European I beams

Dimensions: IPE 80 - 600 in accordance with Euronorm 19-57; IPE A 80 - 600; IPE O 180 - 600; IPE 750
Tolérances: EN 10034: 1993
Surface condition according to EN 10163-3: 2004, class C, subclass 1

— Europäische I-Profile

Abmessungen: IPE 80 - 600 gemäß Euronorm 19-57; IPE A 80 - 600; IPE O 180 - 600; IPE 750
Toleranzen: EN 10034: 1993
Oberflächenbeschaffenheit gemäß EN 10163-3: 2004, Klasse C, Untergruppe 1



Désignation Designation Bezeichnung	Dimensions Abmessungen						Dimensions de construction Dimensions for detailing Konstruktionsmaße						Surface Oberfläche	
	G kg/m	h mm	b mm	t _w mm	t _f mm	r mm	A mm ²	h _i mm	d mm	∅	P _{min} mm	P _{max} mm	A _L m ² /m	A _G m ² /t
							x 10 ²							
IPE 80 A**	5,0	78	46	3,3	4,2	5	6,38	69,6	59,6	-	-	-	0,325	64,90
IPE 80*	6,0	80	46	3,8	5,2	5	7,64	69,6	59,6	-	-	-	0,328	54,64
IPE A 100**	6,9	98	55	3,6	4,7	7	8,78	88,6	74,6	-	-	-	0,397	57,57
IPE 100*	8,1	100	55	4,1	5,7	7	10,3	88,6	74,6	-	-	-	0,400	49,33
IPE A 120*	8,7	117,6	64	3,8	5,1	7	11,0	107,4	93,4	-	-	-	0,472	54,47
IPE 120	10,4	120	64	4,4	6,3	7	13,2	107,4	93,4	-	-	-	0,475	45,82
IPE A 140*	10,5	137,4	73	3,8	5,6	7	13,4	126,2	112,2	-	-	-	0,547	52,05
IPE 140	12,9	140	73	4,7	6,9	7	16,4	126,2	112,2	-	-	-	0,551	42,70
IPE A 160*	12,7	157	82	4	5,9	9	16,2	145,2	127,2	-	-	-	0,619	48,70
IPE 160	15,8	160	82	5	7,4	9	20,1	145,2	127,2	-	-	-	0,623	39,47
IPE A 180*	15,4	177	91	4,3	6,5	9	19,6	164	146	M 10	48	48	0,694	45,15
IPE 180	18,8	180	91	5,3	8	9	23,9	164	146	M 10	48	48	0,698	37,13
IPE O 180*	21,3	182	92	6	9	9	27,1	164	146	M 10	50	50	0,705	33,12
IPE A 200*	18,4	197	100	4,5	7	12	23,5	183	159	M 10	54	58	0,764	41,49
IPE 200	22,4	200	100	5,6	8,5	12	28,5	183	159	M 10	54	58	0,768	34,36
IPE O 200*	25,1	202	102	6,2	9,5	12	32,0	183	159	M 10	56	60	0,779	31,05
IPE A 220*	22,2	217	110	5	7,7	12	28,3	201,6	177,6	M 12	60	62	0,843	38,02
IPE 220	26,2	220	110	5,9	9,2	12	33,4	201,6	177,6	M 12	60	62	0,848	32,36
IPE O 220*	29,4	222	112	6,6	10,2	12	37,4	201,6	177,6	M 10	58	66	0,858	29,24

- * Commande minimale: pour S 235 JR, cf. conditions de livraison page 218; pour toute autre qualité 40 t ou suivant accord.
- + Commande minimale: 40 t par profilé et qualité ou suivant accord.
- * Tonnage minimum et conditions de livraison nécessitent un accord préalable.
- * Minimum order: for the S 235 JR grade cf. delivery conditions page 218; for any other grade 40 t or upon agreement.
- + Minimum order: 40 t per section and grade or upon agreement.
- * Minimum tonnage and delivery conditions upon agreement.
- * Mindestbestellmenge: für S 235 JR gemäß Lieferbedingungen Seite 218; für jede andere Güte 40 t oder nach Vereinbarung.
- + Mindestbestellmenge: 40 t pro Profil und Güte oder nach Vereinbarung.
- * Die Mindestmengen pro Bestellung sowie die Lieferbedingungen sind im Voraus zu vereinbaren.

IPE

Notations pages 213-217 / Bezeichnungen Seiten 213-217

Désignation Designation Bezeichnung	Valeurs statiques / Section properties / Statische Kennwerte												Classification ENV 1993-1-1				EN 10225-2:2004	EN 10225-4:2004	EN 10225-2:2001		
	axe fort y-y strong axis y-y starke Achse y-y						axe faible z-z weak axis z-z schwache Achse z-z						pure bending yy		pure compression						
	G kg/m	I _y mm ⁴	W _{el,y} mm ³	W _{pl,y} † mm ³	i _y mm	A _{vz} mm ²	I _z mm ⁴	W _{el,z} mm ³	W _{pl,z} † mm ³	i _z mm	s _s mm	I _t mm ⁴	I _w mm ⁶	S 235	S 355	S 460				S 235	S 355
	x 10 ⁴	x 10 ³	x 10 ³	x 10	x 10 ²	x 10 ⁴	x 10 ³	x 10 ³	x 10		x 10 ⁴	x 10 ⁶									
IPE A 240	26,2	3290	277,7	311,6	9,94	16,31	240,1	40,02	62,40	2,68	39,37	8,35	31,26	1	1	2	2	4	4	✓	✓
IPE 240	30,7	3892	324,3	366,6	9,97	19,14	283,6	47,27	73,92	2,69	43,37	12,88	37,39	1	1	1	1	2	4	✓	✓
IPE O 240	34,3	4369	361,1	410,3	10,00	21,36	328,5	53,86	84,40	2,74	46,17	17,18	43,68	1	1	1	1	2	3	✓	✓
IPE A 270	30,7	4917	368,3	412,5	11,21	18,75	358,0	53,03	82,34	3,02	40,47	10,30	59,51	1	1	2	3	4	4	✓	✓
IPE 270	36,1	5790	428,9	484,0	11,23	22,14	419,9	62,20	96,95	3,02	44,57	15,94	70,58	1	1	1	2	3	4	✓	✓
IPE O 270	42,3	6947	507,1	574,6	11,36	25,23	513,5	75,51	117,7	3,09	49,47	24,90	87,64	1	1	1	1	2	3	✓	✓
IPE A 300	36,5	7173	483,1	541,8	12,42	22,25	519,0	69,20	107,3	3,34	42,07	13,43	107,2	1	2	3	3	4	4	✓	✓
IPE 300	42,2	8356	557,1	628,4	12,46	25,68	603,8	80,50	125,2	3,35	46,07	20,12	125,9	1	1	1	2	4	4	✓	✓
IPE O 300	49,3	9994	657,5	743,8	12,61	29,05	745,7	98,12	152,6	3,45	50,97	31,06	157,7	1	1	1	1	3	4	✓	✓
IPE A 330	43,0	10230	625,7	701,9	13,67	26,99	685,2	85,64	133,3	3,54	47,59	19,57	171,5	1	1	3	3	4	4	✓	✓
IPE 330	49,1	11770	713,1	804,3	13,71	30,81	788,1	98,52	153,7	3,55	51,59	28,15	199,1	1	1	1	2	4	4	✓	✓
IPE O 330	57,0	13910	833,0	942,8	13,84	34,88	960,4	118,6	185,0	3,64	56,59	42,15	245,7	1	1	1	1	3	4	✓	✓
IPE A 360	50,2	14520	811,8	906,8	15,06	29,76	946,3	111,1	171,9	3,84	50,69	26,51	282,0	1	1	2	4	4	4	✓	✓
IPE 360	57,1	16270	903,6	1019	14,95	35,14	1043	122,8	191,1	3,79	54,49	37,32	313,6	1	1	1	2	4	4	✓	✓
IPE O 360	66,0	19050	1047	1186	15,05	40,21	1251	145,5	226,9	3,86	59,69	55,76	380,3	1	1	1	1	3	4	✓	✓
IPE A 400	57,4	20290	1022	1144	16,66	35,78	1171	130,1	202,1	4,00	55,60	34,79	432,2	1	1	2	4	4	4	✓	✓
IPE 400	66,3	23130	1156	1307	16,55	42,69	1318	146,4	229,0	3,95	60,20	51,08	490,0	1	1	1	3	4	4	✓	✓
IPE O 400	75,7	26750	1324	1502	16,66	47,98	1564	171,9	269,1	4,03	65,30	73,10	587,6	1	1	1	2	3	4	✓	✓
IPE A 450	67,2	29760	1331	1494	18,65	42,76	1502	158,1	245,7	4,19	58,40	45,67	704,9	1	1	2	4	4	4	✓	✓
IPE 450	77,6	33740	1500	1702	18,48	50,85	1676	176,4	276,4	4,12	63,20	66,87	791,0	1	1	1	3	4	4	✓	✓
IPE O 450	92,4	40920	1795	2046	18,65	59,40	2085	217,2	341,0	4,21	70,80	109	997,6	1	1	1	2	4	4	✓	✓

- † W_{pl}: pour un dimensionnement plastique, la section doit appartenir à la classe 1 ou 2 suivant la capacité de rotation requise. Voir page 217.
- † W_{pl}: for plastic design, the shape must belong to class 1 or 2 according to the required rotation capacity. See page 217.
- † W_{pl}: bei einer elastischen Bemessung muss das Profil der Klasse 1 oder 2, entsprechend der erforderlichen Rotationskapazität, angehören. Siehe Seite 217.

● **Poutrelles I européennes** (suite)

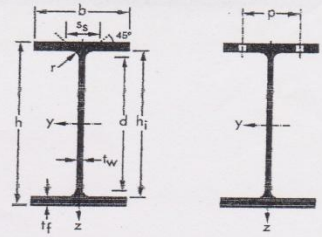
Dimensions: IPE 80 - 600 conformes à l'Euronorme 19-57; IPE A 80 - 600; IPE O 180 - 600; IPE 750
Tolérances: EN 10034: 1993
Etat de surface conforme à EN 10163-3: 2004, classe C, sous-classe 1

● **European I beams** (continued)

Dimensions: IPE 80 - 600 in accordance with Euronorm 19-57; IPE A 80 - 600; IPE O 180 - 600; IPE 750
Tolerances: EN 10034: 1993
Surface condition according to EN 10163-3: 2004, class C, subclass 1

● **Europäische I-Profile** (Fortsetzung)

Abmessungen: IPE 80 - 600 gemäß Euronorm 19-57; IPE A 80 - 600; IPE O 180 - 600; IPE 750
Toleranzen: EN 10034: 1993
Oberflächenbeschaffenheit gemäß EN 10163-3: 2004, Klasse C, Untergruppe 1



Désignation Designation Bezeichnung	Dimensions Abmessungen						Dimensions de construction Dimensions for detailing Konstruktionsmaße						Surface Oberfläche	
	G kg/m	h mm	b mm	tw mm	tf mm	r mm	A mm ²	hi mm	d mm	Ø	Pmin mm	Pmax mm	AL m ² /m	AG m ² /t
							x 10 ²							
IPE A 240*	26,2	237	120	5,2	8,3	15	33,3	220,4	190,4	M 12	64	68	0,918	35,10
IPE 240	30,7	240	120	6,2	9,8	15	39,1	220,4	190,4	M 12	66	68	0,922	30,02
IPE O 240†	34,3	242	122	7	10,8	15	43,7	220,4	190,4	M 12	66	70	0,932	27,17
IPE A 270*	30,7	267	135	5,5	8,7	15	39,2	249,6	219,6	M 16	70	72	1,037	33,75
IPE 270	36,1	270	135	6,6	10,2	15	45,9	249,6	219,6	M 16	72	72	1,041	28,86
IPE O 270†	42,3	274	136	7,5	12,2	15	53,8	249,6	219,6	M 16	72	72	1,051	24,66
IPE A 300*	36,5	297	150	6,1	9,2	15	46,5	278,6	248,6	M 16	72	86	1,156	31,65
IPE 300	42,2	300	150	7,1	10,7	15	53,8	278,6	248,6	M 16	72	86	1,160	27,46
IPE O 300†	49,3	304	152	8	12,7	15	62,8	278,6	248,6	M 16	74	88	1,174	23,81
IPE A 330*	43,0	327	160	6,5	10	18	54,7	307	271	M 16	78	96	1,250	29,09
IPE 330	49,1	330	160	7,5	11,5	18	62,6	307	271	M 16	78	96	1,254	25,52
IPE O 330†	57,0	334	162	8,5	13,5	18	72,6	307	271	M 16	80	98	1,268	22,24
IPE A 360*	50,2	357,6	170	6,6	11,5	18	64,0	334,6	298,6	M 22	86	88	1,351	26,91
IPE 360	57,1	360	170	8	12,7	18	72,7	334,6	298,6	M 22	88	88	1,353	23,70
IPE O 360†	66,0	364	172	9,2	14,7	18	84,1	334,6	298,6	M 22	90	90	1,367	20,69
IPE A 400*	57,4	397	180	7	12	21	73,1	373	331	M 22	94	98	1,464	25,51
IPE 400	66,3	400	180	8,6	13,5	21	84,5	373	331	M 22	96	98	1,467	22,12
IPE O 400†	75,7	404	182	9,7	15,5	21	96,4	373	331	M 22	96	100	1,481	19,57
IPE A 450*	67,2	447	190	7,6	13,1	21	85,6	420,8	378,8	M 24	100	102	1,603	23,87
IPE 450	77,6	450	190	9,4	14,6	21	98,8	420,8	378,8	M 24	100	102	1,605	20,69
IPE O 450†	92,4	456	192	11	17,6	21	118	420,8	378,8	M 24	102	104	1,622	17,56

- Commande minimale: pour S 235 JR, cf. conditions de livraison page 218; pour toute autre qualité 40 t ou suivant accord.
- + Commande minimale: 40 t par profilé et qualité ou suivant accord.
- Minimum order: for the S 235 JR grade cf. delivery conditions page 218; for any other grade 40 t or upon agreement.
- + Minimum order: 40 t per section and grade or upon agreement.
- Mindestbestellmenge: für S 235 JR gemäß Lieferbedingungen Seite 218; für jede andere Güte 40 t oder nach Vereinbarung.
- + Mindestbestellmenge: 40 t pro Profil und Güte oder nach Vereinbarung.

HE

Notations pages 213-217 / Bezeichnungen Seiten 213-217

Désignation Designation Bezeichnung	Valeurs statiques / Section properties / Statische Kennwerte												Classification ENV 1993-1-1										
	axe fort y-y strong axis y-y starke Achse y-y						axe faible z-z weak axis z-z schwache Achse z-z						pure bending yy		pure compression								
	G kg/m	I _y mm ⁴	W _{el,y} mm ³	W _{pl,y} [†] mm ³	i _y mm	A _{vz} mm ²	I _z mm ⁴	W _{el,z} mm ³	W _{pl,z} [†] mm ³	i _z mm	s _s mm	I _t mm ⁴	I _w mm ⁶	S 235	S 355	S 460	S 235	S 355	S 460	EN 10025-2:2004	EN 10025-4:2004	EN 10025:2001	
	x 10 ⁴	x 10 ⁸	x 10 ³	x 10	x 10 ²	x 10 ⁴	x 10 ³	x 10 ³	x 10		x 10 ⁴	x 10 ⁹											
HE 100 AA	12,2	236,5	51,98	58,36	3,89	6,15	92,06	18,41	28,44	2,43	29,26	2,51	1,68	1	3	3	1	3	3	✓	✓	✓	✓
HE 100 A	16,7	349,2	72,76	83,01	4,06	7,56	133,8	26,76	41,14	2,51	35,06	5,24	2,58	1	1	1	1	1	1	✓	✓	✓	✓
HE 100 B	20,4	449,5	89,91	104,2	4,16	9,04	167,3	33,45	51,42	2,53	40,06	9,25	3,38	1	1	1	1	1	1	✓	✓	✓	✓
HE 100 M	41,8	1143	190,4	235,8	4,63	18,04	399,2	75,31	116,3	2,74	66,06	68,21	9,93	1	1	1	1	1	1	✓	✓	✓	✓
HE 120 AA	14,6	413,4	75,85	84,12	4,72	6,90	158,8	26,47	40,62	2,93	29,26	2,78	4,24	2	3	4	2	3	4	✓	✓	✓	✓
HE 120 A	19,9	606,2	106,3	119,5	4,89	8,46	230,9	38,48	58,85	3,02	35,06	5,99	6,47	1	1	2	1	1	2	✓	✓	✓	✓
HE 120 B	26,7	864,4	144,1	165,2	5,04	10,96	317,5	52,92	80,97	3,06	42,56	13,84	9,41	1	1	1	1	1	1	✓	✓	✓	✓
HE 120 M	52,1	2018	288,2	350,6	5,51	21,15	702,8	111,6	171,6	3,25	68,56	91,66	24,79	1	1	1	1	1	1	✓	✓	✓	✓
HE 140 AA	18,1	719,5	112,4	123,8	5,59	7,92	274,8	39,26	59,93	3,45	30,36	3,54	10,21	3	3	4	3	3	4	✓	✓	✓	✓
HE 140 A	24,7	1033	155,4	173,5	5,73	10,12	389,3	55,62	84,85	3,52	36,56	8,13	15,06	1	2	3	1	2	3	✓	✓	✓	✓
HE 140 B	33,7	1509	215,6	245,4	5,93	13,08	549,7	78,52	119,8	3,58	45,06	20,06	22,48	1	1	1	1	1	1	✓	✓	✓	✓
HE 140 M	63,2	3291	411,4	493,8	6,39	24,46	1144	156,8	240,5	3,77	71,06	120,0	54,33	1	1	1	1	1	1	✓	✓	✓	✓
HE 160 AA	23,8	1283	173,4	190,4	6,50	10,38	478,7	59,84	91,36	3,97	36,07	6,33	23,75	3	3	4	3	3	4	✓	✓	✓	✓
HE 160 A	30,4	1673	220,1	245,1	6,57	13,21	615,6	76,95	117,6	3,98	41,57	12,19	31,41	1	2	3	1	2	3	✓	✓	✓	✓
HE 160 B	42,6	2492	311,5	354,0	6,78	17,59	889,2	111,2	170,0	4,05	51,57	31,24	47,94	1	1	1	1	1	1	✓	✓	✓	✓
HE 160 M	76,2	5098	566,5	674,6	7,25	30,81	1759	211,9	325,5	4,26	77,57	162,4	108,1	1	1	1	1	1	1	✓	✓	✓	✓
HE 180 AA	28,7	1967	235,6	258,2	7,34	12,16	730,0	81,11	123,6	4,47	37,57	8,33	46,36	3	3	4	3	3	4	✓	✓	✓	✓
HE 180 A	35,5	2510	293,6	324,9	7,45	14,47	924,6	102,7	156,5	4,52	42,57	14,80	60,21	1	3	3	1	3	3	✓	✓	✓	✓
HE 180 B	51,2	3831	425,7	481,4	7,66	20,24	1363	151,4	231,0	4,57	54,07	42,16	93,75	1	1	1	1	1	1	✓	✓	✓	✓
HE 180 M	88,9	7483	748,3	883,4	8,13	34,65	2580	277,4	425,2	4,77	80,07	203,3	199,3	1	1	1	1	1	1	✓	✓	✓	✓
HE 200 AA	34,6	2944	316,6	347,1	8,17	15,45	1068	106,8	163,2	4,92	42,59	12,69	84,49	3	4	4	3	4	4	✓	✓	✓	✓
HE 200 A	42,3	3692	388,6	429,5	8,28	18,08	1336	133,6	203,8	4,98	47,59	20,98	108,0	1	3	3	1	3	3	✓	✓	✓	✓
HE 200 B	61,3	5696	569,6	642,5	8,54	24,83	2003	200,3	305,8	5,07	60,09	59,28	171,1	1	1	1	1	1	1	✓	✓	✓	✓
HE 200 M	103	10640	967,4	1135	9,00	41,03	3651	354,5	543,2	5,27	86,09	259,4	346,3	1	1	1	1	1	1	✓	✓	✓	✓
HE 220 AA	40,4	4170	406,9	445,5	9,00	17,63	1510	137,3	209,3	5,42	44,09	15,93	145,6	3	4	4	3	4	4	✓	✓	✓	✓
HE 220 A	50,5	5410	515,2	568,5	9,17	20,67	1955	177,7	270,6	5,51	50,09	28,46	193,3	1	3	3	1	3	3	✓	✓	✓	✓
HE 220 B	71,5	8091	735,5	827,0	9,43	27,92	2843	258,5	393,9	5,59	62,59	76,57	295,4	1	1	1	1	1	1	✓	✓	✓	✓
HE 220 M	117	14600	1217	1419	9,89	45,31	5012	443,5	678,6	5,79	88,59	315,3	572,7	1	1	1	1	1	1	✓	✓	✓	✓

- † W_{pl}: pour un dimensionnement plastique, la section doit appartenir à la classe 1 ou 2 suivant la capacité de rotation requise. Voir page 217.
- † W_{pl}: for plastic design, the shape must belong to class 1 or 2 according to the required rotation capacity. See page 217.
- † W_{pl}: bei einer plastischen Bemessung muss das Profil der Klasse 1 oder 2, entsprechend der erforderlichen Rotationskapazität, angehören. Siehe Seite 217.

— Poutrelles européennes à larges ailes

Dim.: HE A, HE B et HE M 100-1000 conformes à l'Euronorme 53-62; HE AA 100-1000; HL 920-1100

Tolérances: EN 10034: 1993 HE 100 - 900; HE 1000 AA-M; HL AA-R

A6 - 05 HE avec $G_{HE} > G_{HE M}$; HL 920; HL 1000 avec $G_{HL} > G_{HL M}$

Etat de surface conforme à EN 10163-3: 2004, classe C, sous-classe 1

— European wide flange beams

Dim.: HE A, HE B and HE M 100 - 1000 in accordance with Euronorm 53-62; HE AA 100 - 1000; HL 920 - 1100

Tolerances: EN 10034: 1993 HE 100 - 900; HE 1000 AA-M; HL AA-R

A6 - 05 HE with $G_{HE} > G_{HE M}$; HL 920; HL 1000 with $G_{HL} > G_{HL M}$

Surface condition according to EN 10163-3: 2004, class C, subclass 1

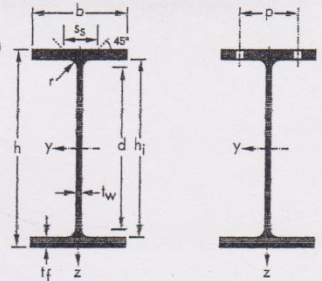
— Europäische Breitflanschräger

Abmessungen: HE A, HE B und HE M 100 - 1000 gemäß Euronorm 53-62; HE AA 100 - 1000; HL 920 - 1100

Toleranzen: EN 10034: 1993 HE 100 - 900; HE 1000 AA-M; HL AA-R

A6 - 05 HE mit $G_{HE} > G_{HE M}$; HL 920; HL 1000 mit $G_{HL} > G_{HL M}$

Oberflächenbeschaffenheit gemäß EN 10163-3: 2004, Klasse C, Untergruppe 1



Désignation Designation Bezeichnung	Dimensions Abmessungen						Dimensions de construction Dimensions for detailing Konstruktionsmaße						Surface Oberfläche	
	G kg/m	h mm	b mm	t _w mm	t _f mm	r mm	A mm ²	h ₁ mm	d mm	∅	P _{min} mm	P _{max} mm	A _L m ² /m	A _G m ² /t
							x 10 ²							
HE 100 AA*	12,2	91	100	4,2	5,5	12	15,6	80	56	M 10	54	58	0,553	45,17
HE 100 A	16,7	96	100	5	8	12	21,2	80	56	M 10	54	58	0,561	33,68
HE 100 B	20,4	100	100	6	10	12	26,0	80	56	M 10	56	58	0,567	27,76
HE 100 M	41,8	120	106	12	20	12	53,2	80	56	M 10	62	64	0,619	14,82
HE 120 AA*	14,6	109	120	4,2	5,5	12	18,6	98	74	M 12	58	68	0,669	45,94
HE 120 A	19,9	114	120	5	8	12	25,3	98	74	M 12	58	68	0,677	34,06
HE 120 B	26,7	120	120	6,5	11	12	34,0	98	74	M 12	60	68	0,686	25,71
HE 120 M	52,1	140	126	12,5	21	12	66,4	98	74	M 12	66	74	0,738	14,16
HE 140 AA*	18,1	128	140	4,3	6	12	23,0	116	92	M 16	64	76	0,787	43,53
HE 140 A	24,7	133	140	5,5	8,5	12	31,4	116	92	M 16	64	76	0,794	32,21
HE 140 B	33,7	140	140	7	12	12	43,0	116	92	M 16	66	76	0,805	23,88
HE 140 M	63,2	160	146	13	22	12	80,6	116	92	M 16	72	82	0,857	13,56
HE 160 AA*	23,8	148	160	4,5	7	15	30,4	134	104	M 20	76	84	0,907	37,81
HE 160 A	30,4	152	160	6	9	15	38,8	134	104	M 20	78	84	0,906	29,78
HE 160 B	42,6	160	160	8	13	15	54,3	134	104	M 20	80	84	0,918	21,56
HE 160 M	76,2	180	166	14	23	15	97,1	134	104	M 20	86	90	0,970	12,74
HE 180 AA*	28,7	167	180	5	7,5	15	36,5	152	122	M 24	84	92	1,018	35,51
HE 180 A	35,5	171	180	6	9,5	15	45,3	152	122	M 24	86	92	1,024	28,83
HE 180 B	51,2	180	180	8,5	14	15	65,3	152	122	M 24	88	92	1,037	20,25
HE 180 M	88,9	200	186	14,5	24	15	113,3	152	122	M 24	94	98	1,089	12,25
HE 200 AA*	34,6	186	200	5,5	8	18	44,1	170	134	M 27	96	100	1,130	32,62
HE 200 A	42,3	190	200	6,5	10	18	53,8	170	134	M 27	98	100	1,136	26,89
HE 200 B	61,3	200	200	9	15	18	78,1	170	134	M 27	100	100	1,151	18,78
HE 200 M	103	220	206	15	25	18	131,3	170	134	M 27	106	106	1,203	11,67
HE 220 AA*	40,4	205	220	6	8,5	18	51,5	188	152	M 27	98	118	1,247	30,87
HE 220 A	50,5	210	220	7	11	18	64,3	188	152	M 27	98	118	1,255	24,85
HE 220 B	71,5	220	220	9,5	16	18	91,0	188	152	M 27	100	118	1,270	17,77
HE 220 H	117	240	226	15,5	26	18	149,4	188	152	M 27	106	124	1,322	11,27

• Commande minimale: pour S 235 JR, cf. conditions de livraison page 218; pour toute autre qualité 40 t ou suivant accord.

• Minimum order: for the S 235 JR grade cf. delivery conditions page 218; for any other grade 40 t or upon agreement.

• Mindestbestellmenge: für S 235 JR gemäß Lieferbedingungen Seite 218; für jede andere Güte 40 t oder nach Vereinbarung.

HE

Notations pages 213-217 / Bezeichnungen Seiten 213-217

Désignation Designation Bezeichnung	Valeurs statiques / Section properties / Statische Kennwerte											Classification ENV 1993-1-1				EN 10025-2: 2004 EN 10025-4: 2004 EN 10225:2001						
	axe fort yy strong axis yy starke Achse yy						axe faible zz weak axis zz schwache Achse zz					pure bending yy	pure compression	S 235 S 355 S 460	S 235 S 355 S 460							
	G kg/m	I _y mm ⁴	W _{el,y} mm ³	W _{pl,y} † mm ³	i _y mm	A _{vz} mm ²	I _z mm ⁴	W _{el,z} mm ³	W _{pl,z} † mm ³	i _z mm	s _s mm						I _t mm ⁴	I _w mm ⁶				
	x 10 ⁴	x 10 ³	x 10 ³	x 10	x 10 ²	x 10 ⁴	x 10 ³	x 10 ³	x 10		x 10 ⁴	x 10 ⁹										
HE 400 AA	92,4	31250	1654	1824	16,30	47,95	5861	390,8	599,7	7,06	67,13	84,69	1948	3	3	4	3	3	4	✓	✓	✓
HE 400 A	125	45070	2311	2562	16,84	57,33	8564	570,9	872,9	7,34	80,63	189,0	2942	1	1	3	1	2	3	✓	HI	HI
HE 400 B	155	57680	2884	3232	17,08	69,98	10820	721,3	1104	7,40	93,13	355,7	3817	1	1	1	1	1	1	✓	HI	HI
HE 400 M	256	104100	4820	5571	17,88	110,2	19340	1260	1934	7,70	132,6	1515	7410	1	1	1	1	1	1	✓	HI	HI
HE 450 AA	99,7	41890	1971	2183	18,16	54,70	6088	405,8	624,4	6,92	68,63	95,61	2572	3	3	4	3	4	4	✓	✓	✓
HE 450 A	140	63720	2896	3216	18,92	65,78	9465	631,0	965,5	7,29	85,13	243,8	4148	1	1	1	1	2	3	✓	HI	HI
HE 450 B	171	79896	3551	3982	19,14	79,66	11720	781,4	1198	7,33	97,63	440,5	5258	1	1	1	1	1	2	✓	HI	HI
HE 450 M	263	131500	5501	6331	19,80	119,8	19340	1260	1939	7,59	132,6	1529	9251	1	1	1	1	1	1	✓	HI	HI
HE 500 AA	107	54640	2315	2576	19,98	61,91	6314	420,9	649,3	6,79	70,13	107,7	3304	2	3	3	2	4	4	✓	✓	✓
HE 500 A	155	86970	3550	3949	20,98	74,72	10370	691,1	1059	7,24	89,63	309,3	5643	1	1	1	1	3	4	✓	HI	HI
HE 500 B	187	107200	4287	4815	21,19	89,82	12620	841,6	1292	7,27	102,1	538,4	7018	1	1	1	1	2	2	✓	HI	HI
HE 500 M	270	161900	6180	7094	21,69	129,5	19150	1252	1932	7,46	132,6	1539	11190	1	1	1	1	1	1	✓	HI	HI
HE 550 AA	120	72870	2792	3128	21,84	72,66	6767	451,1	698,6	6,65	73,13	133,7	4338	1	3	3	3	4	4	✓	✓	✓
HE 550 A	166	111900	4146	4622	22,99	83,72	10820	721,3	1167	7,15	92,13	351,5	7189	1	1	1	2	4	4	✓	HI	HI
HE 550 B	199	136700	4971	5591	23,20	100,1	13080	871,8	1341	7,17	104,6	600,3	8856	1	1	1	1	2	3	✓	HI	HI
HE 550 M	278	198000	6923	7933	23,64	139,6	19160	1252	1937	7,35	132,6	1554	13520	1	1	1	1	1	1	✓	HI	HI
HE 600 AA	129	91900	3218	3623	23,66	81,29	6993	466,2	724,5	6,53	74,63	149,8	5381	1	3	3	3	4	4	✓	✓	✓
HE 600 A	178	141200	4787	5350	24,97	93,21	11270	751,4	1156	7,05	94,63	397,8	8978	1	1	1	2	4	4	✓	HI	HI
HE 600 B	212	171000	5701	6425	25,17	110,8	13530	902,0	1391	7,08	107,1	667,2	10970	1	1	1	1	3	4	✓	HI	HI
HE 600 M	285	237400	7660	8772	25,55	149,7	18980	1244	1930	7,22	132,6	1564	15910	1	1	1	1	1	1	✓	HI	HI
HE 600 x 337	337	283200	8961	10380	25,69	180,5	22940	1480	2310	7,31	149,7	2451	19610	1	1	1	1	1	1	✓	HI	HI
HE 600 x 399	399	344600	10640	12460	26,03	213,6	28280	1796	2814	7,46	169,6	3966	24810	1	1	1	1	1	1	✓	HI	HI
HE 650 AA	138	113900	3676	4160	25,46	90,40	7221	481,4	750,7	6,41	76,13	167,5	6567	1	3	3	4	4	4	✓	✓	✓
HE 650 A	190	175200	5474	6136	26,93	103,2	11720	781,6	1205	6,97	97,13	448,3	11030	1	1	1	3	4	4	✓	HI	HI
HE 650 B	225	210600	6480	7320	27,12	122,0	13980	932,3	1441	6,99	109,6	739,2	13360	1	1	1	2	3	4	✓	HI	HI
HE 650 M	293	281700	8433	9657	27,45	159,7	18980	1245	1936	7,13	132,6	1579	18650	1	1	1	1	1	2	✓	HI	HI
HE 650 x 343	343	333700	9815	11350	27,62	189,6	22720	1470	2300	7,21	148,6	2442	22730	1	1	1	1	1	1	✓	HI	HI
HE 650 x 407	407	405400	11650	13620	27,95	224,8	28020	1785	2803	7,35	169,1	3958	28710	1	1	1	1	1	1	✓	HI	HI

HI = HISTAR®

♦ W_{pl}: pour un dimensionnement plastique, la section doit appartenir à la classe 1 ou 2 suivant la capacité de rotation requise. Voir page 217.

♦ W_{pl}: for plastic design, the shape must belong to class 1 or 2 according to the required rotation capacity. See page 217.

♦ W_{pl}: bei einer plastischen Bemessung muss das Profil der Klasse 1 oder 2, entsprechend der erforderlichen Rotationskapazität, angehören. Siehe Seite 217.

● Poutrelles européennes à larges ailes (suite)

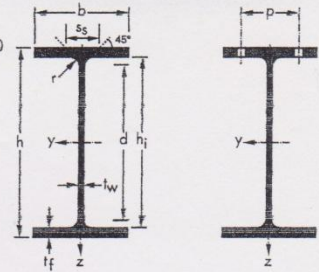
Dim.: HE A, HE B et HE M 100-1000 conformes à l'Euronorm 53-62; HE AA 100-1000; HL 920-1100
 Tolérances: EN 10034: 1993 HE 100 - 900; HE 1000 AA-M; HL AA-R
 A6 - 05 HE avec $G_{HE} > G_{HE M}$; HL 920; HL 1000 avec $G_{HL} > G_{HL M}$
 Etat de surface conforme à EN 10163-3: 2004, classe C, sous-classe 1

● European wide flange beams (continued)

Dim.: HE A, HE B and HE M 100 - 1000 in accordance with Euronorm 53-62; HE AA 100 - 1000; HL 920 - 1100
 Tolerances: EN 10034: 1993 HE 100 - 900; HE 1000 AA-M; HL AA-R
 A6 - 05 HE with $G_{HE} > G_{HE M}$; HL 920; HL 1000 with $G_{HL} > G_{HL M}$
 Surface condition according to EN 10163-3: 2004, class C, subclass 1

● Europäische Breitflanschträger (Fortsetzung)

Abmessungen: HE A, HE B und HE M 100 - 1000 gemäß Euronorm 53-62; HE AA 100 - 1000; HL 920 - 1100
 Toleranzen: EN 10034: 1993 HE 100 - 900; HE 1000 AA-M; HL AA-R
 A6 - 05 HE mit $G_{HE} > G_{HE M}$; HL 920; HL 1000 mit $G_{HL} > G_{HL M}$
 Oberflächenbeschaffenheit gemäß EN 10163-3: 2004, Klasse C, Untergruppe 1



Désignation Designation Bezeichnung	Dimensions Abmessungen						Dimensions de construction Dimensions for detailing Konstruktionsmaße						Surface Oberfläche	
	G kg/m	h mm	b mm	t _w mm	t _f mm	r mm	A mm ²	h _i mm	d mm	Ø	P _{min} mm	P _{max} mm	A _L m ² /m	A _G m ² /t
							x 10 ²							
HE 400 AA*	92,4	378	300	9,5	13	27	117,7	352	298	M 27	118	198	1,891	20,46
HE 400 A	125	390	300	11	19	27	159,0	352	298	M 27	120	198	1,912	15,32
HE 400 B	155	400	300	13,5	24	27	197,8	352	298	M 27	124	198	1,927	12,41
HE 400 M	256	432	307	21	40	27	325,8	352	298	M 27	132	202	2,004	7,835
HE 450 AA*	99,7	425	300	10	13,5	27	127,1	398	344	M 27	120	198	1,984	19,89
HE 450 A	140	440	300	11,5	21	27	178,0	398	344	M 27	122	198	2,011	14,39
HE 450 B	171	450	300	14	26	27	218,0	398	344	M 27	124	198	2,026	11,84
HE 450 M	263	478	307	21	40	27	335,4	398	344	M 27	132	202	2,096	7,959
HE 500 AA*	107	472	300	10,5	14	27	136,9	444	390	M 27	120	198	2,077	19,33
HE 500 A	155	490	300	12	23	27	197,5	444	390	M 27	122	198	2,110	13,60
HE 500 B	187	500	300	14,5	28	27	238,6	444	390	M 27	124	198	2,125	11,34
HE 500 M	270	524	306	21	40	27	344,3	444	390	M 27	132	202	2,184	8,079
HE 550 AA*	120	522	300	11,5	15	27	152,8	492	438	M 27	122	198	2,175	18,13
HE 550 A	166	540	300	12,5	24	27	211,8	492	438	M 27	122	198	2,209	13,29
HE 550 B	199	550	300	15	29	27	254,1	492	438	M 27	124	198	2,224	11,15
HE 550 M	278	572	306	21	40	27	354,4	492	438	M 27	132	202	2,280	8,195
HE 600 AA*	129	571	300	12	15,5	27	164,1	540	486	M 27	122	198	2,272	17,64
HE 600 A	178	590	300	13	25	27	226,5	540	486	M 27	122	198	2,308	12,98
HE 600 B	212	600	300	15,5	30	27	270,0	540	486	M 27	126	198	2,323	10,96
HE 600 M	285	620	305	21	40	27	363,7	540	486	M 27	132	200	2,372	8,308
HE 600 x 337*	337	632	310	25,5	46	27	429,2	540	466	M 27	138	202	2,467	7,144
HE 600 x 399*	399	648	315	30	54	27	508,5	540	486	M 27	142	208	2,450	6,137
HE 650 AA*	138	620	300	12,5	16	27	175,8	588	534	M 27	122	198	2,349	17,17
HE 650 A	190	640	300	13,5	26	27	241,6	588	534	M 27	124	198	2,407	12,69
HE 650 B	225	650	300	16	31	27	286,3	588	534	M 27	126	198	2,422	10,77
HE 650 M	293	668	305	21	40	27	373,7	588	534	M 27	132	200	2,468	8,411
HE 650 x 343*	343	680	309	25	46	27	437,5	588	534	M 27	138	202	2,500	7,278
HE 650 x 407*	407	696	314	29,5	54	27	518,8	588	534	M 27	142	206	2,543	6,243

- Commande minimale: pour S 235 JR, cf. conditions de livraison page 218; pour toute autre qualité 40 t ou suivant accord.
- Minimum order: for the S 235 JR grade cf. delivery conditions page 218; for any other grade 40 t or upon agreement.
- Mindestbestellmenge: für S 235 JR gemäß Lieferbedingungen Seite 218; für jede andere Güte 40 t oder nach Vereinbarung.

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο/Η κάτωθι υπογεγραμμένος/η ΠΑΠΑΝΑΚΗ ΒΙΡΓΙΝΙΑ, του ΝΙΚΟΛΑΟΥ μεταπτυχιακός φοιτητής του Π.Μ.Σ.: «Αντισεισμική και Ενεργειακή Αναβάθμιση Κατασκευών και Αειφόρος Ανάπτυξη»,

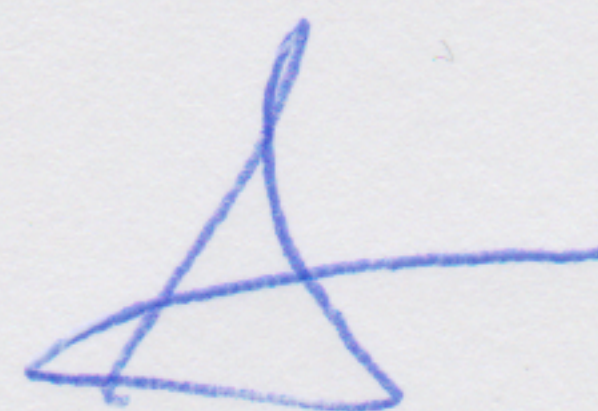
του Α.Ε.Ι Πειραιά Τ.Τ, πριν αναλάβω την εκπόνηση της Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα παρακάτω:

«Η Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία (Μ.Δ.Ε.) αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο του συγγραφέα, όσο και του Ιδρύματος και θα πρέπει να έχει μοναδικό χαρακτήρα και πρωτότυπο περιεχόμενο.

Απαγορεύεται αυστηρά οποιοδήποτε κομμάτι κειμένου της να εμφανίζεται αυτούσιο ή μεταφρασμένο από κάποια άλλη δημοσιευμένη πηγή. Κάθε τέτοια πράξη αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και εγείρει θέμα Ηθικής Τάξης για τα πνευματικά δικαιώματα του άλλου συγγραφέα. Αποκλειστικός υπεύθυνος είναι ο συγγραφέας της Μ.Δ.Ε., ο οποίος φέρει και την ευθύνη των συνεπειών, ποινικών και άλλων, αυτής της πράξης.

Πέραν των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα, σε περίπτωση που το ίδρυμα του έχει απονείμει Μεταπτυχιακό Δίπλωμα, αυτό ανακαλείται με απόφαση της Συνέλευσης Ειδικής Σύθεσης του Τμήματος. Η Συνέλευση Ειδικής Σύθεσης του Τμήματος με νέα απόφασή της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση Μ.Δ.Ε. με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Μ.Δ.Ε. πρέπει να ολοκληρώσει εντός τουλάχιστον ενός ημερολογιακού βμήνου από την ημερομηνία ανάθεσής της. Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται τα προβλεπόμενα στο άρθρο 18. παρ.5 του ισχύοντος Εσωτερικού Κανονισμού».

Ο Δηλών



Ημερομηνία

28/11/07