



ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΕ  
ΑΕΙ Πειραιά Τ.Τ.

Σχεδίαση Στεγάστρου Κερκίδων Γηπέδου  
“Γρηγόριος Λαμπράκης” Δ.Σ. Ζωγράφου

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μάριος Κόστα (Α.Μ.44526)

Επιβλέπων : Δρ. Νικόλαος Κουρνιατής

Μάιος 2019



## Πίνακας περιεχομένων

Εισαγωγικά στοιχεία	1
1. ΣΤΑΔΙΟ	2
2. ΣΧΕΔΙΑΣΗ	8
2.1 Στατικά συστήματα στεγάστρων	8
2.2 Στέγαστρο	12
2.3 Κερκίδα	13
2.4 Γήπεδο – Στίβος	13
2.5 Υλικά και Διατομές	15
3. ΔΡΑΣΕΙΣ	17
3.1 Μόνιμες Δράσεις	17
3.2 Μεταβλητές Δράσεις	17
4. ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	36
4.1 Οριακή Κατάσταση Αστοχίας	36
4.2 Οριακή Κατάσταση Λειτουργίας	39
4.3 Σεισμός	40
5. ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΦΟΡΕΑ στο SAP2000	42
6. Φωτορεαλισμός στο Lumion	58
Βιβλιογραφία	64



## Εισαγωγικά στοιχεία

Αντικείμενο μελέτης αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι η ανάλυση και η διαστασιολόγηση μεταλλικού στεγάστρου γηπέδου. Το υπό μελέτη γήπεδο είναι το Δημοτικό Στάδιο Γρηγόρης Λαμπράκης. Σκοπός της εργασίας είναι ο σχεδιασμός στεγάστρου κάλυψης των κερκίδων , το οποίο θα είναι στατικά επαρκές.

Γίνεται αναφορά τις αθλητικές εγκαταστάσεις που φιλοξενεί το γήπεδο. Η σχεδίαση του φορέα έγινε με τη χρήση του προγράμματος AutoCAD λαμβάνοντας υπόψη τον περιβάλλοντα χώρο στις ήδη υπάρχουσες εγκαταστάσεις.

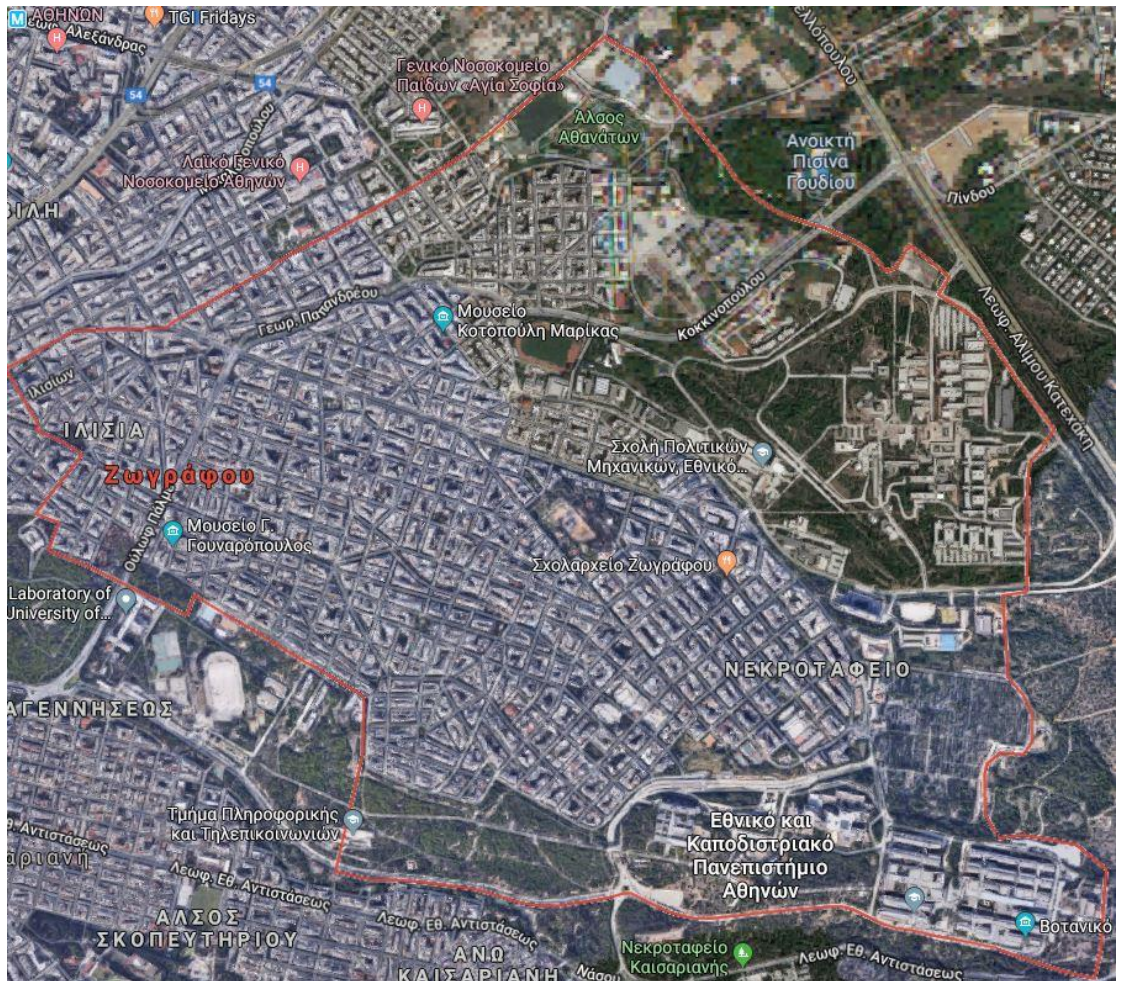
Γίνεται ανάλυση και διαστασιολόγηση στο πρόγραμμα SAP2000 με βάση τους Ευρωκώδικες 0 (Βάσεις Σχεδιασμού EN1990) 1(Δράσεις επί των Κατασκευών EN1990)

3 (Σχεδιασμός Κατασκευών από Χάλυβα EN1990)

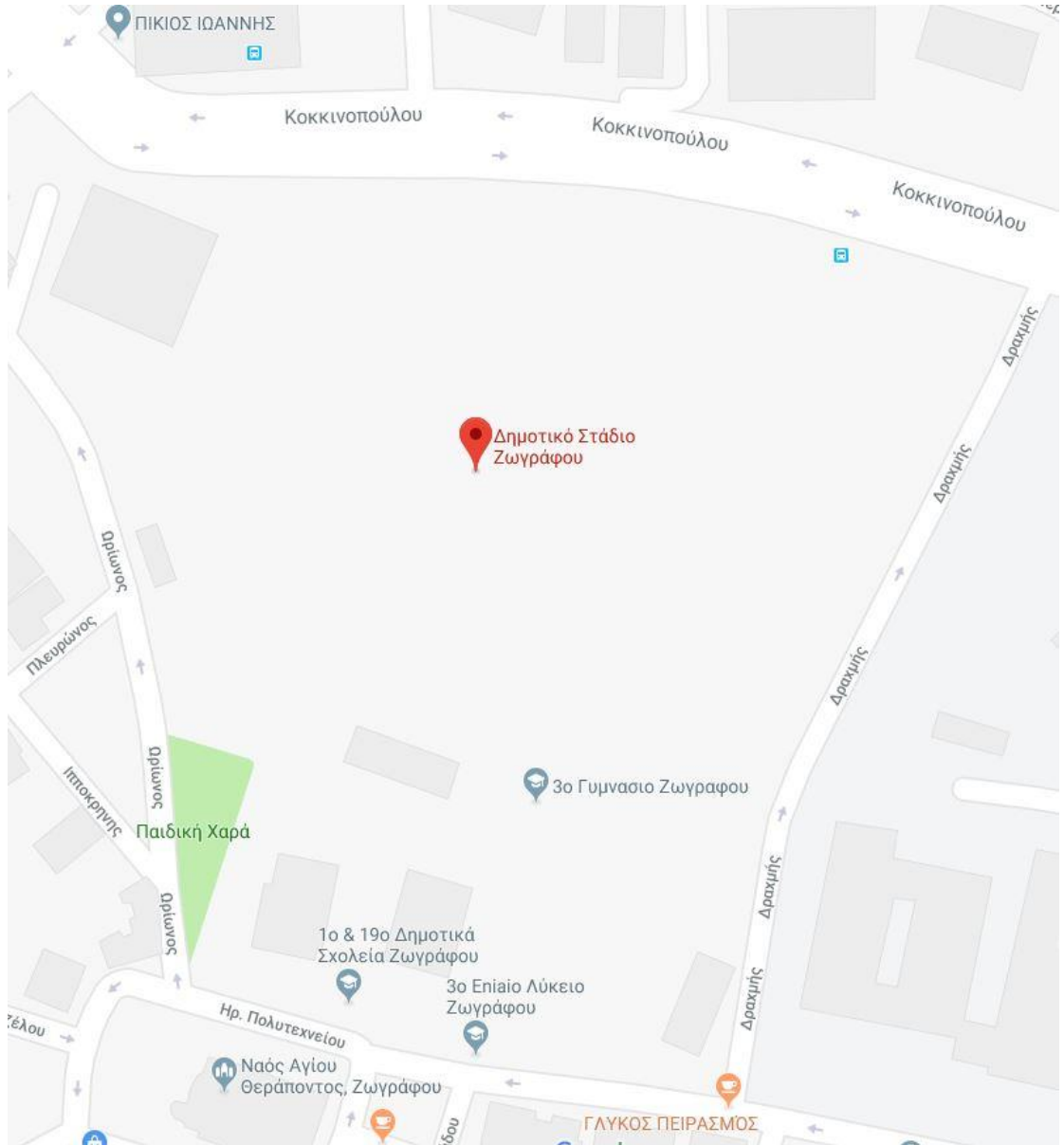
8 (Αντισεισμικός Σχεδιασμός Κατασκευών) γίνεται ανάλυση και διαστασιολόγηση στο πρόγραμμα SAP2000. Τέλος φωτορεαλιστική απεικόνιση των νέων εγκαταστάσεων στο Lumion.

# 1. ΣΤΑΔΙΟ

Το στάδιο βρίσκεται στον Δήμο Ζωγράφου, 4 χλμ. ανατολικά του κέντρου της Αθήνας και φέρει το όνομα του δολοφονηθέντα βουλευτή αλλά και αθλητή Γρηγόρη Λαμπράκη.



Έχει έκταση 25,250 m<sup>2</sup> και συνορεύει με τις οδούς Ωρίωνος, Δραχμής, Κοκκινοπούλου και Ηρ.Πολυτεχνείου.



Η πρόσβαση είναι εύκολη χρησιμοποιώντας την αστική συγκοινωνία. Μέσω των λεωφορείων 230 και 608 κατεβαίνοντας στη στάση 6<sup>η</sup> Ζωγράφου είτε μέσω του 140 κατεβαίνοντας στη στάση Γέφυρα. Αν και υπάρχει μια κύρια είσοδος και δυο βοηθητικές η μόνη διαθέσιμη για το κοινό είναι η βοηθητική από την πλευρά της οδού Ωρίωνος.

Κύρια είσοδος



Βοηθητική είσοδος από την οδό Δραχμής





Βοηθητική είσοδος από την οδό Ωρίωνος



Το στάδιο κτίστηκε το 1972 περιλαμβάνει γήπεδο ποδοσφαίρου με φυσικό χλοοτάπητα και στίβο 400 μέτρων με 6 διαδρομές.



Στη μια και μοναδική νότια κερκίδα που διαθέτει το γήπεδο μπορεί να φιλοξενήσει 2050 καθήμενους θεατές.



Το στάδιο λειτουργεί ως έδρα του Ηλυσιακού. Η χρήση είναι ελεύθερη για τους δημότες όχι όμως στα αποδυτήρια και τους βοηθητικούς χώρους που διαθέτει το στάδιο.

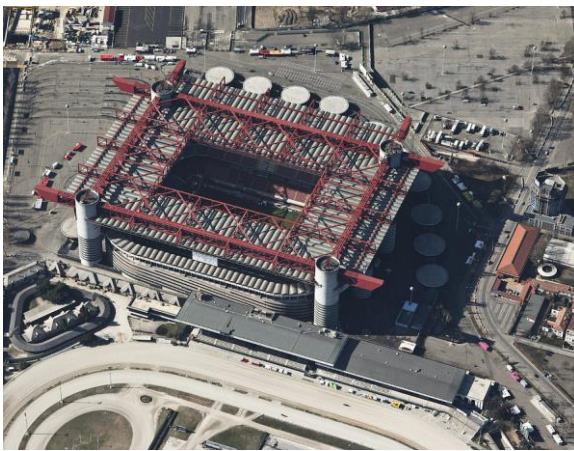
Το υπάρχων στέγαστρο καλύπτει ένα μικρό μέρος της κερκίδας στο επάνω διάζωμα με 144 θεατές.



## 2. ΣΧΕΔΙΑΣΗ

### 2.1 Στατικά συστήματα στεγάστρων “Π”

Αποτελείται από δύο κύρια υποστυλώματα σε κάθε άκρη του στεγάστρου που ενώνονται μέσω μιας κύριας δοκού σχηματίζοντας έτσι ένα Π.



(πηγή: fineartamerica.com) San Siro Stadium



(πηγή: www.90min.com)

## Πρόβολος

Ένας μεγάλος πρόβολος πακτωμένος στη μία του άκρη ενώ η άλλη εκτείνεται πάνω από τις κερκίδες.

Δημοτικό Γήπεδο Αιγάλεω



(πηγή: [www.xorotexniki.gr](http://www.xorotexniki.gr))

## Μέσω Καλωδίων

Τα φορτία του στεγαστρού μεταφέρονται στα υποστυλώματα μέσω των καλωδίων.

ΟΑΚΑ



(πηγή: [www.harrysgym.gr](http://www.harrysgym.gr))

## Πλήρους Κάλυψης

Συνήθως εφαρμόζεται σε αθλητικές εγκαταστάσεις. Διατηρείται με την άσκηση θετικής εσωτερικής πίεσης μέσω ειδικών ανεμιστήρων.

### Oracle Arena



(πηγή: [www.or-cp.com](http://www.or-cp.com))

## Δακτύλιοι

Αποτελείται από δακτυλίους οι οποίοι δρουν εφελκυστικά εσωτερικά και θλιπτικά εξωτερικά. Διατηρούν οβάλ σχήμα και στηρίζουν την επικάλυψη της στέγης.

## Maracana

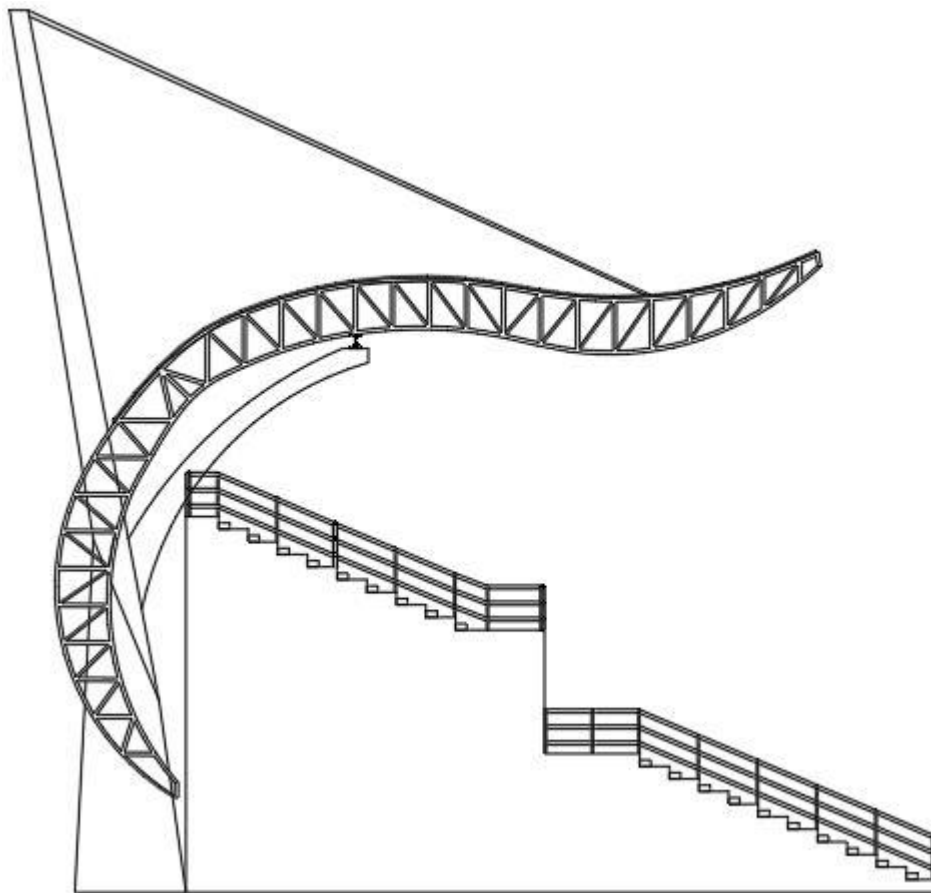


(πηγή: [www.sbp.de](http://www.sbp.de))

Αυτά ήταν κάποια παραδείγματα στέγησης σταδίων, σε κάθε περίπτωση ανάλογα με τις ανάγκες μπορεί να υπάρξει και συνδυασμός αυτόν των στατικών συστημάτων.

## 2.2 Στέγαστρο

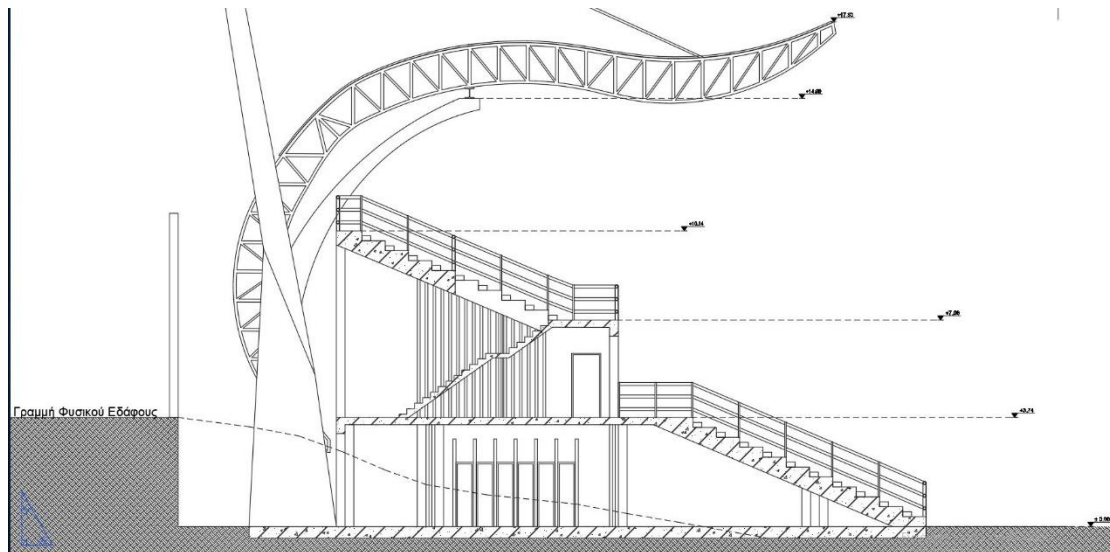
Είναι ένας συνδυασμός προβόλου και καλωδίων για την κάλυψη των κερκίδων. Υπάρχουν 14 υποστυλώματα μαζί με ένα κύριο μεταλλικό δοκάρι που τρέχει σε όλο το μήκος του δικτυώματος. Το συνολικό μήκος του στέγαστρο είναι 107 μετρά και 17 μετρά σε πλάτος, αφήνοντας μόνο ένα μικρό μέρος της κερκίδας μη προστατευμένο.



Σε αυτή την περίπτωση δεν υπάρχουν ενδιάμεσα υποστυλώματα οπότε η θέαση γίνεται χωρίς προβλήματα προς τον αγωνιστικό χώρο.

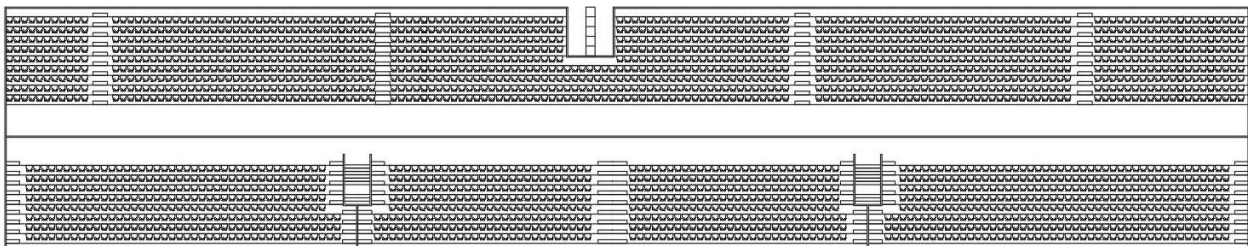


## Τομή ΒΒ



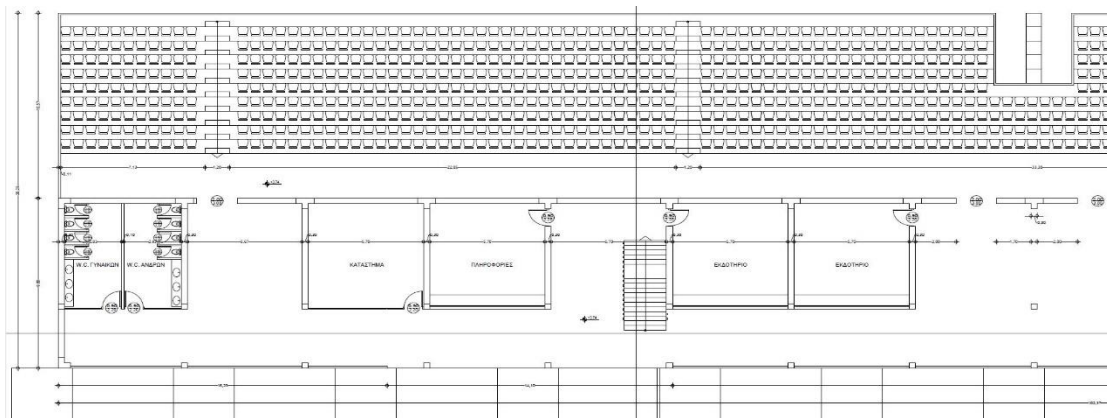
### 2.3 Κερκίδα

Το συνολικό μήκος της κερκίδας θα είναι 102,37 μέτρα και πλάτος 20,25 μέτρα . Θα μπορεί να φιλοξενήσει 4806 καθήμενους θεατές συνολικά στη νοτιά και βορειά κερκίδα.

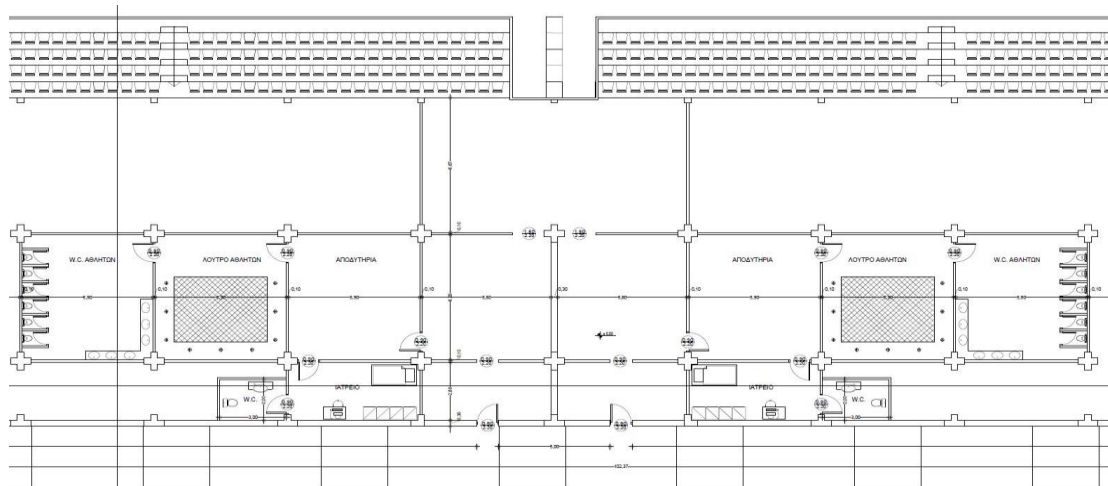


Η κερκίδα θα διαθέτη όλους τους απαραίτητους χώρους για την διεξαγωγή των αγώνων όπως συχώρνα αποδυτήρια, ιατρεία ,λουτρό για τους αθλητές αλλά και καταστήματα για τους θεατές.

### Τμήμα κάτοψης ισογείου

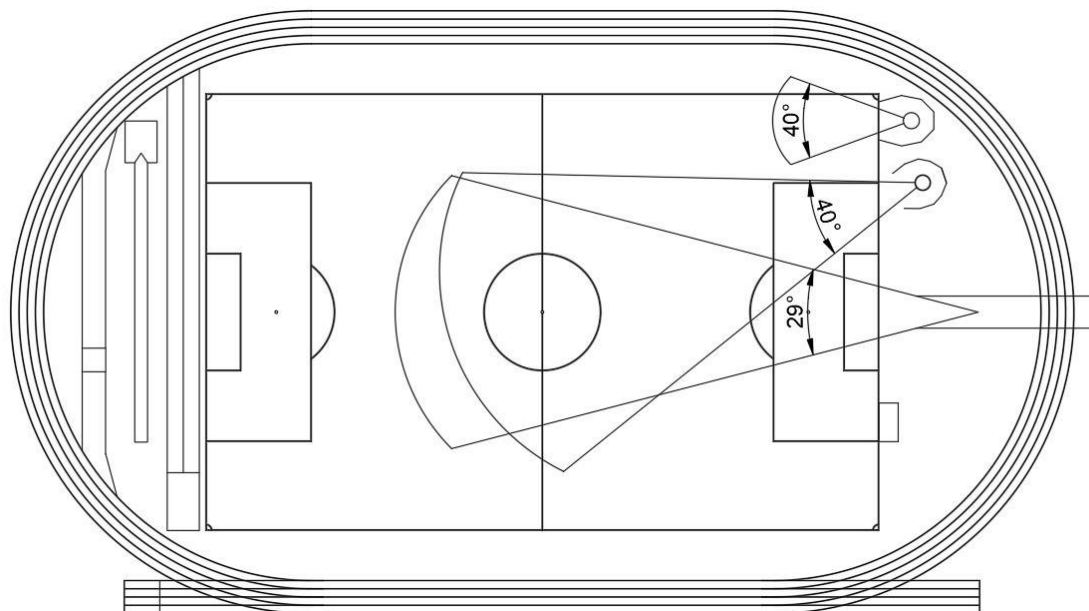


## Τμήμα κάτοψης υπογείου



## 2.4 Γήπεδο στίβος

Οι διαστάσεις του γηπέδου είναι 105x68 μέτρα και οι διάδρομοι των 400m θα γίνουν 4 ώστε να δημιουργηθεί ο απαραίτητος χώρος για τα υποστυλώματα καθώς υπάρχουν κτίρια στην νότια πλευρά του γηπέδου. Θα προστεθούν οι εγκαταστάσεις για τα αθλήματα σφαιροβολία, δισκοβολία, ακόντιο, άλμα εις ύψος-άλμα εις μήκος.



## 2.5 Υλικά και Διατομές

Δομικός Χάλυβας : είναι ένα κράμα με βασικό συστατικό το σίδηρο (Fe) και διάφορα άλλα μεταλλικά και μη στοιχεία όπως Άνθρακας (C) , Μαγγάνιο (Mn), Πυρίτιο(Si) κτλ. Πλεονεκτήματα του είναι μικρό ίδιο βάρος , απόκριση σε συνθήκες σεισμού , ταχύτητα κατασκευής. Ένα σημαντικό μειονέκτημα είναι η ευαισθησία που έχει σε υψηλές θερμοκρασίες.

Επιλέχθηκε τετράγωνη διατομή για τα επιμέρους τμήματα του φορέα και κύρια δοκός τύπου Η (HEM).Τέλος το καλώδιο έχει κυκλική διατομή.

Μέσω συγκόλλησής και κοχλιών θα γίνει η σύνδεση , των οποίων οι χαρακτηριστικές τους τιμές και ποιότητες δίνονται από τον EN 1993-1-8.

Σκυρόδεμα : Το σκυρόδεμα είναι κονίαμα (δηλαδή μείγμα ορυκτών αδρανών, νερού, συνδετικών, τυχόν πρόσθετων). Η σύνθεση του σκυροδέματος και η αναλογία των υλικών ποικίλει και καθορίζεται από την μελέτη σύνθεσης σκυροδέματος. Ανάλογα με τις απαιτήσεις το τσιμέντο είναι τουλάχιστον το 11% έως 17% του συνολικού βάρους ενώ το νερό το πολύ 48% έως 70% του βάρους του σκυροδέματος. Το νερό δεν χάνεται από το τελικό σκυρόδεμα αλλά δεσμεύεται χημικά. Η αύξηση της ποσότητας του νερού στο αρχικό μείγμα αυξάνει την ερασιμότητα αλλά οδηγεί σε προβλήματα όπως μειωμένη αντοχή, ρηγματώσεις, μειωμένη προστασία του οπλισμού στο οπλισμένο σκυρόδεμα και άλλα. Το μεγαλύτερο μέρος του βάρους είναι το βάρος των αδρανών. Τα αδρανή πρέπει να είναι γωνιώδη και να έχουν καλή διαβάθμιση από λεπτόκοκκα έως πιο χονδρόκοκκα. Στο σκυρόδεμα μπορούν να προστεθούν χημικές ενώσεις που μεταβάλουν ιδιότητές του όπως τον χρόνο πήξης, την ευκολία ροής και άλλες. Κατά τον Ευρωκώδικα 2 υπάρχουν κατηγορίες αντοχής όπως C20/25 C35/45

C40/50 κτλ.

Επιλέχθηκε ορθογωνική διατομή υποστυλωμάτων που μειώνεται όσο πλησιάζει στη τελική στάθμη του υποστυλώματος.

Πολυκαρβονικό : Polycarbonate ή πολυκαρβονικό ή πολυανθρακικό, είναι από τα πλέον σύγχρονα υλικά αντέχει σε μεγάλες καταπονήσεις, δεν σπάει και δεν χαράζεται εύκολα και χάρη στο μικρό βάρος χρησιμοποιούνται στην δόμηση και στέγαση, αντί των κλασικών τζαμιών στα παράθυρα, στη δημιουργία θερμοκηπίων, σαν θερμομονωτικά, προστατευτικά από την ακτινοβολία UV, στη διακόσμηση και πολλές άλλες χρήσεις στην αρχιτεκτονική. Επιλέχθηκε για την επικάλυψη του στεγάστρου.

### 3.ΔΡΑΣΕΙΣ

Οι δράσεις που επιβάλλονται στις κατασκευές ταξινομούνται σε Μόνιμες δράσεις (ίδιο βάρος , εξοπλισμός και επιστρώσεις ) , Μεταβλητές δράσεις (χιόνι, άνεμος) , Τυχηματικές δράσεις (πυρκαγιά εκρήξεις) , Σεισμικές δράσεις.

#### 3.1 Μόνιμες Δράσεις

Γενικά το ίδιο βάρος των κατασκευών θα πρέπει να εκφράζεται από μια μόνο χαρακτηριστική τιμή και να υπολογίζεται με βάση των ονομαστικών διαστάσεων και των χαρακτηριστικών τιμών των πυκνοτήτων. Το συνολικό ίδιο βάρος υπολογίζεται αυτόματα από το SAP2000 που εμπεριέχει :

Ίδιο βάρος του χάλυβα

Ίδιο βάρος επικάλυψης

Προσθέτουμε ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό στη στέγη 1,5kN/m

#### 3.2 Μεταβλητές Δράσεις

Γενικά τα επιβαλλόμενα φορτία σε κτήρια είναι τα φορτία που προκύπτουν από τη χρήση, φορτίο στέγης(π.χ. εργάτης) θεωρείται ομοιόμορφα κατανεμημένο. Σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα δεν δρα ταυτόχρονα με τα φορτία χιονιού ή ανέμου.

Κατηγορίες φορτιζόμενων επιφανειών	Συγκεκριμένη χρήση
H	Στέγες μη προσβάσιμες παρά μόνο για την κανονική συντήρηση και επισκευή
I	Στέγες προσβάσιμες για χρήση σύμφωνα με τις κατηγορίες A και D
K	Στέγες προσβάσιμες για ειδικές χρήσεις, όπως ελικοδρόμια

Η τιμή που προτείνεται από το Εθνικό Προσάρτημα είναι 0,5kN/m<sup>2</sup>

## Φορτία Χιονιού

Το χιόνι χαρακτηρίζεται ως μια στατική δράση, μεταβλητή ως προς τον χρόνο αλλά σταθερή ως προς τον χώρο. Σε ειδικές καταστάσεις η δράση του χιονιού μπορεί να θεωρηθεί ως τυχηματική δράση, συνήθως μικρής διάρκειας .

Για τον υπολογισμό του φορτίου χιονιού σε στέγες χρησιμοποιείται η σχέση :  $S = \mu_i C_e C_t S_k$  όπου

$S$  είναι το φορτίο χιονιού

$\mu_i$  είναι ο συντελεστής σχήματος του φορτίου

$C_e$  είναι ο συντελεστής έκθεσης

$C_t$  είναι ο θερμικός συντελεστής

$S_k$  είναι χαρακτηριστική τιμή φορτίου χιονιού στο έδαφος

### Τιμές $C_e$

Συνθήκες έκθεσης της κατασκευής	$C_e$
Κανονικές συνθήκες	1.00
Ισχυροί άνεμοι	0.80
Προστατευμένες κατασκευές	1.20

Για κανονικές συνθήκες έχουμε  $C_e = 1.00$  και ο  $C_t = 1.00$  εκτός αν υπάρχει θερμική απώλεια από τη στέγη.

Από την τοποθεσία και το υψόμετρο θα βρούμε τη χαρακτηριστική τιμή του φορτίου χιονιού (ENV 1991-2-3 Ευρωκώδικας 1)

Η περιοχή του Ζωγράφου βρίσκεται 4 χλμ. ανατολικά του κέντρου των Αθηνών, σε υψόμετρο 140 μέτρων.

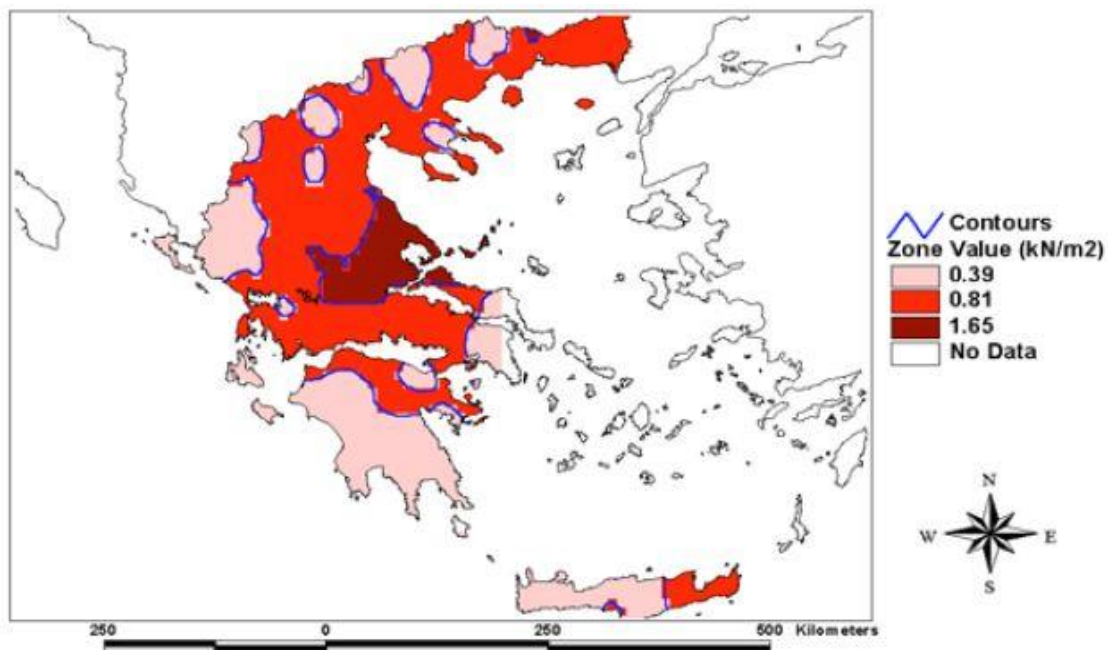
Εθνική Ζώνη II	Υψόμετρο	Τιμή Φορτίου $S_k(kN/m^2)$
Ανατολική Στερεά	300-400m	0.73

Σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 1 η τιμή αυτή δίνεται από την σχέση :  $S_k = (0.420Z - 0.030) [1 + (A/917)^2]$  όπου

$S_k$  είναι η χαρακτηριστική τιμή φορτίου χιονιού στο έδαφος

$A$  είναι το υψόμετρο της περιοχής

$Z$  είναι η τιμή που δίνεται από χάρτη



οπότε  $Z = 0,39 \text{ kN/m}^2$

και  $S_k = (0.420 \cdot 0,39 - 0.030) [1 + (140/917)^2] = 1,36 \text{ kN/m}^2$

Για μονόκλινη στέγη με γωνία κλίσης  $\alpha = 15^\circ$  έχουμε :

Κλίση στέγης $\alpha^\circ$	Συντελεστής $\mu_i$
-----------------------------	---------------------

$0^\circ \leq a \leq 30^\circ$	0.80
$30^\circ \leq a \leq 60^\circ$	$0.8(60-\alpha)/30$
$a \geq 60^\circ$	0.00

οπότε  $\mu_i = 0,80$

Άρα το φορτίο χιονιού στη στέγη του κτιρίου είναι :

$$S = \mu_i C_e C_t S_k = 0,80 * 1,00 * 1,00 * 1,36 \text{ kN/m}^2 = 1,088 \text{ kN/m}^2$$



## Φορτία Ανέμου

Ως δράση του ανέμου επί των κατασκευών θεωρείται η πίεση που αναπτύσσεται από την ανάσχεση της ροής του ανέμου. Από τις αναπτυσσόμενες πιέσεις προκύπτουν δυνάμεις κάθετες προς την προσβαλλόμενη επιφάνεια. Πεδίο εφαρμογής Ευρωκώδικα σε κτίρια και τεχνικά έργα ύψος δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 200m.

### Εξωτερική πίεση : $w_e = q_p(z_e) * c_{pe}$

$w_e$  είναι η πίεση του ανέμου στην εξωτερική επιφάνεια

$z_e$  είναι το ύψος αναφοράς για την εξωτερική πίεση

$q_p(z_e)$  είναι η πίεση ταχύτητας αιχμής

$c_{pe}$  είναι ο συντελεστής εξωτερικής πίεσης

### Εσωτερική πίεση : $w_i = q_p(z_i) * c_{pi}$

$w_i$  είναι η πίεση του ανέμου στην εσωτερική επιφάνεια

$q_p(z_i)$  είναι η πίεση ταχύτητας αιχμής

$z_i$  το ύψος αναφοράς για την εσωτερική πίεση

$c_{pi}$  ο συντελεστής εσωτερικής πίεσης

### Πίεση ταχύτητας αιχμής :

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

$\rho$  είναι η πυκνότητα του αέρα ισούται με  $1,25 \text{ kg/m}^3$

$q_b$  είναι η βασική πίεση ισούται με  $[1/2 * \rho * v_b^2]$

$v_b$  είναι η βασική ταχύτητα του ανέμου ισούται

$$v_b = c_d * c_s * v_{b,0}$$

όπου

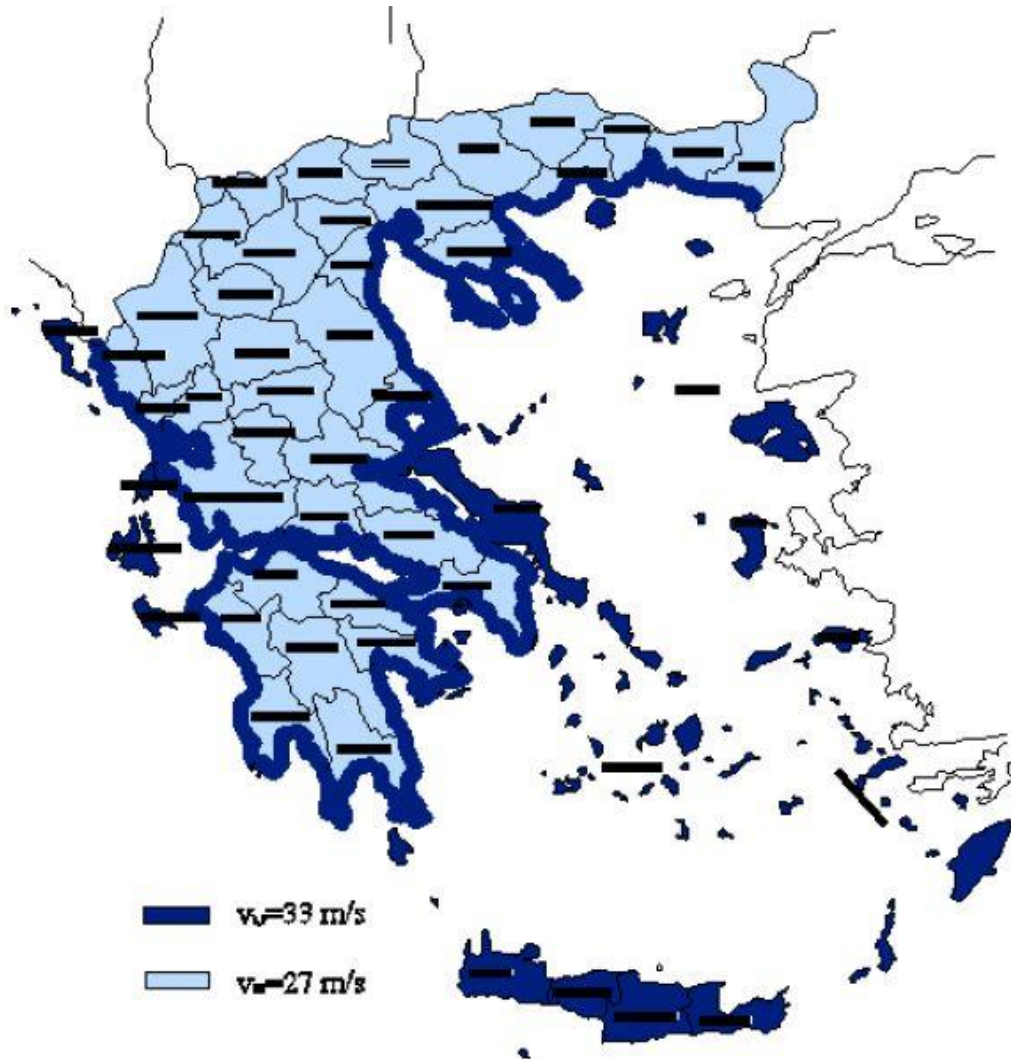
$c_d$  συντελεστής διεύθυνσης = 1.00

$c_s$  συντελεστής εποχής = 1.00

$v_{b,0}$  είναι η θεμελιώδεις τιμή βασικής ταχύτητας του ανέμου.

Για την Ελλάδα ορίζεται σύμφωνα με το Εθνικό Προσάρτημα 33m/s για τα νησιά και τα παράλια μέχρι 10km από την ακτή και σε 27m/s για την υπόλοιπη χώρα .

### Θεμελιώδεις χάρτης βασικής ταχύτητας ανέμου



οπότε  $v_b = c_d * c_s * v_{b,0} = 27 \text{ m/s}$

Άρα  $q_b = [\frac{1}{2} * \rho * v_b^2] = 45,56 \text{ N/m}^2$

$v_m(z)$  είναι η μέση ταχύτητα του ανέμου

ισούται με  $c_r(z) * c_0(z) * v_b$  όπου

$c_r(z)$  είναι ο συντελεστής ταχύτητας

$c_0(z)$  είναι ο συντελεστής ανάγλυφου (=1.00)

$$c_r(z) = k_r * \ln(z/z_0)$$

$$k_r = 0.19 * (z_0/z_{0II})^{0.07} = 2,66$$

$$\text{Άρα } c_r(z) = k_r * \ln(z/z_0) = 1,46$$

$l_v(z)$  είναι η ένταση στροβιλισμού σε ύψος  $z$  υπολογίζεται

$$\text{για } z_{\min} \leq z \leq z_{\max} \Rightarrow l_v(z) = k_i / [c_o(z) * \ln(z/z_0)]$$

$$\text{για } z < z_{\min} \Rightarrow l_v(z) = l_v(z_{\min})$$

$k_i$  συντελεστής στροβιλισμού ισούται με 1.00

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΔΑΦΟΥΣ		$z_0$ (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 (π.χ. χωριά, προάστια, μόνιμα δάση)	0,3	5
IV	Περιοχή όπου τουλάχιστον το 15% της επιφάνειας καλύπτεται με κτίρια και το μέσο ύψος τους ξεπερνά τα 15m	1,0	10

$$z_{\min} (10) \leq z (17.30) \leq z_{\max} (200)$$

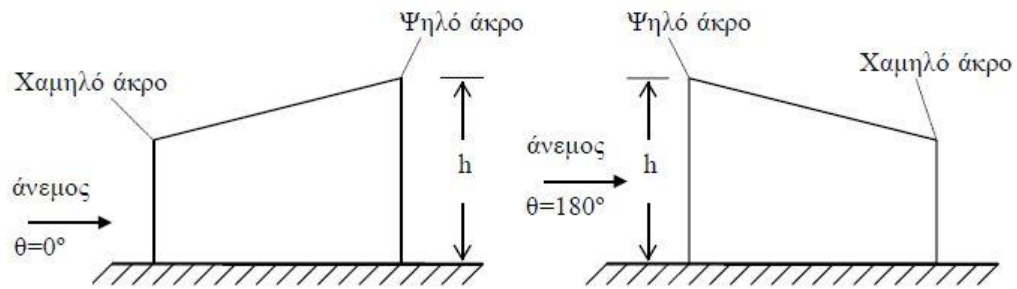
$$l_v(z) = k_i / [c_o(z) * \ln(z/z_0)] = 1,82$$

$$v_m(z) = c_r(z) * c_o(z) * v_b = 39,42 \text{ m/sec}$$

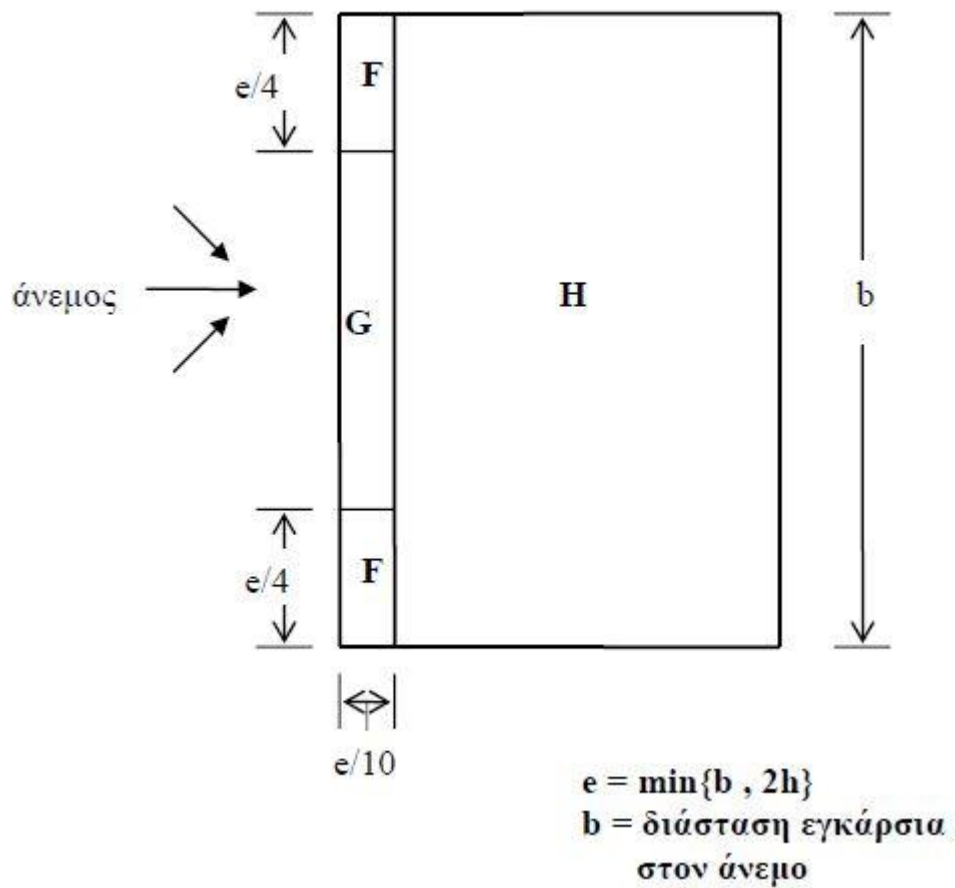
$$q_p(z) = [1 + 7 * l_v(z)] * 1/2 * \rho * v_m^2(z)$$

$$= 1,33 \text{ kN/m}^2 \text{ πίεση ταχύτητας αιχμής}$$

## Διεύθυνση ανέμου σε μονόκλινη στέγη



## διεύθυνση ανέμου



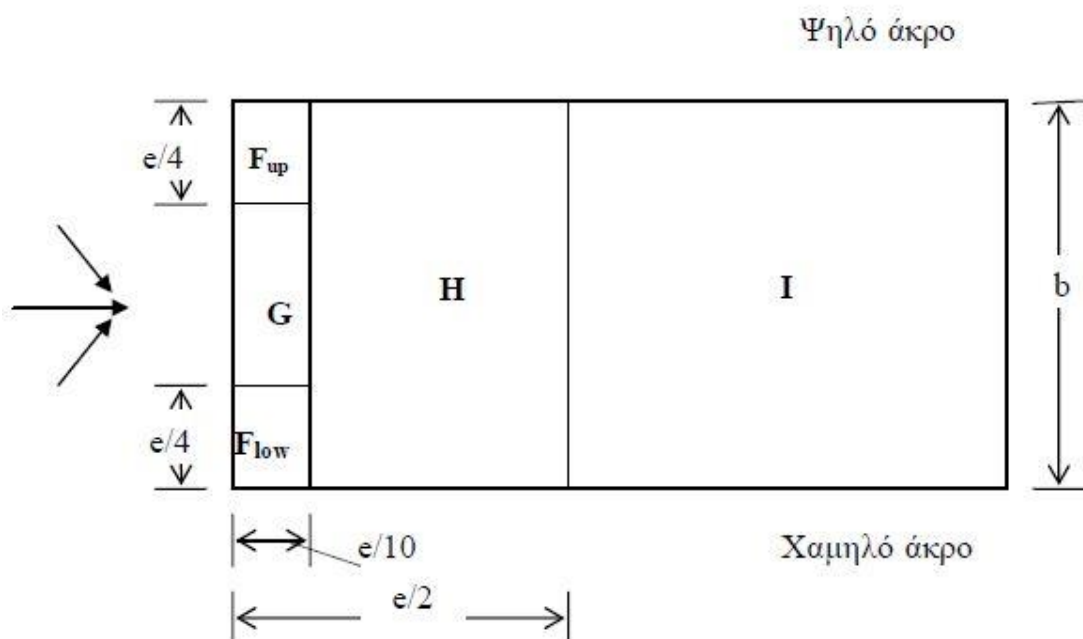
Ζώνη για  $\theta = 0^\circ$

Κλίση $\alpha$		F	G	H
$15^\circ$	$C_{pe.10}$	-0,9	-0,8	-0,3
$15^\circ$	$C_{pe.1}$	-0.2	-1.5	-0.3

Ζώνη για  $\theta = 180^\circ$

Κλίση $\alpha$		F	G	H
$15^\circ$	$C_{pe.10}$	-2,5	-1,3	-0,9
$15^\circ$	$C_{pe.1}$	-2,8	-2,0	-1,2

$\theta = 90^\circ$



Ζώνη για  $\theta = 90^\circ$

Κλίση $\alpha$	$F_{up}$	$F_{low}$	G	H	I
$15^\circ C_{pe.10}$	-2,4	-1,6	-1,9	-0,8	-0,7
$15^\circ C_{pe.1}$	-2,9	-2,4	-2,5	-1,2	-1,2

Εξωτερική πίεση στη στέγη :  $w_e = q_p(z_e)^* C_{pe.10} = 1,33 * C_{pe.10}$

Διεύθυνση ανέμου  $\theta = 0^\circ$

Εξωτερική πίεση	F	G	H
	-0,9	-0,8	-0,3
W	-1,197	-1,064	-0,399

Διεύθυνση ανέμου  $\theta = 180^\circ$

Εξωτερική πίεση	F	G	H
	-2,5	-1,3	-0,9
W	-3,325	-1,729	-1,197

Διεύθυνση ανέμου  $\theta = 90^\circ$

Εξωτερική πίεση	$F_{up}$	$F_{low}$	G	H	I
	-2,4	-1,6	-1,9	-0,8	-0,7
W	-3,192	-2,128	-2,527	-1,064	-0,931

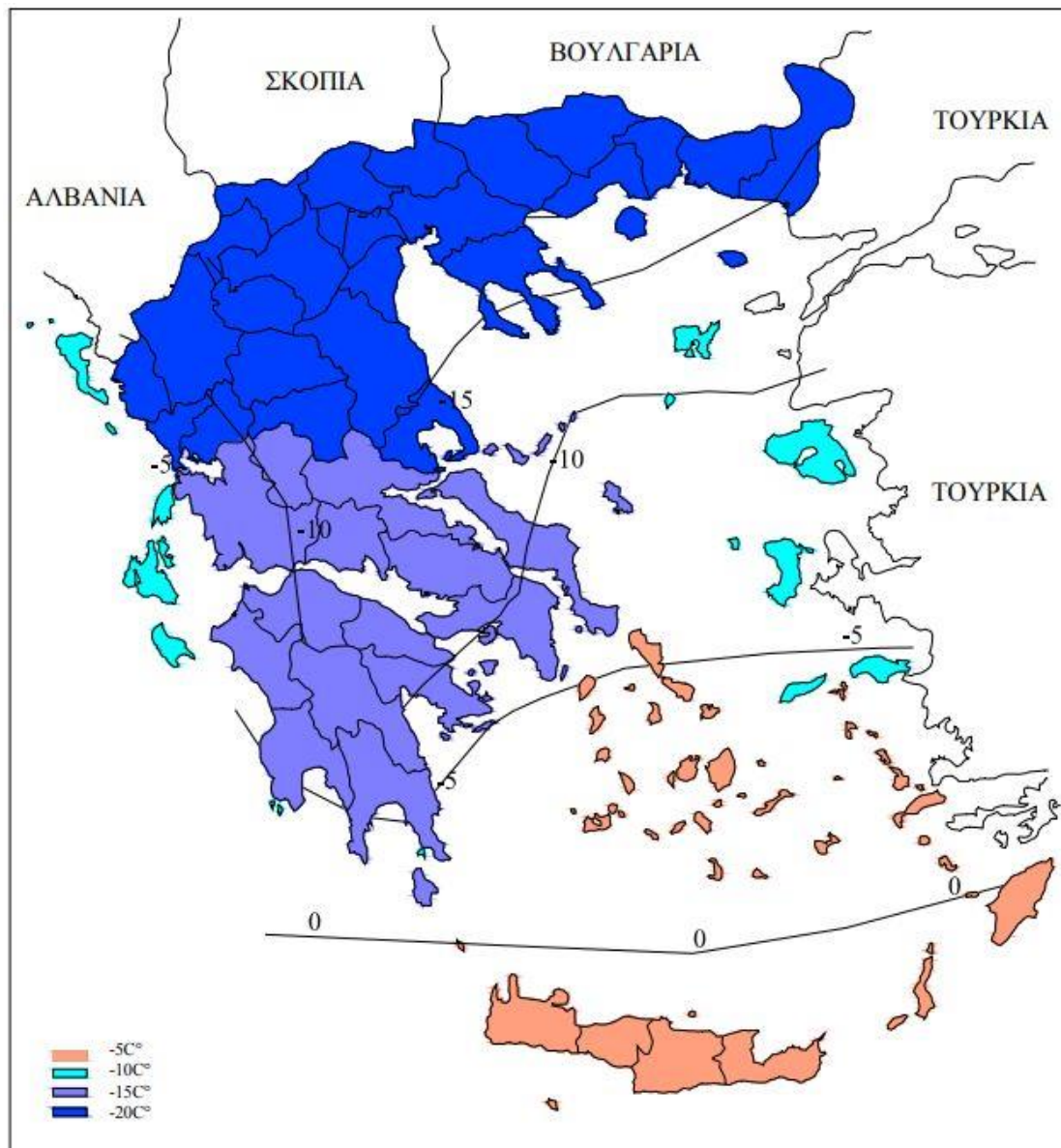
## Θερμικές Δράσεις

Θερμικές δράσεις σε μια κατασκευή προκαλούνται από τις μεταβολές των πεδίων θερμοκρασίας εντός συγκεκριμένου χρονικού διαστήματος. Σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 1 οι δράσεις αυτές είναι έμμεσες και ελεύθερες γι' αυτό και πρέπει να προσδιορίζονται για κάθε κατασκευή σύμφωνα με τον κανονισμό.

## Χάρτης μέγιστων θερμοκρασιών αέρα υπό σκιά $T_{max}$



## Χάρτης ελαχίστων θερμοκρασιών αέρα υπό σκιά $T_{min}$



Στην περίπτωση μας η διαφορά θερμοκρασίας (ομοιόμορφη αύξηση ή μείωση) λήφθηκε στους 20°C.

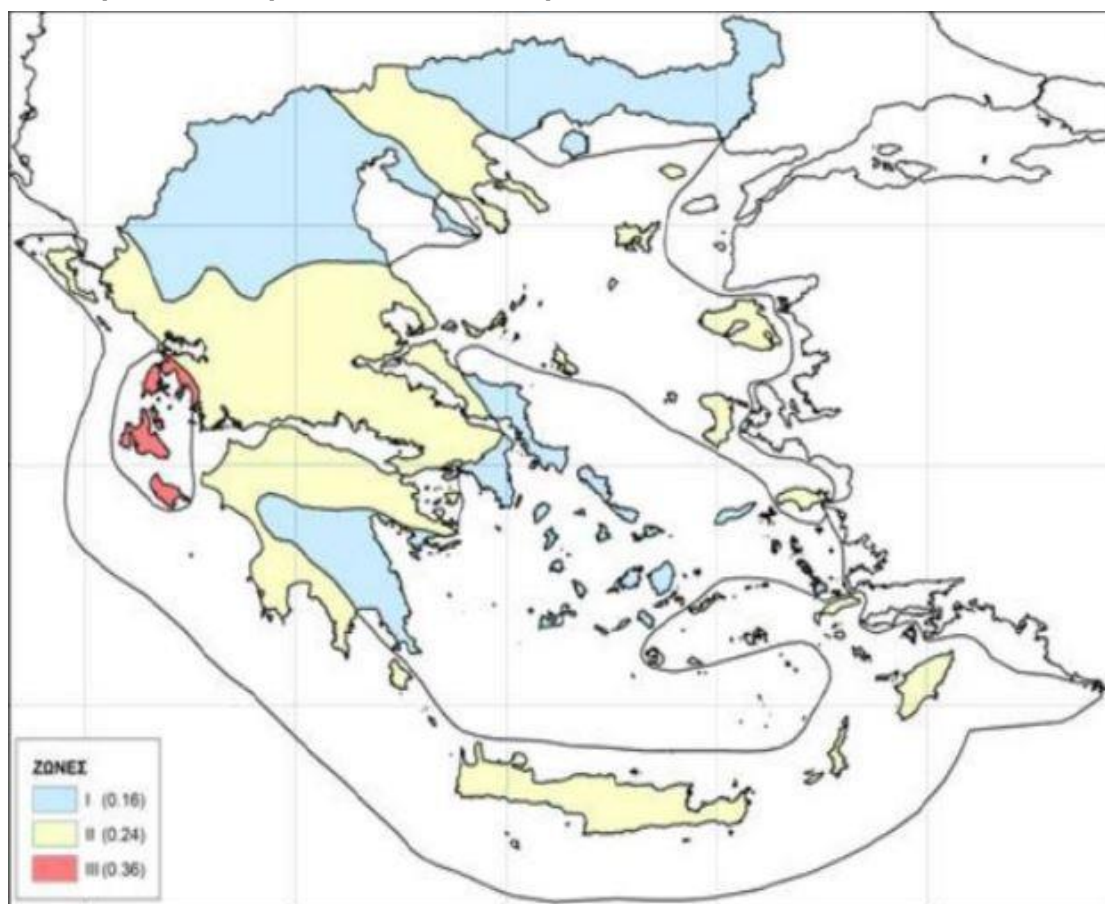


## Σεισμικές Δράσεις

Σεισμικές δράσεις σχεδιασμού είναι οι ταλαντώσεις του κτιρίου λόγω του σεισμού θεωρούνται στατικά αναμενόμενες κατά την διάρκεια ζωής του έργου. Είναι τραυματικές δεν συνδυάζονται με τις δράσεις ανέμου αλλά ούτε και με άλλες τραυματικές δράσεις, αντιπροσωπεύονται από ένα ελαστικό φάσμα σχεδιασμού.

Παράμετροι

### Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας



Ανήκει στη ζώνη I

Ζώνες	$a_{gR}$
Z1	0,16
Z2	0,24
Z3	0,36

άρα  $a_{gR} = 0.16$

### Κατηγορία σπουδαιότητας κτιρίου

Κατηγορία	Κτίρια
I	Κτίρια δευτερεύουσας σημασίας για τη δημόσια ασφάλεια π.χ. γεωργικά κτίρια
II	Συνήθη κτίρια που δεν ανήκουν στις άλλες κατηγορίες
III	Κτίρια των οποίων η σεισμική ασφάλεια είναι σημαντική λαμβάνοντας υπόψη τις συνέπειες κατάρρευσης π.χ. σχολεία, αίθουσες συνάθροισης, πολιτιστικά ιδρύματα κλπ.
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 κλπ.

Ανήκει στη κατηγορία III

Κατηγορίες	$\gamma_i$
I	0,80
II	1,00
III	1,20
IV	1,40

άρα  $\gamma_i = 1,20$

## Κατηγορία Εδάφους

Έδαφος	Στρωματογραφία
A	Βράχος ή άλλος βραχώδης γεωλογικός σχηματισμός, που περιλαμβάνει το πολύ 5m 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 $v_s > 800\text{m/s}$
S <sub>1</sub>	Αποθέσεις που αποτελούνται ή που περιέχουν ένα στρώμα πάχους τουλάχιστον 10m μαλακών αργίλων/ιλών με υψηλό δείκτη πλαστικότητας ( $PI > 40$ ) και υψηλή περιεκτικότητα σε νερό.
S <sub>2</sub>	Στρώματα ρευστοποιήσιμων εδαφών, ευαίσθητων αργίλων ή οποιαδήποτε άλλη εδαφική τομή που δεν περιλαμβάνεται στους τύπους A – E ή S <sub>1</sub>

Ανήκει στη κατηγορία B

Έδαφος	$T_B(\text{sec})$	$T_C(\text{sec})$	$T_D(\text{sec})$	S
A	0,15	0,40	2,50	1,00
B	0,15	0,50	2,50	1,20
C	0,20	0,60	2,50	1,15
D	0,20	0,80	2,50	1,35
E	0,15	0,50	2,50	1,40

άρα  $T_B(\text{sec}) = 0,15$   $T_C(\text{sec}) = 0,50$   $T_D(\text{sec}) = 2,50$   $S = 1,20$

### Οριζόντιο ελαστικό φάσμα απόκρισης (Ευρωκώδικας 8)

Περιοχή Ιδιοπεριόδων

Εξίσωση

$$0 \leq T \leq T_B$$

$$S_e(T) = \alpha_g * S * \{ 1 + T/T_B * (\eta * 2,5 - 1) \}$$

$$T_B \leq T \leq T_C$$

$$S_e(T) = \alpha_g * S * \eta * 2,5$$

$$T_C \leq T \leq T_D$$

$$S_e(T) = \alpha_g * S * \eta * 2,5 * [T_C/T] \geq \beta * \alpha_g$$

$$T_D \leq T \leq 4s$$

$$S_e(T) = \alpha_g * S * \eta * 2,5 * [T_C * T_D/T] \geq \beta * \alpha_g$$

$S_e(T)$  : ελαστικό φάσμα απόκρισης

T : θεμελιώδεις Ιδιοπεριόδων της κατασκευής

$\alpha_g$  : εδαφική επιτάχυνση σχεδιασμού σε έδαφος A ( $\alpha_g = \gamma_i * a_{gR}$ )

$\gamma_i$  : συντελεστής σπουδαιότητας κτιρίου

$a_{gR}$  : μέγιστη σεισμική επιτάχυνση σε βράχο

$T_B, T_C, T_D$  : χαρακτηριστικές περιόδοι του φάσματος

S : συντελεστής εδάφους

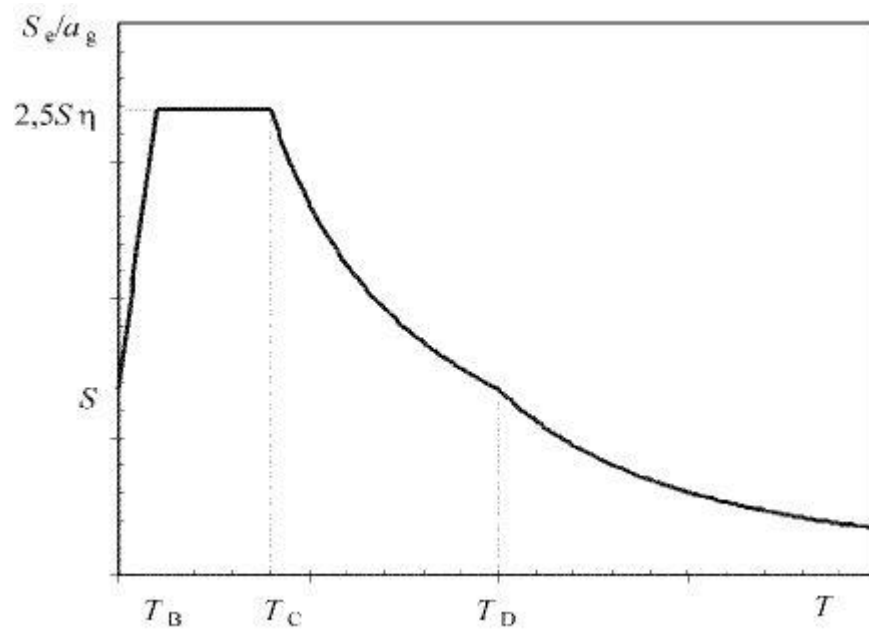
$\eta$  : διορθωτικός συντελεστής απόσβεσης

$$\eta = \sqrt{\frac{10}{5+\zeta}} \geq 0,55$$

Είδος κατασκευής	ζ%
Μεταλλική με συγκολλήσεις	2
Μεταλλική με κοχλιώσεις	4

για ζ=3%      η = 1,12

Μορφή ελαστικού φάσματος



## Φάσμα σχεδιασμού (Ευρωκώδικας 8)

Περιοχή Ιδιοπεριόδων	Εξίσωση
$0 \leq T \leq T_B$	$S_d(T) = \alpha_g * S * [ 2/3 + T/T_B * (2,5/q - 2/3) ]$

$T_B \leq T \leq T_C$	$S_d(T) = \alpha_g * S * \eta * 2,5/q$
-----------------------	--

$T_C \leq T \leq T_D$	$S_d(T) = \alpha_g * S * 2,5/q * [T_C/T] \geq \beta * \alpha_g$
-----------------------	---

$T_D \leq T \leq 4s$	$S_d(T) = \alpha_g * S * 2,5/q * [T_C * T_D/T^2] \geq \beta * \alpha_g$
----------------------	---

$S_d(T)$  : φασματική επιτάχυνση σχεδιασμού

$T$  : θεμελιώδεις Ιδιοπεριόδων της κατασκευής

$\alpha_g$  : μέγιστη οριζόντια σεισμική επιτάχυνση του έδαφος ( $\alpha_g = \gamma_i * a_{gR}$ )

$\gamma_i$  : συντελεστής σπουδαιότητας κτιρίου

$a_{gR}$  : μέγιστη σεισμική επιτάχυνση σε βράχο

$T_B, T_C, T_D$  : χαρακτηριστικές περίοδοι του φάσματος

$S$  : συντελεστής εδάφους

$q$  : συντελεστής συμπεριφοράς

$\beta$  : συντελεστής κατώτατου ορίου (για την Ελλάδα είναι 0,2)

## Κατακόρυφη σεισμική δράση

### Έλεγχος

Εάν η επιτάχυνση  $\alpha_{vg}$  είναι μεγαλύτερη από  $0,25g$  πρέπει να ληφθεί υπόψη. Οι τιμές των χαρακτηριστικών περιόδων, των κατακόρυφων φασμάτων είναι ανεξάρτητες της κατηγορίας εδάφους. Στην Ελλάδα χρησιμοποιείται φάσμα τύπου 1 και σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα είναι  $0,9 \cdot \alpha_g$

### Συνιστάμενες τιμές παραμέτρων

Φάσμα	$\alpha_{vg}/\alpha_g$	$T_B(s)$	$T_C(s)$	$T_D(s)$
1	0,90	0,05	0,15	1,00
2	0,45	0,05	0,15	1,00

Άρα  $\alpha_{vg} = 0,9 \cdot 0,16g = 0.144g$  οπότε δεν λαμβάνεται υπόψη.

## 4.ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

### 4.1 Οριακή Κατάσταση Αστοχίας

Κατάρρευση μέσω απώλειας ισορροπίας της κατασκευής , κόπωσης , υπερβολικών παραμόρφωσης με αποτέλεσμα αυτές οι οριακές καταστάσεις να θέτουν σε κίνδυνο ανθρώπινες ζωές.

Για καταστάσεις διαρκείας ή παροδικές :

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

Για τυχωματικές καταστάσεις :

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

Για καταστάσεις σεισμού :

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

όπου :

“+” επαλληλία

$G_{k,j}$  χαρακτηριστική τιμή των μόνιμων δράσεων

$P$  χαρακτηριστική τιμή της προέντασης

$Q_{k,i}$  χαρακτηριστική τιμή της μεταβλητής δράσεις  $i$

$A_d$  τιμή σχεδιασμού της τυχωματικής δράσης

$A_{Ed}$  τιμή σχεδιάζου της σεισμικής δράσης



- $\gamma_G$  επιμέρους συντελεστής ασφαλείας για τη μόνιμη δράση j  
 $\gamma_p$  επιμέρους συντελεστής ασφαλείας για την προέκταση  
 $\gamma_{Q,i}$  επιμέρους συντελεστής ασφαλείας για ην μεταβλητή δράση i  
 $\gamma_i$  συντελεστής σπουδαιότητας  
 $\psi_{0,i}$   $\psi_{1,i}$   $\psi_{2i}$  συντελεστής συνδυασμού των μεταβλητών δράσεων

Τιμές συντελεστών δράσεων (Ευρωκώδικας 1)

	Δυσμενείς επίδραση	Ευμενής επίδραση
$\gamma_G$	1,35	1,0
$\gamma_Q$	1,5	0
$\gamma_E$	1,0	0

Οι συντελεστές  $\psi$

Δράσεις	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Επιβαλλόμενα φορτία σε κτίρια (βλέπε EN1991-1-1)			
Κατηγορία Α : κατοικίες, συνήθη κτίρια κατοικιών	0,7	0,5	0,3
Κατηγορία Β : χώροι γραφείων	0,7	0,5	0,3
Κατηγορία C : χώροι συνάθροισης	0,7	0,7	0,6

Κατηγορία D : χώροι καταστημάτων	0,7	0,7	0,6
Κατηγορία E : χώροι αποθήκευσης	1,0	0,9	0,8
Κατηγορία F : χώροι κυκλοφορίας οχημάτων βάρος οχήματος $\leq 30$ kN	0,7	0,7	0,6
Κατηγορία G : χώροι κυκλοφορίας οχημάτων $30\text{kN} \leq \text{βάρος οχήματος} \leq 160\text{kN}$	0,7	0,5	0,3
Κατηγορία H : στέγες	0	0	0
Φορτία χιονιού πάνω σε κτίρια (βλέπε EN 1991-1-3)	0,7	0,5	0,2
Φιλανδία, Ισλανδία, Νορβηγία, Σουηδία	0,7	0,5	0,2
Υπόλοιπα Κράτη Μέλη του CEN για τοποθεσίες που βρίσκονται σε υψόμετρο $1000\text{m} < H < 1500\text{m}$	0,7	0,5	0
Για $H \leq 1000\text{m}$	0,5	0,2	0
Φορτία ανέμου σε κτίρια (βλέπε EN 1991-1-4)	0,6	0,2	0
Θερμοκρασία (όχι πυρκαγιάς) σε κτίρια (βλέπε EN 1991-1-5)	0,6	0,5	0

## 4.2 Οριακή Κατάσταση Λειτουργίας

Εμφανίζονται όταν υπάρχουν μεγάλες παραμορφώσεις ή μετακινήσεις, επηρεάζουν την εξωτερική εμφάνιση και δεν ικανοποιούν τις λειτουργικές απαιτήσεις.

Για καταστάσεις διαρκείας ή παροδικές :

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

Για συχνές καταστάσεις :

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

Για μόνιμες καταστάσεις :

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

όπου:

όπου :

$P_k$  χαρακτηριστική τιμή της προέντασης

### 4.3 Σεισμός

Εξίσωση :

$$E_d = \sum G_{k,j} "+" P "+" A_{ED} "+" \sum \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \quad j \geq 1, i \geq 1$$

όπου :

"+" συνδυασμό

$\Sigma$  συνδυασμένο αποτέλεσμα

$G_k$  χαρακτηριστική τιμή μόνιμης δράσεις

P αντιπροσωπευτική δράση δυνάμεις προέκτασης

$Q_k$  χαρακτηριστική τιμή μεμονωμένης μεταβλητής δράσης

$A_{Ed}$  τιμή σχεδιασμού σεισμικής δράσης

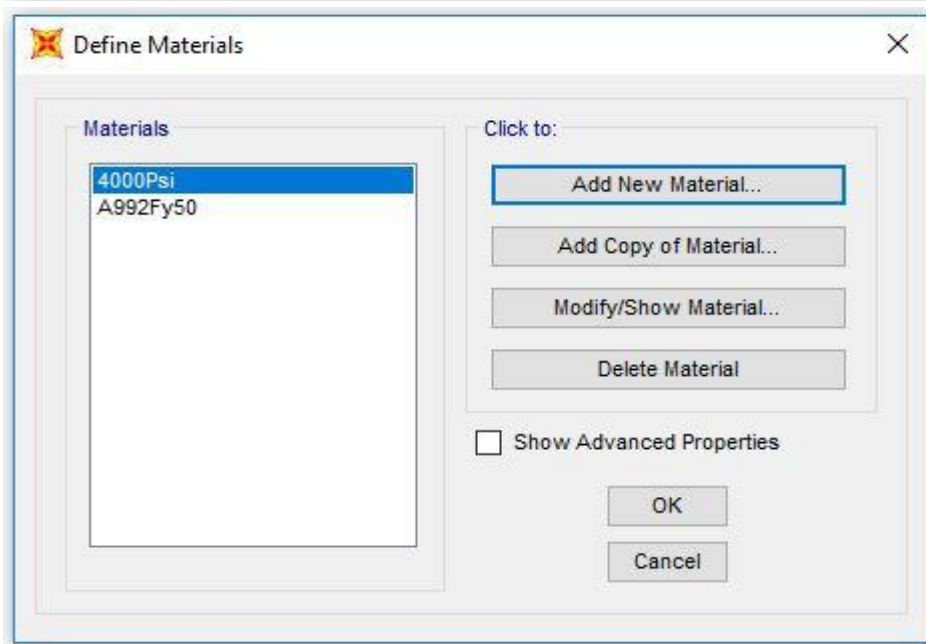
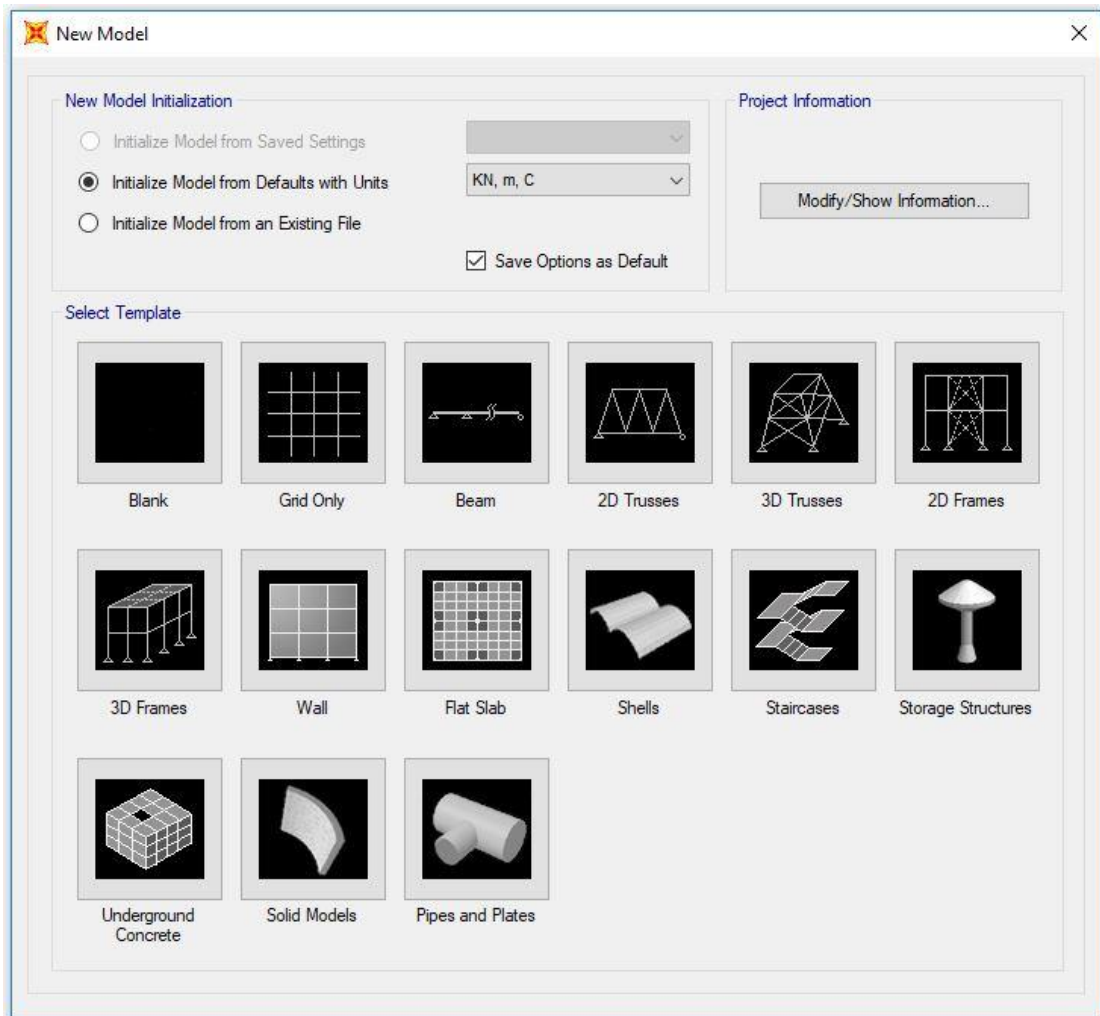
$\psi_2$  συντελεστής για μόνιμη τιμή μεταβλητής δράσεις

Τιμες συντελεστη  $\psi_2$

Δράση	$\psi_2$
Κατηγορία A : κατοικίες, συνήθη κτίρια κατοικιών	0,3
Κατηγορία B : χώροι γραφείων	0,3
Κατηγορία C : χώροι συνάθροισης	0,6
Κατηγορία D : χώροι καταστημάτων	0,6
Κατηγορία E : χώροι αποθήκευσης	0,8
Κατηγορία F : χώροι κυκλοφορίας οχημάτων βάρος οχήματος $\leq 30$ kN	0,6
Κατηγορία G : χώροι κυκλοφορίας οχημάτων $30\text{kN} \leq$ βάρος οχήματος $\leq 160\text{kN}$	0,3
Κατηγορία H : στέγες	0,0
Φορτία χιονιού για υψόμετρο $H > 1000$	0,2

Φορτία χιονιού για υψόμετρο $H < 1000$	0,0
Φορτία ανέμου	0,0
Θερμοκρασία (όχι πυρκαγιάς)	0,0

## 5. ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΦΟΡΕΑ SAP2000



Γίνεται εισαγωγή επιθυμητών μονάδων και των υλικών.

The screenshot shows a software dialog box titled "Define Materials" with a sub-dialog titled "Add Material Property". The sub-dialog contains four dropdown menus for material selection:

Region	Europe
Material Type	Steel
Standard	EN 1993-1-1 per EN 10025-2
Grade	S355

At the bottom of the sub-dialog are two buttons: "OK" and "Cancel".

The screenshot shows a software dialog box titled "Define Materials" with a sub-dialog titled "Add Material Property". The sub-dialog contains four dropdown menus for material selection:

Region	Europe
Material Type	Concrete
Standard	EN 1992-1-1 per EN 206-1
Grade	C40/50

At the bottom of the sub-dialog are two buttons: "OK" and "Cancel".

## Επιλογή διατομών

**I/Wide Flange Section**

Section Name: HE340M      Display Color: ■

Section Notes:

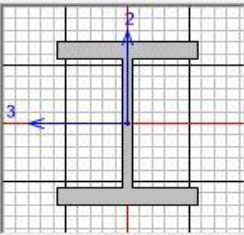
Extract Data from Section Property File

c:\program files\computers and structures\sap2000 20\euro.pro

**Dimensions**

Outside height ( t3 )	<input type="text" value="0,377"/>
Top flange width ( t2 )	<input type="text" value="0,309"/>
Top flange thickness ( tf )	<input type="text" value="0,04"/>
Web thickness ( tw )	<input type="text" value="0,021"/>
Bottom flange width ( t2b )	<input type="text" value="0,309"/>
Bottom flange thickness ( tfb )	<input type="text" value="0,04"/>

**Section**



**Material**:  S355

**Property Modifiers**:

**Properties**:

**Tube Section**

Section Name: TUBO100X100X17.5      Display Color: ■

Section Notes:

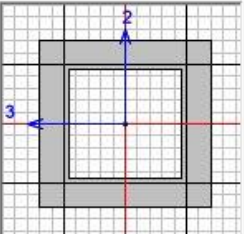
Extract Data from Section Property File

c:\program files\computers and structures\sap2000 20\euro.pro

**Dimensions**

Outside depth ( t3 )	<input type="text" value="0,1"/>
Outside width ( t2 )	<input type="text" value="0,1"/>
Flange thickness ( tf )	<input type="text" value="0,0175"/>
Web thickness ( tw )	<input type="text" value="0,0175"/>

**Section**



**Material**:  S355

**Property Modifiers**:

**Properties**:



## Καλώδιο

**Cable Section Data** [X]

**Cable Section Name**

Section Notes

**Cable Material**

Material Property

**Cable Properties**

Specify Cable Diameter

Specify Cable Area

Torsional Constant

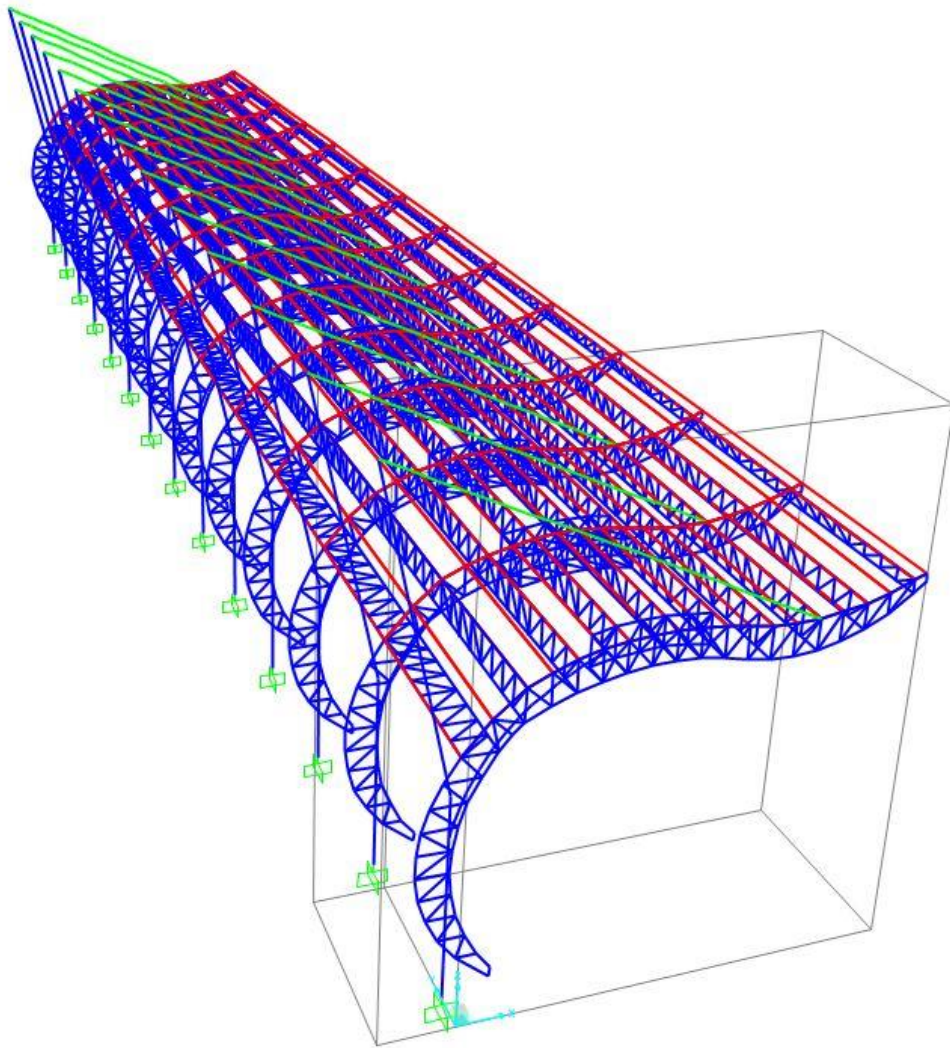
Moment of Inertia

Shear Area

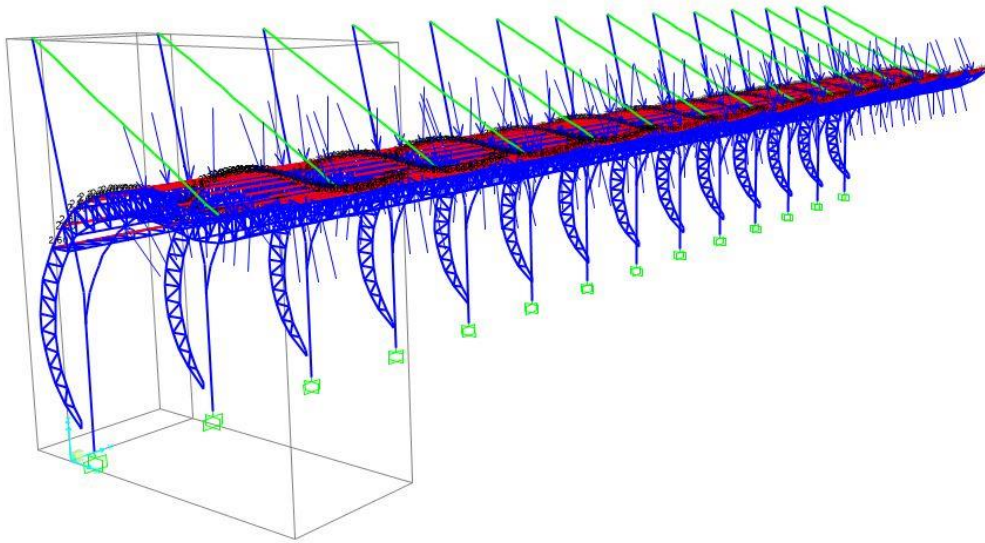
Units

Display Color

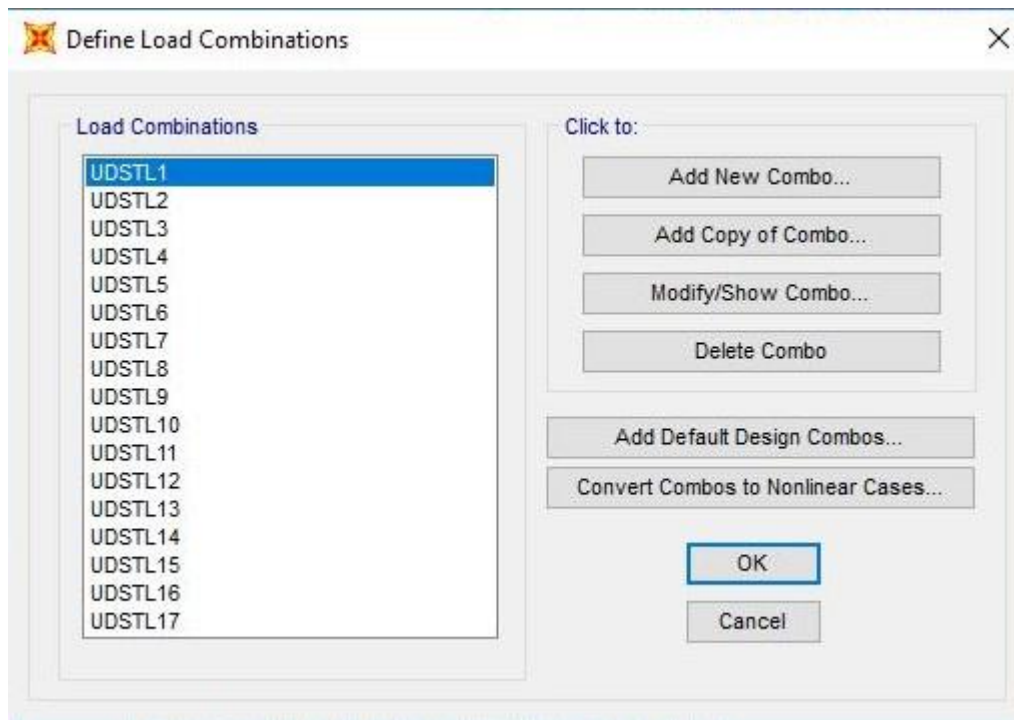
Αφού έχει τοποθετηθεί και η επικάλυψη



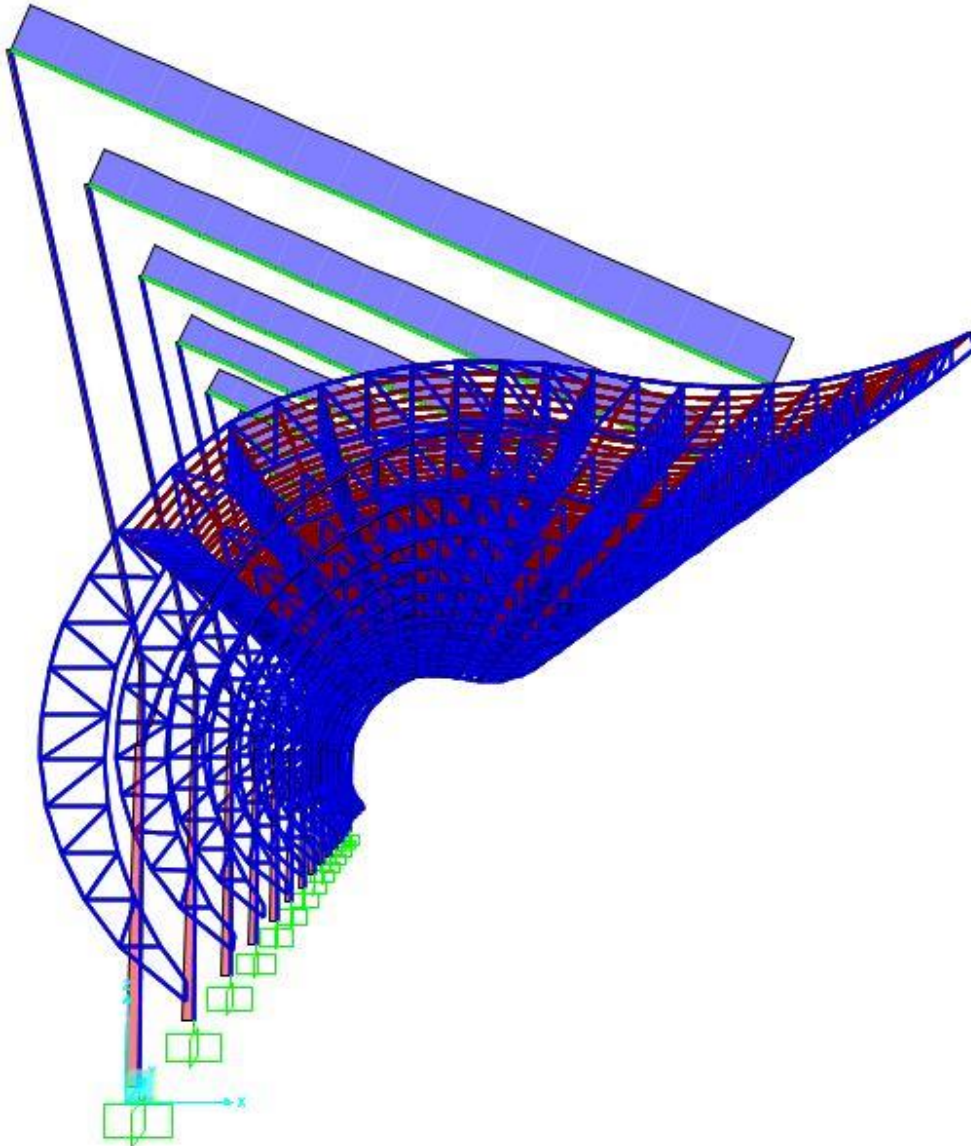
## Προσθήκη δράσεων

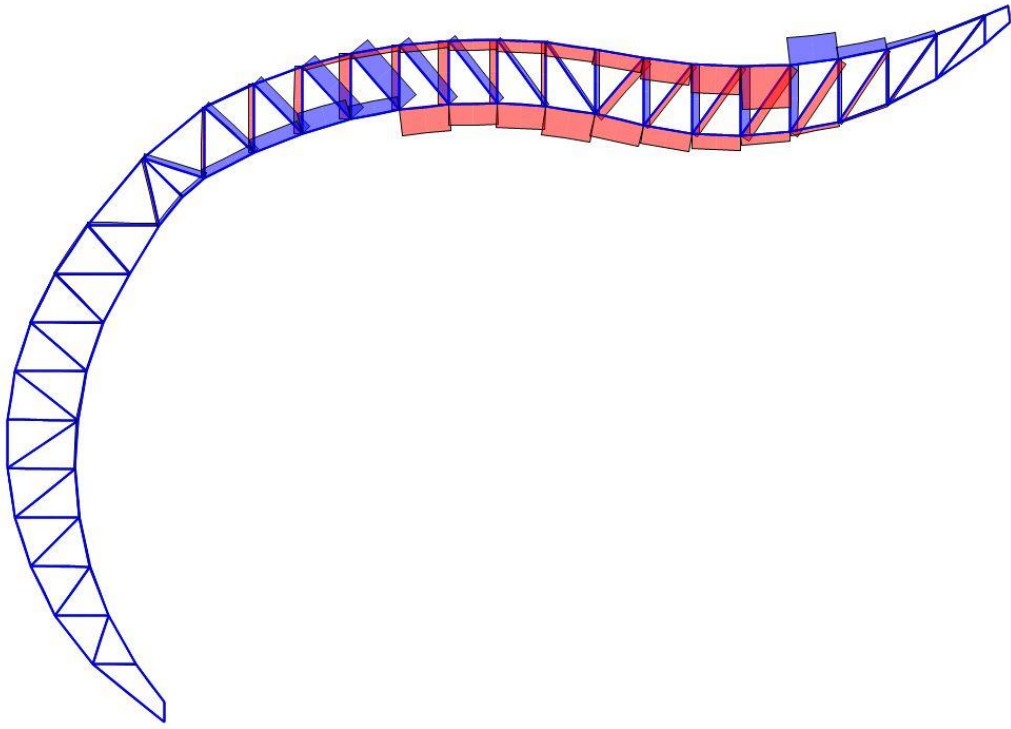


## Συνδυασμοί δράσεων



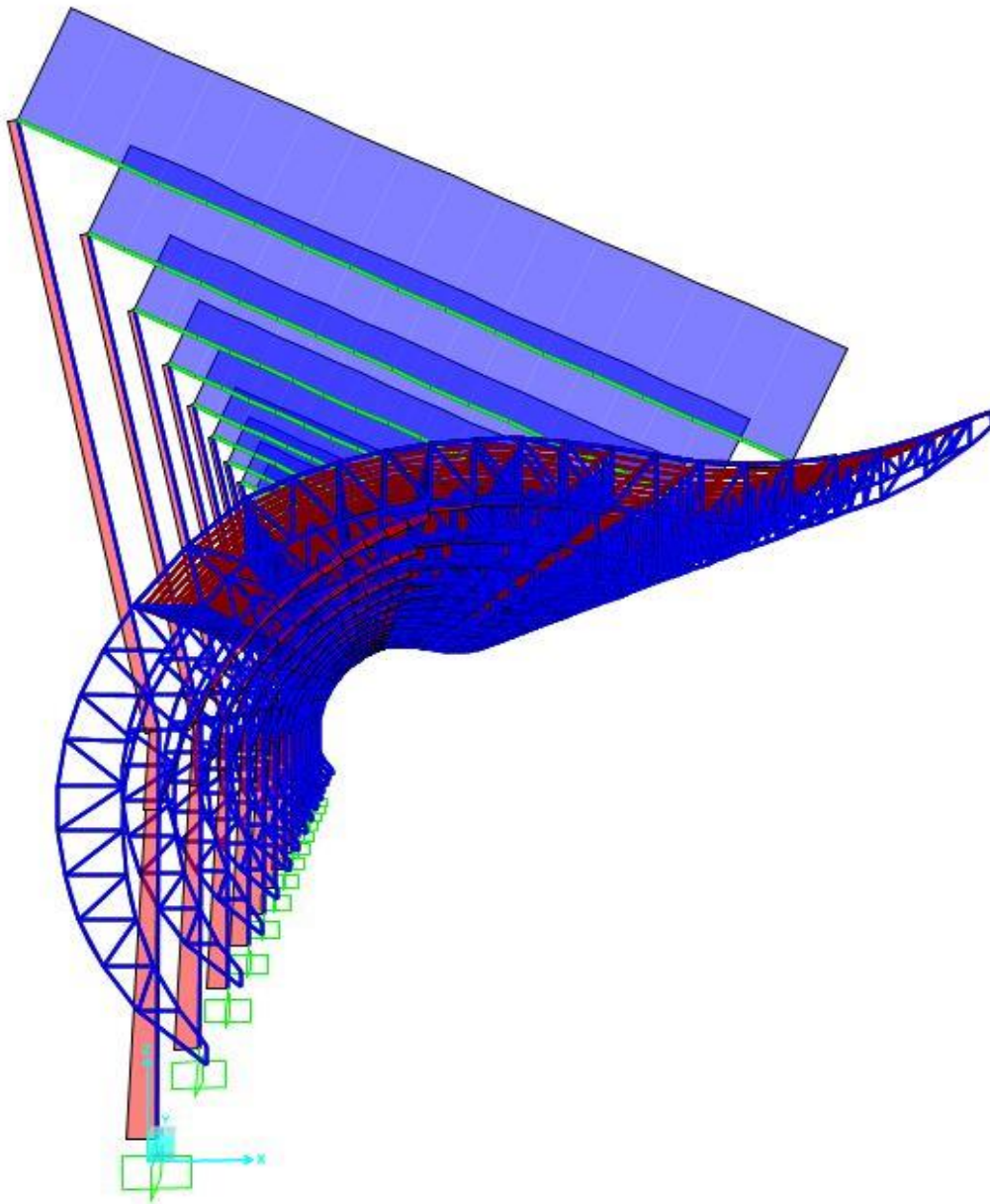
Συνδυασμός UDSTL 9 (ίδιο βάρος ,άνεμος ,χιόνι)

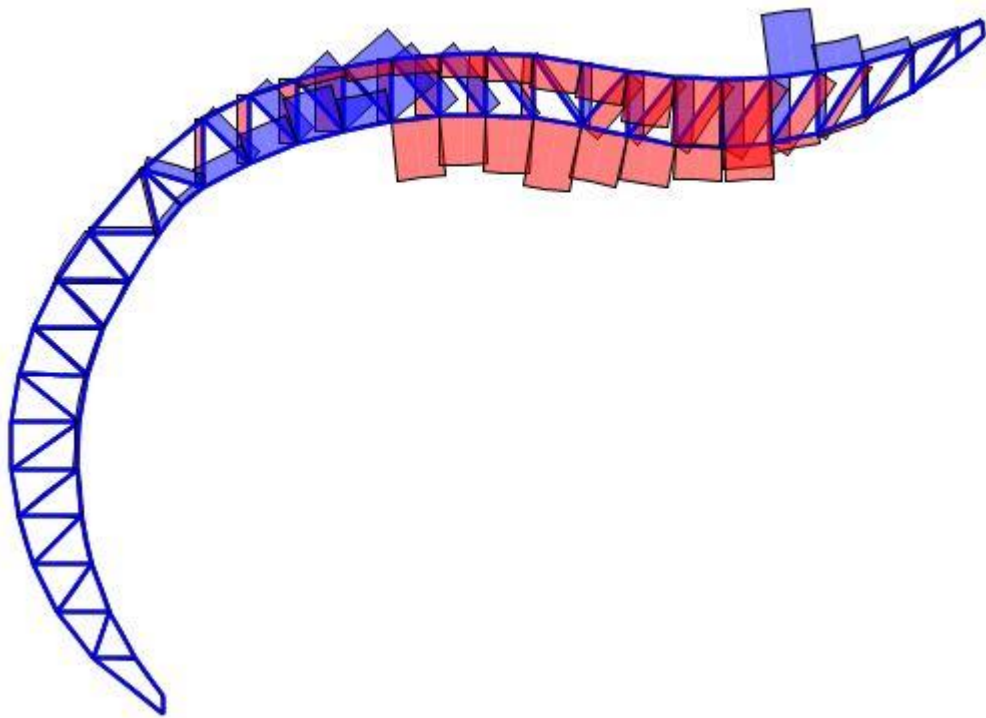




μπορούμε να δούμε που δέχεται την μεγαλύτερη πίεση η κατασκευή.

Συνδυασμός UDSTL 11( ίδιο βάρος, μεταβλητό φορτίο ,άνεμος)

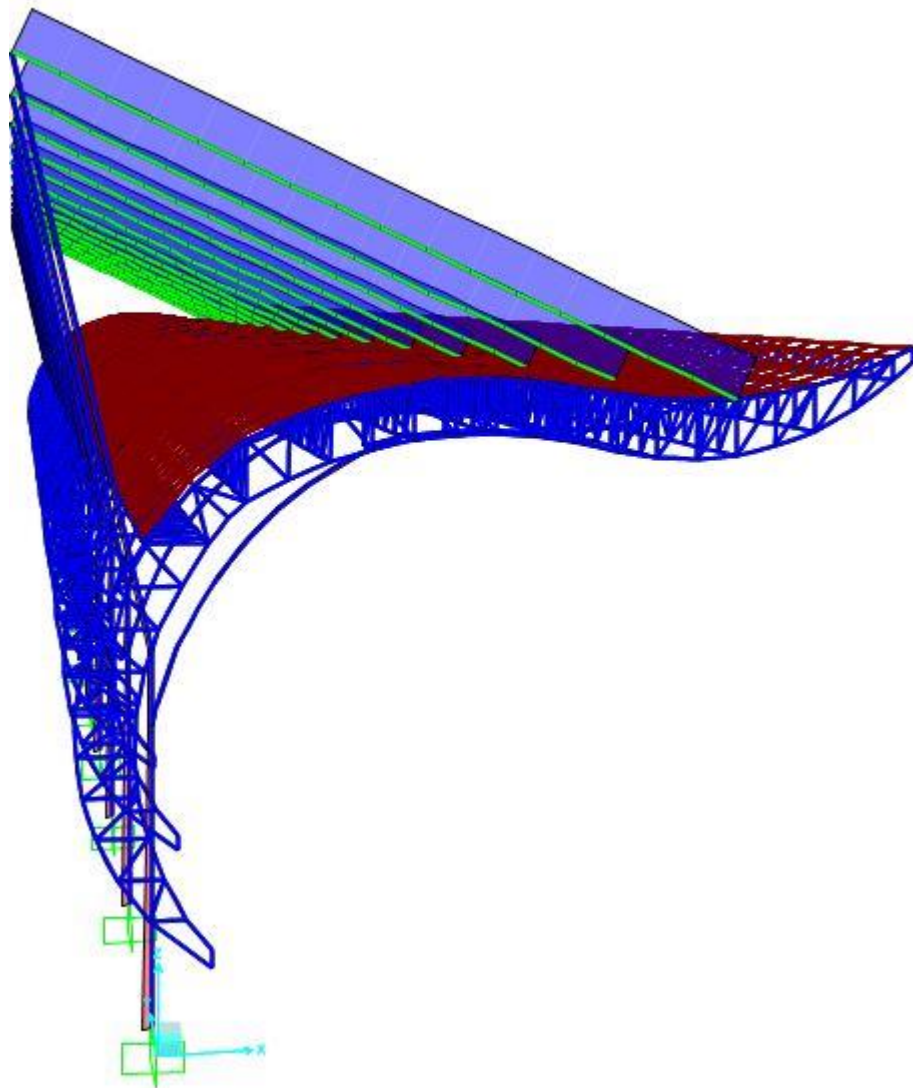


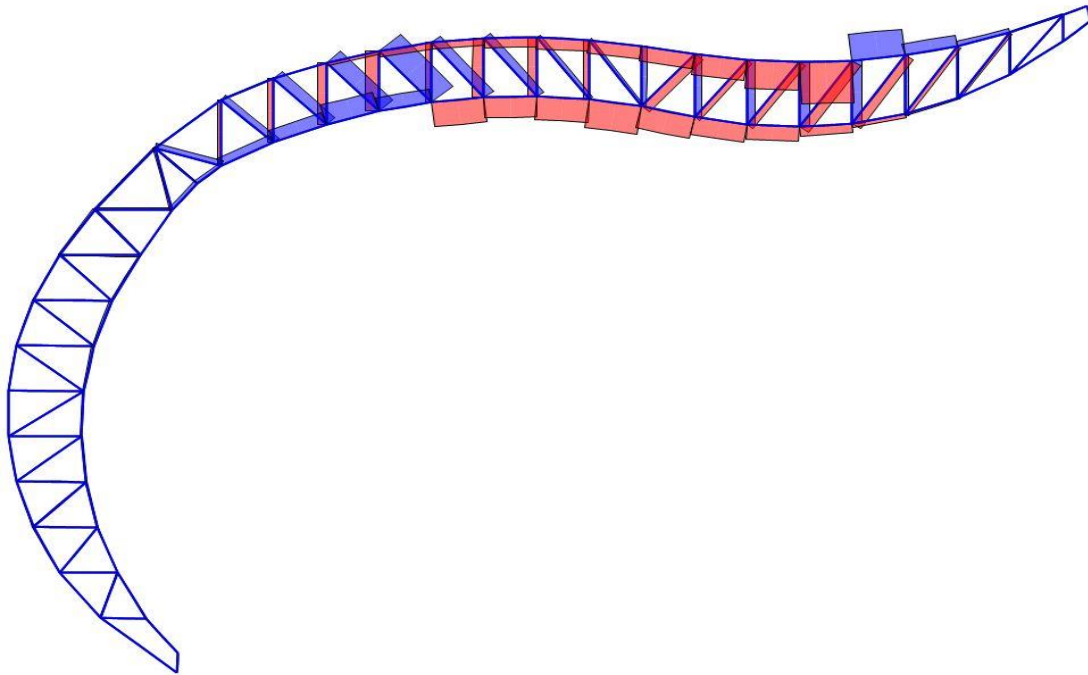


το ίδιο βλέπουμε και εδώ μεγάλη καταπόνηση στην κάτω πλευρά  
αμέσως μετρά το μεταλλικό δοκάρι.



Συνδυασμός UDSTL 15 (ίδιο βάρος , χιόνι, σεισμός)





## Επιλογή Ευρωκώδικα 3 για Μεταλλικές κατασκευές

Steel Frame Design Preferences for Eurocode 3-2005

Item	Value
1 Design Code	Eurocode 3-2005
2 Country	CEN Default
3 Combinations Equation	Eq. 6.10
4 Reliability Class	Class 2
5 Interaction Factors Method	Method 2 (Annex B)
6 Multi-Response Case Design	Envelopes
7 Framing Type	DCH-MRF
8 Behavior Factor, q	4,
9 System Overstrength Factor, Omega	1,
10 Consider P-Delta Done?	No
11 Consider Torsion?	No
12 GammaM0	1,
13 GammaM1	1,
14 GammaM2	1,25
15 Ignore Seismic Code?	No
16 Ignore Special Seismic Load?	No
17 Is Doubler Plate Plug-Welded?	Yes
18 Consider Deflection?	No
19 DL Limit, L/	120,
20 Super DL+LL Limit, L/	120,
21 Live Load Limit, L/	360,
22 Total Limit, L/	240,
23 Total-Camber Limit, L/	240,

Item Description  
The selected design code. Subsequent design is based on this selected code.

Explanation of Color Coding for Values  
**Blue:** Default Value  
**Black:** Not a Default Value  
**Red:** Value that has changed during the current session

Set To Default Values

Reset To Previous Values

# Ανάλυση

Set Load Cases to Run

Case Name	Type	Status	Action
DEAD	Linear Static	Finished	Run
MODAL	Modal	Not Run	Do not Run
Roof Live	Linear Static	Finished	Run
Wind	Linear Static	Finished	Run
Snow	Linear Static	Finished	Run
Quake	Linear Static	Finished	Run

Click to:

Run/Do Not Run Case

Show Case...

Delete Results for Case

Run/Do Not Run All

Delete All Results

Show Load Case Tree...

Analysis Monitor Options

Always Show

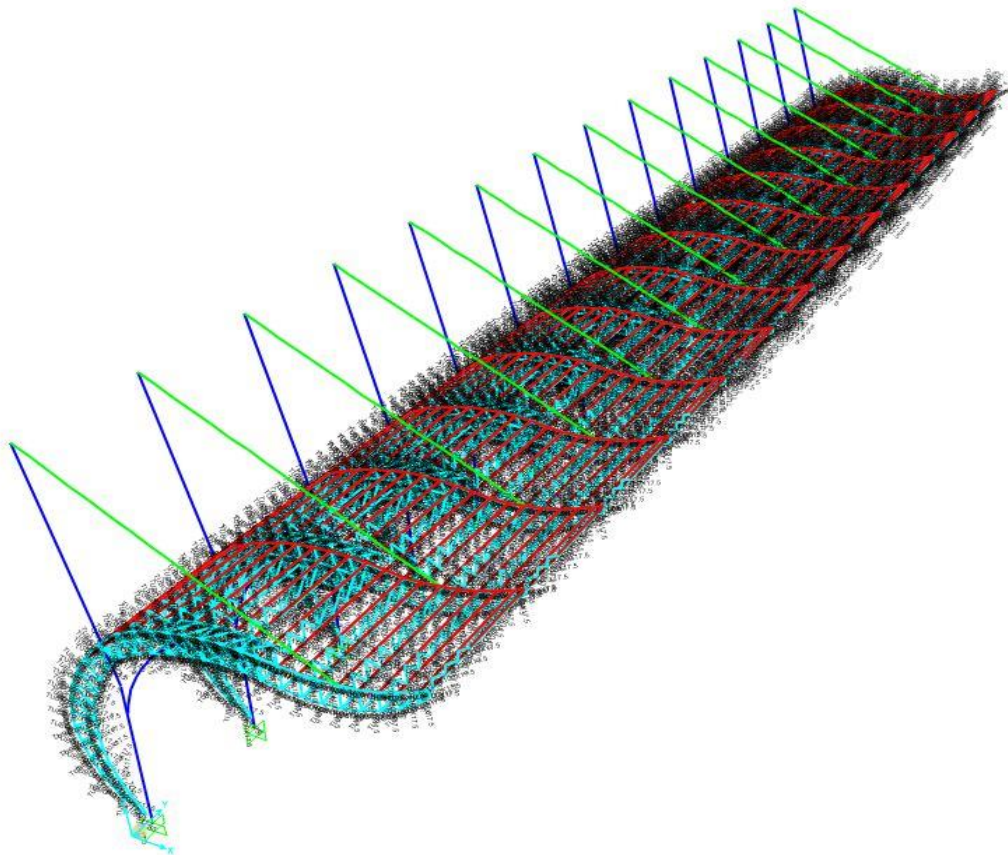
Never Show

Show After  seconds

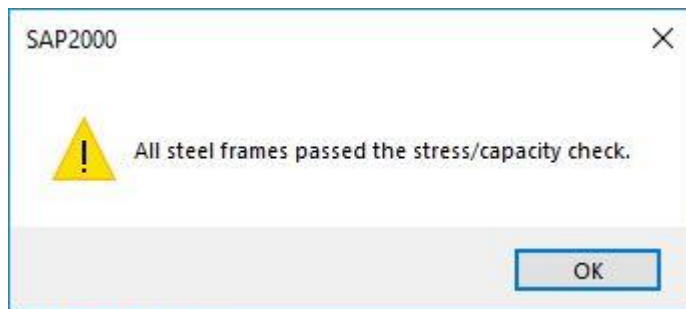
Model-Alive

Run Now

OK Cancel

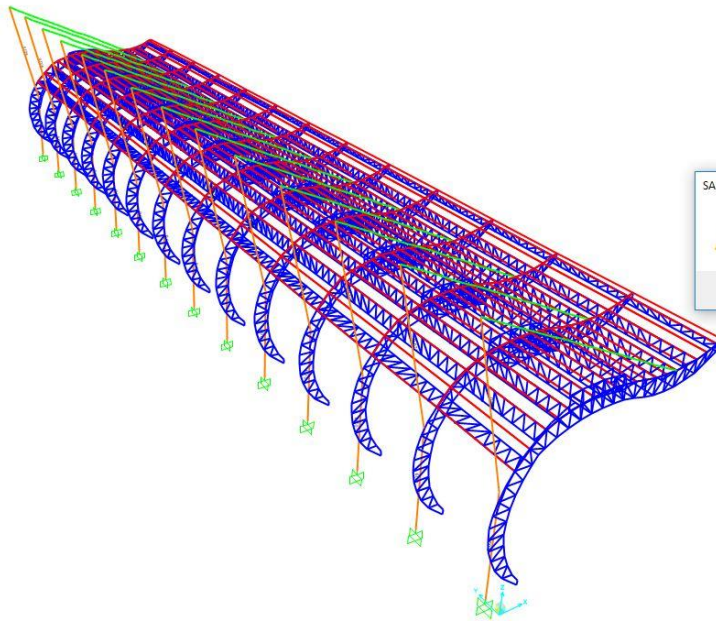


## Έλεγχος



Όλα τα τμήματα του μεταλλικού φορέα συμφωνούν και είναι επαρκή.

Για τα υποστυλώματα πρέπει να γίνει ξεχωριστός έλεγχος.

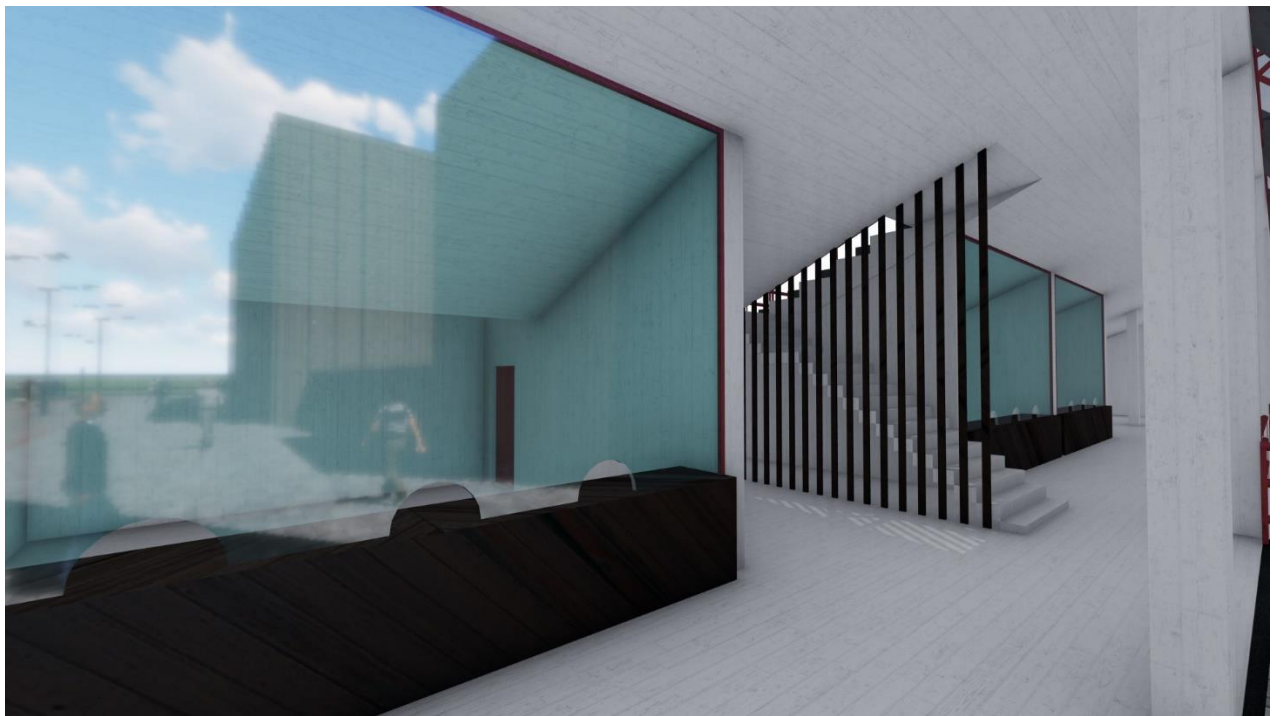


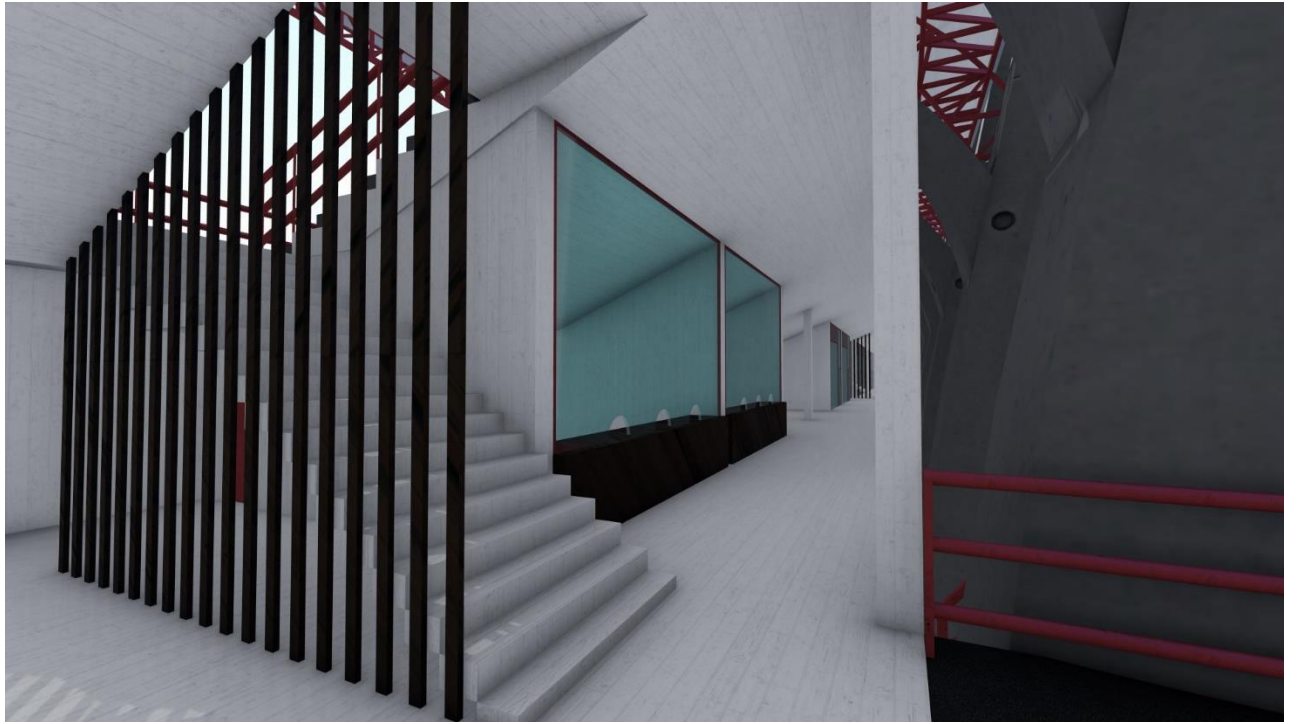
Επιβεβαιώστε



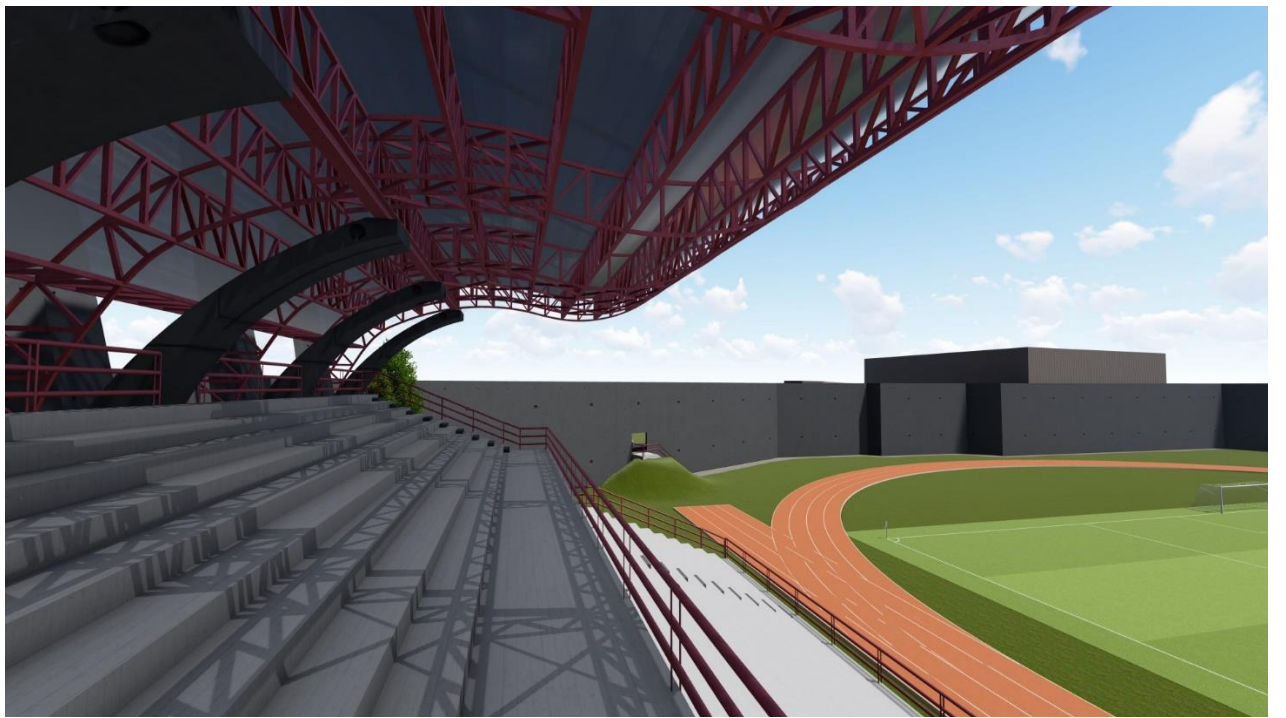
## 6. Φωτορεαλισμός Lumion

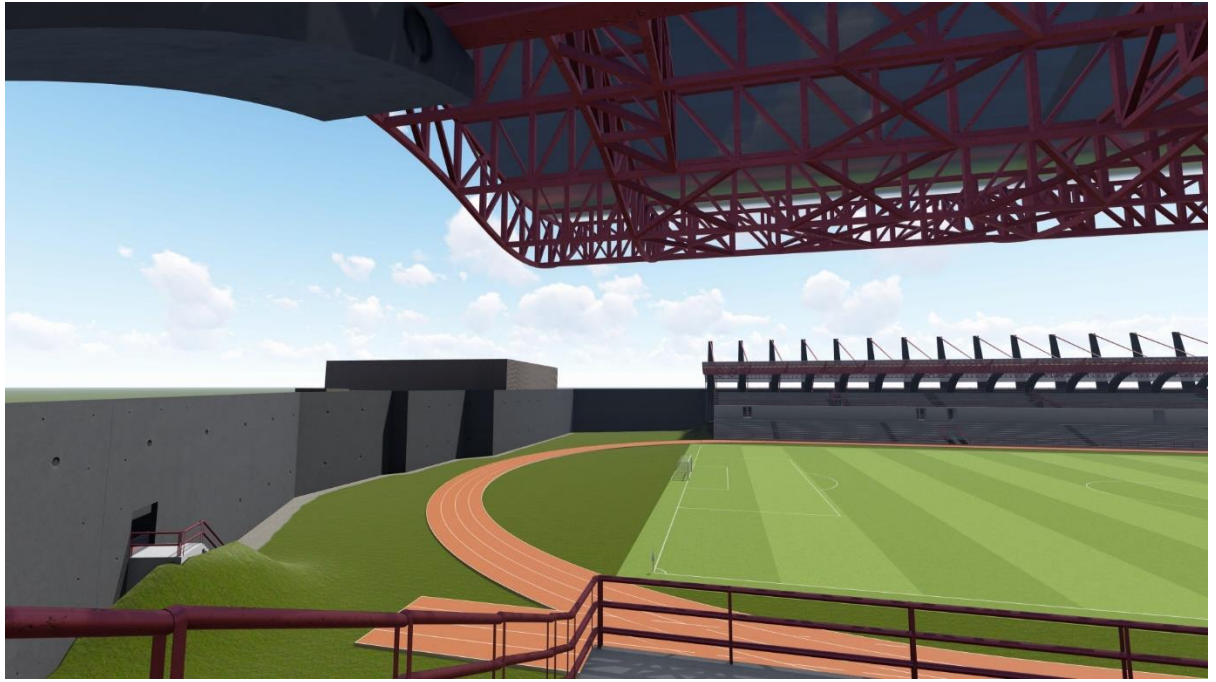


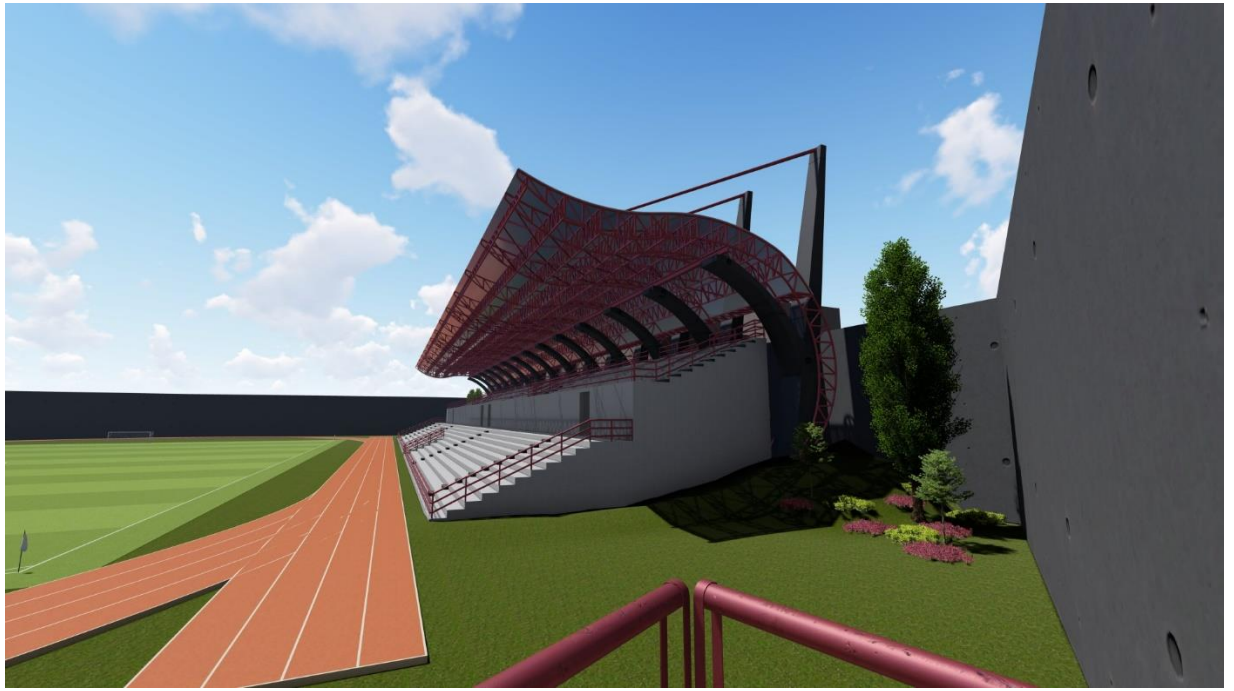












## Βιβλιογραφία

1. Eurocode 0 «Eurocode-Basis of Structural Design» European Standard EN 1990
2. Eurocode 1 «Basis of Design and Actions on Structures» European Standard EN 1991
3. Eurocode 3 «Design of Steel Structures» European Standard EN 1993
4. Eurocode 8 «Design of structures for earthquake resistance» European Standard EN 1998
5. Neufert «Οικοδομική & Αρχιτεκτονική Σύνθεση» Γκιούρδας Αθήνα 2010
6. Ερμόπουλος «Ευρωκώδικας 1» Κλειδάριθμος Β' έκδοση
7. Ι.Βάγιας Ι.Ερμόπουλος Γ.Ιωαννίδης «Σιδηρές Κατασκευές, Παραδείγματα εφαρμογής Ευρωκώδικα 3» Κλειδάριθμος Τομος Ι, Αθήνα 2008
8. Τρέζος Κ. «Σημειώσεις για τη χρήση των Ευρωκωδίκων» Αθήνα (2011)
9. Ι.Βάγιας «Σιδηρές Κατασκευές-Ανάλυση και Διαστασιολόγηση» Κλειδάριθμος Αθήνα 2003
10. Heinrich Schmitt , Andreas Heene «Κτιριακές Κατασκευές» 3<sup>η</sup> Έκδοση Αθήνα 2014
11. Θ.Βαλιάσης «Στατική των Γραμμικών Φορέων» Ζήτη 2<sup>η</sup> Έκδοση
12. Κ.Θεοδώρου Διπλωματική εργασία «Εναλλακτικοί τρόποι σχεδιασμού μεταλλικού υποστέγου» Αθήνα 2014
13. Θ.Μαργιώλας Διπλωματική εργασία «Σχεδιασμός Στεγάστρου Σταδίου με το Σύστημα Θλιβόμενων -Εφελκόμενων Δακτυλίων» Αθήνα 2017
14. Μ.Παπαγιάννη Διπλωματική εργασία «Φορτία Χιονιού & Φορτία Ανέμου σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 1» Αθήνα 2010
15. Ν.Μαλακάτας , Κ.Τρέζος «Σημειώσεις για τη χρήση Ευρωκωδίκων EN 1990 ,EN 1991» Αθήνα 2011

16. Internet :

[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%93%CF%81%CE%B7%CE%B3%CF%8C%CF%81%CE%B7%CF%82\\_%CE%9B%CE%B1%CE%BC%CF%80%CF%81%CE%AC%CE%BA%CE%B7%CF%82](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%93%CF%81%CE%B7%CE%B3%CF%8C%CF%81%CE%B7%CF%82_%CE%9B%CE%B1%CE%BC%CF%80%CF%81%CE%AC%CE%BA%CE%B7%CF%82)

[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%96%CF%89%CE%B3%CF%81%CE%AC%CF%86%CE%BF%CF%85\\_%CE%91%CF%84%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE%CF%82](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%96%CF%89%CE%B3%CF%81%CE%AC%CF%86%CE%BF%CF%85_%CE%91%CF%84%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE%CF%82)

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A3%CF%84%CE%AF%CE%B2%CE%BF%CF%82>

[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A3%CF%84%CE%AC%CE%B4%CE%B9%CE%BF\\_%CF%80%CE%BF%CE%B4%CE%BF%CF%83%CF%86%CE%B1%CE%AF%CF%81%CE%BF%CF%85](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A3%CF%84%CE%AC%CE%B4%CE%B9%CE%BF_%CF%80%CE%BF%CE%B4%CE%BF%CF%83%CF%86%CE%B1%CE%AF%CF%81%CE%BF%CF%85)

[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%93%CE%AE%CF%80%CE%B5%CE%B4%CE%BF\\_%CF%80%CE%BF%CE%B4%CE%BF%CF%83%CF%86%CE%B1%CE%AF%CF%81%CE%BF%CF%85](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%93%CE%AE%CF%80%CE%B5%CE%B4%CE%BF_%CF%80%CE%BF%CE%B4%CE%BF%CF%83%CF%86%CE%B1%CE%AF%CF%81%CE%BF%CF%85)

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

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A3%CE%BA%CF%85%CF%81%CF%8C%CE%B4%CE%B5%CE%BC%CE%B1>