



Τεχνολογικό  
Πανεπιστήμιο  
Κύπρου

Σχολή Μηχανικής  
Και Τεχνολογίας

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

**ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΑΠΟ  
ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΜΕ ΛΕΙΕΣ ΡΑΒΔΟΥΣ**

**ANNA MARIA ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΥΣ**

**ΛΕΜΕΣΟΣ, ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2019**



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ  
ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΑΠΟ  
ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΜΕ ΛΕΙΕΣ ΡΑΒΔΟΥΣ  
ΤΗΣ  
ΑΝΝΑΣ ΜΑΡΙΑΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΥΣ

ΛΕΜΕΣΟΣ, ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2019

# Έντυπο έγκρισης

Μεταπτυχιακή διατριβή

## Αποτίμηση σεισμικής επάρκειας κτιρίου από οπλισμένο σκυρόδεμα με λείες ράβδους

Παρουσιάστηκε από

Άννα Μαρία Χαραλάμους

Επιβλέπων καθηγητής: Νικόλας Κυριακίδης , Λέκτορας

Υπογραφή \_\_\_\_\_

Μέλος επιτροπής:

Υπογραφή \_\_\_\_\_

Μέλος επιτροπής:

Υπογραφή \_\_\_\_\_

Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Λεμεσός, Δεκέμβριος 2019

## **Πνευματικά δικαιώματα**

Copyright © Χαραλάμπους Άννα Μαρία, 2019.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της μεταπτυχιακής διατριβής από το Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Γεωπληροφορικής του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω αρχικά τον επιβλέποντα καθηγητή μου Δρ. Νικόλα Κυριακίδη για την υπομονή, για το αμείωτο ενδιαφέρον και την υποστήριξη του καθ' όλη την διάρκεια διεκπεραίωσης της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής. Επίσης ιδιαίτερη ευχαρίστηση θα ήθελα να εκφράσω ως προς τους καθηγητές του Πανεπιστημίου Πάτρας για τις πολύτιμες βοήθειες τους, την εταιρεία AuDesy και συγκεκριμένα την κα. Μαρία Χρυσοστόμου για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση της στο λογισμικό πρόγραμμα 3DR.STRAD. Επιπλέον, ευχαριστώ όλους τους καθηγητές μου του μεταπτυχιακού προγράμματος και την κα. Άννα Χαραλάμπους, βιβλιοθηκονόμο της σχολής μας για την βοήθεια τους στην επίτευξη των στόχων μου, και τις πολύτιμες συμβουλές τους. Τέλος ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στην οικογένεια και φίλους μου για την στήριξη και την αμέριστη συμπαράσταση που μου πρόσφεραν σε όλο αυτό το διάστημα και που συνεχίζουν να μου προσφέρουν σε κάθε μου στόχο.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματεύεται την αποτίμηση της συμπεριφοράς και επάρκειας πολυώροφου κτηρίου από οπλισμένο σκυρόδεμα έναντι σεισμικών δράσεων. Η υφιστάμενη κατασκευή είναι ένα τριώροφο κτήριο. Ο έλεγχος της φέρουσας ικανότητάς του πραγματοποιείται με τη χρήση της ανελαστικής στατικής ανάλυσης (μέθοδος pushover) βάσει των αντίστοιχων διατάξεων του Ευρωκώδικα 8 μέρος 3. Η έκβαση της αποτίμησης υποδεικνύει την επάρκεια της κατασκευής έναντι στις αναμενόμενες σεισμικές δράσεις καθορίζοντας κατά πόσο ο υφιστάμενος φορέας είναι επαρκής ή χρήζει επέμβασης/επισκευής ή ενίσχυσης του.

Στο Κεφάλαιο 2 αρχικά γίνεται αναφορά στις γενικές αρχές συμπεριφοράς μελών από οπλισμένο σκυρόδεμα με λείες ράβδους οπλισμού. Καμπτική συμπεριφορά μελών από οπλισμένο σκυρόδεμα, μέγιστη γωνιά στροφής χορδής μονώροφου υποστυλώματος και επέκταση του υφιστάμενου προσομοιώματος σε πολυώροφα υποστυλώματα.

Στο Κεφάλαιο 3 παρουσιάζεται η συμπεριφορά μελών σε επίπεδο διατομής. Ενώ στο Κεφάλαιο 4 περιγράφεται η μέθοδος της ανελαστικής στατικής ανάλυσης και ο στόχος με αναφορά στο Ευρωκώδικα 8 μέρος 1 και 3. Στο Κεφάλαιο 5 δίνεται συνοπτική περιγραφή του υφιστάμενου φορέα, καθώς παρουσιάζεται η μορφολογία της κατασκευής, λεπτομέρειες των δομικών στοιχείων της κατασκευής, τα υλικά κατασκευής, τα φορτία που καταπονούν την κατασκευή και η προσομοίωση της.

Στο Κεφάλαιο 6 περιγράφονται οι δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν στα δομικά υλικά του φορέα, σκυρόδεμα και οπλισμός, στο Κεφάλαιο 7 παρουσιάζεται η εγκατάσταση των υλικών ενισχύσεις στα σημεία όπου είχαν αστοχήσει νωρίτερα από το πρώτο κύκλο φόρτισης, καθώς οι στόχοι του υπό εξέταση σχεδίου. Τέλος στο Κεφάλαιο 8 αναλύονται τα πειραματικά αποτελέσματα πριν και μετά την εγκατάσταση ενισχύσεις με σύνθετα υλικά αλλά και μετά την προσομοίωση του μοντέλου στο σχεδιαστικό λογισμικό όπου είχε πραγματοποιηθεί μη γραμμική στατική ανελαστική ανάλυση μέθοδος “push-over” σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 8.

**Λέξεις κλειδιά:** λείες χαλύβδινες ράβδοι, μανδύας περίσφιξης από σύνθετα ινοπλισμένα πολυμερή, οπλισμένο σκυρόδεμα, Ευρωκώδικας 8 - μέρος 1 & 3, όριο θραύσης, όριο απόδοσης, κυκλική φόρτιση, επικάλυψη - μάτηση.

## **ABSTRACT**

The present thesis deals with the evaluation of the behavior and adequacy of a high-rise reinforced concrete building structure against seismic effects. The existing construction is a three storey building. Its' bearing capacity shall be tested using the inelastic static analysis (pushover method) in accordance with the relevant Eurocode 8 Part 3. The results of this assessment shall indicate the adequacy of the construction against expected seismic actions, determining whether the existing body is sufficient or needs intervention/repair or enhancement.

Chapter 2 initially refers to the general principles of behavior of the consisting parts in a concrete structure, which has been reinforced with smooth reinforcement bars. Bending behavior of reinforced concrete parts, maximum chord rotation of a single - storey column and extension of the existing model to a multi - storey column.

Chapter 3 analyses the behavior of the structure's parts at a cross-section level, while Chapter 4 describes the pushover method and its target in accordance with Eurocode 8, part 1 and 3.

Chapter 5 offers a brief description of the existing structure as it presents the morphology of the structure, details of the structural components of the building, the materials used, the loads of the structure and its simulation.

Chapter 6 describes the tests carried out on the building materials of the structure, the concrete and reinforcement. In Chapter 7, we present the installation of reinforcement materials in the areas where the structure had failed earlier than the first loading cycle, as well as the objectives of the project under consideration.

Finally, experimental results are analyzed in Chapter 8, before and after reinforcements with FRP and following a model simulation carried out with the software design where a pushover method had already been applied in accordance with Eurocode 8.

**Keywords:** smooth steel bars, fiber reinforced polymer jacket, reinforced concrete, Eurocode 8 - part 1 & 3, ultimate limit, yield limit, cyclic loading, overlap.