

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

ΣΤΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

ΕΡΓΟΔΟΤΗΣ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΔΗΜΟΥ
ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΑΤΤΙΚΗΣ - ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ Ο.Τ.Α. (Κ.Ε.Α.Ε.Δ.Η.Α. -
Α.Ε. Ο.Τ.Α.)

ΕΡΓΟ: ΣΤΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΥ ΣΤΕΓΑΣΤΡΟΥ ΓΙΑ ΤΟ ΑΙΘΡΙΟ
ΚΤΗΡΙΟΥ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΧΡΗΣΕΩΝ

ΘΕΣΗ: ΣΤ. ΚΑΡΑΓΙΩΡΓΗ 2 ΚΑΙ ΜΑΡΙΝΟΥ ΑΝΤΥΠΑ
ΔΗΜΟΣ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΒΟΡΕΙΟΥ ΤΟΜΕΑ ΑΘΗΝΩΝ

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ
ΣΤΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΥ ΣΤΕΓΑΣΤΡΟΥ

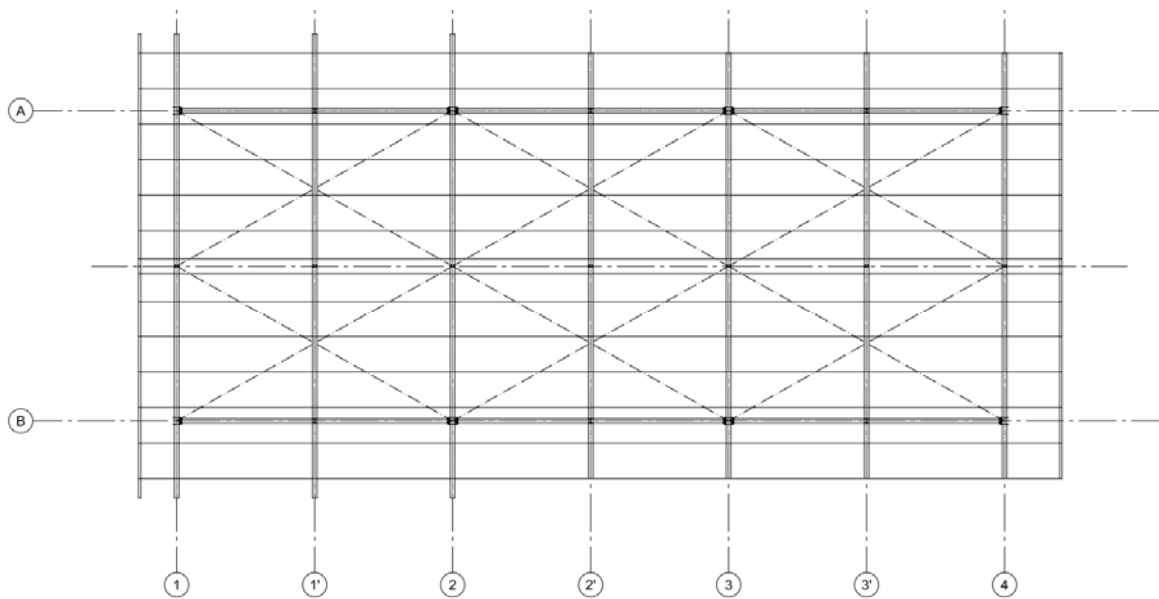
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2024

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή	3
2. Παραδοχές Μελέτης	4
3. Τεχνική Περιγραφή Έργου.....	6
3.1 Μεταλλικό Στέγαστρο	6
3.2 Υφιστάμενη Κατασκευή από Ο/Σ.....	8
4. Δράσεις επί του φορέα	9
4.1 Μόνιμα Φορτία	9
4.2 Μεταβλητά Φορτία	9
4.2.1 Κινητά Φορτία	9
4.2.2 Φορτία Χιονιού.....	9
4.2.3 Φορτία Ανέμου.....	9
4.2.4 Θερμικά Φορτία	11
4.3 Σεισμικά Φορτία.....	12
5. Συνδυασμοί Φορτίσεων.....	13
5.1 Συνδυασμοί κατά EN 1990.....	13
6. Έλεγχοι Μεταλλικού Στεγάστρου.....	14
6.1 Προσομοίωμα	14
6.2 Έλεγχοι σε Οριακή Κατάσταση Αστοχίας	14
6.3 Έλεγχοι σε Οριακή Κατάσταση Λειτουργικότητας.....	15

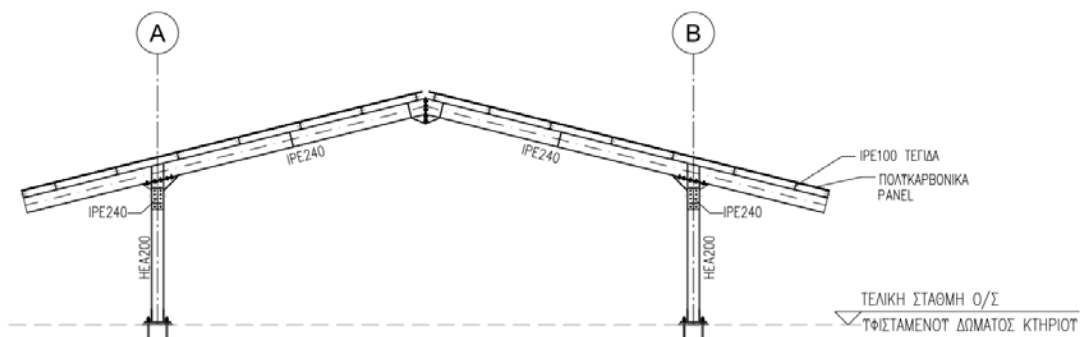
1. Εισαγωγή

Η παρούσα Τεχνική Έκθεση αφορά τη στατική μελέτη για το έργο κατασκευής μεταλλικού στεγαστρού στο αίθριο του κτηρίου πολλαπλών χρήσεων επί της οδού Στ. Καραγιώργη 2 στο Ηράκλειο Αττικής. Η νέα μεταλλική κατασκευή πρόκειται να αντικαταστήσει υφιστάμενο στέγαστρο που διαμορφώνεται μέσω ενός τρισδιάστατου χωροδικτύωματος που φέρει φύλλα plexiglass για προστασία. Το νέο στέγαστρο αποτελείται από μια δίρριχτη στέγη που θα καλύπτει το σύνολο της επιφάνειας του αιθρίου, ενώ φέρει επικάλυψη από πολυκαρβονικά φύλλα εξωτερικά.



Εικόνα 1 - Γενική διάταξη μεταλλικού στεγαστρού (Κάτοψη)

Στο παρόν τεύχος παρουσιάζονται οι παραδοχές που ελήφθησαν υπόψη από τον Μελετητή για την ανάλυση και τον σχεδιασμό του μεταλλικού στεγαστρού. Οι δράσεις, μόνιμες και μεταβλητές, καθώς και τα σεισμικά φορτία που ελήφθησαν υπόψη κατά το σχεδιασμό. Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν, καθώς και ο τρόπος σύνδεσης των μεταλλικών στοιχείων. Ενώ, περιγράφεται συνοπτικά και η διαδικασία διαστασιολόγησης συμπεριλαμβανομένων των απαιτούμενων ελέγχων.



Εικόνα 2 – Ενδεικτική τομή μεταλλικού στεγαστρού

2. Παραδοχές Μελέτης

Για τη σύνταξη της παρούσας Τεχνικής Έκθεσης & Τεύχους Στατικών Υπολογισμών ελήφθησαν υπόψη τα ακόλουθα,

ΥΛΙΚΑ

Χάλυβας Κοίλων Μεταλλικών Διατομών	S235
Χάλυβας Πρότυπων Μεταλλικών Διατομών	S275
Χάλυβας Μεταλλικών Ελασμάτων (Συνδέσεων)	S275
Ποιότητα Κοχλιών (γαλβανισμένοι εν θερμώ)	8.8
Συγκολλήσεις	
- Αμφίπλευρες εξωραφές	$>0.7 t_{min,plate}$
- Εσωραφές πλήρους διείσδυσης	$t_{min,plate}$

ΜΟΝΙΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ

Ίδιο Βάρος Οπλισμένου Σκυροδέματος	25.0 kN/m ³
Ίδιο Βάρος Χάλυβα	78.5 kN/m ³
Ίδιο Βάρος Επικαλύψεων Οροφής (Πολυκαρβονικά Πάνελ)	0.10 kN/m ²
Ίδιο Βάρος Πρόσθετου Μελλοντικού (Εξοπλισμού Η/Μ)	0.20 kN/m ²

ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ

Κινητά Φορτία Οροφής (Κατηγορία Η)	$\psi_2=0.00 / 0.50$ kN/m ²
Φορτίο Χιονιού (κατά EN 1991-1-3)	
- Ζώνη κατάταξης	Ζώνη Β
- Χαρακτηριστικό φορτίο χιονιού	$S_k=0.84$ kN/m ² ($C_{exp}=1.00$)
Φορτίο Ανέμου (κατά EN 1991-1-4)	
- Βασική ταχύτητα ανέμου	$v_{b,0}= 27$ m/sec
- Τραχύτητα	Ζώνη III
- Ορογραφικός συντ.	1.00
- Τύπος κατασκευής	Στέγαστρο με δίρριχτη στέγη
Θερμικά Φορτία (κατά EN 1991-1-5)	
- Θερμοκρασία αναφοράς	$T_o= +15$ °C
- Ελάχιστη / Μέγιστη θερμοκρασία υπό σκιά	$T_{min} / T_{max} = -15 / +45$ °C
- Μέγιστη αρνητική / θετική μεταβολή	$\Delta T_{min} / \Delta T_{max} = -30 / +48$ °C

ΤΥΧΗΜΑΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ

Φορτίο Χιονιού (κατά EN 1991-1-3)	$S_{A,d}=1.68$ kN/m ²
-----------------------------------	----------------------------------

ΣΕΙΣΜΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ

Μέθοδος Ανάλυσης	Ισοδύναμη Στατική Ανάλυση
Σεισμική Ζώνη	Z1
Εδαφική επιτάχυνση βάσης	(PGA)=0.16g
Κατηγορία Εδάφους	Soil B
Σεισμικό Φάσμα Επιτάχυνσης	Type 1
Κατηγορία Σπουδαιότητας	$\gamma=1.00$ (Κατ. II)
Συντελεστής απόσβεσης	$\xi=0.05$
Συντελεστής Καθολικής Συμπεριφοράς	$q=1.5$

ΚΑΝΟΝΙΣΤΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ

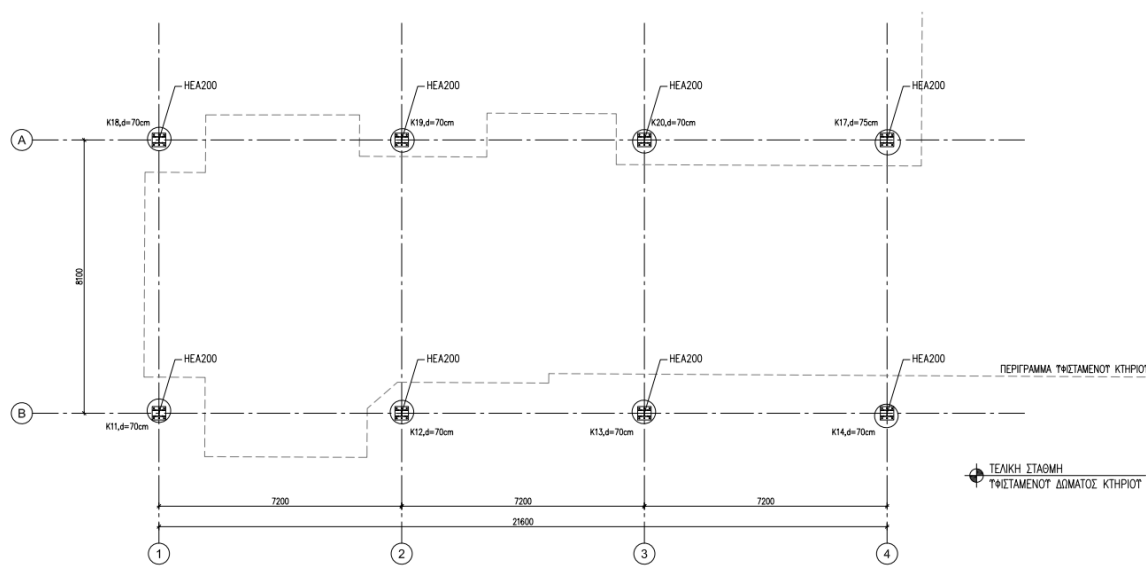
Βάσεις Σχεδιασμού	ΕΛΟΤ EN 1990 (Ευρωκώδικας 0)
Δράσεις σε Φορείς	ΕΛΟΤ EN 1991 (Ευρωκώδικας 1)
Σχεδιασμός Φορέων από Σκυρόδεμα	ΕΛΟΤ EN 1992 (Ευρωκώδικας 2)
Σχεδιασμός Φορέων από Χάλυβα	ΕΛΟΤ EN 1993 (Ευρωκώδικας 3)
Γεωτεχνικός Σχεδιασμός	ΕΛΟΤ EN 1997 (Ευρωκώδικας 7)
Αντισεισμικός Σχεδιασμών	ΕΛΟΤ EN 1998 (Ευρωκώδικας 8)
Εθνικά Προσαρτήματα Ευρωκωδίκων	
Κανονισμός Τεχνολογίας Σκυροδέματος	ΚΤΣ 2016
Κανονισμός Τεχνολογίας Χαλύβων	ΚΤΧ 2008
Πρότυπα ΕΛΟΤ – ΕΤΕΠ	

Ο σχεδιασμός του μεταλλικού φορέα πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τους Ευρωκώδικες και τα αντίστοιχα εθνικά προσαρτήματα αυτών. Ο φορέας διαστασιολογήθηκε για τις μόνιμες, μεταβλητές δράσεις καθώς και τις σεισμικές δράσεις όπως αυτές ορίζονται κατά EN1990, EN1991 και EN1998. Για τις μεταβλητές δράσεις λογίστηκαν τα φορτία λόγω χιονιού, ανέμου αλλά και λόγω θερμοκρασιακών μεταβολών σύμφωνα με τα πρότυπα EN1991-1-3, EN1991-1-4, EN1991-1-5 αντίστοιχα. Ενώ οι φορτιστικές καταστάσεις σχεδιασμού λήφθηκαν σύμφωνα με το EN1990. Ο έλεγχος της φέρουσας ικανότητας του μεταλλικού φορέα καθώς και των επιμέρους λεπτομερειών πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τα EN1993-1-1, EN1993-1-5 καθώς και EN1993-1-8. Η φέρουσα ικανότητα των χημικών αγκυρίων ελέγχθηκε σύμφωνα με το EN1992-4.

3. Τεχνική Περιγραφή Έργου

3.1 Μεταλλικό Στέγαστρο

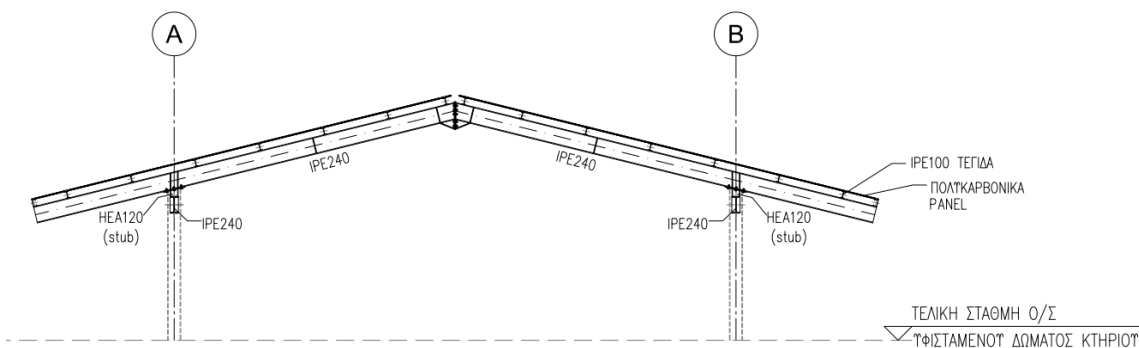
Το μεταλλικό στέγαστρο έχει στόχο να καλύψει μέρος του αιθρίου του κτηρίου πολλαπλών χρήσεων επί της οδού Στ. Καραγιώργη 2 στο Ηράκλειο Αττικής. Το αίθριο στο επίπεδο του δώματος έχει μήκος 23m και πλάτος που ποικίλει μεταξύ 6m και 10m (στις περιοχές των εσοχών) περίπου. Το νέο στέγαστρο θα επεκταθεί περιμετρικά ώστε να εδραστεί επί ακλόνητων στηρίξεων (κυκλικά υποστυλώματα) του υφιστάμενου φορέα από οπλισμένο σκυρόδεμα. Το συνολικό εμβαδό του νέου στεγάστρου είναι 290 m² κατά προσέγγιση φέροντας δίρριχτη στέγη με κλίση ώστε να διευκολύνεται η απορροή των υδάτων και του χιονιού από την επιφάνειά του.



Εικόνα 3 - Έδραση μεταλλικού στεγάστρου επί υφιστάμενο φορέα Ο/Σ

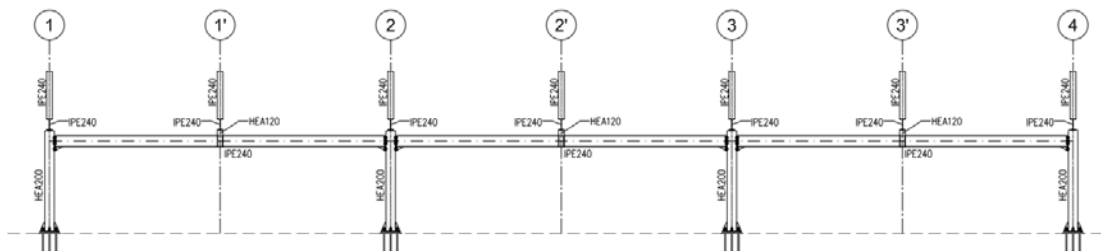
Η μεταλλική κατασκευή αποτελείται από τέσσερις (4) κύριους φορείς-πλαίσια. Οι τέσσερις (4) κύριοι φορείς του στεγάστρου αποτελούνται από πλαίσια ανοίγματος 8.10m το καθένα, τα οποία διατάσσονται ανά 7.20m. Το μεταλλικό στέγαστρο εδράζεται στη στάθμη του δώματος επί των κυκλικών υποστυλωμάτων του υποκείμενου κτηρίου από Ο/Σ, διαμέτρου D=0.70m. Συγκεκριμένα, εδράζεται επί των υποστυλωμάτων K11, K12, K13, K14, K17, K18, K19 και K20 σύμφωνα με τα σχέδια της μελέτης στατικής επάρκειας που εκπονήθηκε στο πλαίσιο ένταξης του κτηρίου στο Ν.4495/17 και αποτελούν σχέδια “ως κατασκευάσθη”. Η παρούσα διατάξη επιλέχθηκε με γνώμονα την έδραση του νέου στεγάστρου επί των ισχυρών κυκλικών υφιστάμενων υποστυλωμάτων, αφήνοντας ανεπηρέαστα τα οριζόντια στοιχεία (πλάκες και δοκοί) της στάθμης του δώματος.

Ανάμεσα στους τέσσερις (4) κύριους φορείς-πλαίσια τοποθετούνται τρία (3) δευτερεύοντα δίκλινα ζυγώματα αποτελώντας την έμεση στήριξη των τεγίδων. Τα χαλύβδινα πλαίσια είναι δίσπηλα και αποτελούνται από τα υποστυλώματα και το δικλινές ζυγώμα με κλίση 25% περίπου. Τόσο τα υποστυλώματα όσο και τα ζυγώματα αποτελούνται από πρότυπες, ελατές διατομές τύπου I. Το ύψος των υποστυλωμάτων του στεγάστρου είναι 2.30m (κ.β), ενώ το ύψος του κορφιά είναι 3.30m (κ.β) πάνω από τη στάθμη έδρασης του δώματος.



Εικόνα 4 – Τομή μεταλλικού στεγαστρου σε δευτερεύοντα ζυγώματα

Τα υποστυλωμάτα συνδέονται εγκάρσια με κεφαλοδοκούς, μέσω των οποίων εξασφαλίζεται η πλαισιακή λειτουργία κατά την διεύθυνση αυτή, ενώ ταυτόχρονα παρέχεται και η απαιτούμενη στήριξη των δευτερευόντων ζυγμάτων. Η διαφραγματική λειτουργία της οροφής του στεγαστρου εξασφαλίζεται μέσω χιαστί οριζόντιων αντιανεμίμων που τοποθετούνται σε όλα τα επιμέρους φαντώματα του φορέα. Οι τεγίδες αποτελούνται και αυτές από πρότυπες διατομές τύπου I, και διατάσσονται ανά αποστάσεις 1.00m περίπου κατά μήκος του ζυγώματος. Επί των τεγίδων συνδέονται τα διάτρητα πολυκαρβονικά πανέλα, σύμφωνα με τις προδιαγραφές και τις κατασκευαστικές λεπτομέρειες που ορίζονται από τον εκάστοτε προμηθευτή.



Εικόνα 5 - Εγκάρσια τομή κατά μήκος των κεφαλοδοκών

Στύλοι

Οι μεταλλικοί στύλοι του στεγαστρου είναι διατομής HEA200 και εδράζονται στη στάθμη του δώματος επί των κυκλικών υποστυλωμάτων (διαμέτρου 0.70m) του υποκείμενου κτηρίου από Ο/Σ. Η σύνδεση αυτών υλοποιείται μέσω χημικών αγκυρίων που ενσωματώνονται στην απόληξη των κυκλικών υποστυλωμάτων του δώματος. Η σύνδεση έχει χαρακτηριστικά ημιάκαμπτης σύνδεσης, με δυνατότητα ανάληψης ροπών.

Δοκοί

Οι δοκοί του ζυγώματος συνδέονται με τα μέλη των στύλων διαμορφώνοντας τα κύρια πλαίσια του φορέα, όπου με τη βοήθεια ισχυρών συνδέσεων εξασφαλίζουν την απαιτούμενη πλαισιακή λειτουργία και την δυσκαμψία του. Οι διατομές τόσο των κύριων πλαισίων όσο και των δευτερευόντων ζυγμάτων είναι διατομής IPE240.

Κεφαλοδοκοί

Οι κεφαλοδοκοί έχουν διπλό ρόλο, παρέχοντας στήριξη στα δευτερεύοντα ζυγώματα, ενώ ταυτόχρονα μέσω των ισχυρών συνδέσεων τους με τους κατακόρυφους στύλους ενισχύουν σημαντικά την πλευρική δυσκαμψία του φορέα. Το σύνολο των μελών αποτελούνται από διατομές IPE240.

Οριζόντιοι σύνδεσμοι δυσκαμψίας

Στη στέγη του κτηρίου τοποθετούνται οριζόντιοι χιαστί σύνδεσμοι δυσκαμψίας σε όλα τα φατνώματα της κατασκευής. Για τους διαγώνιους συνδέσμους επιλέχθηκε κοίλη κυκλική διατομή CHS 76.1/4.0 . Οι οριζόντιοι σύνδεσμοι έχουν ως στόχο να εξασφαλίσουν τη διαφραγματική λειτουργία του στεγαστρου ισοκατανέμοντας τις οριζόντιες δράσεις, που ασκούνται στο επίπεδο της επιστέγασσης. Ενώ ακόμα, συνεισφέρουν στην εκτροπή των αξονικών φορτίων των δευτερευουσών ζυγμάτων προς τα κύρια, περιορίζοντας τα εγκάρσιες δυνάμεις που ασκούνται στις κεφαλοδοκούς.

Τεγίδες

Οι τεγίδες είναι διατομής IPE100, διατεταγμένες ανά αποστάσεις του 1.00m περίπου. Επί των οπτοίων συνδέονται τα πολυκαρβονικά διάτρητα πανέλα της επικάλυψης του στεγαστρου.

Συνοπτικά οι διατομές που τοποθετούνται ανά είδος φέροντος στοιχείου,

Μέλος	Πρότυπη Διατομή	Ποιότητα Χάλυβα
Υποστυλώματα	HEA200	S275
Δοκοί Ζυγώματος	IPE240	S275
Κεφαλοδοκοί	IPE240	S275
Δευτερεύοντα Υπ/ματα επί κεφαλοδοκών	HEA120	S275
Χιαστί Σύνδεσμοι Οροφής (Αντιανέμια)	CHS 76.1 / 4.0	S235 (κατ. Ελάχιστο)
Τεγίδες	IPE100	S275

3.2 Υφιστάμενη Κατασκευή από Ο/Σ

Το μεταλλικό στέγαστρο εδράζεται στη στάθμη του δώματος υφιστάμενου κτηρίου από Ο/Σ. Η έδραση των στύλων του μεταλλικού φορέα πραγματοποιείται σε συνέχεια των κυκλικών υποστυλωμάτων (D=0.70m) του υποκείμενου κτηρίου και συγκεκριμένα στα υποστυλώματα K11, K12, K13, K14, K17, K18, K19 και K20 σύμφωνα με τα σχέδια της μελέτης στατικής επάρκειας που εκπονήθηκε στο πλαίσιο ένταξης του κτηρίου στο Ν.4495/17 και αποτελούν σχέδια "ως κατασκευάσθη". Η διάταξη του μεταλλικού φορέα έγινε με γνώμονα την έδραση του στις ισχυρές στηρίξεις που παρέχουν τα κυκλικά υποστυλώματα, αφήνοντας ανεπηρέαστα τα οριζόντια στοιχεία του δώματος, ητοι πλάκες και δοκοί. Η λύση εξασφαλίζει την ορθή στατική λειτουργία του υφιστάμενου φορέα, σε αντιδιαστολή με την υφιστάμενη διάταξη όπου η στήριξη του τρισδιάστατου μεταλλικού δικτυώματος πραγματοποιείται επί των στηθαίων που διαμορφώνονται περιμετρικά στην απόληξη των πλακών Ο/Σ του δώματος (εν προβόλω).

Το θεωρητικό πρόσθετο κατακόρυφο φορτίο που επιβάλλεται στην οροφή του υφιστάμενου κτηρίου, λόγω του ίδιου βάρους του νέου μεταλλικού στεγαστρου και της επικάλυψης του, είναι περίπου 16tons. Βέβαια το πραγματικό πρόσθετο φορτίο που επιβάλλεται στην οροφή είναι πολύ μικρότερο, αφού στην ίδια θέση υπάρχει υφιστάμενο στέγαστρο (μορφής χωροδικτυώματος) το οποίο και πρόκειται να αποξηλωθεί. Αξίζει να σημειωθεί ότι η πρόσθετη κατακόρυφη καταπόνηση (Οριακή Κατάσταση Αστοχίας) των υποκείμενων υποστυλωμάτων λόγω του νέου μεταλλικού στεγαστρου δεν υπερβαίνει το 2%. Λαμβάνοντας υπόψιν όλα τα ανωτέρω, γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι η επιβολή του πρόσθετου φορτίου, λόγω του νέου μεταλλικού στεγαστρου, στην οροφή του κτηρίου δεν δύναται να επιφέρει αύξηση της δρώσας τέμνουσας έναντι σεισμού για τον υφιστάμενο φορέα από Ο/Σ, ενώ η συνεισφορά του μεταλλικού στεγαστρου στην αύξηση των κατακόρυφων δράσεων και τη μέγιστη ένταση των υποκείμενων υποστυλωμάτων είναι πρακτικά αμελητέα.

4. Δράσεις επί του φορέα

4.1 Μόνιμα Φορτία

Περιλαμβάνονται όλα τα κατακόρυφα φορτία που δρουν καθ' όλη τη διάρκεια ζωής της κατασκευής, όπως τα ίδια βάρη (φέροντα στοιχεία, επικαλύψεις και επενδύσεις). Οι τιμές των μόνιμων φορτίων που δρουν στο φορέα και εισήχθησαν στο στατικό προσομοίωμα είναι:

Περιγραφή	Φορτία
Ίδιο βάρος χάλυβα	78.5 kN/m ³
Ίδιο βάρος επικάλυψης (διάτρητα πολυκαρβονικά φύλλα)	0.10 kN/m ²
Πρόσθετο μόνιμο φορτίο για ενδεχόμενο Η/Μ εξοπλισμό	0.20 kN/m ²

4.2 Μεταβλητά Φορτία

Περιλαμβάνονται τα επιβαλλόμενα κινητά φορτία, τα φορτία χιονιού και ανέμου.

4.2.1 Κινητά Φορτία

- Φορτίο συντήρησης στέγης (Κατηγορία Η) 0.50 kN/m²

4.2.2 Φορτία Χιονιού

Περιγραφή	Φορτία
Ζώνη κατάταξης της περιοχής του έργου	Ζώνη Β
Γεωγραφικό υψόμετρο περιοχής (Α)	+151.0 m
Χαρακτηριστικό φορτίο χιονιού στο έδαφος (sk)	0.84 kN/m ²

4.2.3 Φορτία Ανέμου

Ο υπολογισμός των δράσεων του ανέμου χιονιού πραγματοποιήθηκε με εφαρμογή του ευρωπαϊκού προτύπου EN 1991-1-4, για στέγαστρα με δίρριχτη στέγη.

Ανεμοπίεση στεγάστρου με δίρριχτη στέγη

Σύμφωνα με EN1991-1-4

1. Παράμετροι ανεμοπίεσης

Βασική ταχύτητα ανέμου	vb	27	m/s
Κατηγορία εδάφους	Terrain	III	
Ορογραφικός συντελεστής	c0	1.00	
Εποχιακός συντελεστής	cs	1.00	
Συντελεστής διεύθυνσης	cd	1.00	
Ύψος αναφοράς	z	18.5	m
Πίεση αιχμής στο ύψος αναφοράς	qb(z)	0.960	kPa

2. Παράμετροι δίρριχτης στέγης στεγάστρου

Μήκος σε κάτοψη	d	12.1	m
Φασματικές επιτάχ. πρόσθετου φορέα	b	24.1	m
Κλίση στέγης	α	13.9	deg
Συντελεστής πλήρωσης	ϕ	1.00	
Συντελεστής τριβής	cfr	0.04	(Πίνακας 7.10)
Διάστάσεις ζωνών	d'/2	6.23	m
	b/10	2.41	m
	d'/10	1.25	m

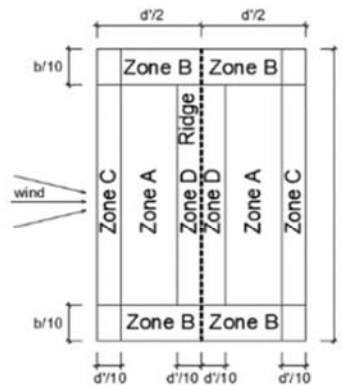
3. Ανεμοπίεση σε στέγαστρο

3.1 Υποπίεση

CpA-	-1.300	CpEQ-	-1.623
CpB-	-2.156	weq-	-1.558 kPa
CpC-	-1.644	wfr,eq+	0.125 kPa
CpD-	-2.034		

3.2 Υποπίεση

CpA+	0.856	CpEQ+	1.055
CpB+	1.878	weq+	1.013 kPa
CpC+	1.400	wfr,eq+	0.081 kPa
CpD+	0.400		



3.3 Δυνάμεις για καθολικό έλεγχο

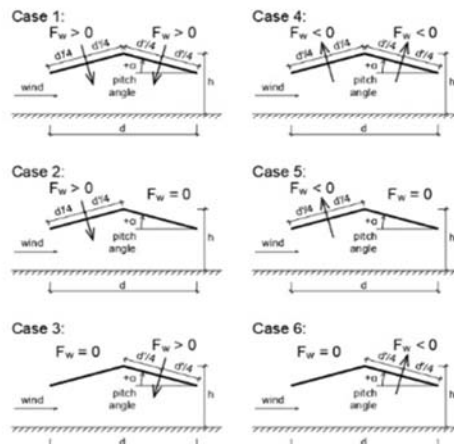
3.3.1 Υποπίεση

cf-	-1.300
Fw-	-187.45 kN
Fw,fr	15.00 kN

3.3.2 Υπερπίεση

cf-	0.400
Fw+	57.68 kN
Fw,fr	4.61 kN

3.4 Περιπτώσεις φόρτισης



4. Πίεση μετωπικών στοιχείων περιμετρικά του στεγάστρου

4.1 Κατά την διεύθυνση b (7.4.3)

(Μετώπη 0.4m)

hi,eff	0.40	m
bi,eff	24.1	m
w _{eff}	1.75	kPa
F _{w,tot}	16.87	kN

4.2 Κατά την διεύθυνση d (7.7)

(Μεταλλικοί αμείβοντες)

bi,eff	0.24	m
di,eff	0.12	m
cf,0	2.00	
ψ _l	1.00	
q _w	0.461	kN/m

* με κόκκινο ορίζονται όλες οι παράμετροι που πρέπει να ορίσει ο μελετητής

4.2.4 Θερμικά Φορτία

Ο υπολογισμός των θερμικών δράσεων του ανέμου και του φορτίου χιονιού πραγματοποιήθηκε με εφαρμογή του ευρωπαϊκού προτύπου EN 1991-1-5, για κτηριακούς φορείς.

Θερμοκρασιακές δράσεις μεταλλικού στεγάστρου

Σύμφωνα με EN1991-1-5

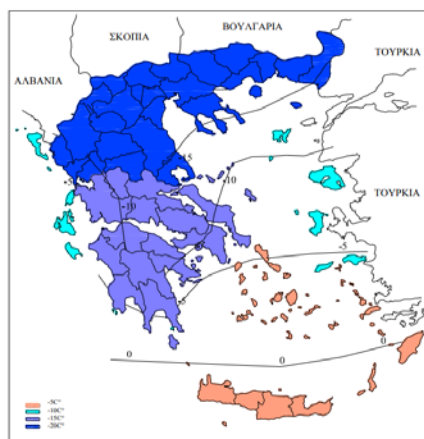
1. Θερμοκρασίες αναφοράς

Αρχική θερμοκρασία αναφοράς	T ₀	15.0	C
Μέγιστη υπό σκιά*	T _{max}	45.0	C
Ελάχιστη υπό σκιά*	T _{min}	-15.0	C

*Σύμφωνα με το Εθνικό Προσάρτημα

2. Θερμοκρασιακές μεταβολές σε κτήρια

Για επιφάνειες με πολύ φωτεινά χρώματα	T _{add,sum}	18.0	C
Μέγιστη θερμοκρασιακή μεταβολή καλοκαιρίου	ΔT _{sum}	48.0	C
Μέγιστη θερμοκρασιακή μεταβολή χειμώνα	ΔT _{wint}	-30.0	C



ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΥΠΟ ΣΚΙΑΝ (T_{min}) ΜΕ ΕΤΗΣΙΑ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΥΠΕΡΒΑΣΗΣ 0,02



ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΥΠΟ ΣΚΙΑΝ (T_{max}) ΜΕ ΕΤΗΣΙΑ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΥΠΕΡΒΑΣΗΣ 0,02

4.3 Σεισμικά Φορτία

Σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ EN 1998-1 και το συνοδό Εθνικό Προσάρτημα, από άποψη γεωγραφικής κατανομής της σεισμικής επιτάχυνσης για την παρούσα θέση του Έργου (Νομός Αττικής, Δήμος Ηρακλείου), το κτήριο κατατάσσεται στη ζώνη Σεισμικής Επικινδυνότητας Ζ1.

Ο υπολογισμός των σεισμικών φορτίων που ασκούνται στον φορέα πραγματοποιήθηκε με εφαρμογή του ευρωπαϊκού προτύπου EN 1998-1 ως ακολούθως,

Σεισμικές δράσεις μεταλλικού στεγάστρου

Σύμφωνα με EN1998-1

1. Εκτίμηση θεμελιώδους ιδιοπεριόδου υφιστάμενου κτηρίου (4.3.3.2)			
Ύψος υφιστάμενου φορέα	H	15.5	m
Συντελεστής πλασιακού φορέα O/Σ	Ct	0.075	
Ιδιοπερίοδο υφιστάμενου φορέα	T1	0.586	sec
2. Εκτιμώμενη φασματική επιτάχυνση μεταλλικού στεγάστρου (4.5.3)			
Επιτάχυνση βάσης (Ζώνη I)	α	0.16	g
Συντελεστής εδάφους (κατ. Β)	S	1.20	
Στάθμη έδραση πρόσθετου φορέα	z	15.5	m
Ιδιοπερίοδοι πρόσθετου φορέα*	Ta,x	0.24	sec
*Από ιδιομορφική ανάλυση	Ta,y	0.22	sec
Φασμ. επιτάχυνσεις πρόσθετου φορέα κατά x	Sa,x	0.680	g
Φασμ. επιτάχυνσεις πρόσθετου φορέα κατά y	Sa,y	0.648	g
3. Μέγιστη φασματική επιτάχυνση ελαστικού φάσματος (3.2)			
Επιτάχυνση Βάσης (Ζώνη I)	α	0.16	g
Συντελεστής εδάφους (κατ. Β)	S	1.2	για κατηγορία Β
Μέγιστη φασματική επιτάχ. ελαστικού	Sd (T)	0.480	g
4. Σεισμική δράση επί του μεταλλικού στεγάστρου (4.3.5.2)			
Μέγιστες δρώσες επιταχύνσεις κατά x	Sa,x,max	0.680	
Μέγιστες δρώσες επιταχύνσεις κατά y	Sa,y,max	0.648	
Βάρος πρόσθετου φορέα	Wa	169.4	kN
Συντελεστής σπουδαιότητας	γ_a	1.00	
Συντ. σεισμικής συμπ. πρόσθετου φορέα	qa	1.50	
Ολική δρώσα τέμνουσα κατά x	Fa,x	76.8	kN
Ολική δρώσα τέμνουσα κατά y	Fa,y	73.2	kN
Ισοδύναμα φορτία επί του στεγάστρου κατά x	weqx	0.255	kPa
Ισοδύναμα φορτία επί του στεγάστρου κατά y	weqy	0.244	kPa

5. Συνδυασμοί Φορτίσεων

Κατά την ανάλυση εφαρμόστηκαν οι συνδυασμοί φορτίσεων, όπως αυτοί ορίζονται στους σχετικούς Ευρωκώδικες (ΕΛΟΤ ΕΝ 1990). Οι Συνδυασμοί Φορτίσεων παρατίθενται παρακάτω,

- Οριακή Κατάσταση Αστοχίας
- Οριακή Κατάσταση Λειτουργικότητας

5.1 Συνδυασμοί κατά ΕΝ 1990

Έλεγχος σε Οριακή Κατάσταση Αστοχίας (Θεμελιώδεις συνδυασμοί - Εκτός Σεισμού)

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

Έλεγχος σε Οριακή Κατάσταση Αστοχίας (Σεισμός)

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

Έλεγχος σε Οριακή Κατάσταση Αστοχίας (Τυχηματικές καταστάσεις σχεδιασμού)

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

Έλεγχος σε οριακή κατάσταση λειτουργίας (Χαρακτηριστικός συνδυασμός)

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

Έλεγχος σε οριακή κατάσταση λειτουργίας (Οιονεί - Μόνιμος συνδυασμός)

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

όπου:

- “+” υποδηλώνει «προς συνδυασμό με...»
- Σ υποδηλώνει «το συνδυασμένο αποτέλεσμα του...»
- $G_{k,j}$ είναι μία μόνιμη δράση
- P είναι η δράση προέντασης
- $Q_{k,i}$ είναι μία συνοδευτική μεταβλητή δράση
- Οι συντελεστές ψ_i λαμβάνονται όπως αυτοί ορίζονται σε ΕΝ 1990

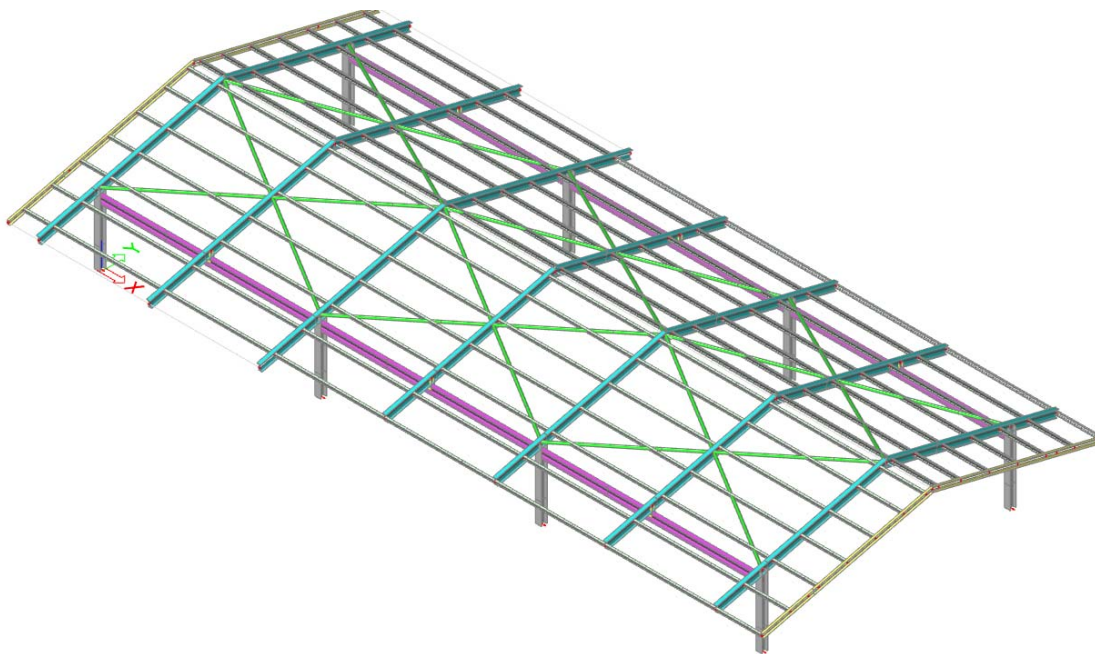
Τύπος	Δράση	γ (δυσμενής)	γ (ευμενής)	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Μόνιμα	G	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
Κινητά φορτία (κατηγορία H)	L	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00
Χιόνι	S	1.50	0.00	0.50	0.20	0.00
Άνεμος	W	1.50	0.00	0.60	0.20	0.00
Θερμοκρασία	T	1.50	0.00	0.60	0.50	0.00
Σεισμός	E	1.00	1.00	-	-	-

6. Έλεγχοι Μεταλλικού Στεγάστρου

6.1 Προσομοίωμα

Η ανάλυση του φορέα πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια ενός τρισδιάστατου προσομοιώματος πεπερασμένων στοιχείων, όπου το σύνολο των μελών αναπαριστάται μέσω γραμμικών στοιχείων δοκού (beam elements). Οι συνοριακές συνθήκες των μελών λήφθηκαν υπόψη μέσω κατάλληλων στροφικών ελευθεριών και δεσμεύσεων στα άκρα του εκάστοτε μέλους, όπου αυτές απαιτούνται. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι, στροφικά ελατήρια εισήχθησαν στη θέση έδρασης του υποστυλώματος, καθώς και αντίστοιχες ελευθερίες στα άκρα των οριζόντιων χιαστί συνδέσμων δυσκαμψίας. Ο προσδιορισμός της ιδιοπεριόδου του στεγάστρου που απαιτείται για τον υπολογισμό της σεισμικής δράσης, πραγματοποιήθηκε μέσω ιδιομορφικής ανάλυσης, όπου ως μάζες λογίστηκαν τα μόνιμα φορτία λόγω ιδίου βάρους και πρόσθετων επικαλύψεων.

Η ανάλυση των συνδεσμολογιών πραγματοποιήθηκε μέσω κατάλληλων τρισδιάστατων προσομοιωμάτων, όπου έγινε χρήση επιφανειακών στοιχείων για την μοντελοποίηση των επιμέρους χαλύβδινων στοιχείων.



Εικόνα 6 - Τρισδιάστατη άποψη προσομοιώματος μεταλλικού στεγάστρου

6.2 Έλεγχοι σε Οριακή Κατάσταση Αστοχίας

Για τις ανάγκες των αναλύσεων πραγματοποιήθηκαν ελαστικές αναλύσεις 1ης τάξεως, καθώς ο φορέας δεν παρουσίασε μεταθετότητα για κανένα εκ των φορτιστικών συνδυασμών ($\alpha_{cr} > 10$), όπως ορίζεται στο πρότυπο EN1993-1-1 (5.2).

Περίπτωση Φόρτισης	$\delta_{h,Ed}$	$H_{i,Ed}$	$V_{i,Ed}$	a_{cr}
Rx min / max *	11.4 mm	110.73 kN	474.98 kN	47.0
Ry min / max *	7.5 mm	130.70 kN	91.34 kN	438.8
Rz max *	8.2 mm	55.19 kN	836.99 kN	18.5

*h=2300mm

Τα εντατικά μεγέθη των αναλύσεων σε Οριακή Κατάσταση Αστοχίας χρησιμοποιήθηκαν για τον έλεγχο των μελών έναντι αντοχής σε επίπεδο διατομής κατά EN1993-1-1 (6.2), καθώς και για τον έλεγχο των μελών έναντι ευστάθειας κατά EN1993-1-1 (6.3). Οι δυσμότεροι φοριστικοί συνδυασμοί ανά θέση, μέλος και είδος έντασης εφαρμόστηκαν για την διαστασιολόγηση και τον έλεγχο της εκάστοτε συνδεσμολογίας. Οι ελέγχοι των συνδέσεων πραγματοποιήθηκαν βάσει των προτύπων EN1993-1-5 και EN1993-1-8, για τις συνδεσμολογίες, ενώ έλεγχος των αγκυρίων πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με το πρότυπο EN1992-4.

Μέλη (Utilization)	UC _{section}	UC _{stability}
Στύλοι	0.76	0.66
Δοκοί Ζυγώματος	0.72	0.82
Κεφαλοδοκοί	0.56	0.87
Αντιανέμια	0.25	0.99

6.3 Έλεγχοι σε Οριακή Κατάσταση Λειτουργικότητας

Ο φορέας ελέγχθηκε σε επίπεδο παραμορφώσεων (μετατοπίσεων) για την Οριακή Κατάσταση Λειτουργικότητας (Characteristic), έναντι οριζόντιων μεταθέσεων για σχετικές οριζόντιες μετατοπίσεις L/150, και κατακόρυφες μετατοπίσεις αντίστοιχα L/200. Ακόμα, πραγματοποιήθηκε έλεγχος λόγω οριζόντιας μετάθεσης των πλαισίων κατά EN1998-1 (4.4.3.2) για σχετικές οριζόντιες μετακινήσεις L/100, με $\nu=0.4$ για κατηγορία σπουδαιότητας II.

Περίπτωση	Μετατόπιση	Όριο
Οριζόντιες Μετατοπίσεις (SLS)	-8.7 / +8.6 mm (Στύλος)	2300/150 = 15.3 mm
Κατακόρυφες Μετατοπίσεις (SLS)	-21.4 / +11.8 mm (Κορφιάς)	8100/200 = 40.5 mm
Οριζόντιες Μετατοπίσεις (EQ)	-1.92 / +1.92 mm (Στύλος)	2300/100 = 23.0 mm

Αθήνα, Οκτώβριος 2024