Τεύχος 4, Οκτώβριος 2026

# ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΕΣ συναντήσεις

## Γεώργιος Γκαζέτας

με τον Ιωάννη Αναστασόπουλο

ΕΤΑΜ
ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ
HELLENIC SOCIETY OF EARTHQUAKE ENGINEERING

# Αντισεισμικές Συναντήσεις

**Γεώργιος Γκαζέτας**

© Αντισεισμικές Συναντήσεις - Πνευματικά Δικαιώματα

Η παρούσα συνέντευξη με τον καθηγητή Γεώργιο Γκαζέτα, πραγματοποιήθηκε στις 2 Φεβρουαρίου 2026 από τον καθηγητή Ιωάννη Αναστασόπουλο, στο πλαίσιο της σειράς «Αντισεισμικές Συναντήσεις» που υλοποιείται από το ΕΤΑΜ.

Όλα τα δικαιώματα διατηρούνται. Απαγορεύεται η αναπαραγωγή, αποθήκευση, μετάδοση ή διανομή του παρόντος έργου, ολικά ή μερικά, σε οποιαδήποτε μορφή και με οποιοδήποτε μέσο, χωρίς την προηγούμενη γραπτή άδεια των δημιουργών και του ΕΤΑΜ.
Η χρήση του περιεχομένου επιτρέπεται μόνο για μη εμπορικούς, εκπαιδευτικούς ή ερευνητικούς σκοπούς, με υποχρεωτική αναφορά στην πηγή.
Οι απόψεις που εκφράζονται στις συνεντεύξεις δεν αποτελούν απαραίτητα και θέσεις του ΕΤΑΜ

www.eltam.org

# Περί των συναντήσεων...

Η Εκτελεστική Επιτροπή του Ελληνικού Τμήματος Αντισεισμικής Μηχανικής, αποφάσισε την παραγωγή της σειράς "Αντισεισμικών Συναντήσεων"
Μιας ιδέας που αφορά σειρά συνεντεύξεων διακεκριμένων επιστημόνων και μηχανικών στο αντικείμενο της Αντισεισμικής Μηχανικής με στόχο την καταγραφή και διατήρηση της ιστορίας ανάπτυξης της Αντισεισμικής Μηχανικής στη χώρα μας.

Μεθοδολογίες που εφαρμόζουμε σήμερα, θεωρώντας τες δεδομένες, προήλθαν από συστηματική έρευνα, εγχώριες και διεθνείς συνεργασίες, και εργασίες πεδίου μετά από σημαντικούς σεισμούς στην Ελλάδα.

Μηχανικοί που συνέβαλαν στην εξέλιξη της αντισεισμικής μηχανικής θα μας διηγηθούν την ιστορία όπως την διαμόρφωσαν και βίωσαν μέσα από τη δική τους οπτική.

Ο κύκλος συνεντεύξεων θα διευρύνεται συνεχώς, προσπαθώντας να υπάρχει αντιπροσωπευτικότητα από όλα τα ερευνητικά ιδρύματα και γνωστικά ή επαγγελματικά πεδία, ανάλογα και με τη διαθεσιμότητα των επιστημόνων που προσκαλούνται.

Για τους πιο έμπειρους μηχανικούς οι "Αντισεισμικές Συναντήσεις" θα αποτελέσουν καταγραφή αναμνήσεων, ενώ για τους πιο νέους θα έχουν εκπαιδευτικό χαρακτήρα συμβάλλοντας στην κατανόηση της τρέχουσας γνώσης και κανονισμών.

Κάθε "Αντισεισμική Συνάντηση" θα συνοδεύεται από οπτικοακουστικό υλικό, στην μορφή podcast, αλλά και συνοδευτικό τεύχος σε μορφή pdf.

Ευελπιστούμε να βρείτε τις «Αντισεισμικές Συναντήσεις» ενδιαφέρουσες και χρήσιμες..

**Εκτελεστική Επιτροπή**
**Ελληνικού Τμήματος Αντισεισμικής Μηχανικής**

Αριστείδης Παπαχρηστίδης, Πρόεδρος
Παναγιώτης Τσόπελας, Αντιπρόεδρος
Βασίλειος Παπανικολάου, Αντιπρόεδρος
Χρήστος Γιαρλέλης, Γενικός Γραμματέας
Σωτηρία Στεφανίδου, Ταμίας
Δημήτριος Βαμβάτσικος, Μέλος
Κωνσταντίνος Ρεπαπής, Μέλος
Φραγκιαδάκης Μιχάλης, Αν. Μέλος
Βαδαλούκας Γεώργιος, Αν. Μέλος
Καζαντζή Αθανασία, Αν. Μέλος
Τσιάτας Γεώργιος, Αν. Μέλος

# Συντελεστές Έκδοσης

## Αντισεισμικές Συναντήσεις
## Τεύχος 4, Οκτ 2026

**Επιστημονική επιμέλεια – Υπεύθυνη έκδοσης**

Εκτελεστική Επιτροπή ΕΤΑΜ

**Επιμέλεια Οπτικοακουστικού Υλικού**

Παπακωνσταντίνου Αριστοτέλης
Παρουσίδης Ανέστης

**Επιμέλεια κειμένου**

Ευαγγελία Γαρίνη

**Επιμέλεια Έκδοσης**

Ξηρός Στυλιανός

ΕΤΑΜ
ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ
HELLENIC SOCIETY OF EARTHQUAKE ENGINEERING

# Περιεχόμενα

Μαθητικά χρόνια, Σπουδές 13

Η Θητεία στον Στρατό και το «Κρυφό» Διάβασμα 22

Η Ακαδημαϊκή Καριέρα στις ΗΠΑ (Case Western και RPI) 25

Οι Σεισμοί του Μεξικού (1985) και της Καλαμάτας (1986) 32

Εμβληματικά Έργα: Από την Ιαπωνία έως την Μεσοχώρα 34

Ολυμπιακά Έργα και η Γέφυρα του Ισθμού 39

Ο Σεισμός του Κόμπε (1995): Ένα τεράστιο «ζωντανό» Εργαστήριο 43

Σεισμοί Τουρκίας και Ταϊβάν (1999): Διδάγματα από το Ρήγμα 47

Η Φιλοσοφία του Προγράμματος «DARE»: Η Θεμελίωση ως «Αμορτισέρ» 52

Ο "Geo-Legend" η Σχολή Σκέψης και η μεγάλη αναγνώριση από τους φοιτητές 58

Ζωή μετά το Πολυτεχνείο: Διδασκαλία ανά τον Κόσμο 62

Εμβληματικά Έργα: Από την Θεσσαλονίκη στην Σαουδική Αραβία 63

Οι Κανονισμοί και η... Σχέση «Αγάπης-Μίσους» 66

Η Ελληνική Πραγματικότητα: ΕΤΑΜ και ΕΕΕΕΘ (ή πιά ΕΕΕΕΓΜ) 68

Επίλογος 73

Τεύχος 4, Οκτώβριος 2026

# Μαθητικά χρόνια, Σπουδές

**Γ.Γ.:** Καλώς ήλθες Γιάννη. Ευχαριστώ που δέχθηκες να κάνουμε αυτή την συνέντευξη μαζί (αν και συνομιλία θα την έλεγα).

**Ι.Α.:** Είναι μεγάλη χαρά και τιμή που συνομιλούμε σήμερα, στο πλαίσιο των «Αντισεισμικών Συναντήσεων», εδώ στην μόλις ανακαινισθείσα πρώην αίθουσα της Πρυτανείας του Μετσοβίου Πολυτεχνείου με τα εντυπωσιακά αγάλματα. Νομίζω πως επιλέξαμε το κατάλληλο σημείο, καθώς το μεγαλύτερο μέρος της σταδιοδρομίας σας συνδέθηκε άρρηκτα με αυτό το Ίδρυμα.

Ας ξεκινήσουμε, λοιπόν, την αναδρομή μας από τα μαθητικά σας χρόνια. Πώς άρχισε να διαμορφώνεται η προσωπικότητα και η πορεία του Γιώργου Γκαζέτα;

**Γ.Γ.:** Με το Ίδρυμα (το ΕΜΠ) συνδέθηκε σε μεγάλο βαθμό και η δική σου σταδιοδρομία Γιάννη: φοιτητής, υποψήφιος διδάκτορας, μεταδιδάκτορας, και ερευνητής — κάτι λιγότερο από 20 χρόνια!

Τα μαθητικά μου χρόνια μοιράστηκαν σε αρκετές πόλεις. Αφού οι γονείς μου κι εγώ μείναμε στα Γιάννενα, όπου γεννήθηκα, δύο χρόνια, ο πατέρας μου έπαιρνε κάθε 6-7 χρόνια μετάθεση. Ξεκίνησα το σχολείο στα Τρίκαλα και την Καρδίτσα, όπου έκανα τις πρώτες μου μαθητικές σπουδές μέχρι την τρίτη δημοτικού. Κατόπιν μετακομίσαμε στην Ξάνθη, όπου τελείωσα το Δημοτικό και το Γυμνάσιο, ενώ ολοκλήρωσα το Λύκειο στον Πύργο της Ηλείας (η τρίτη μετάθεση).

Παραστάτης στην σχολική παρέλαση του Γυμνασίου Αρρένων Πύργου στην Β' Λυκείου (1967).

**Ι.Α.:** Τι θυμάστε εντονότερα από τα πρώτα χρόνια της εκπαίδευσης σας.

**Γ.Γ.:** Οφείλω να ομολογήσω πως μέχρι την τρίτη δημοτικού δεν θυμάμαι τίποτα! Δεν πρέπει να ήμουν επιμελής μαθητής και μάλλον εκείνη την εποχή με ενδιέφερε περισσότερο να παίζω ποδόσφαιρο, παρά να μαθαίνω γράμματα.

Όλα άλλαξαν στην τετάρτη δημοτικού οπότε και μετακομίσαμε στην Ξάνθη. Εκεί, είχα έναν καταπληκτικό δάσκαλο,

τον θυμάμαι ακόμη, τον Ηλία Ζάχο, με καταγωγή από την Τρίπολη. Ο δάσκαλος μας αυτός έκανε το εξής καταπληκτικό. Μας έβαζε να κρατάμε εβδομαδιαία ημερολόγια. Στην αρχή γράφαμε κοινοτυπίες, αλλά σταδιακά η μέθοδος απέκτησε ενδιαφέρον, καθώς ο Δάσκαλος μάς ζητούσε να τα διαβάζουμε στην τάξη και επιβράβευε όσους έγραφαν καλύτερα. Έτσι, αναπτύχθηκε μεταξύ μας μιά έντονη αλλά δημιουργική άμιλλα. Αρχίσαμε να διαβάζουμε εξωσχολικά βιβλία για να έχουμε υλικό για γράψιμο αλλά και για να βελτιώσουμε τον γραπτό λόγο μας, ενώ κάναμε μέχρι και κοντινές εκδρομές στη φύση για να περιγράψουμε στη συνέχεια την διαδρομή, τα λουλούδια, το τοπίο, με τον καλύτερο δυνατό τρόπο, έτσι ώστε να διακριθούμε. Αυτή η μέθοδος είχε καταλυτική σημασία στην πρόοδο μου.

**Ι.Α.:** Υπάρχει ακόμη αυτό το ημερολόγιο;

**Γ.Γ.:** Δυστυχώς όχι. Κι εγώ θα ήθελα να το ξαναδιαβάσω...

**Ι.Α.:** Η ιστορία με τα ημερολόγια ωστόσο αφορά στα φιλολογικά μαθήματα κυρίως. Πως έγινε η «στροφή» προς Πολυτεχνείο, υπήρχε κάποια οικογενειακή παράδοση;

**Γ.Γ.:** Το αντίθετο θα έλεγα. Ήμουν ο πρώτος (Πολιτικός) Μηχανικός της οικογένειας, καθώς οι περισσότεροι πρώτου και δευτέρου βαθμού συγγενείς, και από τους δύο γονείς μου, είχαν νομική και οικονομική παιδεία και ενασχόληση.

Στο γυμνάσιο λοιπόν, διαπίστωσα ότι τα μαθηματικά με ενδιέφεραν περισσότερο από τα φιλολογικά. Μη ξεχνάτε επιπλέον ότι στα τέλη της δεκαετίας του 1960 στην Ελλάδα, οι Πολυτεχνικές σπουδές διένυαν μια περίοδο μεγάλης ακμής και το επάγγελμα του μηχανικού ήταν όχι μόνον εξαιρετικά ενδιαφέρον αλλά και πολύ προσοδοφόρο. Η χώρα, μόλις είχε βγει από τον Β' Παγκόσμιο πόλεμο και

τον εμφύλιο, και οι ανάγκες ανοικοδόμησης και έργων υποδομής ήταν τεράστιες.

**Ι.Α.:** Ήταν η εποχή της αντιπαροχής και της ραγδαίας ανέγερσης πολυκατοικιών.

**Γ.Γ.:** Ακριβώς. Ήταν μια καλή εποχή για τους Μηχανικούς. Αρκεί να αναλογιστεί κανείς ότι μέχρι το 1960 τα σπίτια, όχι μόνον των φτωχών οικογενειών, αλλά και αυτά των μικρο-μεσαίων εισοδημάτων, στερούνταν βασικών παροχών, όπως εσωτερικό ντούς, ηλεκτρικά είδη, ακόμη και τηλέφωνο, κ.α.

**Ι.Α.:** Οπότε, δίνετε εισαγωγικές και εισάγεστε στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, στη Σχολή Πολιτικών Μηχανικών. Ήταν η πρώτη σας επιλογή; Τί εντυπώσεις έχετε από τις σπουδές σας;

**Γ.Γ.:** Ασφαλώς, ήταν η πρώτη μου επιλογή (όπως άλλωστε προκύπτει εύκολα και από την σειρά εισαγωγής μου!!). Το Πολυτεχνείο ήταν ένα «σχολείο», όπως λέγαμε. Μας έμαθε να δουλεύουμε σκληρά. Δεν ήταν όμως όλοι οι Καθηγητές υψηλού επιπέδου, σε αντίθεση με πολλούς απ' τους συμφοιτητές μου, αλλά και τους Επιμελητές εκείνης της περιόδου, μερικοί απ' τους οποίους ήταν εξαιρετικοί δάσκαλοι. Είχαμε όμως την τύχη να μας διδάξουν και ορισμένοι από τους πλέον διακεκριμένους Καθηγητές, όπως ο Θεοδόσιος Τάσιος, ο οποίος μας παρέδιδε επί δυόμισι χρόνια τα μαθήματα του οπλισμένου και του προεντεταμένου σκυροδέματος. Η διδασκαλία του ήταν σκέτη απόλαυση. Μας καθοδηγούσε να σκεφτόμαστε «έξω από το κουτί», δίνοντάς μας τη δυνατότητα να επιλύουμε σύνθετα προβλήματα επιστρατεύοντας τις πρότερες γνώσεις και την φαντασία μας, χωρίς να περιμένουμε έτοιμες «ρετσέτες» για να βρούμε τη λύση.

Επίσης πολύ καλός ήταν και ο καθηγητής Γιώργος Νουτσόπουλος στην Θεωρητική και Εφαρμοσμένη Υδραυλική, του οποίου η διδασκαλία επίσης με συγκινούσε και παραλίγο να στραφώ προς την Υδραυλική (δεν λέω ότι θάταν κι άσχημα). Όπως και ο Περικλής Θεοχάρης, διεθνώς πρωτοπόρος στην Θραυστο-Μηχανική, με πολύ οργανωμένη Έδρα και πολύ καλούς βοηθούς. Απ' τούς Επιμελητές θαυμάσιοι δάσκαλοι ήταν ο Δεΐμέζης κι ο Ιωαννίδης στην Γεωμετρία, ο Ανδριόλας στην Μηχανική, αλλά και άλλοι.

Η διπλωματική μου εργασία εκπονήθηκε υπό εμπνευσμένον επιβλέποντα, τον Θεοδόση Τάσιο. Ερεύνησα ένα θέμα αρκετά σημαντικό, που συνδύαζε δομοστατικές και γεωτεχνικές ιδέες και μεθόδους. Αντικείμενό της ήταν οι γενικές κοιτοστρώσεις (πλάκες θεμελιώσεως) σε θραύση επί ελαστικού εδάφους. Μελετούσαμε, δηλαδή, την αλληλεπίδραση εδάφους-κατασκευής, ένα θέμα που με απασχόλησε έντονα από τότε. Μάλιστα, συνέχισα την έρευνα στο αντικείμενο αυτό και αργότερα, μετά την ολοκλήρωση του διδακτορικού μου, τόσο κατά την διάρκεια της στρατιωτικής μου θητείας όσο και μεταγενέστερα — αλλά γι' αυτά θα έχουμε ίσως την ευκαιρία να μιλήσουμε αναλυτικότερα παρακάτω.

Αυτή ήταν η εμπειρία μου από το Πολυτεχνείο. Υπήρχαν δυστυχώς και καθηγητές που ήταν μάλλον μέτριοι (επιστημονικά, καί ως δάσκαλοι), αλλά το συνολικό αποτύπωμα της εκπαίδευσης στο ΕΜΠ ήταν πολύ θετικό, όπως φάνηκε κι απ' την ευκολία που είχα στις επόμενες σπουδές μου.

**Ι.Α.:** Ολοκληρώνετε λοιπόν τις σπουδές σας στο Πολυτεχνείο και φεύγετε για μεταπτυχιακό στις ΗΠΑ στο MIT. Πώς προέκυψε αυτή η επιλογή;

**Γ.Γ.:** Ήταν η μοναδική αίτηση που έκανα! Βλέπεις τότε δεν είχαμε ουσιαστική ενημέρωση για τα Αμερικανικά ή

άλλα ξένα Πανεπιστήμια, παρά μόνον τις πληροφορίες που προέρχονταν από παλιότερους φοιτητές οι οποίοι είχαν ταξιδέψει στις ΗΠΑ και Ευρώπη τα προηγούμενα χρόνια. Περιέγραφαν το MIT ως το κορυφαίο Πανεπιστήμιο για τη δική μας τεχνολογική επιστήμη.

Έκανα μόνον μία αίτηση όχι από κάποιο είδος σνομπισμού ή υπεροψίας, ότι δηλαδή θεωρούσα τον εαυτό μου τόσο καλό που θα με δέχονταν οπωσδήποτε με υποτροφία, απλώς δεν είχα χρόνο για άλλη αίτηση! Αργά είχα ξεκινήσει. Εννοείται δε οτι χωρίς οικονομική στήριξη το "ταξίδι" αυτό δεν θα μπορούσε κάν να συζητηθεί. Έτσι, έκανα αίτηση μόνον στο MIT και ευτυχώς έγινα δεκτός ως βοηθός ερευνητής (Research Assistant), χωρίς δηλαδή την καταβολή διδάκτρων και με μηνιαίο μισθό, αρκετό για την διαβίωση εκεί.

Το κτίριο (Building 1) της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών στο MIT.

**Ι.Α.:** Πηγαίνοντας στο MIT είχατε ήδη αποφασίσει ότι θέλετε να εμβαθύνετε στην εδαφομηχανική και τη γεωτεχνική σεισμική μηχανική;

**Γ.Γ.:** Ακριβώς. Ο πρώτος λόγος ήταν ότι η Εδαφομηχανική στο Πολυτεχνείο τότε ήταν ένας κλάδος πολύ υποτονικός.

Ο δεύτερος και σημαντικότερος λόγος ήταν ο σεισμός. Ήμουν αποφασισμένος ότι αυτό ήταν το κρίσιμο θέμα για την Ελλάδα. Είχα ζήσει, άλλωστε, δύο μεγάλους σεισμούς στα παιδικά μου χρόνια. Ο πρώτος ήταν ο σεισμός των Σοφάδων το 1954, όταν ζούσαμε στην Καρδίτσα. Ένας πολύ ισχυρός σεισμός, στην άκρη του Θεσσαλικού κάμπου, μεγέθους Μ 7,2 (της κλίμακας Ρίχτερ, όπως κακώς έχει επικρατήσει να λέγεται δημοσιογραφικά), που προκάλεσε μάλιστα επιφανειακή διάρρηξη του ρήγματος μεταξύ Σοφάδων και Δομοκού. Θυμάμαι πολύ καλά, αν και ήμουν πολύ μικρός, που πήγα με τον πατέρα μου στην Μητρόπολη, τον Άγιο Κωνσταντίνο, η οποία είχε υποστεί σοβαρές ζημιές στο καμπαναριό.

Ο σεισμός των Σοφάδων στις 30 Απριλίου 1954: κάτοικοι περπατούν στα χαλάσματα της ομώνυμης πόλης (από εφημερίδα της εποχής).

Αργότερα, το 1965, όταν μετακομίσαμε από την Ξάνθη στον Πύργο, ζήσαμε ελαφρά τον σεισμό της Πελοποννήσου, με πηγή μεταξύ Μεγαλόπολης και Ανδρίτσαινας, σχεδόν στο σημείο όπου συναντώνται οι νομοί Ηλείας, Αρκαδίας

και Μεσσηνίας. Επειδή το επίκεντρο ήταν αρκετά μακριά, δεν τους αισθανθήκαμε και πολύ έντονα. Έτσι, η ιδέα της Αντισεισμικής είχε ριζώσει μέσα μου, παρόλο που στο Πολυτεχνείο δεν είχαμε κανένα ειδικό σχετικό μάθημα, παρά μόνον ελάχιστες μνείες γιά την μέθοδο Ρουσόπουλου σε απλοποιημένη ψευδοστατική έκδοση. Μάλιστα, στο πέμπτο έτος είχα βοηθήσει μία συνάδελφο στους τότε αντισεισμικούς υπολογισμούς (για ένα μελετητικό γραφείο), που συνίσταντο στην συμπλήρωση του πίνακα αντισεισμικού υπολογισμού χρησιμοποιώντας τον "περίφημο" σεισμικό συντελεστή 4% της επιτάχυνσης της βαρύτητας (0,04g). Στοιχειώδης διαδικασία.

Όλα αυτά με είχαν προδιαθέσει να ασχοληθώ με την Σεισμική Μηχανική και την Εδαφοδυναμική.

**Ι.Α.:** Άρα ο σεισμός ήταν κάτι που σας είχε εντυπωθεί από παιδί. Φτάνετε λοιπόν στο MIT. Πώς ήταν η εμπειρία σας και η σχέση σας με τους καθηγητές εκεί;

**Γ.Γ.:** Το επίπεδο ήταν γενικώς υψηλό. Υπήρχαν διεθνούς φήμης καθηγητές στην Εδαφομηχανική, όπως ο Lambe και ο Ladd, και ένας από τους πρωτοπόρους της Εδαφοδυναμικής, ο Robert Whitman. Ωστόσο, ένας μόνον ήταν στο επίπεδο του Θεοδόση Τάσιου ως προς την διδασκαλία, ο José Roesset, υπό τον οποίο έκανα την διατριβή του Master's. Ήταν εκπληκτικός δάσκαλος και εξαιρετικός άνθρωπος.

**Ι.Α.:** Ολοκληρώσατε Master's και Διδακτορικό σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα.

**Γ.Γ.:** Ναι, μου πήρε περίπου ενάμιση χρόνο το καθένα — τρία χρόνια συνολικά.

**Ι.Α.:** Σήμερα δεν έχω δεί κανέναν διδακτορικό φοιτητή που να τελειώνει σε λιγότερο από πέντε χρόνια!

**Γ.Γ.:** Ναι, αυτό γενικώς ισχύει. Και στο MIT ήταν κάτι πολύ σπάνιο η ολοκλήρωση του διδακτορικού σε λιγότερο από 3 – 4 έτη μετά το Master's (δηλαδή άλλα 1.5 – 2 έτη), σύνολο 4 – 6 έτη. Όμως, κι ο Μιχάλης Φαρδής δυό χρόνια αργότερα, σε τρισήμισι χρόνια είχε πάρει διπλό μάστερ και διδακτορικό! Άρα ουσιαστικά τέλειωσε εξίσου ή πιό γρήγορα από μένα. Εγώ απλώς βιαζόμουν να επιστρέψω στην Ελλάδα.

# Η Θητεία στον Στρατό και το «Κρυφό» Διάβασμα

**Ι.Α.:** Περιγράψτε μας λίγο τα της στρατιωτικής σας θητείας.

**Γ.Γ.:** Επέστρεψα στην Ελλάδα το 1976, κυρίως για να υπηρετήσω τη θητεία μου. Λόγω των σπουδών μου, υπηρετούσα ως «τριμηνίτης» αλλά τελικά η θητεία παρατάθηκε από τον τότε Υπουργό Άμυνας, τον Ευάγγελο Αβέρωφ, λόγω εθνικών αναγκών (διάβαζε: διαμαρτυρίες πολιτών). Συνέχισα αναγκαστικά λοιπόν στο στρατό μετά από τετράμηνη διακοπή, ενώ είχα ήδη πάρει απολυτήριο!

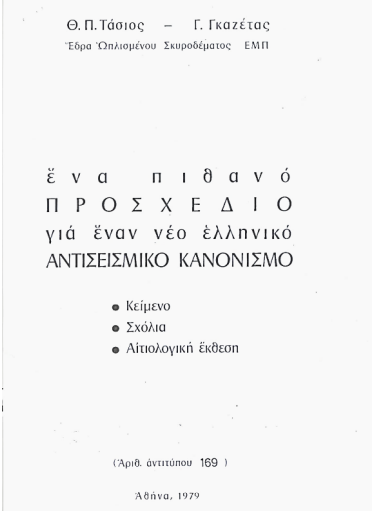
**Ι.Α.:** Έχω ακούσει κάποιες ιστορίες ότι κατά τη θητεία σας γράφατε κάποια papers...

**Γ.Γ.:** Σιγά σιγά, μη βιάζεσαι. Στη δεύτερη θητεία μου, όχι στο τρίμηνο της πρώτης εκπαίδευσης, αλλά στο δεύτερο, το «μεταπτυχιακό» ας πούμε τρίμηνο. (γέλια)

Ήμασταν λοιπόν ένας ειδικός «Λόχος τριμηνητών» όπως λεγόμασταν στον στρατό τότε. Όταν λοιπόν πηγαίναμε για εκπαίδευση, στην ώρα της ανάπαυσης, ενώ ο αξιωματικός έλεγε ιστορίες και οι άλλοι στρατιώτες ανέκδοτα, εγώ καθόμουν παραπέρα, είχα στο αμπέχονο τα περιοδικά της ASCE (American Society of Civil Engineers), τα οποία ίσα

που χωρούσαν στις τσέπες, τα άνοιγα και διάβαζα κάπως κρυφά. Μέχρι που μια μέρα με αντιλήφθηκε ο αξιωματικός. Με πλησίασε, πήρε το περιοδικό, είδε τους τίτλους και μου είπε: «Α, βλέπω αγγλικά..!». Δεν τον ενδιέφερε η Εδαφομηχανική, νόμιζε ότι απλώς εξασκούσα την γλώσσα. Έτσι, κατάφερα να συνεχίζω το διάβασμα. Μετά, στο γραφείο του στρατού που μετατέθηκα, έγραψα το πρώτο μου άρθρο σε περιοδικό, βασισμένο στη διπλωματική που είχα κάνει με τον Θεοδόση Τάσιο (που ήταν ασφαλώς συσυγγραφέας).

Τότε αναθερμάνθηκε η σχέση μου με τον καθηγητή μου. Με έπεισε, και επί έναν χρόνο μετά τον στρατό, δουλέψαμε για να συγγράψουμε τελικώς ένα πιθανό — το τονίζω, πιθανό — προσχέδιο νέου Ελληνικού Αντισεισμικού Κανονισμού. Ο Θεοδόσης Τάσιος ήταν ο εμπνευστής και συγγραφέας των περισσότερων άρθρων του πονήματος αυτού. Έβλεπε μπροστά και αντιλαμβανόταν την ανάγκη εκσυγχρονισμού του κανονισμού.


Θ. Π. Τάσιος – Γ. Γκαζέτας
Έδρα Οπλισμένου Σκυροδέματος ΕΜΠ

ένα πιθανό
ΠΡΟΣΧΕΔΙΟ
γιά έναν νέο ελληνικό
ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟ

- Κείμενο
- Σχόλια
- Αιτιολογική έκθεση

(Αριθ. άντιτύπου 169)

Αθήνα, 1979

Το εξώφυλλο του Προσχεδίου για έναν πιθανό Αντισεισμικό Κανονισμό, το 1979.

Το εξώφυλλο του Προσχεδίου για έναν πιθανό Αντισεισμικό Κανονισμό, το 1979.

**Ι.Α.:** Ποια ήταν η κατάσταση του ισχύοντος κανονισμού τότε;

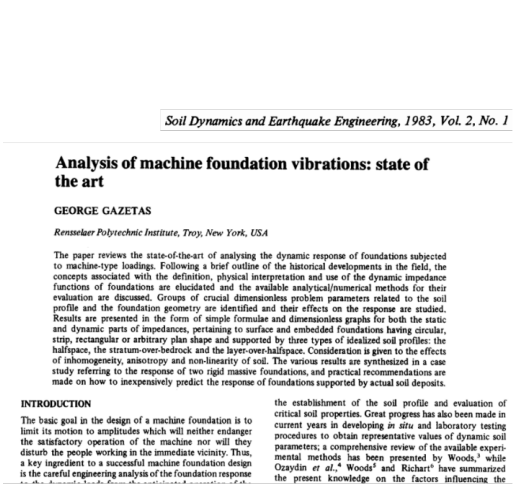
**Γ.Γ.:** Ο ισχύων κανονισμός ήταν του 1959, είχε αρχίσει να γράφεται το 1954-55, κυρίως μετά τους καταστροφικούς σεισμούς της Κεφαλονιάς. Ήταν, όπως καταλαβαίνετε, σε αρκετά πρωτόγονη μορφή. Το δικό μας προσχέδιο ήταν πολύ πρωτοποριακό, πολλοί δε καλοί μηχανικοί άρχισαν να το χρησιμοποιούν άτυπα μέχρι το 1983, οπότε επιτέλους ενσωματώθηκαν κάποιες από αυτές τις ιδέες στα λεγόμενα «Πρόσθετα Άρθρα» του αντισεισμικού κανονισμού. Η βάση παρέμεινε αυτή του 1959, αλλά οι νέες διατάξεις για το οπλισμένο σκυρόδεμα, οι οποίες προστέθηκαν μετά τούς σεισμούς των Αλκυονίδων (1981) και της Θεσσαλονίκης (1978), ήταν αυτές που ίσως έσωσαν αργότερα πολύ κόσμο.

# Η Ακαδημαϊκή Καριέρα στις ΗΠΑ (Case Western και RPI)

**Ι.Α.:** Στη συνέχεια επιστρέφετε στις ΗΠΑ, πλέον ως Επίκουρος Καθηγητής στο Case Western Reserve University και μετά ως Αναπληρωτής Καθηγητής στο Rensselaer Polytechnic Institute (RPI). Τι αναμνήσεις έχετε από εκείνη την περίοδο;

**Γ.Γ.:** Στο Case Western ως νέος Assistant Professor είχα πολύ μεγάλη διάθεση και ενέργεια να επεκταθώ σε νέα πεδία, πέρα από τα θέματα των διατριβών μου. Ήταν μια εξαιρετικά παραγωγική μου περίοδος. Ασχολήθηκα στην αρχή με τις ταλαντώσεις θεμελίων σε διάφορους εδαφικούς σχηματισμούς, με έμφαση στην ανομοιογένεια του εδάφους. Μετά στράφηκα προς τα φράγματα, ένα αντικείμενο για το οποίο ελάχιστην ιδέα είχα, και σίγουρα δεν το είχα αγγίξει μέχρι τότε ερευνητικά, και διάφορα άλλα αντικείμενα όπως η εδαφική ανισοτροπία και οι πάσσαλοι υπό δυναμική φόρτιση.

Φυσικά δε, επέκτεινα και την διπλωματική μου εργασία στο ΕΜΠ σε θραύση όχι πλέον ορθογωνικού θεμελίου, αλλά πλακών θεμελιώσεως διαφόρων σχημάτων, σε ποικιλία εδαφικών προφίλ, και υπό διάφορες μορφές φορτίσεως.



*Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 1983, Vol. 2, No. 1*

**Analysis of machine foundation vibrations: state of the art**

GEORGE GAZETAS

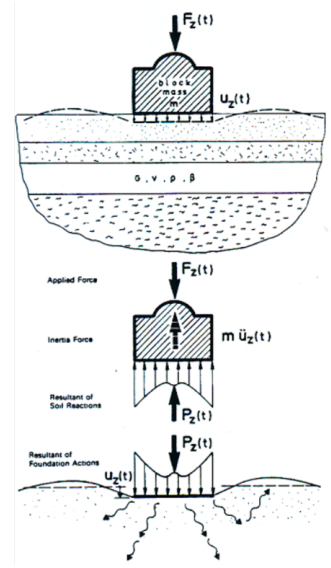
*Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, New York, USA*

The paper reviews the state-of-the-art of analysing the dynamic response of foundations subjected to machine-type loadings. Following a brief outline of the historical developments in the field, the concepts associated with the definition, physical interpretation and use of the dynamic impedance functions of foundations are elucidated and the available analytical/numerical methods for their evaluation are discussed. Groups of crucial dimensionless problem parameters related to the soil profile and the foundation geometry are identified and their effects on the response are studied. Results are presented in the form of simple formulae and dimensionless graphs for both the static and dynamic parts of impedances, pertaining to surface and embedded foundations having circular, strip, rectangular or arbitrary plan shape and supported by three types of idealized soil profiles: the halfspace, the stratum-over-bedrock and the layer-over-halfspace. Consideration is given to the effects of inhomogeneity, anisotropy and non-linearity of soil. The various results are synthesized in a case study referring to the response of two rigid massive foundations, and practical recommendations are made on how to inexpensively predict the response of foundations supported by actual soil deposits.

**INTRODUCTION**

The basic goal in the design of a machine foundation is to limit its motion to amplitudes which will neither endanger the satisfactory operation of the machine nor will they disturb the people working in the immediate vicinity. Thus, a key ingredient to a successful machine foundation design is the careful engineering analysis of the foundation response

the establishment of the soil profile and evaluation of critical soil properties. Great progress has also been made in current years in developing *in situ* and laboratory testing procedures to obtain representative values of dynamic soil parameters; a comprehensive review of the available experimental methods has been presented by Woods,[3] while Ozaydin *et al.*,[4] Woods[5] and Richart[6] have summarized the present knowledge on the factors influencing the

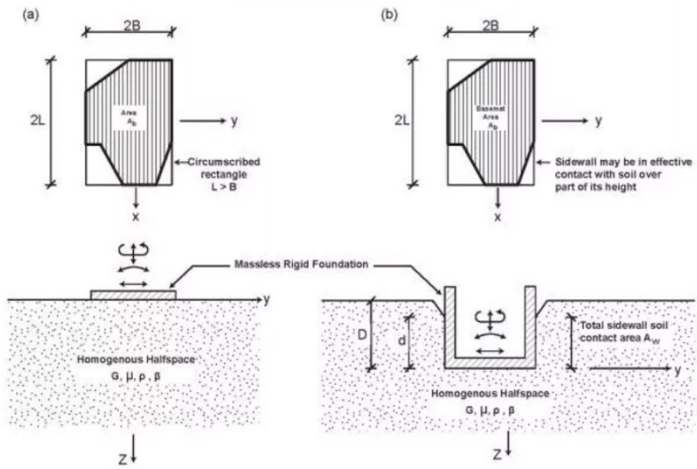



Απόσπασμα από την πρώτη σελίδα του state-of-the-Art άρθρου το 1983 με το επεξηγηματικό σκαρίφημα της δυναμικής αλληλεπίδρασης θεμελίου–εδάφους

**Ι.Α.:** Εκείνη την εποχή δημιουργήθηκαν και τα περίφημα “ελατήρια Γκαζέτα”;

**Γ.Γ.:** Η βασική υποδομή είχε αρχίσει εκεί, αλλά ολοκληρώθηκε μετά, στο Rensselaer (RPI). Εκεί είχα την τύχη να συνεργαστώ με τον Ricardo Dobry, ο οποίος είχε επίσης σπουδάσει στο MIT πρίν από μένα και είχε επιστρέψει από την Χιλή στις ΗΠΑ τον Σεπτέμβριο του 1973, μετά την ανατροπή του Αλιέντε από την Χούντα του Πινοσέτ. (Δεν είχες γεννηθεί ακόμη Γιάννη, αλλά ελπίζω να έχεις ακούσει και

διαβάσει για την μεγάλη εκείνη περιπέτεια της Χιλής.) Ο Ricardo λοιπόν ήταν ένας συγκλονιστικός επιστήμονας, άνθρωπος, και δάσκαλος. Με έπεισε να μετακινηθώ από την καθαρή Ελαστοδυναμική και τις ακριβείς θεωρητικές λύσεις που μέχρι τότε αναζητούσα προς πιο πρακτικές εφαρμογές. Έτσι ξεκινήσαμε να αναπτύσσουμε λύσεις για θεμελιώσεις τυχόντος σχήματος κατόψεως και εγκιβωτισμού. Ασχολήθηκα αρκετά με αυτά τα θέματα κατά την δεκαετία του 80. Κι έτσι προέκυψε μια ολοκληρωμένη σειρά "ελατηρίων" και "απορροφητήρων". (Τα σημαντικότερα απ' αυτά έχουν υιοθετηθεί στον αντισεισμικό Ευρωκώδικα EC8 —τον ισχύοντα και τον νέο υπό τελική έγκριση).




Ενδεικτικό σχήμα των θεμελίων "τυχόντος" σχήματος, την δυσκαμψία των οποίων διερεύνησα σε συνεργασία με τον Ricardo Dobry κατά την διάρκεια της θητείας μου στο RPI, και τον Γιάννη Τασούλα αργότερα.

**Ι.Α.:** Αυτή είναι μια εποχή που υπάρχει και μια εντυπωσιακή σε αριθμό αλληλουχία δημοσιεύσεών σας στα εγκυρότερα περιοδικά, όπου είστε μοναδικός συγγραφέας.

**Γ.Γ.:** Η ταυτόχρονη σχεδόν δημοσίευση των άρθρων μου μία χρονιά ήταν και θέμα συμπτώσεων! Κάποια άρθρα είχαν καθυστερήσει να δημοσιευθούν, άλλα προχώρησαν γρήγορα, και έτσι συνέπεσαν πολλά μαζί. Το 1981, για παράδειγμα, είχα δημοσιεύσει 12 άρθρα σε περιοδικά (τα 11 εντελώς μόνος μου). Σίγουρα αυτό δεν ήταν η τυπική μου παραγωγή.

Εκείνη την περίοδο ολοκληρώθηκε και το πρώτο διδακτορικό που επέβλεψα, στο RPI, του Πάνου Ντακούλα, ο οποίος σήμερα είναι ομότιμος καθηγητής στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας του Βόλου, έχοντας μόλις αφυπηρετήσει. Η εργασία του αφορούσε την σεισμική ανάλυση φραγμάτων σε 3 διαστάσεις. Ανέπτυξε μιάν ευφυέστατη λύση κλειστής μορφής για εγκάρσια ταλάντωση φραγμάτων σε ημικυκλική χαράδρα, κάτι που αξιοποιήσαμε πολύ αργότερα στην Ελλάδα. Ο Πάνος συνέχισε αργότερα και ανέπτυξε ακριβείς θεωρητικές λύσεις για ελλειπτικού σχήματος χαράδρες, για φράγματα επί εδάφους, για διέγερση με μη κατακόρυφα κύματα. Παρόλη την εκρηκτική ανάπτυξη των προγραμμάτων πεπερασμένων στοιχείων, ακόμη χρησιμοποιώ τις λύσεις αυτές για ταχεία εκτίμηση των ιδιοπεριόδων, της πιθανής ενίσχυσης, και για ταχεία επαλήθευση αριθμητικών αναλύσεων.

## "Οι 300 και πλέον ενθουσιώδεις φοιτητές ήταν το μεγαλύτερο κίνητρο της ακαδημαϊκής μου ζωής"

**Ι.Α.:** Είσαστε λοιπόν στην Αμερική όπου τα πράγματα εξελίσσονται πολύ καλά και τον Ιούνιο του 1981 προκύπτει η υποψηφιότητά σας για την έδρα Εδαφομηχανικής στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Πώς βιώσατε τη διαδικασία εκλογής;

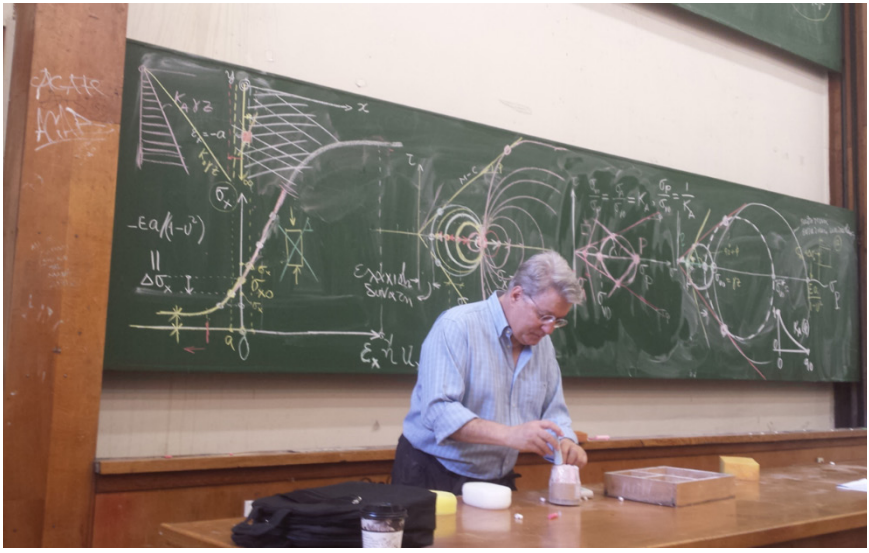
**Γ.Γ.:** Ήμουν μόλις 30 ετών. Τότε προκηρύχθηκε η νεοϊδρυθείσαΈδρα Εδαφομηχανικής. Μέχρι τότε υπήρχε η Έδρα «Θεμελιώσεων και Ξυλίνων Γεφυρών» με διδάσκοντα τον καθηγητή Αντόνιο Λοΐζο. Με παρότρυναν ο Τάσιος και ο Νουτσόπουλος να υποβάλω υποψηφιότητα. Έκανα μεγάλη προσπάθεια να αποδώσω ευρύτατες περιλήψεις των άρθρων μου στα ελληνικά. Δεν μετάνοιωσα ποτέ γι' αυτή την προσπάθεια: από την πρώτη ημέρα διδασκαλίας μου στο ΕΜΠ δεν χρησιμοποιούσα ούτε έναν όρο στα αγγλικά. (Σε αντίθεση με συναδέλφους μηχανικούς της πράξης, όπου η αγγλικούρα στους όρους πήγαινε σύνεφο.)

Το 1986 ως Καθηγητής στο ΕΜΠ.

Όταν λοιπόν ήλθα στην Αθήνα να υποβάλω τα χαρτιά μου, η γενικότερη εικόνα της τότε Αθήνας με απογοήτευσε τόσο, που μετά την υποβολή της υποψηφιότητάς μου, η έκβασή της σχεδόν έπαψε να με ενδιαφέρει. Δεν επισκέφθηκα ούτε έναν από τους 75 καθηγητές που θα ψήφιζαν (εκτός βεβαίως των Τάσιου, Νουτσόπουλου).

**Ι.Α.:** Πως ήταν η διαδικασία τότε.

**Γ.Γ.:** Αρχικά να σας πω ότι ψήφιζε όλο το Πολυτεχνείο (περίπου 75 καθηγητές), από όλες τις σχολές). Τελικά



Διδάσκοντας την θεωρία ωθήσεων κατά Rankine στο Αμφιθέατρο Γκίνη 18 (με δύο τεράστιουςπίνακες, αυτό παραμένει το μοναδικό αξιόλογο αμφιθέατρο στην Σχολή μας!)

εκλέχθηκα το 1982 και ανέλαβα το 1983.

**Ι.Α.:** Ποια ήταν η εικόνα του Γεωτεχνικού Τομέα όταν αναλάβατε;

**Γ.Γ.:** Ουσιαστικά δεν υπήρχε Τομέας. Ήμασταν μόνον εγώ και ο παλιός καθηγητής Αντώνιος Λοΐζος, ο οποίος σύντομα αφυπηρέτησε (συνταξιοδοτήθηκε που λέμε). Με προσπάθεια, τον έπεισα να προκηρύξουμε πέντε νέες θέσεις, από Τεχνική Γεωλογία και Θεμελιώσεις μέχρι Εδαφοδυναμική. Έτσι στελεχώθηκε ο τομέας με εξαιρετικούς

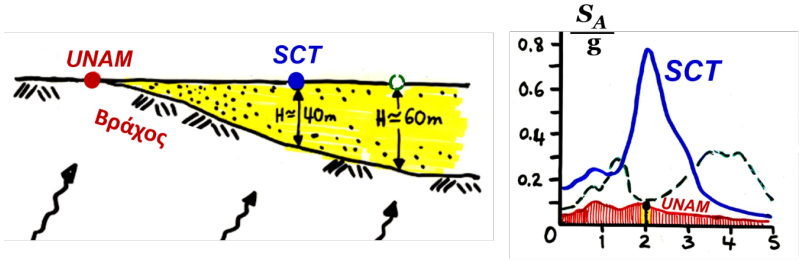
επιστήμονες όπως ο Παύλος Μαρίνος από το Δημοκρίτειο της Ξάνθης, ο Γιάννης Πρωτονοτάριος από τον Δημόκριτο, ο Καβαδάς, ο Μπουκουβάλας και ο αείμνηστος Χριστούλας.

Η διδασκαλία μου στο αμφιθέατρο Γκίνη 18, με 300 ενθουσιώδεις φοιτητές ήταν το μεγαλύτερο κίνητρο για την επάνοδό μου στην Ελλάδα, ίσως δε και το πιο σημαντικό «θέλγητρο» της ακαδημαϊκής μου ζωής.

# Οι Σεισμοί του Μεξικού (1985) και της Καλαμάτας (1986)

**Ι.Α.:** Στα μέσα της δεκαετίας του ‘80 συμβαίνουν δύο καθοριστικά γεγονότα: ο σεισμός του Μεξικού και της Καλαμάτας. Περιγράψτε μας πώς επηρέασαν την επιστήμη μας;

**Γ.Γ.:** Ο σεισμός του Μεξικού (17/9/1985) ήταν η “αποθέωση” της Εδαφοδυναμικής. Η στοιχειώδης δυναμική του εδάφους, με την μονοδιάστατη διάδοση των κυμάτων, επαληθεύτηκε πλήρως! Υπήρξαν 20.000 νεκροί σε απόσταση 400 χλμ από την πηγή του σεισμού. Αιτία: ο “διπλός συντονισμός” μεταξύ διέγερσης, εδαφικού προφίλ, και κτιρίων. Μέχρι τότε, οι σεισμολόγοι στην Ελλάδα σχεδόν αγνοούσαν την σημασία του εδάφους. Έ λοιπόν, μετά το Μεξικό, για τους σεισμολόγους για όλα έφταιγε το έδαφος!




Πόλη του Μεξικού 1985, η αιτία της καταστροφής: Η εκπληκτική ενίσχυση της σεισμικής φασματικής επιτάχυνσης στην επιφάνεια εδαφικού σχηματισμού με ιδιοπερίοδο 2 δευτερολέπτων.

Ακριβώς έναν χρόνο μετά γίνεται ο σεισμός στην Καλαμάτα. Ήταν καθοριστικός σεισμός γιατί ο νεοσύστατος ΟΑΣΠ προκήρυξε για πρώτη φορά ερευνητικά προγράμματα. Αυτό προέτρεψε τα Πανεπιστημιακά Ιδρύματα να καταθέσουν ερευνητικές προτάσεις και έτσι να αναπτυχθούν εργαστήρια εδαφομηχανικής, δομοστατικής, τεχνικής σεισμολογίας. Κάτι εξαιρετικά σημαντικό για την χώρα.

Στο πρώτο Πανελλήνιο Συνέδριο Εδαφομηχανικής το 1988, με Πρόεδρο τον Θεοδόση Τάσιο, όπου η εδαφομηχανική αφρόκρεμα της Ελλάδος εργάστηκε συστηματικά, είχα την τύχη να κάνω μια αρκετά μεγάλη διάλεξη με τίτλο: "Ο ρόλος του εδάφους στους σεισμούς του Μεξικού και της Καλαμάτας". Μεταξύ τους υπήρξε μεγάλη διαφορά. Στο Μεξικό είχαμε ενίσχυση του κραδασμού από το έδαφος, ενώ στην Καλαμάτα είχαμε συχνά απομείωσή του. Αυτή η αντίθεση ανέδειξε την πολυπλοκότητα του ρόλου του εδάφους.

# Εμβληματικά Έργα: Από την Ιαπωνία έως την Μεσοχώρα

**Ι.Α.:** Η ιστορία σας όμως με την Αμερική δεν είχε τελειώσει. Ξανα-πήγατε το 1988, στο "State University New York at Buffalo" αυτή την φορά. Πως προέκυψε αυτό;

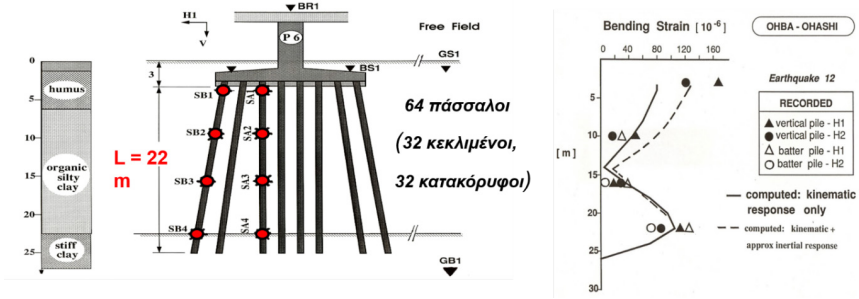
**Γ.Γ.:** Με "παρέσυρε" ο πρώην μαθητής μου, ο Μιχάλης Κωνσταντίνου, αναπληρωτής Καθηγητής ήδη εκεί, αλλά και το γεγονός ότι το Buffalo είχε μόλις πάρει το πρώτο (και μοναδικό) Κέντρο Αντισεισμικής Μηχανικής στην Αμερική. Και έτσι πήγα εκεί για τα επόμενα 4-5 χρόνια με αλλεπάλληλες "Σαββατικές"και άνευ-αποδοχών άδειες από το ΕΜΠ. Ενδιαμέσως δίδαξα και ένα-δυό εξάμηνο στο ΕΜΠ. Μια πολύ σημαντική περίοδος της ακαδημαϊκής μου σταδιοδρομίας.

**Ι.Α.:** Παράλληλα με την ακαδημαϊκή πορεία σας, συμμετείχατε σε σπουδαία τεχνικά έργα στην Ελλάδα και στο εξωτερικό. Ποια ξεχωρίζετε;

**Γ.Γ.:** Θα αναφέρω δύο που ξεκίνησαν ως συμβουλευτικά έργα και κατέληξαν πολυετή ερευνητικά προγράμματα.

Το πρώτο ήταν η σεισμική απόκριση των πασσάλων της γέφυρας Ohba-Ohashi στην Ιαπωνία. Ο Μηχανικός που μού πρότεινε και χρηματοδότησε μέσω της εταιρείας Shimizu την σχετική έρευνα ήταν, όπως πολύ καλά γνωρίζεις Γιάννη, ο Takashi Tazoh, που αργότερα υπήρξε ο συνδιοργανω-

τής των εκπαιδευτικών επισκέψεών μας στο Κόμπε. Η Ohba-Ohashi ήταν μια συνήθης γέφυρα πολλών μικρών ανοιγμάτων που διέσχιζε μια εύφορη κοιλάδα νοτίως του Τόκιο. Το έδαφος όμως ήταν εξαιρετικά μαλακό, παρόμοιο με την άργιλο του Μεξικού, με δείκτη πλασιμότητας, PI, της τάξεως του 100 και αστράγγιστη διατμητική αντοχή, Su, περί τα 50 kPa! Σε κάθε βάθρο η γέφυρα είχε 64 δακτυλιωτούς χαλύβδινους πασσάλους, και εκπληκτική ενοργάνωση. Σε ένα βάθρο, σε έξη θέσεις κατά μήκος δύο πασσάλων, εσωτερικά, είχαν εγκατασταθεί παραμορφωσιογράφοι, που κατέγραφαν την χρονοΐστορία τόσο των αξονικών, όσο και των καμπτικών παραμορφώσεων. Το μεγαλύτερο εύρημα, που το αξιοποίησα πολλαπλώς στη συνέχεια, ήταν ότι οι χρονοΐστορίες των καμπτικών ροπών στους δύο πασσάλους ήταν ισχυρές μεν αμέσως κάτω απ' τον κεφαλόδεσμο, στην πακτωμένη κεφαλή δηλαδή, αλλά μετά απομειώνονται ταχύτατα με το βάθος, μέχρι που «ξαφνικά» στα 20 μέτρα, εκεί όπου υπήρχε διεπιφάνεια του μαλακού εδάφους με το κατά πολύ σκληρότερο υπόβαθρο, γίνονταν εξίσου μεγάλες!!




Γέφυρα Ohba–Ohashi: Θεμελίωση ενός μεσοβάθρου, με τις θέσεις των παραμορφωσιογράφων σε δύο εκ των πασσάλων και τις καταγραφείσες μέγιστες τιμές των καμπτικών παραμορφώσεων κατά μήκος των πασσάλων.

Έτσι αναδείχθηκε η σημασία της «κινηματικής επιπόνησης» των πασσάλων — ότι δηλαδή μεγάλες καμπτικές ροπές προκαλούνται όχι μόνον από τα εδρανειακά φορτία της ανωδομής, αλλά από την διαφορά δυσκαμψίας δύο διαδοχικών εδαφικών στρώσεων σε μεγαλύτερο βάθος. Αυτό το εύρημα εντάχθηκε αργότερα με ποιοτικόν τρόπο στον πρώτο αντισεισμικό Ευρωκώδικα, EC8, όπου επισημάνθηκε ότι αν υπάρχει τέτοια διεπιφάνεια διαφορετικών ιδιοτήτων, πρέπει ο πάσσαλος να οπλιστεί 2 ή 3 διαμέτρους πάνω και κάτω από την διεπιφάνεια αυτήν ως πιθανή πλαστική άρθρωση. Το ίδιο ακριβώς γράφτηκε και στον νέο Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό (ΕΑΚ).

Ύστερα από αυτή την εξέλιξη, εντάθηκε όπως καταλαβαίνεις, όλη μου οι έρευνα για πασσάλους και την κινηματική αλληλεπίδραση, η οποία άλλωστε είχα ξεκινήσει νωρίτερα κατά την εποχή του RPI. Άλλο όμως είναι να δουλεύεις θεωρητικά και άλλο να διαθέτεις πραγματικά δεδομένα, μάλιστα δε σε αυτήν την εκπληκτική μορφή χρονοϊστορίας καμπτικών ροπών κατά μήκος του πασσάλου. Από 12 σεισμικά επεισόδια μάλιστα. Και τώρα που σκέφτομαι την συγκυρία, ακόμη συγκινούμαι...

Μετά όμως ήρθε και δεύτερη σύμπτωση. Αφορούσε το πυρηνικό εργοστάσιο Brunsbüttel στη Γερμανία, έξω από το Αμβούργο. Το πυρηνικό αυτό εργοστάσιο, που είχε θεμελιωθεί στα τέλη της δεκαετίας του΄60 και δεν είχε θωρακιστεί για σεισμό, έπρεπε να αναβαθμιστεί. Διαπίστωσαν λοιπόν ότι το κτίριο του αντιδραστήρα ήταν εγκιβωτισμένο 9 m σε έδαφος — δεν θα το πιστέψεις — όπως εκείνο του Μεξικού και της Ohba-Ohashi στην Ιαπωνία!! Μία μαλακή άργιλο με αστράγγιστη διατμητική αντοχή, Su, περί τα 40 kPa. Η τεράστιου πάχους κοιτόστρωσή του εδράζονταν σε 230 πασσάλους. Με σύσταση του Ελβετού John Wolf, ο οποίος ήταν τότε διάσημος στην σεισμική αλληλεπίδραση εδάφους-κατασκευής, οι Γερμανοί ιθύνοντες ήρθαν σε

επαφή μαζί μου. Κι αυτό διότι μάλλον δεν υπήρχε άλλος αξιόπιστος τρόπος δυναμικής ανάλυσης των 230 πασσάλων σε ένα τέτοιο έδαφος, παρά η απλή μέθοδος την οποία είχαμε επινοήσει με τον Ricardo Dobry. Σημειώνω ότι η "Δυναμική Αλληλεπίδραση Πασσάλου-προς-Πάσσαλο", δημοσιευμένο στο Géotechnique, είναι ένα από τα πιο ωραία άρθρα που γράψαμε από κοινού. Οι θεωρητικές έρευνες της εποχής έδειχναν ότι η συνήθης μείωση της απόδοσης ομάδας πασσάλων υπό στατικές συνθήκες, όπου δηλαδή η συνολική αντοχή και δυσκαμψία τους μειώνεται όσο μεγαλώνει ο αριθμός τους και μικραίνει η μεταξύ τους απόσταση, υπό δυναμικές συνθήκες αντιστρέφεται. Διότι, όταν ένας πάσσαλος ταλαντώνεται προκαλεί κυματισμό και επηρεάζει αρνητικά ή και θετικά τον γειτονικό πάσσαλο: αποτέλεσμα η αποδοτικότητα της ομάδας ενδέχεται να είναι μεγαλύτερη της μονάδος. Υπό ορισμένες συνθήκες, μπορεί να αυξηθεί και δραματικά. Παραδείγματος χάριν, η απόδοση 0,2 (που ισχύει περίπου για μια ομάδα 3 × 3 πασσάλων με s = 3d) σε ορισμένες συχνότητες αυξάνει και φθάνει ακόμη και το 5! Πλήρης αντιστροφή δηλαδή.

Η έρευνα-μελέτη για το πυρηνικό Brunsbüttel διήρκησε σχεδόν τέσσερα χρόνια και συνέτεινε στο να βελτιώσουμε πολλές από τις μεθόδους ανάλυσης και την αντίληψή μας για τα σχετικά φαινόμενα.

**Ι.Α.:** Να μην παραλείψουμε και την γέφυρα του Τάγου, στο κέντρο της Λισσαβόνας, ένα εξίσου σημαντικό έργο.

**Γ.Γ.:** Αυτή ήταν κρεμαστή γέφυρα, με 900 μέτρα κεντρικό άνοιγμα, κατασκευασμένη στις αρχές της δεκαετίας του '60. Πρωτοποριακή (θαρρώ ακόμη και σήμερα), είναι η κατασκευή του ενός εκ των μεσοβάθρων τύπου caisson, που έχει ύψος 88 μέτρα εκ των οποίων 56 εντός μαλακού εδάφους. Μεγαλειώδες κατασκευαστικό επίτευγμα η κατασκευή-εγκατάστασή του πρίν από 60+ έτη.

Η γέφυρα είχε υπολογιστεί για έναν ισχυρό για την εποχή σεισμικό κραδασμό (βάσει του ιστορικού επιταχυνσιγραφήματος El Centro, 1940) αλλά υπήρξε εξ αρχής η πρόβλεψη για μελλοντικό σιδηρόδρομο, και επομένως ότι θα αυξάνονταν τα φορτία. Με τον Πάνο Ντακούλα αναλύσαμε την σεισμική αναβάθμιση του τεράστιου αυτού βάθρου. Η εμπειρία ήταν ενδιαφέρουσα, καί από κατασκευαστική άποψη.

**Ι.Α.:** Υπήρξαν και μεγάλα έργα στην Ελλάδα με τα οποία ασχοληθήκατε, όπως το φράγμα της Μεσοχώρας.

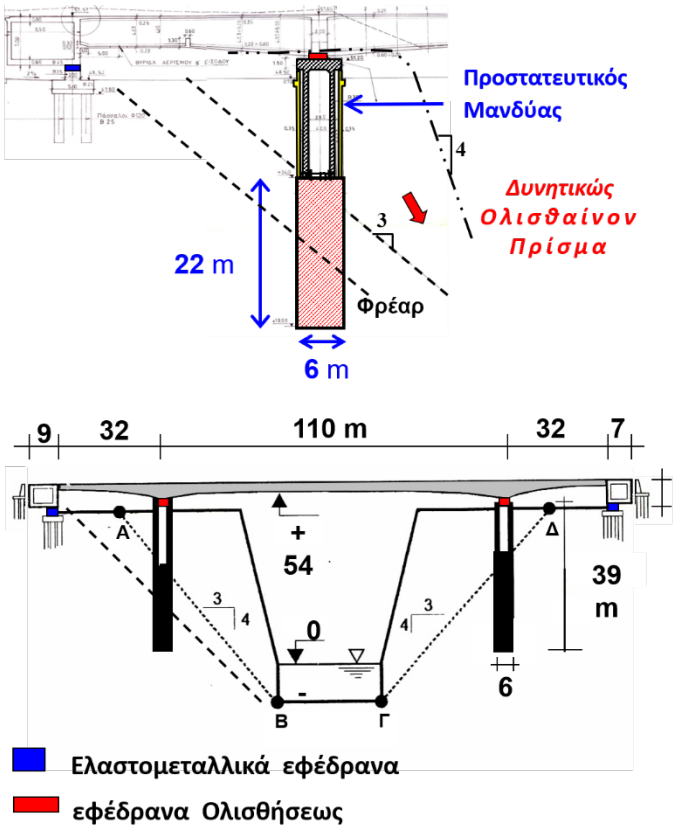
**Γ.Γ.:** Ήταν τότε μάλλον το υψηλότερο φράγμα τύπου CFRD (λιθόρυπτο φράγμα με ανάντη πλάκα σκυροδέματος) στην Ευρώπη, ύψους 165 μέτρων. Εφάρμοσα την θεωρία που είχαμε αναπτύξει με τον Πάνο Ντακούλα στο διδακτορικό του για την σεισμική συμπεριφορά σε ημικυκλική χαράδρα. Ήμουν πολύ χαρούμενος που μια εκ πρώτης όψεως θεωρητική διατριβή, εντελώς αναλυτική, βρήκε την εφαρμογή της. Δυστυχώς, αν και το έργο ολοκληρώθηκε κατασκευαστικά λίγο μετά το 2000, ο ταμιευτήρας παραμένει σήμερα άδειος εξαιτίας “κοινωνικών”, λέει, ζητημάτων!

# Ολυμπιακά Έργα και η Γέφυρα του Ισθμού

**Ι.Α.:** Κλείνοντας αυτό το κεφάλαιο, ας αναφερθούμε στη δίδυμη γέφυρα του Ισθμού της Κορίνθου και τα Ολυμπιακά έργα.

**Γ.Γ.:** Για την δίδυμη οδική γέφυρα του Ισθμού είχε αποφασισθεί από το Υπουργείο Δημοσίων Έργων και διαδοχικές Κυβερνήσεις, ατυχώς κατά την άποψή μου, να γίνει μια σχεδόν συμβατική γέφυρα, αντί μιας μεγαλύτερης π.χ. καλωδιωτής, λόγω ελλείψεως κονδυλίων. (Έτσι σήμερα η γέφυρα και ο Ισθμός δεν γίνονται κάν αντιληπτά απ' τους διερχομένους! Θα έλεγα ίσως: "εθνική" απώλεια.) Έγινε λοιπόν γέφυρα προεντεταμένου σκυροδέματος, κλασσικού τύπου, σεισμικώς μονωμένη μέσω εφεδράνων οριζόντιας τριβής στα μεσόβαθρα και ελαστομεταλλικών στα ακρόβαθρα. Η δική μου συμβολή ήταν στον υπολογισμό της θεμελίωσης των (τεσσάρων, συνολικά, δύο ανά κατεύθυνση) μεσοβάθρων. Η θεμελίωση αποτελούνταν από κυλινδρικά φρέατα σκυροδέματος, 6 m διαμέτρου και 22 m βάθους. Αξιοποιήθηκε και η εμπειρία μας απ' τους σεισμούς Kobe και Kocaeli για την έδραση ενός των ακροβάθρων επί πιθανολογουμένου ενεργού ρήγματος. Ήταν μια πολύ ευτυχής ενασχόληση για μένα.

Αξίζει να σημειωθεί ότι αυτές τις μέρες ετοιμάζεται η σεισμική αναβάθμιση της Γέφυρας με ανασήκωμά της τοπικά και αντικατάσταση των εφεδράνων.



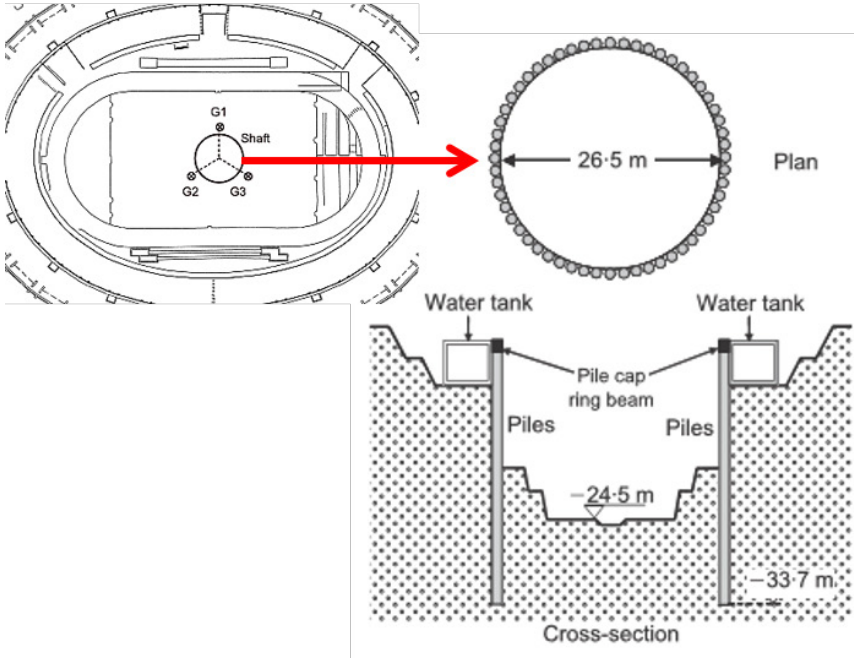

Μηκοτομή της οδικής γέφυρα του Ισθμού της Κορίνθου και (επάνω) η μεγεθυμένη λεπτομέρεια της θεμελίωσης του μεσοβάθρου και προστασίας του πρανούς.

Όσο για τους Ολυμπιακούς Αγώνες του 2004, ένα από τα πιο ιδιαίτερα έργα ήταν το «φρέαρ της τελετής ενάρξεως», στο οποίο Γιάννη και η δική σου συμμετοχή ήταν καθοριστική.

Ήταν το σημείο από όπου έβγαινε το νερό που σχημάτισε την λίμνη, οι ακροβάτες, τα κυκλαδικά είδωλα, η έλικα του DNA, και όλα τα άλλα σκηνικά στοιχεία που είδαμε στην περίφημη εκείνη τελετή. Ένα έργο με αυστηρότατες χρονικές απαιτήσεις ακρίβειας και ασφάλειας, 25 μέτρων βάθους και 26 μέτρων διαμέτρου. Στη συγκεκριμένη περίπτωση δεν υπήρχε χρόνος για καμμία κλασσική ("πολυτελή") αντιστήριξη, καθώς ήταν ήδη 2004 και σε οκτώ μήνες θα γίνονταν οι Ολυμπιακοί αγώνες.

**Ι.Α.:** Έχω μια φωτογραφία κάπου περί τον Μάρτιο του 2004, όπου το σημείο εκείνο φαίνεται να είναι εργοτάξιο. Ήταν απίστευτο ότι το έργο ήταν έτοιμο για την έναρξη.

**Γ.Γ.:** Η αλήθεια είναι ότι η εμπειρία της Ιαπωνίας βοήθησε πάρα πολύ σε αυτό το έργο. Δεν βάλαμε κανένα αγκύριο και στηριχτήκαμε μόνον στην στατική λειτουργία του κύκλου, ο οποίος φυσικά υπό ομοιόμορφη ακτινική φόρτιση στην περιφέρεια αναπτύσσει μόνον θλιπτικές δράσεις και όχι καμπτικές ροπές ή εφελκυσμό. Αποφύγαμε βέβαια και μία εγκάρσια σήραγγα που ο καλλιτέχνης ήθελε να διανοιχθεί γιά την (κρυφή) είσοδο των ηθοποιών. Φυσικά δε, υπήρχε συστηματική ενόργανη παρακολούθηση σε ημερήσια βάση (αποκλισιόμετρα, οπτικά σημεία), καθώς πραγματικά ανησυχούσαμε για τον κίνδυνο αστοχίας. Αλλά, το έργο πέτυχε!




Το φρέαρ της Τελετής Ενάρξεως των Ολυμπιακών Αγώνων της Αθήνας (2004) και δύο από τα αναδυθέντα σύμβολα, μέσα στην «λίμνη».

# Ο Σεισμός του Κόμπε (1995): Ένα τεράστιο «ζωντανό» Εργαστήριο

**Ι.Α.:** Θα ήθελα πάλι να γυρίσω πίσω στο χρόνο, και να σας ρωτήσω για την απόφασή σας το 1993, να επιστρέψετε οριστικά στην Ελλάδα. Τι ήταν αυτό που σας ώθησε σε αυτή την επιλογή;

**Γ.Γ.:** Πέρα από τους προφανείς οικογενειακούς λόγους, μεγάλη ήταν η εκπαιδευτική και επαγγελματική ικανοποίηση που έπαιρνα. Η διδασκαλία στο Πολυτεχνείο με ενθουσίαζε, είχα εξαιρετικούς φοιτητές, μπορούσαμε να παράγουμε έρευνα υψηλής ποιότητας. Επίσης, είχα την δυνατότητα να συμμετέχω σε μεγάλα σημαντικά έργα υποδομής. Όμως, η «τύχη» έπαιξε και τον δικό της θετικό ρόλο με τον σεισμό απ' τον οποίον έμαθα πολλά, και με τον οποίον ασχολήθηκα επί μακρόν (μέχρι και σήμερα άλλωστε, μετά από 30 έτη): τον σεισμό του Κόμπε στην Ιαπωνία (17 Ιανουαρίου 1995).

Hanshin Expressway Route 3, Kobe 1995: Συνέβαλε άραγε στην κατάρρευση η σχετικώς–ανένδοτη πασσαλο-θεμελίωση ??

**Ι.Α.:** Ο σεισμός του Κόμπε θεωρείται σημείο καμπής στην γεωτεχνική αντισεισμική. Πως τον ζήσατε;

**Γ.Γ.:** Ήταν η απόλυτη «αποθέωση» της αντισεισμικής μηχανικής και της εδαφοδυναμικής, ειδικότερα. Η συνεργασία μου με τον Takashi Tazoh, η οποία μόλις είχε ευοδωθεί με τις αναλύσεις για την θεμελίωση της γέφυρας Ohba-Ohashi στην Ιαπωνία, ξαναζωντάνεψε. Πήγα τρεις εβδομάδες μετά τον σεισμό, πολύ καλά προετοιμασμένος, έχοντας διαβάσει ό,τι πρώιμες εκθέσεις υπήρχαν. Επί πέντε ημέρες προσπαθούσαμε με τον Tazoh να δούμε όσες περισσότερες και σημαντικότερες αστοχίες, αλλά και επιτυχίες, και συνειδητοποιήσουμε αυτά που βλέπαμε.

Να σημειώσω ότι η πόλη του Κόμπε είναι μια στενή λωρίδα γης ανάμεσα στο βουνό Ρόκο και την θάλασσα. Η

επέκτασή της μέσω επιχώσεων δημιούργησε τεχνητά νησιά και ένα τεράστιο λιμάνι με περίπου 200 προβλήτες. Όλα αυτά έτυχε να βρεθούν δίπλα στο ρήγμα, το οποίο πέρασε ακριβώς από τις παρυφές της πόλης, σε όλο της το μήκος (30+ χιλιόμετρα). Είδαμε τα πάντα: τους υπερυψωμένους αυτοκινητοδρόμους να «υποφέρουν» και σε αρκετά σημεία να καταρρέουν, τα λιμάνια να υφίστανται μετακινήσεις έως και 5 μέτρων λόγω απρόσμενης ρευστοποίησης στην επιχωματωμένη θεμελίωση, τον σταθμό του μετρό Daikai να «καταρρέει», την σχεδόν-ολοκληρωμένη μεγαλειώδη κρεμαστή Γέφυρα Akashi Kaikyo να μένει δομικά άθικτη, παρά την αύξηση του μήκους της λόγω της τεκτονικής διάρρηξης του σεισμού ανάμεσα από τους πυλώνες της, και πολλά άλλα.

1995: Λιμενικοί κρηπιδότοιχοι στο Κόμπε μετά τον σεισμό του 1995.

**Ι.Α.:** Το 1998 ήμουν φοιτητής της Σχολής στο τέταρτο έτος. Σας είχε καλέσει ο διδάσκων του μαθήματος της γεφυροποιίας, ο Γιάννης Σιγάλας, να δώσετε δύο διαλέξεις για τον σεισμό του Κόμπε. Η παρακολούθηση αυτών των διαλέξεων μάς προξένησε μεγάλο ενδιαφέρον, και χάρη στην προθυμία σας δημιούργησε μια σπουδαία εκπαιδευτική παράδοση, τις εκδρομές στην Ιαπωνία.

**Γ.Γ.:** Ακριβώς. Μετά από προτροπή δική σου Γιάννη και της συμμαθήτριάς σου Μαρίας Νικολινάκου, που είχατε εντυπωσιασθεί από τις συνέπειες του σεισμού αυτού στις διαλέξεις μου, και κατόπιν με την αμέριστη βοήθεια του Takashi Tazoh, οργανώσαμε και συνεχίσαμε να οργανώνουμε εκπαιδευτικές εκδρομές. Κάθε χρονιά, 25-30 τελειόφοιτοι (που είχαν παρακολουθήσει επιτυχώς το μάθημα της Εδαφοδυναμικής και συμμετάσχει στην διάλεξη 4ωρης προετοιμασίας), είχαν την ευκαιρία να δούν από κοντά και να εντρυφήσουν στις αστοχίες του σεισμού, πολλές από τις οποίες είχαν διατηρηθεί ως μουσειακά εκθέματα. Επί πλέον, στην Ιαπωνία κάθε μεγάλο έργο συνοδεύεται από ένα μουσείο που εξηγεί την κατασκευή και την ιστορία του — κάτι ίσως μοναδικό στον κόσμο. Η εμπειρία που αποκτούν είναι ανυπολόγιστης αξίας. Αυτή η εκδρομή συνεχίζεται μέχρι σήμερα, έχοντας πλέον διευρυνθεί με συμμετοχές παγκοσμίως, με την συμμετοχή φοιτητών σου Γιάννη από το Πολυτεχνείο ΕΤΗ της Ζυρίχης, αλλά και από άλλα πανεπιστήμια (φοιτητές και καθηγητές).

2009: Εκπαιδευτική εκδρομή στην Ιαπωνία. Με φοιτήτριες και τον Γιάννη Αναστασόπουλο κάτω απ' την κρεμαστή γέφυρα Akashi Kaikyo.

# Σεισμοί Τουρκίας και Ταϊβάν (1999): Διδάγματα από το Ρήγμα

**Ι.Α.:** Μετά το Κόμπε, ακολούθησε το 1999, μια χρονιά με καταστροφικούς σεισμούς σε Τουρκία (Izmit), Ταϊβάν (Chi-Chi), και Αθήνα (Πάρνηθα).

**Γ.Γ.:** Ο σεισμός της Νικομήδειας (Izmit ή Kocaeli) θα μπορούσε να χαρακτηρισθεί ως ένα «δώρο της φύσης» για την επιστήμη μας, αν δεν υπήρχε η τραγωδία των 40.000 περί-

που νεκρών. Δύο φαινόμενα μας συγκλόνισαν σε αυτόν τον σεισμό και καθόρισαν θα έλεγα και την μετέπειτα έρευνάς μας. Πρώτον, στην πόλη Ανταπαζάρι, σε μία αρκετά μεγάλη κεντρική περιοχή, που περιελάμβανε την συνοικία Tigcilar, δεκάδες κτίρια υπέστησαν μεγάλες καθιζήσεις, μόνιμες στροφές, και (τα πιο υψίκορμα) πλήρεις ανατροπές. Χωρίς ίχνη δομητικής βλάβης. Αιτία: η αστοχία φέρουσας ικανότητας της θεμελίωσης υψίκορμου κτιρίου και η ύπαρξη ενός μόνον συνεχόμενα-διπλανού κτιρίου.

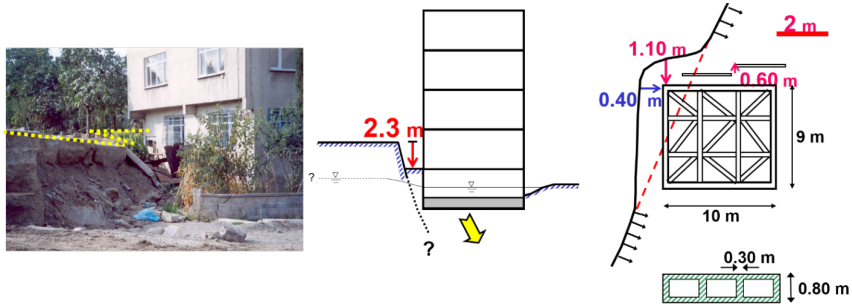
Ανατροπή γειτονικών (πλάτη-με-πλάτη) κτιρίων στο Adapazari (17.8.1999).

Ένα δεύτερο φαινόμενο εκδηλώθηκε στις παρυφές του Golcuk, στο χωριό Denizevler, όπου το ρήγμα αναδύθηκε στην επιφάνεια πολλαπλώς. Διαρρήξεις "οριζόντιας διάτμησης" (strike-slip) αλλά και "κανονικές" (normal). Το εντυπωσιακό φαινόμενο ήταν ότι μερικές κατασκευές που βρίσκονταν ακριβώς πάνω στο ρήγμα με τεκτονική μετακίνηση (βύθιση) έως και 2,5 μέτρων, διατηρήθηκαν όρθια με ελάχιστες δομικές βλάβες, ενώ άλλες με μικρότερη τεκτονική βύθιση βλάφθηκαν ή και καταστράφηκαν.

Με τους συναδέλφους Μιχάλη Φαρδή και Γιάννη Σιγάλα δίπλα στην ημι-κατα-στραφείσα κοιλαδογέφυρα Duzce-Bolu δίπλα στο Kaynasli (1999).

Αυτό μας ενέπνευσε να ερευνήσουμε πώς μια κατασκευή μπορεί να «αντέξει» την μετακίνηση του ρήγματος αν σχεδιαστεί σωστά. Εσύ, Γιάννη, ήσουν ο πρώτος μου διδακτορικός φοιτητής που ασχολήθηκε με αυτό το θέμα ενδελεχώς.

Η επιτυχία σου φαίνεται από τα ερευνητικά προγράμματα που ακολούθησαν (Quaker, Dare, Xsoils, Perpetuate), από τις ευάριθμες διεθνείς δημοσιεύσεις σου, αλλά και από τις εφαρμογές σε έργα στην Ελλάδα (Σήραγγα εκσκαφής-επανεπίχωσης Καμμένων Βούρλων, Οδικές γέφυρες του αυτοκινητόδρομου Κορίνθου-Πάτρας, Εργατικές κατοικίες Αταλάντης, Κτίρια του συγκροτήματος Ρωμανού στην Πύλο.




Εκτροπή της (τεκτονικής) διάρρηξης άλματος 2.3 m στο Denizevler, χάρη στο πολύ μαλακό έδαφος και την ισχυρή συνεχή θεμελίωση (σεισμός Kocaeli 1999).

Ιανουάριος 2001: Με φοιτητές της Εδαφοδυναμικής στο Golcuk- Denizevler, επί του ρήγματος του σεισμού Kocaeli1999. Διακρίνονται οι μετέπειτα εξέχουσες Καθηγήτριες Δομινίκη Ασημάκη (απ' το Caltech στο Imperial College) και Σταυρούλα Κοντοέ (απ' το Imperial College στο Πανεπιστήμιο Πατρών).

**Ι.Α.:** Πού όμως εφαρμόσαμε για πρώτη φορά αυτές τις θεωρίες στην Ελλάδα; Είναι επίσης ενδιαφέρον να μας πείτε και πώς υιοθέτησε ο ΕΑΚ τις προτάσεις σας.

**Γ.Γ.:** Στις εργατικές κατοικίες στην Αταλάντη. Για δέκα χρόνια το έργο είχε «παγώσει» διότι κανείς δεν ήξερε πού ακριβώς βρισκόταν το ρήγμα του 1894. Προτείναμε κάτι τολμηρό: να σχεδιάσουμε τα κτίρια έτσι ώστε, ακόμα κι

αν το ρήγμα περνούσε από κάτω τους, να υποστούν το πολύ-πολύ μια μικρή στροφή χωρίς να καταρρεύσουν.

Αυτό το πνεύμα πέρασε αργότερα και στον Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό (ΕΑΚ), και σήμερα στον νέο EC8-Part 5. Αντί να απαγορεύουμε τη δόμηση κοντά σε ρήγματα, κάτι άσκοπο αφού το ρήγμα μπορεί να εμφανιστεί οπουδήποτε σε μια ευρύτατη εδαφική ζώνη, αναζητούμε κατάλληλη θεμελίωση, ακόμη και σχετικώς μακριά από το ρήγμα. Την ίδια προσέγγιση ακολουθήσαμε και στις μεγάλες γέφυρες του οδικού άξονα Κορίνθου-Πατρών, οι οποίες διασχίζουν ενεργά ρήγματα όπως της Ελίκης, του Αιγίου, του Ψαθοπύργου. Οι μελέτες αφορούσαν πιθανή διάρρηξη του ρήγματος στην επιφάνεια του εδάφους.

# Η Φιλοσοφία του Προγράμματος «DARE»: Η Θεμελίωση ως «Αμορτισέρ»

**Ι.Α.:** Όλη αυτή η εμπειρία από τους σεισμούς και τις εφαρμογές σε πραγματικά έργα συνέβαλε τα μέγιστα στην ολοκλήρωση του νέου εργαστηρίου Εδαφοδυναμικής στο ΕΜΠ και στην εξασφάλιση αργότερα του κορυφαίου ευρωπαϊκού προγράμματος απ' το European Research Council (ERC) το 2008.

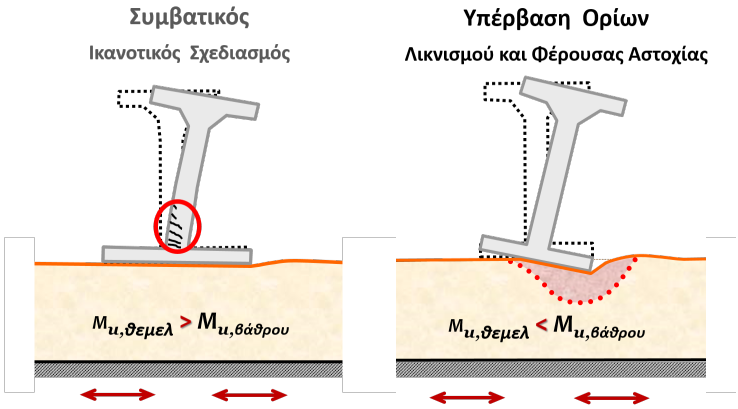
**Γ.Γ.:** Αυτό το εργαστήριο στο οποίο εσύ Γιάννη είχες καθοριστική συμβολή, όπως και οι άλλοι μας φοιτητές εκείνη την εποχή, ξεκίνησε ως ένα ερευνητικό πρόγραμμα από τη Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας, ώστε να αποκτήσουμε δονητική τράπεζα αλλά και μια συσκευή μήκους 3 μέτρων που να μιμείται επιβολή και διάδοση τεκτονικής διάρρηξης διαμέσου του εδάφους. Με αυτές τις δυο συσκευές κάναμε από τότε σχεδόν όλη μας την πειραματική ερευνητική δουλειά. Κυρίως χάρη σε αυτές πήραμε και το πρόγραμμα "DARE" απ' το ERC-Ideas Advanced Grant το 2008. Έτσι αρχίσαμε να επικεντρωθούμε στο έργο "Συστήματα Θεμελιώσεως και Ανωδομής, πέραν των συμβατικών ορίων αστοχίας στην θεμελίωση". Την ονομασία DARE («τολμώ») εμπνευστήκαμε κυρίως από τους δύο αυτούς σεισμούς.

Η κεντρική ιδέα ήταν επαναστατική για την εποχή και

αφορούσε την ανατροπή του Ικανοτικού Σχεδιασμού (Capacity Design), μεθοδολογία στην οποία βασίζονταν έως τότε οι Αντισεισμικοί Κανονισμοί, δηλαδή με απλά λόγια, ισχυρή θεμελίωση και ασθενές υποστήλωμα. Εμείς λοιπόν αποφασίσαμε να αντιστρέψουμε αυτόν τον κανόνα. Να κάνουμε δηλαδή ασθενέστερη την θεμελίωση και ισχυρότερο το βάθρο, ώστε η όλη παραμόρφωση λαμβάνει χώραν στο έδαφος και όχι στην ανωδομή.

**Ι.Α.:** Τι σημαίνει πρακτικά αυτή η ανατροπή και με ποιον τρόπο το επιτύχατε;

**Γ.Γ.:** Αυτό το επιτυγχάνουμε καθώς επιτρέπουμε (ή σωστότερα "προωθούμε") δύο μηχανισμούς που παραδοσιακά θεωρούνται απαγορευτικοί, ιδίως για τους γεωτεχνικούς μηχανικούς. Ο πρώτος είναι το ισχυρό ανασήκωμα της θεμελίωσης λόγω ροπής και το δεύτερο είναι η κινητοποίηση του μηχανισμού φέρουσας αστοχίας. Σενάριο εφιαλτικό και απολύτως απαγορευμένο για τον στατικά-σκεπτόμενο γεωτεχνικό μηχανικό.



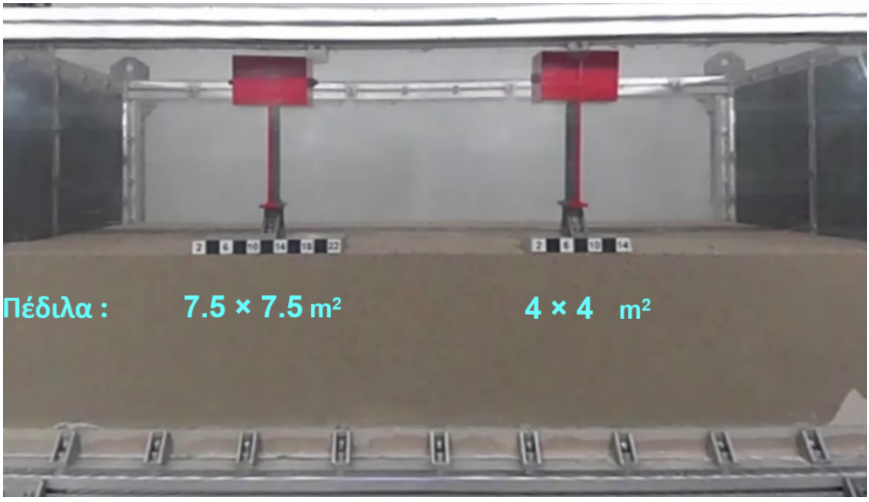

Η βασική ιδέα του συμβατικού αντισεισμικού σχεδιασμού σε αντιδιαστολή με την αντισυμβατική πρόταση της "Λικνιζομένης Θεμελίωσης" του ερευνητικού προγράμματος DARE.

**Ι.Α.:** Δηλαδή μιλάμε ουσιαστικά για συντελεστή ασφαλείας μικρότερο της μονάδος!

**Γ.Γ.:** Ναι, στιγμιαίον συντελεστή ασφαλείας πολύ μικρότερον της μονάδος. Μιλάμε για μεγάλη εκκεντρότητα υπό σεισμική διέγερση. Δηλαδή, για λόγο e = M/N, Ροπής στο πέδιλο προς το Αξονικό φορτίο, όχι μόνον μεγαλύτερο του κανονιστικού (B/3), ούτε κάν περιοριζόμενου στο ημιπλάτος (B/2), δηλαδή στο όριο της (στατικής) ανατροπής, αλλά τρεις και τέσσερις φορές το B/2!! Η "κινηματική" και "ανακυκλική" φύση της σεισμικής διέγερσης συντελούν στην πολύ καλύτερη συνολικά συμπεριφορά αυτού του συστήματος εδάφους-θεμελίου-ανωδομής.

**Ι.Α.:** Αν όμως επιτρέψουμε πλήρη κινητοποίηση της φέρουσας ικανότητας, γιατί δεν θα ανατραπεί;

**Γ.Γ.:** Για κάμποσους λόγους. Ο πρώτος είναι ότι αυτή η υπέρβαση του ορίου διαρκεί μόνο μερικά δέκατα ή εκατοστά του δευτερολέπτου. Πριν προλάβει να ανατραπεί το σύστημα, η κίνηση επιστρέφει προς την άλλη κατεύθυνση. Ο δεύτερος λόγος αφορά στο ανασήκωμα και κινητοποίηση της φέρουσας αστοχίας, που απομειώνει την ένταση και τις επιταχύνσεις που μεταφέρονται στην ανωδομή, σε αντίθεση με την ακλόνητη στήριξή της. Τελικά, το κτίριο υφίσταται μια μικρή καθίζηση, αλλά η ένταση της επιτάχυνσης που φτάνει στην ανωδομή μειώνεται στο μισό ή και περισσότερο! Είναι κάτι σαν τα εφέδρανα ολίσθησης, αλλά μέσω της περιστροφής του ίδιου του θεμελίου. Σημειώνω επίσης το ρόλο του φαινομένου P − Δ, ο οποίος είναι ευνοϊκός στην περίπτωση αυτή, και όχι δυσμενής όπως με μια κλασσική σχεδόν-άστρεπτη θεμελίωση. Πλήθος περιστατικών από το Κόμπε και το Ανταπαζάρι επιβεβαιώνουν ποιοτικά τα ανωτέρω.



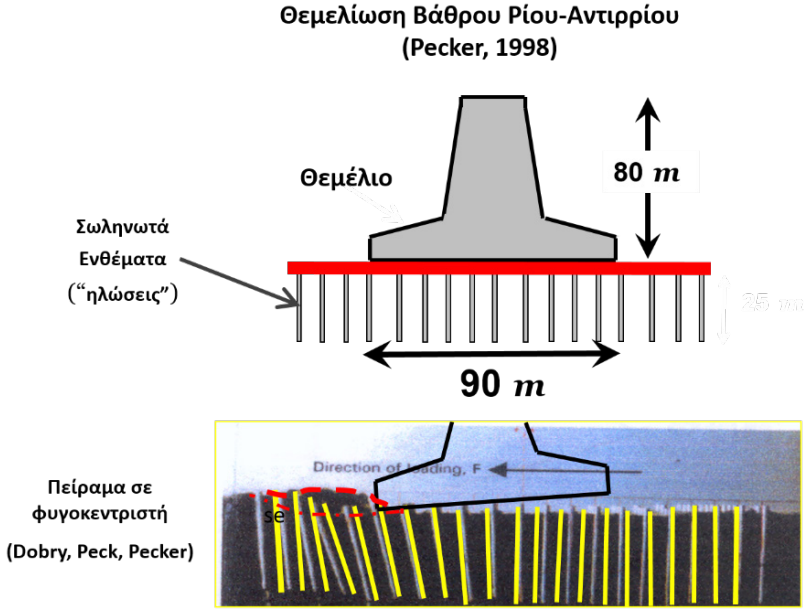

Στην Δονητική Τράπεζα του Εργαστηρίου Εδαφοδυναμικής: δοκιμασία συμβατικώς και αντισυμβατικώς θεμελιωμένου ταλαντωτή (διαστάσεις πρωτοτύπου).

**Ι.Α.:** Τι γίνεται όμως με την αβεβαιότητα του εδάφους; Οι δομοστατικοί λένε συχνά ότι το σκυρόδεμα το ελέγχουμε, το έδαφος όχι.

**Γ.Γ.:** Αυτό είναι μάλλον μύθος, τουλάχιστον εν μέρει. Οι αβεβαιότητες στο σκυρόδεμα υπό σεισμική ένταση είναι τεράστιες. Όχι μόνον ως προς την ποιότητα του υλικού, αλλά και τους συνδέσμους, την ύπαρξη διαξονικής έντασης, το μεταβαλλόμενο αξονικό φορτίο κ.λπ. Η αβεβαιότητα βεβαίως είναι γενικά μεγαλύτερη στο έδαφος, εάν δεν έχουμε κάνει γεωτρήσεις και δοκιμές.

Ειδικά ωστόσο για την περιστροφή θα ισχυρισθώ ότι η αβεβαιότητα είναι πολύ μικρότερη. Αλήθεια πόσο βαθιά πάει ο βολβός των τάσεων από μια περιστροφική φόρτιση; Πολύ ρηχά, βεβαίως. Η περιστροφική κίνηση είναι εντελώς «μυωπική", βλέπει δηλαδή πολύ κοντά. Είναι ρηχός ο μηχανισμός της μετάδοσης των τάσεων: βάθος επιρροής ίσο με το πλάτος διά τέσσερα (B/4), το πολύ-πολύ. Ενώ του αξονικού φορτίου είναι τουλάχιστον δυο φορές επί το πλάτος (≥ 2 B). Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι εάν το έδαφος είναι

πολύ μαλακό/χαλαρό, αρκεί μια εξυγίανση, π.χ. με συμπυκνωμένο αμμοχάλικο, του ενός ή δυο μέτρων ώστε περιστροφή να μην επιβαρύνει (και να μήν επηρεασθεί) απ'το βαθύτερο έδαφος. Έτσι μπορούμε να ελέγξουμε πλήρως τον τύπο του μηχανισμού.




Το μεσόβαθρο με την θεμελίωση του και λεπτομέρεια από ένα πείραμα σε φυγοκεντριστή.

Στο Ριο-Αντίρριο, η θεμελίωση των βάθρων έγινε με την ίδια λογική. Κάτω απ' το υποκείμενο αμμοχάλικο που διαστρώθηκε, χαλύβδινα ενθέματα μήκους 20 μέτρων ενίσχυσαν την όλη θεμελίωση ώστε να "επιτρέπει" το ανασήκωμα με βεβαιότητα για την συμπεριφορά.

Αυτό αποδείχθηκε με δεκάδες πειράματα στη Δονητική Τράπεζά μας στο ΕΜΠ, σε μεγάλους φυγοκεντριστές στις ΗΠΑ (UC Davis) και στο Πανεπιστήμιο του Dundee, αλλά και στα εντυπωσιακά πειράματα φυσικής κλίμακας που έκανε εκείνη την περίοδο ο Παναγιώτου, καθηγητής στο

## UC Berkeley, με τον Kutter του UC Davis, στην μεγάλη Δονητική Τράπεζα στο Πανεπιστήμιο του San Diego.

Παρίσι 2013: Η βράβευση από τον Πρόεδρο της ISSMGE, Jean-Louis Briaud, για την Διάλεξη Ishihara. Αριστερά μου ο Kenzi Ishihara και ο Atilla Ansal.

# Ο “Geo-Legend” η Σχολή Σκέψης και η μεγάλη αναγνώριση από τους φοιτητές

**Ι.Α.:** Το πρόγραμμα DARE ήταν εξαιρετικά επιτυχημένο, με πάνω από 60 δημοσιεύσεις και κορυφαίες διακρίσεις, όπως οι διαλέξεις Coulomb, Ishihara και φυσικά η Rankine Lecture, η υψηλότερη ίσως τιμή για έναν γεωτεχνικό. Πρόσφατα μάλιστα, το περιοδικό GeoStrata (2019/2022) σας συμπεριέλαβε στους «Geo-Legends» (στούς “Θρύλους” δηλαδή) της Γεωτεχνικής.

**Γ.Γ.:** Στο DARE όπως γνωρίζεις είχαμε καθιερώσει το σύστημα “extra bonus” για την επίδοση των διδακτορικών και μεταδιδακτορικών φοιτητών, που μετρούσε κυρίως με τα άρθρα στα περιοδικά. Η απόδοσή σας ήταν πολύ θεαματική. Δεν ξέρω όμως, γίνατε πλούσιοι;; (γέλια)

Η διαφημιστική ανακοίνωση της ASCE για την συνέντευξη ώς Geo-legend (2026) με μία φωτογραφία μου από το Ανταπαζάρι (1999).

Το «Geo-Legends» ως τίτλος μεταφρασμένος στα ελληνικά μου φαίνεται υπερβολικός, ωστόσο αυτή ήταν μια καλή διάκριση. Η διάλεξη Rankine θα έλεγα ότι ήταν πράγματι μια στιγμή κορύφωσης. Το σημαντικότερο όμως για μένα είναι ότι εδραιώσαμε στο Πολυτεχνείο μια "Σχολή Σκέψης".

**Ι.Α.:** Έχετε δηλαδή δημιουργήσει αυτό που ονομάζουμε "School of Thought". Ποιό είναι το μυστικό σας;

**Γ.Γ.:** Ένα από τα μυστικά ήταν η συστηματική αυτοψία μεγάλων σεισμικών επεισοδίων, η τύχη να έχω εξαιρετικούς φοιτητές, και τα ερευνητικά προγράμματα που μου επέτρεψαν να τους κρατώ κοντά μου. Είμαι πολύ χαρούμενος που φοιτητές μου είναι σήμερα καθηγητές σε κορυφαία ιδρύματα: στο Caltech, στο Berkeley, στην Οξφόρδη, στο Imperial, στο EPFL και φυσικά, πρώτος απ' όλους, εσύ, Γιάννη, στο ETH. Άλλα έξη άτομα είναι κορυφαίοι μηχανικοί στην Αμερική. Άλλοι διαπρέπουν στη βιομηχανία, ενώ έχουμε και τον Οδυσσέα Μιχαηλίδη που, από διδάκτοράς μου, έγινε Γενικός Ελεγκτής της Κύπρου και πλέον ετοιμάζεται για την Προεδρία της Κυπριακής Δημοκρατίας!

**Ι.Α.:** Ίσως η πιο «ζωντανή» και συναισθηματικά φορτισμένη αναγνώριση του έργου σας στην Ελλάδα είναι το Βραβείο Εξαίρετης Πανεπιστημιακής Διδασκαλίας «Βασίλη Ξανθόπουλου–Στέφανου Πνευματικού» από το Ίδρυμα Τεχνολογίας και Έρευνας (ΙΤΕ). Είναι ένας θεσμός που τιμά το ήθος και την προσφορά του δασκάλου.

**Γ.Γ.:** Πράγματι, αυτό το βραβείο έχει μια δραματική ιστορία, καθώς ιδρύθηκε στη μνήμη δύο νεαρών καθηγητών του Πανεπιστημίου Κρήτης που δολοφονήθηκαν από έναν πάσχοντα από σχιζοφρένεια φοιτητή τους. Η τραγική ειρωνεία ήταν ότι αυτά τα δυο παιδιά, οι καθηγητές Ξανθόπουλος και Πνευματικός, στήριζαν οικονομικά τον μετέπειτα δολοφόνο τους! Τότε λοιπόν το Ίδρυμα Τεχνολογίας και Έρευνας ίδρυσε τον θεσμό αυτού του βραβείου. Είναι η υψηλότερη τιμή ως προς την διδασκαλία για έναν πανεπιστημιακό δάσκαλο στην Ελλάδα.

**Ι.Α.:** Για να βραβευθεί κάποιος, πρέπει να τον προτείνουν οι ίδιοι οι φοιτητές του με επιστολές. Θυμάμαι ότι στον φάκελό σας υπήρχε ακόμα και μια φωτογραφία από τον πίνακα του μαθήματός σας στο κτίριο Γκίνη, γεμάτον με υπ υπολογισμούς, σημειώσεις και σχήματα. Αυτή η εικόνα, η επικοινωνία πάνω στον πίνακα, ήταν για μένα η ουσία της διδασκαλίας σας.

**Γ.Γ.:** Ναι, και αυτό είναι που το κάνει πολύ σημαντικό. Στη δική μου περίπτωση, υπήρχαν δεκάδες συστατικές επιστολές και γράμματα από προπτυχιακούς φοιτητές — πολλές από αυτές χειρόγραφες. Έχει μεγάλη σημασία αυτές οι επιστολές να είναι γνήσιες και ειλικρινείς, όχι τυποποιημένες και κλισέ.

Έναρξη της Διάλεξης Rankine, Λονδίνο 2019.

# Ζωή μετά το Πολυτεχνείο: Διδασκαλία ανά τον Κόσμο

**Ι.Α.:** Μετά την αφυπηρέτησή σας από το ΕΜΠ, θα περίμενε κανείς να ξεκουραστείτε. Αντίθετα, φαίνεστε πιο δραστήριος από ποτέ.

**Γ.Γ.:** Έ, όχι ακριβώς. Πράγματι, αν και δέν διδάσκω πλέον στο Πολυτεχνείο, η διδασκαλία παραμένει το πάθος μου. Έχω παραδώσει εντατικά σεμινάρια κυρίως στην Ιταλία, στην Ρουμανία, και στην Νέα Ζηλανδία. Στην τελευταία, σε μια μεγάλη περιοδεία 3 εβδομάδων δίδαξα «9 με 5» σε πέντε διαφορετικές πόλεις.

Μετά τη διάλεξη Rankine, οι προσκλήσεις από ΗΠΑ, Καναδά και Χιλή ήταν συνεχείς. Τα τελευταία δυο χρόνια στη Ρουμανία, δίνω επίσης επτάωρα μαθήματα επί δύο ημέρες. Το διασκεδάζω. Η αλήθεια είναι ότι πληρώνομαι γι' αυτά,αλλά ειλικρινά η βαθειά ικανοποίηση τού να μεταδίδεις την γνώση είναι η μεγαλύτερη ανταμοιβή.

# Εμβληματικά Έργα: Από την Θεσσαλονίκη στην Σαουδική Αραβία

**Ι.Α.:** Στο κομμάτι των έργων, συμμετέχετε σε μερικές από τις πιο πρωτοποριακές κατασκευές παγκοσμίως.

**Γ.Γ.:** Ναι, έχω την τύχη να συμβουλεύω σε έργα με μεγάλο εδαφοδυναμικό ενδιαφέρον. Στο Λιμάνι της Θεσσαλονίκης μόλις ολοκληρώσαμε την εδαφοδυναμική μελέτη για έναν νέο μεγάλο προβλήτα. Μιλάμε για κρηπιδότοιχους με βάθος 20 μέτρων — ίσον ή και μεγαλύτερο από του Κόμπε. Η εμπειρία από την Ιαπωνία ήταν καθοριστική και εδώ.

Επίσης συνέβαλα στον έλεγχο και αποδοχή των αντισεισμικών μελετών των δύο φραγμάτων (Αγ. Γεωργίου και Πύργου) που κατασκευάζονται τώρα για το έργο Αντλησιοταμίευσης της Αμφιλοχίας.

Όσον αφορά στο εξωτερικό, είμαι Σύμβουλος Ελέγχου σε ένα μεγαλοπρεπές έργο που ξεπερνά κάθε φαντασία, στην Σαουδική Αραβία. Το έργο, "The Line", είναι επίμηκες, έχουν γίνει οι θεμελιώσεις τριών μονάδων των 800ων μέτρων εκάστη, πλάτους 200 m, ενώ προβλέπονται δυο συνεχή-κτίσματα στις δυο παρειές ύψους 500ων μέτρων έκαστο! Καταλαβαίνετε ότι η θεμελίωση του τερατώδους βάρους σε εδαφικό υλικό (όχι σε βράχο) είναι τιτάνιο έργο. Η κατασκευή αυτή ξεκινάει από τον κόλπο της Άκαμπα και την Ερυθρά Θάλασσα, όπου έχουν γίνει στο παρελθόν

σεισμοί μεγέθους άνω των 7 ρίχτερ, δημιουργώντας ανάγκες εξειδικευμένης θεμελίωσης. Στην περίπτωση αυτή μιλάμε για υβριδική εγκιβωτισμένη θεμελίωση: υπόγειο 12 ορόφων (36 m βάθους), και μετά κοιτόστρωση πάχους 8 μέτρων, και 5,500 πάσσαλοι διαμέτρου 2,5 m και μήκους 70 m ανά μονάδα των 800 μέτρων. Καταλαβαίνετε ότι η συμπεριφορά των πασσάλων και η απόκριση αυτού του τεράστιου-ύψους κτιρίου σε ισχυρόν σεισμικό κραδασμό, είναι το κρίσιμο στοιχείο του συνόλου της μελέτης.

Ένα άλλο σημαντικό έργο είναι νέο 29 ορόφων κτίριο για το Πανεπιστήμιο UCLA στο Λος Άντζελες. Πρόκειται για ένα σταυροειδές κτίριο με εξαιρετικά περίπλοκη θεμελίωση, με όλων των ειδών τα περίεργα σχήματα στην κάτοψη αλλά και στο βάθος εγκυβωτισμού. Το τελευταίο ξεκινάει από 17 μέτρα σε μια θέση και καταλήγει στο μηδέν σε άλλη θέση. Εφάρμοσα τις θεωρίες που είχαμε αναπτύξει και με τον Ricardo Dobry και τους τότε φοιτητές μου για την δυναμική συστημάτων θεμελιώσεως τυχόντος τμήματος κατόψεως. Με πολύ απλό τρόπο μάλιστα έκανα τις αναλύσεις για να ακολουθήσει έλεγχος πεπερασμένων στοιχείων απ' τους Restrepo και Rodriduez. Η σύγκλιση των αποτελεσμάτων ήταν θαυμάσια (αποκλίσεις ≤5 %).

Επίσης στο Ντουμπάϊ ένα τεράστιο νοσοκομείο με 350 πασσάλους. Έχετε υπόψιν σας ότι οι σεισμοί στο Ντουμπάϊ δεν προέρχονται από τοπικά ρήγματα αλλά από τους σεισμούς που γίνονται στο Ιράν στη ζώνη Ζάγκρος που φτάνουν και το μέγεθος Μ 8.

Ένα έργο που μόλις ολοκληρώθηκε και αφορούσε μια μικρή μελέτη θεμελίωσης εκ μέρους μου, είναι ένα νέο δίδυμο Πυρηνικό Εργοστάσιο στη Γαλλία. Εκεί έμεινα άναυδος με την αυστηρότατη σεισμική απαίτηση σε μια από τις πιο ασεισμικές περιοχές της χώρας. Υπολογίζεται με σεισμό 0,30g, αλλά η απαίτηση της ελέγχουσας υπηρεσίας ασφαλείας είναι να συνεχίσει η λειτουργία του εργοστασίου και μετά από έναν τέτοιο σεισμό. Τυχαίνει λοιπόν

εκεί ένα μέρος του εδάφους να είναι μαλακό. Έτσι η EDF, μία από τις μεγαλύτερες ηλεκτρικές εταιρείες παγκοσμίως με τουλάχιστον 50 δικά της πυρηνικά εργοστάσια, θέλησε να σχεδιάσει ένα πρωτοποριακό σύστημα θεμελιώσεως με βελτίωση του εδάφους και όχι συμβατικούς πασσάλους, εμπνευσμένο εν μέρει από το Κόμπε και την αξιοποίηση της συμπεριφοράς του ξενοδοχείου που μένουμε εκεί τελευταία, το Hotel Oriental.

Μαγνητοσκόπηση της παρούσας «Αντισεισμικής Συνάντησης»
στην ανακαινισμένη πρώην αίθουσα της πρυτανείας του ΕΜΠ

# Οι Κανονισμοί και η... Σχέση «Αγάπης-Μίσους»

**Ι.Α.:** Σημαντική είναι και η συνεισφορά σας σε σωματεία και συλλόγους. Επιπροσθέτως, έχετε παίξει κεντρικό ρόλο στη συγγραφή του Ευρωκώδικα. Πώς βλέπετε την εξέλιξη των κανονισμών με τους οποίους θα έλεγα ότι είχατε μια σχέση "αγάπης και μίσους".

**Γ.Γ.:** Ώ, η αγάπη υπερέχει!! Η συγγραφή Ευρωπαϊκών κανονισμών αποτέλεσε την τρίτη συνεργασία μου με τον καθηγητή μου, τον Θεοδόση Τάσιο: στον Ευρωκώδικα 8 μέρος 5 που αναφέρεται στις θεμελιώσεις και το έδαφος. Καταφέραμε υπό προϋποθέσεις να εισαγάγουμε στον νέο Ευρωκώδικα τη δυνατότητα μελέτης για θεμελίωση πάνω σε ρήγμα αρκεί να υπάρχει εδαφικός σχηματισμός πάνω απ' το πρωτογενές ρήγμα.

Ωστόσο, διαφωνώ με την μορφή του φάσματος επιτάχυνσης, το οποίο είναι ελαστικής εμπνεύσεως, για χρήση σε ανελαστικές γεωτεχνικές "κατασκευές" που βασίζονται στην αστοχία, όπως η ανάλυση της ευστάθειας πρανών, ο υπολογισμός τοίχων αντιστηρίξεως, ακόμη και η ολίσθηση κατασκευής επί του εδάφους Γνωρίζουμε ήδη από παλιά (Bertero 1976), ότι οι διεγέρσεις που είναι κρίσιμες για ελαστικές ή ιξωδοελαστικές κατασκευές, είναι εντελώς διαφορετικές από αυτές που είναι κρίσιμες για ανελαστικά συστήματα. Η διαίρεση του ελαστικού φάσματος με τον συντελεστή συμπεριφοράς δεν αρκεί. Χρειαζόμαστε

διαφορετική προσέγγιση, κάτι που υποστηρίζουν αρκετοί ερευνητές διεθνώς, αλλά είναι ακόμη δύσκολο να περάσει στους κανονισμούς και την καθημερινή πράξη.

# Η Ελληνική Πραγματικότητα: ΕΤΑΜ και ΕΕΕΕΘ (ή πιά ΕΕΕΕΓΜ)

**Ι.Α.:** Υπήρξατε επίσης ο πρώτος πρόεδρος του Ελληνικού Τμήματος Αντισεισμικής Μηχανικής (ΕΤΑΜ).

**Γ.Γ.:** Η ουσιαστική καθιέρωση συλλόγου ("Εταιρείας") Αντισεισμικής Μηχανικής άργησε τρομακτικά πολύ, καθώς "σκάλωνε" σε κανα-δυό προσωπικές μωρο-φιλοδοξίες. Φανταστείτε όλες οι χώρες (ακόμα και... η Αγγλία) είχαν ανάλογα τμήματα και η Ελλάδα όχι. Ήταν λοιπόν χρέος μας να οργανωθούμε. Με τη βοήθεια των Θεοδόση Τάσιου και Γιώργου Πενέλη, η κοινότητα των Ελλήνων Πολιτικών Μηχανικών δημιούργησε το Ελληνικό Τμήμα Αντισεισμικής Μηχανικής (ΕΤΑΜ). Αποφασίσθηκε οι εκλογές να γίνονται με ένα και μοναδικό ψηφοδέλτιο, μακριά από φατρίες και κομματικές διασυνδέσεις. Έτσι εκλέχθηκα πρώτος πρόεδρος του ΕΤΑΜ, επί δυο μάλιστα θητείες. Το 3ο Πανελλήνιο Συνέδριο Σεισμικής μηχανικής και Τεχνικής Σεισμολογίας το 2008 με 1.250 συμμετέχοντες και μεγάλη επιστημονική επιτυχία ήταν το αποκορύφωμα της συμβολής μου ως Προέδρου. Αργότερα, υπηρέτησα και ως πρόεδρος της Ελληνικής Επιστημονικής Εταιρείας Εδαφομηχανικής και Γεωτεχνικής Μηχανικής (ΕΕΕΕΓΜ), συνεχίζοντας την παράδοση των υψηλού επιπέδου συνεδρίων. Αλλά και οι νεότεροι Πρόεδροι των δύο αδελφών

συλλόγων, όπως ο καθηγητής στο Αριστοτέλειο Κυριαζής Πιτιλάκης και οι σημερινοί Πρόεδροι Αριστείδης Παπαχρηστίδης (ΕΤΑΜ) και Μιχάλης Μπαρδάνης (ΕΕΕΕΓΜ) συνεχίζουν την οργάνωση συνεδρίων με επιτυχία.

Στο 6ο Πανελλήνιο Συνέδριο Αντισεισμικής Μηχανικής και Τεχνικής Σεισμολογίας τον Νοέμβριο 2025, με τους πρωτοπόρους της Αντισεισμικής Τεχνολογίας στην Ελλάδα, Θεοδόση Τάσιο και Γιώργο Πενέλη.

**Ι.Α.:** Κλείνοντας, θα ήθελα να μου πείτε την άποψη σας για το επίπεδο της αντισεισμικής μηχανικής στην Ελλάδα σήμερα. Βοήθησαν οι Κανονισμοί;

**Γ.Γ.:** Προφανώς βοήθησαν. Ξεκινώντας από τα ειδικά άρθρα του 1983, υπήρξε σημαντική συμβολή στην ελαχιστοποίηση των βλαβών στους μεταγενέστερους σεισμούς, όπως αυτόν της Αθήνας του 1999. Όχι τεράστια συμβολή, καθώς τα περισσότερα κτίρια είχαν ήδη μελετηθεί με τους προηγούμενους πρωτόλειους κανονισμούς και διατάξεις, ή και χωρίς κάν αυτούς. Μεταγενέστερα ωστόσο έχουν συμβάλει στην ασφάλεια των κτισμάτων μας. Ωστόσο πέρα από τους κανονισμούς αποκομίσαμε τεράστια εμπειρία μελετώντας την συμπεριφορά και τις αστοχίες από πλήθος

σεισμών.

Ένα εντυπωσιακό παράδειγμα είναι η Κεφαλονιά. Στους σεισμούς του 2014, μεγέθους Μ 6.1, οι επιταχύνσεις στο Ληξούρι ήταν θα λέγαμε "δηλητηριώδεις», εφάμιλλες του Κόμπε, αν όχι σε διάρκεια, τουλάχιστον σε φάσματα απόκρισεως. Κι όμως, δεν είχαμε ουσιαστικά ούτε έναν νεκρό. Δεν είχαμε κτιριακές καταστροφές; Ναι είχαμε, αλλά ελάχιστες. Γιατί; Διότι είχε προηγηθεί η καταστροφή του 1953, με τρεις αλλεπάληλους σεισμούς με μεγέθη Μ 6.7, 6.8 και 7.2 μέσα σε τρείς μέρες. Οι ζημιές ήταν συντριπτικές και στα τρία νησιά, Κεφαλονιά, Ζάκυνθο, Ιθάκη, ενώ και η Λευκάδα είχε αρκετέ βλάβες. Μετά απ' τους σεισμούς αυτούς οι Κεφαλονίτες δεν στηρίχθηκαν απλώς στον εκάστοτε αντισεισμικό κανονισμό, αλλά έχτιζαν και χτίζουν «φρούρια». Είδα διώροφα σπίτια με τοιχώματα που θα άντεχαν 20όροφο κτίριο! Δεν είναι μόνον ο κανονισμός, είναι και η γενικότερη κατασκευαστική πρακτική ("κουλτούρα"), όπως και ο φόβος του σεισμού. Ωστόσο, οι λιμενικοί κρηπιδότοιχοι αποδείχθηκαν ευάλωτοι.

Αστοχία προβλήτα στο Ληξούρι μετά τον διπλό σεισμό (Μ 6 και Μ 6.1) του 2014.

Στην Τουρκία, στον πρόσφατο σεισμό Μ 7.8 του Kahramanmaraş, παρότι οι νεώτεροι κανονισμοί είναι σύγχρονοι, η κατασκευαστική "κουλτούρα" ήταν φαίνεται προβληματική: κακή ποιότητα κατασκευής των κόμβων, απουσία τοιχωμάτων, και σε πολλές περιπτώσεις έλλειψη δοκών — καθοριστικά μειονεκτήματα που οδήγησαν στην τραγωδία. Επάνω στο Ρήγμα των 300 km βρέθηκαν πόλεις και χωριά με επταόροφα και οκταόροφα κτίρια, βιαστικά κατασκευασμένα. Τα αποτελέσματα σάς είναι γνωστά.

**Ι.Α.:** Κύριε Καθηγητά, όταν επιστρέψατε από το εξωτερικό η Εδαφοδυναμική ήταν στα σπάργανα. Τι έχει αλλάξει από τότε.

**Γ.Γ.:** Ασφαλώς πάρα πολλά. Η Σχολή μας στο ΕΜΠ είχε πλέον τρείς εδαφοδυναμικούς, ενώ πολύ σημαντική ήταν η ανάπτυξη του Εργαστηρίου Γεωτεχνικής Αντισεισμικής στο Αριστοτέλειο (ΑΠΘ) υπό τον καθηγητή Κυριαζή Πιτιλάκη στη Θεσσαλονίκη, που ξεκίνησε την ίδια περίπου εποχή, και έχει διευθύνει τα περισσότερα από όλους ερευνητικά προγράμματα. Αργότερα η ανάπτυξη επεκτάθηκε και στα Πανεπιστήμια της Πάτρας, της Ξάνθης, και μετά του Βόλου. Χάρη δε στους σεισμούς του Μεξικού το 1985 και της Καλαμάτας το 1986, η εδαφοδυναμική έκανε άλματα.

"Το μέλλον αποτελεί μια διαρκή ανοιχτή πρόκληση για εδαφομηχανικούς και αντισεισμικούς μηχανικούς".

**Ι.Α.:** Πώς βλέπετε το μέλλον της επιστήμης μας; Μένουν πολλά θέματα προς επίλυση;

**Γ.Γ.:** Έ, βέβαια. Αν και οι επιστήμες μας είναι πλέον ώριμες, μένουν αρκετά ακόμη να γίνουν. Η μεγάλη πρόκληση είναι η εφαρμογή ρηξικέλευθων ιδεών στην πράξη. Η σεισμική

μόνωση και οι προχωρημένες εφαρμογές και μέθοδοι θεμελιώσεως έχουν ακόμα τεράστια περιθώρια ανάπτυξης. Παράλληλα, μπαίνουν στο προσκήνιο νέες τεχνολογίες, όπως η Τεχνητή Νοημοσύνη, που θα αλλάξουν τον τρόπο που αναλύουμε τα δεδομένα και ελπίζω να ανοίξουν νέους ερευνητικούς ορίζοντες.

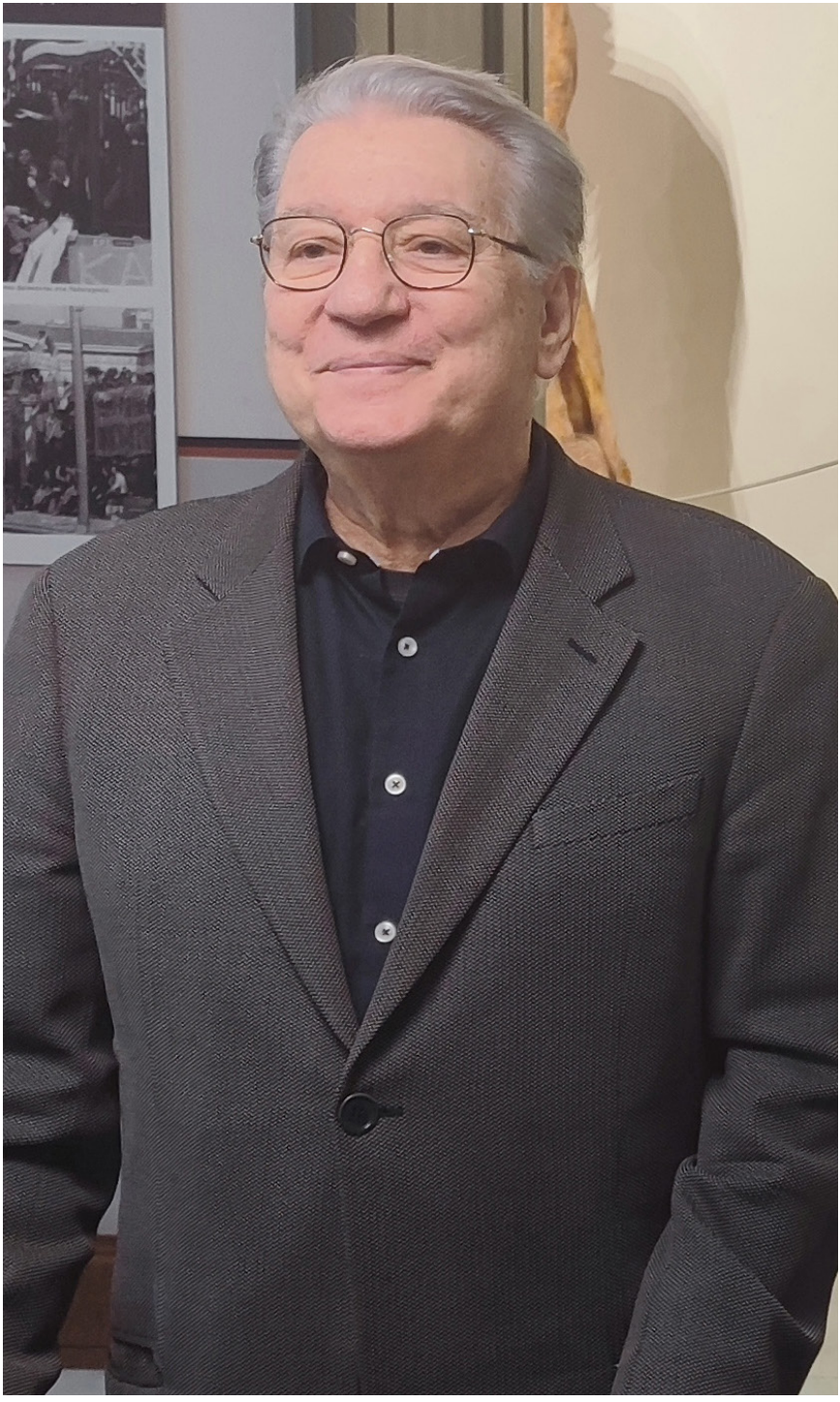
**Ι.Α.:** Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει τον αντισεισμικό σχεδιασμό;

**Γ.Γ.:** Αναμφίβολα, αν και όχι άμεσα. Η κλιματική αλλαγή φέρνει ακραία φαινόμενα που επιδεινώνουν τις συνθήκες θεμελίωσης. Πάρτε για παράδειγμα τις πλημμύρες και την άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Θα χρειαστούμε προστατευτικά έργα που σήμερα δεν υπάρχουν. Είναι ενδιαφέρον, πάντως, ότι ακόμα και σε περιοχές με ακραίους ανέμους, όπως π.χ. το Πουέρτο Ρίκο, όπου τα κτίρια σχεδιάζονται για τυφώνες 280 χλμ/ώρα, ο σεισμός παραμένει συχνά η κρίσιμη δράση για την ασφάλεια ακόμη και υψηλών κτιρίων.

Η διαχείριση των φυσικών καταστροφών συνολικά είναι ο τομέας όπου ο εδαφομηχανικός και ο αντισεισμικός μηχανικός θα έχουν μέλλον. Ξέρεις, λένε για τους οικονομολόγους ότι είναι εξαιρετικοί στο να... "προβλέπουν" παρελθόν αλλά δυσκολεύονται με το μέλλον. Κάπως έτσι είμαστε κι εμείς με τις προβλέψεις. Μπορώ να σου μιλήσω με σιγουριά για το παρελθόν, αλλά το μέλλον παραμένει μια ανοιχτή πρόκληση.

# Επίλογος

**Ι.Α.:** Σας ευχαριστούμε για αυτή τη συγκλονιστική αναδρομή και την προσωπική τιμή που μου κάνατε να συζητήσουμε μαζί. Σας ευχαριστώ και εκ μέρους του Ελληνικού Τμήματος Αντισεισμικής Μηχανικής γι αυτήν την πολύ ωραία συζήτηση.

**Γ.Γ.:** Εγώ ευχαριστώ, Γιάννη, και εσένα προσωπικά και την Επιτροπή του ΕΤΑΜ, που είχε την καλοσύνη να με προσκαλέσει, αλλά και για την όλη φωτεινή ιδέα της να ξεκινήσει αυτόν τον κύκλο παρουσιάσεων/συζητήσεων. Ελπίζω να έχουν κάποια έστω και μικρή επίδραση στην ελληνική πρακτική που είναι και το ζητούμενο.

Μετά από την ολοκλήρωση της «Αντισεισμικής Συνάντησης», από αριστερά-προς τα δεξιά,ο Α.Παπαχρηστίδης (Πρόεδρος ΕΤΑΜ), Γ.Γκαζέτας, Ι.Αναστασόπουλος, Γ. Τσιάτας (Μέλος ΕΕ ΕΤΑΜ), Π. Τσόπελας (Αντιπρόεδρος ΕΤΑΜ)