



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ



# Κατεύθυνση Δομοστατικού Μηχανικού

Γιάννης Ψυχάρης  
Καθηγητής  
Διευθυντής Τομέα Δομοστατικής

Μάιος 2017

# Πολιτικός Μηχανικός

Το επάγγελμα του Πολιτικού Μηχανικού:

- Είναι από τα αρχαιότερα επαγγέλματα  
Εμφανίστηκε όταν οι άνθρωποι άρχισαν να κατασκευάζουν μία στέγη πάνω από το κεφάλι τους για να προστατευθούν από τα καιρικά φαινόμενα, ή να τοποθετούν έναν κορμό δένδρου για να διασχίσουν ένα ποτάμι
- Είναι άμεσα συνδεδεμένο με το δομημένο περιβάλλον και, επομένως, έχει επηρεάσει σημαντικά την εξέλιξη του σύγχρονου πολιτισμού



# Κλασικές ειδικότητες Πολιτικού Μηχανικού

- Δομοστατικός μηχανικός
  - ◆ Κτίρια
  - ◆ Γέφυρες
  - ◆ Δομικά συστήματα υπολοίπων ειδικοτήτων
- Συγκοινωνιολόγος μηχανικός
  - ◆ Οδικά και σιδηροδρομικά δίκτυα
  - ◆ Υπόγεια δίκτυα (Μετρό)
  - ◆ Αεροδρόμια
- Υδραυλικός μηχανικός
  - ◆ Δίκτυα ύδρευσης και αποχέτευσης
  - ◆ Φράγματα
  - ◆ Λιμάνια
  - ◆ Περιβάλλον
- Γεωτεχνικός μηχανικός
  - ◆ Θεμελίωση όλων των παραπάνω
  - ◆ Γεωκατασκευές
  - ◆ Σήραγγες
- Προγραμματισμός και διαχείριση τεχνικών έργων



# Επιλογή κατεύθυνσης

- Το Δίπλωμα της Σχολής είναι ενιαίο.
- Με το σύστημα των κατευθύνσεων ο σπουδαστής εμβαθύνει στα επιστημονικά θέματα της ειδικότητας που τον ενδιαφέρει, παίρνοντας όμως όλες τις βασικές γνώσεις και των άλλων κατευθύνσεων
- Τα κοινά μαθήματα που διδάσκονται σε όλες τις κατευθύνσεις (μαθήματα κορμού) εξασφαλίζουν, ως ένα βαθμό, την δυνατότητα να ασχοληθεί κάποιος και με αντικείμενα άλλης κατεύθυνσης
- Η εμβάθυνση που προσφέρεται από τις κατευθύνσεις έχει κυρίως νόημα για όσους ασχοληθούν με μελέτες και σε μικρότερο βαθμό για όσους ασχοληθούν με την κατασκευή - εκτέλεση έργων



# Γιατί Δομοστατικός Μηχανικός ?

- Γιατί ο Δομοστατικός Μηχανικός είναι η πεμπτούσια της έννοιας “Πολιτικός Μηχανικός”
- Γιατί ο Δομοστατικός Μηχανικός είναι “απαραίτητος” σε όλα τα έργα πολιτικού μηχανικού, όλων των ειδικοτήτων
- Γιατί πίσω από κάθε μεγάλο έργο υπάρχει οπωσδήποτε ένας Δομοστατικός Μηχανικός
- Γιατί η Δομοστατική είναι η πιο συναρπαστική ειδικότητα, αφού:
  - ◆ Ο Δομοστατικός Μηχανικός έχει την ικανοποίηση να βλέπει υλοποιημένο το αντικείμενο της εργασίας του
  - ◆ Ο Δομοστατικός Μηχανικός έχει τη δυνατότητα να ασχοληθεί με πολύ σημαντικά έργα που αφήνουν το “στίγμα” τους στις πόλεις που κατασκευάζονται







Παρθενώνας, Αθήνα



Κολοσσαίο, Ρώμη



Πυραμίδες, Αίγυπτος



Αγία Σοφία, Κωνσταντινούπολη



Πύργος Άιφελ, Παρίσι



Όπερα του Σίντνεϋ, Α



Γέφυρα Ρίου -  
Αντιρρίου



Milwaukee Art Museum



Burj Al Arab Hotel, Dubai  
Θεμελιωμένο σε τεχνητό  
νησί

# Δομοστατικός Μηχανικός

## Αρνητικά

- Δύσκολη δουλειά που απαιτεί πολύ καλή γνώση του αντικειμένου και συνεχή ενημέρωση στις νέες τεχνολογίες και υλικά, αλλά και στις συνεχείς τροποποιήσεις των Κανονισμών
- Υπεύθυνη δουλειά, αφού οι συνέπειες σε περίπτωση λάθους μπορεί να είναι δραματικές

## Κώδικας του Χαμουραμπί

(Βασιλιάς της Μεσοποταμίας, 1792-1750 π.Χ.)

- Εάν ένας κατασκευαστής χτίσει μια οικία για κάποιον και δεν την κάνει στερεή και η οικία που κατασκεύασε καταρρεύσει και προκαλέσει το θάνατο του ιδιοκτήτη της, αυτός ο κατασκευαστής πρέπει να θανατωθεί.
- Εάν προκαλέσει το θάνατο του υιού του ιδιοκτήτη, πρέπει να θανατωθεί ένας υιός του κατασκευαστή.





# Ιστορικές αστοχίες

## Κρεμαστή γέφυρα Tacoma Bridge (Washington State, USA)

- Την εποχή της ήταν η 3<sup>η</sup> μεγαλύτερη κρεμαστή γέφυρα στον κόσμο.
- Έναρξη κατασκευής: Σεπτέμβριος 1938  
Δόθηκε στην κυκλοφορία: 1 Ιουλίου 1940  
Κατέρρευσε σε ανεμοθύελλα (αέρας 64 km/h): 7 Νοεμβρίου 1940
- Αιτία κατάρρευσης: Έντονες στρεπτικές ταλαντώσεις.
- Τραγική ειρωνία της τύχης: Λόγω των μεγάλων ταλαντώσεων που είχαν παρατηρηθεί, ανέλαβε ο καθηγητής Farquharson του Πανεπιστημίου Washington να εκπονήσει αεροδυναμικές δοκιμές σε wind tunnel και στις 2 Νοεμβρίου 1940 πρότεινε μέτρα για τη βελτίωση της αεροδυναμικής της γέφυρας, τα οποία όμως δεν πρόλαβαν να υλοποιηθούν, γιατί πέντε ημέρες μετά η γέφυρα κατέρρευσε.



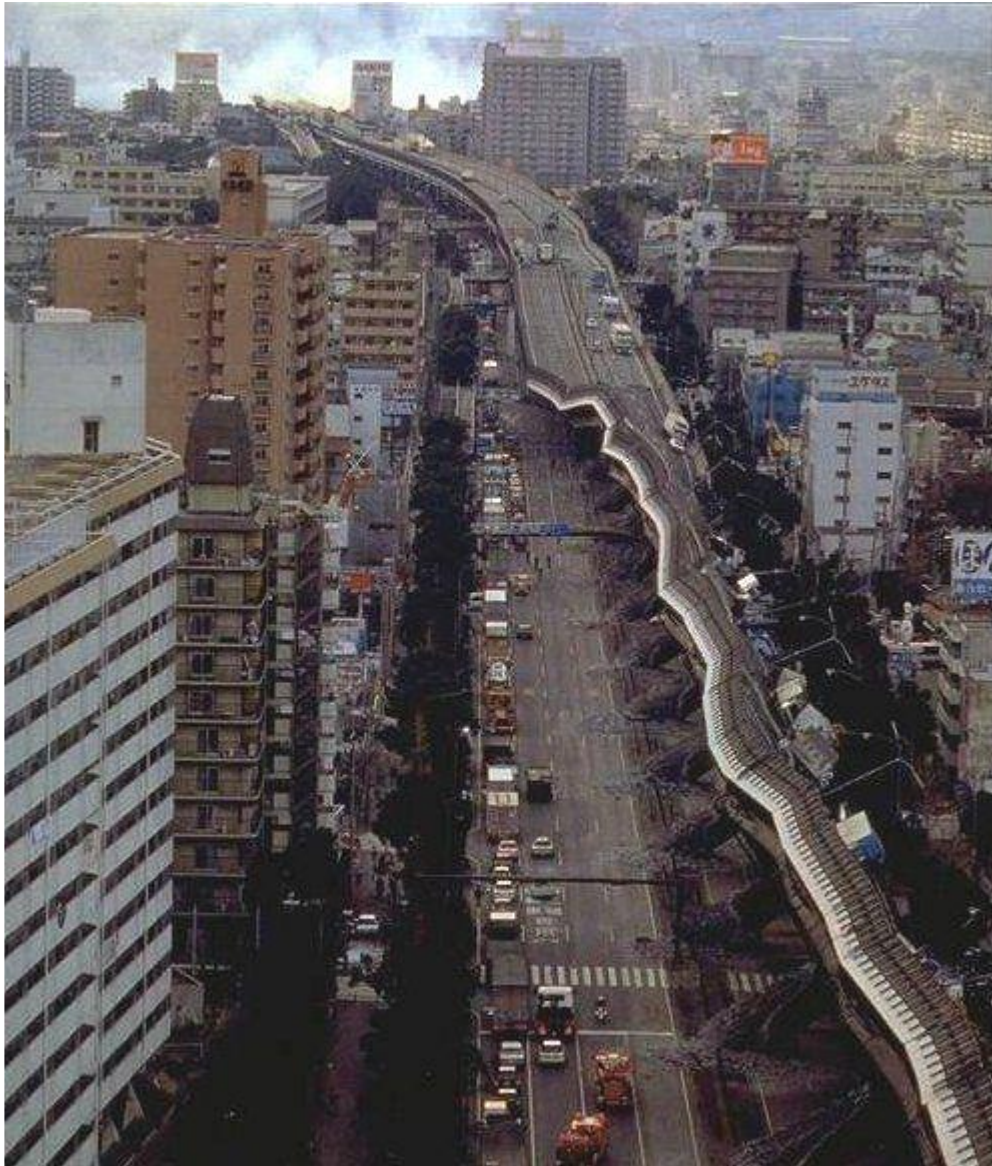
# Κατάρρευση της Tacoma Bridge

---

Opening - July 1955



# Ιστορικές αστοχίες



Hanshin Express-way  
Kobe Earthquake, Japan, 1995

# Εκπαίδευση

- Αντικείμενο εκπαίδευσης σπουδαστών δομοστατικής κατεύθυνσης: η ανάλυση και ο σχεδιασμός των δομημάτων
- Με τα μαθήματα της ανάλυσης:  
Ο Σπουδαστής μαθαίνει πώς να υπολογίζει τα αναπτυσσόμενα εντατικά μεγέθη στις κατασκευές
- Με τα μαθήματα της διαστασιολόγησης:  
Ο Σπουδαστής μαθαίνει πώς να διαστασιολογεί τα δομήματα, ανάλογα με το υλικό δόμησης  
Τα συνήθη υλικά δόμησης είναι ο χάλυβας, το σκυρόδεμα, τα λιθοσώματα, το ξύλο και οι συνδυασμοί τους. Λιγότερο διαδεδομένα είναι το αλουμίνιο, το γυαλί και σύγχρονα σύνθετα υλικά





# Εκπαίδευση

Γνώσεις που αποκτούν οι σπουδαστές Δομοστατικής κατεύθυνσης

## Ανάλυση

- ◆ Υπολογιστικές μέθοδοι – πεπερασμένα στοιχεία
- ◆ Πλάκες – δίσκοι – κελύφη
- ◆ Δυναμική ανάλυση
- ◆ Πλαστική ανάλυση
- ◆ Ανάλυση υπό σεισμικά φορτία
- ◆ Σεισμική επικινδυνότητα

## Σχεδιασμός

- ◆ Κατασκευές από Οπλισμένο Σκυρόδεμα
- ◆ Μεταλλικές κατασκευές
- ◆ Σύμμικτες κατασκευές
- ◆ Κατασκευές από τοιχοποιία (οπλισμένη και άοπλη)
- ◆ Ξύλινες κατασκευές
- ◆ Γέφυρες
- ◆ Προκατασκευή
- ◆ Επισκευές – ενισχύσεις
- ◆ Αντισεισμικός σχεδιασμός



# Μαθήματα Δομοστατικής Κατεύθυνσης

## 7<sup>ο</sup> εξάμηνο

- Δυναμική των κατασκευών
- Σιδηρές Κατασκευές II
- Εργαστήριο Η/Υ –Ανάλυση και Σχεδιασμός Κατασκευών

## 8<sup>ο</sup> εξάμηνο

- Οπλισμένο Σκυρόδεμα III
- Γεφυροποιία I
- Σύμμικτες Κατασκευές
- Πλαστική Ανάλυση Φορέων
- Αξιοπιστία και Ανάλυση Διακινδύνευσης Κατασκευών
- Τεχνικά Υλικά II
- Ανάλυση Φορέων με Πεπερασμένα Στοιχεία
- Ξύλινες Κατασκευές
- Ελαφρές Μεταλλικές Κατασκευές
- Τεχνική Σεισμολογία
- Σιδηρές Κατασκευές III

## 9<sup>ο</sup> εξάμηνο

- Ολοκληρωμένο Θέμα Δομοστατικού Σχεδιασμού
- Προεντεταμένο Σκυρόδεμα
- Γεφυροποιία II
- Αντισεισμικός Σχεδιασμός II
- Μηχανική της Τοιχοποιίας
- Αντισεισμική Αποτίμηση – Ενίσχυση Υφιστάμενων Κατασκευών
- Μη Γραμμική Συμπεριφορά Μεταλλικών Κατασκευών
- Σύνθετα Υλικά
- Στοχαστικές Μέθοδοι
- Εδαφοδυναμική
- Αλληλεπίδραση Εδάφους-Κατασκευής
- Ειδικά Θέματα Πεπερασμένων Στοιχείων
- Ειδικά Κεφάλαια Οπλισμένου Σκυροδέματος
- Συνοριακά Στοιχεία



# Μεταπτυχιακά μαθήματα

Η εξειδίκευση σε θέματα Δομοστατικού Μηχανικού μπορεί να συνεχιστεί σε μεταπτυχιακό επίπεδο με τα μαθήματα του ΔΠΜΣ “Δομοστατικός Σχεδιασμός και Ανάλυση των Κατασκευών” όπου προσφέρονται τα μαθήματα περαιτέρω ειδίκευσης:

- Εφαρμοσμένη Ανάλυση Ραβδωτών και Επιφανειακών Φορέων
- Προχωρημένη Πλαστικά Ανάλυση Ραβδωτών Φορέων
- Προχωρημένη Δυναμική των Κατασκευών
- Μη Γραμμικά Προσομοιώματα Ανάλυσης Φορέων ΟΣ και Χάλυβα
- Αξιοπιστία Κατασκευών
- Θεωρία Κελυφών
- Σύγχρονα Προσομοιώματα Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.
- Θεωρία Σχεδιασμού Επισκευών και Ενισχύσεων
- Κατασκευές από Σύνθετα Υλικά
- Ειδικά Θέματα Έργων από Χάλυβα
- Σχεδιασμός Τεχνικών Έργων Ι
- Εφαρμογές της Γεωτεχνικής στα Δομοστατικά Έργα
- Προχωρημένη Τεχνολογία Σκυροδέματος
- Αντισεισμικός Σχεδιασμός Επιφανειακών και Υπογείων Γεωτεχνικών Έργων



# Μεταπτυχιακά μαθήματα (συνέχεια)

- Μη Γραμμικά Πεπερασμένα Στοιχεία
- Προχωρημένη Στατική και Δυναμική Ευστάθεια
- Υπολογιστικές Μέθοδοι Ανάλυσης Υπογείων Έργων
- Πειραματική Αντισεισμική Τεχνολογία
- Στοχαστικά Πεπερασμένα Στοιχεία
- Προχωρημένη Μηχανική της Τοιχοποιίας
- Σχεδιασμός Καλωδιωτών Κατασκευών και Μembrανών
- Σχεδιασμός Τεχνικών Έργων II
- Παθολογία και Σχεδιασμός Αντισεισμικών Κατασκευών
- Ειδικά Θέματα Αντισεισμικής Τεχνολογίας
- Σχεδιασμός Υπογείων Έργων
- Βέλτιστος Σχεδιασμός Κατασκευών
- Σχεδιασμός Κτιρίων από Χάλυβα
- Ειδικά Θέματα Τεχνικής Σεισμολογίας
- Στατική Λειτουργία και Σχεδιασμός Δομικών Φορέων
- Τεχνολογικά Υλικά
- Πληροφοριακά Συστήματα Διαχείρισης Τεχνικών Έργων
- Μηχανική Συνεχούς Μέσου
- Ειδικά Θέματα Ελαστικότητας
- Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα & Μηχανική Μάθηση





# Ο Τομέας Δομοστατικής

## Αντικείμενο:

- Εκπαίδευση
- Έρευνα
- Παροχή υπηρεσιών

## Εργαστήρια:

- Εργαστήριο Στατικής και Αντισεισμικών Ερευνών  
Ιδρύθηκε το 1917 – θεσμοθετήθηκε το 1962
- Εργαστήριο Οπλισμένου Σκυροδέματος  
Ιδρύθηκε το 1918 – θεσμοθετήθηκε το 1955
- Εργαστήριο Μεταλλικών Κατασκευών  
Ιδρύθηκε 1965 – θεσμοθετήθηκε το 1983
- Εργαστήριο Αντισεισμικής Τεχνολογίας  
Ιδρύθηκε και θεσμοθετήθηκε το 1981
- Σπουδαστήριο Οικοδομικής



# Εργαστήριο Στατικής και Αντισεισμικών Ερευνών

## Μέλη ΔΕΠ:

- Β. Κουμούσης  
Καθηγητής (Διευθυντής)
- Ε. Σαπουντζάκης  
Καθηγητής
- Κ. Σπηλιόπουλος  
Καθηγητής
- Μ. Νεραντζάκη  
Αναπλ. Καθηγήτρια
- Β. Παπαδόπουλος  
Αναπλ. Καθηγητής
- Ν. Λαγαρός  
Αναπλ. Καθηγητής



# Εργαστήριο Στατικής και Αντισεισμικών Ερευνών

## Εξοπλισμός:

- Ηλεκτρονικός εξοπλισμός αποτελούμενος από 30 PC τελευταίας γενιάς με τα αντίστοιχα περιφερειακά τους.
- Τεχνικό λογισμικό ανάλυσης – σχεδιασμού κατασκευών που έχει αναπτυχθεί από μέλη του Εργαστηρίου.
- Εμπορικά πακέτα ανάλυσης – σχεδιασμού κατασκευών από την εγχώρια και διεθνή αγορά.



- Σεισμική τράπεζα ενός β.ε., διαδρομής  $\pm 250$  mm και μέγιστου φορτίου 100 kN.
- Ελαφρές πειραματικές διατάξεις για εκπαιδευτικούς σκοπούς.

# Εργαστήριο Στατικής και Αντισεισμικών Ερευνών

## Ερευνητική δραστηριότητα

- Υπολογιστική Δομική Μηχανική
  - ◆ γραμμική και μη γραμμική θεωρία ελαστικότητας
  - ◆ ελαστική ευστάθεια φορέων
  - ◆ στατική και δυναμική ανάλυση φορέων
  - ◆ μη γραμμική ελαστοπλαστική ανάλυση φορέων
  - ◆ ανάλυση υστερητικών συστημάτων
  - ◆ ταυτοποίηση μη γραμμικών συστημάτων
- Ανάλυση και Σχεδιασμός Κατασκευών
  - ◆ βέλτιστος σχεδιασμός κατασκευών
  - ◆ στοχαστική ανάλυση και σχεδιασμός κατασκευών
  - ◆ ανάλυση ιστορικών κατασκευών
  - ◆ σεισμική μόνωση κατασκευών
  - ◆ αποτίμηση φέρουσας ικανότητας κατασκευών
  - ◆ αποκατάσταση και ενίσχυση κατασκευών





# Εργαστήριο Οπλισμένου Σκυροδέματος


## Μέλη ΔΕΠ:

- Ε. Βιντζηλαίου  
Καθηγήτρια  
(Διευθύντρια)
- Χ. Ζέρης  
Αναπλ. Καθηγητής
- Κ. Τρέζος  
Αναπλ. Καθηγητής
- Ε. Μπαδογιάννης  
Επικ. Καθηγητής
- Ε. Βουγιούκας  
Λέκτορας



# Εργαστήριο Οπλισμένου Σκυροδέματος

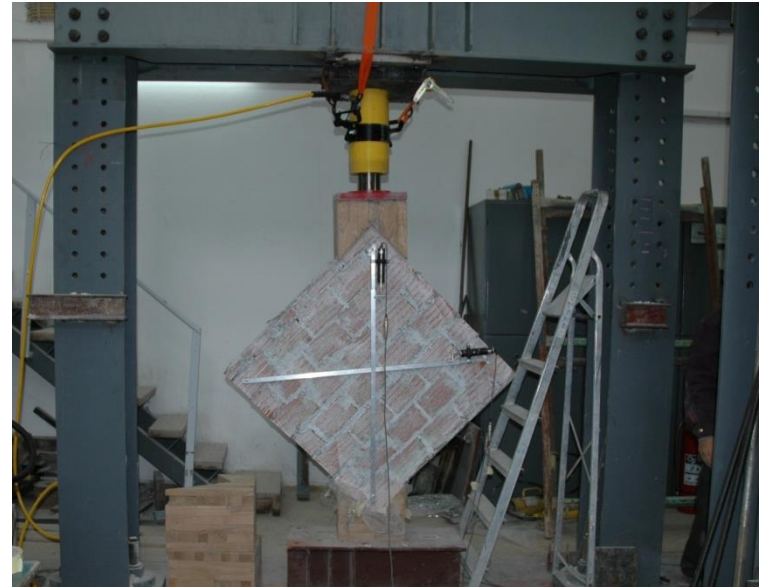
## Εξοπλισμός:

- Μεταλλικά πλαίσια (διαμόρφωση πειραματικών διατάξεων)
  - Μηχανές θλίψης (2000 kN και 3000 kN)
  - Επενεργητές (actuators) 1000 kN και  $\pm 25$  cm
  - Υδραυλικά έμβολα 4000 kN, 1000 kN και 500 kN
  - Εξοπλισμός παραγωγής, συντήρησης και ελέγχων νωπού και σκληρυμένου σκυροδέματος
- 
- Γερανογέφυρα 50 kN, ύψους 7,0 m
  - Περονοφόρο όχημα

# Εργαστήριο Οπλισμένου Σκυροδέματος

## Εξοπλισμός (συνέχεια):

- Εξοπλισμός έμμεσων (μη καταστρεπτικών) μεθόδων (ραντάρ, ενδοσκόπιο, θερμοκάμερα, κρουσίμετρο, συσκευή υπερήχων και εξόλκευσης)
- Καταγραφικά (Δυναμοκυψέλες, LVDT)
- Ειδικές διατάξεις (π.χ. διάταξη δοκιμής διεπιφανειών)
- Διάταξη παραγωγής και εφαρμογής ενεμάτων



# Εργαστήριο Οπλισμένου Σκυροδέματος

## Ερευνητική δραστηριότητα

Συμπεριφορά, σχεδιασμός και ανάλυση κατασκευών από σκυρόδεμα με ιδιαίτερη έμφαση στους ακόλουθους τομείς:

- Δοκιμές δομικών στοιχείων από οπλισμένο σκυρόδεμα
- Μέθοδοι υπολογισμού για στατική και δυναμική ανάλυση κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα
- Ανάπτυξη λογισμικού για στατική και δυναμική ανάλυση κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα
- Ανάπτυξη μεθόδων αντισεισμικού σχεδιασμού κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα
- Ανάπτυξη μεθόδων επισκευής και ενίσχυσης κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα





# Εργαστήριο Μεταλλικών Κατασκευών

## Μέλη ΔΕΠ:

- Ι. Βάγιας  
Καθηγητής  
(Διευθυντής)
- Χ. Γαντές  
Καθηγητής
- Ι. Ραυτογιάννης  
Αναπλ. Καθηγητής
- Τ. Αβραάμ  
Επικ. Καθηγητής
- Δ. Βαμβάτσικος  
Επικ. Καθηγητής
- Π. Θανόπουλος  
Λέκτορας





# Εργαστήριο Μεταλλικών Κατασκευών

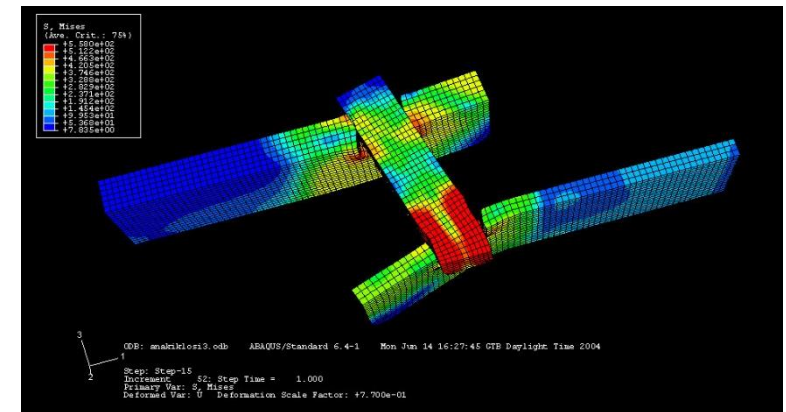
## Εξοπλισμός:

- 3 Πλαίσια δοκιμών
  - Επενεργητές (actuators) 500 kN, 300 kN και 20 kN
  - Έμβολα μονής και διπλής ενέργειας
  - Υδραυλικές αντλίες
  - Μηχανή δοκιμών επίπεδων ελασμάτων και κυλινδρικών δοκιμίων
  - Συσκευές μη καταστροφικών ελέγχων
  - Κλίβανος
  - Γερανογέφυρα 150 kN
- 
- The image shows a spacious industrial laboratory with a high ceiling. The room is filled with large, blue-painted steel structural frames used for testing. In the foreground, there are workbenches with various tools and equipment. A person is visible in the background, standing near one of the frames. The overall environment is clean and well-lit, typical of a modern research facility.
- Βιντεοκάμερες και θερμοκάμερες
  - Καταγραφικά όργανα
  - Όργανα ελέγχου αντιδιαβρωτικής προστασίας

# Εργαστήριο Μεταλλικών Κατασκευών

## Ερευνητική δραστηριότητα

- Βιομηχανικά κτίρια
- Πολυώροφα μεταλλικά κτίρια
- Χαλύβδινες και σύμμικτες γέφυρες
- Μεταλλικά δομικά προϊόντα και συστήματα για έργα πολιτικού μηχανικού
- Ειδικές μεταλλικές κατασκευές
- Πύργοι και ιστοί
- Καλωδιωτές κατασκευές
- Κατασκευές από σύνθετα υλικά
- Μεταλλικές κατασκευές για τον ενεργειακό Τομέα (ανεμογεννήτριες, φωτοβολταϊκά, αγωγοί)



# Εργαστήριο Αντισεισμικής Τεχνολογίας

## Μέλη ΔΕΠ:

- Κ. Σπυράκος  
Καθηγητής  
(Διευθυντής)
- Ι. Ψυχάρης  
Καθηγητής
- Χ. Μουζάκης  
Επικ. Καθηγητής
- Μ. Φραγκιαδάκης  
Επικ. Καθηγητής

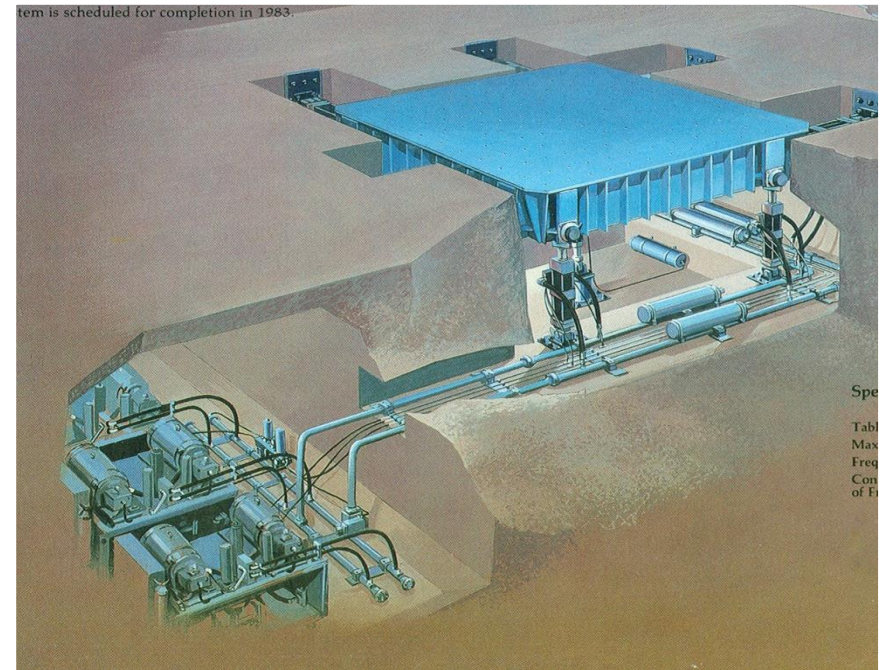




# Εργαστήριο Αντισεισμικής Τεχνολογίας

## Εξοπλισμός:

- Σεισμικός Προσομοιωτήρας 4.0 m × 4.0 m, 6 βαθμών ελευθερίας
- Τοίχος αντίδρασης



- Επενεργητές (actuators) 50 kN έως 4000 kN
- Σύστημα καταγραφής δεδομένων (data acquisition system) με 64 κανάλια
- Γερανογέφυρα

# Εργαστήριο Αντισεισμικής Τεχνολογίας

## Ερευνητική δραστηριότητα

- Πειραματική και αναλυτική διερεύνηση της σεισμικής συμπεριφοράς κτιρίων, μελών κτηρίων και άλλων κατασκευών:
  - ◆ Κτίρια από Ο.Σ., χάλυβα, πέτρινα, ξύλινα, σύμμικτα
  - ◆ Συστήματα προκατασκευής
  - ◆ Συστήματα σεισμικής μόνωσης
  - ◆ Ιστορικές κατασκευές
  - ◆ Αρχαία μνημεία
  - ◆ Κυματοθραύστες
  - ◆ Επικαλύψεις κτιρίων





# Εργαστήριο Αντισεισμικής Τεχνολογίας

## Παροχή υπηρεσιών

- Εκτέλεση δοκιμών στο σεισμικό προσομοιωτήρα και χορήγηση πιστοποιητικού καλής λειτουργίας σε συνθήκες ισχυρών δονήσεων ή κατά τη διάρκεια σεισμών
- Μετρήσεις δονήσεων πεδίου



# Εικόνες από το μέλλον

## Sky City 1000, Tokyo

- Ύψος: 1.000 m, 196 όροφοι
- Συν. εμβαδόν: 8 km<sup>2</sup>
- 35.000 κάτοικοι



## Mega City Pyramid, Tokyo

- Ύψος: 2.000 m
- Συν. εμβαδόν: 8 km<sup>2</sup>
- 1.000.000 κάτοικοι
- Κατασκευή από νανο-ίνες άνθρακα (αδύνατον να κατασκευαστεί από συμβατικά υλικά)



# Ευχαριστώ !



Εκδρομή Μεταπτυχιακών Σπουδαστών στο ρήγμα της Σπάρτης