

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ



**Μεταπτυχιακή Διατριβή**  
ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ  
ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ  
ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΠΟΛΥΚΑΤΟΙΚΙΩΝ ΣΤΗΝ  
ΚΥΠΡΟ

Αντριάνα Γεωργίου

Λεμεσός 2016



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ  
ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ  
ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΠΟΛΥΚΑΤΟΙΚΙΩΝ ΣΤΗΝ  
ΚΥΠΡΟ

της

Γεωργίου Αντριάνας

Λεμεσός 2016

**ΈΝΤΥΠΟ ΕΓΚΡΙΣΗΣ**

Μεταπτυχιακή διατριβή

**ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ  
ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ  
ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΠΟΛΥΚΑΤΟΙΚΙΩΝ ΣΤΗΝ  
ΚΥΠΡΟ**

Παρουσιάστηκε από

Αντριάνα Γεωργίου

Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Δρ. Δέσποινα Σεργίδη, Καθηγήτρια τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Περιβάλλοντος

Μέλος επιτροπής: Δρ. Κώστας Κώστα, Αναπληρωτής Καθηγητής και Εκπρόσωπος Σχολής Γεωτεχνικών Επιστημών και Διαχείρισης Περιβάλλοντος

Μέλος επιτροπής: Δρ. Αλέξανδρος Χαραλαμπίδης, Επίκουρος Καθηγητής της Σχολής Γεωτεχνικών Επιστημών και Διαχείρισης Περιβάλλοντος

Μέλος επιτροπής: Δρ. Θεόδωρος Ζαχαριάδης, Αναπληρωτής Καθηγητής της Σχολής Γεωτεχνικών Επιστημών και Διαχείρισης Περιβάλλοντος

## **Πνευματικά δικαιώματα**

Copyright © Αντριάνα Γεωργίου, 2016

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

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

Επιβλέπουσα καθηγήτρια της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής διετέλεσε η Δρ. Δέσποινα Σεργίδη την οποία και ευχαριστώ θερμά τόσο για την ανάθεση και την επίβλεψη αυτής της εργασίας όσο και για τις πολύτιμες συμβουλές της.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω την Στέλλα Δημητρίου, ερευνητικό συνεργάτη, για την πολύτιμη καθοδήγηση της. Οι ιδέες, τα σχόλια και η συνολική βοήθεια της είχαν καθοριστικό ρόλο στην επιτυχή περάτωση αυτής της μεταπτυχιακής διατριβής.

Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω τους συμφοιτητές μου Φυτούλα Ανδρέου και Χαράλαμπο Ιωάννου για τη δημιουργική συνεργασία και ανταλλαγή γνώσεων.

Τέλος ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στην οικογένειά μου που με στηρίζει ηθικά και οικονομικά σε κάθε προσπάθειά μου.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία πραγματοποιείται με σκοπό τη μελέτη της ενεργειακής απόδοσης και αναβάθμισης πολυκατοικιών στη Κύπρο. Στόχος της πιλοτικής έρευνας είναι η παρακολούθηση και μελέτη αντιπροσωπευτικών πολυκατοικιών και η ανάλυση της ενεργειακής τους απόδοσης, της τελικής τους κατανάλωσης καθώς και η μελέτη σεναρίων ενεργειακής αναβάθμισης τους, περιλαμβανομένου του σεναρίου για ΚΣΜΕΚ. Οι πολυκατοικίες που επιλέχθηκαν αποτελούν αντιπροσωπευτικό δείγμα του οικιστικού κτιριακού αποθέματος στη Κύπρο από το πορτοφόλιο του Κυπριακού Οργανισμού Αναπτύξεως Γης (ΚΟΑΓ). Οι κατοικίες προσομοιώθηκαν χρησιμοποιώντας το επίσημο λογισμικό της Κύπρου (iSBEMcy) για την έκδοση Πιστοποιητικών Ενεργειακής Απόδοσης κτιρίων.

Στα πλαίσια της μεταπτυχιακής διατριβής επιλέχθηκαν 4 πολυκατοικίες οι οποίες χωρίστηκαν σε δύο χρονολογικές κατηγορίες που έχουν ως κομβικό σημείο το 2007, όπου τέθηκε σε ισχύ ο Περί Ρύθμισης της Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων Νόμος του 2006 (Ν.142(I)/2006). Στη συνέχεια για περαιτέρω ανάλυση επιλέχθηκαν από κάθε πολυκατοικία 3 διαμερίσματα ως ξεχωριστές οικιστικές μονάδες, τα οποία βρίσκονται σε διαφορετικό όροφο καθώς και με διαφορετικό προσανατολισμό έτσι ώστε να υπάρχει μία ολοκληρωμένη εικόνα της ενεργειακής κατάστασης της πολυκατοικίας.

Αρχικά γίνεται μία βιβλιογραφική ανασκόπηση για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων από μελέτες που έγιναν στην Κύπρο και γενικότερα στη Ευρώπη. Μετά παρουσιάζεται η ενεργειακή πολιτική στην Ευρώπη και στην Κύπρο. Στη συνέχεια συλλέχθηκαν δεδομένα για την υφιστάμενη κατάσταση των υπό μελέτη διαμερισμάτων που αφορούν τα δομικά στοιχεία και τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις. Ακολούθως ορίστηκαν τα σενάρια ενεργειακής αναβάθμισης και έγιναν ενεργειακές προσομοιώσεις της υφιστάμενης κατάστασης καθώς και της προκύπτουσας κατάστασης κατόπιν εφαρμογής των σεναρίων. Μετέπειτα έγινε μία οικονομική αξιολόγηση της εφαρμογής των σεναρίων για αποδειχθεί κατά πόσον είναι οικονομικά συμφέροντα.

Επιπλέον εφαρμόστηκε στην υφιστάμενη κατάσταση του κάθε διαμερίσματος το κάθε μέτρο ξεχωριστά έτσι ώστε να διαπιστωθεί ποιά μετασκευαστικά μέτρα

οδηγούν στη μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας καθώς και αν είναι οικονομικά συμφέροντα.

Τέλος παρουσιάζονται τα αποτελέσματα και συμπεράσματα τα οποία προέκυψαν όπου φαίνεται πως η εφαρμογή του φιλόδοξου σεναρίου στις κατοικίες που κατασκευάστηκαν κατά τη χρονολογική περίοδο 1981-2006 με στόχο την μετατροπή τους σε ΚΣΜΕΚ προκάλεσε μέσο ποσοστό μείωσης της συνολική κατανάλωσης ενέργειας 65,4% και των εκπομπών CO<sub>2</sub> είναι 76,44% με μέσο χρόνο απόσβεσης 8 χρόνια, ενώ η εφαρμογή του στις κατοικίες που κατασκευάστηκαν μετά το 2007 προκάλεσε μέσο ποσοστό μείωσης της συνολική κατανάλωσης ενέργειας 36,73% και των εκπομπών CO<sub>2</sub> είναι 52,56% με μέσο χρόνο απόσβεσης 29 χρόνια.

Το σενάριο αναβάθμισης ΚΣΜΕΚ καθώς και γενικά το κάθε μέτρο ενεργειακής αναβάθμισης ξεχωριστά είναι ενεργειακά και οικονομικά πιο αποδοτικά όταν εφαρμόζονται στα διαμερίσματα που ανήκουν στην χρονολογική περίοδο 1981-2006 παρά σε αυτά που κατασκευάστηκαν μετά το 2007. Ενεργειακά πιο αποδοτικό είναι το μέτρο τοποθέτησης κλιματιστικών μονάδων ενεργειακής κλάσης A+++ , στην συνέχεια η θερμομόνωση εξωτερικά του κελύφους και τέλος η αλλαγή των κουφωμάτων η οποία μπορεί να επηρεάσει σε κάποιες περιπτώσεις αρνητικά.

**Λέξεις κλειδιά:** ενεργειακή απόδοση, εξοικονόμηση ενέργειας , Κτίρια Σχεδόν Μηδενικής Κατανάλωσης (ΚΣΜΕΚ), σενάρια ενεργειακής αναβάθμισης, πολυκατοικίες



## **ABSTRACT**

This thesis studies the energy efficiency and upgrading of multi-family buildings in Cyprus. The aim of this study was to monitor and study representative multi-family houses in Cyprus, analyze their energy performance and their final energy consumption in order to investigate the application of various refurbishment scenarios, including a scenario for nearly Zero Energy Buildings (nZEB). The selected buildings were a representative of the residential multi-family building stock in Cyprus from the portfolio of the Cyprus Land Development Organisation. The residential units were simulated using the official software of Cyprus (iSBEMcy) for issuing Energy Performance Certificates for buildings.

As a part of the thesis, four apartment blocks were selected which were divided into two chronological periods. Three of the buildings belonged to the chronological period 1981-2006 and the other two to the chronological period 2007-2013. The buildings of each chronological period varied in construction characteristics, energy consumption demand and electromechanical systems. For further analysis from each block three apartments were selected as separate residential units, which are located on different floors and in different orientations so as to have a complete overview of the energy situation of the building.

After the collection of the data on the current situation of the departments on the components and electromechanical installations, the energy upgrading scenarios were developed and energy simulations of the current situation and the resulting situation after application of the scenarios were carried out. Furthermore, the cost viability of the application scenarios and each refurbishment measure were investigated in order to determine which measure leads to the greatest reduction of energy consumption and CO<sub>2</sub> emissions and at the same time is mostly cost effective.

**Keywords:** energy efficiency, energy savings, nearly Zero Energy Buildings (nZEB), energy refurbishment scenarios, multi-family houses