



Τεχνολογικό
Πανεπιστήμιο
Κύπρου

Σχολή Μηχανικής και
Τεχνολογίας

Μεταπτυχιακή διατριβή

**ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ
ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΗΣ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ
ΠΡΟΣΘΗΚΗΣ ΕΛΑΦΡΩΝ ΤΟΙΧΩΜΑΤΩΝ
ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ**

Γιώργος Στυλιανού

Λεμεσός, Αύγουστος 2021

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

Μεταπτυχιακή διατριβή

Αποτίμηση συμπεριφοράς υφιστάμενης κατασκευής και ενίσχυση
της με την μέθοδο προσθήκης ελαφρών τοιχωμάτων οπλισμένου
σκυροδέματος

του

Γιώργου Στυλιανού

Λεμεσός, Αύγουστος 2021

Έντυπο έγκρισης

Μεταπτυχιακή διατριβή

Αποτίμηση συμπεριφοράς υφιστάμενης κατασκευής και ενίσχυση της με την μέθοδο προσθήκης ελαφρών τοιχωμάτων οπλισμένου σκυροδέματος

Παρουσιάστηκε από

Γιώργο Στυλιανού

Επιβλέπων καθηγητής: Νικόλας Κυριακίδης Λέκτορας

Υπογραφή _____

Μέλος επιτροπής: Όνομα και ιδιότητα

Υπογραφή _____

Μέλος επιτροπής: Όνομα και ιδιότητα

Υπογραφή _____

Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Λεμεσός, Αύγουστος 2021

Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © Γιώργος Στυλιανού, 2021

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 ιδιαίτερα τον Λέκτορα Δρ. Νικόλα Κυριακίδη για την εμπιστοσύνη και την υπομονή που μου έδειξε κατά τη διάρκεια υλοποίησης της διατριβής. Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τους γονείς και τους φίλους μου, οι οποίοι δεν έπαψαν στιγμή να με στηρίζουν.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διατριβή περιέχει τον υπολογισμό της σεισμικής επάρκειας ενός υφιστάμενου κτιρίου από οπλισμένο σκυρόδεμα σύμφωνα με τις διατάξεις του Ευρωκώδικα 8 και την ενίσχυση της δομής της κατασκευής με την προσθήκη ελαφρών διατμητικών τοιχωμάτων σκυροδέματος πάχους 10 εκατοστών.

Στην αρχή θα αναλύσουμε το τρόπο λειτουργίας και την συμπεριφορά ενός ελαφρού διατμητικού τοίχου σκυροδέματος.

Στην συνέχεια θα αναλύσουμε τις διατάξεις του Ευρωκώδικα 8 την σεισμική αποτίμηση κτιρίων από οπλισμένο σκυρόδεμα και τις διαθέσιμες μεθόδους ανάλυσης. Ο σχεδιασμός του κτιρίου θα γίνει με το πρόγραμμα στατικής ανάλυσης του CFI, ETABS, το οποίο μπορεί να προσφέρει πολλές μεθόδους μοντελοποίησης και ανάλυσης κατασκευών, συμπεριλαμβανομένου της μη γραμμικής ανάλυσης. Το πρώτο βήμα θα είναι ο υπολογισμός της συμμετοχής των ιδιομορφών με την ιδιομορφική ανάλυση, και μετά θα εκτελέσουμε μια προκαταρκτική γραμμική και δυναμική ελαστική ανάλυση, για να έχουμε μια εικόνα για την συμπεριφορά των δομικών μας στοιχείων υπό την δράση σεισμικών φορτίων και να προβλέψουμε την πιθανή επερχόμενη κατάρρευση και ταυτόχρονα παρατηρώντας και καταγράφοντας την αναλογία του λόγου ανεπάρκειας των στοιχείων μας. Η σεισμική ανάλυση θα πραγματοποιηθεί με μη γραμμική ανελαστική ανάλυση γνωστή και ως pushover analysis. Πριν από την εκτέλεση αυτού του είδους της ανάλυσης θα δούμε βήμα βήμα όλες τις διαδικασίες και τους υπολογισμούς που είναι απαραίτητοι να γίνουν είτε με χειρόγραφους υπολογισμούς, είτε με υπολογισμούς μέσω προγράμματος, και επιπρόσθετα θα δούμε συγκεκριμένες διατάξεις του Ευρωκώδικα 8 για καλύτερη κατανόηση. Θα εμβαθύνουμε στο τρόπο κατασκευής της καμπύλης αντίστασης, την παρακολούθηση της μετατόπισης, τον μετασχηματισμό της καμπύλης αντίστασης σε ένα μονοβάθμιο σύστημα ελευθερίας (SDOF), την διγραμμικοποίηση της καμπύλης αντίστασης, την μετατροπή του μονοβάθμιου συστήματος ελευθερίας σε τιμές επιτάχυνσης και μετατόπισης και την σημασία του σημείου επιτελεστικότητας που θα χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό της σεισμικής επάρκειας. Επιπλέον θα δούμε την ανελαστική συμπεριφορά των στοιχείων μας και τον διαχωρισμό τους σε πλάστιμα και ψαθυρά, την διαδικασία υπολογισμού του διαγράμματος ροπής- καμπυλότητας χειρόγραφα αλλά και με την βοήθεια

προγράμματος, την διαδικασία υπολογισμού της καμπύλης ροπής – στροφής που αντιπροσωπεύει την ανελαστική συμπεριφορά των πλαστικών αρθρώσεων τόσο για τις δοκούς που επηρεάζονται από την κάμψη όσο και τις κολώνες που επηρεάζονται από το αξονικό φορτίο σε συνδυασμό με την κάμψη. Θα υπάρξει μια βήμα προς βήμα διαδικασία για το τρόπο εισαγωγής όλων των βασικών παραμέτρων στο πρόγραμμα, συμπεριλαμβανομένου του μη γραμμικού νόμου τάσης – παραμόρφωσης και επιπρόσθετα θα εστιάσουμε στη σωστή τεχνική μοντελοποίησης και τις παραδοχές που πρέπει να πάρουμε έτσι ώστε να είναι ρεαλιστική η μοντελοποίηση της υπάρχουσας κατασκευής. Στο τελικό στάδιο, θα δούμε ποια στοιχεία πρέπει να ενισχυθούν και θα δούμε τα αποτελέσματα της ενίσχυσης στη στατική δομή της κατασκευής προσθέτοντας τους ελαφρούς διατμητικούς τοίχους σε συγκεκριμένες θέσεις λαμβάνοντας υπόψη τη θέση του κέντρου μάζας και στροφής, ώσπου η κατασκευή μας να αντέξει με ασφάλεια τις σεισμικές δράσεις.

Λέξεις κλειδιά: ελαφρών διατμητικών τοιχωμάτων σκυροδέματος, μη γραμμική ανάλυση, καμπύλης αντίστασης

ABSTRACT

The current thesis contains the calculation of the seismic assessment of an existing reinforced concrete building with accordance to Eurocode 8 provisions, and strengthening the structure by adding lightweights concrete shear walls with a thickness of 10 centimeters. At first, we will see the meaning of a lightweight concrete shear wall and its behavior. Secondly, we will discuss the provisions of Eurocode 8 concerning the seismic assessments of reinforce concrete buildings, and the available methods of analysis. The design of the building will be done with the structural analysis program of CSI, ETABS, which can offer variable methods of modelling and analyze of structures including nonlinear analysis. The first step will be to account the participation of modes shapes with a modal analysis, and after performing a preliminary linear and dynamic elastic analysis to have an idea of the behavior of our elements under seismic actions and predict the probably upcoming collapse by observing the demand/capacity ratio of our elements. The precise seismic assessment will be performed by nonlinear inelastic analysis, which is known as pushover analysis. Before performing this type of analysis, we will see step by step all the procedures and calculations which are essential to be done either by hand calculations or by the program, and we also speak about the specific provisions of Eurocode 8 for a better understanding. We will have a deep look at the construction of capacity curve, the monitored displacement, the transformation of capacity curve in a single degree of freedom system (SDOF), the bilinear transformation of capacity curve, the transformation of the SDOF system into acceleration and displacement values, and the true meaning of the performance point which will be used for the calculation of the seismic demand. We will also see the inelastic behavior of our elements and their separation into ductile and brittle elements, the procedure of calculating the moment-curvature curve by hand calculations and by the program, and the procedure of calculating the moment-rotation law, which represents the inelastic behavior of the plastic hinges, both for beams which are affected only by flexure, and for columns which are affected by the axial load in combination with flexure. There will be a step by step procedure of how to insert all the essential parameters to the program, including the nonlinear stress-deformation law, and we will also speak about the correct modelling techniques and assumptions which will be made for the realistic modelling of our existing structure. At a final stage, we will see which elements need to be

strengthened, and we will see the effects of strengthening in our structure by adding the lightweight shear walls in specific positions with taking account the center of rigidity and center of mass positions, until our structure will be able to withstand safely the seismic effects.

Keywords: lightweights concrete shear walls, nonlinear analysis, capacity curve