



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΟΣΜΗΤΟΡΑΣ

Αριθμ.Πρωτ.: 4363

Αθήνα, 29/1/2018

Προς
όλα τα μέλη ΔΕΠ
της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών

Σας διαβιβάζουμε ανακοίνωση - πρόσκληση και περίληψη της διδακτορικής διατριβής του κου **Παπαδόπουλου Κωνσταντίνου**, η τελική κρίση της οποίας θα πραγματοποιηθεί την Παρασκευή 2 Φεβρουαρίου 2018 και ώρα 12.00 στην Αίθουσα Τηλεδιάσκεψης 1 του Ε.Μ.Π..

Παρακαλούμε να παρευρεθείτε στην παρουσίαση εάν το επιθυμείτε.

Ο Κοσμήτορας της Σχολής


Δ. Κουτσογιάννης
Καθηγητής ΕΜΠ

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ
ΩΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ
Δ/ντρια : Ε. Βιντζηλαίου
Ηρώων Πολυτεχνείου 5,
Ζωγράφου 157 73



ΕΘΝ. ΜΕΤΣ. ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
Αρ. Πρωτ. 9/115
Παρελήφθη 26/1/2018

NATIONAL TECHNICAL
UNIVERSITY OF ATHENS
LABORATORY OF
REINFORCED CONCRETE
Director : E. Vintzileou
5, Iroon Polytechniou, Zografou,
Greece 157 73

☎: (+30210) 7721272, FAX: (+30210) 7721275, e-mail: elvintz@central.ntua.gr

Αθήνα, 26/01/2018

Προς: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ

Θέμα: Πρόσκληση για εξέταση διδακτορικής διατριβής

Σας προσκαλούμε την Παρασκευή 02/02/2018 και ώρα 12.00 να παρευρεθείτε στην εξέταση της διδακτορικής διατριβής του κ. Παπαδόπουλου Κωνσταντίνου, με θέμα «Συμβολή στην μελέτη της σεισμικής συμπεριφοράς αρχαίων μνημείων», στην Αίθουσα Τηλεδιάσκεψης 1.

Με εκτίμηση

Ε. Βιντζηλαίου
Καθηγήτρια ΕΜΠ

*Συνημμένη θα βρείτε την περίληψη της διδακτορικής διατριβής.



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ
ΤΗΣ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

**Συμβολή στην μελέτη
της σεισμικής συμπεριφοράς αρχαίων μνημείων**

του
Κωνσταντίνου Παπαδόπουλου
Πολιτικού Μηχανικού Ε.Μ.Π.

Συμβουλευτική Επιτροπή: Ε. Βιντζηλαίου, Καθηγήτρια Ε.Μ.Π. (επιβλέπουσα)

Θ.Π. Τάσιος, Ομ. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Ι.Ν. Ψυχάρης, Καθηγητής Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ 2017

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η διατριβή του κ. Κωνσταντίνου Παπαδόπουλου, πολιτικού μηχανικού ΕΜΠ, πραγματεύεται την σεισμική συμπεριφορά ελεύθερα ιστάμενων αρχαίων κίωνων, καθώς και συστοιχιών αρχαίων κίωνων φερόντων λίθους επιστυλίου. Η διατριβή αποτελείται από επτά κεφάλαια και έναν επίλογο. Στα **δύο πρώτα**, εισαγωγικού χαρακτήρα, κεφάλαιά της παρουσιάζονται διάφορα στοιχεία (κατασκευαστικά, ιστορικά κ.α.) αναφορικά με τις μνημειακές λίθινες κατασκευές των αρχαίων Ελλήνων, ενώ στο **τρίτο** παρουσιάζονται, με συνοπτικό τρόπο, προγενέστερες συναφείς εργασίες, καθώς και τα βασικά ευρήματά τους.

Το **τέταρτο κεφάλαιό** της περιλαμβάνει προκαταρκτικές αριθμητικές επιλύσεις που σκόπευαν στην τεκμηρίωση της αξιοπιστίας του λογισμικού πεπερασμένων στοιχείων ABAQUS/Explicit ως προς την πρόβλεψη της δυναμικής απόκρισης ξηρολιθοδομών. Οι σχετικοί έλεγχοι έγιναν μέσω συγκρίσεων αριθμητικών προβλέψεων και σχετικών πειραματικών αποτελεσμάτων που αφορούν λικνιστικές αποκρίσεις: (α), (β) δύο πρισματικών δοκιμίων από γρανίτη, διαφορετικής λυγηρότητας, (γ) ενός δύλιθου δοκιμίου από γρανίτη, που το αποτελούσαν δύο πρίσματα το ένα πάνω στο άλλο, (δ) ενός τρίλιθου πλαισίου από γρανίτη, και (ε) ενός μαρμάρινου ομοιώματος (σε κλίμακα 1/3) κίονα του Πρόναου του Παρθενώνα. Από τις συγκρίσεις διαφάνηκε ότι το λογισμικό αναπαρήγαγε τα βασικά στοιχεία της πειραματικώς καταγεγραμμένης δυναμικής απόκρισης των προαναφερθέντων ξηρολιθοδομών (συμπεριλαμβανομένου και του, τριών μέτρων ύψους, πολυσπόνδυλου μαρμάρινου κίονα). Συνεπώς, το λογισμικό δύναται να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση της σεισμικής απόκρισης κατασκευών ιδίου ή παρόμοιου χαρακτήρα. Τέτοιες κατασκευές είναι, βεβαίως, οι αρχαίοι κίονες και γενικότερα οι αρχαίες κατασκευές από λαξευτούς λίθους εν ξηρώ συναρμολογημένους.

Στο **πέμπτο κεφάλαιο** παρουσιάζονται αναλύσεις που αφορούν την σεισμική συμπεριφορά οκτώ ελεύθερα ιστάμενων αρχαίων πολυσπόνδυλων κίωνων. Οι κίονες αυτοί είναι όλοι δωρικού ρυθμού και ανήκουν σε έξι αρχαία μνημεία: τον Παρθενώνα, τον ναό του Επικούριου Απόλλωνα Βασσών, το πρότυλο του τελετουργικού εστιατορίου στην Επίδαυρο, το στωικό κτήριο στην Βραυρώνα, τον ναό της Αθηνάς στην Αρκαδική Αλίφειρα, και τον ναό της Αλέας Αθηνάς στην Τεγέα. Σχεδόν όλοι έχουν διαφορετική ραδινότητα και διαφορετικό

αριθμό σπονδύλων. Οι δύο από αυτούς (Βραυρώνας και Αλίφειρας) μπορούν να χαρακτηριστούν ως μικρού μεγέθους, μια που έχουν ύψος περί τα 3 με 4 μέτρα· άλλοι δύο (Παρθενώνα και Τεγέας) ως μεγάλου μεγέθους, διότι το ύψος τους είναι περίπου 9.5 και 10.5 μέτρα· ενώ, οι υπόλοιποι τέσσερις ως μεσαίου μεγέθους, αφού διαθέτουν ύψος περί τα 6 με 7 μέτρα. Για την διέγερση των υπολογιστικών ομοιωμάτων των κίονων αυτών χρησιμοποιήθηκαν καταγραφές τεσσάρων σεισμών που έχουν λάβει χώρα στον ελλαδικό χώρο, με διαφορετικά χαρακτηριστικά (ένταση, συχνοτικό περιεχόμενο).

Από τις αριθμητικές διερευνήσεις προέκυψαν διάφορα συμπεράσματα, όπως ότι η αντισεισμική ικανότητα των αρχαίων κίονων μεγάλου μεγέθους φαίνεται ότι είναι ανώτερη από τις αναμενόμενες μέγιστες σεισμικές δράσεις στον Ελλαδικό χώρο, ακόμα και για σεισμούς των οποίων οι εκτιμώμενες περίοδοι επανάληψης υπερβαίνουν και την πολύ μακρά διάρκεια ζωής των αρχαίων μνημείων. Ως εκ τούτου, η αποκατάσταση των τυχόν βλαβών ενός πολυσπόνδου αρχαίου κίονα από μόνη της είναι πολύ πιθανό να εξασφαλίζει την σεισμική ευστάθειά του.

Επίσης, κατέστη δυνατό να συσχετιστούν οι αριθμητικές προβλέψεις για την σεισμική ευστάθεια και των οκτώ κίονων (και για τις τρεις παραμέτρους πλάτους εδαφικών κινήσεων, P_{HA}, P_{HV} και P_{HD}) με τα βασικά δυναμικά χαρακτηριστικά των κίονων (μέγεθος, ραδιότητα και «ιδιοσυχνότητα») και με την δεσπόζουσα περίοδο της αντίστοιχης σεισμικής διέγερσης (T_g). Αυτό έδωσε την δυνατότητα να διατυπωθούν γενικά κριτήρια για την εκτίμηση της σεισμικής ευστάθειας των αρχαίων κίονων, υπό την προϋπόθεση ότι οι κίονες διατηρούνται σε καλή κατάσταση (δηλαδή, είναι περίπου κατακόρυφοι, επί στέρεας βάσης, και τα μέλη τους δεν παρουσιάζουν σημαντικές φθορές ή βλάβες).

Το **έκτο κεφάλαιο** παρουσιάζει τα αποτελέσματα αριθμητικών διερευνήσεων της επιρροής νέων πόλων από τιτάνιο, δύο τύπων, στην σεισμική απόκριση ενός αρχαίου κίονα, μεσαίου μεγέθους. Οι δύο τύποι νέων πόλων είναι ο σωληνωτός που έχει τοποθετηθεί σε κίονες του Παρθενώνα καθώς και άλλων μνημείων (όπως της δωρικής στοάς του Ασκληπιείου στη νότια κλιτύ), και ο πόλος με κολουροκωνικά άκρα και λέπτυνση στο κεντρικό τμήμα του που έχει τοποθετηθεί σε κίονες του Ναού του Επικούριου Απόλλωνα των Βασσών. Από τις διερευνήσεις προέκυψε η εκτίμηση ότι η τοποθέτηση σωληνωτών ή κολουροκωνικών πόλων στις διεπιφάνειες αρχαίων κίονων μεσαίου μεγέθους είναι θετική, καθώς φαίνεται ότι, για τους αναμενόμενους ισχυρούς σεισμούς στον ελλαδικό χώρο (με μέγιστη εδαφική ταχύτητα περί τα 40 cm/sec), οδηγεί στον περιορισμό των παραμενουσών παραμορφώσεων των κίονων, χωρίς αστοχία των πόλων.

Στο **έβδομο κεφάλαιο** παρουσιάζονται παραμετρικές αριθμητικές επιλύσεις που πραγματοποιήθηκαν για την διερεύνηση της σεισμικής απόκρισης συστοιχιών αρχαίων κίωνων, φερόντων λίθους επιστυλίου, σε διάφορες διατάξεις (ευθύγραμμη, υπό ορθή γωνία και περικλειστη). Οι κιονοστοιχίες που προσομοιώθηκαν είναι τμήματα δύο αρχαίων ναών, μικρού και μεσαίου μεγέθους, του ναού της Αθηνάς στην Αρκαδική Αλίφειρα και του ναού του Επικούριου Απόλλωνα των Βασσών, αντίστοιχα. Τα αριθμητικά αποτελέσματα ανέδειξαν, μεταξύ άλλων, ότι η σεισμική ευστάθεια των κιονοστοιχιών που εξετάστηκαν είναι της ίδιας τάξης μεγέθους ή μεγαλύτερη από αυτήν που θα διέθεταν οι κίονές τους ιστάμενοι ελεύθερα.

Στον **επίλογο** γίνεται ανακεφαλαίωση των κύριων συμπερασμάτων της εργασίας, παρατίθενται σχόλια για την αξιοπιστία των αριθμητικών προβλέψεων, αναφέρονται συνοπτικώς τα στοιχεία της μελέτης που, κατά τον γράφοντα, είναι πρωτότυπα, και παρουσιάζονται επιγραμματικώς προτάσεις για περαιτέρω σχετική έρευνα.

Εν κατακλείδι αναφέρεται ότι, όπως προκύπτει και από τα παραπάνω, ο βασικός σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να συμβάλει στην περαιτέρω κατανόηση της σεισμικής συμπεριφοράς των αρχαίων μνημείων, μέσω της παραμετρικής διερεύνησης του φαινομένου, το οποίο είναι πολύπλοκο και παρουσιάζει σημαντικές δυσκολίες κατά την προσομοίωση και την ανάλυση. Επί πλέον, η εργασία στόχευσε, μέσω της εξαγωγής αξιόπιστων αριθμητικών αποτελεσμάτων, στην διατύπωση συμπερασμάτων (όχι μόνον ποιοτικώς χρήσιμων, αλλά και) ποσοτικώς αξιοποιήσιμων. Εκτιμάται ότι πολλά από τα ποσοτικά στοιχεία που εξήχθησαν από την παρούσα εργασία μπορούν να χρησιμοποιηθούν άμεσα για την εκτίμηση της τρωτότητας των αρχαίων μνημείων.