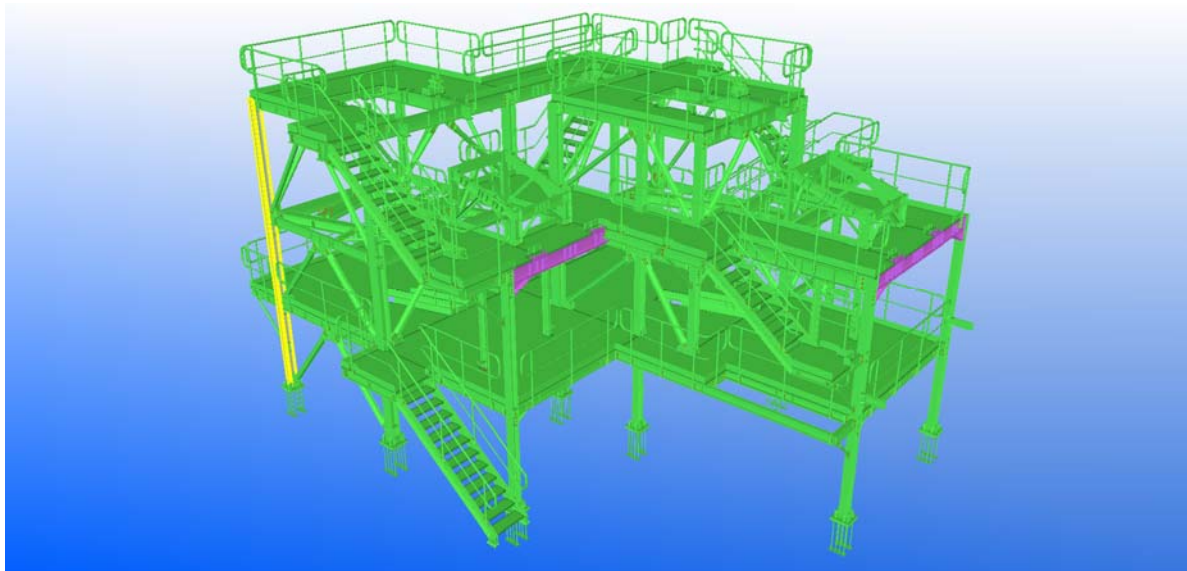




**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ**

Μεταπτυχιακή Εργασία

**ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΙΔΙΚΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ
ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ**



**ΣΤΥΛΙΑΝΟΣ Α. ΚΡΙΚΟΣ
Πολιτικός Μηχανικός Π.Θ.**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΧΑΡΗΣ Ι. ΓΑΝΤΕΣ
Δρ. Πολιτικός Μηχανικός, Καθηγητής Ε.Μ.Π.**

Αθήνα, Οκτώβριος 2016

***στους γονείς μου,
Αναστάσιο και Ευγενία***

Θα ήθελα να ευχαριστήσω,

Τον κύριο Χάρη Γαντέ, Καθηγητή του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών, τόσο για την καθοδήγηση όσο και για την υπομονή που επέδειξε κατά την διάρκεια της διπλωματικής αυτής εργασίας.

Τον Καθηγητή κ. Τ. Αβραάμ και τον Λέκτορα κ. Π. Θανόπουλο της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών, για την συμμετοχή τους στην εξεταστική επιτροπή της διπλωματικής μου εργασίας.

Την οικογένεια μου, τη σύντροφο μου Ιόλη και την οικογένεια της, καθώς και τους φίλους μου, που συνέβαλαν είτε έμπρακτα, είτε με την συμπαράσταση τους στην περάτωση της.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Εισαγωγή	1
----------	---

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Περιγραφή Τεχνικού Έργου

2.1 Γενικά	3
2.2 Περιγραφή Φορέα	11
2.3 Υλικά κατασκευής	14

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Δράσεις υπολογισμού

3.1 Μόνιμα Φορτία	16
3.2 Μεταβλητά Φορτία	17
3.2.1 Επιβαλλόμενα φορτία	17
3.2.2 Φορτίο Χιονιού	17
3.2.2.1 Κανονισμός Υπολογισμού Φορτίου Χιονιού	17
3.2.2.2 Υπολογισμός φορτίου χιονιού	21
3.2.3 Φορτία Ανέμου	23
3.2.3.1 Κανονισμός Υπολογισμού Φορτίων Ανέμου	23
3.2.3.2 Υπολογισμός Φορτίων Ανέμου	34
3.2.4 Φορτία Μεταλλευμάτων	38
3.3 Σεισμικές Δράσεις Σχεδιασμού	39
3.3.1 Βασικές Αρχές Υπολογισμού Σεισμικών Δράσεων	39
3.3.2 Μέθοδος Ανάλυσης Φορέα	46
3.3.3 Υπολογισμός Σεισμικών Δράσεων Σχεδιασμού	47
3.4 Λοιπές δράσεις	48

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Συνδυασμοί δράσεων

4.1 Γενικά	49
4.2 Οριακή Κατάσταση Αστοχίας (ULS)	49
4.2.1 Βασικές Αρχές Υπολογισμού Συνδυασμών Δράσεων στην Οριακή Κατάσταση Αστοχίας	50
4.2.2 Συνδυασμοί Δράσεων στην Οριακή Κατάσταση Αστοχίας	50
4.3 Οριακή Κατάσταση Λειτουργικότητας (SLS)	51

4.3.1	Βασικές Αρχές Υπολογισμού Συνδυασμών Δράσεων στην Οριακή Κατάσταση Λειτουργικότητας	51
4.3.2	Συνδυασμοί Δράσεων στην Οριακή Κατάσταση Λειτουργικότητας	52
4.4	Σεισμικοί Συνδυασμοί Δράσεων	53
4.4.1	Βασικές Αρχές Υπολογισμού Σεισμικών Συνδυασμών	53
4.4.2	Σεισμικοί Συνδυασμοί	53
No table of contents entries found.ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5		
Προσομοίωση κατασκευής		
5.1	Φορτίσεις Κατασκευής	54
5.1.1	Μόνιμα Φορτία Κατασκευής	55
5.1.2	Κινητά Φορτία Στεγάστρου	58
5.2	Μήκη Λυγισμού	62
5.3	Συνδέσεις	62
5.4	Υπολογισμός Μαζών	64
5.5	Σεισμικές Δράσεις Σχεδιασμού	65
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6		
Αποτελέσματα ανάλυσης		
6.1	Διατομές Φορέα	70
6.2	Ιδιοπερίοδος Φορέα	78
6.3	Παραμορφώσεις - Βέλη Κάμψης	81
6.3.1	Κανονιστικό Πλαίσιο	81
6.3.2	Αποτελέσματα Ανάλυσης	83
6.4	Ποσοστά Εκμετάλλευσης Διατομών	85
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7		
Συμπεράσματα		102
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ		104

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι ο σχεδιασμός και η διαστασιολόγηση ειδικής βιομηχανικής μεταλλικής κατασκευής στην περιοχή της Ολυμπιάδας του Νομού Χαλκιδικής. Ο σχεδιασμός θα πραγματοποιηθεί με την χρήση του προγράμματος Staad Pro v8i.

Το έργο της Ολυμπιάδας είναι ένα ορυχείο χρυσού-αργύρου-μολύβδου-ψευδαργύρου στη Βόρεια Ελλάδα. Το ορυχείο και εργοστάσιο επεξεργασίας χτίστηκαν αρχικά στις αρχές της δεκαετίας του 1970, αλλά αργότερα έκλεισαν. Τα τελευταία χρόνια, το εργοστάσιο αρχίζει να επαναλειτουργεί ως μέρος της Φάσης I, του προγράμματος της συνολικής επαναλειτουργίας του ορυχείου. Το κτίριο που θα μελετηθεί, "Κτίριο Διήθησης - Σταθμός Συγκέντρωσης και Μεταφοράς Χρυσού" (Filtration Building - Gold Concentrate and Transfer Station), εντάσσεται στη φάση II του προγράμματος όπου θα κατασκευασθούν, νέα κτίρια και θα αποκατασταθούν κτίρια με βλάβες.

Το πεδίο εφαρμογής του προγράμματος περιλαμβάνει το σχεδιασμό, την προμήθεια και την κατασκευή της εργοστασίου επεξεργασίας ορυκτών 400.000 tpa που θα αποτελείται από τη τριβή, τον έλεγχο και την αποθήκευση μεταλλευμάτων, τη πρωτοβάθμια λείανση, τη διαδοχική επίπλευση, την επανάλεση, τη πύκνωση, τη διήθηση, τη συσκευασία των προϊόντων, την επίχωση των απορριμμάτων, τις υπηρεσίες νερού, τα συστήματα αντιδραστηρίων, τις υπηρεσίες εγκαταστάσεων και την παροχή ηλεκτρικού ρεύματος. Ένα βασικό εμπόδιο του έργου είναι ότι το εργοστάσιο πρέπει να οικοδομηθεί σε υφιστάμενα κτίρια σε μια τοποθεσία βιομηχανικών περιοχών, μεγιστοποιώντας παράλληλα την επαναχρησιμοποίηση του υπάρχοντος εξοπλισμού και εγκαταστάσεων.

Η εργασία αποτελείται από 7 κεφάλαια στα οποία παρουσιάζονται τα βασικά στοιχεία του φέροντος οργανισμού της μεταλλικής κατασκευής, αναλύονται οι παραδοχές που ελήφθησαν κατά τον σχεδιασμό και πραγματοποιείται διαστασιολόγηση και έλεγχος των μελών.

Ο μεταλλικός φορέας αποτελείται από πρότυπες διατομές διατεταγμένες ώστε να λειτουργούν πλαισιακά στην κύρια διεύθυνση τους, ενώ στην ασθενή τους έννοια μορφώνονται δικτυωτοί σύνδεσμοι (διαγώνιοι ή τύπου Λ) που ενισχύουν το φορέα όσον αφορά τις φορτίσεις του εξοπλισμού, των ορυκτών μεταλλευμάτων καθώς και τις σεισμικές φορτίσεις.

Ο αντισεισμικός σχεδιασμός του μεταλλικού φορέα πραγματοποιείται σύμφωνα με τις διατάξεις του EN 1998.

Κεφάλαιο 2

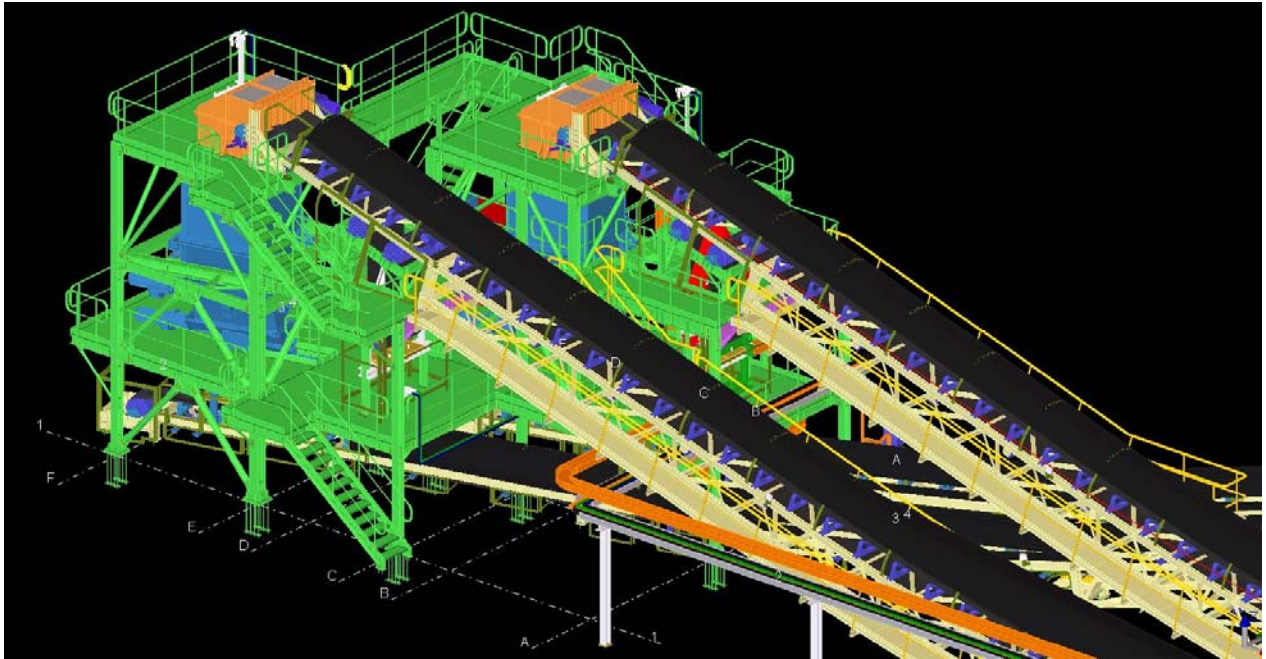
Περιγραφή Τεχνικού Έργου

2.1 Γενικά

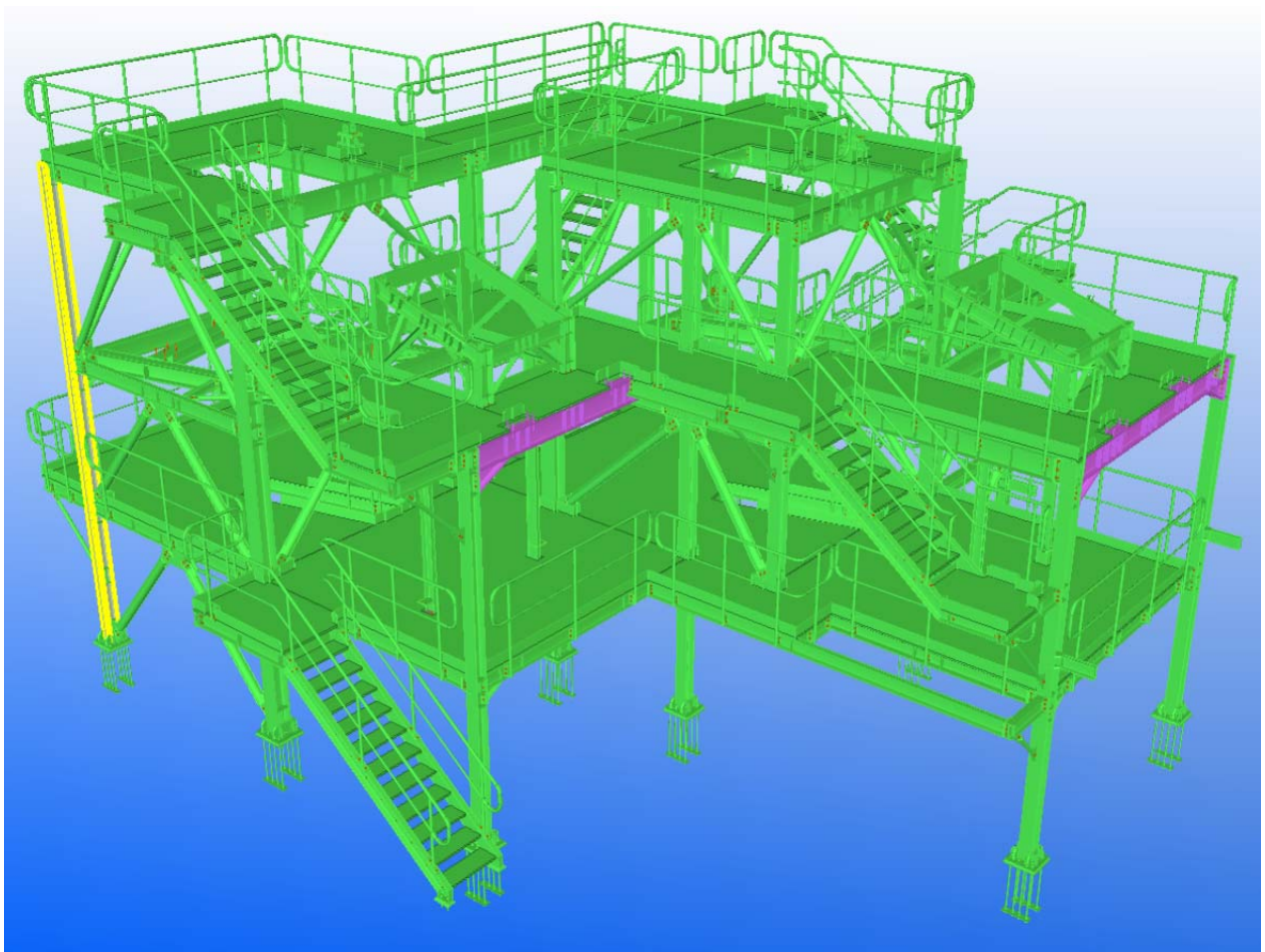
Το κτίριο διήθησης αποτελεί ουσιώδες τμήμα για το ορυχείο της Ολυμπιάδας. Στο κτίριο καταλήγουν και επικάθονται ταινιόδρομοι που μεταφέρουν τα μεταλλεύματα και εν συνεχεία υπάρχει ειδικός μηχανολογικός εξοπλισμός που συγκεντρώνει, διαχωρίζει και μεταφέρει το κατεργασμένο πλέον υλικό σε άλλες εγκαταστάσεις. Στην εικόνα 2.1 φαίνονται οι μεταλλευτικές εγκαταστάσεις της Ολυμπιάδας, στην εικόνα 2.2 η τρισδιάστηη απεικόνιση του κτιρίου με τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό και τους ταινιόδρομους, ενώ στο σχήμα 2.3 απεικονίζεται ο μεταλλικός φορέας.



Εικόνα 2. 1: Μεταλλευτικές εγκαταστάσεις ορυχείου Ολυμπιάδας

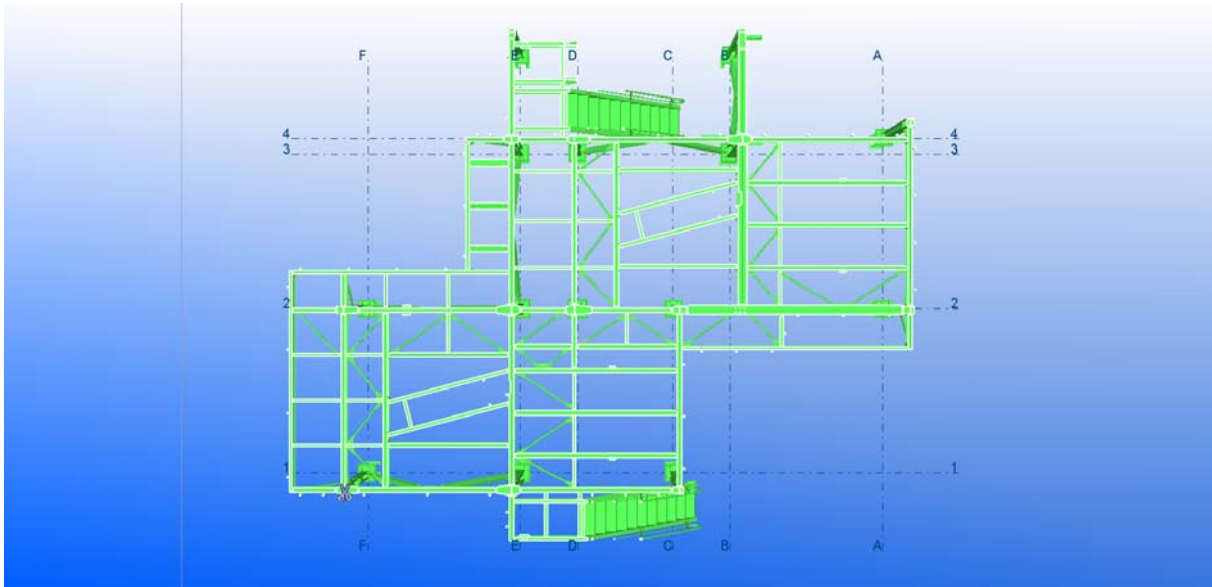


Εικόνα 2. 2: Τρισδιάστατη όψη Κτιρίου Διήθησης με Η/Μ εξοπλισμό

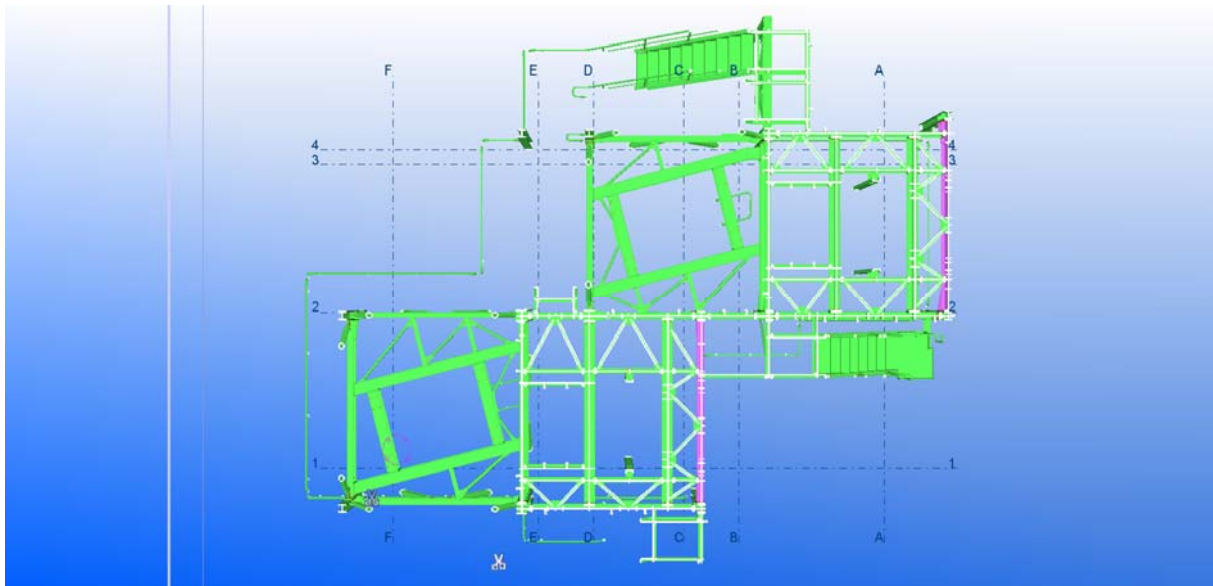


Εικόνα 2. 3: Τρισδιάστατη όψη Κτιρίου Διήθησης (σχέδιο Tekla)

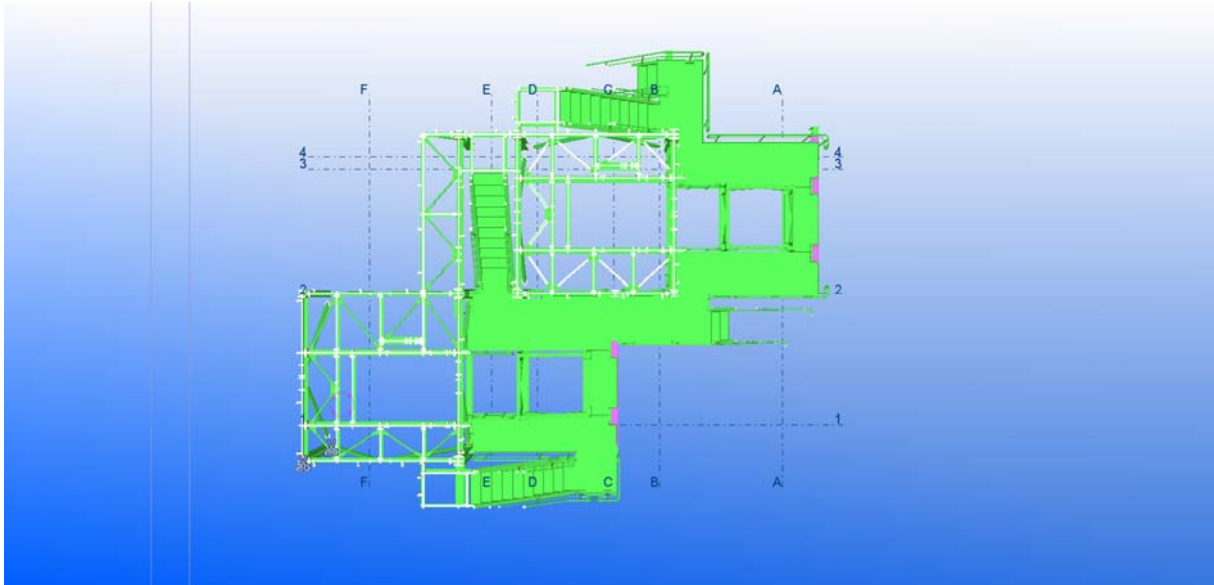
Στα σχήματα 2.4 έως 2.12 παρουσιάζεται η συνολική μορφή του μεταλλικού φορέα (κατόψεις, όψεις, τομές) και στα σχήματα 2.13 έως 2.15 μερικές από τις συνδέσεις που έχουν μελετηθεί.



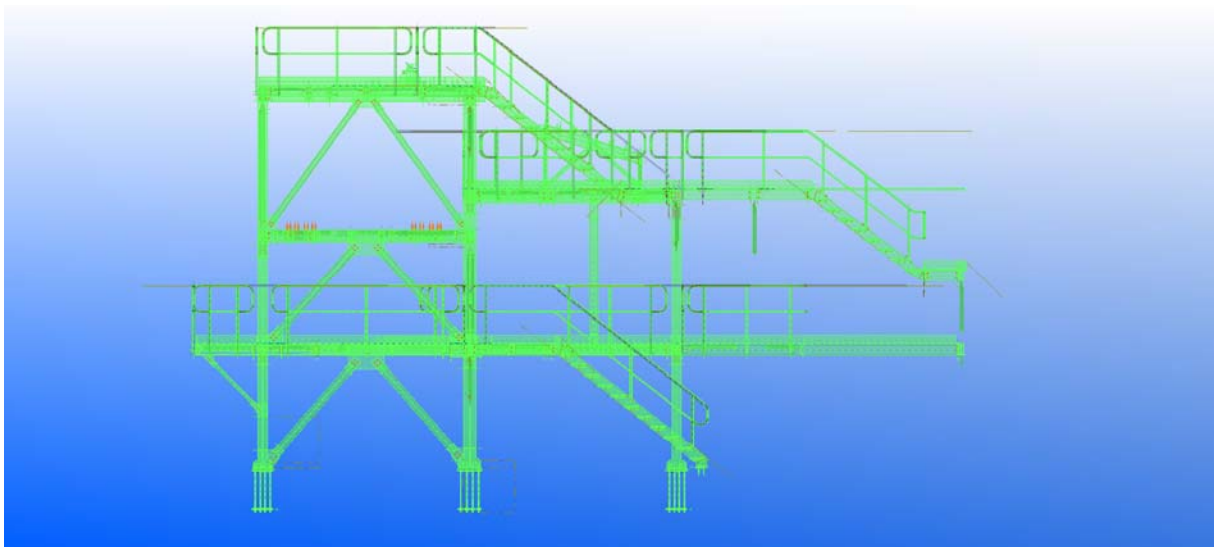
Εικόνα 2. 4: Κάτοψη 1^{ου} επιπέδου (σχέδιο Tekla)



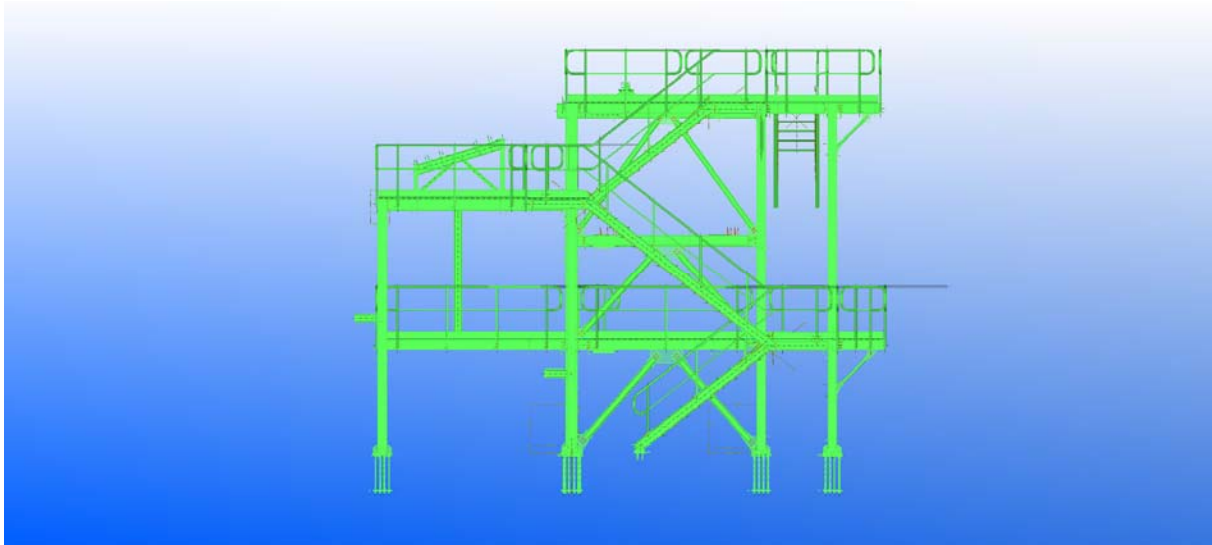
Εικόνα 2. 5: Κάτοψη 2^{ου} επιπέδου (σχέδιο Tekla)



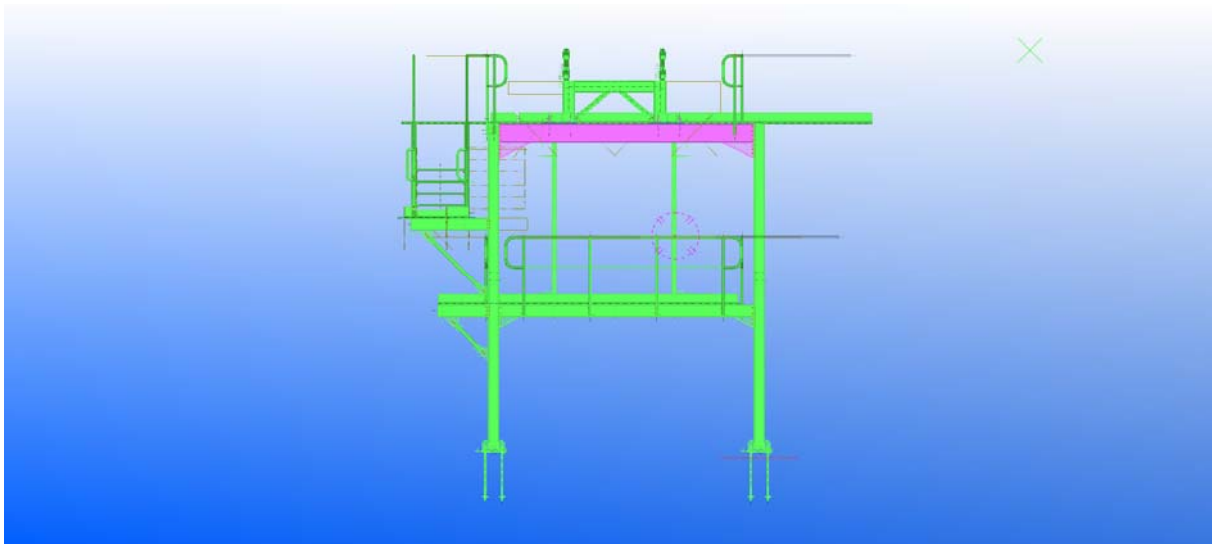
Εικόνα 2. 6: Κάτοψη 3^{ου} επιπέδου (σχέδιο Tekla)



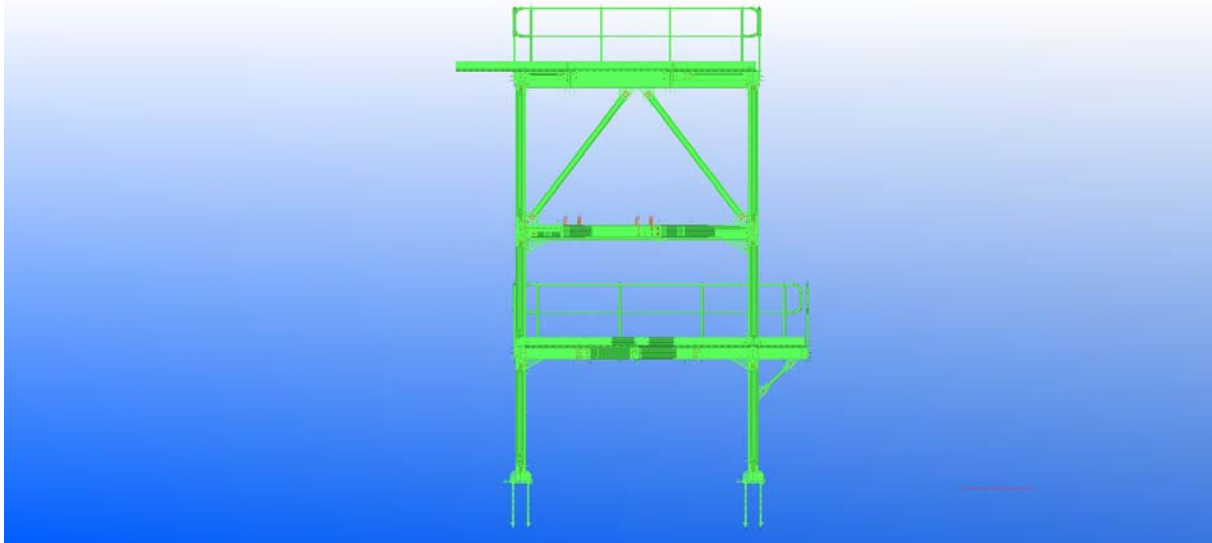
Εικόνα 2. 7: Όψη άξονα 1 (σχέδιο Tekla)



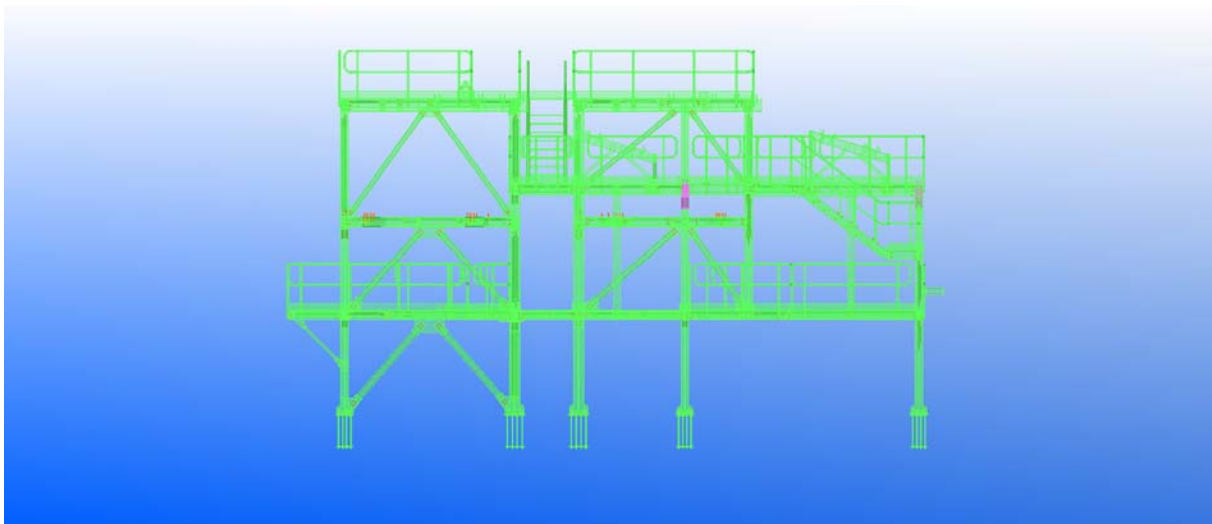
Εικόνα 2. 8: Όψη άξονα 4 (σχέδιο Tekla)



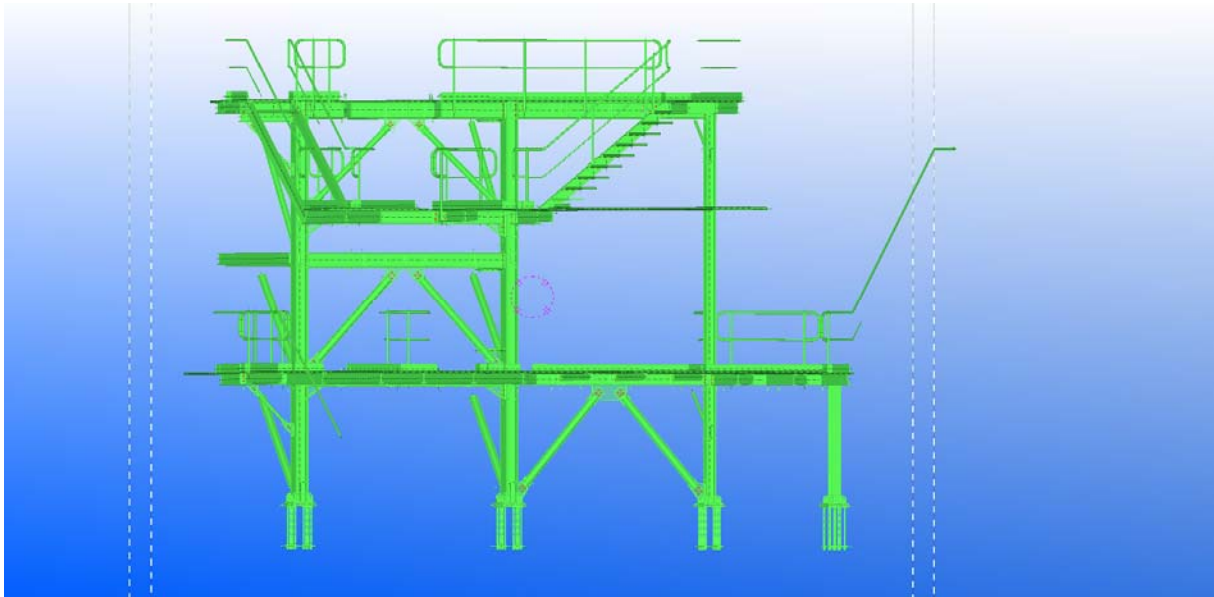
Εικόνα 2. 9: Όψη άξονα A (σχέδιο Tekla)



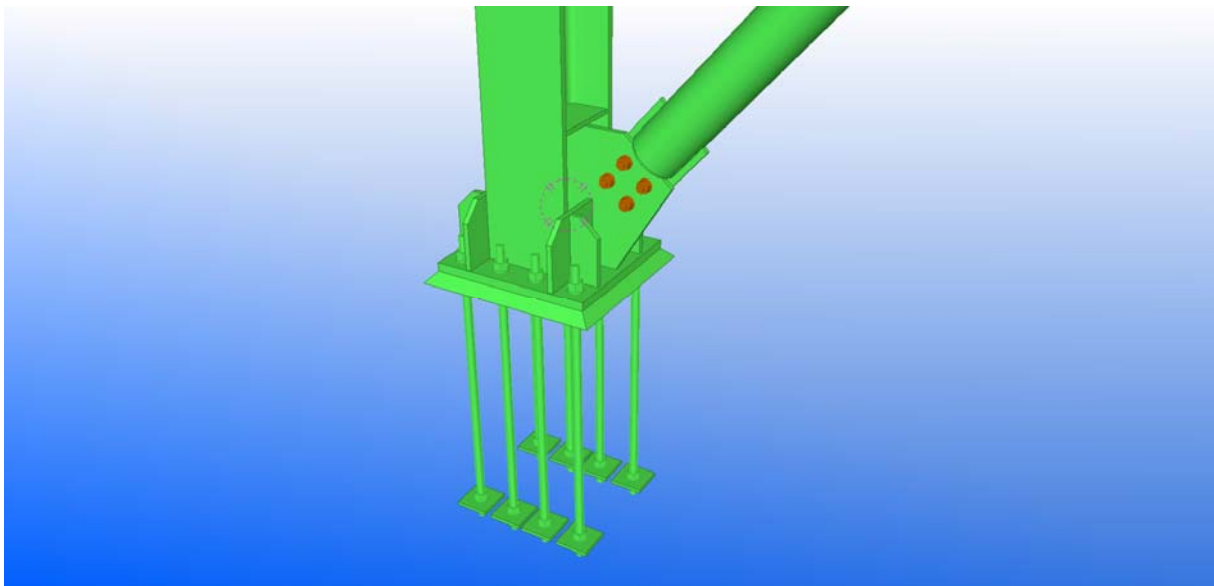
Εικόνα 2. 10: Όψη άξονα F (σχέδιο Tekla)



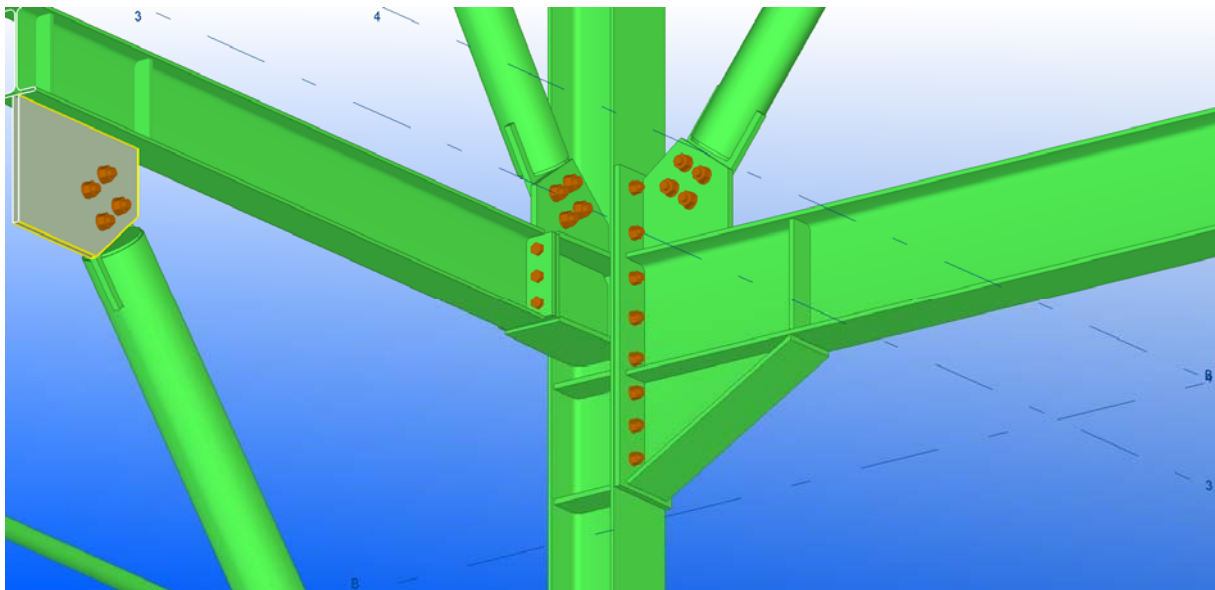
Εικόνα 2. 11: Τομή άξονα 2 (σχέδιο Tekla)



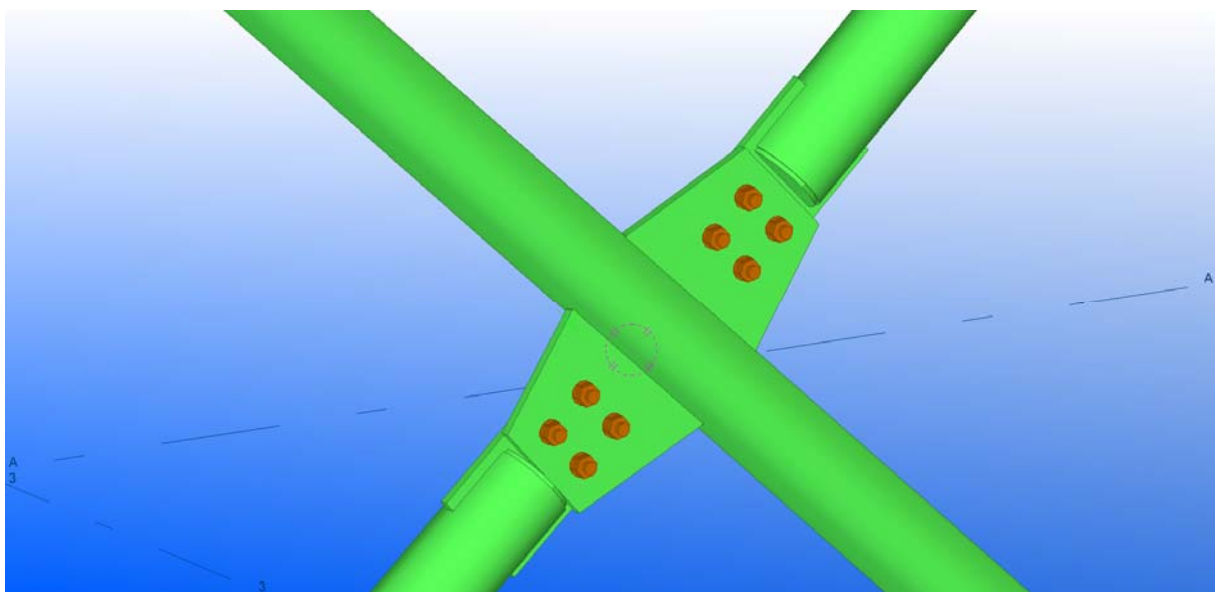
Εικόνα 2. 12: Τομή άξονα Ε (σχέδιο Tekla)



Εικόνα 2. 13: Λεπτομέρεια έδρασης (σχέδιο Tekla)



Εικόνα 2. 14: Λεπτομέρεια σύνδεσης υποστυλώματος-δοκού (σχέδιο Tekla)



Εικόνα 2. 15: Λεπτομέρεια σύνδεσης δισδιαγώνιων συνδέσμων (σχέδιο Tekla)

2.2 Περιγραφή Φορέα

Η μεταλλική κατασκευή έχει διαστάσεις 13.50m x 10.70m και ύψος 7.40 m και είναι προσαρμοσμένη στις απαιτήσεις της αρχιτεκτονικής και κυρίως της μηχανολογικής μελέτης. Πρόκειται για ένα μεταλλικό φορέα που έχει ως σκοπό να φέρει τα φορτία του εξοπλισμού και των μεταλλευμάτων καθώς και τις σεισμικές δράσεις.

Τα κύρια στοιχεία του φορέα είναι τα υποστυλώματα και οι δοκοί που συντρέχουν σε αυτά μορφώνοντας πλαίσια και στις δύο διευθύνσεις. Οι διατομές των υποστυλωμάτων είναι HEA 180 εκτός τεσσάρων υποστυλωμάτων διατομής HEB 240. Οι διατομές των κύριων δοκών των πλαισίων είναι IPE 200, IPE 240, IPE 270, IPE 300, HEA 180 και HEA 200. Στα προαναφερθέντα υποστυλώματα, οι δοκοί είτε συνδέονται είτε μέσω σύνδεση πάκτωσης είτε αρθρωτά. Ο υπόλοιπος φορέας μορφώνεται από δευτερεύουσες δοκούς και δικτυωτούς συνδέσμους (διαγώνιους ή τύπου Λ).

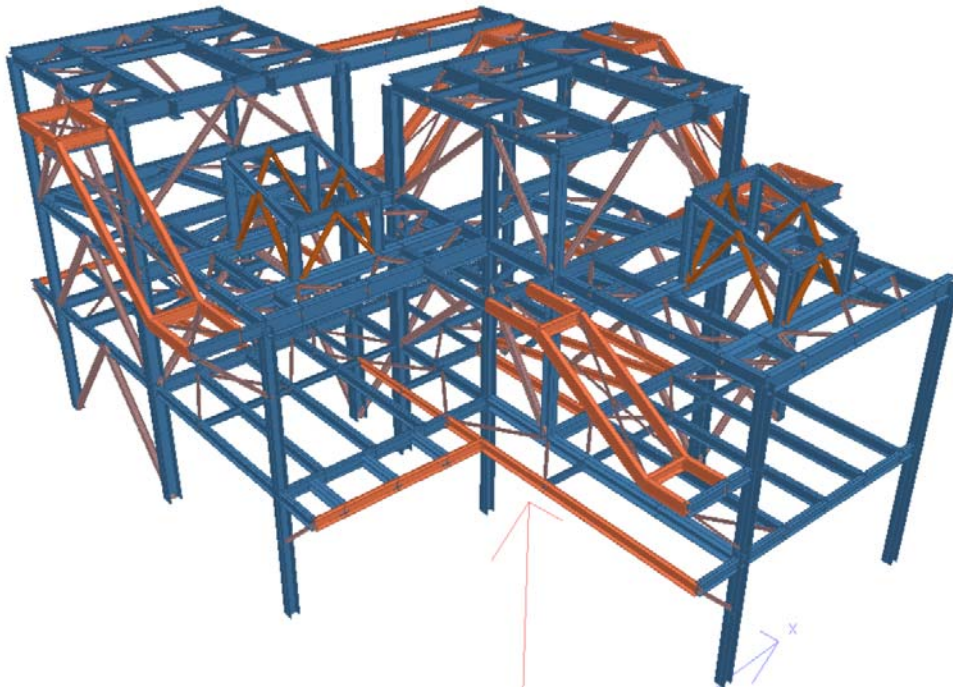
Η ευστάθεια του κύριου φορέα έναντι πλευρικής εκτροπής εξασφαλίζεται με κατάλληλα διατεταγμένους οριζόντιους και κατακόρυφους συνδέσμους δυσκαμψίας. Οι οριζόντιοι σύνδεσμοι δυσκαμψίας, προσφέρουν εκτός από πλευρική εξασφάλιση και διαφραγματική λειτουργία σε κάθε επίπεδο. Παραλαμβάνουν και μεταφέρουν με ασφάλεια στο έδαφος τα οριζόντια φορτία της ανεμοπίεσης και των σεισμικών δράσεων που ασκούνται στην κατασκευή καθώς και τις δευτερογενείς, λόγω παραμορφώσεων, δυνάμεις που αναπτύσσονται σε αυτή.

Η μεταλλική κατασκευή εδράζεται επί ελαστικών αρθρώσεων σε δεκατεσσάρα υποστυλώματα από οπλισμένο σκυρόδεμα διαστάσεων 0.55m x 0.55m και ύψους 1.00m, τα οποία συνδέονται μεταξύ τους με συνδετήριες δοκούς διαστάσεων 0.80m x 0.40m και μεταφέρουν τα εντατικά μεγέθη σε γενική κοιτόστρωση πάχους 0.50m.

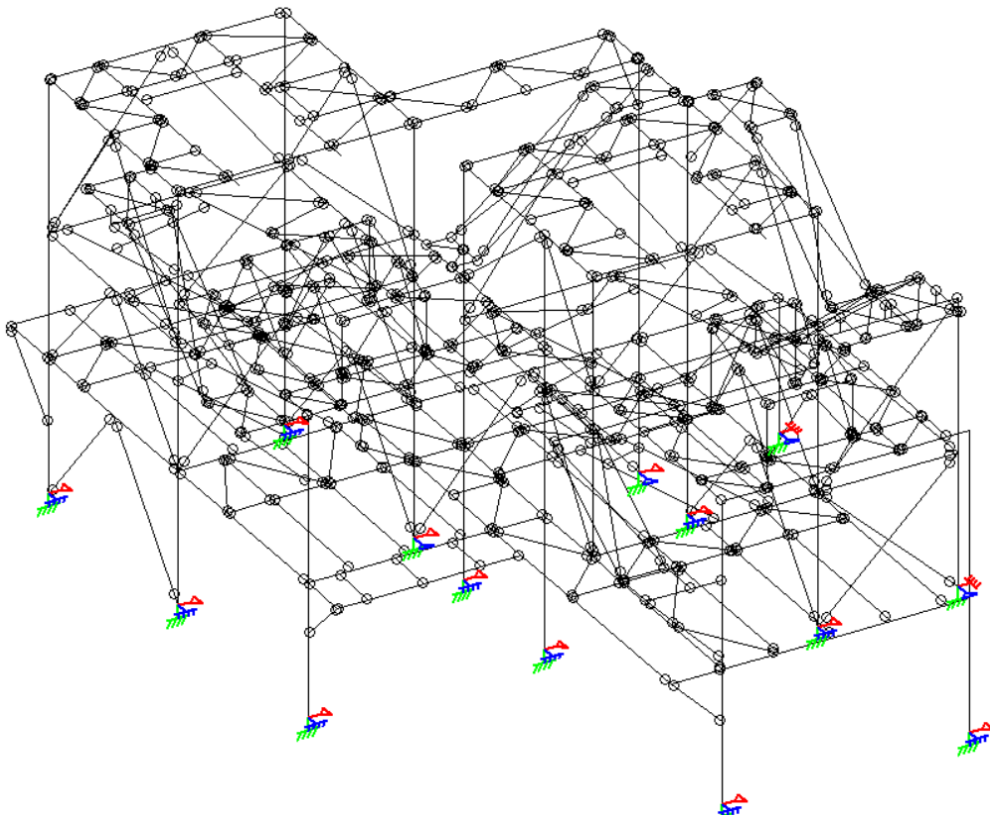
Η μεταλλική κατασκευή αναλύθηκε με τη χρήση του προγράμματος STAAD-Pro της Bentley Inc. USA. Η μητρώϊκή ανάλυση (stiffness analysis) που ακολουθείται βασίζεται στην μέθοδο μετακινήσεων (matrix displacement method). Ο φορέας διακριτοποιείται σε δομικά στοιχεία (γραμμικά). Κάθε στοιχείο έχει ένα τρόπο μετακίνησης έτσι ώστε να ικανοποιείται η ισορροπία δυνάμεων και η συμβατότητα μετακινήσεων στους κόμβους. Το γενικό μητρώο ακαμψίας του φορέα μορφώνεται αθροίζοντας συστηματικά τις συμμετοχές των ακαμψιών των διακριτοποιημένων στοιχείων. Οι εξωτερικές δράσεις του φορέα μετατρέπονται σε επικόμβια φορτία και το μητρώο ακαμψίας συνδέει αυτά τα φορτία με τις μετακινήσεις των κόμβων με βάση την γενική εξίσωση: $A_j = a_j + S_j \cdot D_j$. Το μητρώο αυτό περιλαμβάνει όλους τους κόμβους του φορέα, ελεύθερους ή δεσμευμένους. Η επίλυση-αντιστροφή του μητρώου ακαμψίας γίνεται με την χρησιμοποίηση της ακριβούς μεθόδου Cholesky. Η μέθοδος αυτή είναι πολύ ακριβής και ιδιαίτερα κατάλληλη για την διαδικασία τριγωνοποίησης του μητρώου κατά Gauss. Αναλυτικά στοιχεία όσον αφορά στις φορτίσεις, τους συνδυασμούς δράσεων και τους ελέγχους των διατομών δίδονται παρακάτω.

Για την πιο επιμέλη εποπτεία του φορέα επιλύθηκαν τέσσερα προσομοιώματα του φορέα στο πρόγραμμα Staad Pro v8i thw Bentley. Τα δύο αφορούν την ανωδομή όπου έγινε διαχωρισμός των φορτίσεων μεταξύ των στατικών και των σεισμικών και τα άλλα δύο είναι με την θεμελίωση όπου έγινε ο αντίστοιχος διαχωρισμός. Στην παρούσα μεταπτυχιακή θα ασχοληθούμε με τα προσομοιώματα της ανωδομής.

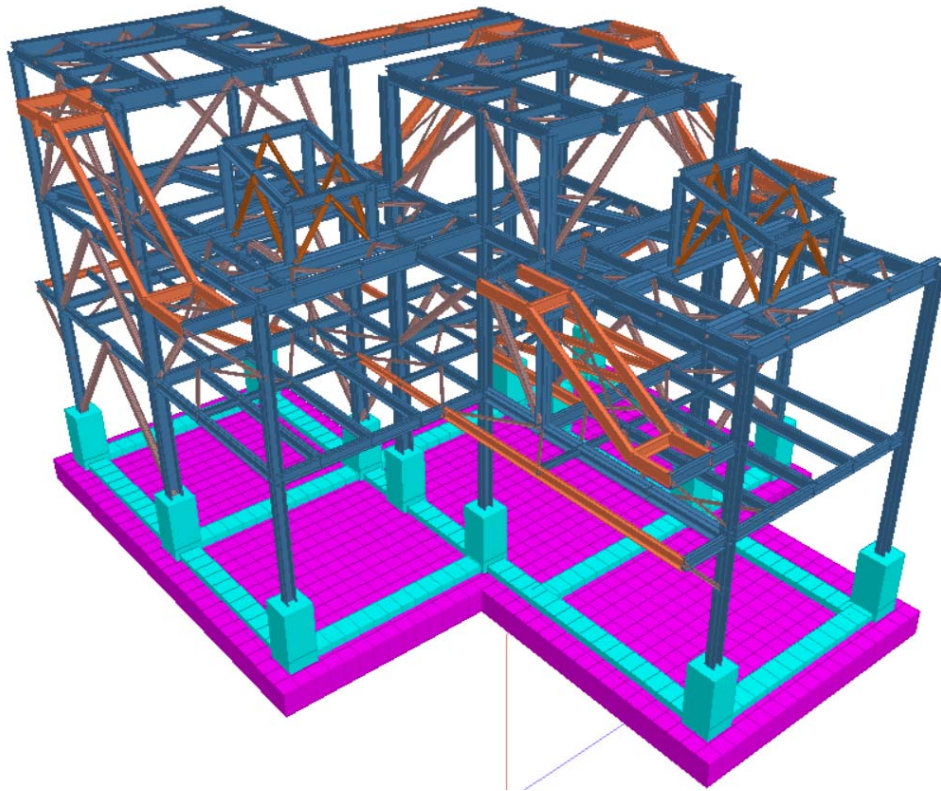
Στις εικόνες 2.16 έως 2.19 φαίνονται τα τρισδιάστατα χωρικά μοντέλα της ανάλυσης του θεμελιωμένου και του πακτωμένου φορέα



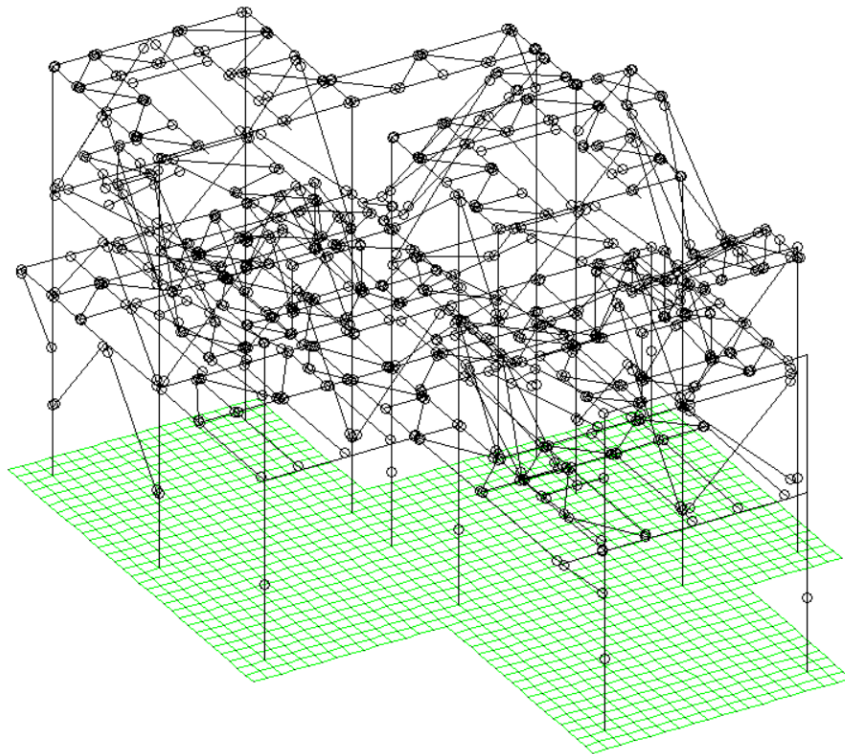
Εικόνα 2. 16: Τρισδιάστατο χωρικό μοντέλο - Ανωδομή



Εικόνα 2. 17: Τρισδιάστατο χωρικό μοντέλο - Ανωδομή



Εικόνα 2. 18: Τρισδιάστατο χωρικό μοντέλο – Θεμελίωση



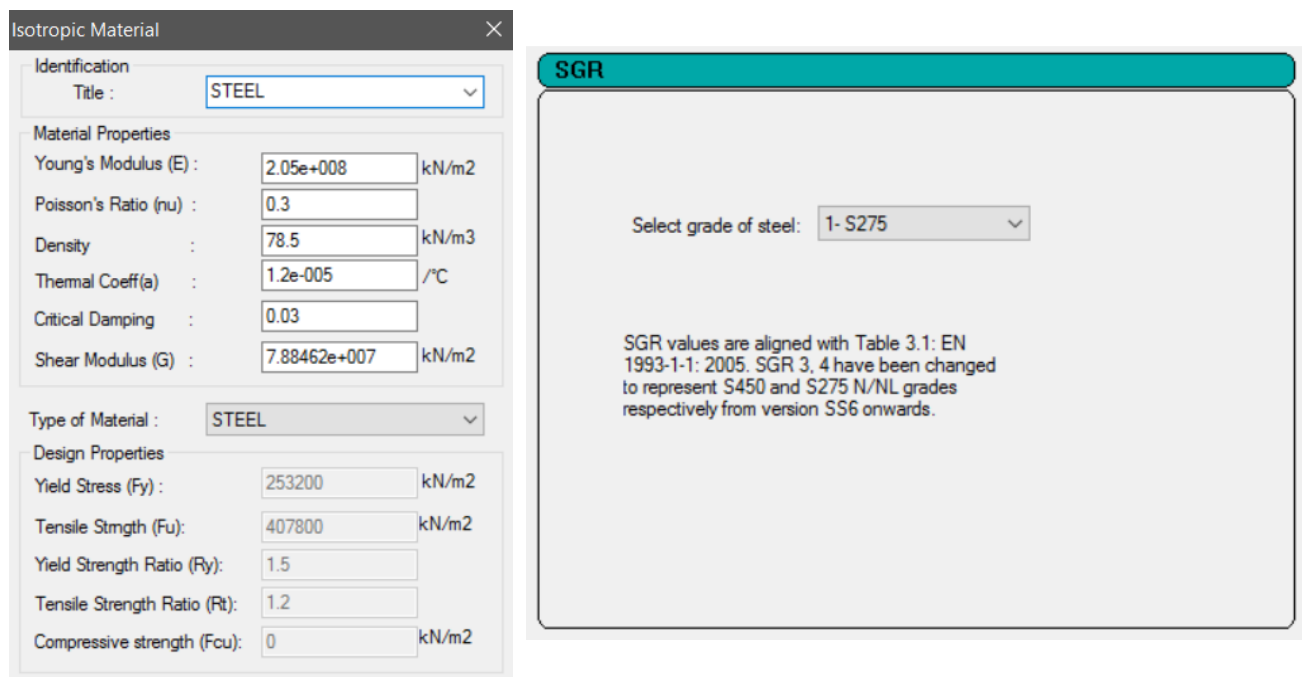
Εικόνα 2. 19: Τρισδιάστατο χωρικό μοντέλο – Θεμελίωση

2.3 Υλικά κατασκευής

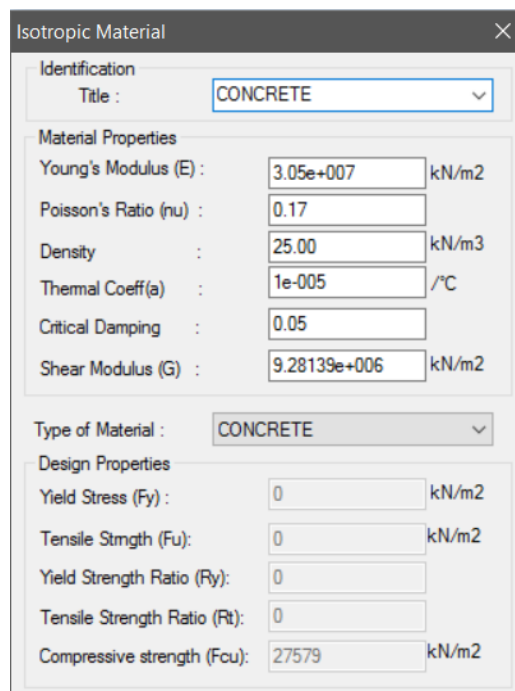
Για τα κύρια στοιχεία του μεταλλικού φορέα θα χρησιμοποιηθεί δομικός χάλυβας ποιότητας S275, ορίου διαρροής $f_y=275\text{MPa}$ και ορίου θραύσης $f_u=430\text{MPa}$, εκτός των τεσσάρων υποστυλωμάτων HEB 240 όπου θα χρησιμοποιηθεί δομικός χάλυβας ποιότητας S355, ορίου διαρροής $f_y=355\text{MPa}$ και ορίου θραύσης $f_u=510\text{MPa}$. Επίσης για όλες τις κοίλες διατομές θα χρησιμοποιηθεί δομικός χάλυβας ποιότητας S275, ορίου διαρροής $f_y=275\text{MPa}$ και ορίου θραύσης $f_u=430\text{MPa}$. Ο συντελεστής Poisson ν , το μέτρο ελαστικότητας E και ο συντελεστής γραμμικής διαστολής α του δομικού χάλυβα δίνονται στην παράγραφο §3.2.6 του EN1993-1-1:2005, σύμφωνα με τον οποίο είναι ανεξάρτητα της κατηγορίας του χάλυβα. Η τιμή του συντελεστή Poisson ν λαμβάνεται ίση με 0.30, το μέτρο ελαστικότητας E ισούται με 210GPa και ο συντελεστής γραμμικής διαστολής του χάλυβα είναι ίσος με 12×10^{-6} ανά $^{\circ}\text{C}$.

Για το τμήμα του φέροντος οργανισμού, που κατασκευάζεται από οπλισμένο σκυρόδεμα, θα χρησιμοποιηθεί σκυρόδεμα ποιότητας C25/30. Η ποιότητα του σκυροδέματος που αναφέρεται, βασίζεται στον Ελληνικό Κανονισμό Τεχνολογίας Σκυροδέματος. Ο συντελεστής Poisson ν , λαμβάνεται για κάθε κατηγορία σκυροδέματος ίσος με 0.20 ενώ το μέτρο ελαστικότητας E εξαρτάται από την εκάστοτε κατηγορία. Η τιμή του μέτρου ελαστικότητας E για κατηγορία σκυροδέματος C25/30, όπως προκύπτει από τον πίνακα 2.2 του ΕΚΩΣ2000, είναι ίση με $E_{cm}=30.5\text{GPa}$. Ο συντελεστής θερμικής διαστολής του σκυροδέματος σύμφωνα με την παράγραφο § 2.5.5 του ΕΚΩΣ λαμβάνεται ίσος με 10×10^{-6} ανά $^{\circ}\text{C}$.

Είναι απαραίτητο κατά την εισαγωγή των υλικών στο πρόγραμμα Staad Pro v8i να γίνει η απαραίτητη προσαρμογή των παραμέτρων αντοχής των υλικών ώστε οι υπολογιστικές αντοχές των διατομών να είναι σύμφωνες με αυτές που προβλέπουν οι κανονισμοί. Η εισαγωγή των τιμών αυτών φαίνεται στα σχήματα 2.1 και 2.2 για τον δομικό χάλυβα S355 και για ποιότητα σκυροδέματος C25/30 αντίστοιχα.



Εικόνα 2. 20: Εισαγωγή παραμέτρων χάλυβα στο Staad Pro v8i



Εικόνα 2. 21: Εισαγωγή παραμέτρων σκυροδέματος C25/30 στο Staad Pro v8i

Κεφάλαιο 3

Δράσεις υπολογισμού

3.1 Μόνιμα Φορτία

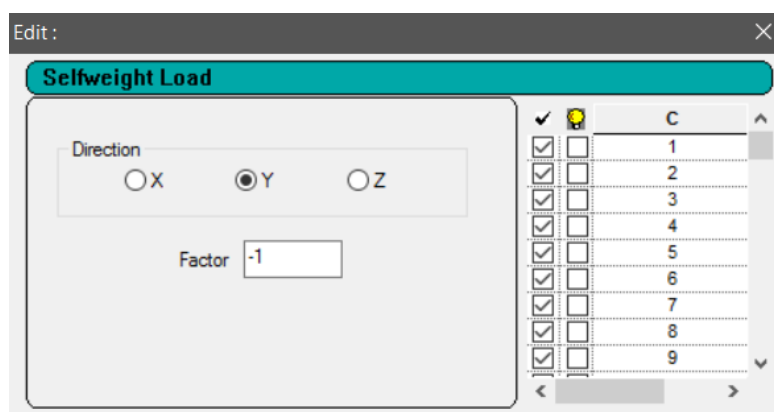
Στα μόνιμα φορτία της κατασκευής συμπεριλαμβάνονται το ίδιο βάρος του φορέα καθώς και τα πρόσθετα μόνιμα φορτία του στεγάστρου και των προκατασκευασμένων κερκίδων.

Ίδιο βάρος φορέα

Ο υπολογισμός του ίδιου βάρους του φορέα γίνεται αυτόματα από το Staad Pro v8i.

Για να υπολογίζεται αυτόματα το ίδιο βάρος των μελών από το πρόγραμμα πρέπει:

1. κατά τον καθορισμό των υλικών να δίνονται τιμές στην πυκνότητα και στο ειδικό βάρος του υλικού. Η εισαγωγή των αντίστοιχων τιμών των υλικών φαίνονται στα σχήματα 2.20 και 2.21.
2. Σε κάθε διατομή να είναι ενεργοποιημένα η μάζα και το βάρος της. Δηλαδή στον πίνακα του σχήματος 3.1 να δίνεται η τιμή 1 στους συντελεστές μάζας και βάρους.



Εικόνα 3. 1: Εισαγωγή συντελεστών μάζας και βάρους διατομών

Μόνιμα Φορτία

Το μόνιμο φορτίο (Dead load), λόγω επικάλυψης λαμαρίνας 3mm, που επιβάλλεται στην κατασκευή λαμβάνεται ίσο με 0.50kN/m².

Στα σημεία που εδράζονται οι ταινιόδρομοι τοπικά το φορτίο είναι ίσο με 25kN (συγκεντρωμένο φορτίο) ανά έδραση.

Τα ηλεκτρομηχανολογικά φορτία που ασκούνται στη κατασκευή εντάσσονται και αυτά στα μόνιμα φορτία και εκτιμάται ότι είναι ίσα με 1kN/m².

Ο βαρέως τύπου ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός (Equipment load) εκτιμάται ότι είναι ίσος με 15.00kN έως 17.50kN (συγκεντρωμένο φορτίο).

3.2 Μεταβλητά Φορτία

Στα μεταβλητά φορτία του μεταλλικού φορέα περιλαμβάνονται τα επιβαλλόμενα φορτία, τα φορτία χιονιού και ανέμου, καθώς και τα φορτία των μεταλλευμάτων.

3.3.1 Επιβαλλόμενα φορτία

Το επιβαλλόμενο φορτίο (Live load), που προκύπτει λόγω της χρήσης της κατασκευής είναι ίσο με 5kN/m².

Το φορτίο του μεταλλεύματος που λαμβάνεται και αυτό ως κινητό είναι το μεγαλύτερο φορτίο της κατασκευής και εκτιμάται ότι είναι ίσο με 45.00kN (συγκεντρωμένο φορτίο) στα σημεία που αποθέτουν οι ταινιόδρομοι το μετάλλευμα.

3.2.2 Φορτίο Χιονιού

Για τον υπολογισμό του φορτίου χιονιού της κατασκευής εφαρμόζονται οι διατάξεις του EN 1991-1-3.

3.2.2.1 Κανονισμός Υπολογισμού Φορτίου Χιονιού

Σύμφωνα με την παράγραφο §5.2 του EN 1991-1-3 το φορτίο χιονιού σε μια στέγη προσδιορίζεται από τις σχέσεις:

1. Για καταστάσεις σχεδιασμού «με διάρκεια/παροδικές»

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

2. Για τις τυχηματικές καταστάσεις σχεδιασμού όπου τα εξαιρετικά φορτία χιονιού είναι η τυχηματική δράση

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

3. Για τις τυχηματικές καταστάσεις σχεδιασμού όπου η εξαιρετική μετατόπιση του χιονιού είναι η τυχηματική δράση

$$s = \mu_i \times s_k$$

Όπου:

- μ_i Ο συντελεστής σχήματος του φορτίου χιονιού
- s_k Η χαρακτηριστική τιμή φορτίου χιονιού επί του εδάφους
- s_{Ad} Η τιμή σχεδιασμού του εξαιρετικού φορτίου χιονιού επί του εδάφους για μια δεδομένη τοποθεσία
- C_e Ο συντελεστής εκθέσεως ($C_e = 1$)
- C_t Ο θερμικός συντελεστής ($C_t = 1$)

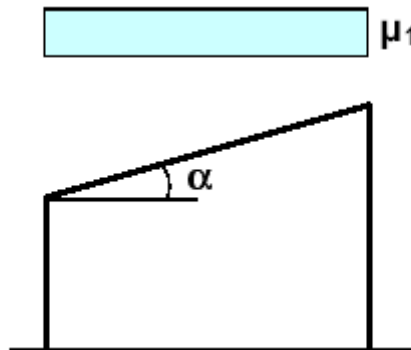
Συντελεστής σχήματος μ_i

Οι τιμές του συντελεστή σχήματος φορτίου χιονιού μ_1 , για μονοκλινείς στέγες, όταν αποφεύγεται η ολίσθηση του χιονιού από την στέγη, καθορίζονται στον πίνακα 3.3.

Κλίση στέγης	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_1	0,8	$0,8 (60-\alpha)/30$	0,0
μ_2	$0,8+0,8 \alpha/30$	1,6	--

Πίνακας 3. 2: Συντελεστές σχήματος φορτίου χιονιού

Η κατανομή του φορτίου επί της στέγης δίνεται στο σχήμα 3.4.



Σχήμα 3. 3: Συντελεστής σχήματος φορτίου χιονιού – μονοκλινής στέγη

Συντελεστής εκθέσεως C_e

Οι συνιστώμενες τιμές του συντελεστή εκθέσεως C_e για διαφορετικά τοπογραφικά χαρακτηριστικά δίνονται στον πίνακα 3.4.

Τοπογραφικά Χαρακτηριστικά	C_e
Εκτεθειμένο ^α	0.8
Κανονικό ^β	1.0

Προφυλαγμένο	1.2
--------------	-----

Πίνακας 3. 4: Συνιστώμενες τιμές του C_e για διαφορετικά τοπογραφικά χαρακτηριστικά

Κατά την επιλογή του κατάλληλου συντελεστή εκθέσεως C_e θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η μελλοντική εξέλιξη του χώρου γύρω από το έργο.

Θερμικός συντελεστής C_t

Ο θερμικός συντελεστής C_t χρησιμοποιείται για να λαμβάνεται υπόψη η μείωση των φορτίων χιονιού σε στέγες με υψηλή θερμική διάδοση ($> 1W/m^2K$). Για κανονικές συνθήκες μόνωσης είναι ίσος με 1.

Χαρακτηριστική τιμή φορτίου χιονιού επί του εδάφους s_k

Η χαρακτηριστική τιμή του φορτίου χιονιού επί του εδάφους εξαρτάται από την ζώνη κατάταξης της τοποθεσίας και του αντίστοιχου υψομέτρου. Αναφέρεται σε περίοδο επαναφοράς 50 ετών.

$$\text{Δίνεται από την σχέση: } s_{k,A} = s_{k,0} \left[1 + \left(\frac{A}{917} \right)^2 \right]$$

όπου:

$s_{k,0}$ το χαρακτηριστικό φορτίου χιονιού επί εδάφους στην στάθμη της θάλασσας ($A=0$). Η τιμή του δίνεται στον Πίνακα 3.5.

A το υψόμετρο της τοποθεσίας πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας (σε m). Το υψόμετρο A μετριέται με ακρίβεια 100m και στρογγυλοποιείται στην αμέσως μεγαλύτερη εκατοντάδα.

Ζώνη	$s_{k,0}$ (kN/m²)
A	0.4
B	0.8
Γ	1.7

Ζώνη A: Νομοί Αρκαδίας, Ηλείας, Λακωνίας, Μεσσηνίας και όλα τα νησιά πλην των Σποράδων και της Εύβοιας

Ζώνη Γ: Νομοί Μαγνησίας, Φθιώτιδας, Καρδίτσας, Τρικάλων, Λάρισας, Σποράδες και Εύβοια

Ζώνη B: Υπόλοιπη Χώρα

Πίνακας 3. 5: Τιμές χαρακτηριστικού φορτίου χιονιού επί εδάφους ($S_{k,0}$) στην στάθμη της θάλασσας συναρτήσει της ζώνης

Χαρακτηριστική τιμή φορτίου χιονιού επί του εδάφους s_n για περίοδο επαναφοράς “n” ετών

Ο υπολογισμός της χαρακτηριστικής τιμής του φορτίου χιονιού επί του εδάφους s_n για περίοδο επαναφοράς “n” ετών γίνεται σύμφωνα με το Παράρτημα Δ του EN 1991-1-3.

Εφόσον τα μέγιστα ετήσια φορτία χιονιού ακολουθούν την κατανομή Gumbel, τότε το χαρακτηριστικό φορτίο χιονιού στο έδαφος δίνεται είτε από την σχέση (1) είτε από το σχήμα 3.5.

$$s_n = s_k \left\{ \frac{1 - V \frac{\sqrt{6}}{n} [\ln(-\ln(1 - P_n)) + 0,57722]}{(1 + 2,5923V)} \right\} \quad (1)$$

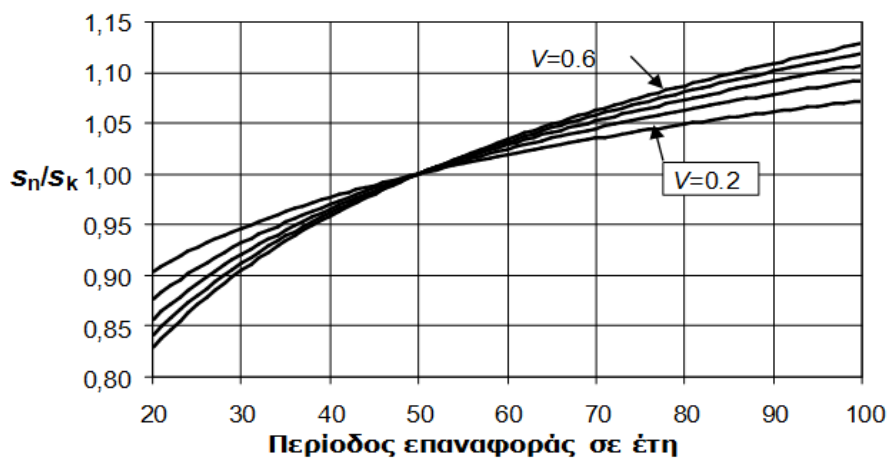
όπου:

s_k η χαρακτηριστική τιμή του φορτίου χιονιού στο έδαφος με περίοδο επαναφοράς 50 έτη

s_n το φορτίο χιονιού στο έδαφος με περίοδο επαναφοράς n έτη

P_n η ετήσια πιθανότητα υπερβάσεως (ισοδύναμη προσεγγιστικά με $1/n$, όπου n είναι η αντίστοιχη περίοδος επαναφοράς (σε έτη)

V ο συντελεστής μεταβλητότητας του μέγιστου ετήσιου φορτίου χιονιού στο έδαφος



Σχήμα 3. 6: Μεταβολή του φορτίου χιονιού στο έδαφος συναρτήσει της περιόδου επαναφοράς

3.2.2.2 Υπολογισμός φορτίου χιονιού

Η περιοχή κατασκευής της κατασκευής κατατάσσεται στην Ζώνη Β, όπου η χαρακτηριστική τιμή του φορτίου χιονιού στην στάθμη της θάλασσας είναι $S_{k,0}=0.80\text{kN/m}^2$. Το υψόμετρο της συγκεκριμένης τοποθεσίας από την στάθμη της θάλασσας, όπως φαίνεται από το σχήμα 3.6, είναι ίσο με $A=500\text{m}$.



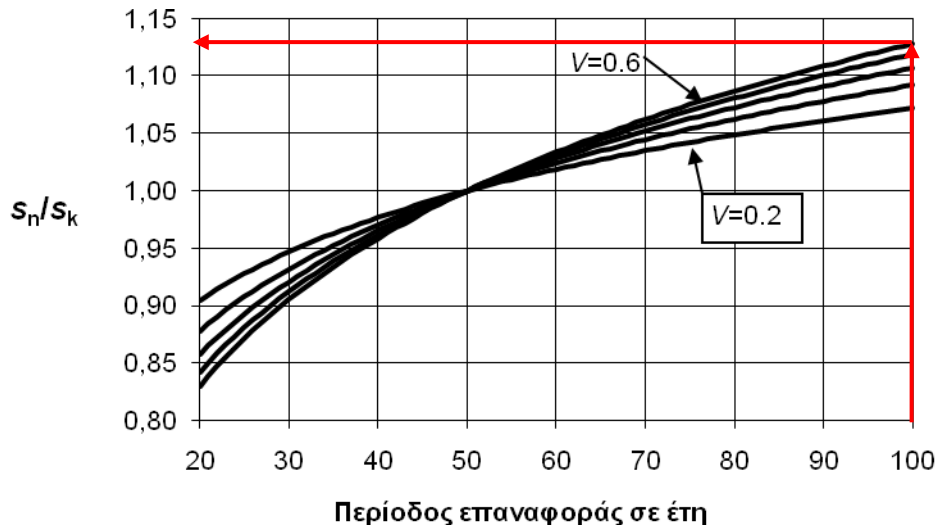
Εικόνα 3. 7: Απόσπασμα γεωφυσικού χάρτη της περιοχής

Η χαρακτηριστική τιμή του φορτίου χιονιού επί του εδάφους $S_{k,A}$, για περίοδο επαναφοράς 50 ετών είναι ίση με:

$$s_{k,A} = s_{k,0} \left[1 + \left(\frac{A}{917} \right)^2 \right] = 0.80 \times \left[1 + \left(\frac{500}{917} \right)^2 \right] = 1.05 \text{ kN/m}^2$$

Από το παρακάτω σχήμα, ο λόγος της χαρακτηριστικής τιμής του φορτίου χιονιού S_n , για περίοδο επαναφοράς 100 ετών, προς την χαρακτηριστική τιμή του φορτίου χιονιού $S_{k,A}$, για περίοδο επαναφοράς 50 ετών, και για τον μέγιστο συντελεστή μεταβλητότητας των φορτίων χιονιού ($V=0.60$) προκύπτει ίσος με:

$$\frac{S_n}{S_{k,A}} = 1.125 \Rightarrow s_n = 1.125 \times s_{k,A} = 1.125 \times 1.05 \Rightarrow s_n = 1.18 \text{ kN/m}^2$$



Για επίπεδους χώρους, κλίσης $\alpha=0^\circ$, ο συντελεστής σχήματος μ_1 είναι ίσος 0.80. Επίσης, λόγω της σχεδόν μηδενικής διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ των τριών επιπέδων της κατασκευής, δεν παρουσιάζεται μείωση του φορτίου χιονιού. Στην περίπτωση αυτή ο θερμικός συντελεστής C_t ισούται με 1.00.

Η περιοχή πλησίον της κατασκευής, σύμφωνα με τα τοπογραφικά χαρακτηριστικά της, χαρακτηρίζεται ως "κανονική". Επομένως, ο συντελεστής εκθέσεως C_e είναι ίσος με 1.00.

Η τιμή, του φορτίου χιονιού στην κατασκευή μας, προσδιορίζεται από τις καταστάσεις σχεδιασμού.

1. Για καταστάσεις σχεδιασμού «με διάρκεια/παροδικές», το φορτίο χιονιού είναι ίσο με:

$$s = \mu_1 \times C_e \times C_t \times s_k = 0.80 \times 1.00 \times 1.00 \times 1.18 \approx 1.00 \text{ kN/m}^2$$

2. Για τυχηματικές καταστάσεις σχεδιασμού, όπου τα εξαιρετικά φορτία χιονιού είναι η τυχηματική δράση, δεν χρειάζεται να γίνει υπολογισμός του φορτίου χιονιού. Όπως ορίζει το Εθνικό Προσάρτημα, εξαιρετικά φορτία χιονιού, θεωρούμενα ως τυχηματική δράση, λαμβάνονται υπόψη μόνο για περιοχές της Ζώνης Γ που έχουν υψόμετρο μεγαλύτερο από 1000m.
3. Για τυχηματικές καταστάσεις σχεδιασμού, όπου η εξαιρετική μετατόπιση του χιονιού είναι η τυχηματική δράση, δεν χρειάζεται να γίνει υπολογισμός του φορτίου χιονιού.

Εξαιρετικές μετατοπίσεις χιονιού παρουσιάζονται:

- a) στις στέγες πολλών ανοιγμάτων,
- b) στις στέγες σε επαφή με, ή κοντά σε, υψηλότερες κατασκευές,
- c) στις στέγες όπου παρατηρείται συγκέντρωση χιονιού σε προεξοχές, εμπόδια ή πετάσματα.

3.2.3 Φορτία Ανέμου

3.2.3.1 Κανονισμός Υπολογισμού Φορτίων Ανέμου

Για κατασκευές ύψους μέχρι 200m, ο υπολογισμός των δράσεων του ανέμου γίνεται σύμφωνα με τις διατάξεις του EN1991-1-4.

Στις κλειστές κατασκευές οι δράσεις του ανέμου παρουσιάζονται με την μορφή άμεσων πιέσεων στις εξωτερικές τους επιφάνειες και έμμεσων (υποπιέσεων) στις εσωτερικές. Στις ανοικτές κατασκευές οι εσωτερικές επιφάνειες φορτίζονται, είτε άμεσα είτε έμμεσα μέσω των δράσεων του ανέμου.

Οι πιέσεις που έχουν κατεύθυνση την επιφάνεια της κατασκευής λαμβάνονται ως θετικές, ενώ η απομακρυνόμενες από την επιφάνεια πιέσεις ως αρνητικές.

Η πίεση του ανέμου που δρα κάθετα στις επιφάνειες μιας κατασκευής δίνεται από την γενική εξίσωση:

$$w = q_p(z) \times c_p$$

όπου:

$q_p(z)$ είναι η πίεση ταχύτητας αιχμής στο ύψος αναφοράς z

z είναι το ύψος αναφοράς της εξωτερικής (w_e) ή εσωτερικής πίεσης (w_i)

c_p είναι ο συντελεστής εξωτερικής (w_e) ή εσωτερικής (w_i) πίεσης

Πίεση ταχύτητας αιχμής $q_p(z)$

Η πίεση ταχύτητας αιχμής $q_p(z)$ δίνεται από την σχέση:

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

όπου:

$v_m(z)$ είναι η μέση ταχύτητα του ανέμου σε ύψος z πάνω από το έδαφος

$I_v(z)$ είναι η ένταση του στροβιλισμού σε ύψος z

ρ είναι η πυκνότητα του αέρα, που εξαρτάται από το υψόμετρο, τη θερμοκρασία και τη βαρομετρική πίεση που αναμένονται σε μια περιοχή κατά τη διάρκεια ανεμοθύελλας ($\rho = 1,25 \text{ Kg/m}^3$)

$c_e(z)$ είναι ο συντελεστής έκθεσης. Δίνεται από την σχέση: $c_e(z) = \frac{q_p(z)}{q_b}$

όπου:

q_b είναι η βασική πίεση. Δίνεται από την σχέση: $q_b = \frac{1}{2} \times \rho \times v_b^2$

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

$$V_b = C_{dir} \times C_{season} \times V_{b,0}$$

όπου:

C_{dir} είναι ο συντελεστής διεύθυνσης. Λαμβάνεται ίσος 1.00

C_{season} είναι ο εποχικός συντελεστής. Λαμβάνεται ίσος 1.00

$v_{b,0}$ είναι η θεμελιώδης τιμή της βασικής ταχύτητας ανέμου, που ορίζεται σε 33m/s για τα νησιά και παράλια μέχρι 10km από την ακτή και σε 27m/s για την υπόλοιπη Χώρα, σύμφωνα με το Εθνικό Προσάρτημα.

Μέση ταχύτητα ανέμου $v_m(z)$

Η μέση ταχύτητα του ανέμου $v_m(z)$, σε ύψος z πάνω από το έδαφος δίνεται από την σχέση: $v_m(z) = c_r(z) \times c_o(z) \times v_b$

όπου:

$c_o(z)$ είναι ο συντελεστής τοπογραφικής διαμόρφωσης. Για επίπεδο έδαφος λαμβάνεται ίσος με 1.00

$c_r(z)$ είναι ο συντελεστής τραχύτητας. Υπολογίζεται με βάση τις σχέσεις:

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

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

όπου:

z_0 είναι το μήκος τραχύτητας, που δίνεται από τον Πίνακα 3.6

k_r είναι ο συντελεστής εδάφους. Εξαρτάται από το μήκος τραχύτητας z_0 και δίνεται

$$\text{από τη σχέση: } k_r = 0.19 \times \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0.07}$$

όπου:

$z_{0,II}$ είναι ίσο με 0,05 m (κατηγορία εδάφους II, Πίνακας 3.6)

z_{min} είναι το ελάχιστο ύψος που ορίζεται στον πίνακα 3.6

z_{max} λαμβάνεται ίσο με 200m

z_0, z_{min} εξαρτώνται από την κατηγορία εδάφους (Πίνακας 3.6)

Κατηγορία εδάφους	z_0 m	z_{min} m
0 Θάλασσα ή παράκτια περιοχή εκτεθειμένη σε ανοικτή θάλασσα	0.003	1
I Λίμνες ή επίπεδες και οριζόντιες περιοχές με αμελητέα βλάστηση και χωρίς εμπόδια	0.01	1
II Περιοχή με χαμηλή βλάστηση όπως γρασίδι και μεμονωμένα εμπόδια (δέντρα, κτίρια) με απόσταση τουλάχιστον 20 φορές το ύψος των εμποδίων	0.05	2
III Περιοχή με κανονική κάλυψη βλάστησης ή με κτίρια ή με μεμονωμένα εμπόδια με μέγιστη απόσταση το πολύ 20 φορές το ύψος των εμποδίων (όπως χωριά, προάστια, μόνιμα δάση)	0.3	5
IV Περιοχή όπου τουλάχιστον το 15% της επιφάνειας καλύπτεται με κτίρια των οποίων το μέσο ύψος ξεπερνά τα 15m.	1.0	10

Πίνακας 3. 8: Κατηγορίες εδάφους και αντίστοιχες παράμετροι

Ένταση στροβιλισμού ανέμου $I_v(z)$

Η ένταση στροβιλισμού $I_v(z)$ του ανέμου σε ύψος z δίνεται από την σχέση:

$$I_v(z) = \frac{\sigma_v}{v_m(z)} = \frac{k_I}{c_e(z) \times \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} \quad \text{για} \quad z_{min} \leq z \leq z_{max}$$

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

όπου:

k_I είναι ο συντελεστής στροβιλισμού, ο οποίος λαμβάνεται ίσος με 1.00

c_0 είναι ο συντελεστής τοπογραφικής διαμόρφωσης του εδάφους

z_0 είναι το μήκος τραχύτητας

Υπολογισμός συντελεστή εξωτερικής πίεσης c_{pe}

Ο συντελεστής εξωτερικής πίεσης c_{pe} για κτίρια και τμήματα κτιρίων εξαρτάται από το μέγεθος της φορτιζόμενης επιφάνειας A . Ως φορτιζόμενη επιφάνεια A ορίζεται η επιφάνεια της κατασκευής, που δημιουργεί τη δράση του ανέμου στο υπολογιζόμενο τμήμα.

Στους πίνακες που ακολουθούν δίνονται οι τιμές των συντελεστών εξωτερικής πίεσης c_{pe} για φορτιζόμενες επιφάνειες εμβαδού $1m^2$ και $10m^2$. Για ενδιάμεσες τιμές των

φορτιζόμενων επιφανειών A οι συντελεστές εξωτερικής πίεσης υπολογίζονται από τις σχέσεις:

$$\text{για } A \leq 1 \text{ m}^2 \quad C_{pe} = C_{pe,1}$$

$$\text{για } 1 \text{ m}^2 < A < 10 \text{ m}^2 \quad C_{pe} = C_{pe,1} - (C_{pe,1} - C_{pe,10}) \log_{10} A$$

$$\text{για } A \geq 10 \text{ m}^2 \quad C_{pe} = C_{pe,10}$$

Οι τιμές των συντελεστών εξωτερικής πίεσης εφαρμόζονται για τις ορθογώνιες διευθύνσεις του ανέμου 0° , 90° , 180° .

Πιέσεις σε κατακόρυφους τοίχους κτιρίων ορθογωνικής κάτοψης

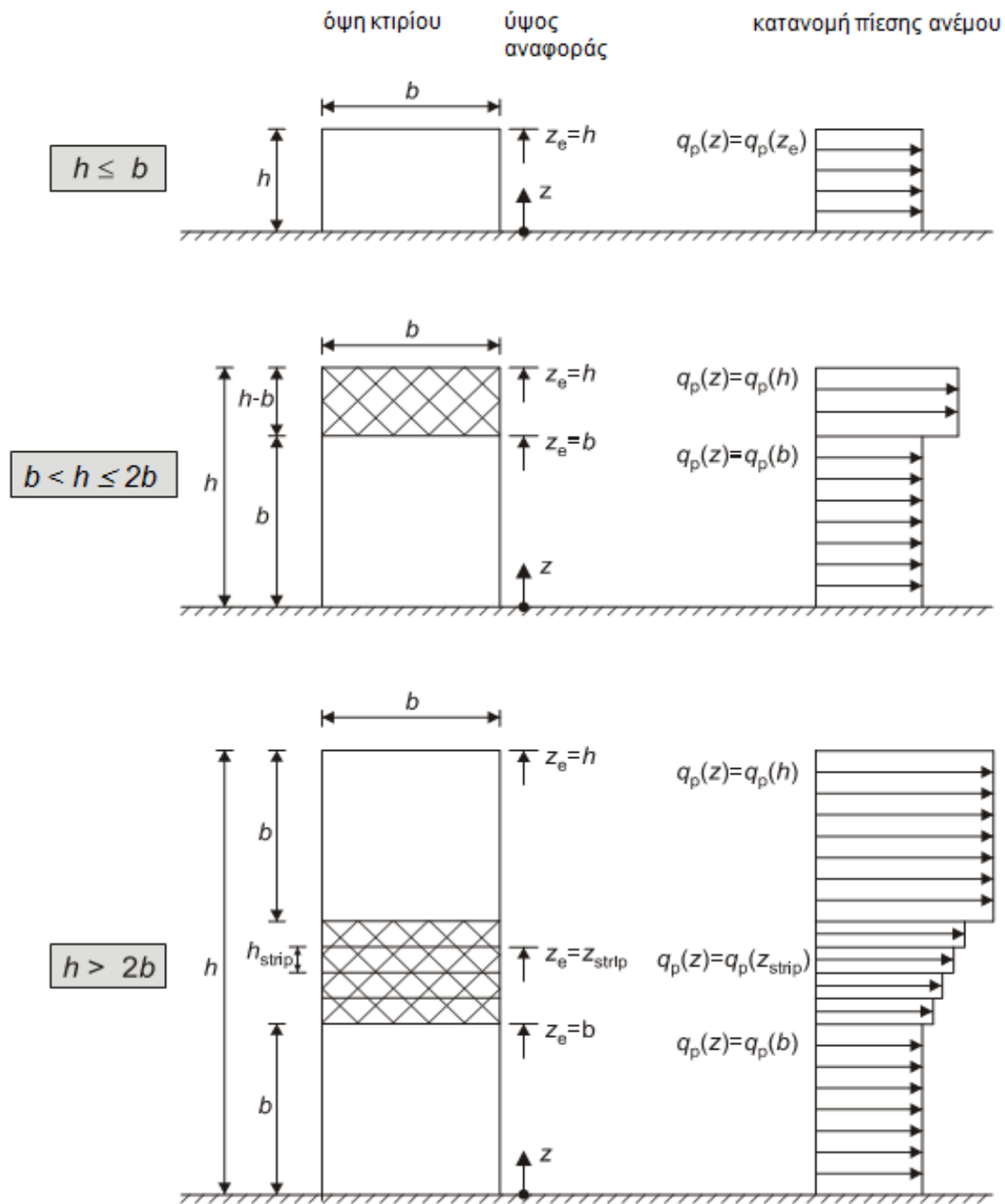
Ο προσδιορισμός του ύψους αναφοράς Z_e για τους προσήνεμους τοίχους κτιρίων ορθογωνικής κάτοψης εξαρτάται από την σχέση μεταξύ του ύψους h και πλάτους b του κτιρίου.

Διακρίνονται οι παρακάτω περιπτώσεις:

$$\text{για } h \leq b \quad Z_e = h$$

για $b < h \leq 2b$ το κτίριο χωρίζεται σε δύο τμήματα, ένα κατώτερο ύψους b και ένα ανώτερο αποτελούμενο από το υπερκείμενο τμήμα

για $h > 2b$ το κτίριο χωρίζεται σε πολλά τμήματα, το κατώτερο και ανώτερο τμήμα του κτιρίου εκτείνονται κατά b προς τα άνω και κάτω αντίστοιχα, ενώ τα ενδιάμεσα τμήματα διαιρούνται σε επιμέρους τμήματα ύψους h_{strip}



Σχήμα 3. 9: Ύψος αναφοράς Z_e συναρτήσει των h και b , και κατανομή πιέσεων προσήνεμων τοίχων κτιρίων

Στους υπήνεμους και παράπλευρους τοίχους κτιρίων το ύψος αναφοράς Z_e λαμβάνεται ίσο με το ύψος h του κτιρίου.

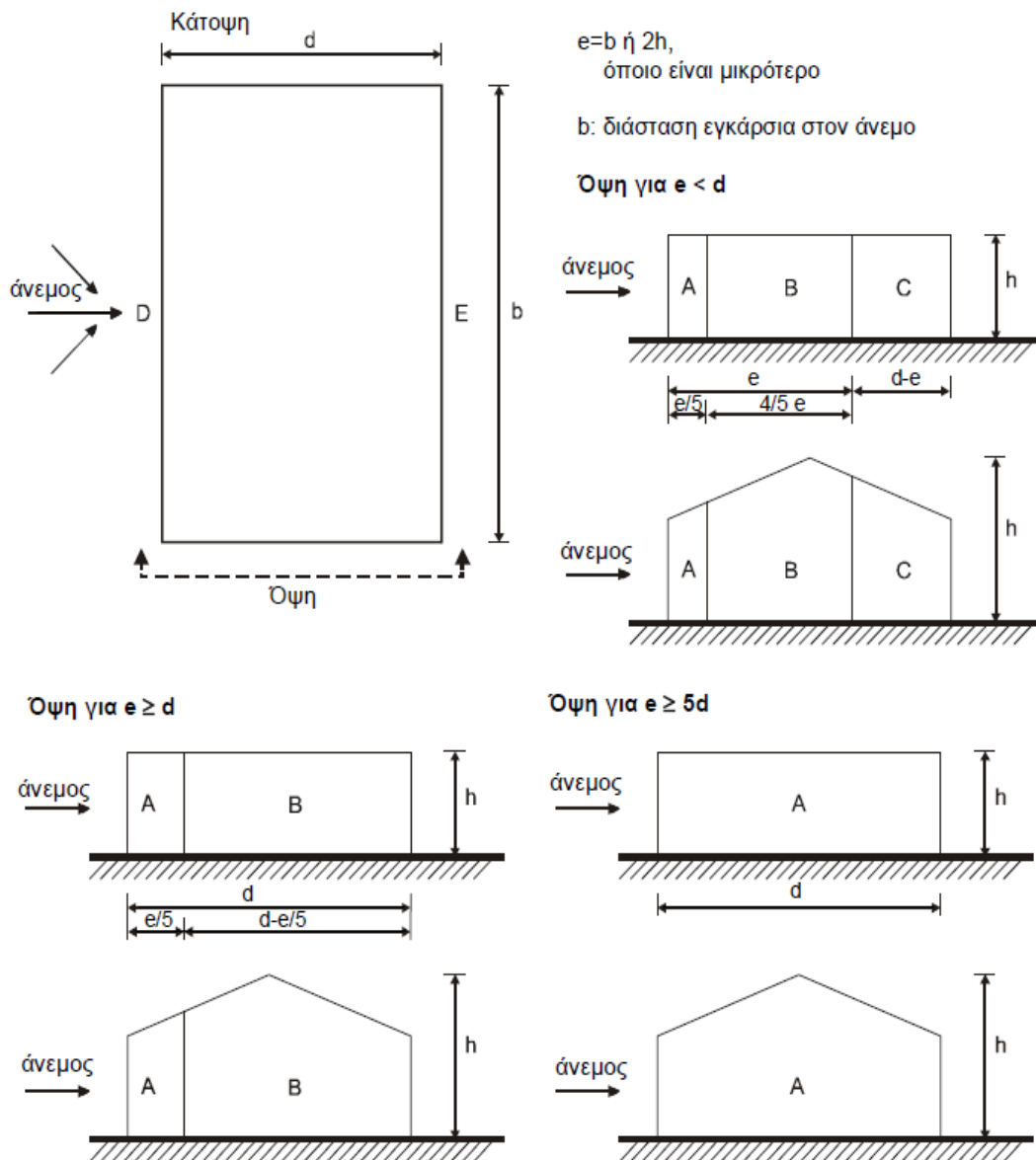
Στον πίνακα 3.7 δίνονται οι συντελεστές εξωτερικής πίεσης συναρτήσει του λόγου h/d και των ζωνών υποδιαίρεσης των κατακόρυφων τοίχων του κτιρίου.

ΖΩΝΗ	A		B		C		D		E	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
5	-1.20	-1.40	-0.80	-1.10	-0.50		+0.80	+1.00	-0.70	
1	-1.20	-1.40	-0.80	-1.10	-0.50		+0.80	+1.00	-0.50	
$\leq 0,25$	-1.20	-1.40	-0.80	-1.10	-0.50		+0.80	+1.00	-0.30	

Για ενδιάμεσες τιμές του h/d χρησιμοποιείται γραμμική παρεμβολή

Πίνακας 3. 10: Συντελεστές εξωτερικής πίεσης για κατακόρυφους τοίχους κτιρίων ορθογωνικής κάτοψης

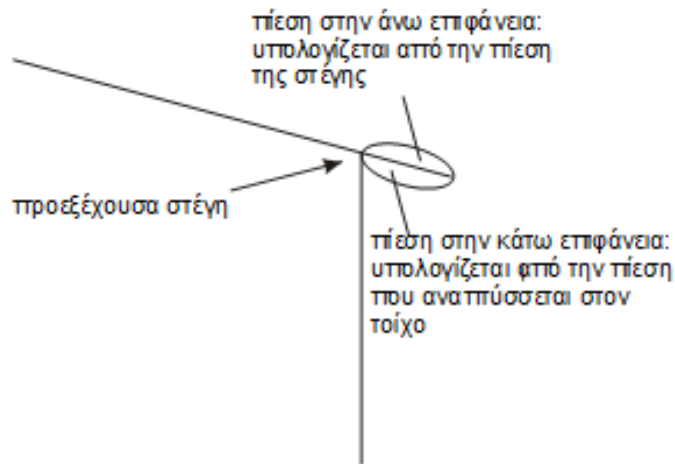
Οι ζώνες A, B, C, D και E ορίζονται στο σχήμα 3.8.



Σχήμα 3. 11: Συμβολισμοί για κατακόρυφους τοίχους

Πιέσεις σε προεξέχουσες στέγες

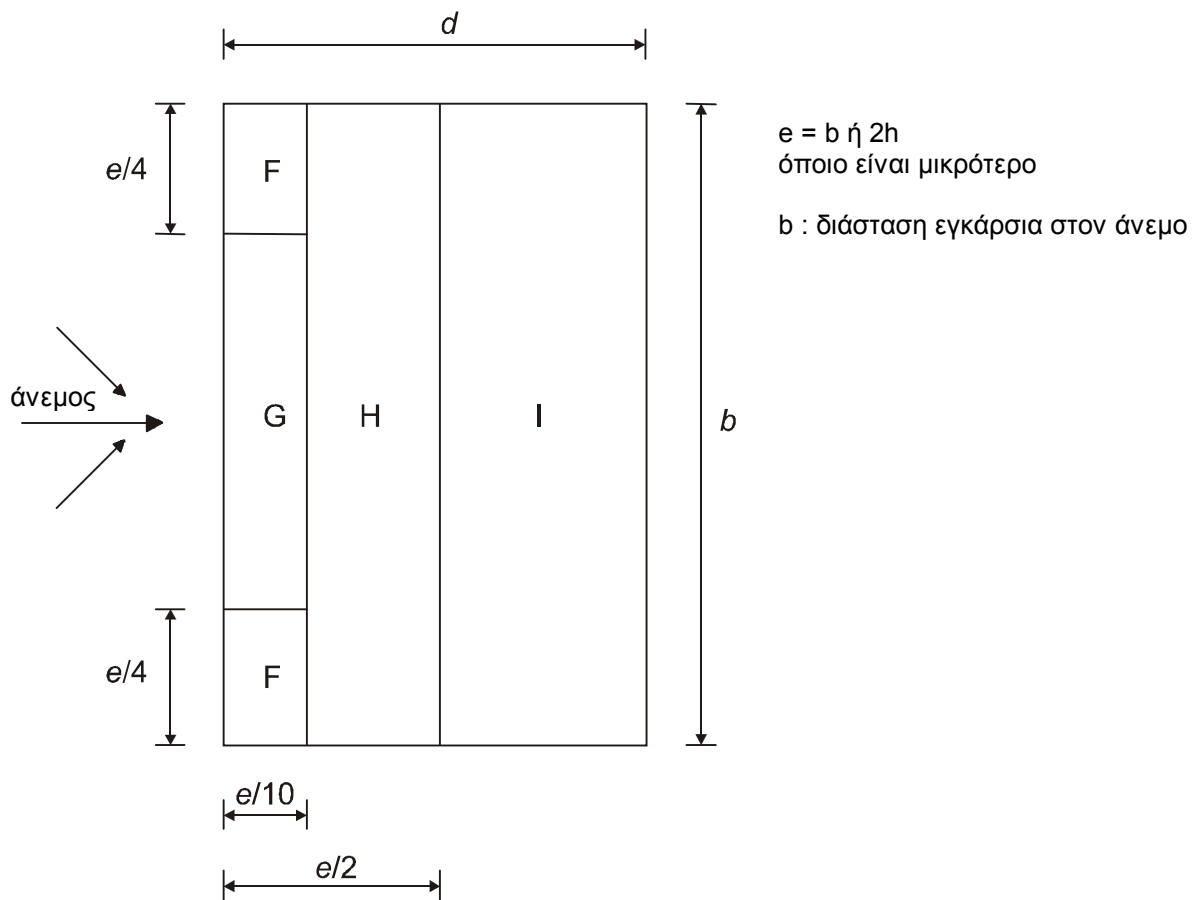
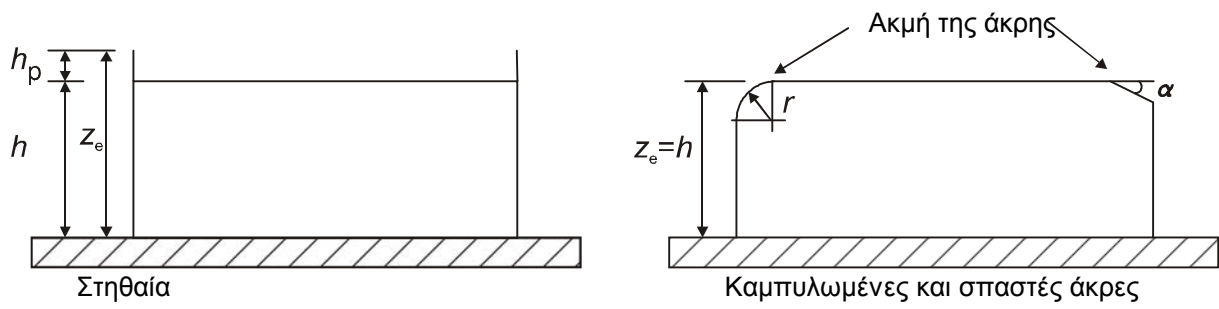
Η πίεση στην κάτω πλευρά της προεξέχουσας στέγης είναι ίση με την πίεση της ζώνης του κατακόρυφου τοίχου, που είναι άμεσα συνδεδεμένος με την προεξέχουσα στέγη και η πίεση στην άνω πλευρά της, είναι ίση με την πίεση της αντίστοιχης ζώνης της στέγης (σχήμα 3.9).



Σχήμα 3. 12: Επεξήγηση των σχετικών πιέσεων για προεξέχουσες στέγες

Πιέσεις σε οριζόντιες στέγες

Οριζόντιες θεωρούνται οι στέγες με κλίση μέχρι $\pm 5^\circ$ ως προς το οριζόντιο επίπεδο. Οι συντελεστές εξωτερικής πίεσης των ζωνών F, G, H και I δίνονται στον πίνακα 3.8. Στο σχήμα 3.10 ορίζονται οι ζώνες φόρτισης F, G, H και I.



Σχήμα 3. 13: Συμβολισμοί για οριζόντιες στέγες

Τύπος στέγης		Ζώνη							
		F		G		H		I	
		$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
Αιχμηρά άκρα		-1.8	-2.5	-1.2	-2.0	-0.7	-1.2	±0.2	
Με στηθαία	$h_p/h=0.025$	-1.6	-2.2	-1.1	-1.8	-0.7	-1.2		
	$h_p/h=0.05$	-1.4	-2.0	-0.9	-1.6	-0.7	-1.2		
	$h_p/h=0.10$	-1.2	-1.8	-0.8	-1.4	-0.7	-1.2		
καμπύλα άκρα	$r/h = 0.05$	-1.0	-1.5	-1.2	-1.8	-0.4			
	$r/h = 0.10$	-0.7	-1.2	-0.8	-1.4	-0.3			
	$r/h = 0.20$	-0.5	-0.8	-0.5	-0.8	-0.3			
κεκλιμέν α άκρα	$\alpha=30^\circ$	-1.0	-1.5	-1.0	-1.5	-0.3			
	$\alpha=45^\circ$	-1.2	-1.8	-1.3	-1.9	-0.4			
	$\alpha=60^\circ$	-1.3	-1.9	-1.3	-1.9	-0.5			
<p>Σημείωση 1 Για στέγες με στηθαία ή καμπυλωμένα άκρα, μπορεί να χρησιμοποιείται γραμμική παρεμβολή για ενδιάμεσες τιμές του h_p/h και r/h.</p> <p>Σημείωση 2 Για στέγες με σπαστά άκρα, γραμμική παρεμβολή μεταξύ $\alpha = 30^\circ$, 45° και $\alpha = 60^\circ$ μπορεί να χρησιμοποιείται. Για $\alpha > 60^\circ$ γραμμική παρεμβολή μεταξύ των τιμών για $\alpha = 60^\circ$ και των τιμών για επίπεδες στέγες με αιχμηρά άκρα μπορεί να χρησιμοποιείται.</p> <p>Σημείωση 3 Στη Ζώνη I, όπου δίνονται θετικές και αρνητικές τιμές, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και οι δύο τιμές.</p>									

Πίνακας 3. 14: Συντελεστές εξωτερικής πίεσης για οριζόντιες στέγες

Εσωτερικές πιέσεις κατασκευών

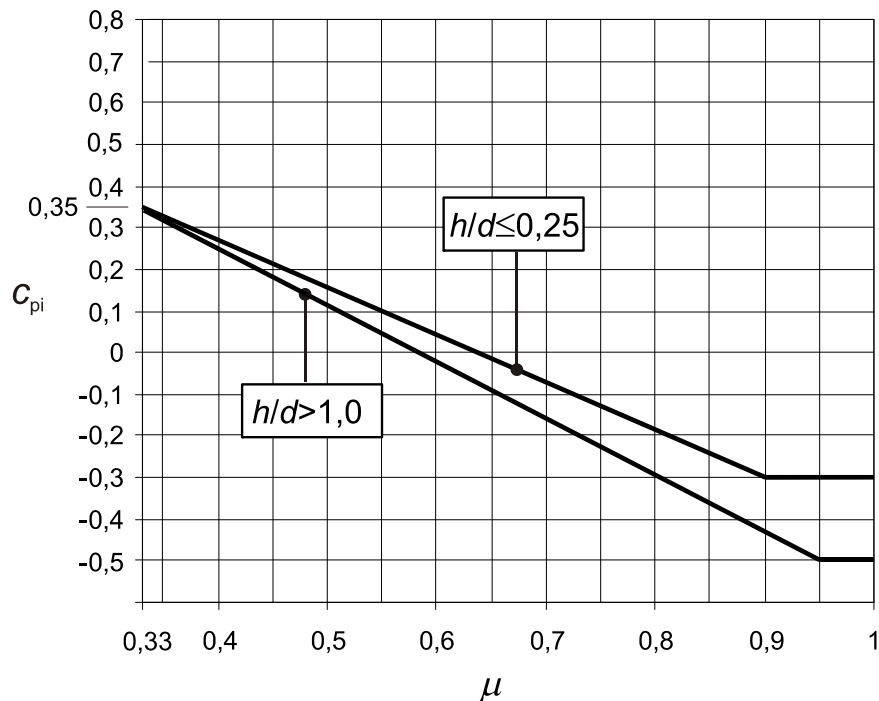
Οι εσωτερικές και εξωτερικές πιέσεις δρουν ταυτόχρονα σε μια κατασκευή, γεγονός που θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς.

Ο συντελεστής εσωτερικής πίεσης C_{pi} εξαρτάται από την κατανομή και το μέγεθος των ανοιγμάτων στην συνολική επιφάνεια του κτιρίου.

Όταν η επιφάνεια των ανοιγμάτων μιας πλευράς ενός κτιρίου είναι τουλάχιστον διπλάσια της επιφάνειας των ανοιγμάτων και σημείων διαρροής των υπόλοιπων πλευρών του κτιρίου, η πλευρά αυτή θεωρείται δεσπόζουσα και καθορίζει την τιμή της εσωτερικής πίεσης C_{pi} .

Η τιμή της εσωτερικής πίεσης C_{pi} σε αυτή την περίπτωση κυμαίνεται μεταξύ των τιμών $0.75 C_{pe}$ και $0.90 C_{pe}$. Οι τιμές αυτές αντιστοιχούν σε επιφάνεια ανοιγμάτων δεσπόζουσας πλευράς διπλάσιας και τριπλάσιας αντίστοιχα της επιφάνειας των ανοιγμάτων στις υπόλοιπες πλευρές του κτιρίου. Όπου C_{pe} είναι η τιμή του συντελεστή εξωτερικής πίεσης της δεσπόζουσας πλευράς.

Για κτίρια χωρίς δεσπόζουσα πλευρά ο συντελεστής εσωτερικής πίεσης C_{pi} προσδιορίζεται από το σχήμα 3.11.



Σχήμα 3. 15: Συντελεστές εσωτερικής πίεσης για ομοιόμορφα κατανομημένα ανοίγματα

Το ποσοστό ανοιγμάτων μ για κάθε διεύθυνση του ανέμου δίνεται από την σχέση:

$$\mu = \frac{\sum \text{επιφάνειες ανοιγμάτων όπου το } c_{pe} \text{ είναι αρνητικό ή μηδέν}}{\sum \text{επιφάνεια όλων των ανοιγμάτων}}$$

Στην περίπτωση που δεν είναι δυνατή ή δεν είναι επαρκής η εκτίμηση της τιμής του μ , το C_{pi} λαμβάνεται ίσο με το δυσμενέστερο των τιμών +0.20 και -0.30.

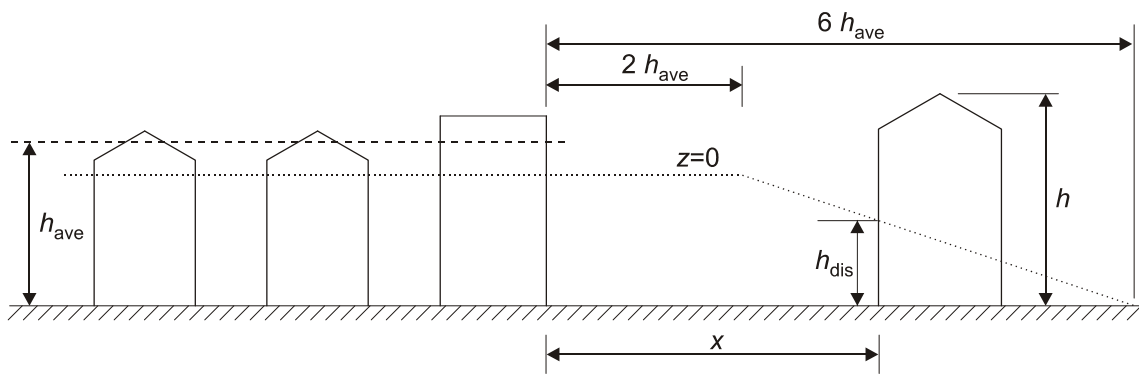
Το ύψος αναφοράς z_i για τις εσωτερικές πιέσεις λαμβάνεται ίσο με το ύψος αναφοράς z_e για τις εξωτερικές πιέσεις, στις πλευρές που με τα ανοίγματά τους συνεισφέρουν στη δημιουργία της εσωτερικής πίεσης. Εάν υπάρχουν πολλά ανοίγματα, το ύψος αναφοράς z_i ισούται με την μεγαλύτερη τιμή του z_e .

Ύψος μετατόπισης

Κτίρια κατηγορίας εδάφους IV, κτίρια σε μικρή απόσταση μεταξύ τους και άλλα εμπόδια εξαναγκάζουν τον άνεμο να συμπεριφέρεται ως η στάθμη του εδάφους να είναι ανεβασμένη σε ένα ύψος μετατόπισης h_{dis} .

Το ύψος μετατόπισης h_{dis} υπολογίζεται από τις σχέσεις:

$$\begin{aligned} x \leq 2 \cdot h_{ave} & & h_{dis} &= \min \{ 0.8 \cdot h_{ave} ; 0.6 \cdot h \} \\ 2 \cdot h_{ave} < x < 6 \cdot h_{ave} & & h_{dis} &= \min \{ 1.2 \cdot h_{ave} - 0.2 \cdot x ; 0.6 \cdot h \} \\ x \geq 6 \cdot h_{ave} & & h_{dis} &= 0 \end{aligned}$$



Σχήμα 3. 16: Ύψος εμποδίου και προσηνεμες αποστάσεις

3.2.3.2 Υπολογισμός Φορτίων Ανέμου

Ο υπολογισμός των φορτίων ανέμου της κατασκευής θα γίνει αρχικά για το σύνολο της μεταλλικής κατασκευής.

Οι δράσεις του ανέμου υπολογίζονται σύμφωνα με τον EN 1991-1-4. Επειδή ο κανονισμός δεν παρέχει σαφείς οδηγίες για τον υπολογισμό κτιρίων οποιαδήποτε γεωμετρίας, ο προσδιορισμός των δράσεων του ανέμου θα γίνει λαμβάνοντας υπόψη την θεώρηση ό,τι η κατασκευή θεωρείται πλήρως στεγασμένη.

Υπολογίζονται οι δράσεις για κάθε διεύθυνση ανέμου 0° , 90° , 180° και 270° .

Το ύψος του κτιρίου είναι:

$$h=7.40\text{m}$$

Και οι υπόλοιπες διαστάσεις του είναι ίσες με:

$$b = 10.70\text{m} \text{ και } d = 13.50\text{m}$$

$$\text{Ισχύει: } h < b \text{ άρα } z_e = h = 7.40\text{m}$$

Πίεση ταχύτητας αιχμής

Η θεμελιώδης τιμή της βασικής ταχύτητας ανέμου είναι: $V_{b,0} = 33.00\text{m/sec}$

Η βασική ταχύτητα ανέμου υπολογίζεται ίση με:

$$V_b = d_{dir} \times c_{season} \times V_{b,0} = 1.0 \times 1.0 \times 33 = 33\text{m/sec}$$

Η κατασκευή κατατάσσεται σε κατηγορία εδάφους II, όπου $z_0 = 0.05\text{m}$ $z_0 = 0.05\text{m}$ και $z_{min} = 2\text{m}$

Άρα ο συντελεστής εδάφους είναι ίσος με:

$$K_r = 0.19 \times \left(\frac{z_0}{z_{0,II}} \right)^{0.07} = 0.19 \times \left(\frac{0.05}{0.05} \right)^{0.07} = 0.19$$

Ισχύει $z_{min} < z_e < z_{max}$ $z_{min} < z_e < z_{max} = 200\text{m}$ άρα

$$c_r(z_e) = K_r \times \ln \left(\frac{z_e}{z_0} \right) = 0.19 \times \ln \left(\frac{7.40}{0.05} \right) = 0.94$$

Το έδαφος είναι οριζόντιο άρα $c_0(z_e) = 1.00$

Η μέση ταχύτητα ανέμου υπολογίζεται ίση με:

$$V_m(z_e) = c_r(z_e) \times c_0(z_e) \times V_b = 0.94 \times 1.00 \times 33 = 31.02\text{m / sec}$$

Η ένταση στροβιλισμού είναι:

$$I_V(z_e) = \frac{K_I}{c_0(z_e) \times \ln\left(\frac{z_e}{z_0}\right)} = \frac{1.00}{1.00 \times \ln\left(\frac{7.40}{0.05}\right)} = 0.20$$

Άρα η πίεση ταχύτητας αιχμής είναι ίσους με:

$$q_p(z_e) = \left[1 + 7 \times I_V(z_e)\right] \times \frac{1}{2} \times \rho \times V_m^2(z_e) \Rightarrow$$

$$q_p(z_e) = \left[1 + 7 \times 0.20\right] \times \frac{1}{2} \times 0.00125 \times 31.02^2 = 1.44 \text{ kN / m}^2$$

Εξωτερικές πιέσεις W_e

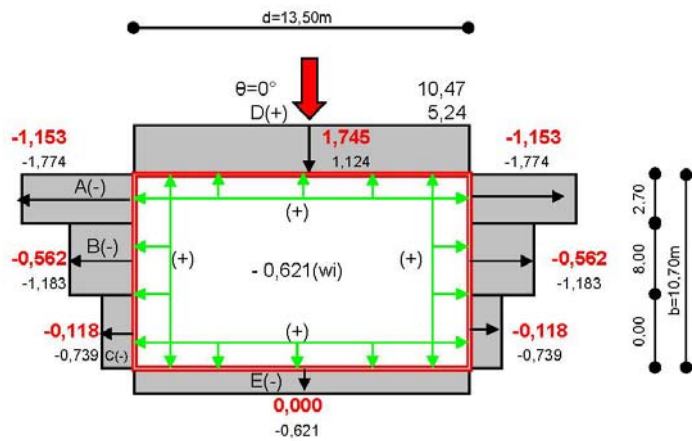
Παρακάτω παρατίθενται οι φορτίσεις λόγω ανέμου:

Συνολικό ύψος κτιρίου h (m) = 7,50
 Διαστάσεις κάτοψης b (m) = 10,70
 d (m) = 13,50
 e_0 (m) = 10,70 e_{90} (m) = 13,50

ΥΨΟΣ	ΑΠΟ	ΕΩΣ	ze1
	0,00	7,50	

Θέση	we	wi	Σύνολο
A	-1,774	-0,621	-1,153
B	-1,183	-0,621	-0,562
C	-0,739	-0,621	-0,118
D	1,124	-0,621	1,745
E	-0,621	-0,621	0,000

(+): Πίεση που κατευθύνεται προς την επιφάνεια
 (-): Πίεση αναρρόφησης (απομακρύνεται από την επιφάνεια)



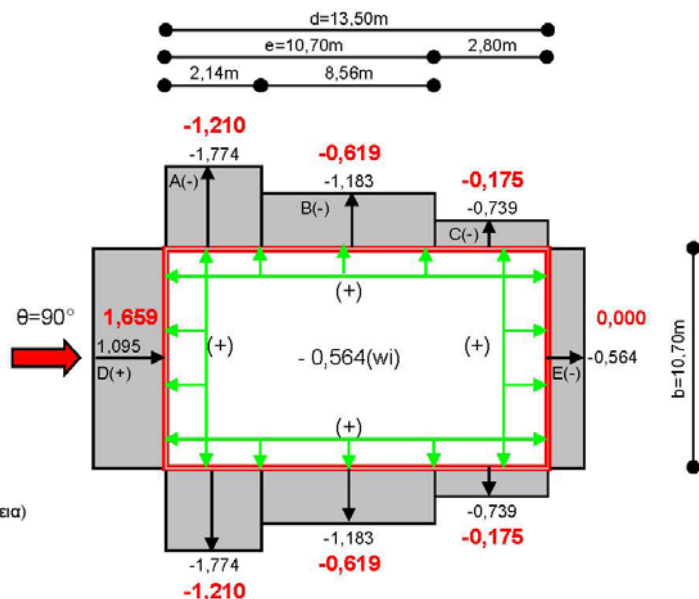
Σχήμα 3. 17: Ανεμοπίεση σε κατακόρυφους τοίχους κατά τη διεύθυνση 0°

Συνολικό ύψος κτιρίου h (m) = 7,50
 Διαστάσεις κάτοψης b (m) = 10,70
 d (m) = 13,50
 e_0 (m) = 10,70 e_{90} (m) = 13,50

ΥΨΟΣ	ΑΠΟ	ΕΩΣ	ze1
	0,00	7,50	

Θέση	we	wi	Σύνολο
A	-1,774	-0,564	-1,210
B	-1,183	-0,564	-0,619
C	-0,739	-0,564	-0,175
D	1,095	-0,564	1,659
E	-0,564	-0,564	0,000

(+): Πίεση που κατευθύνεται προς την επιφάνεια
 (-): Πίεση αναρρόφησης (απομακρύνεται από την επιφάνεια)



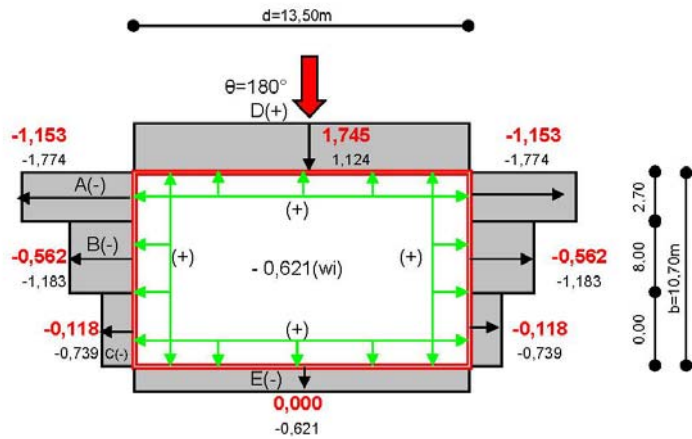
Σχήμα 3. 18: Ανεμοπίεση σε κατακόρυφους τοίχους κατά τη διεύθυνση 90°

Συνολικό ύψος κτιρίου h (m) = 7,50
 Διαστάσεις κάτοψης b (m) = 10,70
 d (m) = 13,50
 e_0 (m) = 10,70 e_{90} (m) = 13,50

ΥΨΟΣ	ΑΠΟ	ΕΩΣ	ze1
	0,00	7,50	

Θέση	we	wi	Σύνολο
A	-1,774	-0,621	-1,153
B	-1,183	-0,621	-0,562
C	-0,739	-0,621	-0,118
D	1,124	-0,621	1,745
E	-0,621	-0,621	0,000

(+): Πίεση που κατευθύνεται προς την επιφάνεια
 (-): Πίεση αναρρόφησης (απομακρύνεται από την επιφάνεια)



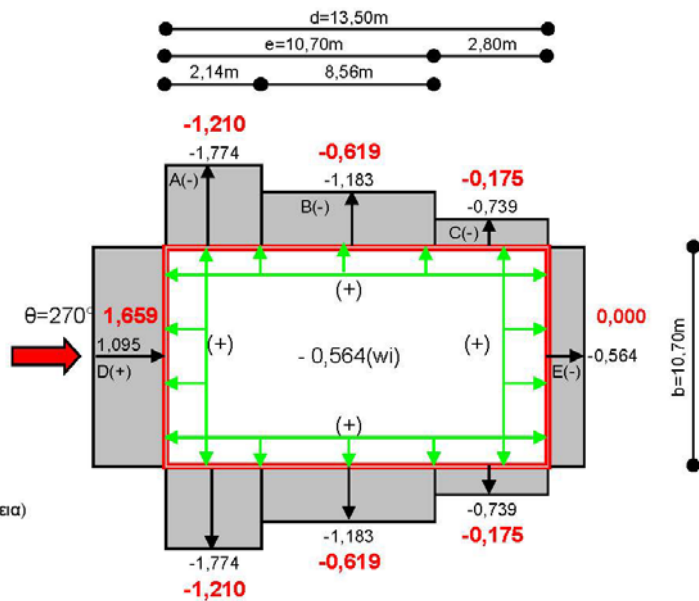
Σχήμα 3. 19: Ανεμοπίεση σε κατακόρυφους τοίχους κατά τη διεύθυνση 180°

Συνολικό ύψος κτιρίου h (m) = 7,50
 Διαστάσεις κάτοψης b (m) = 10,70
 d (m) = 13,50
 e_0 (m) = 10,70 e_{90} (m) = 13,50

ΥΨΟΣ	ΑΠΟ	ΕΩΣ	ze1
	0,00	7,50	

Θέση	we	wi	Σύνολο
A	-1,774	-0,564	-1,210
B	-1,183	-0,564	-0,619
C	-0,739	-0,564	-0,175
D	1,095	-0,564	1,659
E	-0,564	-0,564	0,000

(+): Πίεση που κατευθύνεται προς την επιφάνεια
 (-): Πίεση αναρρόφησης (απομακρύνεται από την επιφάνεια)



Σχήμα 3. 20: Ανεμοπίεση σε κατακόρυφους τοίχους κατά τη διεύθυνση 270°

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΕΜΟΥ $\theta=0^\circ$

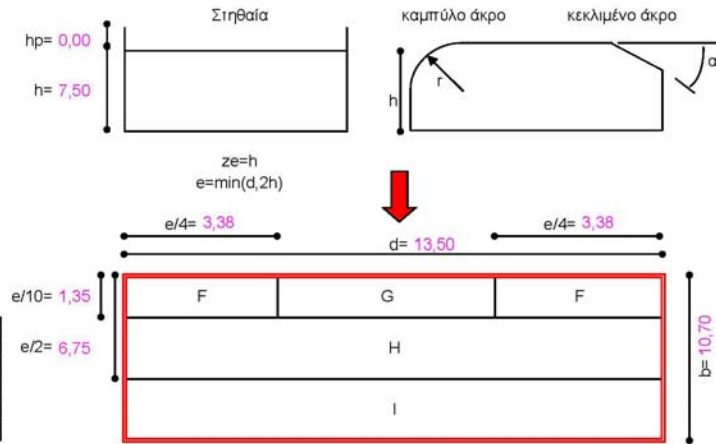
Υψος οροφής	h (m) = 7,50
Υψος στηθαίου	h_p (m) = 0,00
	$h_p/h = 0,00$
Ακτίνα άκρου	r (m) = 0,00
	$r/h = 0,00$
Γωνία άκρου	α (ο) = 0,00

Διαστάσεις κάτοψης	b (m) = 10,70
	d (m) = 13,50
e_0 (m) = 10,70	e_{90} (m) = 13,50

$q_p(h) = 1,479$ kN/m ²

Θέση	cpe	we	wi	Σύνολο
F	-1,80	-2,662	-0,621	-2,040
G	-1,20	-1,774	-0,621	-1,153
H	-0,70	-1,035	-0,621	-0,414
I	0,20	0,296	-0,621	0,917
I(-)	-0,20	-0,296	-0,621	0,326

(+): Πίεση που κατευθύνεται προς την επιφάνεια
 (-): Πίεση αναρρόφησης (απομακρύνεται από την επιφάνεια)



Σχήμα 3. 21: Ανεμοπίεση σε οριζόντιες στέγες κατά τη διεύθυνση 0°

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΕΜΟΥ $\theta=90^\circ$

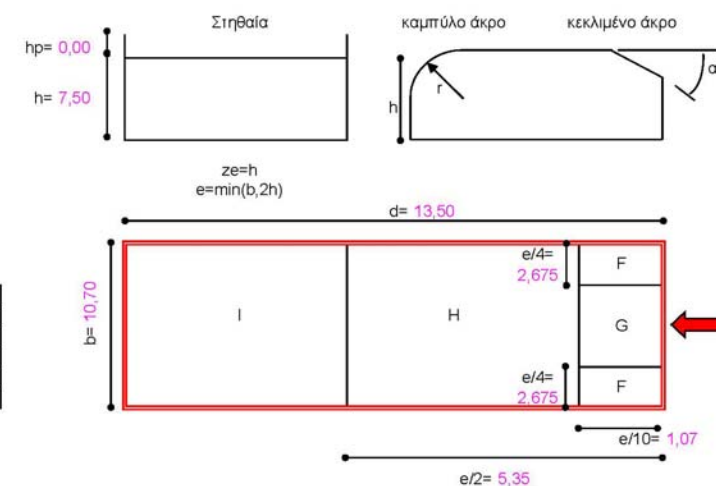
Υψος οροφής	h (m) = 7,50
Υψος στηθαίου	h_p (m) = 0,00
	$h_p/h = 0,00$
Ακτίνα άκρου	r (m) = 0,00
	$r/h = 0,00$
Γωνία άκρου	α (ο) = 0,00

Διαστάσεις κάτοψης	b (m) = 10,70
	d (m) = 13,50
e_0 (m) = 10,70	e_{90} (m) = 13,50

$q_p(h) = 1,479$ kN/m ²

Θέση	cpe	we	wi	Σύνολο
F	-1,80	-2,662	-0,564	-2,098
G	-1,20	-1,774	-0,564	-1,210
H	-0,70	-1,035	-0,564	-0,471
I	0,20	0,296	-0,564	0,860
I(-)	-0,20	-0,296	-0,564	0,268

(+): Πίεση που κατευθύνεται προς την επιφάνεια
 (-): Πίεση αναρρόφησης (απομακρύνεται από την επιφάνεια)



Σχήμα 3. 22: Ανεμοπίεση σε οριζόντιες στέγες κατά τη διεύθυνση 90°

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΕΜΟΥ $\theta=180^\circ$

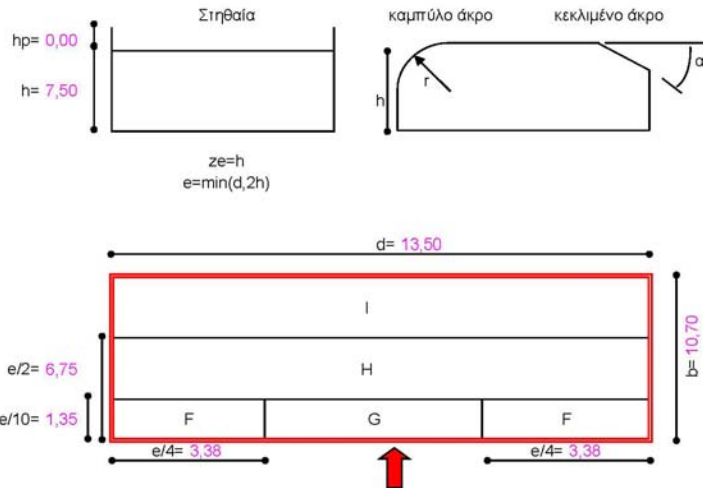
Υψος οροφής	h (m) = 7,50
Υψος στηθαίου	h_p (m) = 0,00
	$h_p/h = 0,00$
Ακτίνα άκρου	r (m) = 0,00
	$r/h = 0,00$
Γωνία άκρου	α (ο) = 0,00

Διαστάσεις κάτοψης	b (m) = 10,70
	d (m) = 13,50
e_0 (m) = 10,70	e_{90} (m) = 13,50

$q_p(h) = 1,479$ kN/m ²

Θέση	cpe	we	wi	Σύνολο
F	-1,80	-2,662	-0,621	-2,040
G	-1,20	-1,774	-0,621	-1,153
H	-0,70	-1,035	-0,621	-0,414
I	0,20	0,296	-0,621	0,917
I(-)	-0,20	-0,296	-0,621	0,326

(+): Πίεση που κατευθύνεται προς την επιφάνεια
 (-): Πίεση αναρρόφησης (απομακρύνεται από την επιφάνεια)



Σχήμα 3. 23: Ανεμοπίεση σε οριζόντιες στέγες κατά τη διεύθυνση 180°

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΕΜΟΥ $\theta=270^\circ$

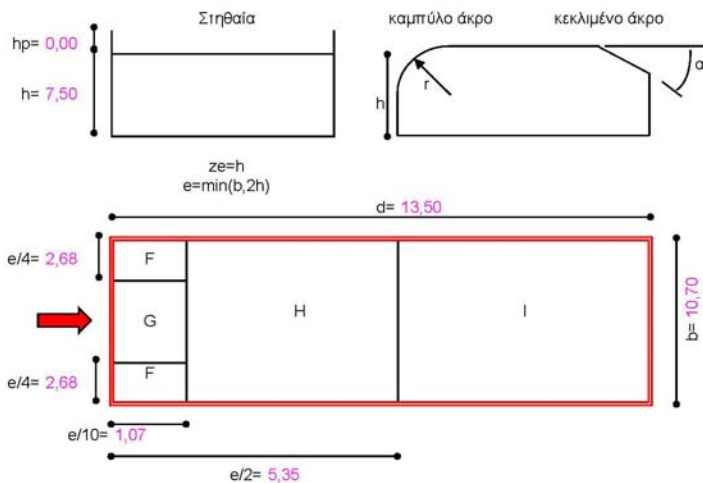
Υψος οροφής	h (m) = 7,50
Υψος στηθαίου	h_p (m) = 0,00
	$h_p/h = 0,00$
Ακτίνα άκρου	r (m) = 0,00
	$r/h = 0,00$
Γωνία άκρου	α (ο) = 0,00

Διαστάσεις κάτοψης	b (m) = 10,70
	d (m) = 13,50
e_0 (m) = 10,70	e_{90} (m) = 13,50

$q_p(h) = 1,479$ kN/m ²

Θέση	cpe	we	wi	Σύνολο
F	-1,80	-2,662	-0,564	-2,098
G	-1,20	-1,774	-0,564	-1,210
H	-0,70	-1,035	-0,564	-0,471
I	0,20	0,296	-0,564	0,860
I(-)	-0,20	-0,296	-0,564	0,268

(+): Πίεση που κατευθύνεται προς την επιφάνεια
 (-): Πίεση αναρρόφησης (απομακρύνεται από την επιφάνεια)



Σχήμα 3. 24: Ανεμοπίεση σε οριζόντιες στέγες κατά τη διεύθυνση 270°

3.2.4 Φορτία Μεταλλευμάτων

Το φορτίο των μεταλλευμάτων (Material load), λαμβάνεται ίσο με 45.00kN (συγκεντρωμένο φορτίο) σε οχτώ (8) σημεία, εκεί όπου αποθέτουν το υλικό οι ταινιοδρόμοι και εντάσσεται στα κινητά φορτία.

3.3 Σεισμικές Δράσεις Σχεδιασμού

Η ανάλυση της κατασκευής πραγματοποιείται με βάση τις διατάξεις του EN 1998-1:2004.

3.3.2 Βασικές Αρχές Υπολογισμού Σεισμικών Δράσεων

Η σεισμική δράση σχεδιασμού καθορίζεται με την βοήθεια φασμάτων επιτάχυνσης τόσο για τον υπολογισμό των οριζόντιων συνιστωσών όσο και της κατακόρυφης συνιστώσας του σεισμού.

Οριζόντιο φάσμα σχεδιασμού

Για τις οριζόντιες συνιστώσες της σεισμικής δράσης, το φάσμα σχεδιασμού $S_d(T)$ ορίζεται από τις ακόλουθες εκφράσεις:

$$0 \leq T \leq T_B : S_d(T) = \alpha_g \cdot S \cdot \left[\frac{2}{3} + \frac{T}{T_B} \cdot \left(\frac{2.5}{q} - \frac{2}{3} \right) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C : S_d(T) = \alpha_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q}$$

$$T_C \leq T \leq T_D : S_d(T) \begin{cases} = \alpha_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q} \cdot \left[\frac{T_C}{T} \right] \\ \geq \beta \cdot \alpha_g \end{cases}$$

$$T_D \leq T : S_d(T) \begin{cases} = \alpha_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q} \cdot \left[\frac{T_C T_D}{T^2} \right] \\ \geq \beta \cdot \alpha_g \end{cases}$$

Όπου

α_g είναι η εδαφική επιτάχυνση σχεδιασμού εδάφους κατηγορίας A ($\alpha_g = \gamma_I \cdot \alpha_{gR}$)

α_{gR} είναι η μέγιστη εδαφική επιτάχυνση εδάφους κατηγορίας A. Τιμές της δίνονται στον πίνακα 3.26, συναρτήσει της σεισμικής ζώνης κατάταξης της περιοχής της κατασκευής.

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

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

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

S είναι ο συντελεστής εδάφους, ο οποίος δίνεται στον πίνακα 3.26

q είναι ο συντελεστής συμπεριφοράς, ο οποίος περιλαμβάνει και την επιρροή του συντελεστή απόσβεσης των υλικών.

- β είναι συντελεστής κατώτατου ορίου για το οριζόντιο φάσμα σχεδιασμού, η τιμή του οποίου, σύμφωνα με το Εθνικό Προσάρτημα, είναι 0.20
- γ_i είναι ο συντελεστής σπουδαιότητας, οι τιμές του οποίου ορίζονται στον πίνακα 3.28

Ζώνη	a_{gR}/g
Z1	0.16
Z2	0.24
Z3	0.36

Πίνακας 3.25: Τιμές της μέγιστης σεισμικής επιτάχυνσης a_{gR} σε έδαφος κατηγορίας A

Κατηγορία Εδάφους	<i>S</i>	<i>T_B</i> (s)	<i>T_C</i> (s)	<i>T_D</i> (s)
A	1.00	0.15	0.40	2.50
B	1.20	0.15	0.50	2.50
C	1.15	0.20	0.60	2.50
D	1.35	0.20	0.80	2.50
E	1.40	0.15	0.50	2.50

Πίνακας 3.26: Τιμές παραμέτρων οριζόντιου φάσματος ελαστικής απόκρισης

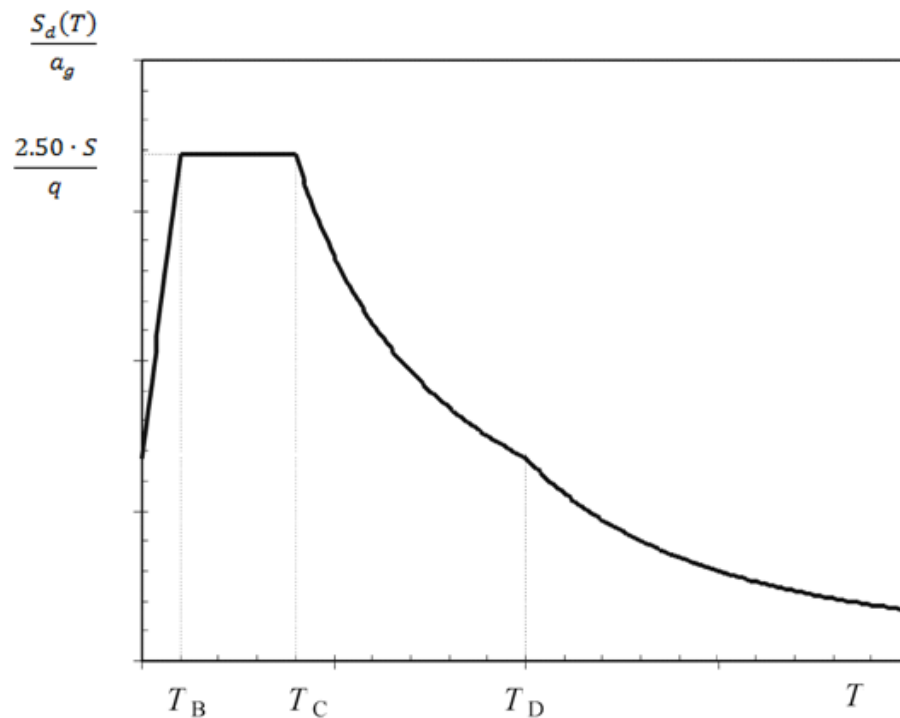
Στον πίνακα 3.27 ορίζονται οι κατηγορίες εδάφους.

Κατηγορία εδάφους	Περιγραφή στρωματογραφίας
A	Βράχος ή άλλος βραχώδης γεωλογικός σχηματισμός, που περιλαμβάνει το πολύ 5 m ασθενέστερου επιφανειακού υλικού.
B	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.
C	Βαθιές αποθέσεις πυκνής ή μετρίως πυκνής άμμου, χαλίκων ή σκληρής αργίλου πάχους από δεκάδες έως πολλές εκατοντάδες μέτρων.
D	Αποθέσεις χαλαρών έως μετρίως χαλαρών μη συνεκτικών υλικών (με ή χωρίς κάποια μαλακά στρώματα συνεκτικών υλικών), ή κυρίως μαλακά έως μετρίως σκληρά συνεκτικά υλικά.
E	Εδαφική τομή που αποτελείται από ένα επιφανειακό στρώμα ιλύος με τιμές v_s κατηγορίας C ή D και πάχος που ποικίλλει μεταξύ περίπου 5m και 20m, με υπόστρωμα από πιο σκληρό υλικό με $v_s > 800$ m/s.
S1	Αποθέσεις που αποτελούνται, ή που περιέχουν ένα στρώμα πάχους τουλάχιστον 10 m μαλακών αργίλων/ιλών με υψηλό δείκτη πλαστικότητας ($PI > 40$) και υψηλή περιεκτικότητα σε νερό.
S2	Στρώματα ρευστοποιήσιμων εδαφών, ευαίσθητων αργίλων ή οποιαδήποτε άλλη εδαφική τομή που δεν περιλαμβάνεται στους τύπους A – E ή S ₁

Πίνακας 3. 27: Κατηγορίες Εδάφους

Κατηγορία σπουδαιότητας	κτίρια	Συντελεστής σπουδαιότητας
I	Κτίρια δευτερεύουσας σημασίας για τη δημόσια ασφάλεια, π.χ. γεωργικά κτίρια, κλπ.	0.80
II	Συνήθη κτίρια, που δεν ανήκουν στις άλλες κατηγορίες.	1.00
III	Κτίρια των οποίων η σεισμική ασφάλεια είναι σημαντική, λαμβάνοντας υπόψη τις συνέπειες κατάρρευσης, π.χ. σχολεία, αίθουσες συνάθροισης, πολιτιστικά ιδρύματα κλπ.	1.20
IV	Κτίρια των οποίων η ακεραιότητα κατά τη διάρκεια σεισμών είναι ζωτικής σημασίας για την προστασία των πολιτών, π.χ. νοσοκομεία, πυροσβεστικοί σταθμοί, σταθμοί παραγωγής ενέργειας, κλπ.	1.40

Πίνακας 3. 28: Κατηγορίες και τιμές συντελεστή σπουδαιότητας γ_i για κτίρια



Σχήμα 3. 29: Μορφή φάσματος σχεδιασμού

Κατακόρυφο φάσμα σχεδιασμού

Για τον υπολογισμό της κατακόρυφης συνιστώσας της σεισμικής δράσης, το φάσμα σχεδιασμού δίνεται από τις σχέσεις:

$$0 \leq T \leq T_B : S_d(T) = \alpha_{vg} \cdot S \cdot \left[\frac{2}{3} + \frac{T}{T_B} \cdot \left(\frac{2.5}{q} - \frac{2}{3} \right) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C : S_d(T) = \alpha_{vg} \cdot S \cdot \frac{2.5}{q}$$

$$T_C \leq T \leq T_D : S_d(T) \begin{cases} = \alpha_{vg} \cdot S \cdot \frac{2.5}{q} \cdot \left[\frac{T_C}{T} \right] \\ \geq \beta \cdot \alpha_{vg} \end{cases}$$

$$T_D \leq T : S_d(T) \begin{cases} = \alpha_{vg} \cdot S \cdot \frac{2.5}{q} \cdot \left[\frac{T_C T_D}{T^2} \right] \\ \geq \beta \cdot \alpha_{vg} \end{cases}$$

Όπου

α_{vg} είναι η κατακόρυφη εδαφική επιτάχυνση σχεδιασμού, η οποία για την Ελλάδα λαμβάνεται σύμφωνα με το Εθνικό Προσάρτημα ίση με το 0.90 της οριζόντιας εδαφικής επιτάχυνσης a_g .

S είναι ο συντελεστής εδάφους, ο οποίος λαμβάνεται ίσος με 1.00

q είναι ο συντελεστής συμπεριφοράς, με μέγιστη τιμή ίση με 1.50 για όλα τα υλικά και στατικά συστήματα.

Οι τιμές των χαρακτηριστικών περιόδων, των κατακόρυφων φασμάτων της σεισμικής δράσης, είναι ανεξάρτητες της κατηγορίας εδάφους. Οι τιμές τους δίνονται στον πίνακα 3.30.

T_B (s)	T_C (s)	T_D (s)
0.05	0.15	1.00

Πίνακας 3. 30: Τιμές χαρακτηριστικών περιόδων κατακόρυφων φασμάτων απόκρισης

Επιλογή συντελεστή συμπεριφοράς q για οριζόντιες σεισμικές δράσεις

Για την επιλογή, του κατάλληλου συντελεστή συμπεριφοράς της κατασκευής, είναι απαραίτητη η κατάταξη της, ως προς τις εξής κατηγορίες:

1. κανονικότητας σε κάτοψη
2. κανονικότητας σε όψη
3. Τύπος στατικού συστήματος
4. κατηγορίας πλαστιμότητας

1. Κανονικότητα σε κάτοψη

Για να θεωρηθεί ένα κτίριο ως κανονικό σε κάτοψη, σύμφωνα με τις διατάξεις του EN1998-1:2004 (§4.2.3.2), θα πρέπει:

- I. Η κάτοψη να παρουσιάζει συμμετρία, σε ορθοκανονικό σύστημα αξόνων, ως προς την αντοχή του σε οριζόντια φορτία και την κατανομή της μάζας
- II. Η διαμόρφωση της κάτοψης να είναι συμπαγής
- III. Να εξασφαλίζεται η διαφραγματική λειτουργία των πλακών
- IV. Να ισχύει η σχέση: $\lambda = \frac{L_{\max}}{L_{\min}} \leq 4$

Όπου:

L_{\max} η μεγαλύτερη διάσταση του κτιρίου σε κάτοψη μετρούμενη σε ορθογώνιες διευθύνσεις.

L_{\min} η μικρότερη διάσταση του κτιρίου σε κάτοψη μετρούμενη σε ορθογώνιες διευθύνσεις.

- V. Να μην είναι στρεπτικά εύκαμπτο. Για να ισχύει αυτό, θα πρέπει σε κάθε επίπεδο και διεύθυνση ανάλυσης να ικανοποιούνται οι σχέσεις:

$$e_{ox,y} \leq 0.30 \times r_{x,y} \quad \text{και} \quad r_{x,y} \geq l_s$$

όπου:

$e_{ox,y}$ είναι η στατική εκκεντρότητα κατά τον άξονα x,y αντίστοιχα

$r_{x,y}$ είναι η ακτίνα δυστροπίας κατά τον άξονα x,y αντίστοιχα

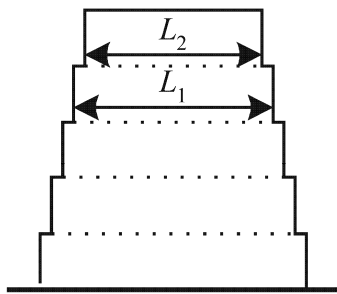
l_s είναι η ακτίνα αδρανείας της μάζας της πλάκας ορόφου

2. Κανονικότητα σε όψη

Για να θεωρηθεί ένα κτίριο ως κανονικό σε όψη, σύμφωνα με τις διατάξεις του EN1998-1:2004 (§4.2.3.3), θα πρέπει:

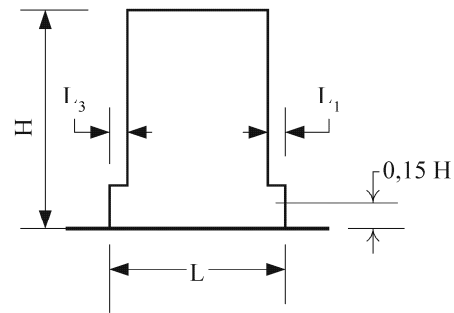
- I. Να εξασφαλίζεται καθ' ύψος η συνέχεια των στοιχείων ακαμψίας
- II. Να παρουσιάζεται σταθερή ή βαθμιαία μείωση της μεταφορικής δυσκαμψίας και μάζας των επιμέρους ορόφων
- III. Να παρατηρείται ομοιόμορφη μεταβολή του λόγου της πραγματικής προς την απαιτούμενη από την ανάλυση αντοχή ορόφου, μεταξύ συνεχόμενων ορόφων
- IV. Στην περίπτωση ύπαρξης εσοχών να ισχύουν τα εξής:

(α)



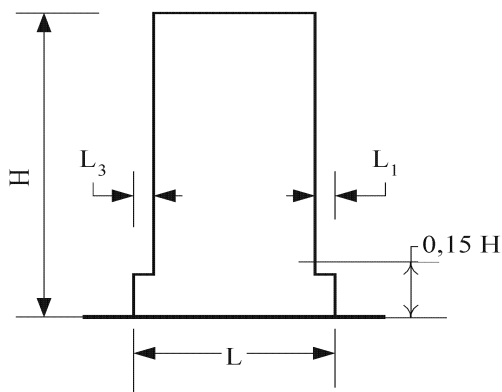
Κριτήριο για (α): $\frac{L_1 - L_2}{L_1} \leq 0.20$

(β) εσοχή πάνω από 0.15H



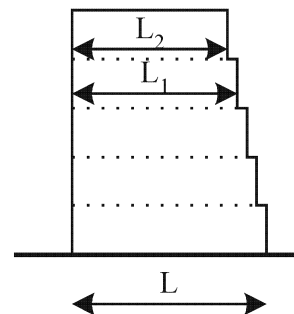
Κριτήριο για (β): $\frac{L_3 + L_1}{L} \leq 0.20$

(γ) εσοχή κάτω από 0.15H



Κριτήριο για (γ): $\frac{L_3 + L_1}{L} \leq 0.50$

δ)



Κριτήρια για (δ): $\frac{L - L_2}{L} \leq 0.30$

$\frac{L_1 - L_2}{L_1} \leq 0.10$

3. Τύπος στατικού συστήματος

Κάθε κτίριο από χάλυβα, σύμφωνα με την παράγραφο §6.3.1 του EN1998-1:2004, κατατάσσεται σε έναν από τους ακόλουθους τύπους στατικού συστήματος

- I. Πλαίσια παραλαβής ροπών
- II. Πλαίσια με συνδέσμους χωρίς εκκεντρότητα
- III. Πλαίσια με έκκεντρους συνδέσμους
- IV. Συστήματα ανεστραμμένου εκκρεμούς
- V. Συστήματα με πυρήνες από σκυρόδεμα ή τοιχώματα από σκυρόδεμα
- VI. Πλαίσια παραλαβής ροπών σε συνδυασμό με έκκεντρους συνδέσμους
- VII. Πλαίσια παραλαβής ροπών σε συνδυασμό με τοιχωπληρώσεις

4. Κατηγορίες πλαστιμότητας

Τα κτίρια σχεδιάζονται ώστε να έχουν πλαστική συμπεριφορά. Σύμφωνα με τις διατάξεις του EN 1998-1:2004, τα κτίρια κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες πλαστιμότητας. Αυτές είναι:

- Κατηγορία Πλαστιμότητας Χαμηλή (ΚΠΧ)
- Κατηγορία Πλαστιμότητας Μέση (ΚΠΜ)
- Κατηγορία Πλαστιμότητας Υψηλή (ΚΠΥ).

Βασικές αρχές υπολογισμού συντελεστή συμπεριφοράς για οριζόντιες σεισμικές δράσεις

Οι ανώτατες τιμές του συντελεστή συμπεριφοράς q , κανονικών σε όψη κτιρίων από χάλυβα, δίνονται στον πίνακα 3.31.

ΣΤΑΤΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ	Κατηγορία Πλαστιμότητας	
	ΚΠΜ	ΚΠΥ
α) Πλαίσια παραλαβής ροπών	4	$5\alpha_u/\alpha_1$
β) Πλαίσιο με συνδέσμους χωρίς εκκεντρότητα Διαγώνιοι σύνδεσμοι Σύνδεσμοι μορφής V	4	4
	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	Ισχύουν οι διατάξεις του Κεφ.5 του EN1998-1:2004	
στ) Πλαίσιο παραλαβής ροπών με συνδέσμους χωρίς εκκεντρότητα	4	$4\alpha_u/\alpha_1$
ζ) Πλαίσια παραλαβής ροπών με τοιχοπληρώσεις Ασύνδετες τοιχοπληρώσεις από σκυρόδεμα ή τοιχοποιία, σε επαφή με το πλαίσιο Συνδεδεμένες τοιχοπληρώσεις από οπλισμένο σκυρόδεμα Τοιχοπληρώσεις μονωμένες έναντι του πλαισίου (βλέπε πλαίσια ροπών)	2	2
	Ισχύουν οι διατάξεις του Κεφ.7 του EN1998-1:2004	
	4	$5\alpha_u/\alpha_1$

Πίνακας 3. 31: Ανώτερες οριακές τιμές συντελεστή συμπεριφοράς q για συστήματα κανονικά σε όψη

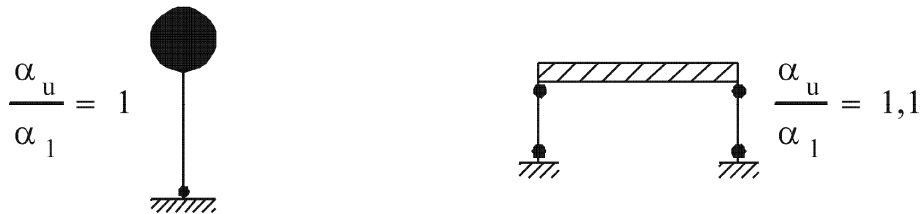
Όπου:

- α_1 είναι η τιμή με την οποία πρέπει να πολλαπλασιαστεί η οριζόντια σεισμική δράση σχεδιασμού ώστε για πρώτη φορά η καμπτική επιπόνηση να γίνει ίση με την καμπτική αντοχή σε οποιοδήποτε στοιχείο του φορέα, ενώ όλες οι άλλες δράσεις σχεδιασμού παραμένουν σταθερές
- α_u είναι η τιμή με την οποίαν πρέπει να πολλαπλασιαστεί η οριζόντια σεισμική δράση σχεδιασμού για να αναπτυχθούν πλαστικές αρθρώσεις σε τόσες θέσεις ώστε να σχηματιστεί πλήρως πλαστικός μηχανισμός, ενώ όλες οι άλλες δράσεις σχεδιασμού παραμένουν σταθερές

Για κτίρια στα οποία δεν ισχύει η κανονικότητα σε όψη, θα πρέπει η τιμή του συντελεστή συμπεριφοράς q να μειώνεται κατά 20%.

Για κτίρια που δεν είναι κανονικά σε κάτοψη, ο λόγος a_u/a_1 μπορεί να ληφθεί ίσος με την μέση τιμή, μεταξύ των τιμών 1.00 και της τιμής του λόγου a_u/a_1 , που καθορίζεται από τον EN 1998-1:2004, για το συγκεκριμένο τύπο στατικού συστήματος του κτιρίου.

Στο σχήμα 3.32 δίνονται οι τιμές του λόγου a_u/a_1 για το στατικό σύστημα ανεστραμμένου εκκρεμούς.



Σχήμα 3. 32: Ανεστραμμένο εκκρεμές

3.3.3 Μέθοδος Ανάλυσης Φορέα

Για την σεισμική μελέτη, τα κτίρια ταξινομούνται σε κανονικά ή μη κανονικά. Η κανονικότητα τους έγκειται στην όψη και στην κάτοψη τους.

Στον πίνακα 3.33 ορίζεται η επιτρεπόμενη απλοποίηση της σεισμικής ανάλυσης που μπορεί να εφαρμοστεί με βάση την κανονικότητα των κτιρίων για γραμμική-ελαστική ανάλυση.

Κανονικότητα σε		Επιτρεπόμενη απλοποίηση		Συντελεστής συμπεριφοράς (για γραμμική ανάλυση)
Κάτοψη	Όψη	Προσομοίωμα	Γραμμική-ελαστική ανάλυση	
Ναι	Ναι	Επίπεδο	Οριζόντια φόρτιση	Τιμή αναφοράς
Ναι	Όχι.	Επίπεδο	Ιδιομορφική ανάλυση	Μειωμένη τιμή
Όχι.	Ναι	Χωρικό	Οριζόντια φόρτιση	Τιμή αναφοράς
Όχι.	Όχι.	Χωρικό	Ιδιομορφική ανάλυση	Μειωμένη τιμή

Πίνακας 3. 33: Επιπτώσεις στατικής κανονικότητας στην σεισμική ανάλυση και μελέτη

Επειδή η κατασκευή δεν είναι κανονική σε κάτοψη και όψη, η ανάλυση θα πρέπει να πραγματοποιηθεί είτε με ιδιομορφική ελαστική γραμμική ανάλυση χωρικού προσομοιώματος λαμβάνοντας μειωμένη τιμή του συντελεστή συμπεριφοράς q , όπως υπαγορεύεται στον πίνακα 3.33, είτε με μη γραμμική στατική ανάλυση (pushover) ή με μη γραμμική ανάλυση χρονοϊστορίας.

3.3.4 Υπολογισμός Σεισμικών Δράσεων Σχεδιασμού

Σύμφωνα με το Εθνικό Προσάρτημα, ο δήμος Ολυμπιάδας του Νομού Χαλκιδικής, όπου πρόκειται να κατασκευαστεί το κτίριο διήθησης, ανήκει στην ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας Z2, για την οποία η μέγιστη εδαφική επιτάχυνση εδάφους κατηγορίας A είναι $a_{gR}=0.24g$.

Κτίρια για τα οποία η σεισμική ασφάλεια είναι σημαντική, όπως συμβαίνει στην περίπτωση μας, ο συντελεστής σπουδαιότητας γ_I είναι ίσος με 1.20.

Με βάση τα παραπάνω, η τιμή της εδαφικής επιτάχυνσης σχεδιασμού a_g για έδαφος κατηγορίας A ισούται με: $a_g = \gamma_I \times a_{gR} = 1.20 \times 0.24g = 0.288g$

Το έδαφος στην περιοχή της κατασκευής κατατάσσεται στη κατηγορία B του EN1998-1:2004, κατηγορία για την οποία σύμφωνα με τον πίνακα 3.26 για τις οριζόντιες συνιστώσες του σεισμού ισχύουν τα ακόλουθα:

1. η τιμή του συντελεστή εδάφους S είναι ίση με 1.20
2. οι χαρακτηριστικές περίοδοι του φάσματος είναι $T_B=0.15\text{sec}$, $T_C=0.50\text{sec}$ και $T_D=2.50\text{sec}$

Ο στατικός τύπος της κατασκευής εμπίπτει στα συστήματα ανεστραμμένου εκκρεμούς στα οποία ο λόγος $\frac{\alpha_u}{\alpha_1}$ είναι ίσος με 1.00 για τη διεύθυνση σεισμού x-x και 1.10 για την διεύθυνση σεισμού y-y, όπως φαίνεται στο σχήμα 3.32. Κατά τους υπολογισμούς λαμβάνεται τιμή του λόγου $\frac{\alpha_u}{\alpha_1}$ είναι ίσος με 1.00 και για τις δύο διευθύνσεις της σεισμικής δράσης. Σύμφωνα με τον πίνακα 3.31, για στατικά συστήματα τύπου:

- Πλαίσιο με συνδέσμους χωρίς εκκεντρότητα με σύνδεσμοι μορφής V

και για κατηγορίας πλαστιμότητας μέση (ΚΠΜ) ή και υψηλή (ΚΠΥ), η μέγιστη τιμή του συντελεστή συμπεριφοράς q διαμορφώνεται ίση με 2.00. Λόγω της μη κανονικότητας της κατασκευής σε όψη και κάτοψη ο συντελεστής συμπεριφοράς q' είναι ίσος με: $q' = 0.80 \times q = 0.80 \times 2.00 = 1.60$

Η φασματική επιτάχυνση σχεδιασμού των οριζόντιων συνιστωσών του σεισμού είναι ίση με:

$$S_d(T) = a_g \times S \times \frac{2.5}{0.8 \times q} = 0.288g \times 1.2 \times \frac{2.5}{0.8 \times 2} = 0.54g = 5.40\text{m/s}^2$$

Για τον υπολογισμό της κατακόρυφης συνιστώσας της σεισμικής δράσης τα αντίστοιχα μεγέθη υπολογισμού διαμορφώνονται ως εξής:

1. Η κατακόρυφη εδαφική επιτάχυνση ισούται με:

$$a_{vg} = 0.90 \times a_g = 0.90 \times 0.288g = 0.2592g$$

2. Ο συντελεστής εδάφους S είναι ίσος με 1.00
3. η μέγιστη τιμή του συντελεστή συμπεριφοράς q ισούται με 1.50

4. οι χαρακτηριστικές περιόδους του φάσματος είναι $T_B=0.05\text{sec}$, $T_C=0.15\text{sec}$ και $T_D=1.00\text{sec}$
5. και η φασματική επιτάχυνση σχεδιασμού της κατακόρυφης συνιστώσας του σεισμού είναι ίση με:

$$S_{vd}(T) = a_{vg} \times S \times \frac{2.5}{q} = 0.2592g \times 1.00 \times \frac{2.5}{1.5} = 0.432g \approx 4.32\text{m/s}^2$$

3.4 Λοιπες δράσεις

Κατά την ανάλυση του μεταλλικού φορέα δεν έχουν συμπεριληφθεί οι δράσεις λόγω θερμοκρασιακών μεταβολών, καθώς και φαινόμενων δευτέρας (2ας) τάξεως. Οι συστολές – διαστολές των μεταλλικών μελών, λόγω θερμοκρασιακών μεταβολών, προκαλούν επιπλέον ένταση στα μέλη αυτά συμπαρασύροντας και τα τεμνόμενα τους μέλη. Η παρεμπόδιση της ελεύθερης διαστολής μιας ράβδου δύναται, λόγω των αναπτυσσόμενων τάσεων, να συμβάλει στο λυγισμό της. Στην αντίθετη περίπτωση, οι εφελκυστικές τάσεις που προκαλούνται σε μια ράβδο, λόγω παρεμπόδισης της ελεύθερης συστολής της μπορεί να προκαλέσει την θραύση της διατομής. Στα φαινόμενα δευτέρας τάξεως εμφανίζονται φαινόμενα αστάθειας λόγω πρόσθετης έντασης (δευτερογενής ροπή κάμψης) η οποία αναπτύσσεται λόγω παραμορφώσεων του δομικού συστήματος. Εντούτοις οι διαστάσεις του κτιρίου (σε κτίρια άνω των 30m προκαλούνται επιπρόσθετες εντάσεις λόγω θερμοκρασίας), οι μέγιστες μετακινήσεις του φορέα και το ποσοστό εκμετάλλευσης των διατομών δεν καθιστούν κρίσιμες τις εντάσεις λόγω θερμοκρασίας και φαινομένων δευτέρας (2ας) τάξεως.

Κεφάλαιο 4

Συνδυασμοί Δράσεων

4.1 Γενικά

Ένας φορέας σχεδιάζεται και κατασκευάζεται, ώστε να παραμείνει κατάλληλος για χρήση καθ' όλη την διάρκεια ζωής του και να αντιμετωπίζει όλες τις δράσεις και τις επιδράσεις, που πιθανόν να εμφανισθούν κατά την κατασκευή του.

Οι καταστάσεις σχεδιασμού της κατασκευής θα πρέπει να επιλεγούν, λαμβάνοντας υπόψη τις συνθήκες υπό τις οποίες ο φορέας καλείται να επιτελέσει την λειτουργία του. Αυτές είναι:

- Καταστάσεις σχεδιασμού με διάρκεια, οι οποίες αναφέρονται στις συνθήκες κανονικής χρήσης.
- Παροδικές καταστάσεις σχεδιασμού, οι οποίες αναφέρονται σε προσωρινές συνθήκες οι οποίες είναι εφαρμόσιμες στο φορέα, π.χ. κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης ή της επισκευής του.
- Τυχηματικές καταστάσεις σχεδιασμού, οι οποίες αναφέρονται σε εξαιρετικές περιπτώσεις συνθηκών οι οποίες είναι εφαρμόσιμες στον φορέα ή στην έκθεσή του, π.χ. πυρκαγιά, έκρηξη, πρόσκρουση ή οι συνέπειες τοπικής αστοχίας.
- Καταστάσεις σχεδιασμού έναντι σεισμού, που αναφέρονται σε συνθήκες οι οποίες είναι εφαρμόσιμες στον φορέα όταν αυτό εκτίθεται σε σεισμικά συμβάντα.

Οι αρχές σχεδιασμού ενός φορέα διακρίνονται μεταξύ των οριακών καταστάσεων αστοχίας και των οριακών καταστάσεων λειτουργικότητας.

4.2 Οριακή Κατάσταση Αστοχίας (ULS)

Οι οριακές καταστάσεις αστοχίας σχετίζονται με απώλεια της ισορροπίας του φορέα, αστοχία λόγω υπερβολικών παραμορφώσεων, μετατροπή του φορέα ή μέρους του σε μηχανισμό, θραύση και απώλειας της ευστάθειας του και αστοχία λόγω κόπωσης, που θέτουν σε κίνδυνο ανθρώπινες ζωές.

4.2.1 Βασικές Αρχές Υπολογισμού Συνδυασμών Δράσεων στην Οριακή Κατάσταση Αστοχίας

Οι συνδυασμοί δράσεων στην οριακή κατάσταση αστοχίας καθορίζονται σύμφωνα με τις διατάξεις του EN 1990:2002 και είναι οι εξής:

(α) Καταστάσεις διάρκειας ή παροδικές

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

(β) Για τυχηματικές καταστάσεις

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

(γ) Για καταστάσεις σεισμού

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

Οι προτεινόμενες τιμές των συντελεστών συνδυασμού ψ_i , που ορίζει το Εθνικό Προσάρτημα, δίνονται στον πίνακα 4.1 .

4.2.2 Συνδυασμοί Δράσεων στην Οριακή Κατάσταση Αστοχίας

Οι συντελεστές συνδυασμού ψ_i του φορτίου χιονιού S, του ανέμου W και του επιβαλλόμενου φορτίου q που δρουν σε μια κατασκευή δίνονται στον πίνακα 4.1.

Δράσεις	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Επιβαλλόμενα φορτία σε κτήρια (EN 1991-1-1)			
Κατηγορία Η: στέγες	0	0	0
Φορτία χιονιού επάνω σε κτήρια (EN 1991-1-3)			
Για τοποθεσίες που βρίσκονται σε υψόμετρο $H \leq 1000$ m	0,50	0,20	0
Φορτία ανέμου σε κτήρια (EN 1991-1-4)	0,6	0,2	0
Θερμοκρασία (μη-πυρκαϊάς) σε κτήρια (EN 1991-1-5)	0,6	0,5	0

Πίνακας 4. 1: Συντελεστές συνδυασμού δράσεων ψ

Ο EN1991-1-1:2002 (§3.3.2(1)) ορίζει ότι σε στέγες, τα επιβαλλόμενα φορτία και τα φορτία χιονιού ή ανέμου δεν θα πρέπει να εφαρμόζονται ταυτόχρονα.

Έτσι οι συνδυασμοί δράσεων στην οριακή κατάσταση αστοχίας διαμορφώνονται ως εξής:

(α) Για καταστάσεις διάρκειας ή παροδικές

ULS 1: $G_c + 1.35G + 1.50S$

ULS 2.1: $G_c + 1.35G + 1.50W_1$

ULS 2.2.1: $G_c + 1.35G + 1.50W_2$

ULS 2.2.2: $G_c + 1.00G + 1.50W_2$

ULS 2.3.1: $G_c + 1.35G + 1.50W_3$

ULS 2.3.2: $G_c + 1.00G + 1.50W_3$

ULS 2.4: $G_c + 1.00G + 1.50W_4$

ULS 3.1: $G_c + 1.35G + 1.50S + 0.90W_1$

ULS 3.2: $G_c + 1.35G + 1.50S + 0.90W_2$

ULS 3.3: $G_c + 1.35G + 1.50S + 0.90W_3$

ULS 4.1: $G_c + 1.35G + 1.50W_1 + 0.75S$

ULS 4.2.1: $G_c + 1.35G + 1.50W_2 + 0.75S$

ULS 4.2.2: $G_c + 1.00G + 1.50W_2 + 0.75S$

ULS 4.3.1: $G_c + 1.35G + 1.50W_3 + 0.75S$

ULS 4.3.2: $G_c + 1.00G + 1.50W_3 + 0.75S$

ULS 4: $G_c + 1.35G + 1.50q_k$

(β) Για τυχηματικές δράσεις

Δεν ασκούνται τυχηματικές δράσεις στον φορέα, άρα οι συνδυασμοί που θα προέκυπταν αν λαμβάναμε την τιμή $A=0$ ως τιμή της τυχηματικής δράσης καλύπτονται από αυτούς που προκύπτουν για καταστάσεις διάρκειας ή παροδικές.

(γ) Για καταστάσεις σεισμού

Οι σεισμικοί συνδυασμοί αναλύονται διεξοδικά στη παράγραφο §4.4.2.

4.3 Οριακή Κατάσταση Λειτουργικότητας (SLS)

Οι οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας σχετίζονται με την λειτουργία ενός φορέα ή μέλους του υπό συνθήκες φυσιολογικής χρήσης, την άνεση των ανθρώπων και την εξωτερική εμφάνιση των κατασκευών.

4.3.1 Βασικές Αρχές Υπολογισμού Συνδυασμών Δράσεων στην Οριακή Κατάσταση Λειτουργικότητας

Οι συνδυασμοί δράσεων στην οριακή κατάσταση λειτουργικότητας καθορίζονται σύμφωνα με τις διατάξεις του EN 1990:2002 (§ 6.5.3) και είναι οι εξής:

(α) Χαρακτηριστικός συνδυασμός

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

Χρησιμοποιείται για μη αναστρέψιμες οριακές καταστάσεις

(β) Συχνός συνδυασμός

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

Χρησιμοποιείται για αναστρέψιμες οριακές καταστάσεις

(γ) Οιονεί – μόνιμος συνδυασμός

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

Χρησιμοποιείται για μακροχρόνιες επιδράσεις και για την εμφάνιση του φορέα

Οι προτεινόμενες τιμές των συντελεστών συνδυασμού ψ_i , που ορίζει το Εθνικό Προσάρτημα, δίνονται στον πίνακα 4.1.

4.3.2 Συνδυασμοί Δράσεων στην Οριακή Κατάσταση Λειτουργικότητας

Οι συνδυασμοί δράσεων στην οριακή κατάσταση λειτουργικότητας είναι οι ακόλουθοι:

(α) Χαρακτηριστικός συνδυασμός:

SLS 1: $G_c + G + S$

SLS 2.1: $G_c + G + W_1$

SLS 2.2: $G_c + G + W_2$

SLS 2.3: $G_c + G + W_3$

SLS 2.4: $G_c + G + W_4$

SLS 3.1: $G_c + G + S + 0.60W_1$

SLS 3.2: $G_c + G + S + 0.60W_2$

SLS 3.3: $G_c + G + S + 0.60W_3$

SLS 4.1: $G_c + G + W_1 + 0.50S$

SLS 4.2: $G_c + G + W_2 + 0.50S$

SLS 4.3: $G_c + G + W_3 + 0.50S$

SLS 5: $G_c + G + q_k$

Οι συχνοί συνδυασμοί και οι οιονεί – μόνιμοι συνδυασμοί καλύπτονται από τους χαρακτηριστικούς συνδυασμούς.

4.4 Σεισμικοί Συνδυασμοί Δράσεων

Οι σεισμικές καταστάσεις σχεδιασμού υπάγονται στις οριακές καταστάσεις αστοχίας.

4.4.1 Βασικές Αρχές Υπολογισμού Σεισμικών Συνδυασμών

Σύμφωνα με τις διατάξεις του EN 1998-1:2004 (§4.3.3.5.2(4)), για τον υπολογισμό των εντατικών μεγεθών ή μετακινήσεων του φορέα θα πρέπει να ληφθούν οι εξής συνδυασμοί των τριών συνιστώσων της σεισμικής δράσης:

$$E_x \pm 0.30 E_y \pm 0.30 E_z$$

$$E_y \pm 0.30 E_x \pm 0.30 E_z$$

$$E_z \pm 0.30 E_y \pm 0.30 E_x$$

Για καταστάσεις σεισμού, οι συνδυασμοί δράσεων δόθηκαν στην παράγραφο §5.2.1(γ). Ως τιμή σχεδιασμού της σεισμικής δράσης $A_{E,d}$ λαμβάνονται οι παραπάνω συνδυασμοί των τριών συνιστώσων της σεισμικής δράσης.

4.4.2 Σεισμικοί Συνδυασμοί

Οι συντελεστές συνδυασμού $\psi_{2,i}$ των μεταβλητών δράσεων δίνονται πίνακα 4.1.

Οι συνδυασμοί των σεισμικών δράσεων είναι οι εξής:

$$\mathbf{EQ\ 1:} \quad G_c + G + E_x \pm 0.30 E_y \pm 0.30 E_z$$

$$\mathbf{EQ\ 2:} \quad G_c + G + E_y \pm 0.30 E_x \pm 0.30 E_z$$

$$\mathbf{EQ\ 2:} \quad G_c + G + E_z \pm 0.30 E_x \pm 0.30 E_y$$

Κεφάλαιο 5

Προσομοίωση Κατασκευής

Στο κεφάλαιο αυτό ορίζονται οι παράμετροι του προσομοιώματος, όπως αυτοί εισάγονται στο πρόγραμμα Staad Pro V8i.

Στα δύο μοντέλα μοντέλα εκ των τεσσάρων, που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση του φορέα, θεωρήθηκαν πακτωμένα, ενώ τα άλλα δύο θεμελιώθηκαν σε γενική κοιτόστρωση επί ελαστικού εδάφους (κατακόρυφα ελατήρια). Η επίδραση των δευτερευουσών δοκών και της επικάλυψης κάθε στάθμης του μεταλλικού φορέα, περιορίστηκε στα φορτία που αυτά καταπονούν την κατασκευή, αμελώντας το βαθμό της διαφραγματικής λειτουργίας που προσφέρουν στο επίπεδο του μεταλλικού φορέα.

5.1 Φορτίσεις Κατασκευής

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται οι μηχανισμοί ανάληψης των φορτίων που καταπονούν τον φορέα.

Ο μεταλλικός φορέας καταπονείται από μόνιμες, κινητές και τυχηματικές δράσεις, τις οποίες πρέπει να παραλάβει αρχικά και να μεταφέρει στη συνέχεια με ασφάλεια στο έδαφος.

Συγκεντρωτικά οι δράσεις που καταπονούν την κατασκευή είναι οι εξής:

Μόνιμες δράσεις

- Ίδιο βάρος κατασκευής (selfweight)
- Επικάλυψη στεγάστρου (0.50kN/m^2)
- Ταινιόδρομοι (συγκεντρωμένο 25kN ανά έδραση)
- Ηλεκτρομηχανολογικά φορτία (1.00kN/m^2)
- Βαρέως τύπου ηλεκτρομηχανολογικά ($15.00\sim 17.50\text{kN}$)

Μεταβλητές δράσεις

- Επιβαλλόμενο φορτίο
- Φορτίο μεταλλευμάτων (45kN όπου αποθέτουν οι ταινιόδρομοι το μέταλλευμα)
- Χιόνι
- Άνεμος

Τυχηματικές δράσεις

Σεισμός (E_x , E_y , E_z)

Πρέπει να σημειωθεί ότι στις δράσεις της κατασκευής δεν λαμβάνονται υπόψη τα φορτία λόγω θερμοκρασιακών μεταβολών.

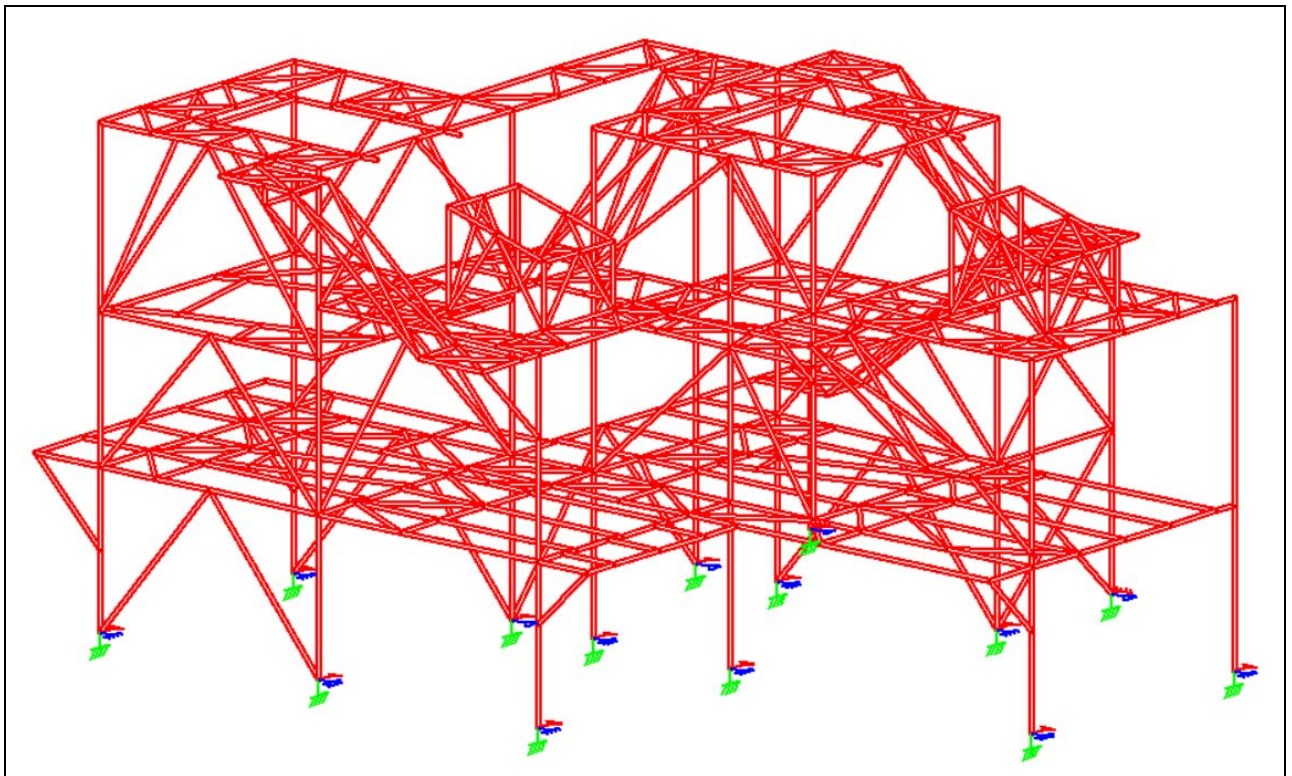
Τα οριζόντια φορτία του ανέμου ασκούνται γραμμικά στα εξωτερικά υποστυλώματα της κατασκευής.

Στα σχήματα που ακολουθούν, παρουσιάζονται οι τιμές των μόνιμων και κινητών φορτίων από το πακτωμένο προσομοίωμα, που εισήχθησαν στο πρόγραμμα.

5.1.1 Μόνιμα Φορτία Κατασκευής

Φορτίο ίδιου βάρους κατασκευής (Selfweight)

Το ίδιο βάρος της κατασκευής, όπως αναφέρθηκε στην παράγραφο §3.1, επιβάλλεται απευθείας μέσω του προγράμματος.



Σχήμα 5. 1: Ίδιο βάρος μεταλλικών μελών

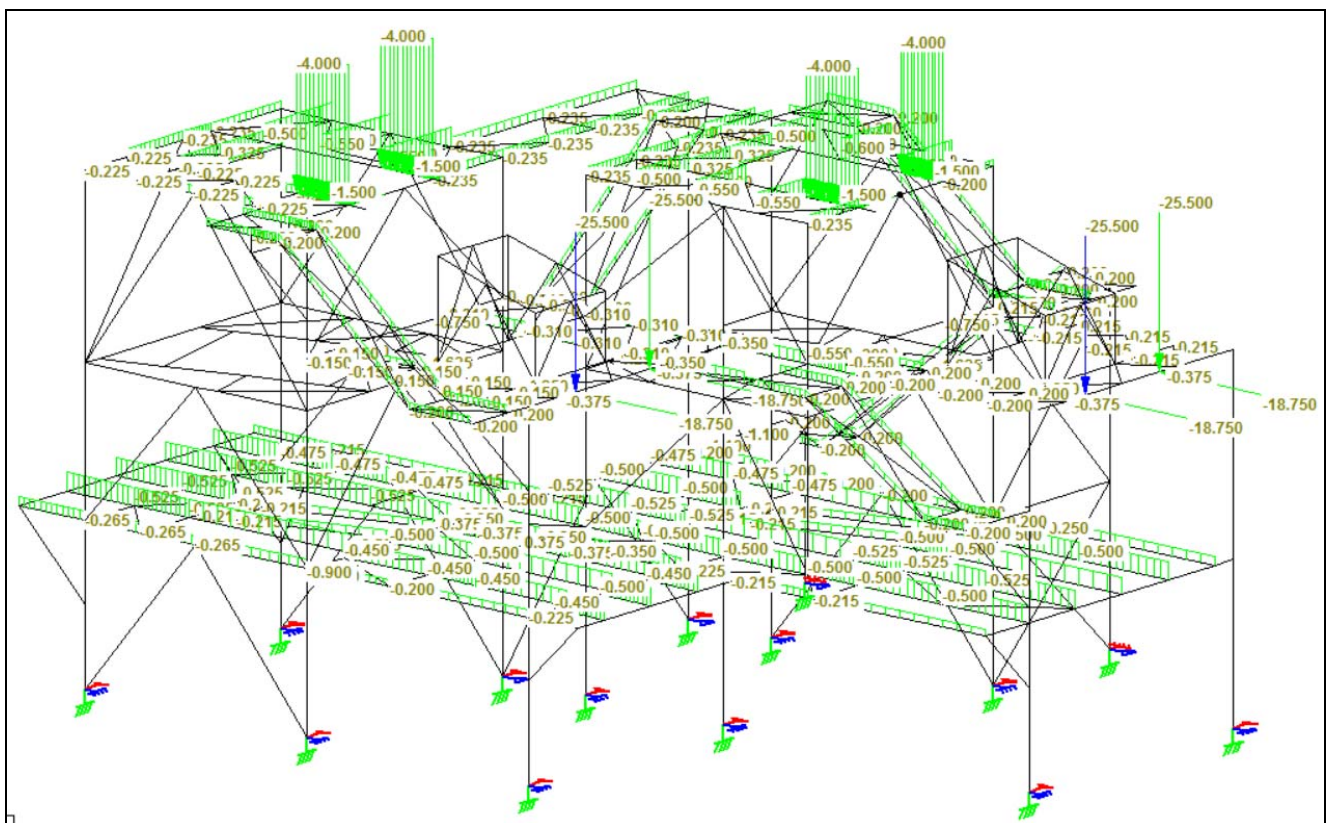
Μόνιμα Φορτία (Dead loads)

Το φορτίο της επικάλυψης του μεταλλικού στεγάστρου εξαρτάται από την επιφάνεια επιρροής του αντιστοίχου επιφανειακού φορτίου και ισούται με:

$$P_o = E_{\text{επιφ. επιρροής}} \times 0.50 \text{ kN/m}^2$$

Ταινιόδρομοι (συγκεντρωμένο 25kN ανά έδραση)

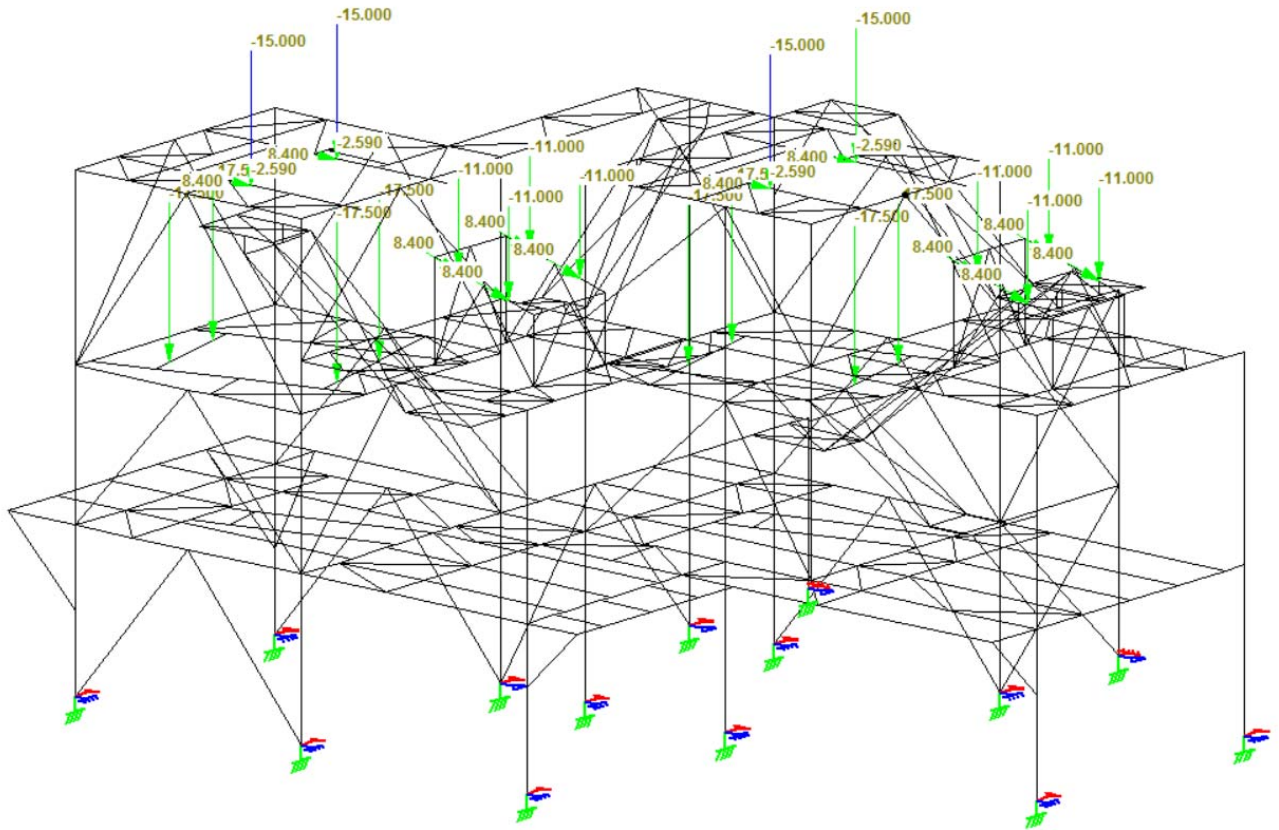
Ηλεκτρομηχανολογικά φορτία (1.00kN/m²)



Σχήμα 5. 2: Μόνιμα φορτία (Dead loads)

Βαρέως τύπου ηλεκτρομηχανολογικά φορτία (Equipment loads)

Τα βαρέως τύπου ηλεκτρομηχανολογικά φορτία εφαρμόζονται στους κόμβους του κύριου φορέα.



Σχήμα 5. 3: Βαρέως τύπου μηχανολογικά φορτία (Equipment loads)

5.1.2 Κινητά Φορτία Κατασκευής

Επιβαλλόμενο φορτίο (Live loads)

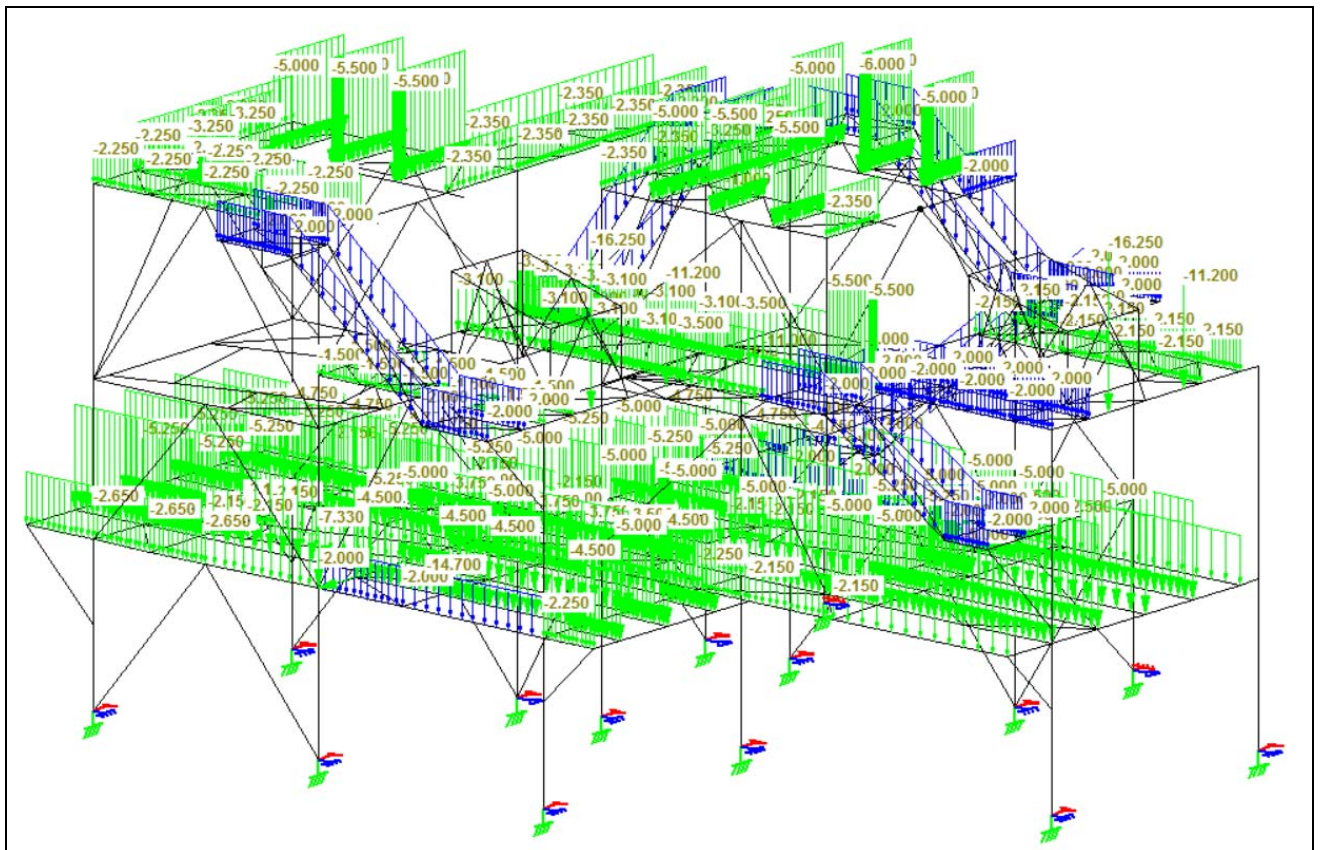
Τα επιβαλλόμενα φορτία ασκούνται στα μέλη της μεταλλικής κατασκευής. Η τιμή τους δίνεται συναρτήσει της επιφάνειας επιρροής και του αντίστοιχου επιφανειακού φορτίου και ισούται με:

$$Q_k = E_{\text{επιφ. επιρροής}} \times 5.00 \text{ kN/m}^2$$

Φορτίο χιονιού

Τα φορτία του χιονιού υπολογίζονται από την σχέση:

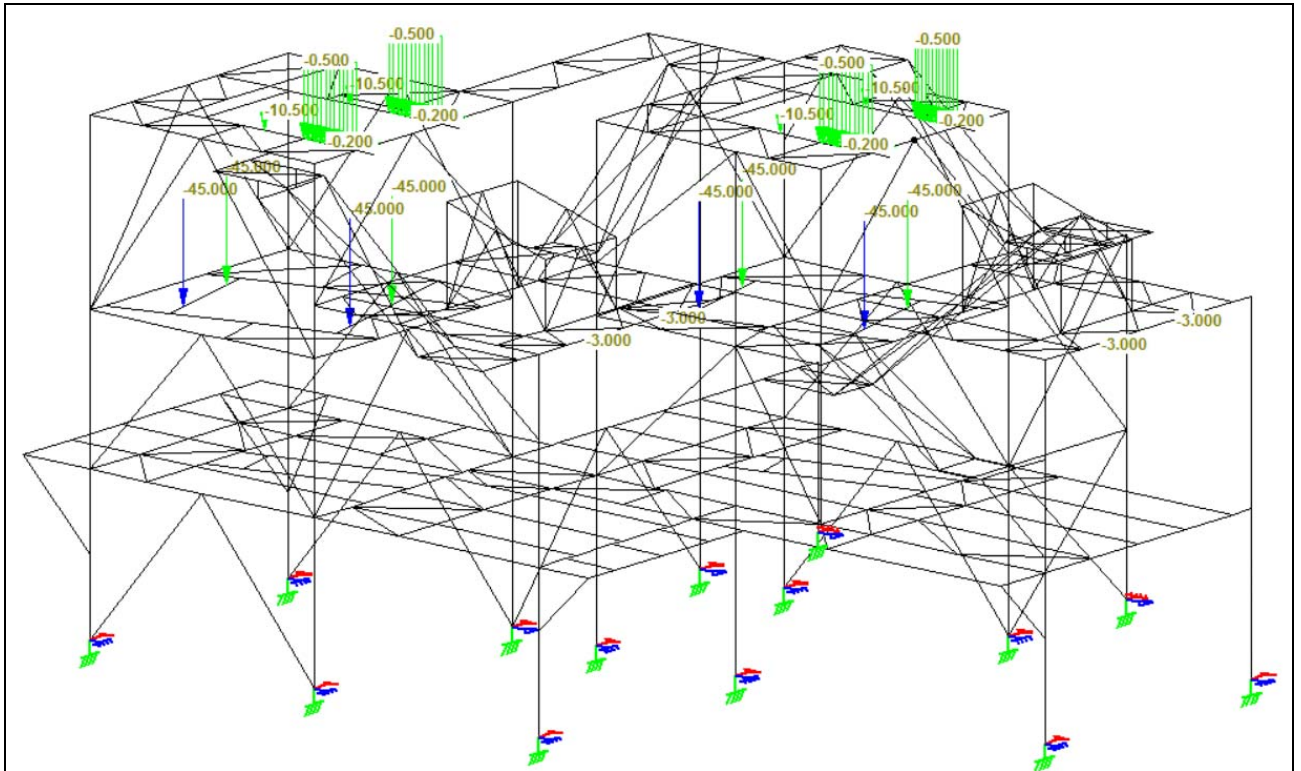
$$S = E_{\text{επιφ. επιρροής}} \times 1.00 \text{ kN/m}^2$$



Σχήμα 5. 4: Κινητά φορτία (Live loads)

Φορτία μεταλλευμάτων

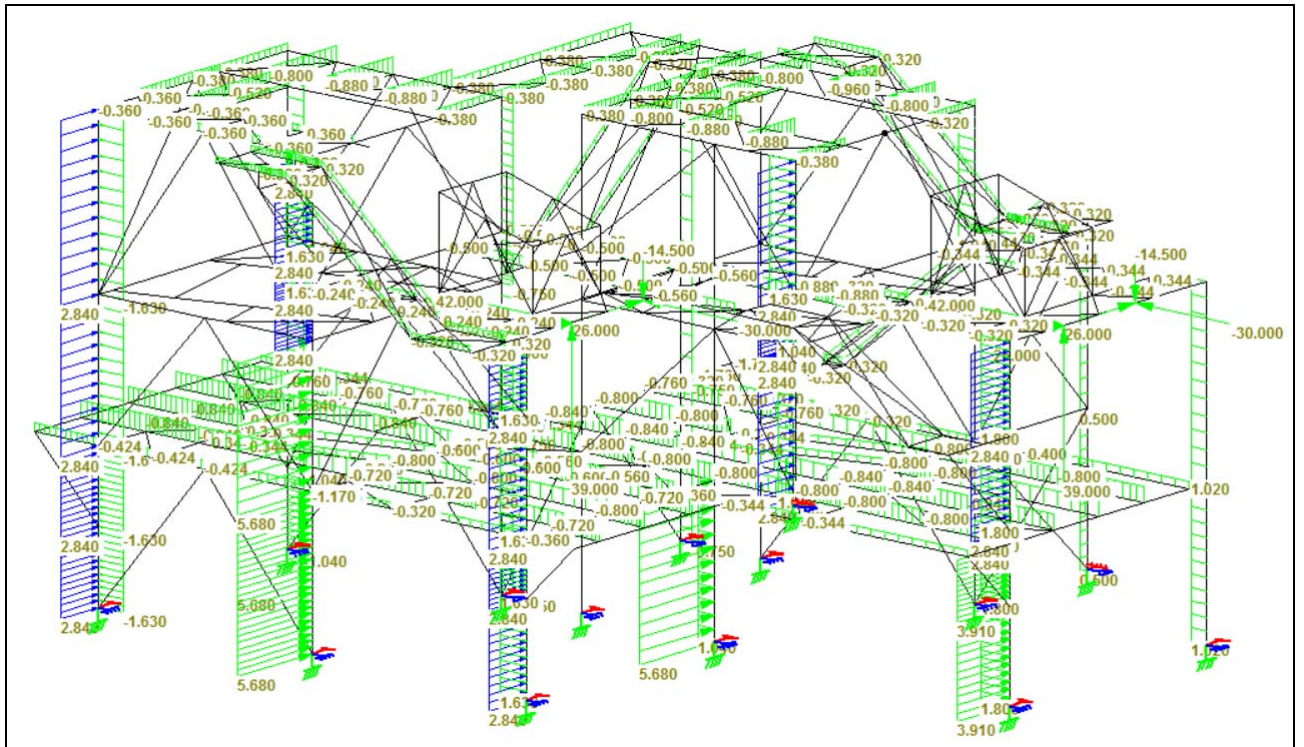
Το φορτίο του μεταλλεύματος που λαμβάνεται και αυτό ως κινητό είναι το μεγαλύτερο φορτίο της κατασκευής και εκτιμάται ότι είναι ίσο με 45.00kN (συγκεντρωμένο φορτίο) στα σημεία που αποθέτουν οι ταινιόδρομοι το μέταλλευμα.



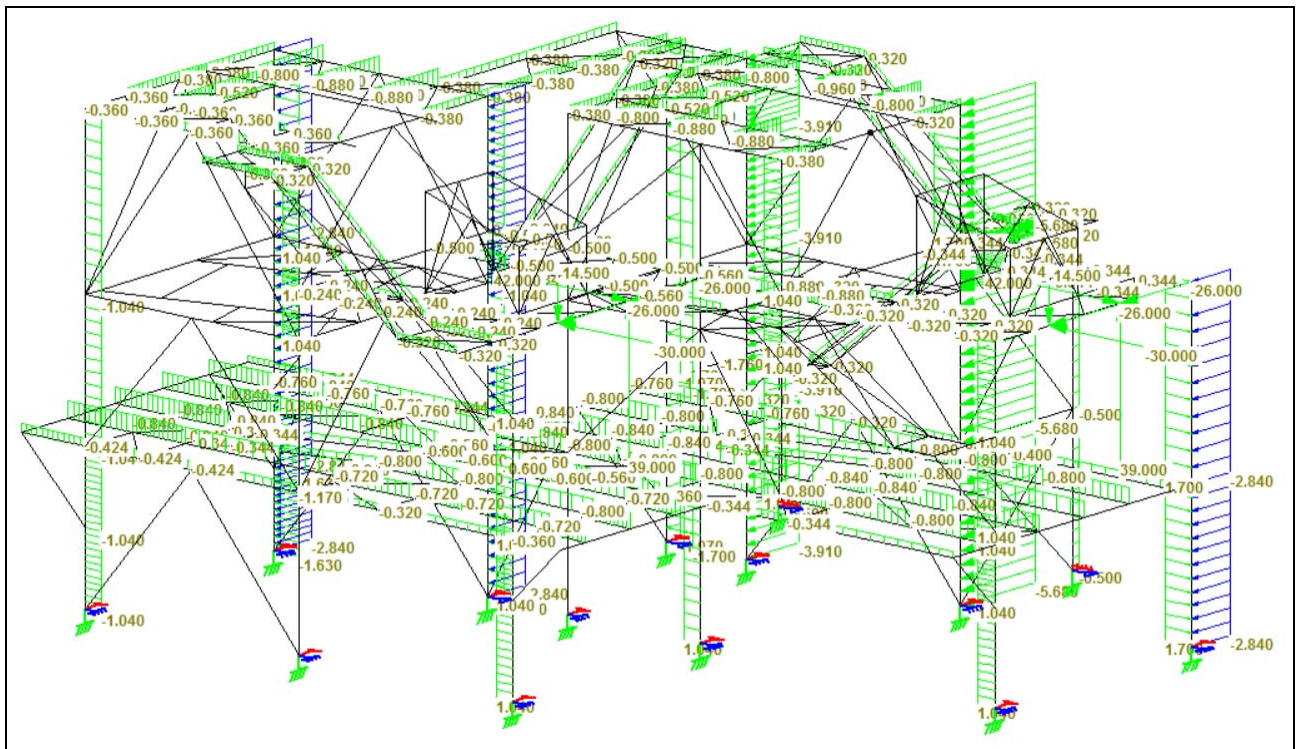
Σχήμα 5. 5: Φορτία μεταλλευμάτων (Material loads)

Φορτία ανέμου (W)

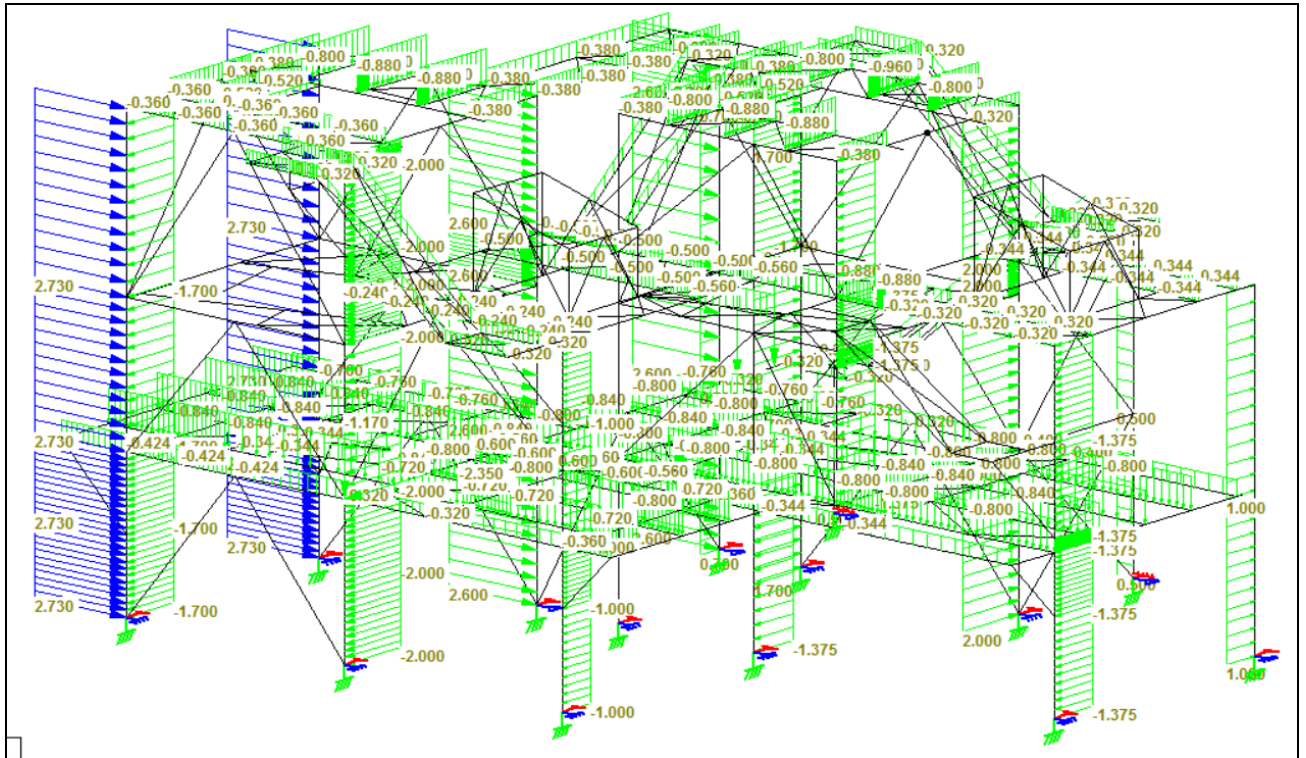
Διακρίνονται 4 περιπτώσεις δράσεων Wind +X, Wind -X, Wind +Z και Wind -Z λόγω της επίδρασης του ανέμου στην κατασκευή. Κάθε μία από τις 4 περιπτώσεις δράσεων του ανέμου χωρίζεται σε επιμέρους ζώνες φόρτισης σύμφωνα με τα σχήματα 3.41 – 3.44.



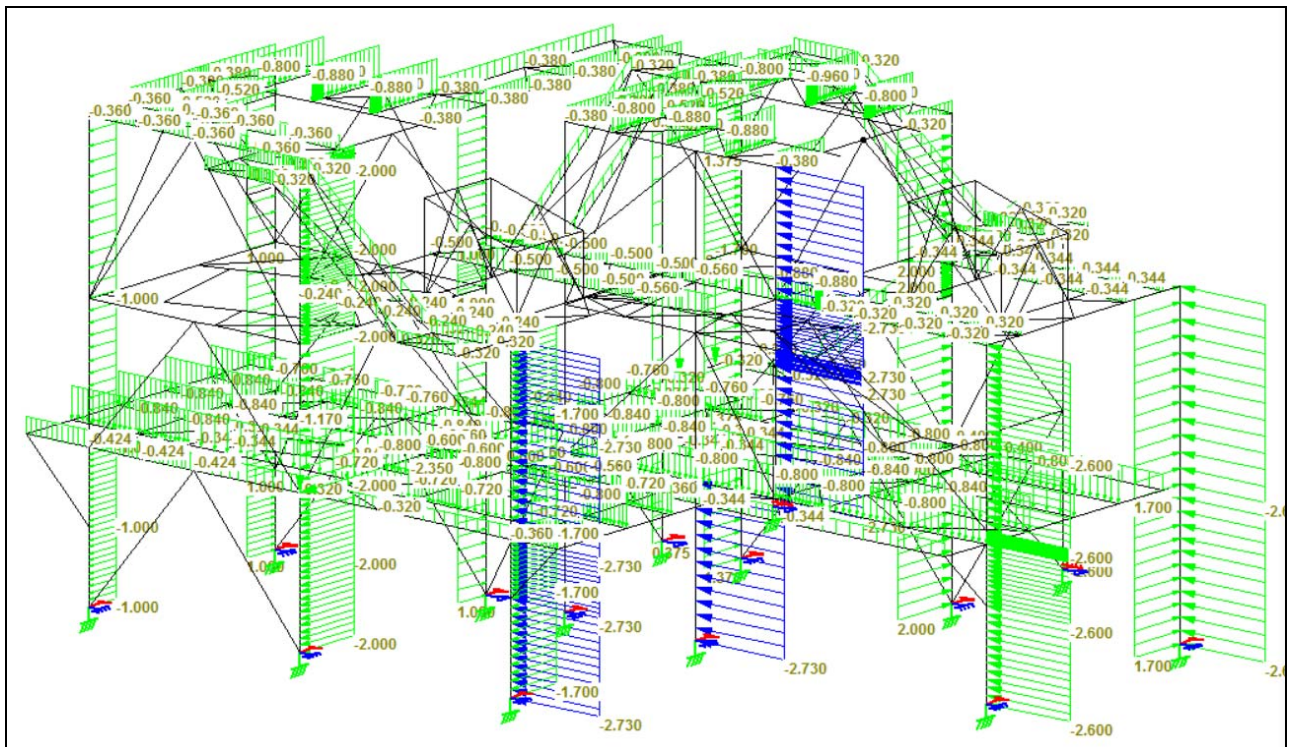
Σχήμα 5. 6: Φορτία ανέμου +X (Wind loads +X)



Σχήμα 5. 7: Φορτία ανέμου -X (Wind loads -X)



Σχήμα 5. 8: Φορτία ανέμου +Z (Wind loads +Z)



Σχήμα 5. 9: Φορτία ανέμου -Z (Wind loads -Z)

5.2 Μήκη Λυγισμού

Το μήκος λυγισμού ενός θλιβόμενου μέλους είναι συνάρτηση των συνωριακών του συνθηκών.

Το μήκος λυγισμού των μελών που τέμνονται με άλλα μέλη λαμβάνεται από το πρόγραμμα ως το μήκος μεταξύ των δύο κόμβων του επιμέρους μέλους που έχει δημιουργηθεί, κάτι που προφανώς δεν είναι σωστό. Τα σωστά μήκη λυγισμού στα μέλη της κατασκευής εισάγονται από τον χρήστη μέσω των παραμέτρων LZ και LY όπου ορίζουν τα μήκη λυγισμού ως προς τον τοπικό άξονα Z και Y του μέλους.

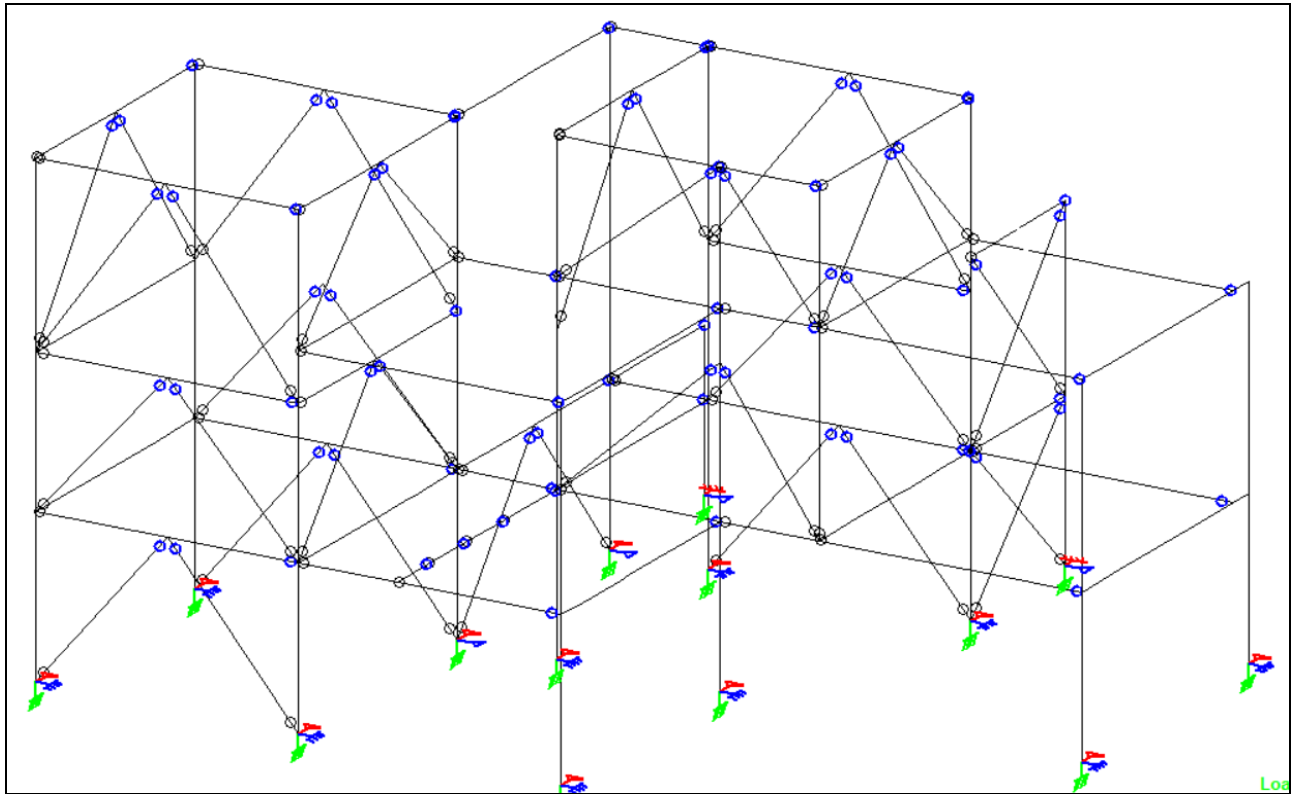
Στην περίπτωση διασταυρούμενων ράβδων δικτύωσης, από τις οποίες η μία θλίβεται και η άλλη εφελκύεται, τα μήκη λυγισμού των θλιβόμενων ράβδων μειώνονται, δεδομένου ότι η εφελκυστική ράβδος, ως αναπτύσσουσα δύναμη επαναφοράς στον μεσαίο κόμβο, στηρίζει την θλιβόμενη.

5.3 Συνδέσεις

Οι συνδέσεις των μελών του κύριου φορέα πραγματοποιούνται με κομβοελάσματα και κοχλίες. Η μόρφωση τόσο των εδράσεων με τα υποστυλώματα από σκυρόδεμα, όσο και συνδέσεων πάκτωσης στους κόμβους μελετήθηκαν με το πρόγραμμα EC 3 Praxis.

Για την σύνδεση των οριζόντιων και κατακόρυφων συνδέσμων δυσκαμψίας με τους κύριους φορείς, συγκολλούνται επί των μελών του κύριου φορέα κομβοελάσματα στα οποία συνδέονται με κοχλίες οι σύνδεσμοι δυσκαμψίας.

Στο πρόγραμμα Staad Pro v8i, οι συνδέσεις των συνδέσμων δυσκαμψίας μεταξύ τους και οι συνδέσεις τους με τα κύρια μέλη του φορέα, εισάγονται ως μερικές αρθρώσεις. Για να πραγματοποιηθεί αυτό «ελευθερώνονται» τα άκρα των μελών από τις ροπές Mz και My (σχήμα 5.10). Με τον τρόπο αυτό δεν μεταβιβάζονται ροπές κάμψης, στον κύριο φορέα, μέσω των συνδέσμων δυσκαμψίας.



Σχήμα 5. 10: Μερικές αρθρώσεις στα άκρα των μελών

5.4 Υπολογισμός Μαζών

Στην δυναμική ανάλυση, η μάζα της κατασκευής χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των αδρανειακών δυνάμεων.

Σύμφωνα με την παράγραφο §3.2.4 του EN 1998-1:2004, η μάζα του συστήματος υπολογίζεται από το σύνολο των φορτίων βαρύτητας που περιλαμβάνονται στον ακόλουθο συνδυασμό:

$$\sum G_{k,j} + \sum \Psi_{E,i} \times Q_{k,i} \quad (1)$$

Όπου

$\Psi_{E,i}$ είναι ο συντελεστής συνδυασμού για την μεταβλητή δράση i , ο οποίος λαμβάνει υπόψη την πιθανότητα μη εφαρμογής, σε όλη την έκταση του φορέα, των μεταβλητών δράσεων $Q_{k,i}$ κατά την διάρκεια του σεισμού και δίνεται από την σχέση: $\Psi_{E,i} = \Phi \times \Psi_{2,i}$

Η τιμή του συντελεστή Φ δίνεται στον πίνακα 5.10 και εξαρτάται από την κατηγορία που κατατάσσεται η κατασκευή.

Κατηγορία κτιρίου	Όροφος	Φ
A-C	Δώμα	1.00
	Όροφοι με συσχετισμένες χρήσεις	0.80
	Όροφοι με μη-συσχετισμένες χρήσεις	0.50
D-F και αρχεία		1.00

Πίνακας 5. 11: Τιμές του Φ για τον υπολογισμό του $\Psi_{E,i}$

Οι τιμές του συντελεστή Ψ_2 των μεταβλητών δράσεων δίνονται στον πίνακα 4.1, σύμφωνα με τον οποίο για τα επιβαλλόμενα φορτία κτιρίων, το φορτίο χιονιού περιοχών υψομέτρου μικρότερου των 1000m και το φορτίο ανέμου, ο συντελεστής Ψ_2 είναι ίσος με το μηδέν.

Η μάζα που εισάγεται στο πρόγραμμα Staad Pro v8i, για την αποτίμηση των αδρανειακών αποτελεσμάτων της σεισμικής δράσης σχεδιασμού, προκύπτει αποκλειστικά από τον συνδυασμό του ίδιου βάρους και των μόνιμων δράσεων που εφαρμόζονται στην κατασκευή. Συγκεκριμένα: $G + G_c + P_p + H + P_o + P_b + P_s$.

5.5 Σεισμικές Δράσεις Σχεδιασμού

Για την ανάλυση της κατασκευής επιλέχθηκε η Δυναμική Φασματική Μέθοδος. Η μέθοδος αυτή συνίσταται στην επαλληλία των μέγιστων τιμών των ιδιομορφικών αποκρίσεων.

Η επαλληλία των μέγιστων ιδιομορφικών αποκρίσεων για ταυτόχρονη δράση των τριών συνιστωσών του σεισμού πραγματοποιείται με την μέθοδο της πλήρους τετραγωνικής επαλληλίας CQC (Complete Quadratic Combination). Για κάθε συνιστώσα της σεισμικής διέγερσης, οι πιθανές ακραίες τιμές exA τυχόντος μεγέθους απόκρισης A δίνεται από την σχέση:

$$exA = \pm \sqrt{\sum_i \sum_j (\varepsilon_{ij} A_i A_j)}$$

Όπου

A_i ($i=1,2,\dots$) οι ιδιομορφικές τιμές του μεγέθους A

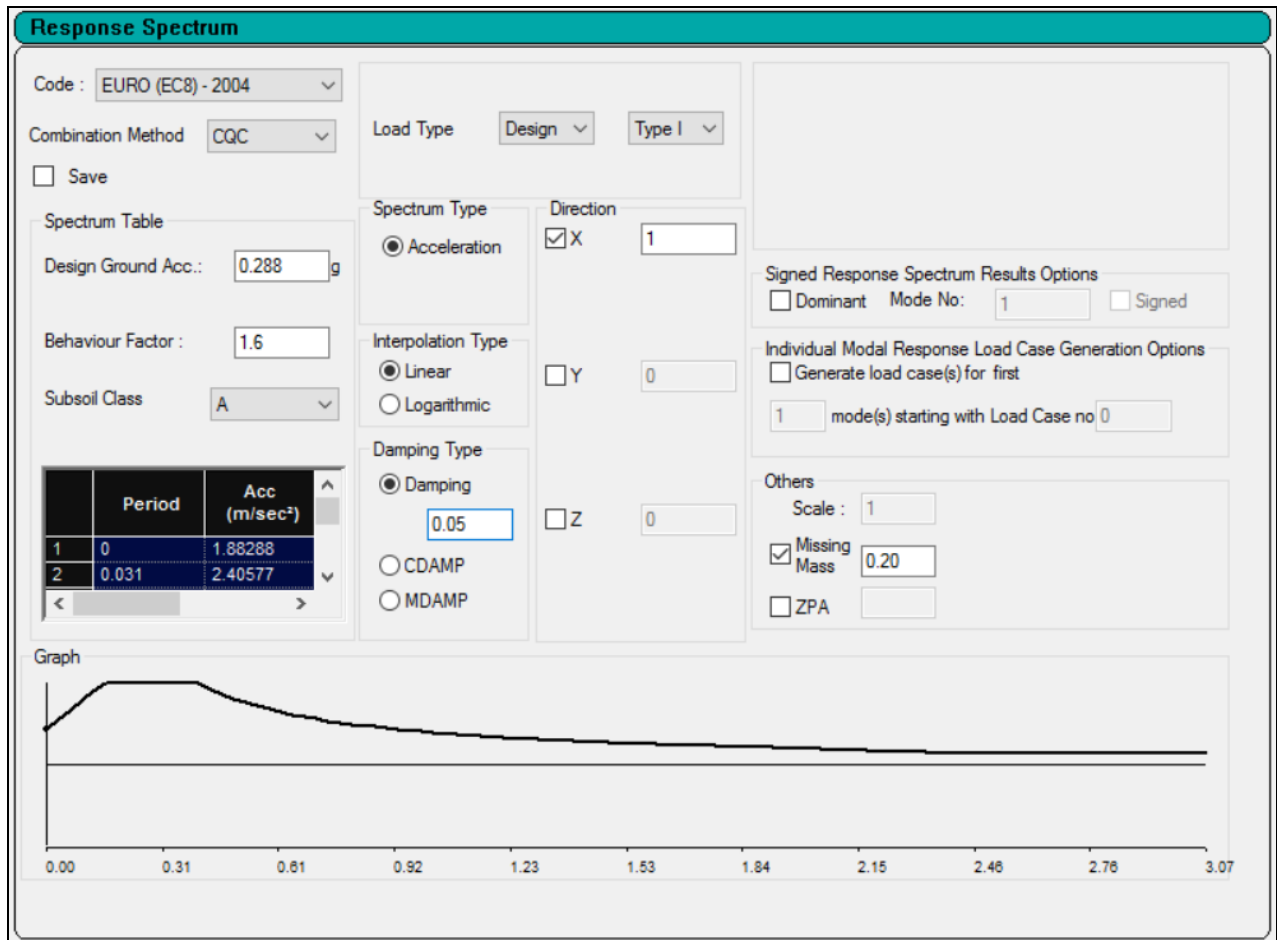
ε_{ij} ο συντελεστής συσχέτισης των δύο ιδιομορφών i και j , ο οποίος δίνεται από την

$$\text{σχέση: } \varepsilon_{ij} = \frac{8 \times \zeta^2 \times (1+r) \times r^{3/2}}{10^4 \times (1-r^2)^2 + 4 \times \zeta^2 \times r \times (1+r)^2}$$

Κατά την επίλυση και διαστασιολόγηση του φορέα ορίστηκαν 50 ιδιομορφές προκειμένου το άθροισμα των δρώσων ιδιομορφικών μαζών να φθάσει το 90% της συνολικής ταλαντούμενης μάζας, ενώ χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος των υποθετικών καθολικών ιδιομορφών Rayleigh-Ritz (Ritz Vectors) ώστε να μειωθεί ο αριθμός των ιδιομορφών.

Η εισαγωγή των φασμάτων επιταχύνσεων, στο πρόγραμμα SAP2000, πραγματοποιείται μέσω της επιλογής Response Spectrum. Τα φάσματα σχεδιασμού είναι αυτά που ορίζει ο κανονισμός EN1998-1:2004. Για τις οριζόντιες συνιστώσες του σεισμού ορίστηκε, μέσω του προγράμματος SAP2000, φάσμα σχεδιασμού με τα εξής χαρακτηριστικά:

- Τύπος φάσματος 1
- Κατηγορία εδάφους A
- Εδαφική επιτάχυνση $a_g=0.288g$
- Συντελεστής συμπεριφοράς $q=1.6$
- Συντελεστής κατώτατου ορίου $\beta=0.20$



Σχήμα 5. 12: Εισαγωγή φάσματος σχεδιασμού των οριζόντιων συνιστωσών του σεισμού

Οι τιμές που προέκυψαν από την κατασκευή του φάσματος δίνονται στον πίνακα 5.13

Πίνακας 5. 13: Τιμές φάσματος σχεδιασμού

α/α	T (sec)	Sd(T)
1	0	1,883
2	0.031	2,406
3	0.062	2,929
4	0.093	3,452
5	0.124	3,974
6	0.155	4,413
7	0.186	4,413
8	0.217	4,413
9	0.248	4,413
10	0.279	4,413
11	0.31	4,413
12	0.341	4,413
13	0.372	4,413

14	0.403	4,380
15	0.434	4,067
16	0.465	3,796
17	0.496	3,559
18	0.527	3,350
19	0.558	3,163
20	0.589	2,997
21	0.62	2,847
22	0.651	2,712
23	0.682	2,588
24	0.713	2,476
25	0.744	2,373
26	0.775	2,278
27	0.806	2,190
28	0.837	2,109
29	0.868	2,034
30	0.899	1,964
31	0.93	1,898
32	0.961	1,837
33	0.992	1,779
34	1.023	1,726
35	1.054	1,675
36	1.085	1,627
37	1.116	1,582
38	1.147	1,539
39	1.178	1,498
40	1.209	1,460
41	1.24	1,424
42	1.271	1,389
43	1.302	1,356
44	1.333	1,324
45	1.364	1,294
46	1.395	1,265
47	1.426	1,238
48	1.457	1,212
49	1.488	1,186
50	1.519	1,162
51	1.55	1,139
52	1.581	1,117
53	1.612	1,095
54	1.643	1,074
55	1.674	1,054
56	1.705	1,035
57	1.736	1,017
58	1.767	0,998
59	1.798	0,981

60	1.829	0.965
61	1.86	0.949
62	1.891	0.933
63	1.922	0.918
64	1.953	0.903
65	1.984	0.889
66	2.015	0.869
67	2.046	0.843
68	2.077	0.818
69	2.108	0.794
70	2.139	0.771
71	2.17	0.749
72	2.201	0.728
73	2.232	0.708
74	2.263	0.689
75	2.294	0.670
76	2.325	0.653
77	2.356	0.636
78	2.387	0.619
79	2.418	0.603
80	2.449	0.588
81	2.48	0.574
82	2.511	0.564
83	2.542	0.564
84	2.573	0.564
85	2.604	0.564
86	2.635	0.564
87	2.666	0.564
88	2.697	0.564
89	2.728	0.564
90	2.759	0.564
91	2.79	0.564
92	2.821	0.564
93	2.852	0.564
94	2.883	0.564
95	2.914	0.564
96	2.945	0.564
97	2.976	0.564
98	3.007	0.564
99	3.038	0.564
100	3.069	0.564

Για τον υπολογισμό της σεισμικής έντασης και των αντίστοιχων εντατικών μεγεθών με τα οποία θα γίνει ο έλεγχος στην οριακή κατάσταση αστοχίας ορίζονται οι εξής περιπτώσεις δυναμικής ανάλυσης:

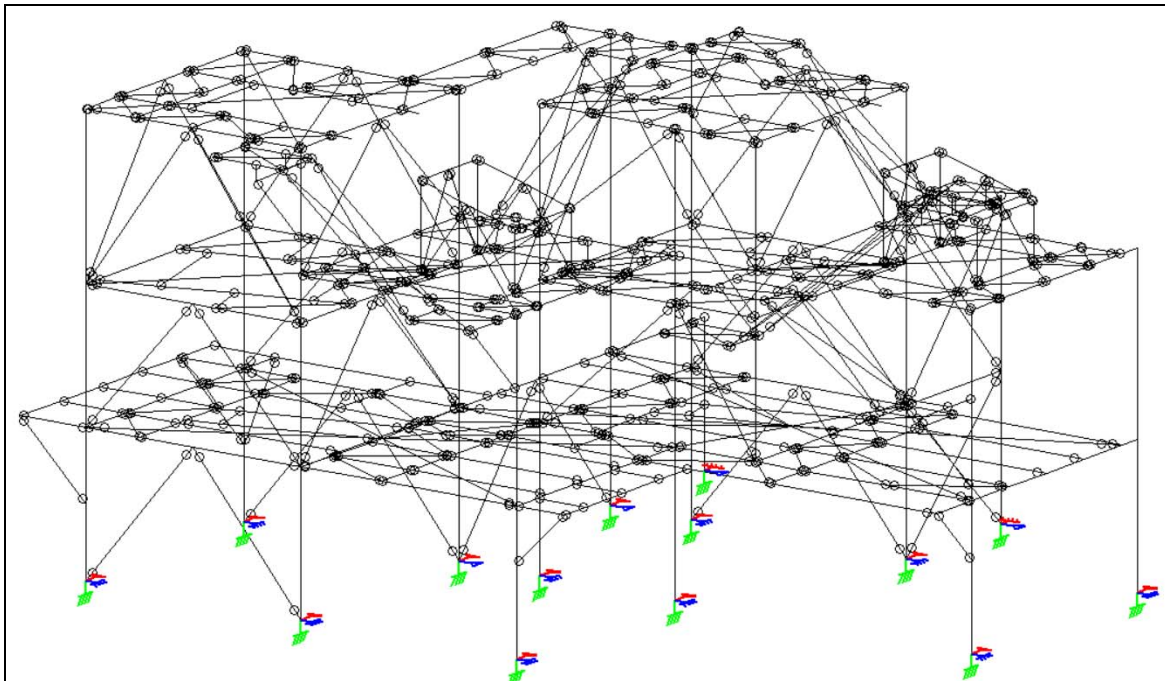
- Για σεισμό κατά x-x, στην εγκάρσια διεύθυνση (Ex)
- Για σεισμό κατά z-z, στην διαμήκη διεύθυνση (Ez)
- Για σεισμό κατά y-y, στην κατακόρυφη διεύθυνση (Ey)

Κεφάλαιο 6

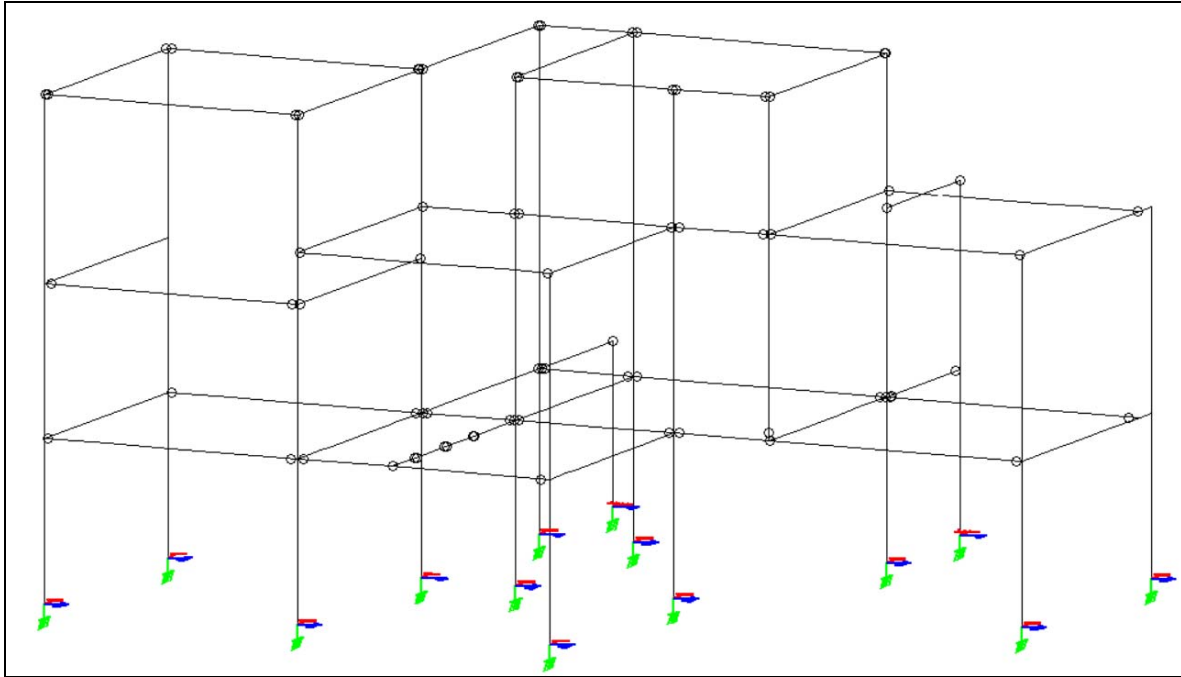
Αποτελέσματα Ανάλυσης

6.1 Διατομές Φορέα

Οι διατομές των μελών του μεταλλικού φορέα που προέκυψαν κατά τον σχεδιασμό του αναλύονται παρακάτω.



Εικόνα 6. 1: Μεταλλική κατασκευή



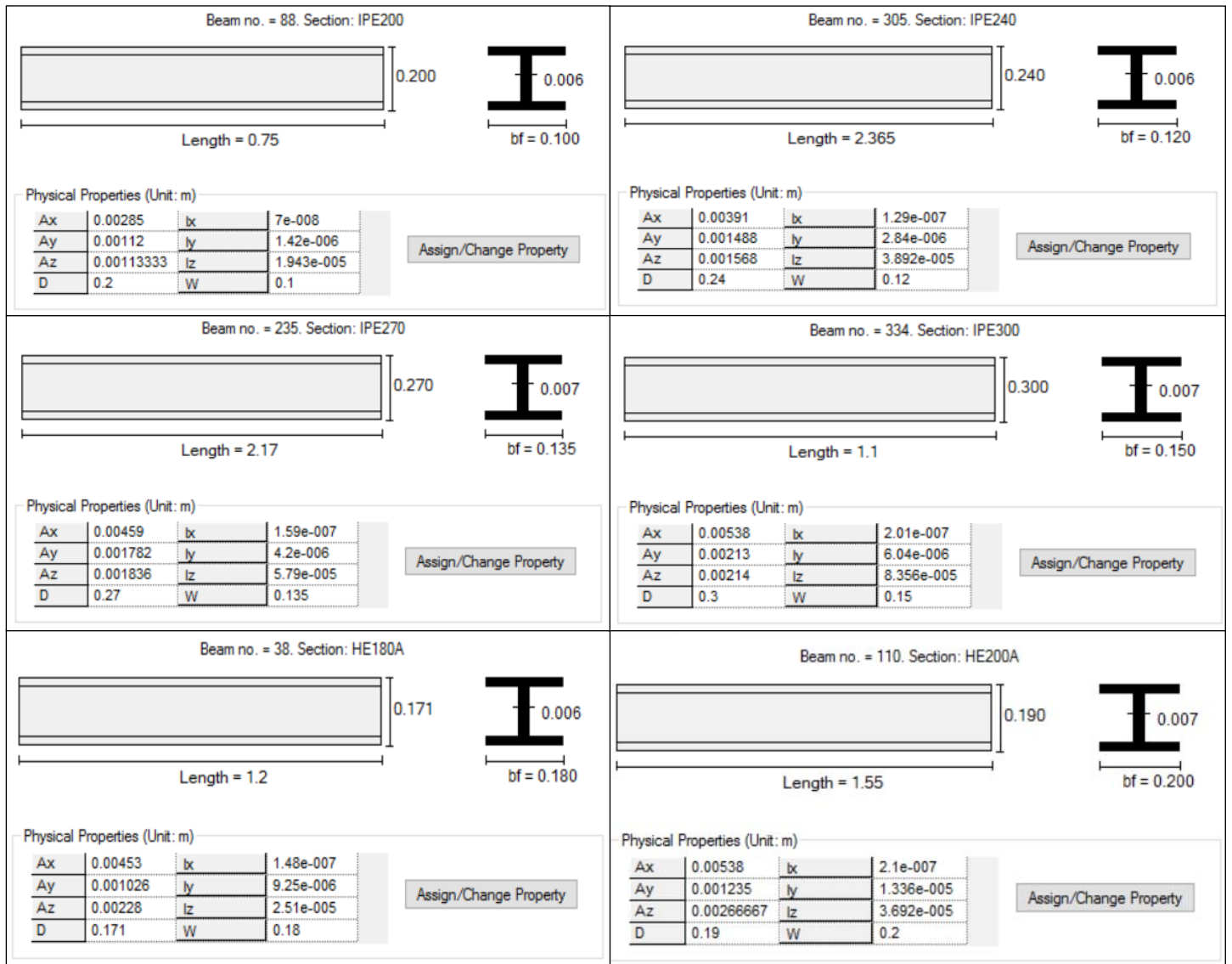
Εικόνα 6. 2: Κύριος φορέας μεταλλικής κατασκευής

Για υποστυλώματα χρησιμοποιήθηκαν διατομές HEA 180 εκτός τεσσάρων (4) υποστυλωμάτων που χρησιμοποιήθηκαν διατομές HEB 240. Στην εικόνα 6.3 δίνονται τα χαρακτηριστικά των διατομών.

Beam no. = 38. Section: HE180A				Beam no. = 9. Section: HE240B			
				Length = 1.2		Length = 2.4	
Physical Properties (Unit: m)				Physical Properties (Unit: m)			
Ax	0.00453	Ix	1.48e-007	Ax	0.0106	Ix	1.03e-006
Ay	0.001026	Iy	9.25e-006	Ay	0.0024	Iy	3.923e-005
Az	0.00228	Iz	2.51e-005	Az	0.00544	Iz	0.0001126
D	0.171	W	0.18	D	0.24	W	0.24
Assign/Change Property				Assign/Change Property			

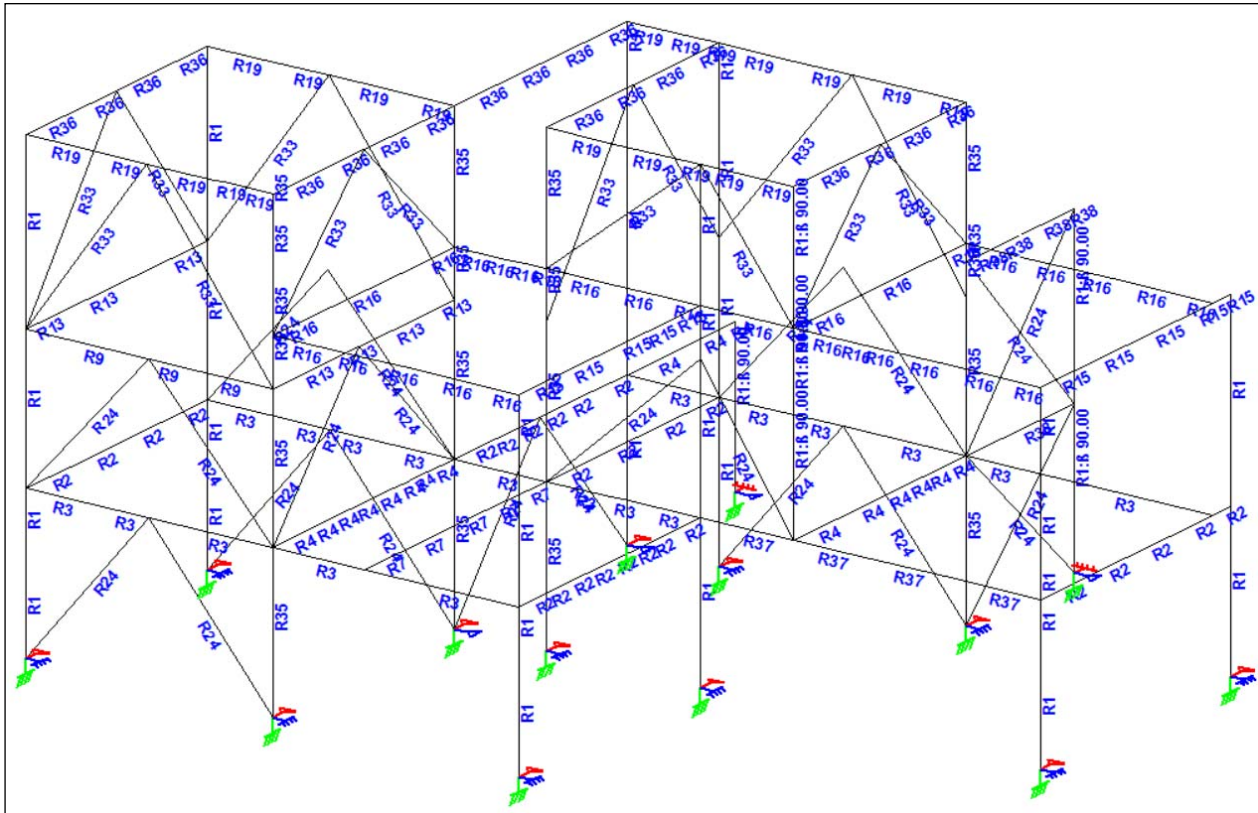
Εικόνα 6. 3: Στοιχεία διατομών υποστυλωμάτων HEA 180 και HEB 240

Οι Οι διατομές των κύριων δοκών των πλαισίων είναι IPE 200, IPE 240, IPE 270, IPE 300, HEA 180 και HEA 200. Στην εικόνα 6.4 δίνονται τα χαρακτηριστικά των διατομών.

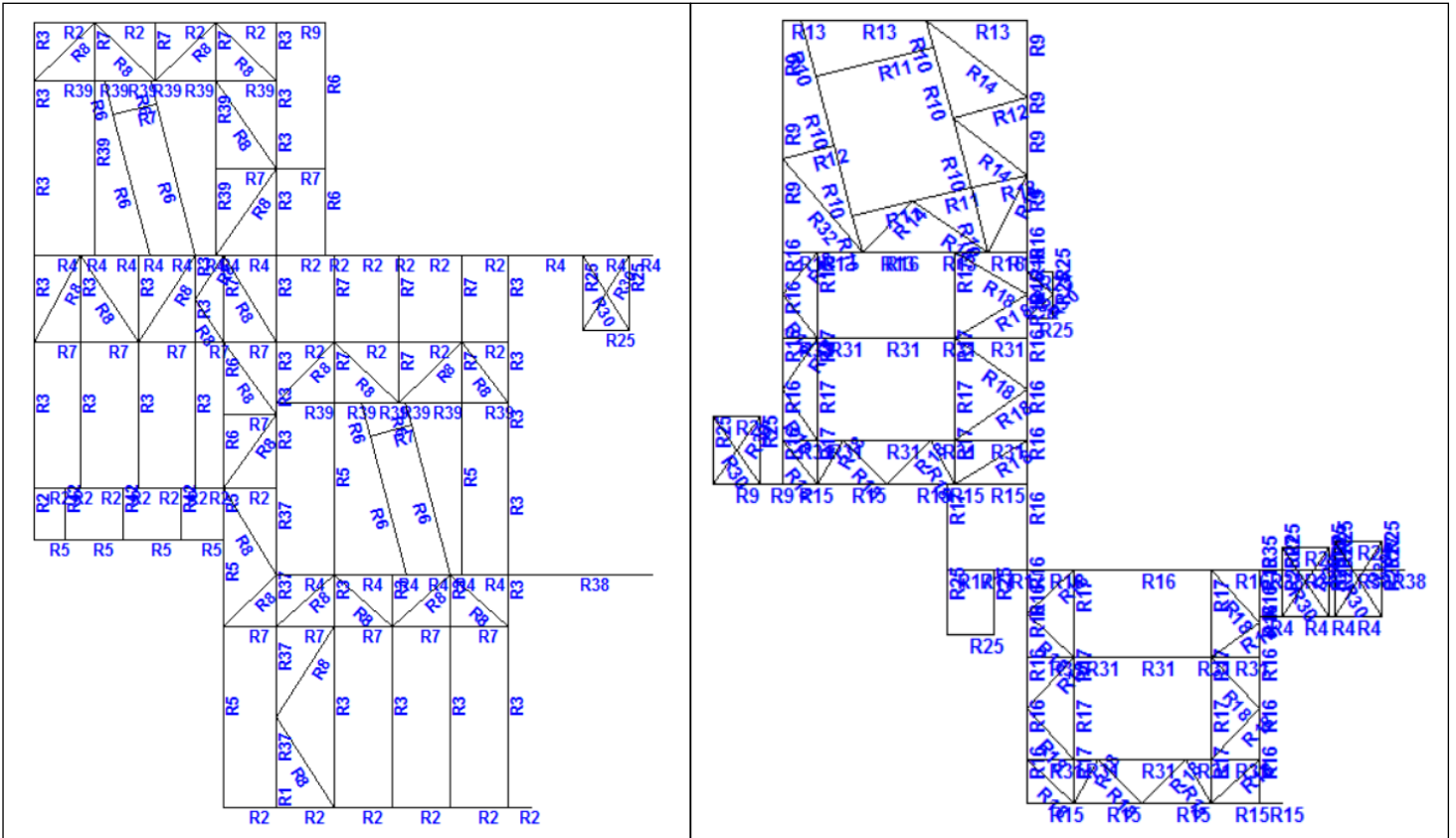


Εικόνα 6. 4: Στοιχεία διατομών κυρίων δοκών IPE 200, IPE 240, IPE 270, IPE 300, HEA 180 και HEA 200

Ο υπόλοιπος φορέας μορφώνεται από δευτερεύουσες δοκούς και δικτυωτούς συνδέσμους (διαγώνιους ή τύπου Λ). Στις εικόνες 6.5~6.6 φαίνονται οι διατομές των δευτερεύουσών δοκών και των δικτυωτών συνδέσμων.

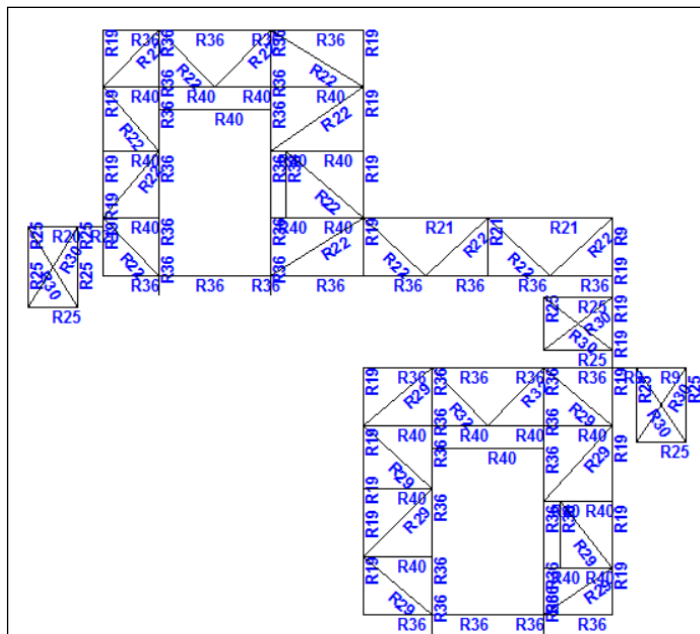


Εικόνα 6. 5: Διατομές των δικτυωτών συνδέσμων



α)

β)



γ)

Εικόνα 6. 6: Διατομές των δευτερευουσών δοκών, γενικές διατάξεις:

α) Α' ορόφου, β) Β' ορόφου και γ) Γ' ορόφου

Πίνακας 6. 7: Διατομές κατασκευής

Prop	Section	Area (cm ²)	I _{yy} (cm ⁴)	I _{zz} (cm ⁴)	J (cm ⁴)	Material
1	HE180A	45.300	925.000	2.51E 3	14.800	STEEL
2	IPE200	28.500	142.000	1.94E 3	7.000	STEEL
3	IPE200	28.500	142.000	1.94E 3	7.000	STEEL
4	IPE240	39.100	284.000	3.89E 3	12.900	STEEL
5	UPN200	32.200	148.000	1.91E 3	11.463	STEEL
6	UPN140	20.400	62.700	605.000	5.486	STEEL
7	IPE120	13.200	28.000	318.000	1.700	STEEL
8	48.3X3.2CH S	4.530	11.600	11.600	23.171	STEEL
9	IPE200	28.500	142.000	1.94E 3	7.000	STEEL
10	HE240A	76.800	2.77E 3	7.76E 3	41.600	STEEL
11	HE180A	45.300	925.000	2.51E 3	14.800	STEEL
12	IPE120	13.200	28.000	318.000	1.700	STEEL
13	IPE270	45.900	420.000	5.79E 3	15.900	STEEL
14	60.3X4CHS	7.070	28.200	28.200	56.346	STEEL
15	IPE300	53.800	604.000	8.36E 3	20.100	STEEL
16	IPE240	39.100	284.000	3.89E 3	12.900	STEEL
17	IPE180	23.900	101.000	1.32E 3	4.800	STEEL
18	60.3X4CHS	7.070	28.200	28.200	56.346	STEEL
19	IPE200	28.500	142.000	1.94E 3	7.000	STEEL
20	UPN200	32.200	148.000	1.91E 3	11.463	STEEL
21	UPN140	20.400	62.700	605.000	5.486	STEEL

22	48.3X3.2CH S	4.530	11.600	11.600	23.171	STEEL
23	60.3X3.2CH S	5.740	23.500	23.500	46.936	STEEL
24	139.7X6.3C HS	26.400	589.000	589.000	1.18E 3	STEEL
25	UPN200	32.200	148.000	1.91E 3	11.463	STEEL
26	IPE180	23.900	101.000	1.32E 3	4.800	STEEL
27	UPN240	42.300	248.000	3.6E 3	18.937	WEIGHTLES S
28	33.7X2.6CH S	2.540	3.090	3.090	6.185	WEIGHTLES S
29	60.3X4CHS	7.070	28.200	28.200	56.346	STEEL
30	42.4X2.6CH S	3.250	6.460	6.460	12.929	STEEL
31	HE240A	76.800	2.77E 3	7.76E 3	41.600	STEEL
32	76.1X3.2CH S	7.330	48.800	48.800	97.557	STEEL
33	114.3X5CH S	17.200	257.000	257.000	513.840	STEEL
34	Cir 1.00	7.85E 3	4.91E 6	4.91E 6	9.82E 6	WEIGHTLES S
35	HE240B	106.000	3.92E 3	11.3E 3	103.000	STEEL
36	IPE300	53.800	604.000	8.36E 3	20.100	STEEL
37	HE200A	53.800	1.34E 3	3.69E 3	21.000	STEEL
38	HE180A	45.300	925.000	2.51E 3	14.800	STEEL
39	IPE200	28.500	142.000	1.94E 3	7.000	STEEL
40	IPE160	20.100	68.000	869.000	3.600	STEEL
41	L80X80X8	12.300	116.664	30.812	2.662	STEEL
42	HE160A	38.800	616.000	1.67E 3	12.200	STEEL

6.2 Ιδιοπερίοδος Φορέα

Το άθροισμα των δρώσων ιδιομορφικών μαζών φθάνει το 90% της συνολικής ταλαντούμενης μάζας και για τις δύο οριζόντιες διευθύνσεις (x-x και z-z) σεισμού κατά την ιδιομορφή 5, ενώ για τη κατακόρυφη διεύθυνση (y-y) μετά την 50 ιδιομορφή.

Στον πίνακα 6.8 δίνονται οι ιδιοπερίοδοι και τα ποσοστά συμμετοχής κάθε ιδιομορφής.

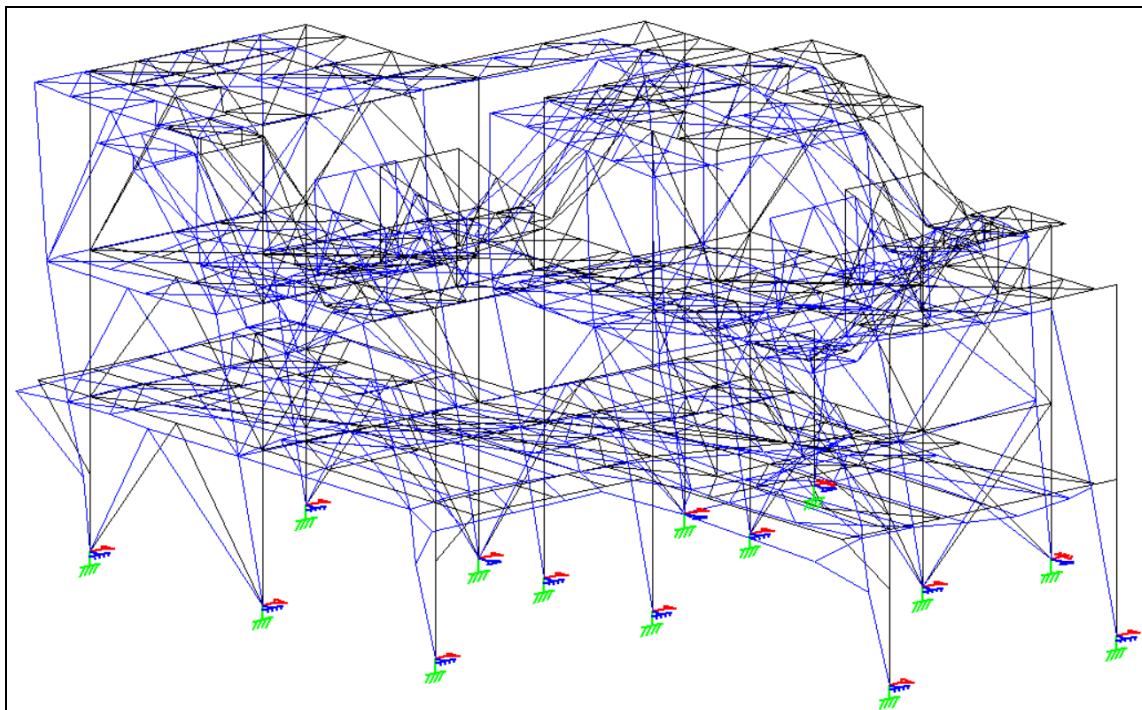
Πίνακας 6. 8: Ιδιοπερίοδοι και ποσοστά συμμετοχής μαζών ανά ιδιομορφή

Mode	Frequency (Hz)	Period (sec)	Participation X (%)	Participation Y (%)	Participation Z (%)	Type
1	2.621	0.382	1.071	0.001	0.001	Elastic
2	4.722	0.212	86.617	0.098	0.533	Elastic
3	5.022	0.199	5.114	0.087	1.464	Elastic
4	5.598	0.179	0.223	0.875	83.238	Elastic
5	5.754	0.174	0.023	20.308	5.619	Elastic
6	5.806	0.172	0.026	14.589	0.368	Elastic
7	6.870	0.146	0.011	0.000	2.249	Elastic
8	7.237	0.138	0.001	0.013	0.062	Elastic
9	7.507	0.133	0.025	0.198	0.073	Elastic
10	7.557	0.132	0.001	0.899	0.013	Elastic
11	7.690	0.130	0.135	0.068	0.041	Elastic
12	7.704	0.130	0.000	0.158	0.091	Elastic
13	7.936	0.126	0.004	0.066	0.039	Elastic
14	8.276	0.121	0.001	5.580	0.035	Elastic
15	8.302	0.120	0.000	0.801	0.070	Elastic
16	8.323	0.120	0.000	1.443	0.002	Elastic
17	8.488	0.118	0.020	7.989	0.032	Elastic
18	8.497	0.118	0.002	1.102	0.000	Elastic
19	8.500	0.118	0.000	0.006	0.007	Elastic
20	8.643	0.116	0.000	5.547	0.032	Elastic
21	8.661	0.115	0.003	3.041	0.014	Elastic
22	8.774	0.114	0.027	7.404	0.120	Elastic
23	8.874	0.113	0.001	0.243	0.003	Elastic
24	8.913	0.112	0.003	0.256	0.006	Elastic
25	9.179	0.109	0.008	1.701	0.008	Elastic
26	9.221	0.108	0.007	0.093	0.045	Elastic
27	9.288	0.108	0.009	0.011	0.047	Elastic
28	9.390	0.106	0.005	0.043	0.002	Elastic
29	9.428	0.106	0.011	1.035	0.005	Elastic
30	9.461	0.106	0.075	0.052	0.028	Elastic
31	9.712	0.103	0.048	0.135	0.005	Elastic
32	9.805	0.102	0.014	0.154	0.000	Elastic
33	10.012	0.100	0.067	0.002	0.003	Elastic
34	10.066	0.099	0.070	0.005	0.002	Elastic

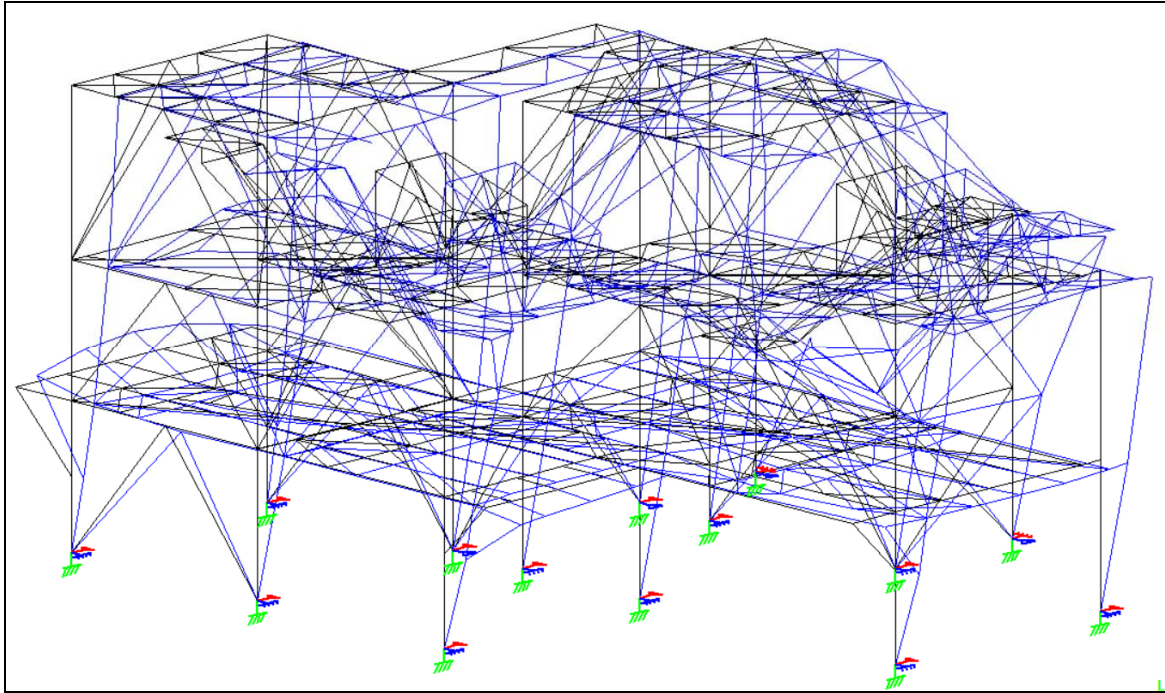
35	10.280	0.097	0.000	0.000	0.000	Elastic
36	10.280	0.097	0.000	0.000	0.000	Elastic
37	10.347	0.097	0.107	0.000	0.004	Elastic
38	10.500	0.095	0.002	0.010	0.068	Elastic
39	10.734	0.093	0.001	1.848	0.005	Elastic
40	10.808	0.093	0.035	0.000	0.097	Elastic
41	11.246	0.089	0.089	0.000	0.000	Elastic
42	11.593	0.086	0.016	0.002	0.066	Elastic
43	11.913	0.084	0.000	0.004	0.047	Elastic
44	12.063	0.083	0.002	0.079	0.006	Elastic
45	12.080	0.083	0.002	0.003	0.015	Elastic
46	12.351	0.081	0.103	0.015	0.004	Elastic
47	12.381	0.081	0.006	0.042	0.002	Elastic
48	12.575	0.080	0.002	0.183	0.000	Elastic
49	12.771	0.078	0.149	0.018	0.003	Elastic
50	12.851	0.078	0.016	0.311	0.004	Elastic

Σύμφωνα με τον πίνακα 6.8, οι μέγιστες δρώσες μάζες για σεισμό κατά x-x, z-z και y-y, εμφανίζονται κατά τις ιδιομορφές 2, 5 και 4 αντίστοιχα. Τα ποσοστά συμμετοχής των μαζών για τις ιδιομορφές αυτές είναι 86.617%, 83.238% και 20.308% αντίστοιχα.

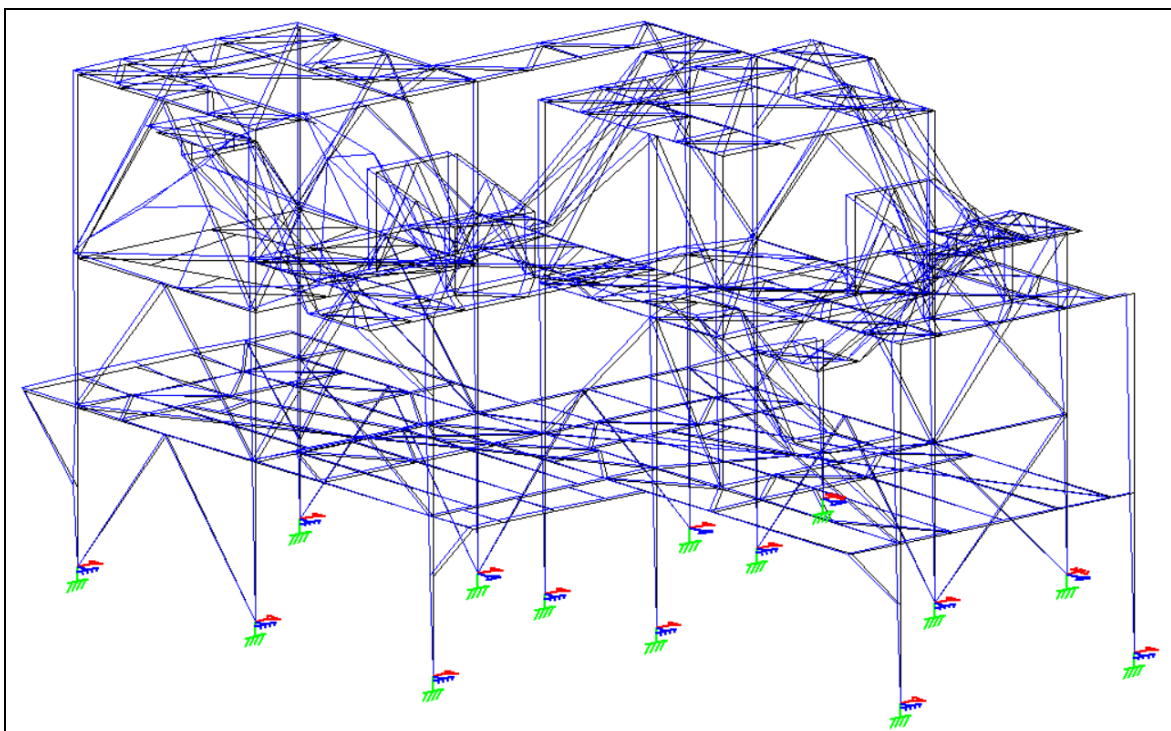
Στις εικόνες 6.9, 6.10 και 6.11 δίνονται οι παραμορφώσεις του φορέα για τις δεσπόζουσες ιδιομορφές ανά διεύθυνση σεισμού.



**Σχήμα 6. 9: Ιδιομορφή 2 – Δεσπόζουσα Ιδιομορφή για σεισμό κατά x-x
($T_2=0.212\text{sec}$)**



**Σχήμα 6. 10: Ιδιομορφή 4 – Δεσπόζουσα Ιδιομορφή για σεισμό κατά z-z
($T_4=0.179\text{sec}$)**



**Σχήμα 6. 11: Ιδιομορφή 5 – Δεσπόζουσα Ιδιομορφή για σεισμό κατά y-y
($T_5=0.174\text{sec}$)**

6.3 Παραμορφώσεις - Βέλη Κάμψης

6.3.1 Κανονιστικό Πλαίσιο

Εκτός των ελέγχων στην οριακή κατάσταση αστοχίας, εξίσου κρίσιμοι είναι οι έλεγχοι που πραγματοποιούνται στην οριακή κατάσταση λειτουργικότητας και οι οποίοι συνδέονται με τις παραμορφώσεις και τις ταλαντώσεις που πραγματοποιούνται στον φορέα υπό την επίδραση των αντίστοιχων δράσεων.

Οι παραμορφώσεις περιορίζονται σε βαθμό που να μην επηρεάζουν την εμφάνιση και την λειτουργία του κτιρίου, καθώς και να μην προκαλούν βλάβες σε μη φέροντα στοιχεία.

Οι υπερβολικές μετατοπίσεις δύναται να προκαλέσουν, πέραν του αισθήματος δυσφορίας στους χρήστες, σημαντικές αλλαγές στην στατική συμπεριφορά του φορέα. Ο έλεγχος των παραμορφώσεων πραγματοποιείται με ελαστική ανάλυση και για τα εντατικά μεγέθη που προκύπτουν από τους συνδυασμούς δράσεων στην οριακή κατάσταση λειτουργικότητας.

Οι παραμορφώσεις διακρίνονται σε οριζόντιες και κατακόρυφες

Για τα όρια των κατακόρυφων βελών ισχύουν οι τιμές που δίνονται στον πίνακα 6.2.

	δ_{\max}	δ_2
Μη βατές στέγες	L/200	L/250
Πατώματα και βατές στέγες	L/250	L/300

Πίνακας 6. 12: Οριακές τιμές βελών κάμψης

Το συνολικό βέλος δίνεται από την σχέση: $\delta_{\max} = \delta_1 + \delta_2 - \delta_0$

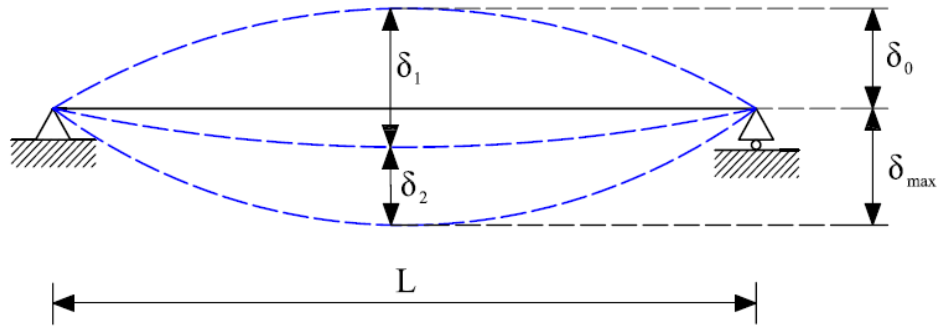
Όπου

δ_1 το βέλος κάμψης λόγω μόνιμων φορτίων

δ_2 το βέλος κάμψης λόγω μεταβλητών φορτίων και χρόνιων παραμορφώσεων από μόνιμα

δ_0 το αντιβέλος (αρχική παραμόρφωση στην αφόρτιστη κατάσταση)

Στο σχήμα 6.12 που ακολουθεί δίνονται σχηματικά τα βέλη κάμψης δ_0 , δ_1 , δ_2 και δ_{\max} .



Σχήμα 6. 13: Απεικόνιση βελών κάμψης

Στον πίνακα 6.3 δίνονται οι τιμές των επιτρεπτών οριζόντιων μετατοπίσεων.

	Οριζόντιες Μετατοπίσεις
Μονώροφα υπόστεγα	$h/150$
Μονώροφα κτίρια	$h/300$
Πολυώροφα κτίρια: Σχετικές μετατοπίσεις ορόφων Συνολική μετατόπιση κτιρίου	$h/300$ $h_0/500$

Πίνακας 6. 14: Οριακές τιμές οριζόντιων μετατοπίσεων

Όπου

h είναι το ύψος των ορόφων

h_0 είναι το συνολικό ύψος του κτιρίου

6.3.2 Αποτελέσματα Ανάλυσης

Οι οριακές τιμές των βελών κάμψης, των μελών του κύριου φορέα, εισήχθησαν στο πρόγραμμα Staad Pro v8i, κατά τον καθορισμό των παραμέτρων των μελών. Ο έλεγχος των μελών αυτών πραγματοποιείται αυτόματα από το πρόγραμμα.

Πέραν του ελέγχου των βελών κάμψης, των μελών του μεταλλικού στεγάστρου, θα πρέπει να πραγματοποιηθεί και έλεγχος των βελών κάμψης στο σύνολο της κατασκευής.

Στον πίνακα 6.15 αναγράφονται οι μέγιστες τιμές των μετακινήσεων, για τον αντίστοιχο συνδυασμό δράσεων στην οριακή κατάσταση λειτουργικότητας.

Πίνακας 6. 15: Μέγιστες μετατοπίσεις

	Node	L/C	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)	Resultant (mm)
Max X	110	342:SLS 42	8.317	0.714	-0.406	8.358
Min X	110	349:SLS 49	-9.420	-1.439	2.137	9.766
Max Y	334	311:SLS 11	-2.096	5.682	2.046	6.393
Min Y	77	317:SLS 17	0.362	-14.033	-1.668	14.136
Max Z	351	350:SLS 50	-0.672	-1.567	7.123	7.325
Min Z	334	348:SLS 48	2.507	1.858	-4.539	5.508
Max rX	31	311:SLS 11	-0.414	-1.159	-0.861	1.502
Min rX	192	350:SLS 50	-1.086	-1.770	1.515	2.571
Max rY	5	358:SLS 58	0.902	0.420	-1.012	1.419
Min rY	5	349:SLS 49	-4.122	-0.661	0.879	4.267
Max rZ	386	349:SLS 49	-7.176	-7.139	-1.285	10.203
Min rZ	32	312:SLS 12	-0.991	-1.101	-0.624	1.607
Max Rst	77	317:SLS 17	0.362	-14.033	-1.668	14.136

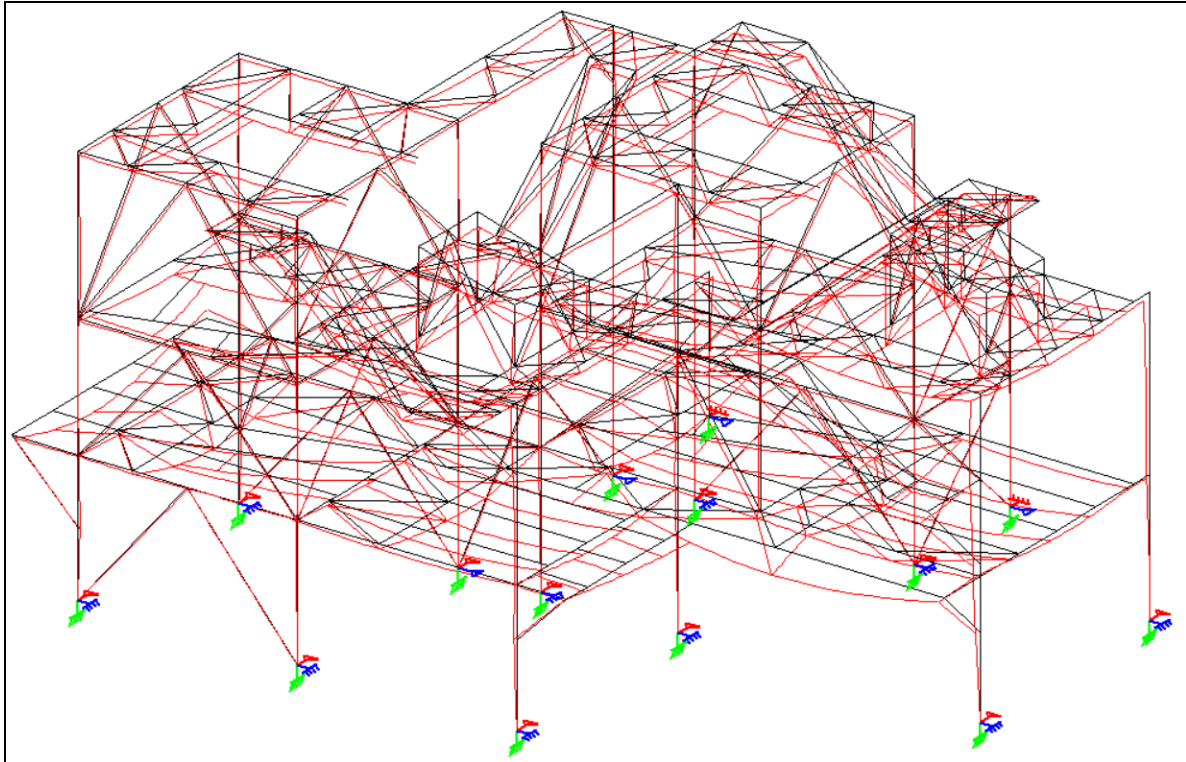
Η μέγιστη κατακόρυφη μετακίνηση αναπτύσσεται στον κόμβο 77 για το συνδυασμό λειτουργικότητας 317 SLS 17 και ισούται με:

$$\delta_{z,\max} = 14.033\text{mm}$$

$$\delta_{z,\max} = 14.033\text{cm} < \frac{L}{250} = \frac{5.50}{250} = 22\text{mm}$$

Και επομένως ικανοποιείται ο έλεγχος βέλους κάμψης.

Στο σχήμα 6.16 φαίνεται η παραμόρφωση του φορέα για των συνδυασμό δράσεων 317 SLS 17.



Σχήμα 6. 16: Παραμόρφωση του φορέα για τον συνδυασμό δράσεων 317 SLS 17

6.4 Ποσοστά Εκμετάλλευσης Διατομών

Για να επιτευχθεί σημαντική οικονομία του υλικού, θα πρέπει οι διατομές να δέχονται καταπόνηση ίση με το 85 έως 95% της αντοχής τους. Η τυποποίηση, όμως που απαιτείται κατά των σχεδιασμό των μεταλλικών κατασκευών, δεν καθιστά εύκολη την εκμετάλλευση όλων των διατομών σε τόσο μεγάλα ποσοστά.

Στο πίνακα 6.17 δίνονται τα ποσοστά εκμετάλλευσης των διατομών όπως αυτά προέκυψαν κατά την ανάλυση του φορέα.

Πίνακας 6. 17: Ποσοστά εκμετάλλευσης διατομών

Beam	Design Property	Actual Ratio	Allowable Ratio	Ratio (Act./Allow.)	Clause	L/C	Ax (cm ²)
1	HE180A	0.418	1.000	0.418	EC-6.3.3-662	143	45.300
2	HE180A	0.381	1.000	0.381	EC-6.3.3-662	142	45.300
3	HE180A	0.424	1.000	0.424	EC-6.3.3-662	125	45.300
4	HE180A	0.733	1.000	0.733	EC-6.3.3-662	119	45.300
5	HE240B	0.259	1.000	0.259	EC-6.3.3-662	149	106.000
6	HE180A	0.261	1.000	0.261	EC-6.3.3-662	148	45.300
7	HE240B	0.158	1.000	0.158	EC-6.3.3-662	125	106.000
8	HE240B	0.182	1.000	0.182	EC-6.3.3-662	116	106.000
9	HE240B	0.309	1.000	0.309	EC-6.3.3-662	125	106.000
10	HE180A	0.247	1.000	0.247	EC-6.3.3-662	131	45.300
11	HE180A	0.274	1.000	0.274	EC-6.2.9.1	144	45.300
12	HE180A	0.328	1.000	0.328	EC-6.3.3-662	118	45.300
13	HE180A	0.368	1.000	0.368	EC-6.3.3-662	125	45.300
15	IPE200	0.266	1.000	0.266	EC-6.3.3-662	116	28.500
16	IPE200	0.164	1.000	0.164	EC-6.3.3-662	113	28.500
17	IPE200	0.286	1.000	0.286	EC-6.3.3-662	118	28.500
18	IPE200	0.160	1.000	0.160	EC-6.3.3-662	113	28.500
19	IPE200	0.570	1.000	0.570	EC-6.3.3-662	117	28.500
20	HE200A	0.116	1.000	0.116	EC-6.3.3-661	149	53.800
21	IPE200	0.058	1.000	0.058	EC-6.3.3-662	144	28.500
22	IPE200	0.267	1.000	0.267	EC-6.3.3-662	117	28.500
24	IPE200	0.311	1.000	0.311	EC-6.3.2 LTB	111	28.500
25	IPE240	0.491	1.000	0.491	EC-6.2.9.1	111	39.100
26	IPE200	0.168	1.000	0.168	EC-6.3.3-662	148	28.500
28	IPE200	0.148	1.000	0.148	EC-6.3.3-662	119	28.500
29	IPE200	0.657	1.000	0.657	EC-6.2.9.1	111	28.500
30	IPE200	0.632	1.000	0.632	EC-6.3.2 LTB	111	28.500
31	IPE200	0.558	1.000	0.558	EC-6.2.9.1	142	28.500
32	HE180A	0.037	1.000	0.037	EC-6.2.3 (T)	124	45.300
33	IPE200	0.210	1.000	0.210	EC-6.3.3-662	113	28.500
34	IPE120	0.022	1.000	0.022	EC-6.3.3-662	125	13.200
35	IPE200	0.016	1.000	0.016	EC-6.3.2 LTB	104	28.500
36	IPE200	0.028	1.000	0.028	EC-6.3.2 LTB	104	28.500

37	HE180A	0.250	1.000	0.250	EC-6.3.3-662	118	45.300
38	HE180A	0.320	1.000	0.320	EC-6.3.3-662	111	45.300
39	60.3X3.2CHS	0.175	1.000	0.175	EC-6.3.3-661	112	5.740
40	60.3X3.2CHS	0.238	1.000	0.238	EC-6.3.3-661	116	5.740
41	UPN140	0.343	1.000	0.343	EC-6.3.2 LTB	112	20.400
42	IPE200	0.156	1.000	0.156	EC-6.3.2 LTB	118	28.500
43	IPE200	0.156	1.000	0.156	EC-6.3.2 LTB	118	28.500
44	IPE200	0.307	1.000	0.307	EC-6.3.2 LTB	116	28.500
45	UPN140	0.454	1.000	0.454	EC-6.3.2 LTB	112	20.400
46	UPN140	0.454	1.000	0.454	EC-6.3.2 LTB	112	20.400
47	UPN140	0.327	1.000	0.327	EC-6.3.2 LTB	112	20.400
48	IPE200	0.266	1.000	0.266	EC-6.3.3-662	116	28.500
49	IPE200	0.285	1.000	0.285	EC-6.3.3-662	118	28.500
50	IPE200	0.574	1.000	0.574	EC-6.3.3-662	113	28.500
51	IPE200	0.555	1.000	0.555	EC-6.3.3-661	113	28.500
52	IPE200	0.644	1.000	0.644	EC-6.3.3-662	110	28.500
53	IPE200	0.509	1.000	0.509	EC-6.3.3-662	113	28.500
54	IPE120	0.124	1.000	0.124	EC-6.3.3-662	118	13.200
55	IPE120	0.124	1.000	0.124	EC-6.3.2 LTB	104	13.200
56	IPE120	0.126	1.000	0.126	EC-6.3.3-662	110	13.200
57	IPE120	0.089	1.000	0.089	EC-6.3.3-662	111	13.200
58	IPE120	0.090	1.000	0.090	EC-6.3.3-662	113	13.200
59	IPE120	0.099	1.000	0.099	EC-6.3.3-662	113	13.200
60	UPN140	0.067	1.000	0.067	EC-6.2.9.1	124	20.400
61	IPE200	0.011	1.000	0.011	EC-6.2.3 (T)	111	28.500
62	IPE200	0.167	1.000	0.167	EC-6.3.3-661	148	28.500
63	UPN140	0.410	1.000	0.410	EC-6.3.3-662	104	20.400
64	UPN140	0.105	1.000	0.105	EC-6.3.3-662	112	20.400
65	IPE200	0.188	1.000	0.188	EC-6.3.3-662	127	28.500
66	UPN140	0.541	1.000	0.541	EC-6.3.3-662	104	20.400
67	IPE240	0.259	1.000	0.259	EC-6.2.9.1	116	39.100
68	IPE200	0.295	1.000	0.295	EC-6.3.2 LTB	104	28.500
69	IPE240	0.155	1.000	0.155	EC-6.2.6-(Y)	116	39.100
70	IPE200	0.219	1.000	0.219	EC-6.3.3-662	105	28.500
71	IPE200	0.219	1.000	0.219	EC-6.3.3-662	105	28.500
72	IPE120	0.001	1.000	0.001	EC-6.3.2 LTB	101	13.200
73	IPE120	0.001	1.000	0.001	EC-6.3.2 LTB	101	13.200
74	IPE200	0.626	1.000	0.626	EC-6.3.3-662	113	28.500
75	IPE240	0.259	1.000	0.259	EC-6.2.9.1	116	39.100
76	UPN140	0.143	1.000	0.143	EC-6.3.3-662	113	20.400
77	IPE200	0.605	1.000	0.605	EC-6.3.3-661	113	28.500
78	IPE240	0.224	1.000	0.224	EC-6.2.9.1	111	39.100
80	UPN140	0.392	1.000	0.392	EC-6.3.3-662	113	20.400
83	IPE240	0.127	1.000	0.127	EC-6.2.6-(Y)	111	39.100
84	IPE200	0.313	1.000	0.313	EC-6.2.9.1	116	28.500

85	IPE120	0.025	1.000	0.025	EC-6.3.3-662	125	13.200
86	IPE200	0.301	1.000	0.301	EC-6.3.2 LTB	104	28.500
87	IPE200	0.404	1.000	0.404	EC-6.3.2 LTB	104	28.500
88	IPE200	0.382	1.000	0.382	EC-6.2.9.1	116	28.500
89	IPE120	0.081	1.000	0.081	EC-6.3.3-662	143	13.200
90	IPE240	0.259	1.000	0.259	EC-6.2.9.1	116	39.100
91	IPE200	0.342	1.000	0.342	EC-6.3.3-662	110	28.500
92	IPE200	0.452	1.000	0.452	EC-6.3.3-662	110	28.500
93	IPE120	0.290	1.000	0.290	EC-6.3.3-662	111	13.200
94	IPE200	0.364	1.000	0.364	EC-6.2.9.1	111	28.500
95	IPE200	0.234	1.000	0.234	EC-6.3.3-662	111	28.500
96	IPE200	0.519	1.000	0.519	EC-6.3.3-662	116	28.500
97	IPE120	0.354	1.000	0.354	EC-6.3.3-662	111	13.200
98	IPE200	0.646	1.000	0.646	EC-6.3.2 LTB	116	28.500
99	IPE240	0.439	1.000	0.439	EC-6.3.2 LTB	116	39.100
100	IPE120	0.188	1.000	0.188	EC-6.3.3-662	113	13.200
101	UPN140	0.318	1.000	0.318	EC-6.3.3-662	113	20.400
102	IPE200	0.537	1.000	0.537	EC-6.3.3-662	117	28.500
103	UPN140	0.318	1.000	0.318	EC-6.3.3-662	113	20.400
104	IPE120	0.001	1.000	0.001	EC-6.3.3-662	130	13.200
105	IPE200	0.017	1.000	0.017	EC-6.2.3 (T)	104	28.500
106	UPN200	0.544	1.000	0.544	EC-6.3.3-662	117	32.200
107	HE200A	0.119	1.000	0.119	EC-6.3.3-662	137	53.800
108	IPE240	0.507	1.000	0.507	EC-6.3.3-662	110	39.100
109	IPE200	0.311	1.000	0.311	EC-6.3.3-662	113	28.500
110	HE200A	0.167	1.000	0.167	EC-6.3.3-661	111	53.800
111	IPE120	0.098	1.000	0.098	EC-6.3.3-662	130	13.200
112	UPN200	0.555	1.000	0.555	EC-6.3.2 LTB	104	32.200
113	IPE120	0.138	1.000	0.138	EC-6.3.3-662	131	13.200
114	HE180A	0.429	1.000	0.429	EC-6.3.3-662	117	45.300
115	60.3X3.2CHS	0.163	1.000	0.163	EC-6.3.3-661	104	5.740
116	IPE200	0.323	1.000	0.323	EC-6.3.2 LTB	116	28.500
117	IPE200	0.323	1.000	0.323	EC-6.3.2 LTB	116	28.500
118	IPE200	0.424	1.000	0.424	EC-6.2.9.1	145	28.500
119	IPE240	0.619	1.000	0.619	EC-6.3.3-662	110	39.100
120	IPE240	0.607	1.000	0.607	EC-6.3.3-661	110	39.100
121	IPE240	0.481	1.000	0.481	EC-6.3.3-661	110	39.100
122	IPE120	0.126	1.000	0.126	EC-6.3.3-662	130	13.200
123	IPE120	0.077	1.000	0.077	EC-6.3.3-662	130	13.200
124	IPE120	0.078	1.000	0.078	EC-6.3.3-662	130	13.200
125	IPE200	0.265	1.000	0.265	EC-6.3.3-662	116	28.500
126	IPE200	0.584	1.000	0.584	EC-6.3.3-662	116	28.500
127	IPE200	0.229	1.000	0.229	EC-6.3.3-662	110	28.500
128	IPE200	0.518	1.000	0.518	EC-6.3.3-662	110	28.500
129	IPE200	0.228	1.000	0.228	EC-6.3.3-662	116	28.500

130	IPE200	0.527	1.000	0.527	EC-6.3.3-662	117	28.500
131	IPE200	0.188	1.000	0.188	EC-6.3.3-662	142	28.500
132	IPE120	0.218	1.000	0.218	EC-6.3.3-662	119	13.200
133	IPE240	0.422	1.000	0.422	EC-6.3.3-662	110	39.100
134	IPE200	0.060	1.000	0.060	EC-6.3.3-662	131	28.500
135	IPE120	0.196	1.000	0.196	EC-6.3.3-662	117	13.200
136	IPE120	0.159	1.000	0.159	EC-6.3.3-662	116	13.200
137	IPE120	0.129	1.000	0.129	EC-6.3.3-662	117	13.200
138	IPE200	0.360	1.000	0.360	EC-6.3.2 LTB	111	28.500
139	IPE200	0.154	1.000	0.154	EC-6.3.2 LTB	117	28.500
140	IPE200	0.231	1.000	0.231	EC-6.3.2 LTB	116	28.500
141	IPE200	0.103	1.000	0.103	EC-6.3.3-662	125	28.500
142	IPE200	0.154	1.000	0.154	EC-6.3.2 LTB	117	28.500
143	IPE120	0.201	1.000	0.201	EC-6.3.2 LTB	104	13.200
144	IPE200	0.505	1.000	0.505	EC-6.3.3-661	117	28.500
145	IPE200	0.259	1.000	0.259	EC-6.3.3-662	111	28.500
146	IPE200	0.365	1.000	0.365	EC-6.3.3-662	116	28.500
147	IPE200	0.314	1.000	0.314	EC-6.3.3-662	117	28.500
148	IPE200	0.519	1.000	0.519	EC-6.3.3-662	116	28.500
149	IPE200	0.513	1.000	0.513	EC-6.3.3-661	116	28.500
150	IPE200	0.398	1.000	0.398	EC-6.3.3-662	119	28.500
151	IPE200	0.542	1.000	0.542	EC-6.3.3-661	116	28.500
152	IPE120	0.085	1.000	0.085	EC-6.3.2 LTB	104	13.200
153	IPE200	0.585	1.000	0.585	EC-6.3.3-662	119	28.500
154	UPN140	0.099	1.000	0.099	EC-6.3.3-662	124	20.400
155	IPE240	0.571	1.000	0.571	EC-6.2.9.1	104	39.100
156	IPE200	0.552	1.000	0.552	EC-6.3.3-661	116	28.500
157	UPN140	0.132	1.000	0.132	EC-6.3.3-662	110	20.400
158	UPN140	0.104	1.000	0.104	EC-6.3.3-662	113	20.400
159	UPN140	0.428	1.000	0.428	EC-6.3.3-662	113	20.400
160	IPE120	0.001	1.000	0.001	EC-6.3.2 LTB	101	13.200
161	UPN140	0.355	1.000	0.355	EC-6.3.3-662	110	20.400
162	UPN140	0.404	1.000	0.404	EC-6.3.3-662	110	20.400
163	IPE120	0.001	1.000	0.001	EC-6.3.3-662	123	13.200
164	48.3X3.2CHS	0.123	1.000	0.123	EC-6.2.3 (T)	127	4.530
165	48.3X3.2CHS	0.158	1.000	0.158	EC-6.3.3-661	124	4.530
166	48.3X3.2CHS	0.069	1.000	0.069	EC-6.3.3-661	127	4.530
167	48.3X3.2CHS	0.106	1.000	0.106	EC-6.2.3 (T)	127	4.530
168	48.3X3.2CHS	0.010	1.000	0.010	EC-6.2.9.1	101	4.530
169	48.3X3.2CHS	0.190	1.000	0.190	EC-6.3.3-661	142	4.530
170	48.3X3.2CHS	0.165	1.000	0.165	EC-6.3.3-661	149	4.530
171	48.3X3.2CHS	0.281	1.000	0.281	EC-6.3.3-661	143	4.530
172	48.3X3.2CHS	0.131	1.000	0.131	EC-6.3.3-661	133	4.530
173	48.3X3.2CHS	0.297	1.000	0.297	EC-6.3.3-661	148	4.530
174	48.3X3.2CHS	0.124	1.000	0.124	EC-6.2.3 (T)	125	4.530

175	48.3X3.2CHS	0.224	1.000	0.224	EC-6.3.3-661	143	4.530
176	48.3X3.2CHS	0.142	1.000	0.142	EC-6.2.3 (T)	143	4.530
177	IPE200	0.349	1.000	0.349	EC-6.2.9.1	104	28.500
178	48.3X3.2CHS	0.131	1.000	0.131	EC-6.2.3 (T)	125	4.530
179	48.3X3.2CHS	0.149	1.000	0.149	EC-6.3.3-661	125	4.530
180	48.3X3.2CHS	0.703	1.000	0.703	EC-6.3.3-661	124	4.530
181	48.3X3.2CHS	0.503	1.000	0.503	EC-6.2.3 (T)	131	4.530
182	48.3X3.2CHS	0.357	1.000	0.357	EC-6.3.3-661	149	4.530
183	48.3X3.2CHS	0.123	1.000	0.123	EC-6.3.3-661	149	4.530
184	48.3X3.2CHS	0.202	1.000	0.202	EC-6.3.3-661	130	4.530
185	48.3X3.2CHS	0.260	1.000	0.260	EC-6.2.3 (T)	130	4.530
186	HE200A	0.156	1.000	0.156	EC-6.2.9.1	117	53.800
187	48.3X3.2CHS	0.344	1.000	0.344	EC-6.3.3-661	148	4.530
188	48.3X3.2CHS	0.277	1.000	0.277	EC-6.3.3-661	143	4.530
189	48.3X3.2CHS	0.205	1.000	0.205	EC-6.3.3-661	149	4.530
190	48.3X3.2CHS	0.258	1.000	0.258	EC-6.2.3 (T)	133	4.530
191	48.3X3.2CHS	0.169	1.000	0.169	EC-6.3.3-661	124	4.530
192	48.3X3.2CHS	0.108	1.000	0.108	EC-6.2.3 (T)	130	4.530
193	HE180A	0.215	1.000	0.215	EC-6.3.3-662	149	45.300
194	IPE200	0.534	1.000	0.534	EC-6.3.3-662	117	28.500
195	HE180A	0.569	1.000	0.569	EC-6.3.3-662	116	45.300
196	HE180A	0.573	1.000	0.573	EC-6.3.3-662	117	45.300
197	HE240B	0.286	1.000	0.286	EC-6.3.3-662	142	106.000
198	HE180A	0.109	1.000	0.109	EC-6.3.3-662	142	45.300
199	HE180A	0.251	1.000	0.251	EC-6.3.3-662	149	45.300
200	HE180A	0.483	1.000	0.483	EC-6.3.3-662	119	45.300
201	HE240B	0.156	1.000	0.156	EC-6.3.3-662	132	106.000
202	HE240B	0.128	1.000	0.128	EC-6.3.3-662	110	106.000
203	HE180A	0.296	1.000	0.296	EC-6.3.3-662	138	45.300
204	HE240B	0.297	1.000	0.297	EC-6.3.3-662	143	106.000
205	HE180A	0.457	1.000	0.457	EC-6.3.3-662	148	45.300
206	HE180A	0.562	1.000	0.562	EC-6.3.3-662	143	45.300
207	HE180A	0.497	1.000	0.497	EC-6.3.3-662	148	45.300
208	HE180A	0.331	1.000	0.331	EC-6.3.3-662	138	45.300
209	HE180A	0.305	1.000	0.305	EC-6.3.3-662	144	45.300
210	HE240B	0.142	1.000	0.142	EC-6.3.3-662	143	106.000
211	HE240B	0.117	1.000	0.117	EC-6.3.3-662	148	106.000
212	IPE270	0.380	1.000	0.380	EC-6.2.9.1	143	45.900
213	IPE270	0.260	1.000	0.260	EC-6.3.3-662	148	45.900
214	IPE200	0.062	1.000	0.062	EC-6.3.3-662	138	28.500
215	IPE200	0.029	1.000	0.029	EC-6.3.3-662	138	28.500
216	IPE240	0.091	1.000	0.091	EC-6.3.3-662	143	39.100
217	IPE240	0.201	1.000	0.201	EC-6.3.3-662	143	39.100
218	IPE240	0.129	1.000	0.129	EC-6.2.9.1	143	39.100
219	IPE240	0.189	1.000	0.189	EC-6.3.3-662	111	39.100

220	IPE240	0.127	1.000	0.127	EC-6.3.3-662	143	39.100
221	IPE300	0.277	1.000	0.277	EC-6.2.9.1	143	53.800
222	IPE240	0.246	1.000	0.246	EC-6.3.3-662	143	39.100
223	IPE300	0.346	1.000	0.346	EC-6.2.7(5)	143	53.800
224	IPE240	0.100	1.000	0.100	EC-6.2.9.1	148	39.100
225	IPE300	0.250	1.000	0.250	EC-6.2.6-(Y)	110	53.800
226	IPE240	0.207	1.000	0.207	EC-6.3.3-662	142	39.100
227	HE240B	0.230	1.000	0.230	EC-6.3.3-662	149	106.000
228	HE180A	0.571	1.000	0.571	EC-6.2.7(5)	137	45.300
229	HE240B	0.138	1.000	0.138	EC-6.3.3-662	142	106.000
230	HE180A	0.258	1.000	0.258	EC-6.3.3-662	111	45.300
231	IPE270	0.630	1.000	0.630	EC-6.2.7(5)	143	45.900
232	IPE270	0.499	1.000	0.499	EC-6.3.3-662	142	45.900
233	IPE200	0.060	1.000	0.060	EC-6.2.3 (T)	117	28.500
234	IPE200	0.054	1.000	0.054	EC-6.3.3-662	126	28.500
235	IPE270	0.680	1.000	0.680	EC-6.3.2 LTB	125	45.900
236	IPE270	0.235	1.000	0.235	EC-6.2.6-(Y)	142	45.900
237	HE240A	0.442	1.000	0.442	EC-6.3.3-662	148	76.800
238	IPE270	0.628	1.000	0.628	EC-6.3.2 LTB	125	45.900
239	IPE270	0.238	1.000	0.238	EC-6.3.3-662	143	45.900
240	HE240A	0.270	1.000	0.270	EC-6.2.6-(Y)	101	76.800
241	HE240A	0.354	1.000	0.354	EC-6.3.2 LTB	101	76.800
242	HE240A	0.437	1.000	0.437	EC-6.3.3-662	148	76.800
243	HE180A	0.436	1.000	0.436	EC-6.3.3-662	143	45.300
244	HE240A	0.439	1.000	0.439	EC-6.2.9.1	101	76.800
245	HE240A	0.315	1.000	0.315	EC-6.2.9.1	101	76.800
246	HE180A	0.455	1.000	0.455	EC-6.2.7(5)	136	45.300
247	HE240A	0.439	1.000	0.439	EC-6.2.9.1	101	76.800
248	HE240A	0.368	1.000	0.368	EC-6.2.9.1	101	76.800
249	IPE270	0.615	1.000	0.615	EC-6.3.3-662	143	45.900
250	HE240A	0.415	1.000	0.415	EC-6.2.9.1	101	76.800
251	IPE270	0.532	1.000	0.532	EC-6.3.3-662	149	45.900
252	HE240A	0.270	1.000	0.270	EC-6.2.6-(Y)	101	76.800
253	HE240A	0.353	1.000	0.353	EC-6.2.9.1	101	76.800
254	HE240A	0.445	1.000	0.445	EC-6.3.3-661	131	76.800
255	HE180A	0.477	1.000	0.477	EC-6.2.7(5)	133	45.300
256	IPE270	0.550	1.000	0.550	EC-6.2.9.1	142	45.900
257	HE240A	0.473	1.000	0.473	EC-6.3.3-662	124	76.800
258	IPE270	0.579	1.000	0.579	EC-6.3.3-662	142	45.900
259	HE240A	0.355	1.000	0.355	EC-6.3.3-662	131	76.800
260	HE180A	0.442	1.000	0.442	EC-6.3.3-662	133	45.300
261	HE240A	0.467	1.000	0.467	EC-6.3.3-662	124	76.800
262	HE240A	0.415	1.000	0.415	EC-6.3.3-662	149	76.800
263	IPE200	0.104	1.000	0.104	EC-6.2.3 (T)	148	28.500
264	IPE120	0.015	1.000	0.015	EC-6.2.3 (T)	148	13.200

265	IPE200	0.031	1.000	0.031	EC-6.3.3-662	138	28.500
266	IPE120	0.034	1.000	0.034	EC-6.3.3-662	143	13.200
271	IPE200	0.078	1.000	0.078	EC-6.2.3 (T)	148	28.500
272	IPE120	0.031	1.000	0.031	EC-6.3.3-662	143	13.200
273	IPE200	0.057	1.000	0.057	EC-6.3.3-662	119	28.500
274	IPE120	0.089	1.000	0.089	EC-6.3.3-662	130	13.200
275	IPE200	0.061	1.000	0.061	EC-6.3.3-661	126	28.500
276	IPE120	0.034	1.000	0.034	EC-6.3.3-662	130	13.200
277	IPE200	0.084	1.000	0.084	EC-6.2.3 (T)	149	28.500
278	IPE120	0.072	1.000	0.072	EC-6.3.3-662	131	13.200
279	IPE240	0.371	1.000	0.371	EC-6.3.3-662	117	39.100
280	HE240A	0.066	1.000	0.066	EC-6.3.3-662	148	76.800
281	IPE240	0.304	1.000	0.304	EC-6.3.3-662	143	39.100
282	IPE240	0.375	1.000	0.375	EC-6.2.9.1	104	39.100
283	HE240A	0.142	1.000	0.142	EC-6.2.9.1	104	76.800
284	IPE240	0.056	1.000	0.056	EC-6.3.2 LTB	143	39.100
285	IPE300	0.504	1.000	0.504	EC-6.3.3-662	149	53.800
286	HE240A	0.099	1.000	0.099	EC-6.3.3-662	143	76.800
287	HE240A	0.232	1.000	0.232	EC-6.2.9.1	104	76.800
288	IPE180	0.061	1.000	0.061	EC-6.3.3-662	143	23.900
289	IPE180	0.099	1.000	0.099	EC-6.3.3-662	143	23.900
290	IPE180	0.095	1.000	0.095	EC-6.3.3-662	143	23.900
291	IPE240	0.072	1.000	0.072	EC-6.3.2 LTB	148	39.100
292	IPE300	0.335	1.000	0.335	EC-6.3.3-662	148	53.800
293	HE240A	0.099	1.000	0.099	EC-6.3.3-662	111	76.800
294	HE240A	0.227	1.000	0.227	EC-6.2.9.1	104	76.800
295	IPE180	0.051	1.000	0.051	EC-6.3.3-662	116	23.900
296	IPE180	0.102	1.000	0.102	EC-6.3.3-662	148	23.900
297	IPE180	0.096	1.000	0.096	EC-6.3.3-662	148	23.900
298	IPE240	0.387	1.000	0.387	EC-6.3.3-662	117	39.100
299	IPE240	0.342	1.000	0.342	EC-6.3.3-662	110	39.100
300	IPE240	0.353	1.000	0.353	EC-6.2.9.1	104	39.100
301	IPE240	0.336	1.000	0.336	EC-6.2.9.1	104	39.100
302	HE240A	0.112	1.000	0.112	EC-6.2.9.1	148	76.800
303	HE240A	0.178	1.000	0.178	EC-6.3.3-662	143	76.800
305	IPE240	0.128	1.000	0.128	EC-6.3.3-662	142	39.100
306	HE240A	0.141	1.000	0.141	EC-6.3.3-662	148	76.800
308	IPE300	0.518	1.000	0.518	EC-6.2.7(5)	142	53.800
309	IPE240	0.137	1.000	0.137	EC-6.3.3-662	142	39.100
310	HE240A	0.120	1.000	0.120	EC-6.2.9.1	143	76.800
311	HE240A	0.176	1.000	0.176	EC-6.3.3-662	148	76.800
312	IPE180	0.066	1.000	0.066	EC-6.3.3-662	143	23.900
313	IPE180	0.135	1.000	0.135	EC-6.3.3-662	143	23.900
314	IPE180	0.133	1.000	0.133	EC-6.3.3-662	143	23.900
315	IPE180	0.078	1.000	0.078	EC-6.3.3-662	148	23.900

316	IPE180	0.139	1.000	0.139	EC-6.3.3-662	148	23.900
317	IPE180	0.131	1.000	0.131	EC-6.3.3-662	148	23.900
319	HE240B	0.186	1.000	0.186	EC-6.3.3-662	136	106.000
321	HE180A	0.208	1.000	0.208	EC-6.2.9.1	117	45.300
322	HE180A	0.132	1.000	0.132	EC-6.3.3-662	149	45.300
323	HE240B	0.182	1.000	0.182	EC-6.2.9.1	143	106.000
324	HE240B	0.126	1.000	0.126	EC-6.3.3-662	142	106.000
326	HE240B	0.109	1.000	0.109	EC-6.2.9.1	148	106.000
328	HE240B	0.152	1.000	0.152	EC-6.3.3-662	148	106.000
331	IPE300	0.083	1.000	0.083	EC-6.3.3-662	110	53.800
332	IPE300	0.104	1.000	0.104	EC-6.2.9.1	172	53.800
333	IPE300	0.053	1.000	0.053	EC-6.3.3-662	117	53.800
334	IPE300	0.126	1.000	0.126	EC-6.3.3-662	110	53.800
335	IPE300	0.140	1.000	0.140	EC-6.3.3-662	110	53.800
336	IPE200	0.031	1.000	0.031	EC-6.3.3-662	112	28.500
337	IPE200	0.035	1.000	0.035	EC-6.3.3-662	118	28.500
339	IPE200	0.073	1.000	0.073	EC-6.3.2 LTB	104	28.500
340	IPE200	0.149	1.000	0.149	EC-6.2.9.1	118	28.500
341	IPE200	0.046	1.000	0.046	EC-6.3.3-662	112	28.500
342	IPE200	0.117	1.000	0.117	EC-6.3.2 LTB	117	28.500
343	UPN200	0.286	1.000	0.286	EC-6.3.3-662	110	32.200
344	IPE200	0.018	1.000	0.018	EC-6.2.3 (T)	117	28.500
345	IPE300	0.103	1.000	0.103	EC-6.3.3-662	116	53.800
346	IPE300	0.115	1.000	0.115	EC-6.3.2 LTB	172	53.800
347	IPE300	0.076	1.000	0.076	EC-6.3.3-662	111	53.800
348	IPE300	0.103	1.000	0.103	EC-6.3.3-662	149	53.800
349	IPE300	0.163	1.000	0.163	EC-6.2.9.1	172	53.800
350	IPE300	0.183	1.000	0.183	EC-6.2.9.1	104	53.800
351	IPE300	0.000	1.000	0.000	EC-6.2.6-(Y)	101	53.800
352	IPE300	0.000	1.000	0.000	EC-6.2.6-(Y)	101	53.800
353	IPE200	0.045	1.000	0.045	EC-6.3.3-662	118	28.500
354	IPE200	0.082	1.000	0.082	EC-6.3.3-662	110	28.500
355	IPE300	0.216	1.000	0.216	EC-6.2.9.1	172	53.800
356	IPE300	0.233	1.000	0.233	EC-6.2.9.1	172	53.800
357	IPE160	0.007	1.000	0.007	EC-6.3.3-662	144	20.100
358	IPE160	0.084	1.000	0.084	EC-6.3.3-662	118	20.100
359	IPE160	0.098	1.000	0.098	EC-6.3.3-662	110	20.100
360	IPE300	0.302	1.000	0.302	EC-6.2.9.1	172	53.800
361	IPE300	0.325	1.000	0.325	EC-6.2.9.1	172	53.800
362	IPE160	0.032	1.000	0.032	EC-6.3.2 LTB	104	20.100
363	IPE300	0.345	1.000	0.345	EC-6.2.9.1	172	53.800
364	IPE300	0.364	1.000	0.364	EC-6.2.9.1	172	53.800
365	IPE200	0.030	1.000	0.030	EC-6.2.3 (T)	148	28.500
366	IPE160	0.001	1.000	0.001	EC-6.3.3-662	136	20.100
367	IPE200	0.121	1.000	0.121	EC-6.3.2 LTB	116	28.500

368	IPE180	0.078	1.000	0.078	EC-6.3.3-662	142	23.900
369	IPE300	0.210	1.000	0.210	EC-6.2.9.1	172	53.800
370	IPE300	0.228	1.000	0.228	EC-6.2.9.1	172	53.800
371	IPE200	0.033	1.000	0.033	EC-6.2.9.1	143	28.500
372	IPE160	0.004	1.000	0.004	EC-6.3.3-662	143	20.100
373	IPE180	0.075	1.000	0.075	EC-6.2.9.1	142	23.900
374	IPE180	0.094	1.000	0.094	EC-6.3.3-662	110	23.900
375	IPE180	0.095	1.000	0.095	EC-6.3.3-662	110	23.900
376	IPE200	0.004	1.000	0.004	EC-6.2.3 (T)	142	28.500
377	IPE300	0.121	1.000	0.121	EC-6.3.3-662	142	53.800
378	IPE300	0.170	1.000	0.170	EC-6.3.3-662	142	53.800
379	IPE300	0.169	1.000	0.169	EC-6.2.9.1	172	53.800
380	IPE300	0.073	1.000	0.073	EC-6.2.9.1	118	53.800
381	IPE300	0.122	1.000	0.122	EC-6.3.3-661	111	53.800
382	IPE300	0.218	1.000	0.218	EC-6.3.3-662	110	53.800
383	IPE200	0.141	1.000	0.141	EC-6.2.9.1	111	28.500
384	IPE200	0.088	1.000	0.088	EC-6.3.3-662	110	28.500
385	IPE300	0.221	1.000	0.221	EC-6.2.9.1	172	53.800
386	IPE300	0.226	1.000	0.226	EC-6.3.3-661	110	53.800
387	UPN140	0.081	1.000	0.081	EC-6.2.3 (T)	142	20.400
388	UPN140	0.091	1.000	0.091	EC-6.3.2 LTB	104	20.400
389	UPN140	0.157	1.000	0.157	EC-6.3.3-662	110	20.400
390	IPE300	0.310	1.000	0.310	EC-6.2.9.1	172	53.800
391	IPE300	0.335	1.000	0.335	EC-6.3.3-662	172	53.800
392	UPN140	0.038	1.000	0.038	EC-6.3.2 LTB	104	20.400
393	IPE300	0.351	1.000	0.351	EC-6.2.9.1	172	53.800
394	IPE200	0.141	1.000	0.141	EC-6.2.9.1	111	28.500
395	UPN140	0.063	1.000	0.063	EC-6.3.3-662	136	20.400
396	IPE300	0.354	1.000	0.354	EC-6.3.3-662	172	53.800
397	IPE200	0.058	1.000	0.058	EC-6.2.9.1	142	28.500
398	IPE180	0.269	1.000	0.269	EC-6.2.9.1	142	23.900
399	IPE300	0.192	1.000	0.192	EC-6.3.3-662	110	53.800
400	IPE200	0.074	1.000	0.074	EC-6.3.3-662	142	28.500
401	IPE180	0.261	1.000	0.261	EC-6.2.9.1	142	23.900
402	IPE180	0.269	1.000	0.269	EC-6.2.9.1	142	23.900
403	IPE180	0.261	1.000	0.261	EC-6.2.9.1	142	23.900
404	IPE200	0.016	1.000	0.016	EC-6.2.3 (T)	142	28.500
405	IPE300	0.217	1.000	0.217	EC-6.2.9.1	172	53.800
406	IPE200	0.129	1.000	0.129	EC-6.2.9.1	111	28.500
407	UPN140	0.084	1.000	0.084	EC-6.3.3-662	110	20.400
408	76.1X3.2CHS	0.076	1.000	0.076	EC-6.3.3-661	148	7.330
409	HE180A	0.462	1.000	0.462	EC-6.2.7(5)	136	45.300
410	60.3X4CHS	0.062	1.000	0.062	EC-6.2.3 (T)	148	7.070
411	60.3X4CHS	0.065	1.000	0.065	EC-6.3.3-661	148	7.070
412	60.3X4CHS	0.068	1.000	0.068	EC-6.3.3-661	148	7.070

413	60.3X4CHS	0.071	1.000	0.071	EC-6.3.3-661	148	7.070
414	60.3X4CHS	0.146	1.000	0.146	EC-6.3.3-661	148	7.070
415	60.3X4CHS	0.195	1.000	0.195	EC-6.2.3 (T)	149	7.070
416	60.3X4CHS	0.117	1.000	0.117	EC-6.3.3-661	125	7.070
417	76.1X3.2CHS	0.380	1.000	0.380	EC-6.3.3-661	142	7.330
418	HE180A	0.459	1.000	0.459	EC-6.2.7(5)	149	45.300
419	60.3X4CHS	0.103	1.000	0.103	EC-6.2.3 (T)	131	7.070
420	60.3X4CHS	0.185	1.000	0.185	EC-6.3.3-661	131	7.070
421	60.3X4CHS	0.120	1.000	0.120	EC-6.3.3-661	125	7.070
422	IPE240	0.336	1.000	0.336	EC-6.2.9.1	104	39.100
423	IPE240	0.082	1.000	0.082	EC-6.2.9.1	130	39.100
424	60.3X4CHS	0.168	1.000	0.168	EC-6.2.3 (T)	143	7.070
425	60.3X4CHS	0.187	1.000	0.187	EC-6.3.3-661	143	7.070
426	60.3X4CHS	0.310	1.000	0.310	EC-6.3.3-661	143	7.070
427	60.3X4CHS	0.196	1.000	0.196	EC-6.2.3 (T)	143	7.070
428	IPE240	0.317	1.000	0.317	EC-6.3.3-662	143	39.100
429	IPE240	0.391	1.000	0.391	EC-6.3.3-661	116	39.100
430	60.3X4CHS	0.210	1.000	0.210	EC-6.3.3-661	148	7.070
431	60.3X4CHS	0.191	1.000	0.191	EC-6.2.3 (T)	148	7.070
432	60.3X4CHS	0.224	1.000	0.224	EC-6.2.3 (T)	148	7.070
433	60.3X4CHS	0.283	1.000	0.283	EC-6.3.3-661	148	7.070
434	HE240A	0.287	1.000	0.287	EC-6.2.9.1	106	76.800
435	IPE300	0.740	1.000	0.740	EC-6.2.7(5)	142	53.800
436	60.3X4CHS	0.103	1.000	0.103	EC-6.2.3 (T)	142	7.070
437	60.3X4CHS	0.107	1.000	0.107	EC-6.3.3-662	148	7.070
438	60.3X4CHS	0.140	1.000	0.140	EC-6.3.3-661	143	7.070
439	HE240A	0.287	1.000	0.287	EC-6.2.9.1	104	76.800
440	60.3X4CHS	0.206	1.000	0.206	EC-6.3.3-661	148	7.070
441	60.3X4CHS	0.086	1.000	0.086	EC-6.3.3-662	143	7.070
442	60.3X4CHS	0.101	1.000	0.101	EC-6.3.3-661	142	7.070
443	IPE240	0.235	1.000	0.235	EC-6.3.3-661	117	39.100
444	IPE240	0.375	1.000	0.375	EC-6.3.3-661	116	39.100
445	60.3X4CHS	0.289	1.000	0.289	EC-6.3.3-661	148	7.070
446	60.3X4CHS	0.261	1.000	0.261	EC-6.2.3 (T)	148	7.070
447	60.3X4CHS	0.339	1.000	0.339	EC-6.3.3-661	148	7.070
448	60.3X4CHS	0.363	1.000	0.363	EC-6.3.3-661	143	7.070
449	60.3X4CHS	0.041	1.000	0.041	EC-6.2.3 (T)	143	7.070
450	IPE300	0.671	1.000	0.671	EC-6.2.7(5)	143	53.800
451	HE240A	0.243	1.000	0.243	EC-6.2.9.1	104	76.800
452	HE240A	0.250	1.000	0.250	EC-6.3.3-661	136	76.800
453	IPE300	0.770	1.000	0.770	EC-6.2.7(5)	142	53.800
454	60.3X4CHS	0.169	1.000	0.169	EC-6.3.3-661	148	7.070
455	60.3X4CHS	0.387	1.000	0.387	EC-6.3.3-661	143	7.070
456	HE240A	0.247	1.000	0.247	EC-6.2.9.1	104	76.800
457	60.3X4CHS	0.332	1.000	0.332	EC-6.3.3-661	148	7.070

458	60.3X4CHS	0.182	1.000	0.182	EC-6.3.3-661	143	7.070
459	60.3X4CHS	0.049	1.000	0.049	EC-6.3.3-662	143	7.070
460	IPE240	0.360	1.000	0.360	EC-6.3.3-662	143	39.100
461	60.3X4CHS	0.384	1.000	0.384	EC-6.3.3-661	143	7.070
462	60.3X4CHS	0.324	1.000	0.324	EC-6.2.3 (T)	143	7.070
463	IPE240	0.289	1.000	0.289	EC-6.2.9.1	110	39.100
464	60.3X4CHS	0.227	1.000	0.227	EC-6.2.3 (T)	148	7.070
465	60.3X4CHS	0.391	1.000	0.391	EC-6.2.3 (T)	149	7.070
466	IPE160	0.082	1.000	0.082	EC-6.3.3-662	110	20.100
467	48.3X3.2CHS	0.064	1.000	0.064	EC-6.3.3-661	148	4.530
468	48.3X3.2CHS	0.056	1.000	0.056	EC-6.2.3 (T)	149	4.530
469	48.3X3.2CHS	0.081	1.000	0.081	EC-6.3.3-661	149	4.530
470	48.3X3.2CHS	0.161	1.000	0.161	EC-6.3.3-661	142	4.530
471	48.3X3.2CHS	0.067	1.000	0.067	EC-6.2.3 (T)	149	4.530
472	48.3X3.2CHS	0.104	1.000	0.104	EC-6.3.3-661	144	4.530
473	48.3X3.2CHS	0.124	1.000	0.124	EC-6.2.3 (T)	142	4.530
474	48.3X3.2CHS	0.165	1.000	0.165	EC-6.3.3-661	142	4.530
475	48.3X3.2CHS	0.187	1.000	0.187	EC-6.2.3 (T)	149	4.530
476	48.3X3.2CHS	0.057	1.000	0.057	EC-6.2.3 (T)	138	4.530
477	IPE300	0.058	1.000	0.058	EC-6.3.3-661	117	53.800
478	UPN200	0.274	1.000	0.274	EC-6.3.3-662	110	32.200
479	UPN140	0.001	1.000	0.001	EC-6.3.3-662	103	20.400
480	IPE300	0.058	1.000	0.058	EC-6.3.3-661	117	53.800
481	IPE300	0.042	1.000	0.042	EC-6.2.9.1	104	53.800
482	48.3X3.2CHS	0.083	1.000	0.083	EC-6.3.3-661	142	4.530
483	48.3X3.2CHS	0.114	1.000	0.114	EC-6.3.3-661	149	4.530
484	48.3X3.2CHS	0.081	1.000	0.081	EC-6.3.3-661	142	4.530
485	48.3X3.2CHS	0.114	1.000	0.114	EC-6.3.3-661	149	4.530
486	UPN140	0.214	1.000	0.214	EC-6.3.3-662	110	20.400
487	60.3X4CHS	0.248	1.000	0.248	EC-6.3.3-661	142	7.070
488	76.1X3.2CHS	0.393	1.000	0.393	EC-6.3.3-661	142	7.330
489	76.1X3.2CHS	0.355	1.000	0.355	EC-6.2.3 (T)	142	7.330
490	60.3X4CHS	0.044	1.000	0.044	EC-6.3.3-662	149	7.070
491	60.3X4CHS	0.221	1.000	0.221	EC-6.3.3-661	110	7.070
492	60.3X4CHS	0.222	1.000	0.222	EC-6.2.3 (T)	142	7.070
493	60.3X4CHS	0.236	1.000	0.236	EC-6.3.3-661	142	7.070
494	60.3X4CHS	0.250	1.000	0.250	EC-6.2.3 (T)	142	7.070
495	60.3X4CHS	0.241	1.000	0.241	EC-6.3.3-661	142	7.070
496	60.3X4CHS	0.210	1.000	0.210	EC-6.2.3 (T)	142	7.070
497	60.3X3.2CHS	0.147	1.000	0.147	EC-6.3.3-661	112	5.740
498	IPE240	0.340	1.000	0.340	EC-6.2.9.1	104	39.100
499	IPE300	0.301	1.000	0.301	EC-6.2.7(5)	148	53.800
500	IPE180	0.049	1.000	0.049	EC-6.3.3-662	117	23.900
503	IPE200	0.159	1.000	0.159	EC-6.2.9.1	148	28.500
504	HE180A	0.344	1.000	0.344	EC-6.3.3-662	149	45.300

505	IPE200	0.082	1.000	0.082	EC-6.2.9.1	116	28.500
506	60.3X3.2CHS	0.331	1.000	0.331	EC-6.3.3-661	112	5.740
507	UPN160	0.014	1.000	0.014	EC-6.3.1.1	148	24.000
508	UPN160	0.014	1.000	0.014	EC-6.3.3-662	143	24.000
509	HE240A	0.099	1.000	0.099	EC-6.3.3-662	111	76.800
510	HE240A	0.116	1.000	0.116	EC-6.3.3-662	143	76.800
511	UPN160	0.018	1.000	0.018	EC-6.3.1.1	148	24.000
512	UPN160	0.018	1.000	0.018	EC-6.3.1.1	137	24.000
513	UPN160	0.123	1.000	0.123	EC-6.3.3-662	148	24.000
514	UPN160	0.121	1.000	0.121	EC-6.3.3-662	143	24.000
515	UPN160	0.003	1.000	0.003	EC-6.2.9.1	136	24.000
516	UPN160	0.005	1.000	0.005	EC-6.2.9.1	110	24.000
517	UPN160	0.015	1.000	0.015	EC-6.3.1.1	136	24.000
518	UPN160	0.015	1.000	0.015	EC-6.3.1.1	137	24.000
519	HE240A	0.093	1.000	0.093	EC-6.3.3-662	136	76.800
520	UPN160	0.019	1.000	0.019	EC-6.3.1.1	136	24.000
521	HE240A	0.141	1.000	0.141	EC-6.3.3-662	148	76.800
522	UPN160	0.019	1.000	0.019	EC-6.3.1.1	137	24.000
523	UPN160	0.126	1.000	0.126	EC-6.3.3-662	148	24.000
524	UPN160	0.125	1.000	0.125	EC-6.3.3-662	143	24.000
525	UPN160	0.003	1.000	0.003	EC-6.2.9.1	136	24.000
526	UPN160	0.004	1.000	0.004	EC-6.2.9.1	142	24.000
527	IPE200	0.131	1.000	0.131	EC-6.2.9.1	142	28.500
528	HE180A	0.618	1.000	0.618	EC-6.3.3-662	117	45.300
529	60.3X3.2CHS	0.178	1.000	0.178	EC-6.3.3-661	111	5.740
530	IPE200	0.121	1.000	0.121	EC-6.2.9.1	142	28.500
531	HE240B	0.029	1.000	0.029	EC-6.2.6-(Y)	143	106.000
532	HE180A	0.066	1.000	0.066	EC-6.2.9.1	111	45.300
533	HE240B	0.110	1.000	0.110	EC-6.3.3-662	148	106.000
534	60.3X3.2CHS	0.264	1.000	0.264	EC-6.3.3-661	116	5.740
535	IPE200	0.248	1.000	0.248	EC-6.3.3-662	113	28.500
536	139.7X6.3CHS	0.112	1.000	0.112	EC-6.3.3-661	143	26.400
537	139.7X6.3CHS	0.142	1.000	0.142	EC-6.3.3-661	148	26.400
538	IPE200	0.221	1.000	0.221	EC-6.3.3-662	113	28.500
539	139.7X6.3CHS	0.132	1.000	0.132	EC-6.3.3-661	145	26.400
540	139.7X6.3CHS	0.144	1.000	0.144	EC-6.3.3-661	148	26.400
541	IPE200	0.197	1.000	0.197	EC-6.3.2 LTB	111	28.500
542	139.7X6.3CHS	0.137	1.000	0.137	EC-6.2.3 (T)	143	26.400
543	139.7X6.3CHS	0.237	1.000	0.237	EC-6.3.3-661	143	26.400
544	IPE200	0.109	1.000	0.109	EC-6.3.3-661	125	28.500
545	139.7X6.3CHS	0.228	1.000	0.228	EC-6.3.3-661	149	26.400
546	139.7X6.3CHS	0.152	1.000	0.152	EC-6.2.3 (T)	149	26.400
547	IPE200	0.094	1.000	0.094	EC-6.2.3 (T)	148	28.500
548	139.7X6.3CHS	0.088	1.000	0.088	EC-6.2.3 (T)	148	26.400
549	139.7X6.3CHS	0.116	1.000	0.116	EC-6.3.3-661	148	26.400

550	IPE200	0.078	1.000	0.078	EC-6.2.3 (T)	148	28.500
551	139.7X6.3CHS	0.079	1.000	0.079	EC-6.2.3 (T)	148	26.400
552	139.7X6.3CHS	0.108	1.000	0.108	EC-6.3.3-661	148	26.400
553	IPE270	0.290	1.000	0.290	EC-6.3.3-662	143	45.900
554	139.7X6.3CHS	0.324	1.000	0.324	EC-6.3.3-661	143	26.400
555	139.7X6.3CHS	0.271	1.000	0.271	EC-6.3.3-661	148	26.400
557	139.7X6.3CHS	0.088	1.000	0.088	EC-6.2.3 (T)	148	26.400
558	139.7X6.3CHS	0.329	1.000	0.329	EC-6.2.3 (T)	117	26.400
559	IPE200	0.139	1.000	0.139	EC-6.2.3 (T)	143	28.500
560	139.7X6.3CHS	0.164	1.000	0.164	EC-6.2.3 (T)	143	26.400
561	139.7X6.3CHS	0.205	1.000	0.205	EC-6.3.3-661	143	26.400
562	139.7X6.3CHS	0.381	1.000	0.381	EC-6.3.3-661	142	26.400
563	139.7X6.3CHS	0.240	1.000	0.240	EC-6.3.3-661	143	26.400
564	139.7X6.3CHS	0.212	1.000	0.212	EC-6.3.3-661	149	26.400
565	139.7X6.3CHS	0.218	1.000	0.218	EC-6.3.3-661	142	26.400
566	114.3X5CHS	0.042	1.000	0.042	EC-6.2.3 (T)	148	17.200
567	114.3X5CHS	0.107	1.000	0.107	EC-6.3.3-661	148	17.200
568	114.3X5CHS	0.024	1.000	0.024	EC-6.2.3 (T)	180	17.200
569	114.3X5CHS	0.130	1.000	0.130	EC-6.3.3-661	118	17.200
570	IPE300	0.096	1.000	0.096	EC-6.3.3-662	149	53.800
571	114.3X5CHS	0.212	1.000	0.212	EC-6.3.3-661	149	17.200
572	114.3X5CHS	0.153	1.000	0.153	EC-6.3.3-661	142	17.200
573	IPE300	0.083	1.000	0.083	EC-6.2.6-(Y)	104	53.800
574	114.3X5CHS	0.149	1.000	0.149	EC-6.3.3-661	110	17.200
575	114.3X5CHS	0.149	1.000	0.149	EC-6.3.3-661	117	17.200
576	IPE300	0.129	1.000	0.129	EC-6.3.3-662	110	53.800
577	114.3X5CHS	0.192	1.000	0.192	EC-6.3.3-661	110	17.200
578	114.3X5CHS	0.115	1.000	0.115	EC-6.3.3-661	117	17.200
579	114.3X5CHS	0.131	1.000	0.131	EC-6.2.3 (T)	149	17.200
580	114.3X5CHS	0.251	1.000	0.251	EC-6.2.3 (T)	110	17.200
581	114.3X5CHS	0.104	1.000	0.104	EC-6.2.3 (T)	126	17.200
582	114.3X5CHS	0.189	1.000	0.189	EC-6.3.3-661	126	17.200
583	IPE300	0.111	1.000	0.111	EC-6.3.3-662	143	53.800
584	114.3X5CHS	0.151	1.000	0.151	EC-6.3.3-661	149	17.200
585	114.3X5CHS	0.244	1.000	0.244	EC-6.3.3-661	142	17.200
589	IPE200	0.131	1.000	0.131	EC-6.2.9.1	142	28.500
590	HE180A	0.072	1.000	0.072	EC-6.2.9.1	111	45.300
591	UPN200	0.198	1.000	0.198	EC-6.3.3-662	110	32.200
592	UPN200	0.384	1.000	0.384	EC-6.3.3-662	110	32.200
593	UPN200	0.070	1.000	0.070	EC-6.3.3-662	116	32.200
594	UPN200	0.085	1.000	0.085	EC-6.3.2 LTB	117	32.200
595	UPN200	0.188	1.000	0.188	EC-6.3.2 LTB	117	32.200
596	UPN200	0.138	1.000	0.138	EC-6.2.9.1	143	32.200
597	UPN100	0.002	1.000	0.002	EC-6.3.3-662	104	13.500
598	UPN100	0.002	1.000	0.002	EC-6.3.3-662	104	13.500

600	HE180A	0.268	1.000	0.268	EC-6.2.9.1	110	45.300
601	IPE200	0.121	1.000	0.121	EC-6.2.9.1	142	28.500
603	UPN200	0.420	1.000	0.420	EC-6.3.3-662	110	32.200
604	IPE200	0.542	1.000	0.542	EC-6.3.3-662	117	28.500
605	HE180A	0.287	1.000	0.287	EC-6.2.9.1	110	45.300
606	IPE200	0.251	1.000	0.251	EC-6.3.3-662	117	28.500
607	HE180A	0.133	1.000	0.133	EC-6.2.9.1	104	45.300
608	UPN200	0.320	1.000	0.320	EC-6.3.3-662	110	32.200
609	UPN200	0.901	1.000	0.901	EC-6.3.3-662	110	32.200
610	UPN200	0.184	1.000	0.184	EC-6.2.9.1	142	32.200
611	UPN200	0.192	1.000	0.192	EC-6.3.2 LTB	117	32.200
612	UPN200	0.710	1.000	0.710	EC-6.3.3-662	117	32.200
613	UPN200	0.224	1.000	0.224	EC-6.2.9.1	149	32.200
614	UPN100	0.002	1.000	0.002	EC-6.3.3-662	149	13.500
615	UPN100	0.007	1.000	0.007	EC-6.3.3-662	104	13.500
616	UPN200	0.770	1.000	0.770	EC-6.2.7(5)	149	32.200
617	UPN200	0.222	1.000	0.222	EC-6.3.3-662	117	32.200
618	UPN200	0.090	1.000	0.090	EC-6.3.3-662	105	32.200
619	UPN200	0.327	1.000	0.327	EC-6.2.7(5)	149	32.200
620	UPN200	0.361	1.000	0.361	EC-6.3.2 LTB	110	32.200
621	UPN200	0.192	1.000	0.192	EC-6.3.2 LTB	118	32.200
622	UPN100	0.011	1.000	0.011	EC-6.3.3-662	104	13.500
623	UPN100	0.002	1.000	0.002	EC-6.3.3-662	137	13.500
624	IPE240	0.129	1.000	0.129	EC-6.2.9.1	143	39.100
625	IPE200	0.244	1.000	0.244	EC-6.2.9.1	110	28.500
626	IPE240	0.082	1.000	0.082	EC-6.2.9.1	130	39.100
627	IPE200	0.244	1.000	0.244	EC-6.2.9.1	110	28.500
628	UPN200	0.148	1.000	0.148	EC-6.3.3-662	111	32.200
629	UPN200	0.429	1.000	0.429	EC-6.3.3-662	111	32.200
630	UPN200	0.128	1.000	0.128	EC-6.3.3-662	110	32.200
631	UPN200	0.120	1.000	0.120	EC-6.3.3-662	116	32.200
632	UPN200	0.367	1.000	0.367	EC-6.3.3-662	116	32.200
633	UPN200	0.094	1.000	0.094	EC-6.3.3-662	118	32.200
634	UPN100	0.008	1.000	0.008	EC-6.2.9.1	148	13.500
635	UPN100	0.001	1.000	0.001	EC-6.2.3 (T)	110	13.500
636	UPN200	0.184	1.000	0.184	EC-6.2.9.1	142	32.200
637	UPN200	0.226	1.000	0.226	EC-6.2.9.1	149	32.200
638	UPN200	0.790	1.000	0.790	EC-6.2.7(5)	149	32.200
639	UPN200	0.334	1.000	0.334	EC-6.2.7(5)	149	32.200
640	UPN240	0.031	1.000	0.031	EC-6.3.3-662	149	42.300
641	UPN240	0.038	1.000	0.038	EC-6.3.3-662	117	42.300
642	UPN240	0.038	1.000	0.038	EC-6.2.6-(Y)	149	42.300
643	UPN240	0.085	1.000	0.085	EC-6.3.3-662	117	42.300
644	IPE240	0.213	1.000	0.213	EC-6.3.3-661	136	39.100
645	IPE240	0.212	1.000	0.212	EC-6.2.9.1	149	39.100

646	IPE240	0.212	1.000	0.212	EC-6.2.9.1	149	39.100
647	IPE240	0.039	1.000	0.039	EC-6.3.3-662	142	39.100
648	IPE240	0.032	1.000	0.032	EC-6.3.3-662	142	39.100
649	UPN200	0.066	1.000	0.066	EC-6.2.9.1	143	32.200
650	UPN200	0.137	1.000	0.137	EC-6.2.9.1	143	32.200
651	UPN240	0.015	1.000	0.015	EC-6.3.3-662	111	42.300
652	UPN240	0.029	1.000	0.029	EC-6.3.3-662	111	42.300
653	IPE200	0.035	1.000	0.035	EC-6.3.3-662	143	28.500
654	UPN200	0.116	1.000	0.116	EC-6.2.9.1	142	32.200
655	UPN200	0.116	1.000	0.116	EC-6.2.9.1	142	32.200
656	HE180A	0.256	1.000	0.256	EC-6.2.9.1	138	45.300
657	60.3X3.2CHS	0.121	1.000	0.121	EC-6.3.3-661	105	5.740
658	HE180A	0.243	1.000	0.243	EC-6.3.3-662	143	45.300
659	60.3X3.2CHS	0.204	1.000	0.204	EC-6.3.3-661	117	5.740
660	UPN160	0.097	1.000	0.097	EC-6.3.3-662	148	24.000
661	UPN160	0.095	1.000	0.095	EC-6.3.3-662	143	24.000
662	UPN160	0.003	1.000	0.003	EC-6.2.9.1	136	24.000
663	UPN160	0.005	1.000	0.005	EC-6.2.9.1	110	24.000
664	UPN160	0.100	1.000	0.100	EC-6.3.3-662	148	24.000
665	UPN160	0.100	1.000	0.100	EC-6.3.3-662	143	24.000
666	UPN160	0.003	1.000	0.003	EC-6.2.9.1	136	24.000
667	UPN160	0.004	1.000	0.004	EC-6.2.9.1	142	24.000
668	L80X80X8	0.009	1.000	0.009	EC-6.3.3-661	148	12.300
669	L80X80X8	0.009	1.000	0.009	EC-6.3.3-661	148	12.300
670	L80X80X8	0.032	1.000	0.032	EC-6.2.9.2/3	178	12.300
671	L80X80X8	0.222	1.000	0.222	EC-6.3.3-661	143	12.300
672	L80X80X8	0.012	1.000	0.012	EC-6.3.3-661	110	12.300
673	L80X80X8	0.012	1.000	0.012	EC-6.3.3-661	110	12.300
674	L80X80X8	0.032	1.000	0.032	EC-6.2.9.2/3	179	12.300
675	L80X80X8	0.221	1.000	0.221	EC-6.3.3-661	148	12.300
676	L80X80X8	0.009	1.000	0.009	EC-6.3.3-661	104	12.300
677	L80X80X8	0.009	1.000	0.009	EC-6.3.3-661	136	12.300
678	L80X80X8	0.012	1.000	0.012	EC-6.3.3-661	124	12.300
679	L80X80X8	0.012	1.000	0.012	EC-6.3.3-661	142	12.300
680	L80X80X8	0.033	1.000	0.033	EC-6.2.9.2/3	178	12.300
681	L80X80X8	0.223	1.000	0.223	EC-6.3.3-661	137	12.300
682	L80X80X8	0.033	1.000	0.033	EC-6.2.9.2/3	179	12.300
683	L80X80X8	0.223	1.000	0.223	EC-6.3.3-661	136	12.300
684	IPE300	0.000	1.000	0.000	EC-6.2.6-(Y)	101	53.800
685	IPE300	0.119	1.000	0.119	EC-6.3.3-662	111	53.800
686	IPE300	0.000	1.000	0.000	EC-6.2.6-(Y)	101	53.800
687	IPE180	0.099	1.000	0.099	EC-6.3.3-662	143	23.900
692	IPE180	0.102	1.000	0.102	EC-6.3.3-662	148	23.900
699	IPE180	0.135	1.000	0.135	EC-6.3.3-662	143	23.900
701	IPE180	0.139	1.000	0.139	EC-6.3.3-662	148	23.900

710	42.4X2.6CHS	0.049	1.000	0.049	EC-6.3.3-662	125	3.250
711	42.4X2.6CHS	0.030	1.000	0.030	EC-6.2.3 (T)	125	3.250
712	42.4X2.6CHS	0.048	1.000	0.048	EC-6.3.3-662	149	3.250
713	42.4X2.6CHS	0.043	1.000	0.043	EC-6.2.3 (T)	149	3.250
714	42.4X2.6CHS	0.016	1.000	0.016	EC-6.2.3 (T)	142	3.250
715	42.4X2.6CHS	0.030	1.000	0.030	EC-6.3.3-662	142	3.250
716	42.4X2.6CHS	0.102	1.000	0.102	EC-6.3.3-662	142	3.250
717	42.4X2.6CHS	0.094	1.000	0.094	EC-6.3.3-662	149	3.250
718	42.4X2.6CHS	0.230	1.000	0.230	EC-6.2.3 (T)	149	3.250
719	42.4X2.6CHS	0.256	1.000	0.256	EC-6.3.3-661	149	3.250
720	42.4X2.6CHS	0.048	1.000	0.048	EC-6.3.3-662	143	3.250
721	42.4X2.6CHS	0.033	1.000	0.033	EC-6.2.3 (T)	143	3.250
722	42.4X2.6CHS	0.013	1.000	0.013	EC-6.2.3 (T)	143	3.250
723	42.4X2.6CHS	0.018	1.000	0.018	EC-6.3.3-662	143	3.250
724	UPN100	0.008	1.000	0.008	EC-6.2.9.1	148	13.500
725	42.4X2.6CHS	0.034	1.000	0.034	EC-6.3.3-662	125	3.250
726	42.4X2.6CHS	0.031	1.000	0.031	EC-6.2.3 (T)	125	3.250
727	HE180A	0.631	1.000	0.631	EC-6.3.3-662	116	45.300
728	HE180A	0.474	1.000	0.474	EC-6.3.3-662	148	45.300
729	IPE200	0.149	1.000	0.149	EC-6.3.3-662	113	28.500
730	HE180A	0.313	1.000	0.313	EC-6.3.3-662	117	45.300
731	HE180A	0.442	1.000	0.442	EC-6.3.3-662	117	45.300
732	HE180A	0.553	1.000	0.553	EC-6.3.3-662	117	45.300
733	IPE200	0.203	1.000	0.203	EC-6.2.9.1	119	28.500
734	IPE200	0.204	1.000	0.204	EC-6.2.9.1	119	28.500
736	UPN200	0.092	1.000	0.092	EC-6.2.9.1	111	32.200
737	UPN200	0.275	1.000	0.275	EC-6.3.3-662	111	32.200
738	UPN200	0.141	1.000	0.141	EC-6.3.2 LTB	116	32.200
739	UPN200	0.163	1.000	0.163	EC-6.3.3-662	119	32.200
740	UPN200	0.321	1.000	0.321	EC-6.3.3-662	119	32.200
741	UPN200	0.153	1.000	0.153	EC-6.3.3-662	111	32.200
742	UPN200	0.001	1.000	0.001	EC-6.2.6-(Y)	101	32.200
743	UPN200	0.001	1.000	0.001	EC-6.2.6-(Y)	101	32.200
744	60.3X4CHS	0.166	1.000	0.166	EC-6.3.3-661	101	7.070
745	N/A						2.540
746	N/A						2.540
747	IPE200	0.093	1.000	0.093	EC-6.2.9.1	133	28.500
748	UPN200	0.716	1.000	0.716	EC-6.3.3-662	117	32.200
749	IPE200	0.011	1.000	0.011	EC-6.2.3 (T)	107	28.500
750	IPE200	0.239	1.000	0.239	EC-6.2.9.1	111	28.500
751	HE160A	0.018	1.000	0.018	EC-6.2.6-(Y)	104	38.800
752	IPE200	0.382	1.000	0.382	EC-6.2.9.1	116	28.500
753	HE160A	0.020	1.000	0.020	EC-6.2.6-(Y)	104	38.800
754	IPE200	0.374	1.000	0.374	EC-6.3.3-661	110	28.500
755	HE160A	0.018	1.000	0.018	EC-6.2.6-(Y)	104	38.800

756	UPN200	0.101	1.000	0.101	EC-6.3.2 LTB	104	32.200
757	UPN200	0.174	1.000	0.174	EC-6.3.2 LTB	104	32.200
758	UPN200	0.174	1.000	0.174	EC-6.3.2 LTB	104	32.200
759	UPN200	0.120	1.000	0.120	EC-6.3.2 LTB	104	32.200
760	HE180A	0.474	1.000	0.474	EC-6.3.3-662	113	45.300
761	60.3X4CHS	0.091	1.000	0.091	EC-6.3.3-661	105	7.070

Κεφάλαιο 7

Συμπεράσματα

Στα πλαίσια της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας, πραγματοποιήθηκε ο σχεδιασμός ειδικής βιομηχανικής μεταλλικής κατασκευής, κτίριο διήθησης στην περιοχή της Ολυμπιάδας του Νομού Χαλκιδικής.

Οι μεταλλικοί φορείς που επιλύθηκαν ήταν τέσσερις, δύο επί ελαστικών αρθρώσεων και δύο θεμελιωμένοι με γενική κοιτόστρωση. Εκ των τεσσάρων αναφερθήκαμε στα δύο προσομοιώματα που αφορούν την ανωδομή, όπου έγινε διαχωρισμός των φορτίσεων μεταξύ των στατικών και των σεισμικών ώστε να υπάρχει καλύτερη εποπτεία των φορέων.

Ο μεταλλικός φορέας αποτελείται από πρότυπες διατομές διατεταγμένες ώστε να λειτουργούν πλαισιακά στην κύρια διεύθυνση τους, ενώ στην ασθενή τους έννοια μορφώνονται δικτυωτοί σύνδεσμοι (διαγώνιοι ή τύπου Λ) που ενισχύουν το φορέα όσον αφορά τις φορτίσεις του εξοπλισμού, των ορυκτών μεταλλευμάτων καθώς και τις σεισμικές φορτίσεις.

Ως πρώτο συμπέρασμα που μπορούμε να εξάγουμε από τον σχεδιασμό που προέκυψε βάσει της ανάλυσης των παραπάνω προσομοιωμάτων, των ποσοστών εκμετάλλευσης των διατομών (πίνακας 6.17) και των μέγιστων μετατοπίσεων (πίνακας 6.15) είναι ό,τι οι τελικές διατομές δεν προήλθαν μόνο από τους ελέγχους επάρκειας των μελών αλλά ενεργό ρόλο έπαιξαν και οι έλεγχοι των μετακινήσεων του φορέα λόγω λειτουργικότητας. Δηλαδή σε αρκετούς κρίσιμους συνδυασμούς η εκμετάλλευση των διατομών κυμαίνεται σε ποσοστά κοντά στο 50 με 60% ενώ για να έχουμε την βέλτιστη οικονομική προσέγγιση θα έπρεπε να κυμαίνονταν στο 85 με 95%. Οι συγκεκριμένες διατομές ενώ επαρκούν στους ελέγχους της διατομής αστοχούν στους ελέγχους των μετακινήσεων λόγω λειτουργικότητας, οπότε θα έπρεπε να τοποθετηθεί μεγαλύτερη διατομή στο πρόγραμμα.

Η μέγιστη μετακίνηση στην κατακόρυφη διεύθυνση Y αναπτύσσεται στο συνδυασμό SLS 17, στην οριζόντια διεύθυνση κατά X στο συνδυασμό SLS 49 και στην οριζόντια διεύθυνση κατά Z στο συνδυασμό SLS 50. Ο συνδυασμός SLS 17 έχει ως κρίσιμη βασική φόρτιση έχει τα κινητά φορτία ενώ οι συνδυασμοί SLS 49 και SLS 50 έχουν κρίσιμη βασική φόρτιση το άνεμο. Επίσης από τα δύο προσομοιώματα που επιλύθηκαν, το στατικό και το σεισμικό, η εκμετάλλευση των διατομών είναι μεγαλύτερη για το στατικό και συγκεκριμένα οι συνδυασμοί που είχαν ως βασική φόρτιση τον άνεμο. Παρότι είναι μία ειδική βιομηχανική μεταλλική κατασκευή με τεράστια κατακόρυφα φορτία μεταλλεύματος (45kN στα σημεία που εναποθέτουν οι ταινιόδρομοι το μέταλλευμα) παρατηρούμε ότι οι οριζόντιες δράσεις του ανέμου είναι κρίσιμες για την διαστασιολόγηση της κατασκευής. Ως δεύτερο συμπέρασμα επιβεβαιώνεται η διαπίστωση ότι η βασική φόρτιση που καταπονεί κατά κύριο λόγο τις μεταλλικές κατασκευές είναι ο άνεμος και εν γένει οι οριζόντιες δράσεις που αναπτύσσονται στο μεταλλικό φορέα.

Τρίτο συμπέρασμα που προκύπτει από τις αναλύσεις είναι ότι οι πλησιέστεροι στο κέντρο της κατασκευής, διαγώνιοι σύνδεσμοι δυσκαμψίας παρουσιάζουν μεγαλύτερη αξονική καταπόνηση λόγω της μεγαλύτερης ακαμψίας και της περιορισμένης δυνατότητας μετακινήσεων που υπάρχει στο κέντρο της κατασκευής.

Ως τέταρτο και τελευταίο συμπέρασμα που μπορεί να εξαχθεί είναι ότι η μεταλλική κατασκευή ανταποκρίνεται άριστα έναντι των σεισμικών δράσεων με μέγιστες δρώσες μάζες για τις οριζόντιες σεισμικές δράσεις κατά x-x και z-z, να εμφανίζονται κατά τις ιδιομορφές 2 ($T=0.212\text{sec}$) και 5 ($T=0.179\text{sec}$) αντίστοιχα. Τα ποσοστά συμμετοχής των μαζών για τις ιδιομορφές αυτές είναι 86.617%, 83.238% αντίστοιχα.

Βιβλιογραφία

- [1]** Ι. Βάγιας: Σιδηρές Κατασκευές - Ανάλυση και Διαστασιοόγηση, Κλειδάριθμος (2003)
- [2]** Ι. Βάγιας, Ι. Ερμόπουλος, Γ. Ιωαννίδης: Σχεδιασμός Δομικών Εργων Από Χάλυβα με βάση τα κείμενα των Ευρωκωδίκων, Κλειδάριθμος (2005)
- [3]** Ι. Ερμόπουλος: Ευρωκώδικας 1 – Βάσεις Σχεδιασμού και Δράσεις επί των Κατασκευών, Ερμηνευτικά Σχόλια και Παραδείγματα εφαρμογής, Κλειδάριθμος (2005)
- [4]** Ι. Ερμόπουλος: Στοιχεία Σχεδιασμού Μεταλλικών Κατασκευών, Εκδόσεις ΕΜΠ (2000)
- [5]** Ι. Θ. Κατσικαδέλης: Δυναμική των Κατασκευών, Τόμος ΙΙ, Συμμετρία (2007)
- [6]** Ευρωκώδικας 1, Δράσεις στους φορείς (EN 1991)
- [7]** Ευρωκώδικας 3, Κατασκευές από Χάλυβα (EN 1993)
- [8]** Ευρωκώδικας 8, Αντισεισμικός Κανονισμός (EN 1998)
- [9]** Bentley, Staad Pro v8i, Technical Reference Manual (April 2012)