ПЕРІЛНҰН	4
ABSTRACT	5
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	6
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
1 ПЕРІГРАФН ФОРЕА	9
1.1 Геаметрікн періграфн тоу металлікоу фореа	9
1.1.1 Κύριοι φορείς	10
1.1.2 Τεγίδες και μηκίδες	10
1.1.3 Στοιχεία ακαμψίας – Κεφαλοδοκοί	12
1.1.4 Λοιπά στοιχεία του φορέα	13
1.1.5 Συνοπτική παρουσιάση του φορέα	13
1.2 ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΕΔΡΑΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΟΥ ΦΟΡΕΑ	14
1.2.1 Έδραση	14
1.2.2 Συνδέσεις	15
2 ΦΟΡΤΙΣΕΙΣ	16
2.1 Моніма фортіа	16
2.1.1 Ίδιο βάρος φορέα	16
2.1.2 Φορτία επιστέγασης - πλαγιοκάλυψης	17
2.1.3 Βάρος μηκίδων	18
2.1.4 Ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός	18
2.2 Кіннта фортіа	18
2.3 ΦΟΡΤΙΟ ΧΙΟΝΙΟΥ	19
2.4 ФОРТІО АNEMOY	21
2.4.1 Πίεση αιχμής $q_p$	22
2.4.2 Αεροδυναμικοί συντελεστές – Υπολογισμός τελικών πιέσεων	26
2.4.3 Τελικές πιέσεις	
2.5 ΦΟΡΤΙΟ ΣΕΙΣΜΟΥ	
2.5.1 Παράμετροι που σχετίζονται με την περιοχή και το έδαφος έδρασης της κατασκευ	<i>ής38</i>
2.5.2 Παράμετροι που σχετίζονται με την κατασκευή	42
2.5.3 Μέθοδοι ανάλυσης	44
2.6 ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΙ ΦΟΡΤΙΣΕΩΝ	45
3 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	49
3.1 Εισαγωγγή γεωμετρίας υλικών και διατομών	49
3.2 Εισαγωγή εξωτερικών δράσεων	52
3.3 Αναλύση φορέα	53
3.4 Παραγωγή αναφορών	55
3.5 Έλεγχος διατομών - μελών	56
3.6 Έλεγχος σύνδεσεών – εδράσεις	58

ΠΑΓ Ο Ι ΖΙΑΖΠ ΑΠΟ Ι ΕΛΕΖΙΊΑ Ι ΥΣΝ	
4.1 Морфн А'	61
4.1.1 Υποστυλώματα	61
4.1.2 Δοκοί πλαισίου	62
4.1.3 Τεγίδες	63
4.1.4 Κατακόρυφα στοιχεία ζυγώματος	64
4.1.5 Οριζόντιοι σύνδεσμοι ακαμψίας	64
4.1.6 Κατακόρυφοι σύνδεσμοι ακαμψίας στέγης	65
4.1.7 Κατακόρυφοι σύνδεσμοι ακαμψίας	66
4.1.8 Κεφαλοδοκοί	66
4.1.9 Μετωπικά υποστυλώματα	67
4.1.10 Έδραση υποστυλωμάτων	67
4.2 Морфн В'	68
4.2.1 Υποστυλώματα	68
4.2.2 Δοκοί πλαισίου	68
4.2.3 Τεγίδες	69
4.2.4 Κατακόρυφα στοιχεία ζυγώματος	
4.2.5 Οριζόντιοι σύνδεσμοι ακαμψίας	
4.2.6 Κατακόρυφοι σύνδεσμοι ακαμψίας στέγης	71
4.2.7 Κατακόρυφοι σύνδεσμοι ακαμψίας	71
4.2.8 Κεφαλοδοκοί	72
4.2.9 Μετωπικά υποστυλώματα	73
4.2.10 Έδραση υποστυλωμάτων	73
4.3 Морфн Г'	73
4.3.1 Υποστυλώματα	73
4.3.2 Δοκοί πλαισίου	74
4.3.3 Τεγίδες	75
4.3.4 Κατακόρυφα στοιχεία ζυγώματος	76
4.3.5 Οριζόντιοι σύνδεσμοι ακαμψίας	76
4.3.6 Κατακόρυφοι σύνδεσμοι ακαμψίας στέγης	77
4.3.7 Κατακόρυφοι σύνδεσμοι ακαμψίας	
4.3.8 Κεφαλοδοκοί	
4.3.9 Μετωπικά υποστυλώματα	
4.3.10 Διατμητικά στοιχεία σύνθετων υποστυλωμάτων	
4.3.11 Κεφαλοδοκοί μετωπικών υποστυλωμάτων	81
4.3.12 Έδραση υποστυλωμάτων	81
4.4 Морфн Δ'	
4.4.1 Υποστυλώματα	
4.4.2 Δοκοί πλαισίου	82
4.4.3 Τεγίδες	84
4.4.4 Κατακόρυφα στοιχεία ζυγώματος	

4.4.5 Οριζόντιοι σύνδεσμοι ακαμψίας	
4.4.6 Κατακόρυφοι σύνδεσμοι ακαμψίας στέγης	85
4.4.7 Κατακόρυφοι σύνδεσμοι ακαμψίας	86
4.4.8 Κεφαλοδοκοί	86
4.4.9 Μετωπικά υποστυλώματα	87
4.4.10 Διατμητικά στοιχεία σύνθετων υποστυλωμάτων	87
4.4.11 Κεφαλοδοκοί μετωπικών υποστυλωμάτων	87
4.4.12 Έδραση υποστυλωμάτων	
5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	89
5.1 Σύγκριση αποτελέσματων που προεκύψαν από την επιλύση	89
5.2 Τελικά συμπερασματά	92
6 ВІВЛІОГРАФІА	94
ПАРАРТНМА	95

### ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

### ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΕΜΚ ΔΕ 2011/04

# Εναλλακτικοί Τρόποι Σχεδιασμού Μεταλλικού Υποστέγου Αεροσκαφών

# Γεώργιος Π. Ευθυμιάδης (Επιβλέπων: Τ. Αβραάμ) Περίληψη

Στην παρούσα διπλωματική εργασία γίνεται προσπάθεια να παρουσιαστούν εναλλακτικές προτάσεις κατασκευής ενός υποστέγου αεροσκαφών και συγκεκριμένα διαφορετικοί τρόποι κατασκευής των υποστυλωμάτων των πλαισίων του. Έχοντας επιλέξει τις βασικές διαστάσεις, ώστε το υπόστεγο να εξυπηρετεί συγκεκριμένους τύπους αεροσκαφών, παρουσιάζονται τέσσερις εναλλακτικές. Από αυτές οι δύο έχουν σχεδιαστεί με ολόσωμα υποστυλώματα και οι άλλες δύο με σύνθετα.

Για τον υπολογισμό των φορτίσεων αλλά και για την εκτέλεση των απαιτούμενων ελέγχων χρησιμοποιήθηκαν όσα ισχύουν σύμφωνα με τους Ευρωκώδικες αλλά και την εθνική νομοθεσία.

Η σχεδίαση και ανάλυση των φορέων πραγματοποιήθηκε σε υπολογιστικό περιβάλλον του λογισμικού INSTANT της εταιρείας Computer Control Systems S.A., με τη βοήθεια του οποίου παράχθηκε το σύνολο των απαιτούμενων αναφορών.

Με βάση τα αποτελέσματα που εξήχθησαν και τη σύγκρισή τους, προέκυψαν σημαντικά συμπεράσματα, που αφορούν στην οικονομία της κατασκευής και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά της συμπεριφορά της.

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

# DIPLOMA THESIS EMK $\Delta E$ 2014/08

## **Alternative Methods of Metal Aircraft Hangar Designing**

Georgios P. Efthymiadis (supervised by T. Avraam)

### Abstract

In the present diploma thesis an attempt is made to present alternative construction proposals of an aircraft hangar and more specifically different methods of constructing the columns of its frames. Having selected the essential dimensions to the hangar to accommodate specific aircraft types, four options are presented. The first two are designed with single member columns and the other two with laced compression members.

For the calculation of the loads and to perform the required checks were used that apply in accordance with Eurocodes and national legislation.

The design and analysis of models held in computing environment software INSTANT of Computer Control Systems SA, with the help of which produced all required reports.

Based on the results obtained and their comparison, experienced significant findings relating to the economy of construction and the quality characteristics of its behavior.

# Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή της διπλωματικής μου εργασίας κ. Τ. Αβραάμ, για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγησή του, για την επίλυση αποριών και προβλημάτων που προέκυψαν, αλλά κυρίως για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε κατά την διάρκεια εκπόνησης της εργασίας.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, που στάθηκε αρωγός και συμπαραστάτης στις επιλογές μου.

# Εισαγωγή

Στην παρούσα διπλωματική εργασία παρουσιάζεται αναλυτικά η διαδικασία μελέτης ενός υποστέγου για την εξυπηρέτηση αεροσκαφών στο αεροδρόμιο της Ελευσίνας Αττικής. Οι διαστάσεις του υποστέγου επιλέχθηκαν με τέτοιο τρόπο, ώστε να είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί από διαφορετικούς τύπους αεροσκαφών που υπάρχουν σε χρήση στην ελληνική επικράτεια. Συνολικά παρουσιάζονται τέσσερις διαφορετικές επιλύσεις, με τις όποιες διαφορές να επικεντρώνονται στον τρόπο κατασκευής των υποστυλωμάτων και γίνεται προσπάθεια για την κατανόηση της συμπεριφοράς τους.

Οι ακριβείς διαστάσεις του υποστέγου είναι 65,00 m μήκος και 50 m πλάτος ενώ το ύψος του έχει επιλεγεί προκειμένου να επιτρέπεται η κατασκευή θύρας ύψους 9,5m. Σε επόμενο κεφάλαιο παρουσιάζεται αναλυτικά ο τρόπος επιλογής των συγκεκριμένων διαστάσεων.

Η ιδιαιτερότητα που παρουσιάζει ως προς τις απαιτήσεις σχεδιασμού ένα υπόστεγο αεροσκαφών σε σχέση με ένα κοινό οικοδομικό έργο, π.χ. ένα βιομηχανικό συνίσταται κυρίως στην ανάγκη κατασκευής ενιαίων χώρων, από τους οποίους απουσιάζει κάθε έννοια κατακόρυφου εμποδίου, όπως είναι τα ενδιάμεσα υποστυλώματα. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι επιπονήσεις επί του φορέα που προκύπτουν από τα μεγάλα ανοίγματα που απαιτούνται επιβαρύνονται περαιτέρω από το επίσης μεγάλο ύψος το οποίο θα πρέπει να χαρακτηρίζει ένα υπόστεγο αεροσκαφών.

Γνωρίζοντας τις υπόψη απαιτήσεις σχεδιασμού, είναι δεδομένο ότι ο μελετητής πρέπει να επιλέξει την κατασκευή ενός τέτοιου δομήματος από φέροντα στοιχεία χάλυβα, καθώς τα χαρακτηριστικά τους προσφέρουν σειρά από πλεονεκτήματα σε σχέση με άλλες μεθόδους κατασκευής. Ενδεικτικά μπορούν να αναφερθούν η μικρή σχετικά καταπόνηση από σεισμικές δράσεις, η κατά το δυνατόν μικρότερη επιπόνηση της θεμελίωσης, αλλά και η αυξημένη αξιοπιστία της κατασκευής, δεδομένου ότι το πλείστο των εργασιών εκτελείται σε εργοστασιακή βάση.

Η προσπάθεια κατανόησης της συμπεριφοράς της κατασκευής, έναντι των διαφόρων ειδών δράσεων, και συνεπώς η ανάλυση και η διαστασιολόγησή της έγινε με χρήση λογισμικού του εμπορίου, υπό την επωνυμία INSTANT της εταιρείας Computer Control Systems S.A.

Το παρόν πόνημα αποτελείται από επί μέρους κεφάλαια τα οποία συνοπτικά αφορούν:

Κεφάλαιο 1, υπό τον τίτλο «Περιγραφή Φορέα», στο οποίο παρουσιάζεται η γεωμετρία του φορέα και τα αρχικά στοιχεία που αφορούν στο δόμημα. Επίσης, αναλύεται η διαδικασία που οδήγησε στην επιλογή των τελικών διαστάσεων.

Κεφάλαιο 2, υπό τον τίτλο «Φορτίσεις», στο οποίο παρουσιάζεται αναλυτικά το σύνολο των δράσεων που θεωρείται ότι δρουν επί της κατασκευής, ο τρόπος υπολογισμού τους και τα κανονιστικά κείμενα που τις επιβάλλουν.

Κεφάλαιο 3, υπό τον τίτλο «Εισαγωγή Δεδομένων στο Λογισμικό Ανάλυσης», στο οποίο παρουσιάζεται το πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε για την τελική διαστασιολόγηση των στοιχείων του φορέα.

Κεφάλαιο 4, υπό τον τίτλο «Παρουσίαση Αποτελεσμάτων», στο οποίο παρουσιάζεται οι τελικώς επιλεχθέντες διατομές των στοιχείων του υποστέγου και για τις τέσσερις διακριτές μορφές του και αναφέρεται η εντατική τους κατάσταση στην δυσμενέστερη φόρτιση.

Κεφάλαιο 5, υπό τον τίτλο «Συμπεράσματα», στο οποίο παρουσιάζονται τα εξαγόμενα από τα σύγκριση των αποτελεσμάτων του προηγούμενου κεφαλαίου.

Τέλος, η διπλωματική εργασία ολοκληρώνεται με τις βιβλιογραφικές αναφορές και ένα Παράρτημα, το οποίο συμπληρώνει την ηλεκτρονική έκδοσή της.

# 1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΟΡΕΑ

Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας παρουσιάζεται η στατική μελέτη ενός υποστέγου συντήρησης αεροσκαφών. Το εν λόγω υπόστεγο μελετάται για την περιοχή του αεροδρομίου Ελευσίνας Αττικής για την περίπτωση που το συγκεκριμένο αεροδρόμιο αναπτυχθεί ως περιφερειακό, υποστηρίζοντας είτε εσωτερικές μετακινήσεις επιβατών με εταιρείες χαμηλού κόστους, είτε ιδιωτικά μικρά αεροσκάφη. Επιπλέον το συγκεκριμένο αεροδρόμιο αποτελεί το κεντρικό αεροδρόμιο από το οποίο επιχειρούν τα ελληνικά πυροσβεστικά αεροσκάφη κατά την θερινή περίοδο. Με βάση αυτές τις θεωρήσεις και προβλέψεις έχουν επιλεχθεί και τα αεροσκάφη, των οποίων ο διαστάσεις οδήγησαν στην διαστασιολόγηση του υποστέγου.

Όπως παρουσιάζεται και αναλύεται στα επόμενα κεφάλαια, προτείνονται τέσσερις διακριτές επιλογές κατασκευής του φορέα του υποστέγου. Οι διαφορές μεταξύ των τεσσάρων επιλογών, επικεντρώνονται στον τρόπο κατασκευής των υποστυλωμάτων των πλαισίων. Συγκεκριμένα, στις δύο μορφές τα υποστυλώματα κατασκευάζονται ολόσωμα και στις επόμενες δύο σύνθετα, σύμφωνα με τα οριζόμενα στον Ευρωκώδικα 3, μέρος 1, παρ.5.9.2.

# 1.1 Γεωμετρική περιγραφή του μεταλλικού φορέα

Το υπόστεγο έχει διαστάσεις 65 m x 50 m (μετρούμενες αξονικά από τα υποστυλώματα), αποτελούμενο από 11 πανομοιότυπα πλαίσια διατεταγμένα ανά 5 m. Το ελάχιστο καθαρό ύψος του υποστέγου είναι περίπου 11 m, ενώ η κεντρική θύρα προσφέρει καθαρό ύψος 9,5 m και συνολικό άνοιγμα 45 m.

Οι διαστάσεις του υποστέγου επιλέχθηκαν με βάση την δυνατότητα του να εξυπηρετήσει διαφόρων τύπων αεροσκάφη. Στον παρακάτω πίνακα 1.1 παρουσιάζονται συνοπτικά οι ενδεικτικές διαστάσεις συνήθων τύπων αεροσκαφών που χρησιμοποιούνται από εθνικές αεροπορικές εταιρείες (π.χ. Olympic Air), συνήθων ιδιωτικών αεροσκαφών και αεροσκαφών του στόλου της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας.

ΤΥΠΟΣ ΑΕΡΟΣΚΑΦΟΥΣ	MHKOΣ (m)	ΠΛΑΤΟΣ (m)	ΥΨΟΣ (m)
ATR 42	22,67	24,57	7,59
ATR 72	27,20	27,10	7,70
DASH 8-100	22,25	25,89	7,49
LEARJET 45	17,68	14,58	4,30
CL-415	19,82	28,60	8,98

Πίνακας 1.1: Διαστάσεις αεροσκαφών που δύναται να εξυπηρετήσει το υπόστεγο

#### 1.1.1 Κύριοι φορείς

Οι κύριοι φορείς αποτελούνται από πλαίσια που ως σκοπό έχουν την μεταφορά των κατακόρυφων και οριζόντιων δυνάμεων (π.χ. ιδίου βάρους, χιονιού) που επιβάλλονται και αναπτύσσονται στο επίπεδό τους, μέσω των υποστυλωμάτων στην θεμελίωση. Κατά συνέπεια θα πρέπει να είναι σχεδιασμένοι με τέτοιο τρόπο ώστε οι κόμβοι τους να δύνανται να παραλάβουν ροπές.

Ο κάθε κύριος φορέας αποτελεί ένα δίστηλο πλαίσιο, αποτελούμενο από υποστυλώματα και ζύγωμα.

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω για την κατασκευή του υποστέγου στην παρούσα εργασία προτείνονται τέσσερις διακριτές μορφές. Στις μορφές Α' και Β' τα υποστυλώματα του δίστηλου πλαισίου κατασκευάζονται ολόσωμα και συγκεκριμένα επιλέγονται διατομές της σειράς ΗΕΒ. Στις μορφές Γ' και Δ' τα υποστυλώματα κατασκευάζονται από δύο μεταλλικά στοιχεία τύπου ΗΕΒ, τοποθετημένα σε αξονική απόσταση και τα οποία συνδέονται με σύνθετη διατομή αποτελούμενη από ισοσκελή γωνιακά που συγκολλούνται επί των πελμάτων των διαμήκων στοιχείων.

Η διαφοροποίηση μεταξύ των μορφών Α' και Β' συνίσταται στον χαμηλό και υψηλό λόγο απόδοσης της διατομής των υποστυλωμάτων αντίστοιχα. Η διαφοροποίηση μεταξύ των μορφών Γ' και Δ' συνίσταται στον τρόπο δικτύωσης μεταξύ των διαμήκων στοιχείων του υποστυλώματος. Συγκεκριμένα στην Γ' μορφή επιλέγεται δικτύωση με ορθοστάτες, ενώ στην Δ' χωρίς.

Η ζεύξη των υποστυλωμάτων επιτυγχάνεται με επίπεδο δικλινές δικτυωτό φορέα αποτελούμενο από δύο δοκούς αξονικής απόστασης 3,00 m, οι οποίοι συνδέονται με κατακόρυφα στοιχεία ανά 2,00 m. Η κλίση της κάθε πλευράς της ζεύξης του πλαισίου είναι περίπου 20%. Η σύνδεση του επίπεδου δικτυώματος με το υποστύλωμα ενισχύεται από ένα μικρό δικτύωμα στην κάτω δοκό του δικτυώματος.

Το σύνολο των χρησιμοποιούμενων διατομών στον επίπεδο δικτυωτό φορέα θα είναι κλειστού τύπου SHS, αποφεύγοντας με αυτόν τον τρόπο την ανάπτυξη φαινομένων στεπτοκαμπτικού λυγισμού.

Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η επιστέγαση του χώρου και ζεύξη του ανοίγματος των 65 m που απαιτείται για τις διαστάσεις σχεδιασμού.

#### 1.1.2 Τεγίδες και μηκίδες

Για την κατασκευή της επιστέγασης και της πλαγιοκάλυψης, αλλά και για την ομοιόμορφη μεταφορά των φορτίων στα πλαίσια τοποθετούνται βιομηχανικής παραγωγής τεγίδες (για την επιστέγαση) και μηκίδες (για την επικάλυψη).

Οι τεγίδες αποτελούν δοκούς μικρού μήκους (στην προκειμένη περίπτωση έχουν μήκος 5m), που συνδέουν τα πλαίσια μεταξύ τους στο χώρο της επιστέγασης.

Καθώς οι τεγίδες καταπονούνται κατά κύριο λόγο σε κάμψη, η συνηθέστερη επιλογή διατομής είναι διπλού ταυ, συνήθως IPE ή HEA.

Προσοχή πρέπει να δοθεί στην τοποθέτησή τους στον φορέα προς επίλυση με τη σωστή γωνία βήτα, καθώς αυτή είναι κρίσιμη για την ανάπτυξη εντατικών μεγεθών στην τεγίδα. Συγκεκριμένα, η ανάπτυξη εντατικών μεγεθών που οφείλονται σε δυνάμεις βαρύτητας (ίδιο βάρος, χιόνι) δεν είναι παράλληλη στον ισχυρό άξονα της τεγίδας, σε αντίθεση με τα αντίστοιχα που οφείλονται σε ανεμοπιέσεις, που λόγω της γεωμετρίας της επιστέγασης ακολουθούν τον ισχυρό άξονα.

Αντίστοιχες απαιτήσεις υπάρχουν και για τις μηκίδες. Η συνηθέστερη επιλογή διατομής για τις μηκίδες είναι τύπου UPN.

Τόσο οι τεγίδες όσο και οι μηκίδες είναι δυνατόν να σχεδιαστούν και να κατασκευαστούν ως αμφιέρειστα στοιχεία μεταξύ των πλαισίων ή ως συνεχείς δοκοί. Στη παρούσα εργασία επιλέχθηκε να σχεδιαστούν ως αμφιέρειστοι δοκοί.

Οι τεγίδες τοποθετούνται ανά 2,00 m, δηλαδή σε κάθε σημείο συμβολής της πάνω δοκού με τα κατακόρυφα στοιχεία του δικτυώματος, ενώ οι μηκίδες ανά 1,20 m, καθ' ύψος.



Σχήμα 1.1: Τρόπος τοποθέτησης τεγίδων και μηκίδων επί του πλαισίου

Τόσο οι τεγίδες, όσο και οι μηκίδες, τοποθετούνται εξωτερικά του πλαισίου.

Πρέπει να τονιστεί ότι για λόγους απλοποίησης του τελικού μοντέλου του δομήματος δεν θα συμπεριληφθούν σε αυτό οι μηκίδες, παρά θα θεωρηθούν ως

εξωτερικά επιβαλλόμενο μόνιμο φορτίο. Έτσι ενώ τα φορτία που θα επιβάλλονται στην στέγη θα θεωρείται ότι επιβάλλονται στις τεγίδες, τα φορτία που επιβάλλονται στους κατακόρυφους τοίχους θα εφαρμόζονται απ' ευθείας επί των υποστυλωμάτων.

Με αυτόν τον τρόπο αγνοείται, υπέρ της ασφαλείας, η συμμετοχή των μηκίδων στην εξασφάλιση των υποστυλωμάτων.

### 1.1.3 Στοιχεία ακαμψίας – Κεφαλοδοκοί

Μεταξύ των πλαισίων, και συγκεκριμένα μεταξύ των υποστυλωμάτων διαδοχικών πλαισίων, τοποθετούνται κεφαλοδοκοί σε τρία επίπεδα, 4,50 m, 9,00 m και 14,00 m. Στις τρεις οριζόντιες ζώνες που ορίζονται από τις κεφαλοδοκούς (0 έως 4,50 m, 4,50 m έως 9,00 m και 9,00 m έως 14,00 m) τοποθετούνται κατακόρυφοι σύνδεσμοι ακαμψίας στο πρώτο, τέταρτο, έβδομο και δέκατο άνοιγμα. Η επιλογή των υψών στα οποία τοποθετούνται οι κεφαλοδοκοί έγινε προκειμένου οι κατακόρυφοι σύνδεσμοι ακαμψίας να έχουν γωνία με το οριζόντιο επίπεδο περίπου 450 (βέλτιστη γωνία).

Δεδομένου ότι οι κεφαλοδοκοί δεν αναμένεται να παρουσιάσουν ιδιαίτερα μεγάλα εντατικά μεγέθη, θα προτιμηθεί διατομή τύπου IPE, η οποία θα συνδεθεί αρθρωτά με τα υποστυλώματα στις μορφές του υποστέγου που αποτελείται από ολόσωμα. Στις μορφές όπου τα υποστυλώματα του φορέα είναι σύνθετα οι κεφαλοδοκοί θα κατασκευαστούν ως επίπεδο (οριζόντιο) δικτύωμα από διατομές τύπου SHS.

Η εξασφάλιση του δομήματος έναντι της πλευρικής καταπόνησης ενισχύεται από οριζόντια στοιχεία ακαμψίας τοποθετημένα μεταξύ των πάνω δοκών του δικτυώματος ζεύξης ανά 4,00 m (δηλαδή κάθε δεύτερο σημείο συμβολής της δοκού με τα κατακόρυφα στοιχεία του δικτυώματος). Με αυτό τον τρόπο προκύπτουν οκτώ ζεύγη οριζόντιων συνδέσμων ακαμψίας ανά πλευρά δικτυώματος. Οι υπόψη σύνδεσμοι τοποθετούνται στα ίδια ανοίγματα με τους αντίστοιχους κατακόρυφους, δηλαδή στο πρώτο, τέταρτο, έβδομο και δέκατο.

Οι κύριες λειτουργίες των συνδέσμων της κατηγορίας αυτής είναι:

- η μεταφορά στα κατακόρυφα (μεταξύ υποστυλωμάτων) συστήματα δυσκαμψίας των οριζόντιων ανεμοπιέσεων οι οποίες ασκούνται στα μέτωπα και φτάνουν στο επίπεδο των ζυγωμάτων μέσω των μετωπικών υποστυλωμάτων,
- η συμβολή στην ευστάθεια της κατασκευής κατά τη διάρκεια της ανέγερσης
- η μεταφορά στα κατακόρυφα συστήματα δυσκαμψίας των οριζόντιων σεισμικών δυνάμεων που ασκούνται στο επίπεδο των ζυγωμάτων,
   διαμόρφωση στοιχείου δυσκαμψίας στο οποίο αγκυρώνονται οι τεγίδες εκείνες που προσφέρουν πλευρική στήριξη (εξασφάλιση έναντι στρεπτοκαμπτικού λυγισμού) στα ζυγώματα,

Με τον ίδιο τρόπο τοποθετούνται και επιπλέον ζεύγη οριζόντιων συνδέσμων ακαμψίας μεταξύ του πρώτου και του τρίτου σημείου συμβολής της δοκού με τα κατακόρυφα στοιχεία του δικτυώματος ανάμεσα σε κάθε ζεύγος πλαισίων. Με αυτό τον τρόπο δημιουργείται ένα «πλαίσιο» ακαμψίας περιμετρικά της κάτοψης της στέγης.

Επιπλέον, για την κατά το δυνατό εξασφάλιση του δομήματος έναντι πλευρικής καταπόνησης σε διεύθυνση κάθετη στην πλαισιακή λειτουργία, επιλέγεται να τοποθετηθούν και κατακόρυφοι σύνδεσμοι ακαμψίας μεταξύ των πλαισίων συνδέοντας την πάνω δοκό του δικτυώματος με την κάτω του επομένου.

### 1.1.4 Λοιπά στοιχεία του φορέα

Στην οπίσθια πλευρά του υποστέγου τοποθετούνται μετωπικά υποστυλώματα τα οποία συνδέονται στο άνω άκρο τους με το τελευταίο πλαίσιο. Οι θέσεις των μετωπικών υποστυλωμάτων επιλέχθηκαν με τρόπο ώστε να συμπίπτουν με τους κόμβους του δικτυώματος επιστέγασης και ως εκ τούτου τοποθετούνται σε αποστάσεις μεταξύ τους περίπου 4,00 m, εκτός των δύο κεντρικών που απέχουν 4,50 m. Τα υποστυλώματα αυτά συνδεόνται μεταξύ τους με κεφαλοδοκούς στα ύψη που υπάρχουν και στα πλευρικά υποστυλώματα (4,50 m, 9,00 m και 14,00 m).

### 1.1.5 Συνοπτική παρουσίαση του φορέα

Κατόπιν αυτών τα κύρια δομικά στοιχεία από τα οποία αποτελείται το προς μελέτη υπόστεγο, και τα οποία θα διαστασιολογηθούν, είναι:

- Υποστυλώματα
- Δοκοί (άνω και κάτω) δικτυώματος επιστέγασης
- Κατακόρυφα στοιχεία δικτυώματος επιστέγασης
- Κεφαλοδοκοί
- Κατακόρυφοι σύνδεσμοι ακαμψίας
- Οριζόντιοι σύνδεσμοι ακαμψίας
- Τεγίδες
- Μηκίδες
- Μετωπικά υποστυλώματα
- Κατακόρυφοι σύνδεσμοι ακαμψίας επιστέγασης

Σημειώνεται ότι το σύνολο των στοιχείων του φορέα έχει μελετηθεί να είναι από χάλυβα ποιότητας S355.

# 1.2 Συνθήκες έδρασης και σύνδεσης των στοιχείων του φορέα

### 1.2.1 Έδραση

Η κατασκευή του υποστέγου εδράζεται επί εδάφους μέσω της θεμελίωσης. Για την θεμελίωση του υποστέγου είναι δυνατό είτε να κατασκευαστούν μεμονωμένα πέδιλα (σε κάθε θέση υποστυλώματος είτε κάναβος πεδιλοδοκών (όπου τα υποστυλώματα συμπίπτουν με τους κόμβους του).

Οποιαδήποτε λύση θεμελίωσης και αν επιλεγεί το σύνολο των υποστυλωμάτων εδράζονται επί των «λαιμών» των θεμελίων μέσω μεταλλική πλάκας έδρασης, η οποία είναι συγκολλημένη στο κάτω άκρο τους. Η υπόψη πλάκα συνδέεται με την άνω παρειά του «λαιμού» του θεμελίου μέσω αγκυρίων κατασκευασμένα από χάλυβα, τα οποία είναι προτοποθετημένα εντός του θεμελίου, κατά την φάση της σκυροδέτησης τους. Επιπλέον, είναι δυνατό, εφόσον αυτό απαιτηθεί κατά την επίλυση της έδρασης, η τοποθέτηση ενισχυτικών πλακών στα πέλματα και στο κορμό της διατομής του υποστυλώματος. Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται ποιοτικά κάποιος ενδεικτικός τρόπος σύνδεσης.



Σχήμα 1.2: Ενδεικτικός τρόπος έδρασης υποστυλώματος

Με βάση τα παραπάνω μπορούμε να κάνουμε τη θεώρηση μερικής πάκτωσης του υποστυλώματος επί της θεμελίωσης. Αυτό προκύπτει καθώς είναι δυνατό να

μεταφερθεί κάθε είδος εντατικής κατάστασης από το υποστύλωμα στο θεμέλιο, πλην της ροπής γύρω από τον ασθενή άξονα της διατομής. Πιο συγκεκριμένα:

- Οι αξονικές δυνάμεις του υποστυλώματος μεταφέρονται μέσω αξονικών δυνάμεων των αγκυρίων
- Οι διατμητικές δυνάμεις του υποστυλώματος μέσω της διατμητικής έντασης
   των αγκυρίων και
- Οι ροπές του υποστυλώματος μέσω ανάπτυξης ζευγών αξονικών δυνάμεων στα αγκύρια.

# 1.2.2 Συνδέσεις

Αναλόγως του τρόπου με τον οποίο συνδέονται δύο δομικά στοιχεία του φορέα μπορούμε να κάνουμε θεώρηση του είδους της σύνδεσης.

Συγκεκριμένα το σύνολο των συνδέσεων μεταξύ των δομικών στοιχείων του φορέα που μελετάται θεωρείται ότι μπορούν να μεταφέρουν πλήρως το σύνολο της εντατικής κατάστασης (δυνάμεις και ροπές), εκτός των παρακάτω:

- Σύνδεση κατακόρυφων στοιχείων δικτυώματος σε δοκούς δικτυώματος.
- Σύνδεση κεφαλοδοκών σε υποστυλώματα.
- Σύνδεση πάσης φύσεως συνδέσμων ακαμψίας στα υπόλοιπα δομικά στοιχεία (υποστυλώματα και δοκούς δικτυώματος).
- Σύνδεση τεγίδων σε δοκούς δικτυώματος.
- Σύνδεση μηκίδων σε υποστυλώματα.
- Σύνδεση διατμητικών στοιχείων σύνθετων υποστυλωμάτων με τα διαμήκη στοιχεία

Το σύνολο των παραπάνω συνδέσεων θεωρείται ότι είναι άρθρωση του πρώτου στοιχείου επί του δεύτερου.

 $\Omega$ ς παράδειγμα αρθρωτής σύνδεσης δίνεται στο παρακάτω σχήμα ο τρόπος σύνδεσης τεγίδας επί δοκού.



Σχήμα 1.3: Παράδειγμα αρθρωτής σύνδεσης τεγίδας επί δοκού

# 2 ΦΟΡΤΙΣΕΙΣ

# 2.1 Μόνιμα φορτία

Σε αυτή την κατηγορία φορτίων περιλαμβάνονται όλα τα φορτία, τα οποία δρουν σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή και δεν παρουσιάζουν καμία μεταβολή σε σχέση με το χρόνο. Στη συγκεκριμένη κατασκευή είναι τα φορτία ίδιου βάρους που αναπτύσσονται από τα φέροντα στοιχεία, τα υλικά επικάλυψης και επιστέγασης, τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό κ.α.

# 2.1.1 Ίδιο βάρος φορέα

Ο υπολογισμός του ιδίου βάρους του συνόλου των στοιχείων που αποτελούν το μοντέλο που έχει στηθεί γίνεται αυτόματα από το πρόγραμμα. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω των βιβλιοθηκών που περιέχονται στο πρόγραμμα τόσο του υλικού όσο και των διατομών που επιλέγουμε. Εν προκειμένω, έχοντας επιλέξει ως υλικό κατασκευής τον χάλυβα, εισάγονται αυτόματα τα εξής χαρακτηριστικά:

- Μέτρο ελαστικότητας E=210.000.000 KPa
- Λόγος Poisson ν=0,3
- Πυκνότητα ρ=7.850 kg/m<sup>3</sup>
- Συντελεστής γραμμικής θερμικής διαστολής α=0,000012

Fe Δ	αχείριση υλικών	-					x
	Υλικά		Στοιχεία	Αντι	γραφή		
1	Χάλυβας		2.1000e	+008 Αντικατ	τάσταση		
2	Σκυρόδεμα		3.0000e	+001			
3	Αλουμίνιο	ρ	7.8500e-	+003 Διαγ	γραφή		
4	οfùZ	α	1.2000e	-005			
Топ	κός κατάλογος						
	Όνομα		E	v	ρ	α	
1	Χάλυβας		210000000.000	0.300	7849.999512	0.000012	
<u>Ω</u> Κ Α <u>κ</u> ύρωση							

Σχήμα 2.1: Εισαγωγή υλικών στο πρόγραμμα INSTANT

# 2.1.2 Φορτία επιστέγασης - πλαγιοκάλυψης

Για την πλήρωση του υποστέγου επιλέγονται ειδικά προς αυτό τον σκοπό πάνελ από πυρήνα πολυουρεθάνης και λαμαρίνα, τόσο για την επιστέγαση, όσο και για την πλαγιοκάλυψη. Κάνουμε την εκτίμηση ότι από την μελέτη θερμομόνωσης θα προκύψει ότι απαιτείται πάχος μονωτικού υλικού – άρα και του πάνελ – 80 mm. Επιλέγοντας πάνελ αυτού του πάχους της εταιρείας Panelco SA, επιβαρύνεται η κατασκευή με 13,00 kg/m<sup>2</sup> για την επιστέγαση και 11,80 kg/m<sup>2</sup> για την πλαγιοκάλυψη.

ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ & ΒΑΡΟΣ							
	Ţ						<u>Μεγέθυνση</u> Βάρος:
Πάχος πυρήνα πολυουρεθάνης (mm) Α	30	40	50	60	80	100	
Συνολικό ύψος πάνελ (mm) Η	72	82	92	102	122	142	
Βάρος kg/m <sup>2</sup> (χάλυβας 0.50mm)	10.9	11.3	11.7	12.15	13.00	13.85	
Βάρος kg/m <sup>2</sup> (αλουμίνιο 0.50mm)	4.80	5.25	5.65	6.10	6.90	7.75	
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ & ΒΑΡΟΣ           Μεγέθυνση Βάρος:							
Πάχος πυρήνα πολυουρεθάνης (mm) Α	30	40	50	60	80	100	-
Βάρος kg/m <sup>2</sup> (χάλυβας 0.50mm)	9.80	10.20	10.60	11.00	11.80	12.60	_
Βάρος kg/m² (αλουμίνιο 0.50mm)	4.10	4.50	4.90	5.30	6.10	6.90	

**Σχήμα 2.2:** Διαστάσεις και βάρη πανέλ επιστέγασης και πλαγιοκάλυψης εταιρείας PANELCO S.A.

Τα παραπάνω φορτία – όπως και όσα αναλύονται παρακάτω – επιβάλλονται επί της κατασκευής μέσω της στερέωσής τους επί των τεγίδων και των μηκίδων. Ως εκ τούτου υπολογίζονται και εισάγονται στο πρόγραμμα Instant ως γραμμικά φορτία επί των τεγίδων και των υποστυλωμάτων.

Συγκεκριμένα το φορτίο της επιστέγασης θα είναι:

πλάτος επιρροής τεγίδας (στο κεκλιμένο επίπεδο) <br/> x βάρος πάνελ = 2,00 m x 13,00  $\rm kg/m^2$  = 26 kg/m = 0,26 kN/m,

ενώ το φορτίο της πλαγιοκάλυψης:

πλάτος επιρροής υποστυλώματος x βάρος πάνε<br/>λ = 5,00 m x 11,80 kg/m² = 59,00 kg/m = 0,59 kN/m για τα κεντρικά υποστυλώματα,

πλάτος επιρροής υποστυλώματος (και στις δύο διευθύνσεις) x βάρος πάνελ = (2,80 m + 3,75 m) x 11,80 kg/m<sup>2</sup> = 77,29 kg/m = 0,77 kN/m για τα γωνιακά υποστυλώματα και

πλάτος επιρροής υποστυλώματος x βάρος πάνε<br/>λ = 4,00 m x 11,80 kg/m² = 47,2 kg/m = 0,47 kN/m για τα μετωπικά υποστυλώματα.

Σημειώνεται ότι όσον αφορά στις φορτίσεις της πλαγιοκάλυψης που επιβάλλονται επί των σύνθετων υποστυλωμάτων των  $2^{\eta\varsigma}$  και της  $3^{\eta\varsigma}$  επίλυσης του φορέα, αυτές επιβάλλονται επί των εξωτερικών υποστυλωμάτων καθώς σε αυτά εδράζονται οι μηκίδες.

### 2.1.3 Βάρος μηκίδων

Χάριν της απλοποίησης του στατικού μοντέλου και καθώς μπορεί ασφαλώς να θεωρηθεί ότι οι μηκίδες δεν συμμετέχουν στην συνολική ακαμψία του δομήματος, επιλύονται ως ξεχωριστή κατασκευή. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να απαιτείται να εισαχθεί το βάρος τους ως εξωτερικά επιβαλλόμενο μόνιμο φορτίο το οποίο δρα επί των υποστυλωμάτων. Έτσι το επιβαλλόμενο φορτίο θα είναι:

πλάτος επιρροής υποστυλώματος x βάρος μηκίδας / απόσταση μηκίδων = 5,00 m x 16,00 kg/m / 1,20 m = 66,67 kg/m = 0,67 kN/m για τα κεντρικά υποστυλώματα,

πλάτος επιρροής υποστυλώματος (και στις δύο διευθύνσεις) x βάρος μηκίδας / απόσταση μηκίδων = (2,65 m + 3,60 m) x 16,00 kg/m / 1,20 m = 83,33 kg/m = 0,83 kN/m m για τα γωνιακά υποστυλώματα και

πλάτος επιρροής υποστυλώματος x βάρος μηκίδας / απόσταση μηκίδων = 4,00 m x 16,00 kg/m / 1,20 m = 53,33 kg/m = 0,53 kN/m για τα μετωπικά υποστυλώματα.

### 2.1.4 Ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός

Το σύνολο του απαιτούμενου ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού (π.χ. κλιματιστικά μέσα, φωτισμός, διατάξεις πυρανίχνευσης κ.α.) θα αναρτηθούν από το δικτύωμα της επιστέγασης. Το βάρος των υπόψη διατάξεων εκτιμάται σε 10 kg/m<sup>2</sup>, ενώ η ανάρτησή τους θα γίνεται αποκλειστικά στους κόμβους της κάτω δοκού του δικτυώματος.

Έτσι, δυνητικά κάθε κόμβος θα φορτίζεται με ένα επικόμβιο φορτίο:

 $10 \text{ kg/m}^2 \text{ x } 2,00 \text{ m x } 5,00 \text{ m} = 100 \text{ kg} = 1 \text{ kN}$ 

# 2.2 Κινητά φορτία

Στην κατηγορία αυτή των δράσεων ανήκουν τα φορτία τα οποία προκύπτουν από την χρήση του δομήματος. Συγκεκριμένα, στο υπόστεγο αεροσκαφών που

μελετάται, ανάπτυξη κινητών φορτίων υπάρχει μόνο στην στέγη και προκύπτει από εργασίες συντήρησης και επισκευής, καθώς δεν θεωρείται βατή.

Βάσει του Ευρωκώδικα 1 οι οροφές διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες, ανάλογα με τη χρήση τους.

Κατηγορία	Ειδική χρήση
Н	Οροφές προσιτές μόνο για κανονική συντήρηση, επισκευή, βαφή και μικροεπισκευές
Ι	Οροφές προσιτές για χρήση σύμφωνα με τις κατηγορίες Α έως G
K	Οροφές προσιτές για ειδικές υπηρεσίες, όπως για προσγείωση ελικοπτέρων

π/ Δ1	17	,	,	,	,
Πινακας 2.1:	: Κατηνοι	οιοποιηση	000000  V	ε σγεση	με τη γρηση τους
				N I	rea the Manual track

Όπως είναι σαφές η οροφή του υποστέγου ανήκει στην κατηγορία Η, για την οποία από το Εθνικό Προσάρτημα προβλέπεται μέριμνα για επιβολή κινητού φορτίου 0,5 kN/m<sup>2</sup>.

Δεδομένου όμως ότι η επιβολή του κινητού φορτίου γίνεται για διαδικασίες συντήρησης, δεν μπορεί να συνδυαστεί με την επιβολή του φορτίου του χιονιού, το οποίο όπως αναλύεται παρακάτω είναι 0,57 kN/m<sup>2</sup>. Με βάση αυτά μπορεί να παραληφθεί το κινητό φορτίο, καθώς το φορτίο του χιονιού είναι δυσμενέστερο.

### 2.3 Φορτίο χιονιού

Ο υπολογισμός του φορτίου δράσης του χιονιού θα γίνει με βάση τον Ευρωκώδικα 1 (EN 1991-1-3). Βάσει του Ευρωκώδικα ο υπολογισμός γίνεται με βάση το χαρακτηριστικό φορτίο χιονιού επί του εδάφους  $(s_k)$ , το οποίο τροποποιείται με μια σειρά συντελεστών που αφορούν:

- την διαφοροποίηση του φορτίου από το έδαφος στην στέγη (συντελεστής σχήματος, μ)
- την επίδραση της θερμοκρασίας στην συσσώρευση χιονιού στην στέγη (θερμικός συντελεστής,  $C_t$ )

και συγκεκριμένα δίνεται από την σχέση:

 $S = s_k \times \mu \times C_e \times C_t, (2.1)$ 

Το χαρακτηριστικό φορτίο χιονιού επί του εδάφους, βάσει του εθνικού προσαρτήματος επί του Ευρωκώδικα 1, υπολογίζεται με χρήση της σχέσης:

$$s_k = s_{k,0} \times \left[1 + \frac{A}{917}\right], \ (2.2)$$

όπου:

Α το υψόμετρο της περιοχής σε m, το οποίο μετριέται με ακρίβεια 100 m και στρογγυλοποιείται στην αμέσως μεγαλύτερη εκατοντάδα,

 $s_{k,0}$  το χαρακτηριστικό φορτίου χιονιού στο έδαφος στην στάθμη της θάλασσας και το οποίο παίρνει τιμές 0,4, 0,8 και 1,7 kN/m<sup>2</sup> για τις ζώνες A, B και Γ αντιστοίχως.

Δεδομένου ότι η περιοχή της Ελευσίνας στην οποία πρόκειται να κατασκευαστεί το υπόστεγο αεροσκαφών ανήκει στην Ζώνη Β και το υψόμετρο στο οποίο βρίσκεται το αεροδρόμιο κυμαίνεται μεταξύ 10 και 40 m, ως s<sub>k,0</sub> λαμβάνεται 0,8 kN/m<sup>2</sup> και ως A 100 m.

Έτσι από την εξίσωση 2.2 υπολογίζεται το χαρακτηριστικό φορτίο χιονιού:

$$s_k = s_{k,0} \times \left[1 + \frac{A}{917}\right] = 0.80 \times \left[1 + \frac{100}{917}\right] = 0.89 \ kN/m^2$$

Για τον προσδιορισμό του συντελεστή σχήματος μ, λαμβάνεται υπόψη ο παρακάτω πίνακας, δεδομένου ότι η στέγη είναι δικλινής, από τον οποίο προκύπτει ότι μ=0,8.

TT/	<b>a a</b>	$\nabla $ $($		,	,
Πινακας	2.2:	Συντελεστεα	• п	(0007101)	γ10V101)
			5 62	<b>v</b> • p • • • • •	V.c

Κλίση στέγης	$0^{\circ} \le \alpha \le 15^{\circ}$	$15^\circ < \alpha \le 30^\circ$	$30^\circ < \alpha \le 60^\circ$	60° < a
Συντελεστής μορφής $\mu_1$	0,8	0,8	0,8x(60-a)/30	0,0
Συντελεστής μορφής $\mu_2$	0,8	0,8+0,6x(α-15)/30	$1,1x(60-\alpha)/30$	0,0

Ο συντελεστής έκθεσης  $C_e$ , λαμβάνεται ίσος με 0,8 με βάση τον παρακάτω πίνακα, καθώς η περιοχή ενός αεροδρομίου υποχρεωτικά θεωρείται ως εκτεθειμένη, δηλαδή ως επίπεδη έκταση χωρίς εμπόδια από όλες τις πλευρές χωρίς καθόλου, ή με λίγη προστασία από το φυσικό ανάγλυφο, τις υψηλότερες κατασκευές ή τα δέντρα.

Πίνακας 2.3: Τιμές συντελεστή έκθεσης  $C_{\rm e}$ 

	<b>a</b> i
Τοπογραφικά χαρακτηριστικά	C <sub>e</sub>
Εκτεθειμένο	0,8
Κανονικό	1,0
Προφυλαγμένο	1,2

Τέλος, ο θερμικός συντελεστής  $C_t$ , λαμβάνεται ίσος προς τη μονάδα, προκειμένου να προσομοιωθεί η περίπτωση όπου το χιόνι στην στέγη δεν δέχεται κανένα θερμικό φορτίο από το εσωτερικό του κτιρίου.

Βάσει των παραπάνω η τελική τιμή του φορτίου του χιονιού από την εξίσωση 2.1 θα είναι:

$$S = s_k \times \mu \times C_e \times C_t = 0.89 \ \kappa N/m^2 \times 0.8 \times 0.8 \times 1 = 0.57 \ \kappa N/m^2$$

Έτσι και δεδομένου ότι η επιβολή του φορτίου του χιονιού επί της κατασκευής γίνεται δια μέσου της τεγίδωσης, μπορούμε να θεωρήσουμε ότι σε κάθε τεγίδα επιβάλλεται γραμμικό φορτίο:

πλάτος επιρροής τεγίδας x φορτίο χιονιού = 2,00 m x 0,57 kN/m<sup>2</sup> = 1,14 kN/m.

# 2.4 Φορτίο ανέμου

Ως δράση του ανέμου επί των κατασκευών θεωρείται η πίεση που αναπτύσσεται από την ανάσχεση της ροής του ανέμου. Από τις αναπτυσσόμενες πιέσεις προκύπτουν δυνάμεις κάθετες προς την προσβαλλόμενη επιφάνεια.

Επίσης, όταν μία επιφάνεια σαρώνεται από άνεμο παράλληλο προς την επιφάνεια, αναπτύσσονται και δυνάμεις τριβής οι οποίες σε ορισμένες περιπτώσεις ενδέχεται να είναι σημαντικές.

Η δράση του ανέμου σε μια κατασκευή προσδιορίζεται από την πίεση αιχμής και από τους κατάλληλους αεροδυναμικούς συντελεστές. Σε ορισμένες περιπτώσεις εφαρμόζονται επίσης τροποποιητικοί συντελεστές μεγέθους και δυναμικής απόκρισης.

Η πίεση αιχμής προσδιορίζεται από:

- την θεμελιώδη βασική ταχύτητα του ανέμου,  $v_{\rm ref}$
- τη διεύθυνση του θεωρούμενου ανέμου
- την τοπογραφία της ευρύτερης περιοχής, συντελεστής τοπογραφικής διαμόρφωσης,  $c_t(z)$
- την τραχύτητα του περιβάλλοντος εδάφους, συντελεστής τραχύτητας,  $c_r(z)$
- to úyoz z tou shmelou apó to édaqoz
- την πυκνότητα του αέρα και την ένταση των στροβιλισμών

Ανάλογα με τον τύπο της κατασκευής οι αεροδυναμικοί συντελεστές διακρίνονται:

- σε συντελεστές εξωτερικής πίεσης,  $c_{pe}$
- σε συντελεστές εσωτερικής πίεσης,  $\mathbf{c}_{pi}$
- se suntelestés telikhs píeshs,  $c_{\text{p,net}}$
- se suntelestés tribús,  $c_{\rm fr}$
- se suntelestéz dunámews,  $\mathbf{c}_{\mathrm{f}}$

### 2.4.1 Πίεση αιχμής $q_p$

Για τον υπολογισμό της πίεσης αιχμής επί των κατασκευών ακολουθούνται γενικά τα εξής βήματα:

- Υπολογισμός ταχύτητας αναφοράς  $v_{ref}$
- Υπολογισμός πίεσης αναφοράς  $q_{ref}$
- Υπολογισμός συντελεστή τοπογραφικής διαμόρφωσης  $c_t(z)$
- Υπολογισμός συντελεστή εδάφους  $k_{\rm T}$
- Υπολογισμός συντελεστή τραχύτητας  $c_r(z)$
- Υπολογισμός έντασης στροβιλισμών  $I_{\nu}(z)$
- Υπολογισμός συντελεστή έκθεσης c<sub>e</sub>(z)

#### 2.4.1.1 Ταχύτητα αναφοράς $v_{ref}$

Είναι η θεμελιώδης βασική ταχύτητα ανέμου τροποποιημένη προκειμένου να λάβει υπόψη διάφορες παραμέτρους όπως τη διεύθυνση του θεωρούμενου ανέμου (συντελεστής διεύθυνσης, c<sub>DIR</sub>), την πιθανότητα υπέρβασης της μέγιστης ταχύτητας του ανέμου κατά την φάση της ανέγερσης (συντελεστής προσωρινότητας, c<sub>TEM</sub>) ή την αύξηση της ταχύτητας του ανέμου σε συνάρτηση με το υψόμετρο (συντελεστής υψομέτρου c<sub>ALT</sub>) και δίνεται από τη σχέση:

 $v_{ref} = c_{DIR} \times c_{TEM} \times c_{ALT} \times v_{ref,o}, (2.3)$ 

ópou  $v_{\text{ref},o}$  h basiký timý the tacúthtae anaforáe tou anémou.

Για την Ελλάδα, στο Πληροφοριακό Παράρτημα Α του Μέρους 2-4 ορίζεται ότι  $c_{DIR}=c_{TEM}=c_{ALT}=1$ , καθώς επίσης ότι η βασική τιμή της ταχύτητας αναφοράς για την νησιωτική χώρα και τα παράκτιες ζώνες (έως 10 km από την ακτογραμμή) είναι 33 m/s.

Έτσι από τη σχέση (2.3):

$$v_{ref} = 1 \times 1 \times 1 \times 33 = 33 \, m/s$$

2.4.1.2 Πίεση αναφοράς  $q_{ref}$ 

Η πίεση αναφοράς προσδιορίζεται από την σχέση:

$$q_{ref} = \rho \times \frac{v_{ref}^2}{2} (N/m^2), (2.4)$$

όπου:

- ρ η πυκνότητα του αέρα, ίση με 1,25 kg/m<sup>3</sup>
- $v_{ref} \eta$  tacúthta anaforác se m/s

Έτσι:

$$q_{ref} = 0,00125 \times \frac{33^2}{2} = 0,6806 \, N/m^2$$

2.4.1.3 Υπολογισμός συντελεστή τοπογραφικής διαμόρφωσης  $c_t(z)$ 

Μέσω του συντελεστή τοπογραφικής διαμόρφωσης εκτιμάται η αύξηση της μέσης ταχύτητας του ανέμου πάνω από μεμονωμένους λόφους και εξάρσεις, σε περιοχές που δεν είναι ορεινές ή πτυχωτές. Συγκεκριμένα για την περίπτωση που η κλίση προς την προσήνεμη πλευρά του δομήματος είναι μικρότερη από 5% ο συντελεστής λαμβάνεται ίσος με τη μονάδα.

Στην προκείμενη περίπτωση και δεδομένης της απουσίας τοπογραφικών εξάρσεων στο χώρο ενός αεροδρομίου μπορούμε ασφαλώς να λάβουμε c<sub>t</sub>(z)=1

2.4.1.4 Υπολογισμός συντελεστή εδάφους  $k_{\rm T}$ 

Ο συντελεστής εδάφους προσδιορίζεται από τη σχέση:

$$k_T = 0.19 \times \left(\frac{z_o}{z_{o,II}}\right)^{0.07}, (2.5)$$

όπου  $z_0$  το μήκος τραχύτητας που δίνεται ανά κατηγορία εδάφους από τον πίνακα 2.4.

Κατ	τηγορία εδάφους	<b>Z</b> <sub>0</sub> [ <b>m</b> ]	$\mathbf{Z}_{\min}$
			[m]
0	Θάλασσα ή παράκτια περιοχή εκτεθειμένη σε ανοικτή θάλασσα	0,003	1
Ι	Λίμνες ή επίπεδες και οριζόντιες περιοχές με αμελητέα βλάστηση και χωρίς εμπόδια	0,01	1
II	Περιοχή με χαμηλή βλάστηση όπως γρασίδι και μεμονωμένα εμπόδια (δέντρα, κτήρια) με απόσταση τουλάχιστον 20 φορές το ύψος των εμποδίων	0,05	2
III	Περιοχή με κανονική κάλυψη βλάστησης ή με κτήρια ή με μεμονωμένα εμπόδια με μέγιστη απόσταση το πολύ 20 φορές το ύψος των εμποδίων (όπως χωριά, προάστια, μόνιμα δάση)	0,3	5
IV	Περιοχές όπου τουλάχιστον το 15% της επιφάνειας καλύπτεται με κτίρια των οποίων το μέσο ύψος ξεπερνά τα 15 m	1	10

Π/	24	T /	,	,	
Πινακας	2.4:	Ιμες	μηκους	τραγυτητας z	ი
5		• 5			~

Για την υπό μελέτη κατασκευή θεωρείται κατηγορία εδάφους ΙΙ. Έτσι ο συντελεστής εδάφους είναι:

$$k_T = 0.19 \times \left(\frac{0.05}{0.05}\right)^{0.07} = 0.19$$

2.4.1.5 Υπολογισμός συντελεστή τραχύτητας  $c_r(z)$ 

Ο συντελεστής τραχύτητας υπολογίζεται συναρτήσει του ύψους z από τις ακόλουθες λογαριθμικές σχέσεις:

$$\Gamma \iota \alpha \ z_{\min} \le z \le 200 \text{ m} \qquad c_r(z) = k_T \times \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$$

$$\Gamma \iota \alpha \ z < z_{\min} \qquad c_r(z) = k_T \times \ln\left(\frac{z_{\min}}{z_0}\right) \qquad \} \quad , (2.6)$$

όπου:

- z το ύψος αναφοράς που ορίζεται ως το μέγιστο ύψος της κατασκευής για τον υπολογισμό των εξωτερικών πίεσεων  $(z_e)$  και το μέσο ύψος των ανοιγμάτων (στην περίπτωση κτιρίου χωρίς εσωτερικά χωρίσματα και πατώματα) για τον υπολογισμό των εσωτερικών πιέσεων  $(z_i)$
- $z_{min}$  το ελάχιστο ύψος που δίνεται από τον πίνακα 2.4 ανάλογα την κατηγορία εδάφους.

Στην προκειμένη περίπτωση το  $z_{min}$  είναι 2 m, το  $z_e$  20 m και το  $z_i$  λαμβάνεται 5 m, δεδομένου ότι το κύριο άνοιγμα είναι η θύρα του υποστέγου με καθαρό ύψος περίπου 9,5 m.

Έτσι ο συντελεστής τραχύτητας για τις εξωτερικές και τις εσωτερικές πιέσεις αντίστοιχα θα είναι:

$$c_r(z_e) = k_T \times \ln\left(\frac{z_e}{z_0}\right) = 0,19 \times \ln\left(\frac{20}{0,05}\right) = 1,1383$$
$$c_r(z_i) = k_T \times \ln\left(\frac{z_i}{z_0}\right) = 0,19 \times \ln\left(\frac{5}{0,05}\right) = 0,875$$

2.4.1.6 Υπολογισμός έντασης στροβιλισμών  $I_{\nu}(z)$ 

Η ένταση των στροβιλισμών δίνεται από την σχέση:

$$I_V(z) = \frac{k_T}{c_r(z) \times c_t(z)}, (2.7)$$

Έτσι για τις εξωτερικές και τις εσωτερικές πιέσεις αντίστοιχα θα είναι:

$$I_V(z_e) = \frac{k_T}{c_r(z_e) \times c_t(z_e)} = \frac{0.19}{1.1383 \times 1} = 0.1669$$
$$I_V(z_i) = \frac{k_T}{c_r(z_i) \times c_t(z_i)} = \frac{0.19}{0.875 \times 1} = 0.2171$$

2.4.1.7 Υπολογισμός συντελεστή έκθεσης  $c_e(z)$ 

Ο συντελεστής έκθεσης προσδιορίζεται από τη σχέση:

 $c_e(z) = c_r^2(z) \times c_t^2(z) \times [1 + 2 \times g \times I_v(z)], (2.8)$ 

όπου g ο συντελεστής αιχμής και ο οποίος λαμβάνεται ίσος με 3,5.

Έτσι ο συντελεστής έκθεσης για τις εξωτερικές και τις εσωτερικές πιέσεις θα είναι:

$$c_e(z_e) = c_r^2(z_e) \times c_t^2(z_e) \times [1 + 2 \times g \times I_v(z_e)]$$
  
= 1,1383<sup>2</sup> × 1<sup>2</sup> × [1 + 2 × 3,5 × 0,1669] = 2,81

$$c_e(z_i) = c_r^2(z_i) \times c_t^2(z_i) \times [1 + 2 \times g \times I_v(z_i)]$$
  
= 0,875<sup>2</sup> × 1<sup>2</sup> × [1 + 2 × 3,5 × 0,2171] = 1,93

2.4.1.8 Υπολογισμός πίεσης αιχμής  $q_{\rm p}$ 

Τέλος, η πίεση αιχμής υπολογίζεται ως το γινόμενο της πίεσης αναφοράς και του συντελεστή έκθεσης, δηλαδή:

$$q_{p(e)} = q_{ref} \times c_e(z_e) = 0,6806 \times 2,81 = 1,91 \ kN/m^2$$

και

$$q_{p(i)} = q_{ref} \times c_e(z_i) = 0,6806 \times 1,93 = 1,31 \, kN/m^2$$

#### 2.4.2 Αεροδυναμικοί συντελεστές - Υπολογισμός τελικών πιέσεων

Όπως αναφέρθηκε οι αεροδυναμικοί συντελεστές διακρίνονται σε συντελεστές εξωτερικής πίεσης, εσωτερικής πίεσης, τελικής πίεσης, τριβής και δυνάμεως.

Στην παρούσα κατασκευή θα εκτιμηθούν και θα χρησιμοποιηθούν οι συντελεστές εξωτερικής  $(c_{pe})$  και εσωτερικής  $\pi$ ίεσης  $(c_{pi})$ .

Οι συντελεστές εξωτερικής πίεσης διακρίνονται περαιτέρω σε τοπικούς και καθολικούς συντελεστές. Οι τοπικοί συντελεστές εφαρμόζονται όταν εξετάζονται μικρές φορτιζόμενες επιφάνειες (μικρότερες από 1 m<sup>2</sup>). Οι καθολικοί συντελεστές εξωτερικής πίεσης εφαρμόζονται όταν εξετάζονται μεγάλες φορτιζόμενες επιφάνειες (μεγαλύτερες από 10 m<sup>2</sup>). Προφανώς είναι  $c_{pe,1} > c_{pe,10}$  (κατ' απόλυτη τιμή).

Για ενδιάμεσες επιφάνειες προβλέπεται λογαριθμική παρεμβολή.

$$c_{pe} = c_{pe,1} - (c_{pe,1} - c_{pe,10}) \times log_{10}A,$$
 (2.9)

Το σύνολο των προς εξέταση επιφανειών που προκύπτουν στην παρούσα εργασία έχουν επιφάνεια μεγαλύτερη των 10 m<sup>2</sup>, και συνεπώς χρησιμοποιούνται οι συντελεστές  $c_{pe,10}$ .

2.4.2.1 Υπολογισμός συντελεστών εξωτερικής πίεσης cpe – εξωτερικών πιέσεων

Για κτίρια ορθογωνικής κάτοψης, όπως το υπόστεγο που μελετάται, οι συντελεστές εξωτερικής πίεσης επί των κατακορύφων τοίχων δίνονται από το παρακάτω πίνακα.

Ζώνη	Α		<b>B,B</b> *		С		D		Ε	
h/d	c <sub>pe,10</sub>	c <sub>pe,1</sub>								
5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0	),5	+0,8	+1,0	-0	,7
1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,5	
≤0,25	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0	),5	+0,7	+1,0	-0	,3

Πίνακας 2.5: Συντελεστές εξωτερικής πίεσης επί κατακορύφων τοίχων

Στον παραπάνω πίνακα ως h θεωρείται το μέγιστο ύψος του κτιρίου ενώ ως d η διάσταση του κτιρίου που βρίσκεται παράλληλα με τον άνεμο. Τέλος, η σύμβαση για τις περιοχές A έως E δίνονται στο παρακάτω σχήμα.



**Σχήμα 2.3:** Σύμβαση περιοχών ανάπτυξης εξωτερικής πίεσης επί κατακορύφων τοίχων

Για κτίρια τα οποία έχουν δικλινή στέγη οι συντελεστές εξωτερικής πίεσης επί της επιστέγασης δίνονται από τον εξής πίνακα, συναρτήσει της γωνίας α της στέγης.

Πίνακας 2.6:	Συντελεστές	εξωτερικής	πίεσης επί	δικλινής α	στέγης
--------------	-------------	------------	------------	------------	--------

	ΖΩΝΗ ΓΙΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΕΜΟΥ θ=0 <sup>0</sup>												
Γωνία στένης	]	F	(	G		H		Н		Ι		J	
α	c <sub>pe,10</sub>	c <sub>pe,1</sub>	c <sub>pe,10</sub>	c <sub>pe,1</sub>	C <sub>pe,10</sub>	c <sub>pe,1</sub>	с <sub>ре,10</sub>	c <sub>pe,1</sub>	c <sub>pe,10</sub>	c <sub>pe,1</sub>			
-45°	-0	,6	-0	-0,6		-0,8		-0,7		-1,5			
-30°	-1,1	-2,0	-0,8	-1,5	-0	,8	-0,6		-0,6		-0,8	-1,4	
-15°	-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5		-0,7	-1,2			
-5°	-2,3	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	,2 -0,3		-0	,3			
+5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6 -1,2		-0,3		-0	,3			
+15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0	,3	-0	,4	-1,0	-1,5			
	+(	),2	+(	),2	+0	),2							
+30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0	-0,2		,4	-0	9,5			

	+0,7	+0,7	+0,4		
+45°	+0,7	+0,7	+0,6	-0,2	-0,3
+60°	+0,7	+0,7	+0,7	-0,2	-0,3
+75°	+0,8	+0,8	+0,8	-0,2	-0,3

	ΖΩΝΗ ΓΙΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΕΜΟΥ θ=90 <sup>0</sup>									
Γωνία στένης	]	F		G		H	]	[		
a	c <sub>pe,10</sub>	c <sub>pe,1</sub>	c <sub>pe,10</sub>	c <sub>pe,1</sub>	c <sub>pe,10</sub>	c <sub>pe,1</sub>	с <sub>ре,10</sub>	c <sub>pe,1</sub>		
-45°	-1,4	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2		
-30°	-1,5	-2,1	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2		
-15°	-1,9	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	-0,8	-1,2		
-5°	-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	-1,2		
+5°	-1,6	-2,2	-1,3	-2,0	-0,7	-1,2	-0	,5		
+15°	-1,3	-2,0	-1,3	-2,0	-0,6	-1,2	-0	9,5		
+30°	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,8	-1,2	-0	9,5		
+45°	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5			
+60°	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0	9,5		
+75°	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0	9,5		

Η σύμβαση για τις περιοχές F έως J δίνονται στο παρακάτω σχήμα, αναλόγως της διεύθυνσης του ανέμου.



Σχήμα 2.4: Σύμβαση περιοχών ανάπτυξης εξωτερικής πίεσης επί δικλινής στέγης

Τέλος, ο υπολογισμός των εξωτερικών πιέσεων ανά περιοχή υπολογίζεται ως το γινόμενο του αντίστοιχου συντελεστή εξωτερικής πίεσης με την εξωτερική πίεση αιχμής. Δηλαδή:

 $q_e = q_{p(e)} \times c_{pe}, (2.10)$ 

2.4.2.2 Υπολογισμός συντελεστών εσωτερικής πίεσης c<sub>pi</sub> – εσωτερικών πιέσεων

Η εσωτερική πίεση, δρα ταυτόχρονα την εξωτερική πίεση, και πρέπει στους υπολογισμούς να λαμβάνεται υπόψη μαζί με αυτήν. Ο συντελεστής εσωτερικής πίεσης  $c_{pi}$  για κτίρια χωρίς εσωτερικά χωρίσματα προσδιορίζεται από το παρακάτω σχήμα, ως συνάρτηση του λόγου μ= $A_i/A_T$ , όπου:

 $A_i = άθροισμα των επιφανειών των ανοιγμάτων που υπάρχουν στην υπήνεμη πλευρά και στις δύο παράλληλες προς τον άνεμο πλευρές$ 

 $A_{\rm T}$  = άθροισμα των επιφανειών των ανοιγμάτων που υπάρχουν σε όλες τις πλευρές του κτιρίου

Σε ένα σχεδόν τετραγωνικό κτίριο με ομοιόμορφη κατανομή των ανοιγμάτων, οπότε είναι μ=0,75, θα χρησιμοποιείται η τιμή  $c_{pi} = -0,3$ .



Σχήμα 2.5: Συντελεστής εσωτερικής πίεσης  $c_{pi}$ , συναρτήσει του λόγου μ

Αντιστοίχως, ο υπολογισμός των εσωτερικών πιέσεων υπολογίζεται ως το γινόμενο του αντίστοιχου συντελεστή εσωτερικής πίεσης με την εσωτερική πίεση αιχμής. Δηλαδή:

 $q_i = q_{p(i)} \times c_{pi}, (2.11)$ 

#### 2.4.3 Τελικές πιέσεις

Από τις σχέσεις (2.10) και (2.11) προκύπτουν τα διαγράμματα φόρτισης τόσο των εξωτερικών όσο και των εσωτερικών πιέσεων επί των επιφανειών του κτιρίου. Από το συνδυασμό των διαγραμμάτων προκύπτουν τα τελικά διαγράμματα φορτίσεων.

Ακολουθεί αναλυτικά ο υπολογισμός των διαγραμμάτων φόρτισης για την περίπτωση όπου ο άνεμος πνέει κάθετα στον κορφιά και η κεντρική θύρα του υποστέγου είναι κλειστή. Εν συνεχεία και χάριν συντομίας, παρουσιάζονται τα τελικά αποτελέσματα των υπολοίπων περιπτώσεων φορτίσεων.

### 2.4.3.1 Άνεμος κάθετα στον κορφιά (θ=0°) με κλειστή τη θύρα

Στην συγκεκριμένη περίπτωση φόρτισης ο άνεμος πνέει από τα πλάγια του υποστέγου τη στιγμή που θύρα είναι κλειστή. Η απόσταση e είναι ίση με min(b,2h)=min(50, 2x20)=40 m.

Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζονται το διάγραμμα των συντελεστών εξωτερικών πιέσεων και το αντίστοιχο που προκύπτει μετά την εφαρμογή της σχέσης (2.10) για τους κατακόρυφους τοίχους.



**Σχήμα 2.6:** Συντελεστές εξωτερικών πιέσεων και εξωτερικές πιέσεις επί των κατακόρυφων τοίχων

Δεδομένου ότι η κεντρική θύρα του υποστέγου είναι κλειστή θεωρώ ότι υπάρχει ομοιόμορφη κατανομή ανοιγμάτων στο σύνολο των πλευρών, οπότε ο δείκτης μ λαμβάνεται 0,75. Με βάση αυτόν τον δείκτη ο συντελεστής εσωτερικών πιέσεων θα ληφθεί -0,3 και με χρήση της σχέσης 2.11 προκύπτουν τα παρακάτω διαγράμματα εσωτερικών πιέσεων.



**Σχήμα 2.7:** Συντελεστές εσωτερικών πιέσεων και εσωτερικές πιέσεις επί των κατακόρυφων τοίχων

Από τον συνδυασμό των διαγραμμάτων φορτίσεων των σχημάτων 2.6 και 2.7 και λαμβάνοντας υπόψη τις συμβάσεις θετικών κατευθύνσεων σχετικά με τις εξωτερικές και τις εσωτερικές πιέσεις προκύπτει το διάγραμμα τελικών πιέσεων επί των κατακόρυφων επιφανειών στην περίπτωση ανέμου κάθετα στον κορφιά με κλειστή τη θύρα. Οι συγκεκριμένες τελικές πιέσεις παρουσιάζονται στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 2.8: Τελικές πιέσεις επί των κατακορύφων τοίχων για άνεμο παράλληλο προς τον x άξονα με την θύρα του υποστέγου κλειστή

Με βάση το παραπάνω σχήμα και έχοντας υπόψη το πλάτος επιρροής του εξάγεται το τελικό φορτίο το οποίο δέχεται κάθε υποστύλωμα. Επί παραδείγματι το σύνολο των κεντρικών υποστυλωμάτων των κυρίων πλαισίων δέχονται γραμμικό φορτίο στη διεύθυνση του ανέμου:

πλάτος επιρροής υποστυλώματος <br/> x φορτίο ανέμου = 5,00 m x 1,74 kN/m² = 8,7 kN/m στην προσήνεμη πλευρά και

πλάτος επιρροής υποστυλώματος x φορτίο ανέμου = 5,00 m x (-0,17) kN/m<sup>2</sup> = -0,85 kN/m  $\approx$  -0,9 kN/m στην υπήνεμη πλευρά, ενώ τα γωνιακά λόγω του μικρότερου πλάτους επιρροής:

πλάτος επιρροής υποστυλώματος x φορτίο ανέμου = 2,85 m x 1,74 kN/m<sup>2</sup> = 4,96 kN/m  $\approx$  5,0 kN/m στην προσήνεμη πλευρά και

πλάτος επιρροής υποστυλώματος x φορτίο ανέμου = 2,85 m x (-0,17) kN/m<sup>2</sup> = -0,48 kN/m  $\approx$  -0,5 kN/m στην υπήνεμη πλευρά.

Τα μετωπικά υποστυλώματα της οπίσθιας πλευράς του υποστέγου φορτίζονται με διαφορετικό φορτίο το καθένα λόγω της διαφορετικής τελικής πίεσης που προκύπτει από το διάγραμμα του σχήματος 2.8 στο πλάτος επιρροής του καθενός. Η υπόψη φόρτιση εμφανίζεται σε διεύθυνση κάθετη στη διεύθυνση του ανέμου.

Συγκεκριμένα και για λόγους παρουσίασης, στο παρακάτω πίνακα φαίνονται οι φορτίσεις των 15 μετωπικών υποστυλωμάτων.

Πίνακας	2.7:	Φορτίο	μετωπικών	υποστυλωμάτων	για	την	περίπτωση	ανέμου
παράλληλ	ου στα	ον x άξον	α με την θύρ	α του υποστέγου κ	λεισ	τή		

	Πλάτος επιρροής (m)	Φορτίο ανά επιφάνεια (kN/m <sup>2</sup> )	Τελικό γραμμικό φορτίο (kN/m)	α/α	Πλάτος επιρροής (m)	Φορτίο ανά επιφάνεια (kN/m <sup>2</sup> )	Τελικό γραμμικό φορτίο (kN/m)
1	4,00	-1,89	-7,5	9	4,00	-1,13	-4,5
2	4,00	-1,89/-1,13	-6,1	10	4,00	-1,13	-4,5
3	4,00	-1,13	-4,5	11	4,00	-0,56	-3,4
4	4,00	-1,13	-4,5	12	4,00	-0,56	-3,4

5	4,00	-1,13	-4,5	13	4,00	-0,56	-3,4
6	4,00	-1,13	-4,5	14	4,00	-0,56	-3,4
7	4,00	-1,13	-4,5	15	4,00	-0,56	-3,4
8	4,30	-1,13	-4,8				

Επιπλέον, τα γωνιακά υποστυλώματα πέρα από τη φόρτιση στην διεύθυνση του ανέμου δέχονται και φόρτιση στην κάθετη προς αυτή διεύθυνση ίση προς:

πλάτος επιρροής υποστυλώματος x φορτίο ανέμου = 3,10 m x (-1,89) kN/m<sup>2</sup> = -5,9 kN/m στην προσήνεμη πλευρά και

πλάτος επιρροής υποστυλώματος x φορτίο ανέμου =3,10 m x (-0,56) kN/m<sup>2</sup> = -1,74 kN/m  $\approx$  -1,7 kN/m στην υπήνεμη πλευρά

Κατά αντιστοιχία ακολουθεί η διαδικασία υπολογισμού των τελικών πιέσεων και εν συνεχεία των τελικών φορτίων που επιβάλλονται λόγω της επίδρασης του ανέμου επί της δικλινούς στέγης.

Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζονται το διάγραμμα των συντελεστών εξωτερικών πιέσεων και το αντίστοιχο που προκύπτει μετά την εφαρμογή της σχέσης (2.11) για την φόρτιση της επιστέγασης.



**Σχήμα 2.9:** Συντελεστές εξωτερικής πίεσης και εξωτερική πίεση επί της δικλινούς στέγης για άνεμο παράλληλο προς τον x άξονα με την θύρα του υποστέγου κλειστή

Επιπλέον, η εσωτερική πίεση που ασκείται επί της επιστέγασης είναι η ίδια με αυτή που υπολογίστηκε για την ίδια περίπτωση φόρτισης επί των κατακόρυφων τοίχων, δηλαδή -0,3. Η εσωτερική πίεση παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα.



**Σχήμα 2.10:** Συντελεστές εξωτερικής πίεσης και εξωτερική πίεση επί της δικλινούς στέγης για άνεμο παράλληλο προς τον x άξονα με την θύρα του υποστέγου κλειστή

Από τον συνδυασμό των διαγραμμάτων φορτίσεων των σχημάτων 2.9 και 2.10 και λαμβάνοντας υπόψη τις συμβάσεις θετικών κατευθύνσεων σχετικά με τις εξωτερικές και τις εσωτερικές πιέσεις προκύπτει το διάγραμμα τελικών πιέσεων επί των επιφανειών της επιστέγασης στην περίπτωση ανέμου κάθετα στον κορφιά με κλειστή τη θύρα. Οι συγκεκριμένες τελικές πιέσεις παρουσιάζονται στο παρακάτω σχήμα.



**Σχήμα 2.11:** Τελικές πιέσεις επί της δικλινής στέγης για άνεμο παράλληλο προς τον x άξονα με την θύρα του υποστέγου κλειστή

Από το παραπάνω σχήμα και λαμβάνοντας υπόψη τη θέση κάθε τεγίδας αλλά και το πλάτος επιρροής της (2 m) εξάγεται το γραμμικό φορτίο που δέχεται από τον άνεμο στη συγκεκριμένη περίπτωση φόρτισης. Τονίζεται ότι οι παραπάνω φορτίσεις είναι κάθετες προς την επιφάνεια της επιστέγασης.

Το σύνολο των παραπάνω γραμμικών φορτίων όπως υπολογίστηκαν εισάγονται στο στατικό μοντέλο του INSTANT ονομάζοντας την περίπτωση φόρτισης «ΑΝΕΜΟΣ Χ+ (ΚΛ)».

#### 2.4.3.2 Άνεμος κάθετα στον κορφιά ( $\theta=0^{\circ}$ ) με ανοικτή τη θύρα

Στην συγκεκριμένη περίπτωση φόρτισης ο άνεμος πνέει από τα πλάγια του υποστέγου τη στιγμή που θύρα είναι ανοικτή. Η απόσταση e είναι ίση με min(b,2h)=min(50, 2x20)=40 m.

Σε αυτή την περίπτωση τα υπολογιζόμενα φορτία είναι πανομοιότυπα με την προηγούμενη περίπτωση, όσον αφορά στις εξωτερικές πιέσεις.

Δεδομένου ότι η θύρα είναι ανοικτή ο λόγος μ που προσομοιώνει τα ανοίγματα γίνεται 1. Από το σχήμα 2.5 προκύπτει ότι ο συντελεστής εσωτερικών πιέσεων c<sub>pi</sub> γίνεται -0,5. Με βάση αυτό και την αναλυτική μεθοδολογία που αναπτύχθηκε στην προηγούμενη περίπτωση φόρτισης προκύπτουν τα τελικά διαγράμματα φορτίσεων για τους κατακόρυφους τοίχους και την επιστέγαση.



**Σχήμα 2.12:** Τελικές πιέσεις επί κατακορύφων τοίχων και της δικλινής στέγης για άνεμο παράλληλο προς τον x άξονα με τη θύρα του υποστέγου ανοικτή

Από το σχήμα 2.12 και τα διαγράμματα φορτίσεων που εμφανίζονται σε αυτό προκύπτουν τα αντίστοιχα γραμμικά φορτία που επιβάλλονται στα διάφορα υποστυλώματα και στις τεγίδες του υποστέγου με τη μεθοδολογία που αναπτύχθηκε στην προηγούμενη φόρτιση.

Το σύνολο των παραπάνω φορτίων εισάγονται στο στατικό μοντέλο του INSTANT ως γραμμικά επί των υποστυλωμάτων και των τεγίδων ονομάζοντας την περίπτωση φόρτισης «ΑΝΕΜΟΣ X+ (AN)».

#### 2.4.3.3 Άνεμος παράλληλα στον κορφιά ( $\theta$ =90°) με ανοικτή τη θύρα

Σε αυτή την περίπτωση φόρτισης ο άνεμος πνέει από τη μεριά της θύρας η οποία είναι ανοικτή. Η απόσταση ε είναι ίση με min(b,2h)=min(65, 2x20)=40 m. Το σύνολο των πιέσεων υπολογίζεται με την πιο πάνω αναλυτική μεθοδολογία. Για την παρούσα φόρτιση ο λόγος μ λήφθηκε ίσος με 0 και συνεπώς ο συντελεστής εσωτερικών πιέσεων ίσος με +0.8. Από αυτά προέκυψαν τα παρακάτω διαγράμματα πιέσεων.



Σχήμα 2.13: Τελικές πιέσεις επί κατακορύφων τοίχων και της δικλινής στέγης για άνεμο παράλληλο προς τον z άξονα με αρνητική διεύθυνση με τη θύρα του υποστέγου ανοικτή

Το σύνολο των παραπάνω φορτίων εισάγονται στο στατικό μοντέλο του INSTANT ως γραμμικά επί των υποστυλωμάτων και των τεγίδων ονομάζοντας την περίπτωση φόρτισης «ΑΝΕΜΟΣ Ζ- (AN)».

### 2.4.3.4 Άνεμος παράλληλα στον κορφιά ( $\theta$ =90°) με κλειστή τη θύρα

Σε αυτή την περίπτωση φόρτισης ο άνεμος πνέει από τη μεριά της θύρας η οποία είναι κλειστή. Η απόσταση ε είναι ίση με min(b,2h)=min(65, 2x20)=40 m. Το σύνολο των πιέσεων υπολογίζεται με την πιο πάνω αναλυτική μεθοδολογία. Για την παρούσα φόρτιση ο λόγος μ λήφθηκε ίσος με 0,75 και συνεπώς ο συντελεστής που εφαρμόζεται για τις εσωτερικές πιέσεις ίσος με -0.3. Από αυτά προέκυψαν τα παρακάτω διαγράμματα πιέσεων.



**Σχήμα 2.14:** Τελικές πιέσεις επί κατακορύφων τοίχων και της δικλινής στέγης για άνεμο παράλληλο προς τον z άξονα με αρνητική διεύθυνση με τη θύρα του υποστέγου κλειστή
Το σύνολο των παραπάνω φορτίων εισάγονται στο στατικό μοντέλο του INSTANT ως γραμμικά επί των υποστυλωμάτων και των τεγίδων ονομάζοντας την περίπτωση φόρτισης «ΑΝΕΜΟΣ Ζ- (ΚΛ)».

#### 2.4.3.5 Άνεμος παράλληλα στον κορφιά ( $\theta$ =-90°) με ανοικτή τη θύρα

Σε αυτή την περίπτωση φόρτισης ο άνεμος πνέει από την όπισθεν πλευρά του υποστέγου, τη στιγμή που η θύρα είναι ανοικτή. Η απόσταση e είναι ίση με min(b,2h)=min(65, 2x20)=40 m. Το σύνολο των πιέσεων υπολογίζεται με την πιο πάνω αναλυτική μεθοδολογία. Για την παρούσα φόρτιση ο λόγος μ λήφθηκε ίσος με 1 και συνεπώς ο συντελεστής που εφαρμόζεται για τις εσωτερικές πιέσεις ίσος με -0.5. Από αυτά προέκυψαν τα παρακάτω διαγράμματα πιέσεων.



Σχήμα 2.15: Τελικές πιέσεις επί κατακορύφων τοίχων και της δικλινής στέγης για άνεμο παράλληλο προς τον z άξονα με θετική διεύθυνση με τη θύρα του υποστέγου ανοικτή

Το σύνολο των παραπάνω φορτίων εισάγονται στο στατικό μοντέλο του INSTANT ως γραμμικά επί των υποστυλωμάτων και των τεγίδων ονομάζοντας την περίπτωση φόρτισης «ΑΝΕΜΟΣ Ζ+ (AN)».

2.4.3.6 Άνεμος παράλληλα στον κορφιά (θ=-90°) με κλειστή τη θύρα

Σε αυτή την περίπτωση φόρτισης ο άνεμος πνέει από την όπισθεν πλευρά του υποστέγου, τη στιγμή που η θύρα είναι κλειστή. Η απόσταση e είναι ίση με min(b,2h)=min(65, 2x20)=40 m. Το σύνολο των πιέσεων υπολογίζεται με την πιο πάνω αναλυτική μεθοδολογία. Για την παρούσα φόρτιση ο λόγος μ λήφθηκε ίσος με 0,75 και συνεπώς ο συντελεστής που εφαρμόζεται για τις εσωτερικές πιέσεις ίσος με - 0.3. Από αυτά προέκυψαν τα παρακάτω διαγράμματα πιέσεων.



Σχήμα 2.16: Τελικές πιέσεις επί κατακορύφων τοίχων και της δικλινής στέγης για άνεμο παράλληλο προς τον z άξονα με αρνητική διεύθυνση με τη θύρα του υποστέγου κλειστή

Το σύνολο των παραπάνω φορτίων εισάγονται στο στατικό μοντέλο του INSTANT ως γραμμικά επί των υποστυλωμάτων και των τεγίδων ονομάζοντας την περίπτωση φόρτισης «ΑΝΕΜΟΣ Ζ+ (ΚΛ)».

#### 2.5 Φορτίο σεισμού

Σύμφωνα με την επιστήμη της Σεισμολογίας, σεισμός είναι η εδαφική δόνηση που γεννιέται κατά την παροδική διατάραξη της μηχανικής ισορροπίας των γήινων πετρωμάτων σε ορισμένο μέρος της στερεάς Γης, από φυσικά αίτια που βρίσκονται στο εσωτερικό της Γης.

# 2.5.1 Παράμετροι που σχετίζονται με την περιοχή και το έδαφος έδρασης της κατασκευής

Σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 8, η Ελλάδα υποδιαιρείται από τις εθνικές αρχές σε σεισμικές ζώνες, ανάλογα με την τοπική επικινδυνότητα ενώ υποτίθεται ότι μέσα σε κάθε ζώνη η επικινδυνότητα είναι σταθερή. Στο παρακάτω σχήμα δίνεται ο χάρτης των τριών σεισμικών ζωνών Z1, Z2, Z3 που ισχύει για την Ελλάδα. Σε κάθε σεισμική ζώνη, ορίζεται μία τιμή αναφοράς  $a_{gR}$ , η οποία αντιστοιχεί στην τιμή αναφοράς της περιόδου επαναφοράς σρίζεται συντελεστής σπουδαιότητας γ<sub>1</sub> ίσος με 1.00. Για τιμή της περιόδου επαναφοράς διαφορετική από την τιμή αναφοράς, η εδαφική επιτάχυνση σχεδιασμού σε έδαφος τύπου A, ag, είναι ίση με  $a_{gR}$  επί τον συντελεστή σπουδαιότητας γ<sub>1</sub> ( $a_g = \gamma_1 \cdot a_{gR}$ ).



**Πίνακας 2.8:** Τιμές λόγου εδαφικής επιτάχυνσης σχεδιασμού προς την επιτάχυνση της βαρύτητας για τις διάφορες περιοχές της Ελλάδας



Σχήμα 2.17: Χάρτης σεισμικών περιοχών Ελλάδας

Με βάση και πάλι τον Ευρωκώδικα 8, οι κατασκευές χωρίζονται σε 4 κατηγορίες σπουδαιότητας, από όπου προκύπτει ο εφαρμοζόμενος αντίστοιχος συντελεστής. Η αντιστοίχηση κατηγορίας και συντελεστή σπουδαιότητας προκύπτει από τον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 2.9: Τιμές συντελεστή σπουδαιότητας κατασκευής

	Κατηγορία σπουδαιότητας	Συντελεστής σπουδαιότητας
Ι	Κτίρια μικρής σπουδαιότητας ως προς την ασφάλεια του κοινού, όπως αγροτικά οικήματα και αγροτικές αποθήκες, υπόστεγα, στάβλοι, βουστάσια, γουρουνοστάσια, ορνιθοτροφεία κλπ	0,85
Π	Συνήθη κτίρια, όπως κατοικίες και γραφεία, βιομηχανικά βιοτεχνικά κτίρια, ξενοδοχεία (τα οποία δεν περιλαμβάνουν χώρους συνεδρίων),	1,00

	ξενώνες, οικοτροφεία, χώροι εκθέσεων, χώροι εστιάσεως και ψυχαγωγίας, τράπεζες, ιατρεία, αγορές, υπεραγορές, εμπορικά κέντρα, καταστήματα, φαρμακεία, κουρεία, κομμωτήρια, ινστιτούτα γυμναστικής, βιβλιοθήκες, εργοστάσια, συνεργεία συντήρησης και επισκευής αυτοκινήτων, βαφεία, ξυλουργεία, εργαστήρια ερευνών, παρασκευαστήρια τροφίμων, καθαριστήρια, κέντρα μηχανογράφησης, αποθήκες, κτίρια στάθμευσης αυτοκινήτων, πρατήρια υγρών καυσίμων, ανεμογεννήτριες, γραφεία δημοσίων υπηρεσιών και τοπικής αυτοδιοίκησης που δεν εμπίπτουν στην κατηγορία IV κλπ.	
ш	Κτίρια τα οποία στεγάζουν εγκαταστάσεις πολύ μεγάλης οικονομικής σημασίας, καθώς και κτίρια δημόσιων συναθροίσεων και γενικώς κτίρια στα οποία ευρίσκονται πολλοί άνθρωποι κατά μεγάλο μέρος του 24ώρου, όπως αίθουσες αεροδρομίων, χώροι συνεδρίων, κτίρια που στεγάζουν υπολογιστικά κέντρα, ειδικές βιομηχανίες, εκπαιδευτικά κτίρια, αίθουσες διδασκαλίας, φροντιστήρια, νηπιαγωγεία, χώροι συναυλιών, αίθουσες δικαστηρίων, ναοί, χώροι αθλητικών συγκεντρώσεων, θέατρα, κινηματογράφοι, κέντρα διασκέδασης, αίθουσες αναμονής επιβατών, ψυχιατρεία, ιδρύματα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ιδρύματα χρονίως πασχόντων, οίκοι ευγηρίας, βρεφοκομεία, βρεφικοί σταθμοί, παιδικοί σταθμοί, παιδότοποι, αναμορφωτήρια, φυλακές, εγκαταστάσεις καθαρισμού νερού και αποβλήτων, κλπ.	1,15
IV	Κτίρια των οποίων η λειτουργία, τόσο κατά την διάρκεια του σεισμού, όσο και μετά τους σεισμούς, είναι ζωτικής σημασίας, όπως κτίρια τηλεπικοινωνίας, παραγωγής ενέργειας, νοσοκομεία, κλινικές, αγροτικά ιατρεία, υγειονομικοί σταθμοί, κέντρα υγείας, διυλιστήρια, σταθμοί παραγωγής ενέργειας, πυροσβεστικοί και αστυνομικοί σταθμοί, κτίρια δημόσιων επιτελικών υπηρεσιών για την αντιμετώπιση έκτακτων αναγκών από σεισμό. Κτίρια που στεγάζουν έργα μοναδικής καλλιτεχνικής αξίας, όπως μουσεία, αποθήκες μουσείων, κλπ.	1,30
	III	<ul> <li>ξενώνες, οικοτροφεία, χώροι εκθέσεων, χώροι εστιάσεως και ψυχαγωγίας, τράπεζες, ιατρεία, αγορές, υπεραγορές, εμπορικά κέντρα, καταστήματα, φαρμακεία, κουρεία, κομμωτήρια, ινστιτούτα γυμναστικής, βιβλιοθήκες, εργοστάσια, συνεργεία συντήρησης και επισκευής αυτοκινήτων, βαφεία, ξυλουργεία, εργαστήρια ερευνών, παρασκευαστήρια τροφίμων, καθαριστήρια, κέντρα μηχανογράφησης, αποθήκες, κτίρια στάθμευσης αυτοκινήτων, πρατήρια υγρών καυσίμων, ανεμογεννήτριες, γραφεία δημοσίων υπηρεσιών και τοπικής αυτοδιοίκησης που δεν εμπίπτουν στην κατηγορία IV κλπ.</li> <li>Κτίρια τα οποία στεγάζουν εγκαταστάσεις πολύ μεγάλης οικονομικής σημασίας, καθός και κτίρια δημόσιων συναθροίσεων και γενικός κτίρια στα οποία ευρίσκονται πολλοί άνθρωποι κατά μεγάλο μέρος του 24ώρου, όπως αίθουσες αεροδρυμίων, χώροι συνεδρίων, κτίρια που στεγάζουν υπολογιστικά κέντρα, ειδικές βιομηχανίες, εκαιδευτικά κτίρια, αίθουσες δικαστηρίων, νωοί, χώροι αθλητικών συγκεντρώσεων, θέατρα, κινηματογράφι, κέντρα διασκέδασης, αίθουσες αναμογρώρι, κύτρα διασκέδασης, αίθουσες αναμονής επιβατών, ψυχιατρεία, ιδρύματα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ιδρύματα χρονίως, παραχώντων, οίκοι ευγηρίως, κλπ.</li> <li>Κτίρια των οποίων η λειτουργία, τόσο κατά την διάρκεια του σεισμού, όσο και μετά τους σεισμούς, είναι αστοκομεία, παιδότοποι, αναμορφωτήρια, φυλακές, εγκαταστάσεις καθαρισμού νερού και αποβλήτων, κλπ.</li> </ul>

Η κατάταξη των εδαφών επί των οποίων εδράζεται η κατασκευή παρουσιάζεται στο ν παρακάτω πίνακα.

Κατηγορία	Περιγραφή στρωματογραφίας	Παράμετροι		
εδάφους		v <sub>s,30</sub> (m/s)	N <sub>SPT</sub> (κρούσεις/30cm)	c <sub>u</sub> (kPa)
A	Βράχος ή άλλος βραχώδης γεωλογικός σχηματισμός που περιλαμβάνει το πολύ 5 m ασθενέστερου επιφανειακού υλικού	>800	-	-
В	Αποθέσεις πολύ πυκνής άμμου, χαλίκων, ή πολύ σκληρής αργίλου πάχους τουλάχιστον αρκετών δεκάδων μέτρων, που χαρακτηρίζονται από βαθμιαία βελτίωση των μηχανικών ιδιοτήτων με το βάθος	360 - 800	>50	>250

Πίνακας 2.10: Κατάταξη εδάφους θεμελίωσης κατασκευής

С	Βαθιές αποθέσεις πυκνής ή μέτριας πυκνής			
	άμμου, χαλίκων ή σκληρής αργίλου πάχους	180-360	15 - 50	70 - 250
	από δεκάδες έως αρκετές εκατοντάδες μέτρων			
D	Αποθέσεις χαλαρών έως μετρίως χαλαρών μη			
	συνεκτικών υλικών (με ή χωρίς κάποια	<180	<15	<70
	μαλακά στρώματα συνεκτικών υλικών) ή			
	κυρίως μαλακά έως μετρίως σκληρά			
	συνεκτικά υλικά			
Е	Εδαφική τομή που αποτελείται από ένα			
	επιφανειακό στρώμα ίλυος με τιμή $v_s$			
	κατηγορίας C ή D και πάχους που ποικίλει			
	μεταξύ περίπου 5 m και 20 m με υπόστρωμα			
	από πιο σκληρό υλικό με v <sub>s</sub> >800 m/s			
S <sub>1</sub>	Αποθέσεις που αποτελούνται, ή που περιέχουν			
	ένα στρώμα πάχους τουλάχιστον 10 m	<100	-	10 - 20
	μαλακών αργίλων/ιλών με υψηλό δείκτη	(ενδεικτικό)		
	πλαστικότητας (PI > 40) και υψηλή			
	περιεκτικότητα σε νερό			
$S_2$	Στρώματα ρευστοποιήσιμων εδαφών			
	ευαίσθητων αργίλων, ή οποιαδήποτε άλλη			
	εδαφική τομή που δεν περιλαμβάνεται στους			
	τύπους $A - E$ ή $S_1$			

Η παραδοχή κατάταξης του εδάφους στην αντίστοιχη κατηγορία θα βασιστεί σε πραγματικά στοιχεία που προκύπτουν από γεωτεχνικές μελέτες που έχουν κατά καιρούς πραγματοποιηθεί στο χώρο του αεροδρομίου της Ελευσίνας για την κατασκευή οικοδομικών έργων αλλά και οδοποιίας. Έτσι με βάση αυτά τα στοιχεία έχει προκύψει ότι το έδαφος αποτελείται από στρώσεις πολύ σκληρής αργίλου και άμμου, ενώ συναρτήσει του βάθους παρουσιάζεται εμφανής βελτίωση των μηχανικών ιδιοτήτων.

## Επιλογή παραμέτρων

Δεδομένου ότι το υπόστεγο το οποίο μελετάται πρόκειται να κατασκευαστεί στην περιοχή της Ελευσίνας, η οποία ανήκει στην ζώνη επικινδυνότητας Z2, εκλέγεται ως εδαφική επιτάχυνση, α<sub>gR</sub>, 0,24g. (Πίνακας 2.8 και Σχήμα 2.17)

Με βάση την ανάλυση των κατασκευών που παρουσιάζεται στον πίνακα 2.9 η κατηγορία σπουδαιότητας του κτιρίου είναι η ΙΙ και συνεπώς ο αντίστοιχος συντελεστής  $\gamma_l$ =1,00.

Το έδαφος, για την παρούσα εργασία θα θεωρηθεί ότι κατατάσσεται στην κατηγορία Β.

Η επιλογή της μορφής του ελαστικού φάσματος απόκρισης που χρησιμοποιείται σε κάθε χώρα που έχει υιοθετήσει την χρήση του Ευρωκώδικα 8 για την περιγραφή των σεισμικών δράσεων, περιγράφεται στο εκάστοτε Εθνικό Προσάρτημα του Ευρωκώδικα. Έτσι για το σύνολο των περιοχών της Ελληνικής επικράτειας, το Εθνικό Προσάρτημα του Ευρωκώδικα 8, προβλέπει την χρήση φάσματος ελαστικής απόκρισης τύπου 1. Οι τιμές των παραμέτρων του υπόψη φάσματος εμφανίζονται στον παρακάτω πίνακα, σε σχέση με την κατηγορία του εδάφους.

**Πίνακας 2.11:** Παράμετροι φάσματος ελαστικής απόκρισης τύπου 1 ανά κατηγορία εδάφους

Κατηγορία εδάφους Τ <sub>B</sub> (sec)		T <sub>C</sub> (sec)	T <sub>D</sub> (sec)	S
Α	0,15	0,40	2,50	1,00
В	0,15	0,50	2,50	1,20
С	0,20	0,60	2,50	1,15
D	0,20	0,80	2,50	1,35
Е	0,15	0,50	2,50	1,40

#### 2.5.2 Παράμετροι που σχετίζονται με την κατασκευή

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

Ο δείκτης συμπεριφοράς q εισάγει τη μείωση των σεισμικών επιταχύνσεων της πραγματικής κατασκευής λόγω μετελαστικής συμπεριφοράς, σε σχέση με τις επιταχύνσεις που προκύπτουν υπολογιστικά σε ελαστικό σύστημα, εκφράζει δε γενικά την ικανότητα ενός δομικού συστήματος να απορροφά ενέργεια μέσω πλάστιμης συμπεριφοράς ορισμένων μελών του, χωρίς να μειώνεται δραστικά η αντοχή του. Οι τιμές του συντελεστή συμπεριφοράς, που περιλαμβάνουν επίσης την επιρροή ιξώδους απόσβεσης διαφορετικής από 5%, δίνονται για διάφορα υλικά και στατικά συστήματα σε εξάρτηση από τις σχετικές κατηγορίες πλαστιμότητας στα διάφορα μέρη του Ευρωκώδικα 8. Η τιμή του q ορίζεται, γενικά, για όλη την κατασκευή. Σε περιπτώσεις, που είναι και οι συνήθεις, κατασκευής κτιρίων από το ίδιο υλικό σε όλα τα επίπεδα και με ορθογωνική διάταξη των κατακόρυφων στοιχείων δυσκαμψίας, η τιμή του q ορίζεται για κάθε κύρια διεύθυνση του δομήματος με το αντίστοιχο δομικό σύστημα. Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται οι ανώτερες οριακές τιμές των συντελεστών συμπεριφοράς που προτείνει ο Ευρωκώδικας 8 ανάλογα με το δομικό σύστημα. Σημειώνεται ότι οι συγκεκριμένοι συντελεστές χρησιμοποιούνται για κτίρια κανονικά σε όψη.

ΣΤΑΤΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΠΛΑΣΤΙΜΟΤΗΤΑΣ		
	ΜΕΣΗ (ΚΠΜ)	ҮΨНАН (КПҮ)	
α) Πλαίσια παραλαβής ροπών	4	$5 \alpha_u / \alpha_1$	
β) Πλαίσια με συνδέσμους χωρίς εκκεντρότητα:			
- Διαγώνιοι σύνδεσμοι	4	4	
- Σύνδεσμοι μορφής V	2	2,5	
γ) Πλαίσια με έκκεντρους συνδέσμους	4	$5 \alpha_u / \alpha_1$	
δ) Αντεστραμμένο εκκρεμές	2	$2 \alpha_u / \alpha_1$	
ε) Συστήματα με πυρήνες από σκυρόδεμα ή τοιχώματα από			
σκυρόδεμα	Βλέπε κεφάλαιο 5		
στ) Πλαίσιο παραλαβής ροπών με συνδέσμους χωρίς	4	$4 \alpha_u / \alpha_1$	
εκκεντρότητα			
ζ) Πλαίσια παραλαβής ροπών με τοιχοπληρώσεις			
- Ασύνδετες τοιχοπληρώσεις από σκυρόδεμα ή	2	2	
τοιχοποιία σε επαφή με το πλαίσιο			
- Συνδεδεμένες τοιχοπληρώσεις από οπλισμένο	Βλέπε κεφάλαιο 7	Βλέπε κεφάλαιο 7	
σκυρόδεμα			
- Τοιχοπληρώσεις μεμονομένες έναντι του πλαισίου	4	5 $\alpha_u$ / $\alpha_1$	

Πίνακας 2.12: Τιμές συντελεστή συμπεριφοράς ανά είδος κατασκευής

Με βάση τα παραπάνω επιλέχθηκε συντελεστής συμπεριφοράς q=4 στην διεύθυνση παράλληλη με το κορφιά του υποστέγου (κάθετα στην πλαισιακή λειτουργία) και q=2 στην διεύθυνση των πλαισίων. Επιπλέον ο συντελεστής απόσβεσης, ζ, λήφθηκε ίσος με 3%.

Στο παρακάτω σχήμα εμφανίζονται ο τρόπος εισαγωγής όλων των παραπάνω στο πρόγραμμα INSTANT, ώστε να προσομοιωθεί η φόρτιση του σεισμού στην κατασκευή που μελετάται.

🛄 Φασματικά δεδομένα σεισμού (EC 8)
Κατηγορία εδάφους 🛛 🗕 👻
Επιτάχυση εδάφους (α) 0.24
Σπουδαιότητα κτιρίου (γ1)
Τύπος φάσματος 🛛 Тύπος 1 💌
Σεισμική συμπεριφορά (q)
X 2.00 Y 4.00 Z 4.00
Εντάξει Ακύρωση

**Σχήμα 2.18:** Εισαγωγή φασματικών δεδομένων σεισμού σύμφωνα με τον EC8 στο λογισμικό INSTANT

## 2.5.3 Μέθοδοι ανάλυσης

Σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 8, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του φορέα του κτιρίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένας από τους ακόλουθους δύο τύπους γραμμικής ελαστικής ανάλυσης:

- η «μέθοδος ανάλυσης οριζόντιας φόρτισης» (δεν απαιτείται ιδιομορφική ανάλυση, αλλά στηρίζεται σε προσεγγιστική θεώρηση μόνον της θεμελιώδους ιδιομορφικής ταλάντωσης)
- η «ιδιομορφική ανάλυση φάσματος απόκρισης» (πλήρης ιδιομορφική ανάλυση του συστήματος, υπολογισμός μέγιστης σεισμικής απόκρισης για κάθε ιδιομορφή ταλάντωσης και τέλος ιδιομορφική επαλληλία μέγιστων ιδιομορφικών αποκρίσεων), η οποία και χρησιμοποιείται από το πρόγραμμα INSTANT.

2.5.3.1 Ιδιομορφική ανάλυση φάσματος απόκρισης

Η ανάλυση αυτή λαμβάνει υπόψη την απόκριση όλων των ιδιομορφών ταλάντωσης που συμβάλλουν σημαντικά στη συνολική απόκριση. Θα πρέπει να ληφθούν υπόψη τόσες ιδιομορφές ταλάντωσης ώστε να μπορεί να αποδειχθεί οποιαδήποτε από τις δύο ακόλουθες συνθήκες:

Το άθροισμα των δρωσών ιδιομορφικών μαζών για τις ιδιομορφές που λαμβάνονται υπόψη είναι τουλάχιστον το 90% της συνολικής μάζας του φορεά.

 Λαμβάνονται υπόψη όλες οι ιδιομορφές με δρώσες ιδιομορφικές μάζες μεγαλύτερες από το 5% της συνολικής μάζας.

## 2.6 Συνδυασμοί φορτίσεων

Για τον υπολογισμό της εντατικής κατάστασης του δομήματος που αναπτύσσεται κατά την δράση των φορτίσεων (μόνιμων ή όχι) καταστρώνεται μία σειρά από συνδυασμούς μεταξύ αυτών.

Για κάθε έναν από τους συνδυασμούς, που παρακάτω παρουσιάζονται, θα πρέπει να γίνει έλεγχος ώστε να διαπιστωθεί εάν παραβιάζεται κάποια από τις οριακές καταστάσεις. Ως οριακή κατάσταση ορίζεται εκείνη η κατάσταση πέραν από την οποία ο φορέας ή τμήμα του δεν ικανοποιεί πλέον τα κριτήρια σχεδιασμού του. Οι οριακές καταστάσεις έναντι των οποίων γίνονται οι εκάστοτε έλεγχοι είναι:

- Οριακή Καταστάση Λειτουργικότητας (Serviceability Limit States SLS), η οποία συνδέεται με συνθήκες πέραν από τις οποίες δεν τηρούνται πλέον οι καθοριζόμενες λειτουργικές απαιτήσεις για το φορέα συνολικά ή για κάθε μέλος ξεχωριστά.
- Οριακή Καταστάση Αστοχίας (Ultimate Limit States ULS), η οποία συνδέεται με συνθήκες πέραν από τις οποίας επέρχεται είτε ολική αστοχία (κατάρρευση) του φορέα είτε μερική αστοχία κάποιου τμήματός του.

Η προσέγγιση των παραπάνω οριακών καταστάσεων γίνεται με κατάστρωση των συνδυασμών δράσεων των φορτίων με χρήση επιμέρους συντελεστών ασφαλείας και συντελεστών συνδυασμού ψ. Εν συνεχεία, γίνεται σύγκριση μεταξύ των προκύπτοντων δράσεων, που ονομάζονται δράσεις σχεδιασμού, με την αντίστοιχη αντοχή του μέλους του φορέα. Στην γενική μορφή της η σύγκριση παίρνει τη μορφή:

 $E_d \leq R_d$ ,

ópou  $E_d,$   $\eta$  timú scediasmoù tuc ekástote drásuc kai  $R_d,$   $\eta$  antístoich antoch.

Φυσικά αντίστοιχης μορφής ανισωτικοί έλεγχοι γίνονται και για μεγέθη που επηρεάζουν τη λειτουργικότητα του φορέα, π.χ. γίνεται έλεγχος μεταξύ της μετακίνησης ενός σημείου που προκύπτει από κάποια δράση σχεδιασμού σε σχέση με τη ανώτατη επιτρεπόμενη.

Οι συντελεστές ασφαλείας για την κατάστρωση συνδυασμών σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 1 είναι:

	Οριακή κατάστασι	η λειτουργικότητας	Οριακή κατάσταση αστοχίας		
	Είδος επίδρασης		Είδος επίδρασης		
	Δυσμενής Ευμενής		Δυσμενής	Ευμενής	
Μόνιμα φορτία (γ <sub>g</sub> )	1,0	1,0	1,35	1,0	
Μεταβλητά φορτία (γ <sub>Q</sub> )	1,0	0	1,5	0	

Πίνακας 2.13: Συντελεστές ασφαλείας σύμφωνα με τον ΕC1

Θεωρώντας ο Ευρωκώδικας 1 ότι πιθανότητα χρονικής σύμπτωσης των μέγιστων τιμών των μεταβλητών δράσεων είναι αρκετά μικρή εισάγει στους θεωρούμενους συνδυασμούς απομειωτικούς συντελεστές των δράσεων ψ. Οι προτεινόμενες τιμές των συντελεστών ψ φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Δράσεις	Ψ0	$\Psi_1$	Ψ <sub>2</sub>		
Μεταβλητά επιβαλλόμενα φορτία σε κτίρια					
Κατηγορία Α: Κατοικίες	0,7	0,5	0,3		
Κατηγορία Β: Γραφεία	0,7	0,5	0,3		
Κατηγορία C: Επιφάνειες συνάθροισης	0,7	0,7	0,6		
Κατηγορία D: Καταστήματα	0,7	0,7	0,6		
Κατηγορία Ε: Αποθηκευτικοί χώροι	1,0	0,9	0,8		
Κατηγορία F: Χώροι κυκλοφορίας οχημάτων ≤30kN	0,7	0,7	0,6		
Κατηγορία G: Χώροι κυκλοφορίας οχημάτων ≤160kN	0,7	0,5	0,3		
Κατηγορία Η: Οροφές	0	0	0		
Φορτία χιονιού σε κ	τίρια				
Φινλανδία, Ισλανδία, Νορβηγία, Σουηδία	0,7	0,5	0,2		
Υπόλοιπα Κράτη Μέλη του CEN για τοποθεσίες που	0,7	0,5	0,2		
έχουν υψόμετρο > 1000 m					
Υπόλοιπα Κράτη Μέλη του CEN για τοποθεσίες που	0,5	0,2	0		
έχουν υψόμετρο ≤ 1000 m					
Φορτία ανέμου σε κτίρια					
Σύνολο των κτιρίων	0,6	0,5	0		
Θερμοκρασία σε κτίρια (πλην περιπτώσεων πυρκαγιάς)					
Σύνολο των κτιρίων	0,6	0,5	0		

Πίνακας 2.14: Τιμές απομειωτικών συντελεστών ψ

Έτσι, με βάση τα παραπάνω και δεδομένου ότι στο φορέα έχουν εισαχθεί τα εξής είδη φορτίων:

- Μόνιμα (Ιδιο βάρος φορέα, Φορτία επιστέγασης, Βάρος μηκίδων και Ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός).
- Φορτίο χιονιού
- Φορτίο ανέμου (τέσσερις διακριτές περιπτώσεις)
- Φορτίο σεισμού

προκύπτουν οι παρακάτω συνδυασμοί φορτίσεων έναντι των οποίων θα γίνει και η τελική διαστασιολόγηση της κατασκευής.

Όνομα συνδυασμού	
SLS01	Μόνιμα + ΑΝΕΜΟΣ X+ (K $\Lambda$ )
SLS02	Mόνιμα + ΑΝΕΜΟΣ X+ (AN)
SLS03	Mόνιμα + ΑΝΕΜΟΣ Ζ- (ΚΛ)
SLS04	Mόνιμα + ΑΝΕΜΟΣ Ζ- (AN)
SLS05	Μόνιμα + ΧΙΟΝΙ
SLS06	Mόνιμα + 0,9XIONI+0,9ANEMOΣ X+(KΛ)
SLS07	Mόνιμα + 0,9XIONI+0,9ANEMOΣ X+(AN)
SLS08	Mόνιμα + 0,9XIONI+0,9ANEMOΣ Z-( $K\Lambda$ )
SLS09	Mόνιμα + 0,9XIONI+0,9ANEMOΣ Z-(AN)
SLS10	Μόνιμα + 0,9ΑΝΕΜΟΣ X+ (ΚΛ)
SLS11	Mόνιμα + 0,9ANEMOΣ X+ (AN)
SLS12	Mόνιμα + 0,9ANEMOΣ Z- (K $\Lambda$ )
SLS13	Mόνιμα + 0,9ANEMOΣ Z- (AN)
ULS01	1,35Μόνιμα + 1,5ΑΝΕΜΟΣ X+ (ΚΛ)
ULS02	1,35Μόνιμα + 1,5ΑΝΕΜΟΣ X+ (AN)
ULS03	1,35Μόνιμα + 1,5ΑΝΕΜΟΣ Ζ- (ΚΛ)
ULS04	1,35Μόνιμα + 1,5ΑΝΕΜΟΣ Ζ- (AN)
ULS05	1,35Μόνιμα + 1,5XIONI
ULS06	1,35Μόνιμα + 1,35ΧΙΟΝΙ+1,35ΑΝΕΜΟΣ X+(K $\Lambda$ )
ULS07	1,35Μόνιμα + 1,35ΧΙΟΝΙ+1,35ΑΝΕΜΟΣ Χ+(AN)
ULS08	1,35Μόνιμα + 1,35ΧΙΟΝΙ+1,35ΑΝΕΜΟΣ Ζ-(ΚΛ)
ULS09	1,35Μόνιμα + 1,35ΧΙΟΝΙ+1,35ΑΝΕΜΟΣ Ζ-(AN)
ULS10	1,35Μόνιμα +1,35ΑΝΕΜΟΣ Χ+(ΚΛ)

## Πίνακας 2.15: Συνδυασμοί φορτίσεων

ULS11	1,35Μόνιμα +1,35ΑΝΕΜΟΣ Χ+(ΑΝ)
ULS12	1,35Μόνιμα +1,35ΑΝΕΜΟΣ Ζ-(ΚΛ)
ULS13	1,35Μόνιμα +1,35ΑΝΕΜΟΣ Ζ-(ΑΝ)
ULS14	Μόνιμα + 1,5ΑΝΕΜΟΣ X+ (ΚΛ)
ULS15	Mόνιμα + 1,5ANEMOΣ X+ (AN)
ULS16	Mόνιμα + 1,5ANEMOΣ Z- (KΛ)
ULS17	Mόνιμα + 1,5ANEMOΣ Z- (AN)
ULS18	Mόνιμα + 1,35ANEMOΣ X+ (KΛ)
ULS19	Mόνιμα + 1,35ANEMOΣ X+ (AN)
ULS20	Μόνιμα + 1,35ΑΝΕΜΟΣ Ζ- (ΚΛ)
ULS21	Mόνιμα + 1,35ANEMOΣ Z- (AN)
ULS22	Mόνιμα + 0,3XIONI + Earthquake
ULA01-64	

# 3 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

# 3.1 Εισαγωγή γεωμετρίας υλικών και διατομών

Προτού εκκινήσει η διαδικασία εισαγωγής των δεδομένων στο περιβάλλον του προγράμματος επιλέγονται οι μονάδες στις οποίες επιθυμεί ο χρήστης να δουλέψει. Εν προκειμένω έχουν επιλεγεί για μονάδα μήκους το μέτρο (m), για μονάδα γωνίας η μοίρα (deg) και για μονάδα δύναμης το kN.

	ι Αιγγαίας Ισ΄ Μονάδες	348215745Z17		X	
	Мήкос —	Γωνία	Μάζα	- Xpóvos	
	🔘 mm	🔘 rad	🔘 g	sec	
	🔘 cm	) deg	🔘 kg	🔘 min	
	⊚ m	🔘 grad	⊚ t	🔘 hr	
	Δύναμη				
	© N ⊚	kgf 🔘 daN	🔘 KN 🔘 M	4N ⊚tf	KDV
		_			
			UK	Ακύρωση	
H7X	$\Lambda$ IN		****		

Σχήμα 3.1: Καθορισμός μονάδων μέτρησης

Εν συνεχεία ορίζονται οι συντεταγμένες των κόμβων οι οποίοι θα είναι οι αρχή και το τέλος του κάθε στοιχείου.

Τονίζεται ότι το πρόγραμμα προσφέρει τη δυνατότητα αναπαραγωγής φορέων, έτσι είναι δυνατή η σχεδίαση ενός πλαισίου και η εν συνεχεία αναπαραγωγή του. παρακάτω παρουσιάζεται ο τρόπος εισαγωγής των κόμβων.

	💿 Κατάλ	- λογος κόμβων (869)		_	×
		×	Y	Z	
	1	0.000	0.000	50.000	· .
	2	0.000	4.500	50.000	
SKAD KA	3	0.000	9.000	50.000	
KHZZKHZ	4	0.000	11.000	50.000	
	5	0.000	14.000	50.000	
	6	32.500	19.730	50.000	
	7	65.000	14.000	50.000	
ALX KAX	8	65.000	11.000	50.000	
V-ARK-A	9	65.000	9.000	50.000	
	10	65.000	4.500	50.000	
	11	65.000	0.000	50.000	
	12	32.500	16.730	50.000	••••
	13	0.250	14.044	50.000	
	14	2.249	14.397	50.000	
	15	4.248	14.749	50.000	
	16	6.247	15.101	50.000	
	17	8.247	15.454	50.000	
X−−−L	18	10.246	15.806	50.000	
	19	12.245	16.159	50.000	
	20	14.244	16.511	50.000	-
	Διαγ	οαφή		ΟΚ Ακύρωση	

Σχήμα 3.2: Εισαγωγή συντεταγμένων κόμβων του φορέα

Μετά τον ορισμό των κόμβων ορίζονται τα στοιχεία που αποτελούν το φορέα και επιλέγεται το υλικό κατασκευής τους, η πρότυπη διατομή στην οποία αντιστοιχούν καθώς και ενδεχόμενο άλλο χαρακτηριστικό όπως γωνία βήτα.



Σχήμα 3.3: Επιλογή διατομής για τα στοιχεία του φορέα

Το επόμενο στάδιο αφορά στην εισαγωγή εκείνων των δεδομένων που αφορούν τόσο στο τρόπο σύνδεσης των στοιχείων μεταξύ τους, όσο και την έδραση των υποστυλωμάτων επί της θεμελίωσης.

	😋 Ορισμός	σύνδε	εσης			
	Ράβδος					
	Κόμβος					
	🔽 Dx	kdx				
	🔽 Dy	kdy				
	🔽 Dz	kdz				
	🔽 Bx	krx				
ÉRÌ	🔽 Ry	kry			$\mathbb{N}^{\mathbb{V}}$	
	📝 Rz	krz		ОК		
				Ακύρωση		

Σχήμα 3.4: Καθορισμός βαθμών ελευθερίας σύνδεσης μεταξύ δύο στοιχείων του φορέα

📙 Ορισμός στήριξης		
Kóμβος Δεσμεύσεις ☑ Dx kdx ☑ Dy kdy ☑ Dz kdz ☑ Rx krx ☑ Ry kry ☑ Rz krz	Γωνίες κλίσης         θx       0.000         θy       0.000         θz       0.000         σ       σ         Δ       σ	ΟΚ κύρωση

**Σχήμα 3.5:** Καθορισμός βαθμών ελευθερίας έδρασης υποστυλώματος επί της θεμελίωσης

# 3.2 Εισαγωγή εξωτερικών δράσεων

Έχοντας ολοκληρώσει τον συνολικό φορέα, προχωρούμε στην επιβολή σε αυτόν του συνόλου των εξωτερικών φορτίων. Για τον σκοπό αυτό αρχικά ορίζουμε, ονοματίζοντας, τη κάθε δράση (π.χ. ίδιο βάρος, χιόνι κλπ), χαρακτηρίζουμε το φορτίο ως μόνιμο, ωφέλιμο και επιβάλλουμε τις δράσεις επί των στοιχείων ή των κόμβων. Στην παρακάτω φωτογραφία παρουσιάζεται ενδεικτικά ο τρόπος εισαγωγής των υπόψη δεδομένων

	Όνομα	Τύπος	Χρήση	Συντ. Μάζας ψ2	OK
1	ΔΙΟ ΒΑΡΟΣ	G		1.000	Ακύρωση
2	ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ	G		1.000	
3	ΒΑΡΟΣ ΜΗΚΙΔΩΝ	G		1.000	
4	Η/Μ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	G		1.000	
5	XIONI	S	Т6	0.300	Διανοαφό
6	ΑΝΕΜΟΣ Χ+ (ΚΛ)	₩x+		0.000	
7	ANEMOΣ X+ (AN)	Wx-		0.000	Αντιγραφή
8	ANEMOΣ Z- (AN)	₩z-		0.000	
9	ANEMOΣ Z+ (AN)	₩z+		0.000	
YΠC Tún G: M	μ ΙΜΝΗΜΑ Ος: Ιόνωα φορτία.				

Σχήμα 3.6: Ορισμός περιπτώσεων φορτίσεων και τύπου αυτών



Σχήμα 3.7: Ενδεικτική εποπτεία περίπτωσης φόρτισης (ΑΝΕΜΟΣ Ζ- (AN))

Πλέον ο φορέας είναι έτοιμος προς ανάλυση από το πρόγραμμα.

# 3.3 Ανάλυση φορέα

Προκειμένου να προχωρήσουμε στην ανάλυση του φορέα ζητούμε από το πρόγραμμα να προβεί στην επίλυση του φορέα, με δεδομένα τη γεωμετρία, τα στοιχεία και τις εξωτερικές δράσεις, όπως έχουν οριστεί σε προγενέστερο στάδιο. Στο παρόν στάδιο, το λογισμικό προχωρά στην επίλυση του φορέα για κάθε εξωτερική δράση ξεχωριστά θεωρώντας ότι δρα αποκλειστικά επί αυτού.

40	🔲 Παραγωγή αρχείων α	χνάλυσης	
	Όνομα έργου		
	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΛΙΚΟ	and the second	
	Αντισεισμικός κανονισ	μός	a start
	© NEAK	EAK 2003	
			1
20	- Επιλογές		
	💿 Πλαίσιο	📰 Έργα από διάτμηση	
	🔘 Δικτύωμα		
	<b>—</b>	Εκκεντρότητες	
-	Διαφράγματα	📃 Τυχηματικές	
		📃 Κατασκευαστικές	
	Διατήρηση συνδυα	ασμών και φασματικών	
	υσεροήελαη		
Nb			
4	Παραγ	ωγη αρχειων Ακυρωση	

Σχήμα 3.8: Παραγωγή αρχείου ανάλυσης

Εν συνεχεία το πρόγραμμα ζητά τον καθορισμό των δεδομένων που αντιστοιχούν στην φασματική ανάλυση.

Το πρόγραμμα έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσει τα τυποποιημένα στοιχεία που αντιστοιχούν τόσο στον Ευρωκώδικα 8, όσο και στον ΕΑΚ. Επιπλέον παρέχεται η δυνατότητα να δημιουργηθούν από το χρήστη ιδιαίτερα στοιχεία.

Στον παρόντα φορέα επιλέχθηκε η επίλυση με βάση τις απαιτήσεις του Ευρωκώδικα 8.

	Φασματικά δεδομένα σεισμού (ΕC 8)	
	Κατηγορία εδάφους 🛛 💌	
	Επιτάχυση εδάφους (α) 0.24	
	Σπουδαιότητα κτιρίου (γ1) 🛛 💻 💌	
	Τύπος φάσματος 🛛 🔽 💌	
SXNXXIV	Σεισμική συμπεριφορά (q)	
	X 2.00 Y 4.00 Z 4.00	
	Εντάξει Ακύρωση	

Σχήμα 3.9: Εισαγωγή φασματικών δεδομένων σεισμού

Εν συνεχεία ζητείται από το πρόγραμμα να δημιουργήσει τους συνδυασμούς δράσεων σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς.

101 Αυτόματοι συνδυασμοί		
Ομάδες συνδυασμών		
📝 Λειτουργικότητας	13	
🔽 Αστοχίας	22	
📝 Ατυχηματικών	64	
Δημιουργία - Διαγραφή	Έξοδος	MUL -

Σχήμα 3.10: Δημιουργία αυτόματων συνδυασμών

Σε αυτό το σημείο το λογισμικό δημιουργεί το σύνολο των συνδυασμών των δράσεων. Ο μελετητής σε αυτό το σημείο έχει τη δυνατότητα να ελέγξει τους δημιουργούμενους συνδυασμούς, προχωρώντας είτε στην διαγραφή κάποιων από αυτούς είτε ακόμα και στην τροποποίησή τους. Με αυτό τον τρόπο δίνεται η δυνατότητα στον μελετητή να ελέγξει τον φορέα σε καταστάσεις αστοχίας πέραν αυτών που περιγράφονται στους κανονισμούς.

# 3.4 Παραγωγή αναφορών

Έχοντας το πρόγραμμα προχωρήσει τόσο σε επίλυση του φορέα όσο και σε δημιουργία των απαραίτητων συνδυασμών δράσεων, είναι σε θέση να παρέχει αποτελέσματα που αφορούν σε αναπτυσσόμενα εντατικά μεγέθη αλλά και μετατοπίσεις κόμβων.

Αυτή τη δυνατότητα ο μελετητής μπορεί να την χρησιμοποιήσει για δύο λόγους:

- Την εξακρίβωση ποια στοιχείων του φορέα, αναπτύσσουν τη δυσμενέστερη εντατική κατάσταση, ώστε να είναι αυτά τα οποία θα ελεγχθούν,
- Την εξακρίβωση εάν τα προκύπτοντα βέλη που αναπτύσσουν τα στοιχεία είναι εντός των κανονισμών, αναφορικά με τις απαιτήσεις λειτουργικότητας κάθε δομήματος.

Έτσι, επιλέγοντας το είδος του στοιχείου που είναι προς εξέταση (π.χ. υποστυλώματα) και τα ζητούμενα στοιχεία (π.χ. δυνάμεις ράβδων), μπορεί να συνταχθεί μία αναφορά η οποία να οδηγεί τον μελετητή:

- Στην αλλαγή των διατομών που έχει επιλέξει, λόγω μη ικανοποίησης των περιορισμών λειτουργίας
- Στον καθορισμό των ακριβών δράσεων που αναπτύσσονται σε κάθε στοιχείο.

Ως παράδειγμα των παραπάνω εμφανίζεται τόσο ο καθορισμός των παραμέτρων μιας αναφοράς, όσο και η ίδια αναφορά, όπως παρουσιάζεται από την αντίστοιχη υπορουτίνα του προγράμματος INSTANT.

🚟 Αποτελέσματα						
Περ	οίληψη Αν	αλυτικά Ει	ικόνα			
Αποτελέσματα Κόμβων						
Μετατοπίσεις	<b>V</b>			mm rad	Ταξινομημένα ως προς:	
Ταχύτητες				mm	💿 Κόμβους / Ράβδους	
Επιταχύνσεις					🔘 Περίπτωση Φόρτισης	I RETARKI
Αντιδράσεις				m kN		VDD9<
						$\times$
Αποτελέσματα Ράβδων					Επιλογή Φορτίσεων	
Δυνάμεις	<b>V</b>			m kN	📝 Στατικές	Γ Δ
Κριτήρια				mm N	Δυναμικές	
					📝 Φασματικές	
Ιδιοτιμές / Ιδιομορφές				mm		
Έλεγχος μεταθετότητας					📃 Εκτύπωση Ενδ. Σημείων	
					ΟΚ Ακυρωση	

Σχήμα 3.11: Καθορισμός είδους αποτελεσμάτων αναφοράς

	Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
Max Fx	Ράβδος: 44	5 LC:	ULA64 CMB			
	564	-79.3	2.4	0.118	-9.13	-219
lin Fx	Ράβδος: 17	3 LC:	ULS17 CMB			
	-414	-367	0.0441	0.0226	0.0234	-1.33e+03
Max Fy	Ράβδος: 44	7 LC:	ULS08 CMB			
	-128	476	-0.0624	0.00123	0.136	495
lin Fy	Ράβδος: 46	8 LC:	ULS08 CMB			
	-132	-477	0.0568	-0.00125	0.162	497
fax Fz	Ράβδος: 14	82 LC:	ULS16 CMB			
	-90.4	92.8	26.2	-0.0258	24.6	-330
lin Fz	Ράβδος: 14	83 LC:	ULS16 CMB			

Σχήμα 3.12: Παράδειγμα αναφοράς αναπτυσσόμενων εντατικών μεγεθών

## 3.5 Έλεγχος διατομών - μελών

Από την προηγούμενη διαδικασία παραγωγής αναφορών, ο μελετητής έχει καταλήξει σε ποιες διατομές απαιτείται να χρησιμοποιήσει προκειμένου να επιτυγχάνονται οι απαιτήσεις λειτουργικότητας.

Με χρήση της υπορουτίνας του λογισμικού «Έλεγχος μελών» επιτυγχάνεται να ελεγχθεί εάν οι συνδυασμένες δράσεις που δρουν επί της κατασκευής προκαλούν ανάπτυξη εντατικών μεγεθών που μπορούν να αναληφθούν με ασφάλεια από τα στοιχεία του φορέα.

Προς τούτο, εντός του περιβάλλοντος της υπορουτίνας επιλέγονται τα προς έλεγχο στοιχεία, για τα οποία πρέπει να δηλωθεί η ποιότητα του υλικού τους (π.χ. S355).

Προκειμένου, να γίνει ο απαιτούμενος έλεγχος πρέπει να δοθούν τα κατάλληλα εκείνα στοιχεία, ώστε να προσομοιώνεται το πραγματικό μοντέλο του στοιχείου.

Έτσι, τα συγκεκριμένα στοιχεία αφορούν στις συνθήκες έδρασης και σύνδεσης των άκρων του στοιχείου, αλλά και στην ενδεχόμενη παρουσία κόμβου κατά μήκος αυτού στον οποίο να υπάρχει εξασφάλιση έναντι στρεπτοκαμπτικού λυγισμού.

Ως παράδειγμα μπορεί να δοθεί το υποστύλωμα του φορέα ο οποίος παρουσιάζεται στην παρούσα διπλωματική εργασία, για το οποίο ισχύουν τα κάτωθι:

- Ο κάτω κόμβος του κάθε υποστυλώματος είναι εξασφαλισμένος έναντι στροφής στο επίπεδο XY και έναντι μετάθεσης στο επίπεδο XZ.
- Ο πάνω κόμβος του κάθε υποστυλώματος είναι εξασφαλισμένος έναντι μετάθεσης (και όχι στροφής) και στα δύο επίπεδα.
- Κατά μήκος του υποστυλώματος στις θέσεις όπου συντρέχουν με αυτό οι κεφαλοδοκοί, μπορεί με ασφάλεια να θεωρηθεί ότι είναι σημεία όπου υπάρχει εξασφάλιση έναντι μετάθεσης, με αποτέλεσμα να μειώνεται ουσιωδώς το μήκος λυγισμού.

Περιπη	τώσεις Φόρτισης <mark>Κά</mark>	άμψη ΧΥ	Κάμψη XZ	Στρεπτοκαμπτικός Λυγισμός	Αποτελέα	σματα	]
Κατάλα	ογος δεσμεύσεων				_	Κόμβο	ι χωρίς δεσμεύσεις
A/A	Κόμβος (mm)	Δέσι	μευση	η		A/A	Κόμβος (mm)
1	N1 (0.000)	🔺 Σ	τροφής	0.0000		1	N2 (4500.000)
2	N5 (14000.000)	🔺 N	1ετάθεσης	1.0000	<<	2	N3 (9000.000)
					>>	3	N4 (11000.000)

Σχήμα 3.13: Καθορισμός χαρακτηριστικών μέλους προς ανάλυση

Η συγκεκριμένη υπορουτίνα προσφέρει τη δυνατότητα στον μελετητή να ελέγξει την επάρκεια ενός μέλους και μιας διατομής αποκλείοντας έναν ή και περισσότερους συνδυασμούς δράσεων. Αυτή η δυνατότητα σε συνδυασμό με τη σχηματική παρουσίαση των διαγραμμάτων αξονικών και τεμνουσών δυνάμεων και καμπτικών ροπών, επιτρέπει στον μελετητή να βελτιστοποιήσει την επιλογή των διατομών, προσφέροντας επαρκή εποπτεία επί των αναπτυχθέντων επιπονήσεων.

Μετά τον έλεγχο επάρκειας των διατομών και των μελών, τα αποτελέσματα παρουσιάζονται πινακοποιημένα.

Στον πίνακα κάθε στήλη αντιστοιχεί σε ένα μέλος που ζητήθηκε να ελεγχθεί και περιλαμβάνει στοιχεία όπως:

- Τη διατομή του μέλους
- Τη μέγιστη δυσμενέστερη τιμή χρήσης αυτού
- Την τάξη της διατομής
- Τους επιμέρους λόγους χρήσης του μέλους έναντι κάμψης, διάτμησης, εφελκυσμού και συνδυασμού αυτών
- Τον συνδυασμό δράσης στον οποίο εμφανίζεται η μεγαλύτερη επιπόνηση του μέλους.

Περι	πτώσ	εις Φόρτισης	Κάμψη ΧΥ	Κάμψη ΧΖ 🛛 Στρ	οεπτοκαμπτικ	ός Λυγισμός	Αποτελέσματ	α						
And	στελέσμ	ιατα ανάλυσης	μελών	•	]									
	A/A	Ράβδος	Διατομή	Μέγιστη Τι	Τάξη	K+A+∆(y,z)	Εφελκυσμός	Διάτμηση Υ	Διάτμηση Ζ	K+Θ	LTB K+ O	LTB K+A	UF	Φόρτιση
0	1	m1	HEB800	0.804	1	0.160	0.046	0.114	0.000	0.435	0.000	0.804	0.000	ULS17
0	2	m2	HEB800	0.787	1	0.130	0.038	0.099	0.000	0.787	0.000	0.345	0.000	ULS05
0	3	m3	HEB800	0.283	1	0.021	0.000	0.030	0.000	0.283	0.000	0.000	0.000	ULA01
0	4	m5	HEB800	0.787	1	0.130	0.019	0.099	0.000	0.787	0.000	0.345	0.000	ULS05
0	5	m4	HEB800	0.789	1	0.155	0.029	0.141	0.000	0.432	0.000	0.789	0.000	ULS17
0	6	mб	HEB800	0.789	1	0.155	0.029	0.140	0.000	0.431	0.000	0.789	0.000	ULS17

Σχήμα 3.13: Ενδεικτικό παράδειγμα αποτελεσμάτων ελέγχου μελών

Εν συνεχεία ο μελετητής μπορεί να ζητήσει την παραγωγή και εξαγωγή από το πρόγραμμα αναφοράς των αποτελεσμάτων.

ПРОГРАММА :	INSTANT - Copyright C.C.S. AE
APXEIO :	ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ
EPFO :	
HM/NIA :	
MHXANIKOE :	
KANONIEMOE :	EN 1993.1.1 (2005)
ΜΟΝΑΔΕΣ :	[mm] [kN] [deg]
Επί μέρους συντελ	εστές ασφαλείας:EN 1993.1.1 (2005)
γm0 = 1.000, γm1 ;	τάξης 4 = 1.000, γm1 λυγισμού = 1.000, γm2 = 1.250, γmw = 1.250

#### Πίνακας αποτελεσμάτων

Τ				Ελεγ	χος Δια	τομής		-Μέλους-Ι	Στρ/	κός Λυγι	σμόςΙ
1	Μέλος	Π.Φ	Τά ξη	K+A+∆ (y, z)	Εφελκ.	Διατμ.Υ	Διατμ.Ζ	Κα+Θλ	Κα+Θλ	Κα+Εφ	UF
1		<u> </u>			<u> </u>	I	II				
	m1	39	1	0.160	0.046	0.114	0.000	0.435	0.000	0.804	0.0001
	m2	27	1	0.130	0.038	0.099	0.000	0.787	0.000	0.345	0.0001
	m3	44	1	0.021	. 0.000	0.030	0.000	0.283	0.000	0.000	0.0001
	m5	27	1	0.130	0.019	0.099	0.000	0.787	0.000	0.345	0.0001
	m4	39	1	0.155	0.029	0.141	0.000	0.432	0.000	0.789	0.0001
	m6	39	1	0.155	0.029	0.140	0.000	0.431	0.000	0.789	0.0001

Σχήμα 3.13: Ενδεικτική αναφορά αποτελεσμάτων ελέγχου μελών

# 3.6 Έλεγχος συνδέσεων - εδράσεις

Μέσω της υπορουτίνας ελέγχου το συγκεκριμένο πρόγραμμα δίνει την δυνατότητα στον μελετητή να σχεδιάσει και να ελέγξει τις διάφορες συνδέσεις μεταξύ των στοιχείων που αποτελούν τον φορέα αλλά και αντιστοίχως τις εδράσεις.

Προκειμένου αυτό να καταστεί δυνατό δημιουργείται αρχείο ελέγχου σύνδεσης, στο οποίο αρχικά ορίζεται το είδος της σύνδεσης ή της έδρασης.



Σχήμα 3.13: Καθορισμός είδους έδρασης ή σύνδεσης κατά τον έλεγχο της

Συγκεκριμένα στο παραπάνω σχήμα παρουσιάζεται η εισαγωγή νέας έδρασης υποστυλώματος μορφής Η, σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 3.

Εν συνεχεία επιλέγεται η συσχετισμένη εργασία, από την οποία η υπορουτίνα θα λάβει τα στοιχεία εντατικών μεγεθών καθώς τη θέση τη σύνδεσης ή της έδρασης (κατά περίπτωση) απ' όπου θα λάβει στοιχεία που αφορούν τη γεωμετρία και το είδος των διατομών.

Προχωρώντας στον σχεδιασμό της έδρασης ή της σύνδεσης, δίνονται στοιχεία που αφορούν σε στην γεωμετρία και την ποιότητα των επιμέρους στοιχείων αυτής. Ενδεικτικά αναφέρονται ως στοιχεία, οι διαστάσεις και η ποιότητα μιας πλάκας έδρασης ή μιας μετωπικής πλάκας σύνδεσης, ο αριθμός, η θέση, η διάμετρος και η ποιότητα ήλων και αγκυρίων, το πάχος συγκολλήσεων κ.α.

Εργαα	τία <mark>Συνδέσεις</mark> Ανάλυο	זיז		
Πρ	οοσθήκη	Διαγραφι		
Eni	\εγμένη σύνδεση			
<	ΕΔΡΑΣΗ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤ	τος 🔹	>	F <sub>8</sub> F <sub>y</sub> F <sub>2</sub> M <sub>8</sub> M <sub>y</sub> M <sub>2</sub>
		—⊳ MSd	<b>^</b>	75
•	Ράβδοι			n n 175
	B/C		.	
	Διατομή	HEB800		
	🗄 Χαρακτηριστικά		=	
	Ποιότητα	S355		
	Ράβδος συσχετισμέν	B841		
•	Πλάκα			HEB800
	🖃 Πλάκα έδρασης			
	🖃 Διαστάσεις			
	hp	1100.00 mm	.	
	bp	650.00 mm		
	tp	30.00 mm		500
	Ποιότητα	S355		
	Ξ Σχήμα			
	Διάταξη αγκυρίων			<u>↓1100</u>
	Διάταξη	10/c		1100
	e2	75.00 mm		

Σχήμα 3.14: Καθορισμός επιμέρους στοιχείων έδρασης προς έλεγχο

Σε κάθε σημείο του σχεδιασμού της σύνδεσης ή της έδρασης, ο μελετητής έχει τη γεωμετρική εποπτεία αυτής, βοηθώντας τον να αποφύγει πρόδηλα σφάλματα γεωμετρίας που μπορεί να σχετίζονται π.χ. με μονάδες μέτρησης.

Για να ελεγχθεί η σύνδεση από το λογισμικό ζητείται από τον μελετητή να προχωρήσει στην ανάλυσή της και την παραγωγή της αντίστοιχης αναφοράς.

Στην υπόψη αναφορά περιέχονται στοιχεία επάρκειας της σύνδεσης κατηγοριοποιημένα ανά είδος (π.χ. αντοχή συγκολλήσεων, λόγος αναπτυσσόμενης διάτμησης προς αντοχή σε διάτμηση κ.α.) και ανά συνδυασμό φόρτισης.

	120000000000000000000000000000000000000	997 A. (	0.00	1.1	0.00	1.1	
ULA16	Ικανοποιεί	0.71	0.00		0.00		0.19
ULA17	Ικανοποιεί	0.71	0.00	1	0.00	1	0.00
ULA18	Ικανοποιεί	0.71	0.00	1	0.00	1	0.01
ULA19	Ικανοποιεί	0.71	0.00	1	0.00	1	0.08
ULA20	Ικανοποιεί	0.71	0.00	1	0.00	1	0.13
ULA21	Ικανοποιεί	0.71	0.00	1	0.00	1	0.00
ULA22	Ικανοποιεί	0.71	0.00	1	0.00	1	0.02
ULA23	Ικανοποιεί	0.71	0.00	1	0.00	1	0.10
ULA24	Ικανοποιεί	0.71	0.00	1	0.00	1	0.14
Μέγιστοι λόγοι							
Δυσμενέστερη σι Μέγιστη καταπόν	μπεριφορά σε διά νηση ανά αγκύριο	γραμμα αλ Νj / αντο	ληλεπί χή NRd	δρα	σης		Ικανοποιεί
Μέγιστος λόγος	από έλεγχο νευρώ	σεων					0.00
Τέμνουσα δύναμι	η στοιχείου διάτμ	ησης VSd	/ Διατ	μητ	ική δύ	ναμ	n VRd: 0.00
Ελάχιστο πάχος	συγκόλλησης / Πά	χος συγκά	λλησης	(x	ρήστη)		: 0.42

Σχήμα 3.13: Ενδεικτική αναφορά αποτελεσμάτων ελέγχου έδρασης

# 4 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται οι τελικώς επιλεγείσες διατομές για κάθε στοιχείο του μεταλλικού φορέα ξεχωριστά και για τις τέσσερις διακριτές επιλύσεις του. Επιπρόσθετα, παρουσιάζονται στοιχεία που αφορούν στον λόγο απόδοσης της εκάστοτε διατομής, το σημείο που παρουσιάζεται, τον συνδυασμό στον οποίο προκύπτει η μέγιστη επιπόνηση, καθώς και στοιχεία που αφορούν σε μετατοπίσεις κρισίμων κόμβων. Επιπλέον στο τέλος κάθε υποκεφαλαίου παρουσιάζεται ο σχεδιασμός της έδρασης των υποστυλωμάτων.

# 4.1 Μορφή Α'

## 4.1.1 Υποστυλώματα

Η τελικώς επιλεγείσα διατομή είναι η ΗΕΒ800 (S355).

Η δυσμενέστερη φόρτιση για τα υποστυλώματα προκύπτει σε ένα εκ των γωνιακών υποστυλωμάτων για το συνδυασμό ULS17. Ο λόγος απόδοσης του υποστυλώματος για αυτό τον συνδυασμό δράσης είναι 0,804 και παρουσιάζεται έναντι στρεπτοκαμπτικού λυγισμού.

Indexter         Array and Array a	CH. AND M															
	anna Braynai gradatair	Despected	b	nlegii, Tu	uniform De	(Aus										- 87
Taynetic Miles	holium		DØ	8.#1ehe	600	000	6 BL	h pp.	000	Sel Bacher	Fa Ma Ma 1	h				
Kentheyes; Michael Aria Michael 1 ml 2 ml	News(), Aerrops), Destroyed 14000.000 HEBDO 5255 14000.000 HEBDO 5255	A A A A A A A A A A A A A A A A A A A						and the								
3 m3 4 m3 5 m4 8 m8	14000.000 HEBBOD \$155 14000.000 HEBBOD \$155 14000.000 HEBBOD \$155 14000.000 HEBBOD \$155	-	+			XX										
Ashoptory pill Dyope	lenc nd					$\mathbb{X}$										0
Mexes	14000.000 mm												1	2		
Autrope)	HEBROO	There	-	nuc Prigton	C Kings IV	Keyen X2	Instructure	тибс/манирос	Anenhigan							
Postnym Oldosere mil	S255	-	-534	urs a-Shar	N Jahor		•									
Depapertation	n trythe[]	123	A/A	Papilos :	Auroupt	Mayon_	- Telg	K+A+d(j(x)	Τρολοπράς	Juinurym V	Automore Z	Kell	LTEX-D	LTILK+A	UF .	Ødgraim
			τ	111	HEBBIO	0.804	- 1	8380	0.046	0.334	0.000	9,435	0.000	0.804	0.000	01517
		- 9	5	rel	HEBBOO	0.289	1	0.155	8.629	0,541	0.000	3.432	0.000	0,789	0.900	ULSI7
Minut		112		116	HE38000	0.789		0.155	0.029	0.140	0.000	DAIL	0.000	0.789	0.000	0.50
10000			3	-	140,0000	0.307		0.130	0.008	0.000	0.000	0.787	1.000	0.345	0.000	10,000
		18	1	mil	14[2800	6.383		0.071	0.000	0.000	0.000	0.283	0.000	0.000	0.000	ULAN
																and a second second second

Σχήμα 4.1: Αποτελέσματα ελέγχου μελών υποστυλωμάτων υποστέγου μορφής Α'

Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται ο τρόπος με τον οποίο προσομοιώνεται ο τρόπος έδρασης των υποστυλωμάτων. Συγκεκριμένα, κατά τον ορισμό των προς έλεγχο μελών, ορίστηκε ότι ο κάτω κόμβος είναι εξασφαλισμένος έναντι στροφής κατά το επίπεδο XY και έναντι μετάθεσης στο επίπεδο XZ.

PETRAT - PROTIVACIMATA websi							C.11 A1
	rogears fanjorn to	sheyes. Chapterhan	E Baryllout				-
SED.				and the second			
pentar Melve Availunte	0.00		000000 N N	ppp ==	The Party Sec Market		
Never The Co	Invested						
A Miles Myrec's Annual	Deutrope						
	\$255						
m2 14000.000 HEBBOD	\$255						
and 14000.000 HEBB00	\$255						
-m5 14000.000 HEBBOD	\$255						
	5755			3.0			
	\$255			1.000			
Articulus pilkong							
Overan mil							
Attanci 1.6006.000-a							
Aarnoyat, HE8000	100000		The second second				
β." Aret 33406.000 m	m2	In Platence Key	ad the probability of the second second	Anyopox Constitute	Marks		
Desimpte \$255	Kanishinon	(Betastimes)			Hadle pupi benariow;		
Diddates wilse Deiffepe	AGA (A	industrieved	America In	and a second	A/A Kouding (nem)		<ul> <li>Environmentations</li> </ul>
Expension mushel[1]	1.1	(0.000)	A 21000010 0.0000	6.50	1 142 (#500.000)		(parahaut)
	2.14	5 (3.4000.000)	A Manadeure Accurrent \$20000	Let	2 140 (9000.000)		C. Secondar
	and the second s		1.0000-1-1-00000-	Land	3 No. (13)00.0001		C. L'ANNEL
				and a second			<ul> <li>Recolution;</li> </ul>
0.000	mine has			1. Aug			C Twhy 0.000
	10.00		R	A Research and and		Manual Association of Control of	
	A14	all hours	Burcines,	Mission, growp		patienc universe tunal	
	2.14	1 (0.000)	40 (Jane 200)	14000-000	+.700	and and	
							C
							the second se

Σχήμα 4.2: Καθορισμός δεσμεύσεων υποστυλώματος στο επίπεδο ΧΥ

Η μέγιστη μετατόπιση της κεφαλής υποστυλώματος σε όλες τις οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας είναι 8,76 mm (8,41 mm κατά x και 2,46 mm κατά z) και παρουσιάζεται στον συνδυασμό SLS04 στην κεφαλή του πρώτου υποστυλώματος. Η μέγιστη μετατόπιση του σημείου σύνδεσης του υποστυλώματος με το δικτύωμα είναι 16,8 mm και παρουσιάζεται στον συνδυασμό SLS05 στο τέταρτο υποστύλωμα.

## 4.1.2 Δοκοί πλαισίου

Η τελικώς επιλεγείσα διατομή είναι η SHS260x8 (S355).

Η δυσμενέστερη φόρτιση για τις δοκούς του πλαισίου προκύπτει στο πρώτο πλαίσιο για το συνδυασμό ULS17. Ο λόγος απόδοσης μέλους για αυτό τον συνδυασμό δράσης είναι 0,805 και παρουσιάζεται έναντι κάμψης μέλους.

Argon Ter	pitran Anthony	Arequist 1	Gentleman	1	Anysii N	nestros da	the				_							
0.990	N																	
pytona Miles	Avalues		0.0	0 M	101	066	00000	DX.	M PP	P 610	The Fr	Sec. Party	Play and a second	a second second	e de la composition de	1000011	1.1.1	
Central Andrews	Section 1	Anypopt				11		44	445	5PT	REE	A K	R R R		1000	- C	- Entr	
A/A Milec	More - Derman	Beim. A				- 10	# 7.S-	KR.	SP4CI.	10151		417		بليلاك	سيقدر لقرراني	a a a a	121	
1 ed	1001.258 5360-d	\$255					the sup		A SA	4812	261				<del>et t</del> it	えんた	1.487	
2 m2	1001.258 530-8	\$255					14 7 5	土木	24-15	YARK.	14-1	1-1-1-1	MM	MACK.	فالجف فليك	1 1 1	115	
3 -06	20001.258 5390-8	1215					111854	40	ZARKE	PART	1-1-1-	A PART	12.20		-		75 A.A	
4 =0	33005.258 5260-8	\$255					IMA AS	VK	T-A-A-M	111	104-1	1		$M^{2}$	1.18	9-9-4-		
5 ml	1001.258 (200-0)	5255					1.118-15	SP	THE	Spape	CHK	1.42	17-18-V	12.24	YYY)	<u> </u>		
4 -0	33001.258 5260-00	\$255					LAND-275	-	CE DA	1-15	F. W.	1 SKK	TAA	AAAA	M/M	CK-K-K		3
7 ml	33001.258 5260-8	\$255					IN KI	San			417 J K			10 AN 10 A				
*d	WINN HIT CHILA	CHA *					NA 3	151	15524	354	CTD4	200						4
Ashead on 10	lane.						THE S	154	HAD	KIND								1
Dvopa	and .						- IVA	1		L								1
6.6(arc)	13093.254	C state					1.11		State									
Avenuet	5200-8						1.08	1										
§*Anet	7866.000	rem2					10											
Поютути	\$255						40.											
Childrame M/	las Megneç 8	is special ve	Constant of the local division of the local			a later the bits	And the second second	10.000		Lange de la company	-							
Levelation	ot, tripille		1 hopes	the state	or extend	CERONALITY.	Anyope Ad. Lines	#1000µ	THEIR, ON WHEN	Amorticicity								_
			An	-Ma		Kuthin	+).											
			1	A'A	Papilos.	<b>Avenigh</b>	Month Tu-T	alin	10-6-86(3)	Datheorphic	deligences T	Labourn Z	K-0	178 X-0	LTE C-A	UF.	(Bopmers)	4
Miright			0	1	mi	1200-8	0.805	2	0.115	8.335	0.288	0.001	0.805	0.000	0.000	6.000	UK:217	
			0	2	m2	5260-6	0.317	2	0,140	0.034	0.000	0.013	0.337	6.000	0.015	0.000	UK:587	
			0	1	mb	\$200-6	0.740	2	0.284	0.100	0.024	0.005	0.740	0.000	0.215	0.000	14.925	1
			0	4	m7	\$260-8	6.317	2	0.151	0.053	6.817	0.083	0.337	0.000	0.040	0.000	UL\$85	
			0	7	mð	5260-8	0.664	1	0.252	0.009	0.528	0.029	0.664	0.000	0.088	0.000	UL585	
			0		real	\$200.0	0.712	2	838	0.100	0.005	0.004	6.732	0.000	0.218	0.000	ULSIS	
			0	.5	mit	\$260-00	0.629	1	0.400	8.015	0.003	0.065	0.623	0.000	0.008	0.000	ULSON	
edv.			6	3	ent	\$260-00	0.620	î	0.400	8.015	0.000	0.065	0.623	0.000	0.008	6.000	ULSON deg Kg	1.04

Σχήμα 4.3: Αποτελέσματα ελέγχου μελών δοκών υποστέγου μορφής Α'

Η μέγιστη βύθιση της κορφιά σε όλες τις οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας είναι 80,5 mm και παρουσιάζεται στον συνδυασμό SLS05 στο πέμπτο πλαίσιο. Η μέγιστη βύθιση του κορφιά στο πρώτο πλαίσιο λαμβάνοντας υπόψη το σύνολο των συνδυασμών δράσεων είναι 98 mm και παρουσιάζεται στον συνδυασμό ULS05. Το ίδιο σημείο βυθίζεται υπό τη δράση μόνο των ιδίων βαρών κατά 44,6 mm.

#### Αποτελέσματα

Αρχείο:	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕ	VIKO				
ΕΡΓΑΣΙΑ:	ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑΙ	ISPLAC				
Λίστα Ανα ( 10) SLS ( 11) SLS ( 12) SLS	φοράς Στατικών 301 CMB 302 CMB 303 CMB	Φορτίσεων				
( 13) SLS ( 14) SLS ( 15) SLS ( 16) SLS	04 CMB 05 CMB 06 CMB 07 CMB					
( 17) SLS ( 18) SLS ( 19) SLS	08 CMB 09 CMB 10 CMB					
( 20) SLS ( 21) SLS ( 22) SLS	11 CMB 12 CMB 13 CMB					
Περίληψη	Μετατοπίσεων -	Στατικές Φορ	τίσεις			
	dX (mm)	dY (mm) d	Z (mm)	Rx (rad)	Ry (rad)	Rz (rad)
Max dX	Κόμβος: 320 5.81	LC: SLS01 CM -18.5	B -4.77	-0.000153	-3.75e-05	-1.51e-05
Min dX	Κόμβος: 782 -0.0964	LC: SLS03 CM 0.0679	B 16.8	-0.0073	1.09e-05	-3.25e-08
Max dY	Κόμβος: 12	LC: SLS04 CM	B 10.1	0.00011	5-40-07	1.7=07
Min dY	Κόμβος: 320 0.00158	LC: SLS05 CM -80.5	B 5.68	5.05e-05	7.75e-08	-1.38e-07
Max dZ	-0.0964	0.0679	16.8	-0.0073	1.09e-05	-3.25e-08

Σχήμα 4.4: Αναφορά μετατοπίσεων κορφιά υποστέγου μορφής Α' στο σύνολο των συνδυασμών που αντιστοιχούν στις Οριακές Καταστάσεις Λειτουργικότητας

## 4.1.3 Τεγίδες

Η τελικώς επιλεγείσα διατομή είναι η ΗΕΑ 140 (S355).

Η δυσμενέστερη φόρτιση για τις τεγίδες προκύπτει για την ακριανή τεγίδα του πρώτου ανοίγματος και για το συνδυασμό ULS17. Ο λόγος απόδοσης μέλους για αυτό τον συνδυασμό δράσης είναι 0,917 και παρουσιάζεται έναντι κάμψης.

BANANTA (ILLANDA) 2) Angelo: Tapatoum, Anthony, Annances, 1 1) (2) (2) (2)	Ipedioles Instance ()	anthan Beethin								. *
and a contract of the contract			00 <b>0</b> 4	-	0 C 1. 1.	y Martha Martha				
tenthouse, Muhan Paramitran danapopti -										
A/A Miles Missect-Jarman Rostman	THE CONTRACTOR				4		4			
1 mil 5800.000 H6A140 5355		$\times$		$\rightarrow \times$		$\rightarrow$				
2 m2 5000.000 HEA140 5355										
3 mJ \$890,000 HE4140 \$355										
4 HH4 5000-000 HEA140 \$150										
		$\wedge$								
Astropolum pathoney										
Ovepa ml	222 3									
Migray 2000,000 mm										
A Local 1140 000 mm <sup>2</sup>										
Ouderstan USS										
Oldsere milan Deiftran	15					la				
Logopermanov, mithe	Repressione Department	c Keyes IV Keyes	2 Durmouper	twite, Anyonyales, Amorea	loopame .					
	Annihinary adher	nç unitaire	1							
	A/A Paplies	Averaget - Mayor	n Tu- Tela	K+A+A(j,z) Equiv	ναμές διάτμηση Υ	dationer Z X+0	LTE K+D	LTD K+A	UF.	Pipnos
Wingst	0 1 +4	HEAD40 0.J	59 2	8,171 0.0	20.0 00	0.012 0.059	6.000	0.000	0.000	VL905
	0 2 112	HEAD40 0.3	17 2	0.342 0.0	00 0.025	1.012 0.733	8,000	0.000	0.000	UL305
	O 3 HI	HEADAD 0.5	17 2	0.325 0.1	000.3 000	8.000 0.913	1000	0.000	0.000	0.317
	0 4 mi	HEADAD 0.5	2 2	0.117 0.1	07 0.000	8.000 5.000	1,000	0.571	0.300	01317

Σχήμα 4.5: Αποτελέσματα ελέγχου μελών τεγίδων υποστέγου μορφής Α'

## 4.1.4 Κατακόρυφα στοιχεία ζυγώματος

Η τελικώς επιλεγείσα διατομή είναι η SHS120x5 (S355).

Η δυσμενέστερη φόρτιση για τα κατακόρυφα στοιχεία του ζυγώματος προκύπτει για ένα από τα διαγώνια στοιχεία στο δεύτερο πλαίσιο για το συνδυασμό ULS17. Ο λόγος απόδοσης της διατομής για αυτό τον συνδυασμό δράσης είναι 0,691 και παρουσιάζεται έναντι εφελκυσμού.

Г	Ιερι	πτώσ	εις Φόρτιση	ς   Κάμψη ΧΥ   Κάμψη ΧΖ   .	Στρεπτοκαμπτικός Λ	υγισμός Αποτελέα	σματα				
[	Апо	τελέσι	ματα ελέγχου	διατομών	•						
		A/A	Ράβδος	Διατομή	Μέγιστη Τιμή 🔍	Τάξη	K+A+∆(y,z)	Εφελκυσμός	Διάτμηση Υ	Διάτμηση Ζ	Φόρτιση
	0	184	B184	S120x5	0.691	1	0.000	0.691	0.000	0.000	ULS17
	0	279	B279	S120x5	0.691	1	0.000	0.691	0.000	0.000	ULS17
	0	213	B213	S120x5	0.634	1	0.634	0.000	0.001	0.000	ULS17
	0	276	B276	\$120x5	0.634	1	0.634	0.000	0.001	0.000	ULS17

**Σχήμα 4.6:** Αποτελέσματα ελέγχου διατομών κατακόρυφων στοιχείων ζυγώματος υποστέγου μορφής Α'

## 4.1.5 Οριζόντιοι σύνδεσμοι ακαμψίας

Η τελικώς επιλεγείσα διατομή είναι η SHS100x8 (S355).

Η δυσμενέστερη φόρτιση για τους οριζόντιους συνδέσμους ακαμψίας προκύπτει μεταξύ των δύο τελευταίων πλαισίων για το συνδυασμό ULS05. Ο λόγος απόδοσης μέλους για αυτό τον συνδυασμό δράσης είναι 0,816 και παρουσιάζεται έναντι κάμψης.



**Σχήμα 4.7:** Αποτελέσματα ελέγχου μελών οριζόντιων συνδέσμων ακαμψίας υποστέγου μορφής Α'

## 4.1.6 Κατακόρυφοι σύνδεσμοι ακαμψίας στέγης

Η τελικώς επιλεγείσα διατομή είναι η SHS100x8 (S355).

Η δυσμενέστερη φόρτιση για τους κατακόρυφους συνδέσμους ακαμψίας της στέγης προκύπτει μεταξύ των δύο τελευταίων πλαισιών για το συνδυασμό ULS03. Ο λόγος απόδοσης μέλους για αυτό τον συνδυασμό δράσης είναι 0,989 και παρουσιάζεται έναντι κάμψης.



**Σχήμα 4.8:** Αποτελέσματα ελέγχου μελών κατακόρυφων συνδέσμων ακαμψίας στέγης υποστέγου μορφής Α'

## 4.1.7 Κατακόρυφοι σύνδεσμοι ακαμψίας

Η τελικώς επιλεγείσα διατομή είναι η SHS100x8 (S355).

Η δυσμενέστερη φόρτιση για τους κατακόρυφους συνδέσμους ακαμψίας προκύπτει μεταξύ των δύο τελευταίων πλαισίων και για το συνδυασμό ULS03. Ο λόγος απόδοσης μέλους για αυτό τον συνδυασμό δράσης είναι 0,727 και παρουσιάζεται έναντι κάμψης.



**Σχήμα 4.9:** Αποτελέσματα ελέγχου μελών κατακόρυφων συνδέσμων ακαμψίας υποστέγου μορφής Α'

## 4.1.8 Κεφαλοδοκοί

Η τελικώς επιλεγείσα διατομή είναι η ΙΡΕ180 (S355).

Η δυσμενέστερη φόρτιση για τις κεφαλοδοκούς προκύπτει σε κεφαλοδοκό μεταξύ των δύο πρώτων πλαισίων για το συνδυασμό ULS08. Ο λόγος απόδοσης μέλους για αυτό τον συνδυασμό δράσης είναι 0,671 και παρουσιάζεται έναντι κάμψης.



Σχήμα 4.10: Αποτελέσματα ελέγχου μελών κεφαλοδοκών υποστέγου μορφής Α'

## 4.1.9 Μετωπικά υποστυλώματα

Η τελικώς επιλεγείσα διατομή είναι η ΗΕΒ300 (S355).

Η δυσμενέστερη φόρτιση για τα μετωπικά υποστυλώματα προκύπτει για το κεντρικό υποστύλωμα και για τον συνδυασμό ULS16. Ο λόγος απόδοσης της διατομής για αυτό τον συνδυασμό δράσης είναι 0,852 και παρουσιάζεται έναντι συνδυασμού κάμψης, αξονικής και διάτμησης.

Περ	ιπτώσ	εις Φόρτισης	Κάμψη ΧΥ Κάμψη ΧΖ	Στρεπτοκαμπτικός Λ	υγισμός Αποτελέ	σματα					
An	οτελέσμ	ιατα ελέγχου δια	νώμοτα	•							
	A/A	Ράβδος	Διατομή	Μέγιστη Τιμή 🛛 🔻	Τάξη	K+A+∆(y,z)	Εφελκυσμός	Διάτμηση Υ	Διατμηση Ζ	Φόρτιση	<u>^</u>
0	2284	B2284	HEB300	0.852	1	0.852	0.001	0.193	0.000	ULS16	
0	2333	B2333	HEB300	0.851	1	0.851	0.001	0.193	0.000	ULS16	
0	1431	B1431	S260x10	0.804	1	0.804	0.000	0.004	0.098	ULS03	
0	1499	B1499	S260x10	0.802	1	0.802	0.000	0.004	0.099	ULS03	
0	1432	B1432	S260x10	0.800	1	0.800	0.000	0.006	0.099	ULS03	
0	1500	B1500	S260x10	0.798	1	0.798	0.000	0.006	0.099	ULS03	
0	1603	B1603	HEA140	0.733	1	0.733	0.000	0.000	0.000	ULS17	
0	1604	B1604	HEA140	0.733	1	0.733	0.000	0.000	0.000	ULS17	
0	1605	B1605	HEA140	0.733	1	0.733	0.000	0.000	0.000	ULS17	
0	1602	B1602	HEA140	0.733	1	0.733	0.008	0.000	0.000	ULS17	-
						INSTANT	- ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ	.mdp		mr deg Kg	sec kN

**Σχήμα 4.11:** Αποτελέσματα ελέγχου διατομών μετωπικών υποστυλωμάτων υποστέγου μορφής Α'

#### 4.1.10 Έδραση υποστυλωμάτων

Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζονται οι συνθήκες έδρασης των υποστυλωμάτων. Η έδραση επιτυγχάνεται μέσω μεταλλικής πλάκας PL1100x650x30, η οποία συνδέεται με το θεμέλιο, ποιότητας C30, μέσω δέκα (10) αγκυρίων M24. Η διατομή του υποστυλώματος ενισχύεται από 2PL1100x600x20 τοποθετημένες διαμήκως.



Σχήμα 4.12: Ενδεικτική παρουσίαση έδρασης υποστυλώματος υποστέγου μορφής Α'

# **4.2 Μορφή Β'**

## 4.2.1 Υποστυλώματα

Η τελικώς επιλεγείσα διατομή είναι η ΗΕΒ800 (S355).

Η δυσμενέστερη φόρτιση για τα υποστυλώματα προκύπτει σε ένα εκ των γωνιακών υποστυλωμάτων για το συνδυασμό ULS17. Ο λόγος απόδοσης του υποστυλώματος για αυτό τον συνδυασμό δράσης είναι 0,892 και παρουσιάζεται έναντι στρεπτοκαμπτικού λυγισμού.

	CMATA.mdpl															1. 11 A
	a Popponia pombologi	Despera	-	alargais. The	untres de	eftere										
ayene Min Auto	em)	- 05		- (m)	666	6886	p Øx	h pp	POR	$= (c_0, c_0)$	Di Ma Ny F	<b>5</b> .				
Aria         Molecy         Mele           1         m6         Mele           2         m2         1400           3         m1         1400           4         m4         1400           5         m0         1400	Amminu         Jampsoph           002 - Jampsoph         Feedman           0000 - High700         5255           0.000 - High700         5255						D.	liter.								
Advantage of here		ŀ			T											
Andropolium pallanus, Diropo	al	ł														
<mark>Astropher pitters,</mark> Despit Misson, Δistroph β*And Πρώτετα	nd 14000.000 mm 468700 30600.000 mm2 5255	- Car	-	ne, Printer	c. Kelwen XX	Kauen 12 Ja		techs, forgettyds,	Amonal-Amo			6	2			
Anthropolous pathones Dirospis Missioni Santoph B * Avet Plosotrepis Olidopance mOyai	nd 14000.000 mm 468700 30600.000 mm2 5255 Davidupo	-		ers brüher Poblec	K. Kitarim XX.	Annes St. Ju	Tala	tends, /wympdc,	Americkinger	Autrusion V	Astruson Z	X+0	136-0	LTERA	w.	
Anthropolines pallones Dicopia Missioni Santopoli Bir Avett Ploadingta Oli-Qolgonies mitigan Tiryingantianganin tiryi	m2 14000.000 mm HET20 30600.00 mm2 S255 Decilips			nic Briansm ans artitum Poplicy mi	C. Repairs 10 Spatian Autopol HEE700	Navers SZ 319	Teln 1	тала, Лаунирас, (К+А+Δ(р.0) 9.200	Amertal-Simpler Equil-Sciences 0.050	<ul> <li>Autrusion Y 6,139</li> </ul>	. daityunsen, Z 8,000	K+0 8.507	LTE K-0 6.000	LTE K+A 0.892	0.00	Biomen
Απδομέτου μέλους Ονομο Μηριτη β.* Αναξ Παιότερια Ολήδηστα Πόγμα Συγκατηταιματή τη	nč 14000.000 mm 462100 30000.000 mm2 525 Ocologia Ocologia			ne Dianan ana Jolina Popios ni ni	с Караре 30 Бралин Антори НЕ2700 НЕ2700	(Kapara K2 1% Mapara K2 1% 0.892 0.714	Tala 1	K+A+Δ(p,0) 8,230 9,220	Americkinger Equiverspie 0.050 0.040	. Justruston V 6,259 6,356	datingarson; Z 8,000 8,000	K+0 6.507 6.500	LTB K-0 8.000 8.000	LTE K+A 0.892 0.714	UF 0.000 0.000	- 
Antingetres pellong Dicept Strang Santaph S*Anet Peotress Oligispere mOyet Zirysantempere kir	nd 14000.000 mm ndE120 30000.000 mm2 5255 Declaps	. 2 1 000	4/A 1 2 1	nc Diatan ana arithur Papiloc ni ni ni ni	с. Карара, 10 gyathia 462700 462700 462700	Хараян КС 374 Маратара 0.892 0.714 0.399	Toly 1	14454, Polyalijska, 1648-44(9,1) 16,200 10,210 10,211	Americkinger Optionspeig 0.050 0.040 0.055	Latrusson V 6,159 6,156 6,152	datinjarson, Z 8.000 8.000 8.000	K-0 6.587 8.500 0.399	LTB K-0 5.000 5.000 5.000	LTE K+A 0.992 0.714 0.530	L# 0.000 0.000 0.000	• • • • • • • • • • • • • • • • • • •
Antophysical pathons Dropia Misson Bir And Placingtes Oxforgene tolyan Zeynamissyonis try Minant	nč 14000.001 rom HERO S050.000 rom S055 Deologo de			esc Déartain ans avéluar Poplos mi mi mi mi mi	C. Repairs 10 gyathia HE2700 HE2700 HE2700 HE2700	Report 62 219 Mayoren 62 219 0.002 0.214 0.209 0.207	Tala 1 1	14455, Augustados, 8,220 9,220 9,230 9,237 9,024	Americkinger 0,050 0,040 0,000 0,000	6,159 6,150 6,152 6,255	Δαίτιμημη Ζ 8.000 8.000 8.000 8.000	K-0 6.587 8.509 9.207	LTE K-0 6.000 6.000 6.000	LTE K+A 0.892 0.714 0.538 0.000	LJF 0.000 0.000 0.000 0.000	850mm 91537 91537 91537 91537 91547

Σχήμα 4.13: Αποτελέσματα ελέγχου μελών υποστυλωμάτων υποστέγου μορφής Β'

Η μέγιστη μετατόπιση της κεφαλής υποστυλώματος σε όλες τις οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας είναι 10,11 mm (10,1 mm κατά x και 0,42 mm κατά z) και παρουσιάζεται στον συνδυασμό SLS05 στην κεφαλή του πρώτου υποστυλώματος. Η μέγιστη μετατόπιση του σημείου σύνδεσης του υποστυλώματος με το δικτύωμα είναι 20,7 mm και παρουσιάζεται στον συνδυασμό SLS04 στο τέταρτο υποστύλωμα.

## 4.2.2 Δοκοί πλαισίου

Η τελικώς επιλεγείσα διατομή είναι η SHS260x8 (S355).

Η δυσμενέστερη φόρτιση για τις δοκούς του πλαισίου προκύπτει στο πρώτο πλαίσιο για το συνδυασμό ULS17. Ο λόγος απόδοσης μέλους για αυτό τον συνδυασμό δράσης είναι 0,819 και παρουσιάζεται έναντι κάμψης μέλους.

INSTANT - MOKO	(mbj)																COL AND
	nan Andran J	kragoyan, N	langlaring	In	heyis, Te	estas la	the										- *
apena Milia A	alway.		05.3	1	1.19	600	0000	D Du	h pp.		10.84	r Ha Hy I	ė,				
Kambhayac, Mahan	Spotters .	Annaponet	120		Sec. 1	使用品	APR L	100	ALL DE LE PARTIE	and then	-						
A/A Milec M	Nation - Germani I	Inerry *	190	36	200		ALC: NO	1.44		ant they	2						
1 ml 11	001,258 5250-8 5	215	1000	10	- C.		1.11	J	a 12 6000	111 march							
2 m2 11	005.258 5350-8 5	215	1.00	97	100	1.1		1	111								
1 ml 11	005.258 5360-00 5	215	100	t: Pa	1. A. B.	Sec. 19.	1.00	10									
4 ==4 33	001,258 5260-8 5	015	1.1	1	1.81	19 - AL	1100	6110									
1 =0 11	001,258 5280-00 5	205	1.54		1.00		20 200	ye									
4 -4 31	001.298 5200-6	255	1.4			a wat	DEX DY										
2 m2 33	000 258 5260-8	255	1.1	4	100	Sector 2	111										
a and 10	WHI THE CHULK C	INA T	DX7	11	- L	1.00	NV C										
As forest up on the		1.001	14	V.	1	XX	Pro-										
Overant	and .	_		-	1	$V \times V$											
R.Biatry	13001,258 +	-															
(Aertoph)	1280-8		-	_						_	10						300
8" Anet	7866.000 m	e la	Theorem	Thursday.	ic. Polything	C Risin IX	Koppe XZ In	INTERNATION INCOME.	тиск, Лиципрос	Amonalicipant							
Courses a	\$255		Game	alla.	mu préhum	ciehiw											
Chilingson with	(i) EDdgruac, 6cm	njicapi/vie			Butter	Annua	Million To	Talla	Wata Mark	Industrie	Administra	Address 7	x+0	170.648	1784-4	100	(distant)
2 stantes and as a				-	and a	Child	0.815	2	0.122	0.000	6.171	0.002	0.819	6,000	6.014	6.000	18-07
				1		1365.4	0.730		0.002	0.074	4.178	0.017	0.710	8.000	6.317	0.000	10.125
			12	1	-	1365.15	0.673		0.414	0.015	0.000	4.003	0.475	1.000	0.000	0.000	La das
Nhat				1	and its	Chille	0.945	-	0.164	0.004	6.017	0.000	0.165	1.000	0.044	0.000	10.005
				1	-	C160-10	0.634		0.474	0.004	6.000	4.045	0.634	1.000	0.000	0.000	LINCLE
				-	-	CMLA	0.365		0.144	0.034	0.017	0.000	0.145	8,000	0.945	5.000	18.956
				2		CML4	0.721		0.001	0.300	0.007	0.007	0.712	2.000	8.000	0.000	00.003
				1	1	1244.4	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	2.000	0.100	0.000	CH DOS
			0		1100	Satorial.	0,003	4	0.004	9,080	1978	= 003	0.803	5000	0,08	0,000	22.90

Σχήμα 4.14: Αποτελέσματα ελέγχου μελών δοκών υποστέγου μορφής Β'

Η μέγιστη βύθιση της κορφιά σε όλες τις οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας είναι 91,4 mm και παρουσιάζεται στον συνδυασμό SLS05 στο πέμπτο πλαίσιο. Η μέγιστη βύθιση του κορφιά στο πρώτο πλαίσιο λαμβάνοντας υπόψη το σύνολο των συνδυασμών δράσεων είναι 114 mm και παρουσιάζεται στον συνδυασμό ULS05. Το ίδιο σημείο βυθίζεται υπό τη δράση μόνο των ιδίων βαρών κατά 51,3 mm.

Περ	Περίληψη Μετατοπίσεων - Στατικές Φορτίσεις														
		dX (mm)		dY (mm)	dZ (mm	) Rx (rad)	Ry (rad)	Rz (rad)							
Max	dX	Κόμβος:	320	LC: SLS01	CMB										
		7.55		-20.8	-4.6	5 -0.000148	-3.92e-05	-1.29e-05							
Min	dX	Κόμβος:	782	LC: SLS03	CMB										
		-0.109		0.0688	1	7 -0.00725	1.1e-05	-3.24e-08							
Max	dY	Kóußoc:	12	LC: SLS04	CMB										
		0.0287		86.4	-13.	6 8.71e-05	5.51e-07	-3.01e-09							
Min	dY	Κομβος:	320	LC: SLS05	CMB										
		0.00141		-91.4	6.4	1 7.9e-05	7.6e-08	-1.04e-07							
Max	az	κομρος:	702	TC: 27202	CMB										
		-0.109		0.0688	1	7 -0.00725	1.1e-05	-3.24e-08							
Min	dZ	Κόμβος:	89	LC: SLS04	CMB										
		0.0287		82.8	-14.	7 -8.7e-05	6.34e-07	2.16e-08							
	D	774	700	TC. CTCOC	C1/0										

**Σχήμα 4.15:** Αναφορά μετατοπίσεων κορφιά υποστέγου μορφής Β' στο σύνολο των συνδυασμών που αντιστοιχούν στις Οριακές Καταστάσεις Λειτουργικότητας

## 4.2.3 Τεγίδες

Η τελικώς επιλεγείσα διατομή είναι η ΗΕΑ 140 (S355).

Η δυσμενέστερη φόρτιση για τις τεγίδες προκύπτει σε τεγίδα μεταξύ των δύο πρώτων πλαισίων και για το συνδυασμό ULS17. Ο λόγος απόδοσης μέλους για αυτό τον συνδυασμό δράσης είναι 0,922 και παρουσιάζεται έναντι κάμψης.

INSTANT - ITERACE-wind														1.10.00
Argue Taylouth Archain Arrangest, 1	bellete te	days; De	pillups Bo	-										-
were Mile Anthem		1	600	0000	Du Du	6 PP	0 00	Sec. Per	te (Marthan	ц.,				
Asilian +	X		2			/CP								
Zevraleorat; nopalein (N(1993-1-1.2005)				-ANY		REP.L								
Disante avegeode 833apresit	< 1		-		- A-									
Epiptiving avapapete Kapala	N TA	1			<u>X</u> <u> </u>	125-		V						
Move yes the Sumprof (2)	4.2		14-11	1 1	200	200	$Z \rightarrow X$							
MiQiq		-	$\Delta \to X$	1-		1	3312							
Endoyt.Shan		$\sim 1$	1		11									
Antamphrylij âlhan		TP	1-C											
-m2 [2]	100		17	FAD	-	M INE								
. ml		190			-									
Περικτώκεις Φόρτικης		1												
Enderyl; Maer		X		1 1	$\Lambda =$									
Anisatulary6 Aluan				K Z										
r mo evect N			17			_								
2. ETBKAAYYWH	-		_											
L BAPCE MHRSLON	Remue	Inc Platenty	c : Kilynen XX	Keyen XZ 210	citritice di un	тикос, Аклумирос,	Anoralionper							
e Hemition Manager N	(Annullin	and south an	and in											
NOTE P			( permit											
Providence as ford the	A/A	Ρυβδος	damp4	Meyeren To	Table	Keike Migst)	Equiversity.	<b>Everymenty</b> V	duinunee Z	X+0	LTEK-0	LTE K+A	UF	Øsener
Elagor, Palain	0 1	-	HEADAD	0.819	- 2	0.185	0.000	0.023	0.002	0.919	0.000	0.000	0.300	VL905
	0 1	mž	HEADAD	0.822	2	0.325	0.008	8,000	0.000	9.922	6.000	6.000	0,000	191527
vat														
Προετομοσία κριγασίας														
Eventin audiours;														
H svoluon alaxivguilitye us etchula														

Σχήμα 4.16: Αποτελέσματα ελέγχου μελών τεγίδων υποστέγου μορφής Β'

## 4.2.4 Κατακόρυφα στοιχεία ζυγώματος

Η τελικώς επιλεγείσα διατομή είναι η SHS120x5 (S355).

Η δυσμενέστερη φόρτιση για τα κατακόρυφα στοιχεία του ζυγώματος προκύπτει για ένα από τα διαγώνια στοιχεία στο δεύτερο πλαίσιο για το συνδυασμό ULS17. Ο λόγος απόδοσης της διατομής για αυτό τον συνδυασμό δράσης είναι 0,702 και παρουσιάζεται έναντι εφελκυσμού.

Πε	ρητώς	κις Φόρτισης	; Κάμψη ΧΥ Κάμψη ΧΖ	Στρεπτοκομπτικός Λ	ωγισμός Αποτελ	έσματα					
A	nonshio	ματα ελέχχου	διατομών	•							
	A/A	Péßőoc	Διστομή	Μένιστο Τιμή	Téln	K+A+Δ(y,z)	Εφελκυσμός	Διάτμηση Υ	Διάτμηση Ζ	Φόρτιση	
C	184	8184	\$120x5	0.702	1	0.000	0.702	0.000	0.000	ULS17	-
	279	8279	\$120,5	0.702	1	0.000	0.702	0.000	0.000	ULS17	-
C	2276	82276	HEB300	0.701	1	0.701	0.000	0.179	0.000	ULS16	
c	2325	82325	HEB300	0.699	1	0.699	0.000	0.179	0.000	ULS16	
C	213	8213	\$120x5	0.646	1	0.646	0.000	0.001	0.000	ULS17	
C	276	8276	\$120x5	0.646	1	0.646	0.000	0.001	0.000	ULS17	

**Σχήμα 4.17:** Αποτελέσματα ελέγχου διατομών κατακόρυφων στοιχείων ζυγώματος υποστέγου μορφής Β'

## 4.2.5 Οριζόντιοι σύνδεσμοι ακαμψίας

Η τελικώς επιλεγείσα διατομή είναι η SHS100x8 (S355).

Η δυσμενέστερη φόρτιση για τους οριζόντιους συνδέσμους ακαμψίας προκύπτει μεταξύ των δύο τελευταίων πλαισίων για το συνδυασμό ULS05. Ο λόγος απόδοσης μέλους για αυτό τον συνδυασμό δράσης είναι 0,876 και παρουσιάζεται έναντι κάμψης.

Argent Lapitoine Auditaire Arraptier,	Theophyse Ex	Anyes, Day	attage for											-
Min Anium	e <b>3</b> (A	a later	000	<b>គ្</b> តខ្	(De )	h	9 D C	in the two	n ( Marina)	6				
Authorn .				1						1				
levitaleartic orgaliase \$N(1993-1-2.20050														
hurse svepept; Dispose					$\leftarrow$ t									
ppoven avagaptic Kepia							- 6							
Alve yet the Bungare V				1	100								100	
Ar3.q								<u> </u>						
Endersh Albert														
Anyohayi dhar					1	-		1		K		-	N.	
ml K														
m2 (V)														
Index Lines of Balances							<u> </u>	2		K			- K	-7
Indept-than														1
Anseth/anylj dikare														
EBO RAPOL IV													- K.	
ELECTVAAH IS.	-		_		125								_	1000
BAPOL MPRACON IF	Repettud	of Bobolast	Rouge II	Kappe 12 110	OWNERS	Twite, Augustyde,	Anothiogues							
NAME OF TAXABLE OF	Assession	and the local diversion of	intin											
AMERACCE 1. (KA) 12														
and an and an	A'A	Puplies :	(Antroph)	Meyotrop Tour	Teln	K+&+ (0,0	έφελουτρός	Detroyoph Y	Arthorn 2	K=0	LTB.K+D	LTB K+A	UP .	Bipto
BANORS Picher	01	red.	\$208-6	0.628	4	0.308	0.000	6.000	0.000	0.626	0.000	6.000	0.000	UL905
	0 1	m2	5205-8	0.876	1	8,355	0.000	\$.000	0.000	0.876	0.000	0.000	0.000	01,505
por regarda spirataç														
Handlaute closificatilities us an tusin														

**Σχήμα 4.18:** Αποτελέσματα ελέγχου μελών οριζόντιων συνδέσμων ακαμψίας υποστέγου μορφής Β'

## 4.2.6 Κατακόρυφοι σύνδεσμοι ακαμψίας στέγης

Η τελικώς επιλεγείσα διατομή είναι η SHS100x8 (S355).

Η δυσμενέστερη φόρτιση για τους κατακόρυφους συνδέσμους ακαμψίας της στέγης προκύπτει μεταξύ των δύο τελευταίων πλαισίων για το συνδυασμό ULS03. Ο λόγος απόδοσης μέλους για αυτό τον συνδυασμό δράσης είναι 0,989 και παρουσιάζεται έναντι κάμψης.



**Σχήμα 4.8:** Αποτελέσματα ελέγχου μελών κατακόρυφων συνδέσμων ακαμψίας στέγης υποστέγου μορφής Β'

## 4.2.7 Κατακόρυφοι σύνδεσμοι ακαμψίας

Η τελικώς επιλεγείσα διατομή είναι η SHS100x8 (S355).

Η δυσμενέστερη φόρτιση για τους κατακόρυφους συνδέσμους ακαμψίας προκύπτει μεταξύ των δύο τελευταίων πλαισίων και για το συνδυασμό ULS03. Ο λόγος απόδοσης μέλους για αυτό τον συνδυασμό δράσης είναι 0,772 και παρουσιάζεται έναντι κάμψης.



**Σχήμα 4.20:** Αποτελέσματα ελέγχου μελών κατακόρυφων συνδέσμων ακαμψίας υποστέγου μορφής Β'

## 4.2.8 Κεφαλοδοκοί

Η τελικώς επιλεγείσα διατομή είναι η ΙΡΕ180 (S355).

Η δυσμενέστερη φόρτιση για τις κεφαλοδοκούς προκύπτει σε κεφαλοδοκό μεταξύ των δύο πρώτων πλαισίων για το συνδυασμό ULS08. Ο λόγος απόδοσης μέλους για αυτό τον συνδυασμό δράσης είναι 0,670 και παρουσιάζεται έναντι κάμψης.



Σχήμα 4.21: Αποτελέσματα ελέγχου μελών κεφαλοδοκών υποστέγου μορφής Β'
### 4.2.9 Μετωπικά υποστυλώματα

Η τελικώς επιλεγείσα διατομή είναι η HEB300 (S355).

Η δυσμενέστερη φόρτιση για τα μετωπικά υποστυλώματα προκύπτει για το κεντρικό υποστύλωμα και για τον συνδυασμό ULS16. Ο λόγος απόδοσης της διατομής για αυτό τον συνδυασμό δράσης είναι 0,853 και παρουσιάζεται έναντι συνδυασμού κάμψης, αξονικής και διάτμησης.

ſ	Περι	πτώσ	εις Φόρτισης   Κάμι	ψη ΧΥ   Κάμψη ΧΖ   Σ	τρεπτοκαμπτικός Λ	υγισμός Αποτελές	ιματα					
	And	τελέσμ	ιατα ελέγχου διατομώ	V	•							
		A/A	Ράβδος	Διατομή	Μέγιστη Τιμή 🛛 🔫	Τάξη	K+A+∆(y,z)	Εφελκυσμός	Διάτμηση Υ	Διάτμηση Ζ	Φόρτιση	-
	$\bigcirc$	2284	B2284	HEB300	0.853	1	0.853	0.001	0.193	0.000	ULS16	
	0	2333	B2333	HEB300	0.852	1	0.852	0.001	0.193	0.000	ULS16	
	0	1431	B1431	S260x10	0.805	1	0.805	0.000	0.004	0.098	ULS03	
	0	1499	B1499	S260x10	0.803	1	0.803	0.000	0.004	0.099	ULS03	

**Σχήμα 4.22:** Αποτελέσματα ελέγχου διατομών μετωπικών υποστυλωμάτων υποστέγου μορφής Β'

#### 4.2.10 Έδραση υποστυλωμάτων

Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζονται οι συνθήκες έδρασης των υποστυλωμάτων. Η έδραση επιτυγχάνεται μέσω μεταλλικής πλάκας PL1000x650x30, η οποία συνδέεται με το θεμέλιο, ποιότητας C30, μέσω δέκα (10) αγκυρίων M24. Η διατομή του υποστυλώματος ενισχύεται από 2PL1000x600x20 τοποθετημένες διαμήκως.





# 4.3 Μορφή Γ'

### 4.3.1 Υποστυλώματα

Η τελικώς επιλεγείσα διατομή είναι η ΗΕΒ220 (S355).

Η δυσμενέστερη φόρτιση για τα υποστυλώματα προκύπτει στο εσωτερικό υποστύλωμα του τέταρτου πλαισίου για το συνδυασμό ULS05. Ο λόγος απόδοσης του υποστυλώματος για αυτό τον συνδυασμό δράσης είναι 0,760 και παρουσιάζεται έναντι συνδυασμού κάμψης, αξονικής και διάτμησης.

Περ	ιπτώσ	εις Φόρτισης   Κάμψ	ψη XY Κάμψη XZ	Στρεπτοκαμπτικός Λ	υγισμός Αποτελέα	ματα					
Ar	οτελέσμ	ιατα ελέγχου διατομών	v	•							
	A/A	Ράβδος	Διατομή	Μέγιστη Τιμή 🔍	Τάξη	K+A+∆(y,z)	Εφελκυσμός	Διάτμηση Υ	Διάτμηση Ζ	Φόρτιση	-
0	2666	B2666	HEB220	0.760	1	0.760	0.000	0.002	0.021	ULS05	_
0	3287	B3287	HEB220	0.758	1	0.361	0.758	0.000	0.035	ULS17	
0	2708	B2708	HEB220	0.755	1	0.755	0.000	0.002	0.021	ULS05	
	2540	B2540	HEB220	0.742	1	0.742	0.000	0.000	0.020	ULS05	
0	2400	D2409	LIED220	0.740	1	0.740	0.000	0.000	0.020	111 005	

**Σχήμα 4.24:** Αποτελέσματα ελέγχου διατομών υποστυλωμάτων υποστέγου μορφής Γ'

Όπως παρουσιάστηκε σε προηγούμενες επιλύσεις τα υποστυλώματα στην έδρασή τους θεωρείται ότι είναι εξασφαλισμένος έναντι στροφής κατά το επίπεδο XY και έναντι μετάθεσης στο επίπεδο XZ.

Η μέγιστη μετατόπιση της κεφαλής υποστυλώματος σε όλες τις οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας είναι 12,7 mm και παρουσιάζεται στον συνδυασμό SLS04 στην κεφαλή του πρώτου υποστυλώματος. Η μέγιστη μετατόπιση του σημείου σύνδεσης του υποστυλώματος με το δικτύωμα είναι 27,3 mm και παρουσιάζεται στον συνδυασμό SLS05 στο τέταρτο υποστύλωμα.

### 4.3.2 Δοκοί πλαισίου

Η τελικώς επιλεγείσα διατομή είναι η SHS260x8 (S355).

Η δυσμενέστερη φόρτιση για τις δοκούς του πλαισίου προκύπτει στο δεύτερο πλαίσιο για το συνδυασμό ULS05. Ο λόγος απόδοσης μέλους για αυτό τον συνδυασμό δράσης είναι 0,815 και παρουσιάζεται έναντι κάμψης μέλους.



Σχήμα 4.25: Αποτελέσματα ελέγχου μελών δοκών υποστέγου μορφής Γ'

Η μέγιστη βύθιση της κορφιά σε όλες τις οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας είναι 96,1 mm και παρουσιάζεται στον συνδυασμό SLS05 στο τέταρτο πλαίσιο. Η μέγιστη βύθιση του κορφιά στο πρώτο πλαίσιο λαμβάνοντας υπόψη το σύνολο των

συνδυασμών δράσεων είναι 125 mm και παρουσιάζεται στον συνδυασμό ULS05. Το ίδιο σημείο βυθίζεται υπό τη δράση μόνο των ιδίων βαρών κατά 56 mm.

# Αποτελέσματα

Αρχείο: ΤΙ	ενικο ΙΙ					
ΕΡΓΑΣΙΑ: Ι	DISPLACEMENTS					
λίστα Αναφ	οράς Στατικών	Φορτίσεων				
( 10) SLS0:	1 CMB 2 CMB					
( 12) SLS0:	3 CMB					
(13) SLS04	4 CMB					
( 15) SLS0	6 CMB					
( 16) SLSO	7 CMB					
(17) SLS08 (18) SLS09	B CMB 9 CMB					
( 19) SLS1	0 CMB					
( 20) SLS1: ( 21) SLS1:	1 CMB 2 CMB					
( 22) SLS1:	3 CMB					
Περίληψη Μ	ετατοπίσεων -	Στατικές 🤅	Φορτίσεις			
	dX (mm)	dY (mm)	dZ (mm)	Rx (rad)	Ry (rad)	Rz (rad)
Max dX	Κόμβος: 959	LC: SLS01	CMB			
Man 201	9.93	-21.2	-5.72	-0.000183	-3.17e-05	-1.66e-05
Min dx	-0.0605	-90.2	CMB 9.1	-0.000434	3.43e-07	-8.55e-07
Max dY	Κόμβος: 1559	LC: SLS04	CMB			
Min all	0.0477	87.7	-15.2	-2.99e-05	-1.99e-07	9.62e-07
MIN UI	-0.043	-96.1	8.49	0.000111	3.74e-07	-1.1e-06
Max dZ	<u>Κόμβος: 1259</u> -0.0302	LC: SLS08	CMB 19.6	-2 218-05	1 010-06	9 960-09
Min d7	KóuRoc • 1259	T.C ST.S04	CMR	-2.210-03	1.016-00	3.302-00

**Σχήμα 4.26:** Αναφορά μετατοπίσεων κορφιά υποστέγου μορφής Γ' στο σύνολο των συνδυασμών που αντιστοιχούν στις Οριακές Καταστάσεις Λειτουργικότητας

### 4.3.3 Τεγίδες

Η τελικώς επιλεγείσα διατομή είναι η ΗΕΑ 140 (S355).

Η δυσμενέστερη φόρτιση για τις τεγίδες προκύπτει για την ακριανή τεγίδα του πρώτου ανοίγματος και για το συνδυασμό ULS17. Ο λόγος απόδοσης μέλους για αυτό τον συνδυασμό δράσης είναι 0,889 και παρουσιάζεται έναντι στεπτοκαμπικού λυγισμού.

MEANT DEPARTS	Anilani Anaponi i	Desibuling of	ninga; D	uiber b	che										
Eryania Malay Andra Eryania Malay Andra Kentlaya, Milan Aria Malay Milan 1 ed 3000 2 eril 3000	m. Yumiirin (Januaoph) Ix (- Jannugh Pinel-tyrm 200 H4A140 5255 200 H4A140 5255			000		6 h					). V				
Anterprise pathener Dicept Manuer Sattraph	mL 5000.000 mm +642.40	3				2									9
β* And Ποστητα Ολφόμους πόμα Συγκαττατμοτό την	3140.000 mm2 5255 Decideges	Annula Article Article	nuç Beştum Auro avalum Popiloç mi	C Kityagen KX Kyakhain Asartopet HEAGAR	Mayor.	• • Teln 2	K+A+4/3(0 0.334	Egglwingets 0.056	Autruryon Y ELDOD	dustinguescone Z 0.000	K=0 0.000	LTB K+-0 0.000	LTE K+A 0.889	UF 0.000	Bianim ULS27

Σχήμα 4.27: Αποτελέσματα ελέγχου μελών τεγίδων υποστέγου μορφής Γ'

# 4.3.4 Κατακόρυφα στοιχεία ζυγώματος

Η τελικώς επιλεγείσα διατομή είναι η SHS120x5 (S355).

Η δυσμενέστερη φόρτιση για τα κατακόρυφα στοιχεία του ζυγώματος προκύπτει για ένα από τα διαγώνια στοιχεία στο δεύτερο πλαίσιο για το συνδυασμό ULS17. Ο λόγος απόδοσης της διατομής για αυτό τον συνδυασμό δράσης είναι 0,686 και παρουσιάζεται έναντι εφελκυσμού.

Περ	ιπτώσ	εις Φόρτισης   Κάμψ	ψη XY   Κάμψη XZ	Στρεπτοκαμπτικός Λ	υγισμός <mark>Αποτελές</mark>	ματα					
Ап	οτελέσμ	ατα ελέγχου διατομώ	v	•							
	A/A	Ράβδος	Διατομή	Μέγιστη Τιμή 🛛 🔻	Τάξη	K+A+∆(y,z)	Εφελκυσμός	Διάτμηση Υ	Διάτμηση Ζ	Φόρτιση	*
0	2514	B2514	2L80x80x8B/220	0.691	3	0.691	0.000	0.000	0.000	ULS17	
	2715	B2715	S120x5	0.686	1	0.000	0.686	0.000	0.000	ULS17	
0	2860	B2860	S120x5	0.686	1	0.000	0.686	0.000	0.000	ULS17	
0	2945	B2945	2L80x80x8B/220	0.680	3	0.680	0.000	0.000	0.000	ULS17	
0	3090	B3090	2L80x80x8B/220	0.679	3	0.679	0.000	0.000	0.000	ULS17	
0	2082	B2082	2L80x80x8B/220	0.674	3	0.674	0.000	0.000	0.000	ULS17	
0	4721	B4721	HEB300	0.674	1	0.674	0.003	0.178	0.000	ULS16	
0	2227	B2227	2L80x80x8B/220	0.674	3	0.674	0.000	0.000	0.000	ULS17	

**Σχήμα 4.28:** Αποτελέσματα ελέγχου διατομών κατακόρυφων στοιχείων ζυγώματος υποστέγου μορφής Γ'

### 4.3.5 Οριζόντιοι σύνδεσμοι ακαμψίας

Η τελικώς επιλεγείσα διατομή είναι η SHS100x8 (S355).

Η δυσμενέστερη φόρτιση για τους οριζόντιους συνδέσμους ακαμψίας προκύπτει μεταξύ των δύο τελευταίων πλαισίων για το συνδυασμό ULS05. Ο λόγος απόδοσης μέλους για αυτό τον συνδυασμό δράσης είναι 0,929 και παρουσιάζεται έναντι κάμψης.

	AVV6			$\times$		
			$\geq$	>>		
	IS IS					
			$\rightarrow$	1		
				Concession, Conces		
					Kat	
						200
						- 69
		1				
		KE -				
	2					
		1			$\rightarrow \times + -$	
	100					
and the second se	Vision 12 Incompany of the	Annual Statements	and the second se			

**Σχήμα 4.29:** Αποτελέσματα ελέγχου μελών οριζόντιων συνδέσμων ακαμψίας υποστέγου μορφής Γ'

### 4.3.6 Κατακόρυφοι σύνδεσμοι ακαμψίας στέγης

Η τελικώς επιλεγείσα διατομή είναι η SHS100x8 (S355).

Η δυσμενέστερη φόρτιση για τους κατακόρυφους συνδέσμους ακαμψίας της στέγης προκύπτει μεταξύ των δύο τελευταίων πλαισίων για το συνδυασμό ULS03. Ο λόγος απόδοσης μέλους για αυτό τον συνδυασμό δράσης είναι 0,956 και παρουσιάζεται έναντι κάμψης.



**Σχήμα 4.30:** Αποτελέσματα ελέγχου μελών κατακόρυφων συνδέσμων ακαμψίας στέγης υποστέγου μορφής Γ'

### 4.3.7 Κατακόρυφοι σύνδεσμοι ακαμψίας

Η τελικώς επιλεγείσα διατομή είναι η SHS100x8 (S355).

Η δυσμενέστερη φόρτιση για τους κατακόρυφους συνδέσμους ακαμψίας προκύπτει για το συνδυασμό ULS08. Ο λόγος απόδοσης μέλους για αυτό τον συνδυασμό δράσης είναι 0,839 και παρουσιάζεται έναντι κάμψης.



**Σχήμα 4.31:** Αποτελέσματα ελέγχου μελών κατακόρυφων συνδέσμων ακαμψίας υποστέγου μορφής Γ'

# 4.3.8 Κεφαλοδοκοί

Οι τελικώς επιλεγείσες διατομές είναι οι SHS 80x4 και SHS 50x4 (S355).

Η δυσμενέστερη φόρτιση για την πρώτη διατομή προκύπτει για το συνδυασμό ULS08 σε διαμήκες στοιχείο μεταξύ των δύο πρώτων πλαισίων ενώ για την δεύτερη προκύπτει για το συνδυασμό ULS08. Ο λόγος απόδοσης μέλους - διατομής για αυτούς τους συνδυασμούς δράσης είναι 0,684 και 0,113 αντιστοίχως και παρουσιάζονται έναντι κάμψης και εφελκυσμού αντίστοιχα.

· INSTANT - KERAADAD	COLonipi														101.0	an X av
Depen Laperary	Bubburg Ausgeber,	Daspute	Indept. 1	legether fr	elea.											ex.
ID OF B																
less of m																
C C C C			F100			-	-	-								
Loyene More Avenue	M	100.00	A 44 114	0,0,0	000	CP U4	M PP	P 121	in the by	Tel Marthy	1000					_
Kentileyec, Michael (	within Demonst		X				-						$\mathbb{X}$	M 2		
A/A Milec Milec.	. Детерії Понто.				100	÷	< 1	V	-		V					
1 ml 5000.000	580-4 5255			there a				1								
2 #2 5000.000	580-4 5255		1		and the second		1- N	~	- C							
1 mJ 5000.000	580-4 5255		18		-				AL	3						
4 ==4 5000.000	\$804 \$255		/ 1			MAX-		T-A								
5 m5 5000.000	580-4 5255			1		17 N	1	firmer.	E alter							
é ==6 5000.000	580+4 5255		- t/			- H - N		A.N			K   1					
7 =0 5000.000	580-4 5255	1 1 N	. K	r /		14 1		MN		21/						
a	same cost					MX I		- 17 \	X	14						
Achepeter prihous			1	1/		11 /		- 41 /	$\kappa$ .	1 1						
Dvepat.	ed1	1	- \ f	17		41		14		M	1					3
Mang	5000.000 mm			the		147		- M 7		57						
Aurrope	580+4					_TV		- 817		14						
D*Anet	1298.000 mmJ		/ 1			10-		- 41/		X 1/3						
Покрание	\$255			1		14	-	-11°		N 17						
Di-plane tillys	Oldgroup Remainsoftwo		1			И		11 - 2	-	. \ 11						
Expensioner, trysbe	st7		_					101	1.1.1							- 1
1		-							-							1000
Contract of the second s		Deper	GROC POPTIA	nc (Kityapetri)	10040532	Tribbarrowel's	ттиск, Амунтуск	Amortulicity	14. j							_
None		Ann	lare sola	ng jahav												
		A	A Poplec	Linempet.	Miyer-	Tela	K+A+d(yz)	Egnletispós,	Addition T	Subministry Z	K=0	LTB X+0	LTB K-A	W.	Ripmen	1
		0	ti will	5804	0.004	1	0.134	8.000	0,003	0.003	0.684	0.000	0.000	6.000	UKSDE	241
		0	2 m2	SRD-A	0.60	1	0.334	8.000	0,003	0.001	0.683	0.000	0.000	0.000	ULSO	100
		0	1 111	5854	0.585	1	0.334	0.000	0.004	0.001	0.595	0.000	0.000	0.000	14.975	
		0	6 md	585-4	0.530	1	0.300	8,310	0.803	0.001	0.530	0.000	0.024	0.000	01:527	
		0	5 m5	SRM	0.429	1	0.005	6071	0.003	0.000	0.420	0.000	0.049	6,000	UL308	
Fast														1 mm	deal the line	-1 ab

**Σχήμα 4.32:** Αποτελέσματα ελέγχου μελών διαμήκων στοιχείων κεφαλοδοκών υποστέγου μορφής Γ'

Πε	οιπτώσ	εις Φόρτισης	Κάμψη ΧΥ Κάμψη ΧΖ	Στρεπτοκαμπτικός Λ	υγισμός Αποτελέα	σματα					
A	ιοτελέσμ	ιατα ελέγχου δ	ιστομών	•							
	A/A	Ράβδος	Διατομή	Μέγιστη Τιμή 🔍	Τάξη	K+A+∆(y,z)	Εφελκυσμός	Διάτμηση Υ	Διάτμηση Ζ	Φόρτιση	-
C	4993	B4993	S50x4	0.113	1	0.000	0.113	0.001	0.000	ULS08	
0	141	B141	S120x5	0.112	1	0.000	0.112	0.002	0.000	ULS05	
C	286	B286	S120x5	0.112	1	0.000	0.112	0.001	0.000	ULS05	
C	1451	B1451	HEB220	0.112	1	0.007	0.112	0.002	0.010	ULS17	
C	1403	B1403	S260x8	0.112	1	0.002	0.112	0.000	0.001	ULA08	
C	510	B519	\$260x8	0.112	1	0.001	0.112	0.000	0.009	ULS17	

**Σχήμα 4.33:** Αποτελέσματα ελέγχου διατομών εγκάρσιων στοιχείων κεφαλοδοκών υποστέγου μορφής Γ'

#### 4.3.9 Μετωπικά υποστυλώματα

Η τελικώς επιλεγείσα διατομή είναι η ΗΕΒ300 (S355).

Η δυσμενέστερη φόρτιση για τα μετωπικά υποστυλώματα προκύπτει για το κεντρικό υποστύλωμα και για τον συνδυασμό ULS16. Ο λόγος απόδοσης της διατομής για αυτό τον συνδυασμό δράσης είναι 0,855 και παρουσιάζεται έναντι συνδυασμού κάμψης, αξονικής και διάτμησης.

П	εριπτώ	σεις Φόρτισης	; 🛛 Κάμψη ΧΥ 🗍 Κάμψη ΧΖ 🗍 Ι	Στρεπτοκαμπτικός	Λυγισμός Αποτελέα	υματα					
	λποτελέα	ηματα ελέγχου ό	διατομών	•							
	A/A	Ράβδος	Διατομή	Μέγιστη Τιμή	Τάξη	K+A+∆(y,z)	Εφελκυσμός	Διάτμηση Υ	Διάτμηση Ζ	Φόρτιση	-
	3 472	9 B4729	HEB300	0.855	1	0.855	0.000	0.193	0.000	ULS16	
	3 467	3 B4678	HEB300	0.853	1	0.853	0.000	0.193	0.000	ULS16	
	3 472	5 B4725	HEB300	0.814	1	0.814	0.000	0.187	0.000	ULS16	
	3 467	4 B4674	HEB300	0.811	1	0.811	0.000	0.187	0.000	ULS16	
	266	) B2660	2L80x80x8B/220	0.771	3	0.771	0.000	0.000	0.000	ULS17	

**Σχήμα 4.34:** Αποτελέσματα ελέγχου διατομών μετωπικών υποστυλωμάτων υποστέγου μορφής Γ'

#### 4.3.10 Διατμητικά στοιχεία σύνθετων υποστυλωμάτων

Η τελικώς επιλεγείσα διατομή είναι σύνθετη αποτελούμενη από 2L80x80x8 σε απόσταση 220mm (S355).



Σχήμα 4.35: Δημιουργία σύνθετης διατομής αποτελούμενη από 2 ισοσκελή γωνιακά

Η δυσμενέστερη φόρτιση για τα διατμητικά στοιχεία των σύνθετων υποστυλωμάτων για τον συνδυασμό ULS17. Ο λόγος απόδοσης της διατομής για αυτό τον συνδυασμό δράσης είναι 0,771 και παρουσιάζεται έναντι συνδυασμού κάμψης, αξονικής και διάτμησης.

Г	<b>Ιεριπτώ</b> σ	εις Φόρτισης   Κάμ	ψη XY Κάμψη XΖ	Στρεπτοκαμπτικός Λ	υγισμός Αποτελέα	υματα					
	Αποτελέσι	ματα ελέγχου διατομά	)V	•							
	A/A	Ράβδος	Διατομή	Μέγιστη Τιμή 🛛 🔻	Τάξη	K+A+∆(y,z)	Εφελκυσμός	Διάτμηση Υ	Διάτμηση Ζ	Φόρτιση	-
[	2660	B2660	2L80x80x8B/220	0.771	3	0.771	0.000	0.000	0.000	ULS17	-Ш
	2805	B2805	2L80x80x8B/220	0.769	3	0.769	0.000	0.000	0.000	ULS17	
	3 4259	B4259	HEA140	0.735	1	0.735	0.086	0.000	0.000	ULS17	
	3 4262	B4262	HEA140	0.735	1	0.735	0.000	0.000	0.000	ULS17	
	3 4261	B4261	HEA140	0.735	1	0.735	0.000	0.000	0.000	ULS17	
	4263	B4263	HEA140	0.735	1	0.735	0.000	0.000	0.000	ULS17	
	4260	B4260	HEA140	0.735	1	0.735	0.008	0.000	0.000	ULS17	

**Σχήμα 4.36:** Αποτελέσματα ελέγχου διατομών διατμητικών στοιχείων σύνθετων υποστυλωμάτων υποστέγου μορφής Γ'

### 4.3.11 Κεφαλοδοκοί μετωπικών υποστυλωμάτων

Η τελικώς επιλεγείσα διατομή είναι η IPE180 (S355).

Η δυσμενέστερη φόρτιση για τους υπόψη κεφαλοδοκών προκύπτει για το συνδυασμό ULS16. Ο λόγος απόδοσης μέλους για αυτό τον συνδυασμό δράσης είναι 0,235 και παρουσιάζεται έναντι κάμψης.



**Σχήμα 4.37:** Αποτελέσματα ελέγχου μελών κεφαλοδοκών μεταξύ μετωπικών υποστυλωμάτων υποστέγου μορφής Γ'

# 4.3.12 Έδραση υποστυλωμάτων

Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζονται οι συνθήκες έδρασης των υποστυλωμάτων. Η έδραση επιτυγχάνεται μέσω μεταλλικής πλάκας PL450x450x20, η οποία συνδέεται με το θεμέλιο, ποιότητας C30, μέσω έξι (6) αγκυρίων M20.



Σχήμα 4.38: Ενδεικτική παρουσίαση έδρασης υποστυλώματος υποστέγου μορφής Γ'

# 4.4 Μορφή Δ'

### 4.4.1 Υποστυλώματα

Η τελικώς επιλεγείσα διατομή είναι η ΗΕΒ220 (S355).

Η δυσμενέστερη φόρτιση για τα υποστυλώματα προκύπτει στο εξωτερικό υποστύλωμα του πρώτου πλαισίου για το συνδυασμό ULS17. Ο λόγος απόδοσης του υποστυλώματος για αυτό τον συνδυασμό δράσης είναι 0,803 και παρουσιάζεται έναντι εφελκυσμού.

П	εριπτώα	ιεις Φόρτισης   Κάμι	ψη ΧΥ   Κάμψη ΧΖ   Ι	Στρεπτοκαμπτικός Λ	υγισμός Αποτελές	σματα					
	Αποτελέσ	ματα ελέγχου διατομώ	v	•							
	A/A	Ράβδος	Διατομή	Μέγιστη Τιμή 🔍	Τάξη	K+A+∆(y,z)	Εφελκυσμός	Διάτμηση Υ	Διάτμηση Ζ	Φόρτιση	
	2 1960	B2960	HEB220	0.803	1	0.013	0.803	0.005	0.017	ULS17	
	2918	B2918	HEB220	0.802	1	0.013	0.802	0.005	0.017	ULS17	
	3 3363	B3363	HEB220	0.773	1	0.610	0.773	0.000	0.038	ULS17	

**Σχήμα 4.39:** Αποτελέσματα ελέγχου διατομών υποστυλωμάτων υποστέγου μορφής Δ'

Όπως παρουσιάστηκε σε προηγούμενες επιλύσεις τα υποστυλώματα στην έδρασή τους θεωρείται ότι είναι εξασφαλισμένος έναντι στροφής κατά το επίπεδο XY και έναντι μετάθεσης στο επίπεδο XZ.

Η μέγιστη μετατόπιση της κεφαλής υποστυλώματος σε όλες τις οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας είναι 12,3 mm και παρουσιάζεται στον συνδυασμό SLS04 στην κεφαλή του πρώτου υποστυλώματος. Η μέγιστη μετατόπιση του σημείου σύνδεσης του υποστυλώματος με το δικτύωμα είναι 25,7 mm και παρουσιάζεται στον συνδυασμό SLS05 στο τέταρτο υποστύλωμα.

### 4.4.2 Δοκοί πλαισίου

Η τελικώς επιλεγείσα διατομή είναι η SHS260x8 (S355).

Η δυσμενέστερη φόρτιση για τις δοκούς του πλαισίου προκύπτει στο πέμπτο πλαίσιο για το συνδυασμό ULS05. Ο λόγος απόδοσης μέλους για αυτό τον συνδυασμό δράσης είναι 0,853 και παρουσιάζεται έναντι κάμψης μέλους.

INSTANT - MOR	KOLesdal																1000	×
Arres Des	points Anthony	Arequest. D	Berthein		alegas D		hite .	_										. 0
Della																		
	Image: Australianty      Australianty        Marcia: Australianty      Australianty        National State      Australianty        L2072.085 20004      2025        L2072.084 20004      2025																	
and the late of the late	s Depension gestion Arrayouts MArris Analoues schular Torres Arrayout Teams mi 2012/044 2000 2005 mi 2012/044 mi 2012/044 2000 2005 mi 2012/044 mi 2012/044 mi 2012/044 mi 201		100	n Ge	Dian Line	100.00	100.00.00	43 Br	1.00	0.00.00		P. 1 88. 188.						
Subsection of Contract of Cont	Control      Control <t< th=""><th></th><th></th><th>- (2)</th><th>100</th><th>0,0,0</th><th>0.0.0</th><th>C) U4</th><th>M PP</th><th>PUL</th><th>14.14</th><th>all and and</th><th><i>n</i>,</th><th>_</th><th></th><th></th><th></th><th>-</th></t<>			- (2)	100	0,0,0	0.0.0	C) U4	M PP	PUL	14.14	all and and	<i>n</i> ,	_				-
Annue Incontraction        Jargen      Destinant        Bargen      Destinant        Bargen      Making      Annue        Alle      Allen      Annue        Allen      Making      Annue        Allen      Making      Annue        Allen      Making      Annue        Allen      Making      Annue        2      -2      22202 Mill        3      -3      22020 Mill        4      -4      12020 2Mill        7      -3      22020 2Mill        7      -3      22020 2Mill        7      -4      12020 2Mill        8      -4      12020 2Mill        9      -4      12020 2Mill        10      -4      12020 2Mill        10      -4      12020 2Mill        10      -4      12020 2Mill   1	Tenting	Anypopt					- mr 22		1.00	Sand Sand	a de la compañía de la							
Control	Minor, Dermyt	Dearen. *			1 million	NE DE F	1.0.00	17	- 1 a a a			Sec.	Sec. 10					
1 - ed	32767.084 5260vd	\$255			100	1000	Careful State	22.67	1000	나 바람	1.00	the state	1	Sec.				
2 ==2	12767.080 5280-8	\$255				and the set		1200	1.7.1.44	BALL N	1.00	14.7 1	1000	- 1.4	Sec.			
1 =0	12767.084 5365-8	1218		<u>*</u> -	100			Sec. 1	10.175	a second of	1.11	12.27			1.0	Sine-	e e composito de la composito d	
Mathew      Meanure      Meanure <th< th=""><th>32767.084 5265-8</th><th>\$255</th><th>1</th><th></th><th><math>\sim 1</math></th><th></th><th>CLIMENT, ST</th><th>1000</th><th>1.4</th><th>14月1日</th><th>2020</th><th>1.10</th><th>1.1</th><th>1.4.86</th><th>1 1 K T</th><th>15 Aug.</th><th>1.000</th><th>-</th></th<>	32767.084 5265-8	\$255	1		$\sim 1$		CLIMENT, ST	1000	1.4	14月1日	2020	1.10	1.1	1.4.86	1 1 K T	15 Aug.	1.000	-
5 =0	12767-084 5260-8	5255	100	1	A.	- m-11	De la C	1	Course	Section 2	1.1		1.1	No. 19	1.52		12.0	T
4	12767-080 5260-8	\$255	1.1	۰.		영문문		1.1	100	and the second second	1-1-1 E	2470	117.5%	1.421	ALC: NO	1.20		£1.
7 =0	12767-004 5260-01	\$285		1	<u>eu - </u>	1114-2			1.4	Contraction of the	- TA	Sec. 6	100		1111	1.44	ALC: NA	4
a	17907 080 CW6-10	CHA *	1	1	44		MAR	1120	A 1 2	1			Server 1	100	-111	VVII	100	-
Astropotory pai	Okener,		1	1			14-4	XX		Same P	122	ALC	12		Sec.		- F )	1
Oveps	mit	_	1.0	-	ALC: NO	ix tim			21		12	100	1.4	$\sim N R$		- 1 A	and/	$\sim$
6.6(arc)	337%3.08	H mane		19				2 N 19-			-AT		$\sim 1$	NXE.	$\sim v$		100	e,
Avenue	5200-8			15	- A	h-H-M	100-1	110	ALLES	+NZ	76ALZ	1		V = W		- 1 C		
§*Ane	7866.000	5mm	10.1	×.,	14 15		2014	1.1		12		Z L L	2114		1	11	1/	$\overline{\}$
Поютута	\$255		1.1			EG42			12 Sent		1		MY.				1	
Childramic N/	April (Belgeur,	Sergerup/wet	100	1	41.00	1194	2 March	1. 1	CALLY	< AD	$-\mathcal{F}$		X					
Expeditation	ort, bigailee [1]				1000	Chester 1	10.0	1.0	X D	THE	<b>X</b> P 2	SSA IV	7					
			411					11010			Contraction in the							
			Dw	-	oc Bilenen	C Knuts IV	Knuts 12	Inserties	metri Assetuto	Amerilanur	-							
Winner											-							-
- and the second s			189	ni Ma	ans available	station .	10000											
				A/A	Puplies	Lormon	Mayor	- Teln	Arder Strategy at	Equinoppic	dament Y	Jainpayon Z	K+0	178.6+0	LTB K+A	UF.	Béptiet	1
			0	4	red.	5200-4	0.851	1	0.356	6.005	0.028	0.001	0.853	6.000	0.096	0.000	141975	73
			0	1	mil	\$200-8	0.800	2	0.398	0.099	0.029	0.003	0.800	1.000	0.090	0.000	64,585	
			16	1	m3	\$200-#	0.654	2	0.001	0.211	0.002	0.000	0.654	0.000	0.307	0.000		
																	0.025	
			16	1	red	\$200.00	0.639	1	0.459	0.034	0.003	0.067	0.639	0.000	0.008	6.000	UCSUS	

Σχήμα 4.40: Αποτελέσματα ελέγχου μελών δοκών υποστέγου μορφής Δ'

Η μέγιστη βύθιση της κορφιά σε όλες τις οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας είναι 93,9 mm και παρουσιάζεται στον συνδυασμό SLS05 στο τέταρτο πλαίσιο. Η μέγιστη βύθιση του κορφιά στο πρώτο πλαίσιο λαμβάνοντας υπόψη το σύνολο των συνδυασμών δράσεων είναι 122 mm και παρουσιάζεται στον συνδυασμό ULS05. Το ίδιο σημείο βυθίζεται υπό τη δράση μόνο των ιδίων βαρών κατά 54,7 mm.

#### Αποτελέσματα

Αρχείο:	TEAIKO IIii					
ΕΡΓΑΣΙΑ:	DISPLACEMENTS	;				
λίστα Ανα ( 10) SLS ( 11) SLS ( 12) SLS ( 13) SLS ( 14) SLS ( 15) SLS ( 16) SLS ( 17) SLS ( 18) SLS ( 19) SLS ( 20) SLS ( 21) SLS ( 22) SLS Περίληψη	φοράς Στατικών 01 CMB 02 CMB 03 CMB 04 CMB 05 CMB 06 CMB 07 CMB 08 CMB 09 CMB 10 CMB 11 CMB 12 CMB 13 CMB Μετατοπίσεων -	• Φορτίσεων • Στατικές Φορτί	ίσεις			
	dX (mm)	dY (mm) dZ	(mm)	Rx (rad)	Ry (rad)	Rz (rad)
Max dX Min dX	Κόμβος: 465 8.45 Κόμβος: 539	LC: SLS01 CMB -21 -	-5.46	-0.000179	-2.99e-05	-3.84e-05
min un	-0.0661	72.8 -	-15.5	-0.000992	-1.79e-06	-1.58e-07
Max dY	Κόμβος: 761 -0.0167	LC: SLS04 CMB	-15	-6 12e-06	-5 09e-07	-2 45-07
Min dY	Κόμβος: 539 0.0812 Κόμβος: 613	LC: SLS05 CMB -93.9	8.37	0.000108	3.8e-07	5.22e-07
	0.0264	-76.1	19.1	-2.94e-05	3.12e-07	1.66e-06
Min dZ	KOUBOC: 613	LC: SLS04 CMB				

**Σχήμα 4.41:** Αναφορά μετατοπίσεων κορφιά υποστέγου μορφής Δ' στο σύνολο των συνδυασμών που αντιστοιχούν στις Οριακές Καταστάσεις Λειτουργικότητας

# 4.4.3 Τεγίδες

Η τελικώς επιλεγείσα διατομή είναι η ΗΕΑ 140 (S355).

Η δυσμενέστερη φόρτιση για τις τεγίδες προκύπτει για την ακριανή τεγίδα του πρώτου ανοίγματος και για το συνδυασμό ULS05. Ο λόγος απόδοσης μέλους για αυτό τον συνδυασμό δράσης είναι 0,958 και παρουσιάζεται έναντι κάμψης μέλους.



Σχήμα 4.42: Αποτελέσματα ελέγχου μελών τεγίδων υποστέγου μορφής Δ'

# 4.4.4 Κατακόρυφα στοιχεία ζυγώματος

Η τελικώς επιλεγείσα διατομή είναι η SHS120x5 (S355).

Η δυσμενέστερη φόρτιση για τα κατακόρυφα στοιχεία του ζυγώματος προκύπτει για ένα από τα διαγώνια στοιχεία στο δεύτερο πλαίσιο για το συνδυασμό ULS17. Ο λόγος απόδοσης της διατομής για αυτό τον συνδυασμό δράσης είναι 0,691 και παρουσιάζεται έναντι εφελκυσμού.

Π	εριπη	τώσε	ιις Φόρτισης	Κάμψη ΧΥ   Κάμψη ΧΖ   Ι	Στρεπτοκαμπτικός Λ	υγισμός Αποτελέ	σματα				
6	Апота	ελέσμ	ατα ελέγχου δια	πομών	•						
	A	VA	Ράβδος	Διατομή	Μέγιστη Τιμή 🚽	Τάξη	K+A+∆(y,z)	Εφελκυσμός	Διάτμηση Υ	Διάτμηση Ζ	Φόρτιση
	3 1	1253	B1253	S120x5	0.691	1	0.000	0.691	0.000	0.000	ULS17
	01	1321	B1321	S120x5	0.690	1	0.000	0.690	0.000	0.000	ULS17
	<b>3</b> 2	2970	B2970	HEB220	0.690	1	0.690	0.000	0.001	0.004	ULS17
	<b>3</b> 2	2928	B2928	HEB220	0.689	1	0.689	0.000	0.001	0.004	ULS17
	<b>3</b> 2	2916	B2916	2L80x80x8B/220	0.685	3	0.685	0.000	0.000	0.000	ULS17
	<b>3</b> 2	2874	B2874	2L80x80x8B/220	0.685	3	0.685	0.000	0.000	0.000	ULS17

**Σχήμα 4.43:** Αποτελέσματα ελέγχου διατομών κατακόρυφων στοιχείων ζυγώματος υποστέγου μορφής Δ'

# 4.4.5 Οριζόντιοι σύνδεσμοι ακαμψίας

Η τελικώς επιλεγείσα διατομή είναι η SHS100x8 (S355).

Η δυσμενέστερη φόρτιση για τους οριζόντιους συνδέσμους ακαμψίας προκύπτει μεταξύ των δύο τελευταίων πλαισίων για το συνδυασμό ULS05. Ο λόγος απόδοσης μέλους για αυτό τον συνδυασμό δράσης είναι 0,920 και παρουσιάζεται έναντι κάμψης.



**Σχήμα 4.44:** Αποτελέσματα ελέγχου μελών οριζόντιων συνδέσμων ακαμψίας υποστέγου μορφής Δ'

### 4.4.6 Κατακόρυφοι σύνδεσμοι ακαμψίας στέγης

Η τελικώς επιλεγείσα διατομή είναι η SHS100x8 (S355).

Η δυσμενέστερη φόρτιση για τους κατακόρυφους συνδέσμους ακαμψίας της στέγης προκύπτει μεταξύ των δύο τελευταίων πλαισίων για το συνδυασμό ULS03. Ο λόγος απόδοσης μέλους για αυτό τον συνδυασμό δράσης είναι 0,941 και παρουσιάζεται έναντι κάμψης.



**Σχήμα 4.45:** Αποτελέσματα ελέγχου μελών κατακόρυφων συνδέσμων ακαμψίας στέγης υποστέγου μορφής Δ'

### 4.4.7 Κατακόρυφοι σύνδεσμοι ακαμψίας

Η τελικώς επιλεγείσα διατομή είναι η SHS100x8 (S355).

Η δυσμενέστερη φόρτιση για τους κατακόρυφους συνδέσμους ακαμψίας προκύπτει για το συνδυασμό ULS08. Ο λόγος απόδοσης μέλους για αυτό τον συνδυασμό δράσης είναι 0,909 και παρουσιάζεται έναντι κάμψης.



**Σχήμα 4.46:** Αποτελέσματα ελέγχου μελών κατακόρυφων συνδέσμων ακαμψίας υποστέγου μορφής Δ'

### 4.4.8 Κεφαλοδοκοί

Οι τελικώς επιλεγείσες διατομές είναι οι SHS 80x4 και SHS 50x4 (S355).

Η δυσμενέστερη φόρτιση για την πρώτη διατομή προκύπτει για το συνδυασμό ULS08 σε διαμήκες στοιχείο μεταξύ των δύο πρώτων πλαισίων ενώ για την δεύτερη προκύπτει για το συνδυασμό ULS08. Ο λόγος απόδοσης της μέλους - διατομής για αυτούς τους συνδυασμούς δράσης είναι 0,723 και 0,115 αντιστοίχως και παρουσιάζονται έναντι κάμψης και εφελκυσμού αντίστοιχα.



**Σχήμα 4.47:** Αποτελέσματα ελέγχου διαμήκων στοιχείων κεφαλοδοκών υποστέγου μορφής Δ'

Г	εριπτώ	σεις Φόρτισης	Κάμψη ΧΥ Κάμψη ΧΖ	Στρεπτοκαμπτικός Λ	νγισμός	Αποτελέσματα					
(	Αποτελέ	σματα ελέγχου δ	ίιστομών	•							
	A/A	Ράβδος	Διατομή	Μέγιστη Τιμή 🔺	Τάξη	K+A+	Δ(y,z)	Εφελκυσμός	Διάτμηση Υ	Διάτμηση Ζ	Φόρτιση
	3 463	7 B4637	S50x4	0.115		1	0.000	0.115	0.001	0.000	ULS08
	300	9 B3009	2L80x80x8B/220	0.115		3	0.115	0.000	0.000	0.000	ULA01
	0 27	o B37/8	580~4	0.116		1	0.008	0.116	0.004	0.002	111 505

**Σχήμα 4.48:** Αποτελέσματα ελέγχου διατομών εγκάρσιων στοιχείων κεφαλοδοκών υποστέγου μορφής Δ'

#### 4.4.9 Μετωπικά υποστυλώματα

Η τελικώς επιλεγείσα διατομή είναι η HEB300 (S355).

Η δυσμενέστερη φόρτιση για τα μετωπικά υποστυλώματα προκύπτει για το κεντρικό υποστύλωμα και για τον συνδυασμό ULS16. Ο λόγος απόδοσης της διατομής για αυτό τον συνδυασμό δράσης είναι 0,804 και παρουσιάζεται έναντι συνδυασμού κάμψης, αξονικής και διάτμησης.

ſ	<b>Γεριπ</b>	τώσε	ις Φόρτισης	Κάμψη ΧΥ Κάμψη ΧΖ	Στρεπτοκαμπτικός Λ	ωγισμός Αποτελέα	σματα					
	Αποτελέσματα ελέγχου διατομών 🔻											
	A	4∕A	Ράβδος	Διατομή	Μέγιστη Τιμή 🔍	Τάξη	K+A+∆(y,z)	Εφελκυσμός	Διάτμηση Υ	Διάτμηση Ζ	Φόρτιση	<b>^</b>
	0	3480	B3480	HEB300	0.804	1	0.804	0.000	0.190	0.000	ULS16	
	0	3433	B3433	HEB300	0.804	1	0.804	0.000	0.190	0.000	ULS16	
	0 2	2960	B2960	HEB220	0.803	1	0.013	0.803	0.005	0.017	ULS17	
	0 2	2918	B2918	HEB220	0.802	1	0.013	0.802	0.005	0.017	ULS17	
	0	3363	B3363	HEB220	0.773	1	0.610	0.773	0.000	0.038	ULS17	

**Σχήμα 4.49:** Αποτελέσματα ελέγχου διατομών μετωπικών υποστυλωμάτων υποστέγου μορφής Δ'

#### 4.4.10 Διατμητικά στοιχεία σύνθετων υποστυλωμάτων

Η τελικώς επιλεγείσα διατομή είναι σύνθετη αποτελούμενη από 2L80x80x8 σε απόσταση 220mm (S355).

Η δυσμενέστερη φόρτιση για τα διατμητικά στοιχεία των σύνθετων υποστυλωμάτων για τον συνδυασμό ULS17. Ο λόγος απόδοσης της διατομής για αυτό τον συνδυασμό δράσης είναι 0,700 και παρουσιάζεται έναντι συνδυασμού κάμψης, αξονικής και διάτμησης.

Περιτ	ττώσι	εις Φόρτισης   Κ	(άμψη XY   Κάμψη XZ	Στρεπτοκαμπτικός Λ	ωγισμός Αποτελέα	υματα					
Апо	τελέσμ	ιατα ελέγχου διατ	ομών	•							
	A/A	Ράβδος	Διατομή	Μέγιστη Τιμή 🔍	Τάξη	K+A+∆(y,z)	Εφελκυσμός	Διάτμηση Υ	Διάτμηση Ζ	Φόρτιση	*
0	3350	B3350	2L80x80x8B/220	0.700	3	0.700	0.000	0.000	0.000	ULS17	
0	3369	B3369	2L80x80x8B/220	0.700	3	0.700	0.000	0.000	0.000	ULS17	
0	2456	B2456	HEB220	0.693	1	0.693	0.000	0.002	0.020	ULS05	
0	2885	B2885	HEB220	0.693	1	0.693	0.000	0.002	0.017	ULS17	
0	2843	B2843	HEB220	0.692	1	0.692	0.000	0.002	0.017	ULS17	

**Σχήμα 4.50:** Αποτελέσματα ελέγχου διατομών διατμητικών στοιχείων σύνθετων υποστυλωμάτων υποστέγου μορφής Δ'

#### 4.4.11 Κεφαλοδοκοί μετωπικών υποστυλωμάτων

Η τελικώς επιλεγείσα διατομή είναι η IPE180 (S355).

Η δυσμενέστερη φόρτιση για τους υπόψη κεφαλοδοκών προκύπτει για το συνδυασμό ULS15. Ο λόγος απόδοσης μέλους για αυτό τον συνδυασμό δράσης είναι 0,174 και παρουσιάζεται έναντι κάμψης.



**Σχήμα 4.51:** Αποτελέσματα ελέγχου διατομών κεφαλοδοκών μεταξύ μετωπικών υποστυλωμάτων υποστέγου μορφής Δ'

### 4.4.12 Έδραση υποστυλωμάτων

Η έδραση των υποστυλωμάτων στην μορφή Δ' του φορέα είναι πανομοιότυπη με την αντίστοιχη της μορφής  $\Gamma$ ', όπως αυτή παρουσιάστηκε στην παράγραφο 4.3.12.

# 5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

### 5.1 Σύγκριση αποτελεσμάτων που προέκυψαν από την επίλυση

Στο παρόν υποκεφάλαιο παρουσιάζονται πινακοποιημένα ενδεικτικά αποτελέσματα που προέκυψαν από τη στατική επίλυση των τεσσάρων μορφών του υποστέγου.

Η πινακοποίηση και αντιπαράθεση των στοιχείων θα χρησιμοποιηθεί προκειμένου να εξαχθούν τα συμπεράσματα που παρουσιάζονται στο επόμενο υποκεφάλαιο.

Στον παρακάτω πίνακα και σχήμα παρουσιάζεται το συνολικό βάρος της κατασκευής ανά μορφή του υποστέγου, όπως αυτό προμετράται από την αντίστοιχη υπορουτίνα του προγράμματος.

]	МОРФН А'		МОРФН В'				
ο Προμέτρηση		×	📕 👗 Προμέτρηση				
Διατομή	Μήκος	Βάρος	Διατομή	Μήκος	Βάρος		
HEB800	308.000	80754.547	HEB700	308.000	73984.664		
S260x8	726.028	44830.715	S260x8	726.028	44830.715		
S120x5	2193.625	39399.344	\$120x5	2193.625	39399.344		
IPE180	457.514	8583.641	IPE180	457.514	8583.641		
HEA140	1700.000	41903.098	HEA140	1700.000	41903.098		
S100x8	328.395	7509.429	S100x8	328.395	7509.429		
HEB300	210.824	24675.531	HEB300	210.824	24675.531		
S100x8	978.996	22386.836	\$100x8	978.996	22386.836		
S100x8	588.094	13448.010	S100x8	588.094	13448.010		
S260x8	660.025	40755.203	\$260x8	660.025	40755.203		
S260x8	72.307	4464.800	\$260x8	72.307	4464.800		
S260x10	66.002	5021.097	S260x10	66.002	5021.097		
Σύνολο	8289.810	333732.250	Σύνολο	8289.810	326962.375		

	МОРФН Г'		MOP $\Phi$ H $\Delta$ '				
🚡 Προμέτρηση	-	×	📕 🧥 Προμέτρηση				
Διατομή	Μήκος	Βάρος	Διατομή	Μήκος	Βάρος		
HEB220	627.000	44789.555	HEB220	616.000	44004.289		
2L80x80x8B/220	749.734	14478.009	2L80x80x8B/220	566.422	10938.134		
S260x8	78.839	4868.146	S260x8	78.199	4828.667		
S120x5	2179.542	39146.094	S120x5	2176.097	39084.211		
S260x8	1376.218	84978.641	S260x8	1376.218	84978.641		
HEA140	1700.000	41903.098	HEA140	1700.000	41903.098		
S80x4	600.000	5689.696	S80x4	600.000	5689.696		
S50x4	550.809	3149.057	S50x4	550.809	3149.041		
S100x8	1556.373	35589.527	S100x8	1556.373	35589.527		
S100x8	331.258	7574.893	S100x8	328.395	7509.429		
HEB300	220.187	25771.445	HEB300	216.437	25332.531		
IPE180	168.497	3161.252	IPE180	160.653	3014.084		
S260x10	65.534	4985.469	S260x10	65.534	4985.470		
οίονύζ	10203.990	316084.906	οδοκύζ	9991.137	311006.844		

Σχήμα 5.1: Προμέτρηση βάρους διατομών χρησιμοποιούμενων στις τέσσερις μορφές υποστέγου

Σε αυτό το σημείο πρέπει να επισημανθεί ότι οι ποσότητες που παρουσιάζονται στο παραπάνω πίνακα αφορούν στο συνολικό βάρος της κατασκευής, χωρίς να έχουν συνυπολογιστεί το βάρος των μηκίδων (καθώς αυτές έχουν εισαχθεί στο μοντέλο επίλυσης ως εξωτερικά επιβαλλόμενο μόνιμο φορτίο), καθώς και το βάρος των στοιχείων σύνδεσης (πλάκες έδρασης, ηλώσεις ενισχύσεις κόμβων κ.α.).

Από το σχήμα 5.1 εύλογα προκύπτει η σημαντική μείωση του βάρους της κατασκευής, αναλόγως της μορφής των υποστυλωμάτων που επιλέγεται από τον μελετητή. Για τον υπολογισμό του συνολικού οφέλους που θα προκύψει για την οικονομία ενός έργου θα πρέπει να συνεκτιμηθεί η ενδεχόμενη διαφορά στο κόστος κατασκευής των φέροντων στοιχείων, μεταφοράς τους στον τόπο του έργου και ανέγερσής τους.

Η διαφορά της τιμής μπορεί ασφαλώς να εκτιμηθεί ότι είναι της τάξης των  $0,07 \in i\omega$ ς  $0,10 \in ava$  kg, το οποίο μεταφράζεται σε ποσοστό της τάξης από 6% έως 8%.

Έχοντας ως βάση αυτή την εκτίμηση και χρησιμοποιώντας ως ποσοστιαία επιβάρυνση 8% στην κατασκευή σύνθετων υποστυλωμάτων σε σχέση με τα ολόσωμα, το συνολικό όφελος για την οικονομία της κατασκευής αναλόγως της μορφής των υποστυλωμάτων που θα επιλεγούν σε όρους χρημάτων και όχι βάρους θα είναι:

MOPPH  $\Gamma$ ' se scésh me th MOPPH A'

- 20,74% στο κόστος κατασκευής των υποστυλωμάτων
- 3,87% στο κόστος του συνόλου της κατασκευής

MORFH D' se scésh me th MORFH D'

- 26,52% στο κόστος κατασκευής των υποστυλωμάτων
- 5,49% στο κόστος του συνόλου της κατασκευής.

ΜΟΡΦΗ Γ' σε σχέση με τη ΜΟΡΦΗ Β'

- 13,48% στο κόστος κατασκευής των υποστυλωμάτων
- 1,88% στο κόστος του συνόλου της κατασκευής

MOPFH D' se scésh me th MOPFH B'

- 19,80% στο κόστος κατασκευής των υποστυλωμάτων
- 3,54% στο κόστος του συνόλου της κατασκευής.

Για την εξαγωγή συμπερασμάτων που αφορούν στον τρόπο που ανταποκρίνονται οι διάφοροι τύποι υποστυλωμάτων στις εξωτερικές φορτίσεις θα πρέπει να συνταχθούν πίνακες σύγκρισης που απεικονίζουν τους λόγους απόδοσης των στοιχείων και τα μέγιστα αναπτυσσόμενα βέλη κάμψης. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι μέγιστοι λόγοι απόδοσης που εμφανίζονται στα στοιχεία των υποστυλωμάτων στις διάφορες μορφές υποστέγων που αναλύθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια.

	ΔΙΑΤΟΜΗ	ΜΕΓΙΣΤΟΣ ΛΟΓΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ
МОРФН А'	HEB 800	0,804
МОРФН В'	HEB 700	0,892
МОРФН	HEB 220	0,760
Г'	2L80x80x8/220	0,771
МОРФН	HEB 220	0,803
Δ'	2L80x80x8/220	0,700

Πίνακας 5.1: Μέγιστος λόγος απόδοσης υποστυλωμάτων ανά μορφή υποστέγου

Εν συνεχεία παρουσιάζονται οι μέγιστες αποκλίσεις από την κατακόρυφο στην κεφαλή των υποστυλωμάτων σε κάθε μορφή υποστέγου που παρουσιάζονται στις Οριακές Καταστάσεις Λειτουργικότητας (SLS).

**Πίνακας 5.2:** Μέγιστο βέλος κάμψης στην κορυφή υποστυλώματος ανά μορφή υποστέγου

	ΔΙΑΤΟΜΗ	ΜΕΓΙΣΤΟ ΒΕΛΟΣ ΣΤΗΝ ΚΟΡΥΦΗ ΤΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ (mm)
МОРФН А'	HEB 800	8,76
МОРФН В'	HEB 700	10,11
МОРФН Г'	HEB 220	12,7
МОРФН <b>Д'</b>	HEB 220	12,3

και οι αντίστοιχες μέγιστες αποκλίσεις που αφορούν στο σημείο σύνδεσης του δικτυώματος με το υποστύλωμα (θέση δεύτερης κεφαλοδοκού).

**Πίνακας 5.3:** Μέγιστο βέλος κάμψης υποστυλώματος στο ύψος του δεύτερου κεφαλοδοκού ανά μορφή υποστέγου

	ΔΙΑΤΟΜΗ	ΜΕΓΙΣΤΟ ΒΕΛΟΣ ΣΤΟ ΣΗΜΕΙΟ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΤΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ (mm)
МОРФН А'	HEB 800	16,8
МОРФН В'	HEB 700	20,7
МОРФН Г'	HEB 220	27,3
МОРФН <b>Δ'</b>	HEB 220	25,7

Τέλος, τα μέγιστα βέλη κάμψης που αναπτύσσονται στον κορφιά του ζυγώματος σε όλες τις Οριακές Καταστάσεις Λειτουργικότητας που παρουσιάζονται στις κατασκευές είναι:

	ΔΙΑΤΟΜΗ	ΜΕΓΙΣΤΟ ΒΕΛΟΣ ΚΑΜΨΗΣ ΣΤΟΝ ΚΟΡΦΙΑ ΤΩΝ ΖΥΓΩΜΑΤΩΝ (mm)
МОРФН А'	SHS 260x8	80,5
МОРФН В'	SHS 260x8	91,4
МОРФН Г'	SHS 260x8	96,1
МОРФН <b>Д</b> '	SHS 260x8	93,9

Πίνακας 5.4: Μέγιστο βέλος κάμψης κορφιά ανά μορφή υποστέγου

Στον παρακάτω πίνακα εμφανίζονται οι ροπές αδράνειας των τεσσάρων τελικά επιλεγμένων υποστυλωμάτων περί τον ισχυρό τους άξονα. Σημειώνεται ότι για τον υπολογισμό της ροπής σύνθετων υποστυλωμάτων δεν συνυπολογίστηκε η ροπή αδράνειας των επιμέρους διατομών.

**Πίνακας 5.5:** Ροπή αδρανείας περί τον ισχυρό άξονα υποστυλώματος ανά μορφή υποστέγου

	ΔΙΑΤΟΜΗ	ΡΟΠΗ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ ΠΕΡΙ        ΤΟΝ ΙΣΧΥΡΟ ΑΞΟΝΑ        (x10 <sup>6</sup> mm <sup>4</sup> )		
МОРФН А'	HEB 800	3.591		
МОРФН В'	HEB 700	2.569		
МОРФН Г'	2HEB 220/740	2.548		
морфн Д'				

# 5.2 Τελικά συμπεράσματα

Συνδυάζοντας τα προσφερόμενα στοιχεία των ανωτέρω πινάκων, αλλά και όσων αναφέρονται στα προγενέστερα κεφάλαια, μπορούν να εξαχθούν τα εξής συμπεράσματα:

 Λόγω της ιδιαιτερότητας της γεωμετρίας του φορέα και συγκεκριμένα το μεγάλων διαστάσεων άνοιγμα που υπάρχει στη μία πλευρά του υποστέγου (κεντρική θύρα), ως προεξάρχουσα φόρτιση προκύπτει η ανεμοπίεση από άνεμο κάθετα στο άνοιγμα με τη θύρα ανοικτή. Έτσι, το σύνολο σχεδόν των στοιχείων, κατά τον έλεγχο τους, παρουσιάζουν τον μέγιστο λόγο απόδοσης στον συνδυασμό ULS 17, που προκύπτει από τα μόνιμα φορτία (ευμενή δράση – μη προσαυξημένα) και την ανεμοπίεση από τον υπόψη άνεμο.

- Η επιλογή κατασκευής σύνθετων υποστυλωμάτων οδηγεί σε εξοικονόμηση υλικού σε ποσοστό αρκετά σημαντικό για το μέγεθος ενός έργου μεγάλων διαστάσεων. Η εξοικονόμηση αυτή είναι αρκετά σημαντική ακόμη και αν συνυπολογιστεί το αυξημένο κόστος ανέγερσης λόγω χρήσης σύνθετων διατομών. Συμπερασματικά, η κατασκευή σύνθετων υποστυλωμάτων μπορεί να επιφέρει μείωση στο κόστος ανέγερσης ενός μεταλλικού φορέα σε ποσοστό από 3% έως 5%. Επιπλέον μεταξύ των ομοειδών μορφών Γ' (σύνθετα υποστυλώματα με ορθοστάτες μορφής N) και Δ' (σύνθετα υποστυλώματα χωρίς ορθοστάτες μορφής V) προκύπτει μια επιπλέον εξοικονόμηση υλικού.
- Μεταξύ των μορφών Γ' και Δ' (διαφορετικών μορφών σύνθετων υποστυλωμάτων) δεν παρουσιάζονται σημαντικές διαφοροποιήσεις, ως προς την συμπεριφορά, καθώς οι λόγοι απόδοσης των διατομών και των μελών αλλά και οι προκύπτουσες μετατοπίσεις κόμβων παρουσιάζουν μικρή απόκλιση.
- Οι μετατοπίσεις που προκύπτουν στις μορφές Γ' και Δ' (σύνθετα υποστυλώματα) είναι παρόμοιες με τις αντίστοιχες που παρουσιάζονται στη μορφή Β'(HEB700). Αυτή η διαπίστωση είναι λογική καθώς οι αντίστοιχες ροπές αδράνειας είναι σχεδόν ίσες.
- Αντιθέτως, οι λόγοι απόδοσης που προκύπτουν στα σύνθετα υποστυλώματα είναι της ίδιας τάξης μεγέθους (περί το 0,8) με το λόγο απόδοσης που προκύπτει για τα υποστυλώματα της μορφής Α' (HEB800), ενώ στα υποστυλώματα της μορφής Α' (HEB700) είναι αρκετά μεγαλυτερος (της τάξης του 0,9).
- Η τεγίδωση των φορέων κατασκευάζεται από στοιχεία διατομής HEA 140.
  Η υπόψη διατομή θα μπορούσε να αντικατασταθεί από IPE 200, προσφέροντας οικονομία στην κατασκευή (λόγω μικρότερου βάρους). Για να επιτευχθεί αυτό θα πρέπει να τοποθετηθεί εγκάρσιος ελκυστήρας καταλλήλου διαμέτρου (ντίζα) στο μέσο του μήκους κάθε τεγίδας. Παρά ταύτα, αυτή η λύση δεν επιλέχθηκε στην τελική μόρφωση του φορέα καθώς θα προέκυπταν κατασκευαστικές δυσκολίες λόγω του γεγονότος ότι στην απόληξη του ελκυστήρα συντρέχει μεγάλος αριθμός ράβδων.

# 6 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 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
- 4. Βάγιας Ι., Ερμόπουλος Ι., Ιωαννίδης Γ. (2009). «Σιδηρές κατασκευές. Ανάλυση και εφαρμογή», Εκδόσεις Κλειδάριθμος, Αθήνα
- 5. Εγχειρίδια χρήσης λογισμικού INSTANT
- 6. Ευρωκώδικας 1 «Βάσεις σχεδιασμού και δράσεις επί των κατασκευών», Ι. Ερμόπουλος
- 7. ΙΕΚΕΜ ΤΕΕ «Σημειώσεις για την χρήση Ευρωκωδίκων ΕΝ1990, ΕΝ1991»
- 8. Ιστοσελίδα της Computer Control Systems S.A.
- 9. ΕΝ 1998-1-1, Ευρωκώδικας 8, «Αντισεισμικός σχεδιασμός», Μέρος 1: Γενικοί κανόνες, σεισμικές δράσεις και κανόνες για κτίρια, CEN, Δεκέμβριος 2004

# ПАРАРТНМА

Στο παρόν παράρτημα περιλαμβάνονται:

- το σύνολο των αρχείων που παράχθηκαν κατά την δημιουργία και επίλυση των τεσσάρων διακριτών μορφών του υποστέγου σε περιβάλλον του λογισμικού INSTANT της Computer Control Systems S.A.
- το σύνολο των παραγόμενων αρχείων αναφορών που χρησιμοποιήθηκαν για την εκπόνηση της παρουύσας διπλωματικής εργασίας σε μορφή Microsoft Office Word

Όλα τα παραπάνω περιλαμβάνονται στον οπτικό δίσκο (CD-ROM) που συνοδεύει την έντυπη μορφή της διπλωματικής εργασίας.