

Μεταπτυχιακή Διατριβή

**ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ  
ΑΠΟΔΟΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ ΚΑΙ  
ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗ ΤΟΥ ΜΕ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΕΣ  
ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΑΠΟΔΟΤΙΚΕΣ  
ΤΕΧΝΙΚΕΣ**

**Ραφαέλα Περατικού**

Λεμεσός, Δεκέμβριος 2019



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

Μεταπτυχιακή εργασία

**ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ  
ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ ΚΑΙ ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗ ΤΟΥ ΜΕ  
ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΕΣ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ  
ΑΠΟΔΟΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ**

Της  
Ραφαέλας Περατικού

Επιβλέπων Καθηγητής  
Δρ. Έλια Ταντελέ

Λεμεσός, Δεκέμβριος 2019

## **Πνευματικά δικαιώματα**

Copyright © Ραφαέλα Περατικού, 2019

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της μεταπτυχιακής εργασίας 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.

## **Ευχαριστίες**

*Με το τέλος της παρούσας Μεταπτυχιακής Διατριβής, θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες σε όλους όσους βοήθησαν με το δικό τους τρόπο για την ολοκλήρωση της.*

*Θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπον καθηγήτρια της μεταπτυχιακής αυτής εργασίας, Δρ. Έλια Ταντελέ, η οποία προσέφερε αυτό το ιδιαίτερα ενδιαφέρον θέμα, καθώς επίσης και για την στήριξη και εμπιστοσύνη που έδειξε στο πρόσωπο μου με την ανάθεση της παρούσας διπλωματικής εργασίας.*

*Ένα πολύ μεγάλο ευχαριστώ αξίζουν επίσης τα άτομα του φιλικού μου περιβάλλοντος για την αμέριστη συμπαράσταση και πολύτιμη βοήθεια που μου προσέφεραν καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της. Χωρίς την αμείωτη στήριξη τους δεν θα κατάφερνα να ολοκληρώσω την παρούσα εργασία. Ευχαριστώ ιδιαίτερα τους Κώστα Μανίδη και Παύλο Παύλου.*

*Τέλος, δεν θα μπορούσα να παραλείψω την οικογένεια μου, τους γονείς μου Σάββα και Χριστίνα και τα αδέρφια μου Στέφανη, Μαρίνα και Αντρέα, όπου ο καθένας τους με το δικό του μοναδικό τρόπο, στάθηκε στο πλευρό μου σε όλη αυτή την προσπάθεια, για τη στήριξη, συμπαράσταση και απεριόριστη κατανόηση που έδειξαν και δείχνουν ακόμη τόσο κατά τη διάρκεια των σπουδών μου αλλά, και για όσες θυσίες έχουν κάνει για μένα όλα αυτά τα χρόνια. Ευχαριστώ!*

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο κτηριακός τομέας, ο οποίος διευρύνεται συνεχώς με την αύξηση του πληθυσμού, αποτελεί μία από τις κυριότερες πηγές κατανάλωσης ενέργειας. Αναμφισβήτητα, η κακή ποιότητα των υφιστάμενων κτηρίων είναι ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες στη διαμόρφωση αυτής της ενεργειακής κατανομής. Το ισχύον νομοθετικό πλαίσιο για την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων στην Κύπρο, αποσκοπεί κυρίως στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας σε νεόδμητα κτήρια. Ωστόσο, το γεγονός ότι τα νέα κτήρια που κατασκευάζονται κάθε χρόνο είναι ελάχιστα σε σχέση με το συνολικό όγκο του κτηριακού αποθέματος, η κατανάλωση ενέργειας του οικοδομικού τομέα δεν αναμένεται να σημειώσει ιδιαίτερες μεταβολές.

Επομένως, θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στη βελτιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης των υφιστάμενων κτηρίων. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μελετώντας αρχικά την ενεργειακή απόδοση κάθε κτηρίου και στη συνέχεια, όπου είναι δυνατόν, εφαρμόζοντας τις κατάλληλες τεχνικές ώστε να δημιουργηθούν άνετες συνθήκες στο εσωτερικό των κτιρίων με ταυτόχρονη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας.

Στην παρούσα μελέτη, επιχειρείται η ενεργειακή αναβάθμιση ενός υφιστάμενου κτηρίου, κάτω υπό το πρίσμα του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Για το σκοπό αυτό υπολογίστηκε η ενεργειακή απόδοση του κτηρίου με τη χρήση του κρατικού λογισμικού iSBEMcy, ακολουθώντας τις οδηγίες και τη μεθοδολογία που καθορίζεται από την Υπηρεσία Ενέργειας. Βασικό στοιχείο της μελέτης αποτελεί η γεωμετρία του κτηρίου, το οποίο διαχωρίστηκε σε 13 ζώνες. Επιπλέον, έγινε υπολογισμός των συντελεστών θερμοπερατότητας και αποτελεσματικής θερμοχωρητικότητας για κάθε δομικό στοιχείο της φέρουσας κατασκευής. Άλλα απαραίτητα δεδομένα είναι ο παράγοντας διόρθωσης της σκίασης για κάθε άνοιγμα με ποσοστό υαλοκάλυψης περισσότερο από 50%. Ακόμη, καθορίστηκαν όλες οι ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις, οι οποίες σχετίζονται με τα συστήματα κλιματισμού και θέρμανσης, το σύστημα ζεστού νερού χρήσης, την παροχή ζεστού νερού χρήσης καθώς και το είδος του φωτισμού. Οι πληροφορίες αυτές αποτέλεσαν τη βάση για τη έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακή Απόδοσης (ΠΕΑ). Το υπό μελέτη κτήριο κατατάσσεται στην κατηγορία Γ με συνολικές εκπομπές CO<sub>2</sub> 76,81 Kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/y.

Ως εκ τούτου, στο δεύτερο στάδιο της μελέτης γίνεται εφαρμογή των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού, ούτως ώστε να επιτευχθεί εξοικονόμηση ενέργειας και άρα, αναθεώρηση της ενεργειακής κατάταξης της κατοικίας και του ΠΕΑ. Οι βιοκλιματικοί χάρτες (ποιοτικοί και ποσοτικοί) καθώς και ο ηλιακός χάρτης είναι απαραίτητα στοιχεία για την εφαρμογή

του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Παράλληλα με τους χάρτες, στη παρούσα εργασία παρουσιάζονται οι βιοκλιματικές στρατηγικές που μπορούν να εφαρμοστούν στο υπό μελέτη κτήριο. Για κάθε κτήριο οι βιοκλιματικές στρατηγικές σχετίζονται με τα χαρακτηριστικά του καθενός. Επίσης, οι στρατηγικές διαχωρίζονται σε στρατηγικές για εξασφάλιση θερμότητας και σε στρατηγικές για εξασφάλιση δροσισμού. Οι κυριότερες που συνήθως ακολουθούνται στα κτήρια σχετίζονται με το σχήμα, τη χωροθέτηση, τα διάφορα χαρακτηριστικά του κελύφους του κτηρίου όπως η θερμομόνωση, τα ανοίγματα, η σκίαση, ο φυσικός αερισμός, καθώς επίσης και το μικρόκλιμα της περιοχής.

**Λέξεις κλειδιά:** ενεργειακός έλεγχος, ενεργειακή απόδοση, εξοικονόμηση ενέργειας, βιοκλιματικές στρατηγικές

## ABSTRACT

The continuous increase of the global population has led to an expansion of the building sector, which is one of the main sources of energy consumption. Undoubtedly, the poor quality of the existing buildings is one of the most important factors for the formation of energy distribution. The current legislative framework for the energy efficiency of buildings in Cyprus mainly aims to reduce energy consumption in new buildings. However, the new buildings constructed every year are notably less compared to the total volume of the existing building stock. Thus, the energy consumption of the construction sector is not expected to change significantly.

Due to this, emphasis must be given for the improvement of the energy efficiency of the existing buildings. This can be achieved by studying the energy performance of each building at first and then, where possible, by applying the appropriate techniques in order to create comfortable conditions in the interior of the buildings as well as to save energy, under the principles of the bioclimatic design.

In this thesis, a comprehensive energy upgrade study of an existing building is presented. The energy performance of the building was calculated at the first step using iSBEM-CY software, following the guidelines and the methodology defined by the Energy Agency of Cyprus. A key element in the study of energy efficiency is the geometry of the building. For this study, the building was separated into 13 zones. In addition, the coefficients of heat permeability and effective heat capacity for each structural component of the load structure, the shading correction factor for each aperture with a glass cover percentage greater than 50%, and the characteristics of the electromechanical installations related to air conditioning and heating systems were calculated. All this information is the basis for the issuance of the Energy Performance Certificate (EPC) of the building. The under-study building is ranked in Category C with total CO<sub>2</sub> emissions of 76.81 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/y.

Therefore, in the second step, bioclimatic planning was implemented in order to save energy and revise the energy rating of the under-study building. The bioclimatic planning utilizes bioclimatic maps (qualitative and quantitative), solar map as well as different bioclimatic strategies. Although the bioclimatic strategies are divided mainly into heat and cooling strategies, each strategy depends on the characteristics of the building. The main ones related to the shape, location, various features of the building envelope such as thermal insulation, openings, shading, natural ventilation, and the microclimate of the area.

**Keywords:** energy control, energy efficiency, energy saving, bioclimatic strategies