



ΕΘΝΙΚΟ
ΜΕΤΣΟΒΙΟ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Α.Π. :
Αθήνα,

ΚΟΣΜΗΤΟΡΑΣ

Προς τα Μέλη ΔΕΠ της
Σχολής Μηχ/γων
Μηχ/κών

ΠΡΟΣΚΛΗΣΗ

Σας προσκαλούμε στην παρουσίαση της Διδακτορικής Διατριβής της Υ.Δ. κας Τσάλα Σπυρρίνας, πτυχιούχος του Τμήματος Φυσικής του ΕΚΠΑ και κατόχου Μεταπτυχιακού Διπλώματος του ΕΜΠ και επιστημονική περιοχή Παραγωγή και διαχείριση Ενέργειας, την οποία εκπόνησε στον Τομέα Θερμότητας. Η παρουσίαση θα πραγματοποιηθεί την Πέμπτη 5 Οκτωβρίου 2023 ώρα 12:00 το μεσημέρι στη αίθουσα Τηλεκπαίδευσης της κεντρικής Βιβλιοθήκης του ΕΜΠ. Ο τίτλος της Διδακτορικής της Διατριβής είναι ο εξής:

«ΒΕΒΑΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΕ ΚΤΗΡΙΑ ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ»

Ο Κοσμήτορας της Σχολής

Ι. Αντωνιάδης
Καθηγητής Ε.Μ.Π

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ ΣΤΑΥΡΙΑΝΗΣ Κ.ΤΣΑΛΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: ΕΙΡΗΝΗ Π. ΚΟΡΩΝΑΚΗ, Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΕ ΚΤΗΡΙΑ ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ

Καθώς η κλιματική αλλαγή αποτελεί μια πραγματικότητα και το φαινόμενο του θερμοκηπίου οδηγεί σταδιακά στην υπερθέρμανση του πλανήτη, η έρευνα ασχολείται ολοένα και περισσότερο με την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων, καθώς αυτά συμβάλλουν κατά πολύ στην κατανάλωση ενέργειας και, τελικά, στην εξάντληση των φυσικών πόρων. Τα κτήρια καταναλώνουν σημαντικές ποσότητες ενέργειας και, επομένως, αποτελούν σημαντικούς παράγοντες των συνολικών εκπομπών CO₂ επί του παρόντος. Η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας στα κτήρια αποτελεί σημαντική συνεισφορά στον συνολικό έλεγχο της παγκόσμιας θερμοκηπικής ενίσχυσης και στη βελτίωση της βιωσιμότητας. Αυτές οι μειώσεις είναι απαραίτητες καθώς ο κόσμος αντιμετωπίζει οικονομική και ενεργειακή κρίση. Ένα σημαντικό κλειδί για το παγκόσμιο πρόβλημα της ενέργειας είναι η βιώσιμη ανάπτυξη.

Παίρνοντας την πόλη της Αθήνας ως μελέτη περίπτωσης, αυτή η διατριβή εξερευνά τις διάφορες κατηγορίες και τύπους κτηρίων, αναλύει μοντέλα ενεργειακής κατανάλωσης κτηρίων και προτείνει κατευθυντήριες γραμμές για την επιτυχή ανάπτυξη κτηρίων σε ζεστά κλίματα χωρίς να θέτουν σε κίνδυνο τα επίπεδα άνεσης των κτηρίων. Είναι σημαντικό για όλες τις χώρες να θέσουν έναν εθνικό στόχο προκειμένου να επιτύχουν τη μηδενική κατανάλωση ενέργειας στον τομέα των κτηρίων και να μειώσουν τις απαιτήσεις για ενέργεια.

Με αυτό το δεδομένο, στην παρούσα Διατριβή, μέσω της θεωρητικής έρευνας, το έργο εξέτασε τα αίτια του προβλήματος της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων, τους διάφορους τύπους κτηρίων, τον ορισμό των κτηρίων μηδενικής ενέργειας σε διάφορες χώρες, τους κανονισμούς και τα πρότυπα που αφορούν την ενέργεια των κτηρίων και όλη την διαθέσιμη τεχνολογία, μεθόδους και υλικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον τομέα των κτηρίων. Με αυτόν τον τρόπο, η ανάλυση παρουσιάζει τις ανάγκες του έργου και το επίκεντρο κατά τη διάρκεια του πρακτικού μέρους της έρευνας με την προσομοίωση μοντέλων κτηρίων.

Το πρακτικό μέρος του έργου αφορούσε την προσομοίωση διαφορετικών τυπολογιών κτηρίων για να εφαρμοστούν και να ελεγχθούν τα θεωρητικά ευρήματα και, τελικά, να βγουν συμπεράσματα για την ανάπτυξη Κτηρίων Χαμηλής Ενέργειας σε χώρες με θερμό κλίμα όπως η Ελλάδα. Κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης των κτηριακών μοντέλων ελέγχθηκαν διάφοροι παράγοντες, όπως ο καιρός, ο προσανατολισμός, οι μέθοδοι σκίασης, οι μέθοδοι μόνωσης, τα υλικά κτηρίων, τα τζάμια, τα συστήματα HVAC και τα προφίλ

λειτουργίας των κτηρίων για να βρεθεί η κατάλληλη συνδυασμένη δράση παραγόντων και να επιτευχθούν οι στόχοι.

Μετά τη διαμόρφωση και τη μελέτη των αρχείων καιρού για το έτος 2050, με πιστοποιημένες μεθόδους που εφαρμόζονται παγκοσμίως, πραγματοποιήθηκαν οι απαραίτητες προσομοιώσεις για τις τέσσερις διαφορετικές τυπολογίες των κτηρίων και για το έτος 2050. Ο στόχος αυτών των προσομοιώσεων ήταν να αξιολογηθεί η επίδραση των διαφορετικών υλικών που χρησιμοποιούνται στο κέλυφος των κτηρίων υπό τις σημερινές και τις μελλοντικές κλιματικές συνθήκες. Μελετήθηκαν 4 διαφορετικές χρήσεις κτηρίων , έχοντας ως δεδομένο τη βέλτιστη απόδοση συστήματος H.V.A.C. με τη χρήση τερματικών μονάδων V.A.V. , σε συνδυασμό με Ψυχρά υλικά και Φυτεμένο δώμα , με σκοπό τη διερεύνηση της συμπεριφοράς του κελύφους , μέσω 11 διαφορετικών υλικών θερμομονώσεων και 4 ενεργειακών υαλοπινάκων.

Αυτή η νέα προσέγγιση για τα κτήρια προσφέρει νέα οπτική στην κατανάλωση ενέργειας των κτηρίων και στο εσωτερικό περιβάλλον, λαμβάνοντας επίσης υπόψη τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τον τομέα των κτηρίων. Αυτή η αλλαγή προσέγγισης αποτελεί ένα κρίσιμο μέρος του συνολικού προβλήματος του πώς να επιτευχθεί ο απόλυτος στόχος των Κτηρίων Μηδενικής Ενέργειας και πώς να μετατραπούν τα κτήρια σε 'παραγωγούς' ενέργειας για να βοηθήσουν στην επίλυση του ενεργειακού προβλήματος/κρίσης του κόσμου."

ABSTRACT

In recent decades, cultural development has been characterized by the continuous increase in consumer goods, a phenomenon attributed to population growth and the improvement of human living standards, resulting in increased energy consumption. The production of petroleum has multiplied over the past decade, while the demand for electricity shows an increasing trend, leading to a tenfold increase per decade. The increased use of non-renewable fuels results in higher emissions, considered detrimental to the atmosphere, contributing to the rapid degradation of the environment and the destruction of ecosystems. The main culprits of this degradation are transportation, power plants, and the built environment.

The creation of the built environment affects the environment in all three phases: construction, operation, and demolition of buildings. Proper building design requires a comprehensive assessment of the interaction between the environment and the built environment.

The environmental impact of buildings in large urban centers is summarized in changes in the atmosphere and water pollution due to urban waste and garbage. On the other hand, intensive energy use in buildings leads to the depletion of mineral resources, while atmospheric pollution results in the intensification of the greenhouse effect. Furthermore, water cycle disruption causes undesirable climate changes on a global scale. The rampant

construction frequently witnessed in recent decades disrupts the local environment and, consequently, the flora and fauna of the area. The use of radioactive building materials also plays a significant role in environmental burden, affecting both the environment and human health.

As climate change becomes a reality, and the greenhouse effect gradually leads to global warming, research is increasingly focusing on the energy efficiency of buildings, as they significantly contribute to energy consumption and, ultimately, the depletion of natural resources. Buildings consume significant amounts of energy and, therefore, constitute significant factors in current CO₂ emissions. Reducing energy consumption in buildings is a crucial contribution to overall control of global greenhouse gas emissions and sustainability improvement. These reductions are necessary as the world faces economic and energy crises. Sustainable development is a key solution to the global energy problem.

Taking the city of Athens as a case study, this thesis explores various categories and types of buildings, analyzes building energy consumption models, and proposes guidelines for the successful development of energy-efficient buildings in warm climates without compromising building comfort levels. It is essential for all countries to set a national goal to achieve zero-energy consumption in the building sector and reduce energy requirements.

With this in mind, this dissertation, through theoretical research, examines the causes of building energy efficiency issues, different types of buildings, the definition of zero-energy buildings in various countries, regulations and standards related to building energy, and all available technology, methods, and materials that can be used in the building sector. In this way, the analysis presents the needs of the project and the focus during the practical part of the research, involving building model simulations.

The practical part of the project involved simulating different building typologies to apply and test theoretical findings and ultimately draw conclusions on the development of Low-Energy Buildings in warm climates, such as Greece. During the simulations of building models, various factors were examined, including weather conditions, orientation, shading methods, insulation methods, building materials, glass types, HVAC systems, and building operation profiles, to find the appropriate combination of factors and achieve the goals.

Following the formulation and comprehensive analysis of the 2050 meteorological datasets utilizing internationally recognized methodologies, a series of essential simulations were conducted for four distinct building typologies, all projected for the year 2050. The primary objective of these simulations was to assess the influence of varying building envelope materials in the context of both current and anticipated future climatic conditions. These building typologies represent diverse usage scenarios and were modeled with the assumption of an optimal H.V.A.C. system employing Variable Air Volume (V.A.V.) terminal units, in conjunction with cool materials and green roofing systems. The investigation sought to elucidate the behavior of the building envelopes through the utilization of 11 distinct thermal insulation materials and the consideration of 4 distinct energy-efficient glazing configurations. This research endeavor contributes to a deeper understanding of the complex interactions between building materials, climatic variables, and energy performance, with implications for advancing sustainable building practices in the future.

This new approach to buildings provides a fresh perspective on building energy consumption and indoor environments, also considering the environmental impacts of the building sector. This change in approach is a critical part of the overall solution to achieving the goal of Zero-Energy Buildings and transforming buildings into energy producers to help solve the world's energy problem and crisis.