



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών
Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
«Παραγωγή και Διαχείριση Ενέργειας»

Ηρώων Πολυτεχνείου 9, 157 73, Ζωγράφου – 210-7723655 – epminfo@power.ece.ntua.gr

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ»

Της Μεταπτυχιακής Φοιτήτριας
Τσαντίλη Αγγελικής

Επιβλέπων

Κορωνάκη Ειρήνη, Καθηγήτρια,
Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών Ε.Μ.Π

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

**«Ενεργειακή Αξιολόγηση
Πανεπιστημιακών Κτηρίων»**

ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ:

Τσαντίλη Αγγελική

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:

**Κορωνάκη Ειρήνη, Καθηγήτρια,
Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών
Ε.Μ.Π**

ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟ ΕΤΟΣ:

2021 - 2022

Σύνοψη

Ο κτηριακός τομέας στην Ευρώπη είναι υπεύθυνος για την κατανάλωση του μεγαλύτερου ποσοστού παραγόμενης ενέργειας και επομένως διαδραματίζει σημαντικό ρολό στην εξάντληση των φυσικών πόρων, στην παραγωγή αέριων ρύπων και γενικότερα στη μόλυνση του περιβάλλοντος. Γίνεται ξεκάθαρο λοιπόν το γεγονός ότι η εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης στα κτήρια μπορεί να επιφέρει πολλά οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη. Για να προσδιοριστούν οι βέλτιστες πρακτικές που οδηγούν σε εξοικονόμηση ενέργειας σ' ένα κτήριο, είναι αναγκαία η προσομοίωση της ενεργειακής του συμπεριφοράς με κάποιο λογισμικό. Σε αυτή την εργασία, προκειμένου να γίνει η διερεύνηση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης που μελετάται, σε τέσσερις διαφορετικές πόλεις της Ελλάδας, χρησιμοποιούνται τα λογισμικά TEE KENAK, Autodesk Revit, Autodesk Insight και Green Building Studio. Αφού δημιουργηθούν διαφορετικά σενάρια βελτιστοποίησης της ενεργειακής κατανάλωσης του κτηρίου, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ενεργειακής κατάταξης του κτηρίου μετά τις παρεμβάσεις που έγιναν καθώς και η οικονομοτεχνική ανάλυση των λύσεων που προτείνονται. Τέλος, χρησιμοποιούνται μέθοδοι Πολυκριτήριας Ανάλυσης, και συγκεκριμένα οι μέθοδοι AHP και PROMETHEE, ώστε να επιλεγεί το βέλτιστο, για κάθε περίπτωση, σενάριο.

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια, όλο και περισσότερες χώρες παγκοσμίως λαμβάνουν μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας αφού κατανοούν τα περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη που προκύπτουν από αυτά. Ιδίως για τον κτηριακό τομέα, στον οποίο καταναλώνεται το μεγαλύτερο ποσοστό της ενέργειας που παράγεται, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θεσπίσει και εφαρμόζει επιτυχώς οδηγίες και κανονισμούς βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας και επομένως μείωσης των αερίων του θερμοκηπίου.

Σκοπός της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας είναι η ενεργειακή αξιολόγηση ενός Πανεπιστημιακού Κτηρίου στις τέσσερις κλιματικές ζώνες της Ελλάδας, προτείνοντας παράλληλα διάφορα σενάρια εξοικονόμησης ενέργειας και παρουσιάζοντας τα οικονομοτεχνικά χαρακτηριστικά τους. Οι επεμβάσεις που μελετήθηκαν αφορούσαν την ενίσχυση της θερμομονωτικής επάρκειας του κτηρίου, την προσθήκη σκίαστρων στα παράθυρα, την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων αλλά και την αντικατάσταση των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης. Προκειμένου να προσδιοριστούν οι καλύτεροι συνδυασμοί επεμβάσεων, κρίθηκε απαραίτητη η προσομοίωση του κτηρίου με κάποια λογισμικά ώστε να αξιολογηθεί η ενεργειακή του συμπεριφορά σε διαφορετικές συνθήκες. Τα λογισμικά που χρησιμοποιήθηκαν ήταν το TEE KENAK αλλά και το Autodesk Revit μαζί με το Autodesk Insight και το Green Building Studio. Έχοντας τα αποτελέσματα της ενεργειακής κατάταξης του κτηρίου και την οικονομοτεχνική ανάλυση των επεμβάσεων που μελετήθηκαν για τις τέσσερις διαφορετικές πόλεις της Ελλάδας (Χανιά - Ζώνη Α, Αθήνα - Ζώνη Β, Θεσσαλονίκη - Ζώνη Γ, Καστοριά - Ζώνη Δ) γίνεται χρήση μεθόδων Πολυκριτήριας Ανάλυσης ώστε να καταλήξουμε στις βέλτιστες επεμβάσεις για κάθε περίπτωση.

Στο πρώτο κεφάλαιο της εργασίας παρουσιάζονται κάποια στατιστικά στοιχεία σχετικά με τις ενεργειακές καταναλώσεις ανά τομέα στην Ευρώπη αλλά και της αξιοποίησης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ανά χώρα. Στη συνέχεια, δίνονται οι ορισμοί των Κτηρίων Σχεδόν Μηδενικής Ενεργειακής

Κατανάλωσης και του Βιοκλιματικού σχεδιασμού καθώς και κάποιες από τις πρακτικές που ακολουθούν και οδηγούν στην απεξάρτηση από συμβατικές πηγές ενέργειας και στη μείωση των παραγόμενων ρύπων. Επίσης παρουσιάζονται κάποια γενικά στοιχεία του κτηρίου που μελετάται καθώς και ο τρόπος με τον οποίο καθορίστηκαν οι θερμοκές ζώνες σε αυτό, δείχνοντας ταυτόχρονα τις κατόψεις του.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται μια εισαγωγή στην έννοιά της Πολυκριτήριας Ανάλυσης επεξηγώντας τη σημασία της στην επίλυση πολύπλοκων και σημαντικών προβλημάτων λήψης αποφάσεων. Αρχικά, γίνεται ανάλυση της μεθόδου AHP (Analytic Hierarchy Process) η οποία χρησιμοποιείται προκειμένου να αποδοθούν τα κατάλληλα βάρη στο σύνολο των κριτηρίων που έχουν επιλεχθεί. Βασιζόμενη σε δυαδικές συγκρίσεις μεταξύ των κριτηρίων, τους αποδίδει βάρη ανάλογα με τον βαθμό σημαντικότητάς τους. Στη συνέχεια, γίνεται ανάλυση των μεθόδων υπεροχής PROMETHEE (Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluations) και επεξηγούνται λεπτομερώς τα βήματα τα οποία ακολουθούνται ώστε να γίνει η κατάταξη των σεναρίων.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στο λογισμικό TEE KENAK το οποίο χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό ενεργειακής απόδοσης και ενεργειακής κατάταξη του Πανεπιστημιακού Κτηρίου στην παρούσα κατάσταση αλλά και μετά τις επεμβάσεις που έγιναν (δηλαδή για όλα τα σενάρια που μελετήθηκαν) στις τέσσερις κλιματικές ζώνες της Ελλάδας. Ακόμη, γίνεται οικονομοτεχνική ανάλυση των σεναρίων που μελετήθηκαν και στη συνέχεια σύγκριση των καταναλώσεων, της ενεργειακής κατάταξης, του λειτουργικού και αρχικού κόστους, της περιόδου αποπληρωμής και των εκπομπών CO_2 των επεμβάσεων για κάθε κλιματική ζώνη. Τέλος, χρησιμοποιώντας τις μεθόδους Πολυκριτήριας Ανάλυσης AHP και PROMETHEE κατατάσσονται και επιλέγονται τα βέλτιστα σενάρια για κάθε περίπτωση. Αξίζει να αναφερθεί ότι τα σενάρια που μελετώνται είναι τα παρακάτω:

- α) Προσθήκη Φωτοβολταϊκών Πλαισίων
- β) Σκίαση αδιαφανών επιφανειών με σταθερά εξωτερικά σκιάστρα
- γ) Αντικατάσταση κουφωμάτων - Θερμομόνωση - Προσθήκη Φωτοβολταϊκών Πλαισίων
- δ) Προσθήκη αυτοματισμών
- ε) Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας για Θέρμανση και Ψύξη - Προσθήκη Φωτοβολταϊκών Πλαισίων
- στ) Τριπαραγωγή - Προσθήκη Φωτοβολταϊκών Πλαισίων
- ζ) Λέβητας Βιομάζας για Θέρμανση - Προσθήκη Φωτοβολταϊκών Πλαισίων

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στο λογισμικό Autodesk Revit το οποίο χρησιμοποιείται για την ανάλυση των θερμικών και ψυκτικών φορτίων του Πανεπιστημιακού Κτηρίου. Το Autodesk Revit είναι ένα πρόγραμμα BIM (Building Information Modeling) το οποίο δίνει τη δυνατότητα της ψηφιακής αναπαράστασης όλων των φυσικών και λειτουργικών στοιχείων ενός κτηρίου. Αρχικά, περιγράφεται ο τρόπος με τον οποίο καθορίζουμε τα θερμικά χαρακτηριστικά του κελύφους του κτηρίου, τη χρήση των χώρων και τη τοποθεσία και στη συνέχεια παρουσιάζονται τα ανεμολογικά δεδομένα και τα στοιχεία ηλιασμού και σκίασης που προσφέρονται από το λογισμικό για την καλύτερη αναπαράσταση και κατανόηση των πραγματικών συνθηκών που επικρατούν στις πόλεις που μελετώνται. Τέλος, παρουσιάζονται για κάθε κλιματική ζώνη τα αποτελέσματα της ανάλυσης ψύξης και θέρμανσης από το λογισμικό.

Στο πέμπτο κεφάλαιο πραγματοποιείται η μελέτη προσομοίωσης της ενεργειακής συμπεριφοράς του Πανεπιστημιακού Κτηρίου έχοντας ως εργαλεία το Autodesk Insight και το Green Building Studio. Χρησιμοποιώντας τους κτηριακούς όγκους και τα λεπτομερή στοιχεία του κτηρίου έτσι όπως έχουν σχεδιαστεί στο Autodesk Revit, τα λογισμικά κάνουν ενεργειακή αξιολόγηση της υφιστάμενης κατάστασης του κτηρίου αλλά και των εναλλακτικών σεναρίων που προτείνονται για τη βελτιστοποίηση της ενεργειακής του κατανάλωσης. Ακολούθως, γίνεται σύγκριση των αποτελεσμάτων των ετήσιων ενεργειακών καταναλώσεων, του κόστους κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών CO_2 των επεμβάσεων για κάθε κλιματική ζώνη. Τέλος, χρησιμοποιώντας τις μεθόδους Πολυκριτήριας Ανάλυσης AHP και PROMETHEE κατατάσσονται και επιλέγονται τα βέλτιστα σενάρια για κάθε περίπτωση. Αναφορικά με τα σενάρια που μελετώνται, αυτά περιλαμβάνουν διαφορετικές προτάσεις ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων (HVAC συστήματα που εμπεριέχονται στις βιβλιοθήκες των λογισμικών της Autodesk) και την προσθήκη φωτοβολταϊκών πάνελ. Πιο συγκεκριμένα οι συνδυασμοί που εξετάζονται είναι οι εξής:

- α) Χρήση της ASHRAE Heat Pump για ψύξη και θέρμανση των χώρων, προσθήκη φωτοβολταϊκών πάνελ και ενίσχυση θερμομόνωσης της οροφής του κτηρίου

- β) Χρήση της High Efficiency Heat Pump για ψύξη και θέρμανση των χώρων και προσθήκη φωτοβολταϊκών πάνελ
- γ) Χρήση του συστήματος High Efficiency VAV για ψύξη και θέρμανση των χώρων και προσθήκη φωτοβολταϊκών πάνελ
- δ) Χρήση του συστήματος ASHRAE Terminal Package Heat Pump για ψύξη και θέρμανση των χώρων και προσθήκη φωτοβολταϊκών πάνελ

Στο έκτο και τελευταίο κεφάλαιο γίνεται ανασκόπηση των όσων μελετήθηκαν και παρουσιάζονται τα τελικά συμπεράσματα.

POST-GRADUATE THESIS:	«Energy Evaluation of University Buildings»
STUDENT:	Tsantili Angeliki
SUPERVISOR:	Koronaki Irene, Professor, Department of Mechanical Engineering NTUA
ACADEMIC YEAR:	2021 - 2022

Abstract

The building sector is responsible for the consumption of the largest percentage of energy produced and therefore plays an important role in the depletion of natural resources, in the production of air pollutants and generally in the pollution of the environment. It is therefore clear that the implementation of saving measures in buildings can bring many economic and environmental benefits. In order to determine the best practices that lead to energy savings in a building, it is necessary to simulate its energy behavior with a software. In this thesis, in order to investigate the energy performance of the University building, in four different cities of Greece, the software TEE KENAK, Autodesk Revit, Autodesk Insight and Green Building Studio is used. After creating different scenarios to optimize the energy consumption of the building, an economic analysis of the proposed solutions and a comparison of their energy classification are presented. Finally, Multi-Criteria Analysis methods such as the AHP and PROMETHEE are used, in order to select the optimal, for each case, scenario.

Summary

In recent years, more and more countries worldwide are taking energy-saving measures since they understand the environmental and economic benefits of these actions. Especially for the building sector, which consumes the largest percentage of the energy produced, the European Union has adopted and successfully implemented directives and regulations to improve energy efficiency and therefore reduce the production of greenhouse gases.

The purpose of this thesis is the energy evaluation of a University Building in the four climatic zones of Greece, while proposing various energy saving scenarios and presenting their economic and technical characteristics. The interventions studied concerned the strengthening of the thermal insulation adequacy of the building, the addition of sunshades to the windows, the installation of photovoltaic systems and the replacement of heating and cooling systems. In order to determine the best combinations of interventions, it was considered necessary to simulate the building with some software in order to evaluate its energy behavior in different conditions. The software used was TEE KENAK as well as Autodesk Revit along with Autodesk Insight and Green Building Studio. Having the results of the energy classification of the building and the financial and technical analysis of the interventions studied for the four different cities of Greece (Chania - Zone A, Athens - Zone B, Thessaloniki - Zone C, Kastoria - Zone D), multicriteria analysis methods are used to approach the best interventions for each case.

The first chapter of the paper presents some statistics on energy consumption in different sectors in Europe and on the utilization of renewable energy sources per country. Then, the definitions of Nearly Zero Energy Buildings and Bioclimatic Architecture are given, as well as some of the strategies followed in order to be independent from conventional energy sources and reduce the pollution. Then some general information of the building is presented as well as how the thermal zones were determined, while its floor plans are shown.

In the second chapter there is an introduction to the concept of Multicriteria Analysis, explaining its importance in solving complex, decision-making, problems. Initially, the AHP (Analytic Hierarchy

Process) method is analyzed. Based on binary comparisons, AHP method assigns the appropriate weights to a set of criteria, according to their degree of importance. Then, the PROMETHEE method is analyzed as well as the steps followed to rank the scenarios.

In the third chapter, the software TEE KENAK is presented. It is used to calculate the energy efficiency of the University Building in its current state along with the different scenarios studied in the four climate zones of Greece. In addition, an economic analysis of the scenarios is carried out and then a comparison of the consumptions, the energy classification, the operational and initial costs, the payback period and the CO_2 emissions of the interventions for each climate zone. Finally, using the AHP and PROMETHEE Multicriteria Analysis methods, the scenarios are ranked in order to choose the best one for each case. It is worth noting that the scenarios studied are the following:

- a) Addition of Photovoltaic Panels
- b) Shading opaque surfaces with fixed external shaders
- c) Replacement of frames - Thermal insulation - Addition of Photovoltaic Panels
- d) Addition of automation systems
- e) Geothermal Heat Pump for Heating and Cooling - Addition of Photovoltaic Panels
- f) Trigeneration - Addition of Photovoltaic Panels
- g) Biomass boiler for Heating - Addition of Photovoltaic Panels

The fourth chapter refers to the Autodesk Revit software which is used to analyze the thermal and cooling loads of the University Building. The Autodesk Revit program enables the digital representation of all the physical and functional elements of a building. Initially, the way in which we determine the thermal characteristics of the building envelope, the spaces and the location is described. The software also provides wind data and information about building's shading in order to better understand the conditions prevailing in the cities studied. Finally, the results of the cooling and heating analysis are presented for each climatic zone.

In the fifth chapter, the simulation of the energy behavior of the University Building is carried out using the Autodesk Insight and the Green Building Studio software. Using the volumes and the detailed data of the building from Autodesk Revit, the software makes an energy assessment of the building for both its current state and the alternative scenarios. The annual energy consumption, costs and CO_2 emissions of all scenarios are then compared. Finally, using the AHP and PROMETHEE methods, the scenarios are ranked in order to choose the best one for each case. Regarding the scenarios studied, the combinations examined are the following:

- a) Use of ASHRAE Heat Pump for cooling and heating, adding photovoltaic panels and strengthening the thermal insulation of the roof of the building
- b) Use of the High Efficiency Heat Pump for cooling and heating along with photovoltaic panels
- c) Use of the High Efficiency VAV system for cooling and heating along with photovoltaic panels
- d) Use of the ASHRAE Terminal Package Heat Pump system for cooling and heating along with photovoltaic panels

The sixth and final chapter reviews what has been studied and presents the final conclusions.

Πίνακας περιεχομένων

Σύνοψη	2
Περίληψη	2
Abstract	5
Summary	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1°	23
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	23
1.1 Ενεργειακές καταναλώσεις	23
1.2 Κτήρια Σχεδόν Μηδενικής Κατανάλωσης Ενέργειας	26
1.3 Βιοκλιματικός σχεδιασμός	27
1.4 Γενική περιγραφή του κτηρίου	27
1.4.1 Καθορισμός Θερμικών Ζωνών	28
1.4.2 Κατόψεις κτηρίου	28
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2°	32
2. ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗ (MULTICRITERIA ANALYSIS)	32
2.1 Μέθοδος AHP (Analytic Hierarchy Process)	33
2.1.1 Κλίμακα Σχετικής Σημασίας	33
2.1.2 Πίνακας Διμερούς Σύγκρισης (Pair-wise Comparison Matrix)	34
2.1.3 Κανονικοποιημένος Πίνακας Διμερούς Σύγκρισης (Normalised Pair-wise Comparison Matrix)	34
2.1.4 Υπολογισμός Δείκτη Συνέπειας CI (Consistency Index)	34
2.1.5 Τυχαίος Δείκτης Συνέπειας RI (Random Consistency Index)	35
2.1.6 Υπολογισμός Λόγου Συνέπειας CR (Consistency Ratio)	35
2.2 Μέθοδος PROMETHEE (Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluations)	35
2.2.1 Υπολογισμός βαρών κριτηρίων	36
2.2.2 Υπολογισμός συνάρτησης προτίμησης	37
2.2.3 Υπολογισμός του πολυκριτηρίου δείκτη προτίμησης	38
2.2.4 Υπολογισμός ροών υπεροχής	38
2.2.5 Κατάταξη	39
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3°	40
3. ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΤΕΕ-KENAK	40
3.1 Κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα	40
3.2 Χαρακτηριστικά δομικών στοιχείων κελύφους	42
3.2.1 Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα	42
3.2.2 Θερμοπερατότητες δομικών στοιχείων	43

3.2.3	Θερμογέφυρες	44
3.3	Αερισμός.....	44
3.3.1	Διείσδυση νωπού αέρα από κουφώματα	44
3.3.2	Απαιτήσεις νωπού αέρα.....	45
3.4	Φωτισμός.....	46
3.5	Υφιστάμενη κατάσταση κτηρίου	47
3.5.1	Υφιστάμενη κατάσταση κτηρίου - Ζώνη Α	48
3.5.2	Υφιστάμενη κατάσταση κτηρίου - Ζώνη Β	49
3.5.3	Υφιστάμενη κατάσταση κτηρίου - Ζώνη Γ.....	51
3.5.4	Υφιστάμενη κατάσταση κτηρίου - Ζώνη Δ	52
3.6	Σενάριο 1 – Προσθήκη Φωτοβολταϊκών Πλαισίων	54
3.6.1	Σενάριο 1 - Ζώνη Α	54
3.6.2	Σενάριο 1 - Ζώνη Β.....	56
3.6.3	Σενάριο 1 - Ζώνη Γ.....	57
3.6.4	Σενάριο 1 - Ζώνη Δ	59
3.7	Σενάριο 2 – Σκίαση Αδιαφανών Επιφανειών με Σταθερά Εξωτερικά Σκίαστρα. 61	
3.7.1	Σενάριο 2 - Ζώνη Α	61
3.7.2	Σενάριο 2 - Ζώνη Β.....	62
3.7.3	Σενάριο 2 - Ζώνη Γ.....	64
3.7.4	Σενάριο 2 - Ζώνη Δ	66
3.8	Σενάριο 3 – Αντικατάσταση Κουφωμάτων - Θερμομόνωση -Προσθήκη Φωτοβολταϊκών Πλαισίων.....	67
3.8.1	Σενάριο 3 - Ζώνη Α	68
3.8.2	Σενάριο 3 - Ζώνη Β.....	69
3.8.3	Σενάριο 3 - Ζώνη Γ.....	71
3.8.4	Σενάριο 3 - Ζώνη Δ	72
3.9	Σενάριο 4 – Προσθήκη Αυτοματισμών	74
3.9.1	Σενάριο 4 - Ζώνη Α	74
3.9.2	Σενάριο 4 - Ζώνη Β.....	76
3.9.3	Σενάριο 4 - Ζώνη Γ.....	77
3.9.4	Σενάριο 4 - Ζώνη Δ	79
3.10	Σενάριο 5 – Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας για Θέρμανση και Ψύξη – Προσθήκη Φωτοβολταϊκών Πλαισίων.....	80
3.10.1	Σενάριο 5 - Ζώνη Α	80
3.10.2	Σενάριο 5 - Ζώνη Β.....	82
3.10.3	Σενάριο 5 - Ζώνη Γ	83

3.10.4	Σενάριο 5 – Ζώνη Δ.....	85
3.11	Σενάριο 6 – Τριπαραγωγή - Προσθήκη Φωτοβολταϊκών Πλαισίων	86
3.11.1	Σενάριο 6 - Ζώνη Α	87
3.11.2	Σενάριο 6 - Ζώνη Β.....	88
3.11.3	Σενάριο 6 - Ζώνη Γ.....	90
3.11.4	Σενάριο 6 - Ζώνη Δ	91
3.12	Σενάριο 7 – Λέβητας Βιομάζας για Θέρμανση – Προσθήκη Φωτοβολταϊκών Πλαισίων	93
3.12.1	Σενάριο 7 - Ζώνη Α	93
3.12.2	Σενάριο 7 - Ζώνη Β.....	94
3.12.3	Σενάριο 7 - Ζώνη Γ.....	96
3.12.4	Σενάριο 7 - Ζώνη Δ	97
3.13	Σύγκριση σεναρίων - Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης.....	99
3.13.1	Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης - Ζώνη Α	99
3.13.2	Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης - Ζώνη Β.....	99
3.13.3	Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης - Ζώνη Γ	100
3.13.4	Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης - Ζώνη Δ.....	100
3.14	Σύγκριση σεναρίων - Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης.....	100
3.14.1	Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης - Ζώνη Α	101
3.14.2	Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης - Ζώνη Β.....	101
3.14.3	Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης - Ζώνη Γ	102
3.14.4	Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης - Ζώνη Δ	102
3.15	Αποτελέσματα ΑΗΡ	103
3.16	Αποτελέσματα PROMETHEE II.....	104
3.16.1	Αποτελέσματα PROMETHEE II – Ζώνη Α	105
3.16.2	Αποτελέσματα PROMETHEE II– Ζώνη Β	110
3.16.3	Αποτελέσματα PROMETHEE II – Ζώνη Γ.....	114
3.16.4	Αποτελέσματα PROMETHEE II– Ζώνη Δ	119
3.17	Ανάλυση αποτελεσμάτων	124
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ^ο		126
4.	ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ AUTODESK REVIT	126
4.1	Θερμικά χαρακτηριστικά κελύφους.....	126
4.2	Καθορισμός χώρων	129
4.3	Καθορισμός γεωγραφικής τοποθεσίας.....	132
4.4	Απεικόνιση κτηρίου.....	133
4.5	Ανεμολογικά δεδομένα.....	134

4.6	Ηλιασμός – σκίαση	137
4.7	Ανάλυση ψύξης – θέρμανσης	141
4.7.1	Ανάλυση ψύξης και θέρμανσης - Χανιά.....	141
4.7.2	Ανάλυση ψύξης και θέρμανσης - Αθήνα.....	142
4.7.3	Ανάλυση ψύξης και θέρμανσης - Θεσσαλονίκη	143
4.7.4	Ανάλυση ψύξης και θέρμανσης - Καστοριά.....	144
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5°		146
5.	ΛΟΓΙΣΜΙΚΑ AUTODESK INSIGHT ΚΑΙ GREEN BUILDING STUDIO	146
5.1	Υφιστάμενη κατάσταση κτηρίου.....	146
5.1.1	Υφιστάμενη κατάσταση κτηρίου - Χανιά	146
5.1.2	Υφιστάμενη κατάσταση κτηρίου - Αθήνα	148
5.1.3	Υφιστάμενη κατάσταση κτηρίου - Θεσσαλονίκη	149
5.1.4	Υφιστάμενη κατάσταση κτηρίου - Καστοριά	150
5.2	Σενάριο 1 - ASHRAE Heat Pump και προσθήκη φωτοβολταϊκών πάνελ	152
5.2.1	Σενάριο 1 - Χανιά.....	152
5.2.2	Σενάριο 1 - Αθήνα.....	153
5.2.3	Σενάριο 1 - Θεσσαλονίκη	155
5.2.4	Σενάριο 1 - Καστοριά.....	156
5.3	Σενάριο 2 - High Efficiency Heat Pump και προσθήκη φωτοβολταϊκών πάνελ.....	158
5.3.1	Σενάριο 2 - Χανιά.....	158
5.3.2	Σενάριο 2 - Αθήνα.....	159
5.3.3	Σενάριο 2 - Θεσσαλονίκη	161
5.3.4	Σενάριο 2 - Καστοριά.....	162
5.4	Σενάριο 3 - High Efficiency VAV και προσθήκη φωτοβολταϊκών πάνελ	164
5.4.1	Σενάριο 3 - Χανιά.....	164
5.4.2	Σενάριο 3 - Αθήνα.....	165
5.4.3	Σενάριο 3 - Θεσσαλονίκη	167
5.4.4	Σενάριο 3 - Καστοριά.....	168
5.5	Σενάριο 4 - ASHRAE Terminal Package Heat Pump και προσθήκη φωτοβολταϊκών πάνελ.....	170
5.5.1	Σενάριο 4 - Χανιά.....	170
5.5.2	Σενάριο 4 - Αθήνα.....	171
5.5.3	Σενάριο 4 - Θεσσαλονίκη	173
5.5.4	Σενάριο 4 - Καστοριά.....	174
5.6	Σύγκριση σεναρίων	175
5.7	Αποτελέσματα AHP	178

5.8	Αποτελέσματα PROMETHEE II.....	179
5.8.1	Αποτελέσματα PROMETHEE II – Χανιά	179
5.8.2	Αποτελέσματα PROMETHEE II – Αθήνα	182
5.8.3	Αποτελέσματα PROMETHEE II – Θεσσαλονίκη	185
5.8.4	Αποτελέσματα PROMETHEE II – Καστοριά	187
5.9	Ανάλυση αποτελεσμάτων	190
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6°	.....	191
6.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	191
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	192

Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 1: Κατανάλωση ενέργειας ανά τομέα το 2019.....	23
Εικόνα 2: Ποσοστά κάλυψης ενεργειακών αναγκών από ανανεώσιμες πηγές στις Ευρωπαϊκές χώρες για το 2019.....	24
Εικόνα 3: Διάγραμμα της πρωτογενούς ενέργειας που καταναλώθηκε σε σχέση με τους στόχους του 2020 και του 2030 για την Ευρωπαϊκή Ένωση.....	25
Εικόνα 4: Κάτοψη των χώρων του υπογείου.....	29
Εικόνα 5: Κάτοψη των χώρων του ισόγειου.....	29
Εικόνα 6: Κάτοψη των χώρων του Α' ορόφου.....	30
Εικόνα 7: Κάτοψη των χώρων του Β' ορόφου.....	30
Εικόνα 8: Κάτοψη των χώρων του Γ' ορόφου.....	31
Εικόνα 9: Κάτοψη των χώρων του Δ' ορόφου.....	31
Εικόνα 10: Σχέσεις εμπλεκόμενων φορέων σε μια διαδικασία λήψης απόφασης.....	33
Εικόνα 11: Απεικόνιση των κλιματικών ζωνών της Ελλάδας.....	42
Εικόνα 12: Στιγμιότυπο οθόνης του Autodesk Revit από τη δημιουργία των διαχωριστικών χώρων και τη χρωματική κωδικοποίησή τους (Υπόγειο).....	130
Εικόνα 13: Στιγμιότυπο οθόνης του Autodesk Revit από τη δημιουργία των διαχωριστικών χώρων και τη χρωματική κωδικοποίησή τους (Ισόγειο).....	130
Εικόνα 14: Στιγμιότυπο οθόνης του Autodesk Revit από τη δημιουργία των διαχωριστικών χώρων και τη χρωματική κωδικοποίησή τους (Α' όροφος).....	131
Εικόνα 15: Στιγμιότυπο οθόνης του Autodesk Revit από τη δημιουργία των διαχωριστικών χώρων και τη χρωματική κωδικοποίησή τους (Β' όροφος).....	131
Εικόνα 16: Στιγμιότυπο οθόνης του Autodesk Revit από τη δημιουργία των διαχωριστικών χώρων και τη χρωματική κωδικοποίησή τους (Γ' όροφος).....	132
Εικόνα 17: Στιγμιότυπο οθόνης του Autodesk Revit από τη δημιουργία των διαχωριστικών χώρων και τη χρωματική κωδικοποίησή τους (Δ' όροφος).....	132
Εικόνα 18: Γεωγραφική τοποθεσία του κτηρίου.....	133
Εικόνα 19: Φωτορεαλιστική 3D απεικόνιση του κτηρίου.....	133
Εικόνα 20: Δυτική όψη του κτηρίου όπως απεικονίζεται στο Autodesk Revit.....	133
Εικόνα 21: Νότια όψη του κτηρίου όπως απεικονίζεται στο Autodesk Revit.....	134
Εικόνα 22: Βόρεια όψη του κτηρίου όπως απεικονίζεται στο Autodesk Revit.....	134
Εικόνα 23: Ανατολική όψη του κτηρίου όπως απεικονίζεται στο Autodesk Revit.....	134
Εικόνα 24: Ροδόγραμμα ετήσιας κατανομής ταχύτητας ανέμου.....	135
Εικόνα 25: Ροδόγραμμα κατανομής ταχύτητας ανέμου για τους μήνες Δεκέμβριο έως Φεβρουάριο.....	135
Εικόνα 26: Ροδόγραμμα κατανομής ταχύτητας ανέμου για τους μήνες Μάρτιο έως Μάιο.....	136
Εικόνα 27: Ροδόγραμμα κατανομής ταχύτητας ανέμου για τους μήνες Ιούνιο έως Αύγουστο.....	136
Εικόνα 28: Ροδόγραμμα κατανομής ταχύτητας ανέμου για τους μήνες Σεπτέμβριο έως Νοέμβριο.....	137
Εικόνα 29: Σκίαση στις 09:00 π.μ. την 21η Δεκεμβρίου όπως απεικονίζεται στο Autodesk Revit.....	138
Εικόνα 30: Σκίαση στις 12:00 μ.μ. την 21η Δεκεμβρίου όπως απεικονίζεται στο Autodesk Revit.....	138
Εικόνα 31: Σκίαση στις 03:00 μ.μ. την 21η Δεκεμβρίου όπως απεικονίζεται στο Autodesk Revit.....	139
Εικόνα 32: Σκίαση στις 09:00 π.μ. την 21η Ιουνίου όπως απεικονίζεται στο Autodesk Revit.....	139
Εικόνα 33: Σκίαση στις 12:00 π.μ. την 21η Ιουνίου όπως απεικονίζεται στο Autodesk Revit.....	140
Εικόνα 34: Σκίαση στις 03:00 π.μ. την 21η Ιουνίου όπως απεικονίζεται στο Autodesk Revit.....	140
Εικόνα 35: Διάγραμμα σύγκρισης συνολικής ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας (kWh).....	176
Εικόνα 36: Διάγραμμα σύγκρισης ετήσιου κόστους κατανάλωσης ενέργειας (€).....	176
Εικόνα 37: Διάγραμμα σύγκρισης ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας (kWh).....	177
Εικόνα 38: Διάγραμμα σύγκρισης ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας από καύσιμα (kWh).....	177
Εικόνα 39: Διάγραμμα σύγκρισης ετήσιων Εκπομπών CO ₂ (Mg).....	178

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Κλίμακα Σχετικής Σημασίας (<i>Scale of Relative Importance</i>).....	34
Πίνακας 2: Πίνακας Διμερούς Σύγκρισης	34
Πίνακας 3: Τυχαίος Δείκτης Συνέπειας RI (<i>Random Consistency Index</i>)	35
Πίνακας 4: Πίνακας αξιολόγησης (<i>evaluation table</i>).....	36
Πίνακας 5: Διαχωρισμός της ελληνικής επικρατείας σε κλιματικές ζώνες κατά νομούς.....	41
Πίνακας 6: Πίνακας ανηγμένων θερμοχωρητικότητων.....	43
Πίνακας 7: Συντελεστές θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων κτηρίου	43
Πίνακας 8: Υπολογισμός θερμογεφυρών	44
Πίνακας 9: Διείσδυση νωπού αέρα από τα κουφώματα	45
Πίνακας 10: Υπολογισμός διείσδυσης νωπού αέρα από τα κουφώματα	45
Πίνακας 11: Απαιτήσεις νωπού αέρα ανά κατηγορία κτιρίου (χρήση).....	46
Πίνακας 12: Κάλυψη αναγκών αέρα από μονάδα μηχανικού αερισμού.....	46
Πίνακας 13: Στάθμη γενικού φωτισμού κτηρίου αναφοράς ανά χρήση κτηρίου σύμφωνα με το EN12464-1 2011	47
Πίνακας 14: Εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού (W/m^2) κτηρίου αναφοράς ανάλογα της στάθμης φωτισμού για τον υπολογισμό της ενεργειακής του απόδοσης	47
Πίνακας 15: Εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού (W/m^2) υπό μελέτη κτηρίου	47
Πίνακας 16: Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m^2) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK - Υφιστάμενη κατάσταση κτηρίου - Ζώνη Α	48
Πίνακας 17: Ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m^2) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK - Υφιστάμενη κατάσταση κτηρίου - Ζώνη Α	48
Πίνακας 18: Καταναλώσεις καυσίμου (kWh/m^2) και εκπομπές CO_2 υπολογισμένες στο λογισμικό TEE-KENAK - Υφιστάμενη κατάσταση κτηρίου - Ζώνη Α	49
Πίνακας 19: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m^2) του κτηρίου στην παρούσα κατάσταση - Ζώνη Α	49
Πίνακας 20: Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m^2) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK - Υφιστάμενη κατάσταση κτηρίου - Ζώνη Β	49
Πίνακας 21: Ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m^2) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK - Υφιστάμενη κατάσταση κτηρίου - Ζώνη Β.....	50
Πίνακας 22: Καταναλώσεις καυσίμου (kWh/m^2) και εκπομπές CO_2 υπολογισμένες στο λογισμικό TEE-KENAK - Υφιστάμενη κατάσταση κτηρίου - Ζώνη Β.....	50
Πίνακας 23: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m^2) του κτηρίου στην παρούσα κατάσταση - Ζώνη Β	51
Πίνακας 24: Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m^2) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK - Υφιστάμενη κατάσταση κτηρίου - Ζώνη Γ.....	51
Πίνακας 25: Ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m^2) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK - Υφιστάμενη κατάσταση κτηρίου - Ζώνη Γ.....	51
Πίνακας 26: Καταναλώσεις καυσίμου (kWh/m^2) και εκπομπές CO_2 υπολογισμένες στο λογισμικό TEE-KENAK - Υφιστάμενη κατάσταση κτηρίου - Ζώνη Γ	52
Πίνακας 27: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m^2) του κτηρίου στην παρούσα κατάσταση - Ζώνη Γ.....	52
Πίνακας 28: Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m^2) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK - Υφιστάμενη κατάσταση κτηρίου - Ζώνη Δ	53
Πίνακας 29: Ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m^2) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK - Υφιστάμενη κατάσταση κτηρίου - Ζώνη Δ.....	53
Πίνακας 30: Καταναλώσεις καυσίμου (kWh/m^2) και εκπομπές CO_2 υπολογισμένες στο λογισμικό TEE-KENAK - Υφιστάμενη κατάσταση κτηρίου - Ζώνη Δ	53
Πίνακας 31: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m^2) του κτηρίου στην παρούσα κατάσταση - Ζώνη Δ	54

Πίνακας 136: Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 7 - Ζώνη Γ	96
Πίνακας 137: Ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m ²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 7 - Ζώνη Γ	97
Πίνακας 138: Καταναλώσεις καυσίμου (kWh/m ²) και εκπομπές CO ₂ υπολογισμένες στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 7 - Ζώνη Γ	97
Πίνακας 139: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m ²) του κτηρίου για το Σενάριο 7 - Ζώνη Γ	97
Πίνακας 140: Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 7 - Ζώνη Δ.....	98
Πίνακας 141: Ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m ²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 7 - Ζώνη Δ.....	98
Πίνακας 142: Καταναλώσεις καυσίμου (kWh/m ²) και εκπομπές CO ₂ υπολογισμένες στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 7 - Ζώνη Δ.....	98
Πίνακας 143: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m ²) του κτηρίου για το Σενάριο 7 - Ζώνη Δ	99
Πίνακας 144: Ενεργειακή κατάταξη, κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, κατανάλωση καυσίμου και εκπομπές CO ₂ για το κτήριο στην παρούσα κατάσταση και για όλα τα σενάρια που μελετήθηκαν – Ζώνη Α	99
Πίνακας 145: Ενεργειακή κατάταξη, κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, κατανάλωση καυσίμου και εκπομπές CO ₂ για το κτήριο στην παρούσα κατάσταση και για όλα τα σενάρια που μελετήθηκαν – Ζώνη Β	100
Πίνακας 146: Ενεργειακή κατάταξη, κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, κατανάλωση καυσίμου και εκπομπές CO ₂ για το κτήριο στην παρούσα κατάσταση και για όλα τα σενάρια που μελετήθηκαν – Ζώνη Γ.....	100
Πίνακας 147: Ενεργειακή κατάταξη, κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, κατανάλωση καυσίμου και εκπομπές CO ₂ για το κτήριο στην παρούσα κατάσταση και για όλα τα σενάρια που μελετήθηκαν – Ζώνη Δ	100
Πίνακας 148: Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης – Ζώνη Α	101
Πίνακας 149: Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης – Ζώνη Β	101
Πίνακας 150: Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης – Ζώνη Γ.....	102
Πίνακας 151: Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης – Ζώνη Δ	103
Πίνακας 152: Πίνακας Διμερούς Σύγκρισης Μεθόδου AHP – TEE KENAK	103
Πίνακας 153: Κανονικοποιημένος Πίνακας Διμερούς Σύγκρισης Μεθόδου AHP - TEE KENAK.....	103
Πίνακας 154: Υπολογισμός Συνέπειας – TEE KENAK	104
Πίνακας 155: Πίνακας Αξιολόγησης Μεθόδου PROMETHEE II – TEE KENAK – Ζώνη Α	105
Πίνακας 156: Κανονικοποιημένος Πίνακας Αξιολόγησης Μεθόδου PROMETHEE II– TEE KENAK – Ζώνη Α.....	105
Πίνακας 157: Υπολογισμός της διαφοράς των εναλλακτικών σεναρίων – Ζώνη Α.....	107
Πίνακας 158: Πίνακας Προτίμησης της Μεθόδου PROMETHEE II – TEE KENAK – Ζώνη Α	108
Πίνακας 159: Αποτελέσματα Συγκεντρωτικής Συνάρτησης Προτίμησης - Μέθοδος PROMETHEE II – TEE KENAK – Ζώνη Α.....	109
Πίνακας 160: Υπολογισμός Θετικών και Αρνητικών Ροών Υπεροχής - Μέθοδος PROMETHEE II – TEE KENAK – Ζώνη Α	109
Πίνακας 161: Υπολογισμός Καθαρών Ροών Υπεροχής και Κατάταξη σεναρίων - Μέθοδος PROMETHEE II – TEE KENAK – Ζώνη Α.....	109
Πίνακας 162: Πίνακας Αξιολόγησης Μεθόδου PROMETHEE II – TEE KENAK – Ζώνη Β.....	110
Πίνακας 163: Κανονικοποιημένος Πίνακας Αξιολόγησης Μεθόδου PROMETHEE II – TEE KENAK – Ζώνη Β.....	110
Πίνακας 164: Υπολογισμός της διαφοράς των εναλλακτικών σεναρίων – Ζώνη Β.....	112
Πίνακας 165: Πίνακας Προτίμησης της Μεθόδου PROMETHEE II – TEE KENAK – Ζώνη Β.....	113
Πίνακας 166: Αποτελέσματα Συγκεντρωτικής Συνάρτησης Προτίμησης - Μέθοδος PROMETHEE II – TEE KENAK – Ζώνη Β.....	114

Πίνακας 167: Υπολογισμός Θετικών και Αρνητικών Ροών Υπεροχής - Μέθοδος PROMETHEE II – TEE KENAK – Ζώνη Β.....	114
Πίνακας 168: Υπολογισμός Καθαρών Ροών Υπεροχής και Κατάταξη σεναρίων - Μέθοδος PROMETHEE II – TEE KENAK – Ζώνη Β.....	114
Πίνακας 169: Πίνακας Αξιολόγησης Μεθόδου PROMETHEE II – TEE KENAK – Ζώνη Γ.....	115
Πίνακας 170: Κανονικοποιημένος Πίνακας Αξιολόγησης Μεθόδου PROMETHEE II – TEE KENAK – Ζώνη Γ.....	115
Πίνακας 171: Υπολογισμός της διαφοράς των εναλλακτικών σεναρίων – Ζώνη Γ.....	116
Πίνακας 172: Πίνακας Προτίμησης της Μεθόδου PROMETHEE II – TEE KENAK – Ζώνη Γ.....	118
Πίνακας 173: Αποτελέσματα Συγκεντρωτικής Συνάρτησης Προτίμησης - Μέθοδος PROMETHEE II – TEE KENAK – Ζώνη Γ.....	119
Πίνακας 174: Υπολογισμός Θετικών και Αρνητικών Ροών Υπεροχής - Μέθοδος PROMETHEE II – TEE KENAK – Ζώνη Γ.....	119
Πίνακας 175: Υπολογισμός Καθαρών Ροών Υπεροχής και Κατάταξη σεναρίων - Μέθοδος PROMETHEE II – TEE KENAK – Ζώνη Γ.....	119
Πίνακας 176: Πίνακας Αξιολόγησης Μεθόδου PROMETHEE II – TEE KENAK – Ζώνη Δ.....	120
Πίνακας 177: Κανονικοποιημένος Πίνακας Αξιολόγησης Μεθόδου PROMETHEE II – TEE KENAK – Ζώνη Δ.....	120
Πίνακας 178: Υπολογισμός της διαφοράς των εναλλακτικών σεναρίων – Ζώνη Δ.....	121
Πίνακας 179: Πίνακας Προτίμησης της Μεθόδου PROMETHEE II – TEE KENAK – Ζώνη Δ.....	123
Πίνακας 180: Αποτελέσματα Συγκεντρωτικής Συνάρτησης Προτίμησης - Μέθοδος PROMETHEE II – TEE KENAK – Ζώνη Δ.....	124
Πίνακας 181: Υπολογισμός Θετικών και Αρνητικών Ροών Υπεροχής - Μέθοδος PROMETHEE II – TEE KENAK – Ζώνη Δ.....	124
Πίνακας 182: Υπολογισμός Καθαρών Ροών Υπεροχής και Κατάταξη σεναρίων - Μέθοδος PROMETHEE II – TEE KENAK – Ζώνη Δ.....	124
Πίνακας 183: Συγκεντρωτικός Πίνακας Κατάταξης σεναρίων για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες - Μέθοδος PROMETHEE II – TEE KENAK.....	124
Πίνακας 184: Τοιχοποιία σε επαφή με το έδαφος (υπόγειος τοίχος).....	127
Πίνακας 185: Τοιχοποιία σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα – Τύπος 1.....	127
Πίνακας 186: Τοιχοποιία σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα – Τύπος 2.....	128
Πίνακας 187: Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος (δάπεδο υπογείου).....	128
Πίνακας 188: Δάπεδα ισογείου και λοιπών ορόφων.....	129
Πίνακας 189: Εξωτερική οριζόντια επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.....	129
Πίνακας 190: Συγκεντρωτικός Πίνακας στοιχείων ψύξης και θέρμανσης – Revit - Χανιά.....	142
Πίνακας 191: Συγκεντρωτικός Πίνακας στοιχείων ψύξης και θέρμανσης – Revit - Αθήνα.....	143
Πίνακας 192: Συγκεντρωτικός Πίνακας στοιχείων ψύξης και θέρμανσης – Revit - Θεσσαλονίκη.....	144
Πίνακας 193: Συγκεντρωτικός Πίνακας στοιχείων ψύξης και θέρμανσης – Revit - Καστοριά.....	145
Πίνακας 194: Αποτελέσματα υπολογισμών κατανάλωσης ενέργειας και εκπομπών CO ₂ υπάρχοντος κτηρίου - Χανιά.....	147
Πίνακας 195: Διαγράμματα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και καυσίμου υπάρχοντος κτηρίου - Χανιά.....	148
Πίνακας 196: Αποτελέσματα υπολογισμών κατανάλωσης ενέργειας και εκπομπών CO ₂ υπάρχοντος κτηρίου - Αθήνα.....	148
Πίνακας 197: Διαγράμματα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και καυσίμου υπάρχοντος κτηρίου - Αθήνα.....	149
Πίνακας 198: Αποτελέσματα υπολογισμών κατανάλωσης ενέργειας και εκπομπών CO ₂ υπάρχοντος κτηρίου - Θεσσαλονίκη.....	149
Πίνακας 199: Διαγράμματα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και καυσίμου υπάρχοντος κτηρίου - Θεσσαλονίκη.....	150
Πίνακας 200: Αποτελέσματα υπολογισμών κατανάλωσης ενέργειας και εκπομπών CO ₂ υπάρχοντος κτηρίου - Καστοριά.....	151

Πίνακας 227: Διαγράμματα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και καυσίμου για το σενάριο 4 -Χανιά	171
Πίνακας 228: Αποτελέσματα υπολογισμών κατανάλωσης ενέργειας και εκπομπών CO2 για το σενάριο 4 - Αθήνα	172
Πίνακας 229: Διαγράμματα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και καυσίμου για το σενάριο 4 - Αθήνα	172
Πίνακας 230: Αποτελέσματα υπολογισμών κατανάλωσης ενέργειας και εκπομπών CO2 για το σενάριο 4 - Θεσσαλονίκη	173
Πίνακας 231: Διαγράμματα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και καυσίμου για το σενάριο 4 - Θεσσαλονίκη	174
Πίνακας 232: Αποτελέσματα υπολογισμών κατανάλωσης ενέργειας και εκπομπών CO2 για το σενάριο 4 - Καστοριά	175
Πίνακας 233: Διαγράμματα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και καυσίμου για το σενάριο 4 - Καστοριά	175
Πίνακας 234: Πίνακας Διμερούς Σύγκρισης Μεθόδου AHP – Autodesk Revit – Insight- Green Building Studio.....	178
Πίνακας 235: Κανονικοποιημένος Πίνακας Διμερούς Σύγκρισης Μεθόδου AHP - Autodesk Revit – Insight- Green Building Studio	178
Πίνακας 236: Υπολογισμός Συνέπειας - Autodesk Revit – Insight- Green Building Studio	179
Πίνακας 237: Πίνακας Αξιολόγησης Μεθόδου PROMETHEE II - Χανιά.....	179
Πίνακας 238: Κανονικοποιημένος Πίνακας Αξιολόγησης Μεθόδου PROMETHEE II - Χανιά	180
Πίνακας 239: Υπολογισμός της διαφοράς των εναλλακτικών σεναρίων – Χανιά.....	180
Πίνακας 240: Πίνακας Προτίμησης της Μεθόδου PROMETHEE II – Χανιά	181
Πίνακας 241: Αποτελέσματα Συγκεντρωτικής Συνάρτησης Προτίμησης - Μέθοδος PROMETHEE II – Χανιά	181
Πίνακας 242: Υπολογισμός Θετικών και Αρνητικών Ροών Υπεροχής - Μέθοδος PROMETHEE II – Χανιά	182
Πίνακας 243: Υπολογισμός Καθαρών Ροών Υπεροχής και Κατάταξη σεναρίων - Μέθοδος PROMETHEE II – Χανιά.....	182
Πίνακας 244: Πίνακας Αξιολόγησης Μεθόδου PROMETHEE II - Αθήνα.....	182
Πίνακας 245: Κανονικοποιημένος Πίνακας Αξιολόγησης Μεθόδου PROMETHEE II - Αθήνα	183
Πίνακας 246: Υπολογισμός της διαφοράς των εναλλακτικών σεναρίων – Αθήνα.....	183
Πίνακας 247: Πίνακας Προτίμησης της Μεθόδου PROMETHEE II – Αθήνα.....	184
Πίνακας 248: Αποτελέσματα Συγκεντρωτικής Συνάρτησης Προτίμησης - Μέθοδος PROMETHEE II – Αθήνα	184
Πίνακας 249: Υπολογισμός Θετικών και Αρνητικών Ροών Υπεροχής - Μέθοδος PROMETHEE II – Αθήνα	184
Πίνακας 250: Υπολογισμός Καθαρών Ροών Υπεροχής και Κατάταξη σεναρίων - Μέθοδος PROMETHEE II – Αθήνα	184
Πίνακας 251: Πίνακας Αξιολόγησης Μεθόδου PROMETHEE II - Θεσσαλονίκη.....	185
Πίνακας 252: Κανονικοποιημένος Πίνακας Αξιολόγησης Μεθόδου PROMETHEE II - Θεσσαλονίκη ...	185
Πίνακας 253: Υπολογισμός της διαφοράς των εναλλακτικών σεναρίων – Θεσσαλονίκη.....	186
Πίνακας 254: Πίνακας Προτίμησης της Μεθόδου PROMETHEE II – Θεσσαλονίκη	186
Πίνακας 255: Αποτελέσματα Συγκεντρωτικής Συνάρτησης Προτίμησης - Μέθοδος PROMETHEE II – Θεσσαλονίκη	187
Πίνακας 256: Υπολογισμός Θετικών και Αρνητικών Ροών Υπεροχής - Μέθοδος PROMETHEE II – Θεσσαλονίκη	187
Πίνακας 257: Υπολογισμός Καθαρών Ροών Υπεροχής και Κατάταξη σεναρίων - Μέθοδος PROMETHEE II – Θεσσαλονίκη.....	187
Πίνακας 258: Πίνακας Αξιολόγησης Μεθόδου PROMETHEE II - Καστοριά.....	187
Πίνακας 259: Κανονικοποιημένος Πίνακας Αξιολόγησης Μεθόδου PROMETHEE II - Καστοριά	188
Πίνακας 260: Υπολογισμός της διαφοράς των εναλλακτικών σεναρίων – Καστοριά.....	188
Πίνακας 261: Πίνακας Προτίμησης της Μεθόδου PROMETHEE II – Καστοριά	189

<i>Πίνακας 262: Αποτελέσματα Συγκεντρωτικής Συνάρτησης Προτίμησης - Μέθοδος PROMETHEE II – Καστοριά</i>	<i>189</i>
<i>Πίνακας 263: Υπολογισμός Θετικών και Αρνητικών Ροών Υπεροχής - Μέθοδος PROMETHEE II – Καστοριά</i>	<i>190</i>
<i>Πίνακας 264: Υπολογισμός Καθαρών Ροών Υπεροχής και Κατάταξη σεναρίων - Μέθοδος PROMETHEE II – Καστοριά.....</i>	<i>190</i>
<i>Πίνακας 265: Συγκεντρωτικός Πίνακας Κατάταξης σεναρίων για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες - Μέθοδος PROMETHEE II – Autodesk Revit – Insight- Green Building Studio</i>	<i>190</i>

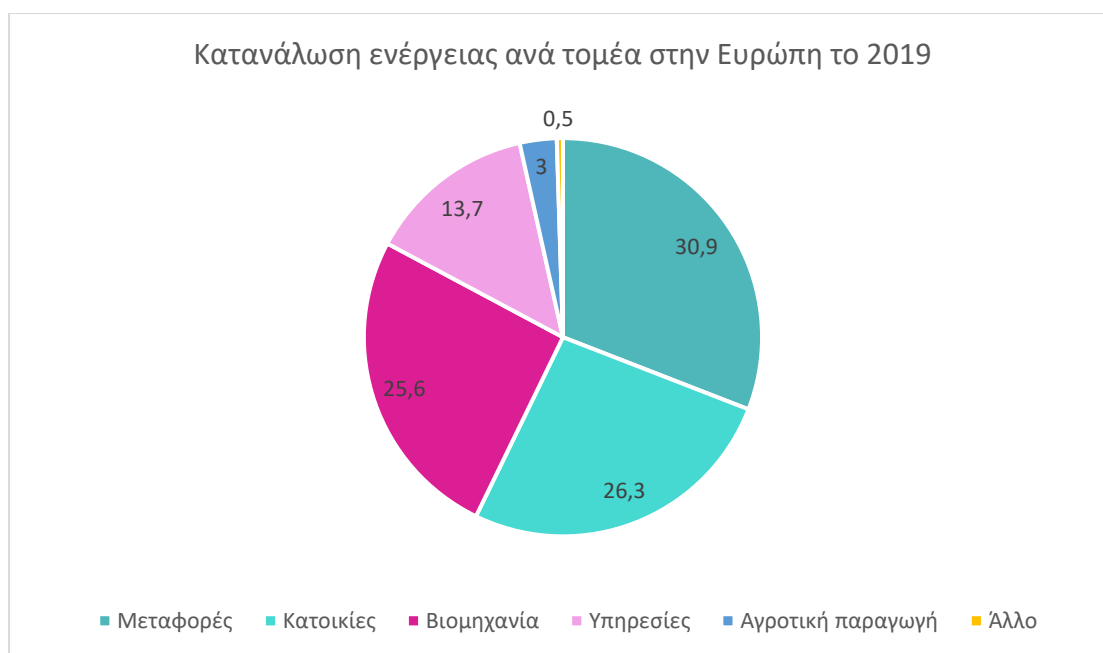
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Ενεργειακές καταναλώσεις

Στις μέρες μας, ο κτηριακός τομέας διευρύνεται διαρκώς, με επακόλουθο την αύξηση της ενεργειακής του κατανάλωσης. Ειδικότερα, ο οικιακός και ο τριτογενής κτηριακός τομέας καταναλώνουν το 40% της πρωτογενούς ενέργειας στις Ευρωπαϊκές χώρες και ευθύνονται για το 45% των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα σύμφωνα με τη Eurostat. Με τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, θα μπορούσε να μειωθεί η ενεργειακή κατανάλωση στην ΕΕ από 5% έως 6% καθώς και να μειωθούν οι εκπομπές CO₂ κατά περίπου 5%, σύμφωνα με στοιχεία της Ε.Ε.

Στο διάγραμμα της Εικόνας 1, αποτυπώνονται τα ποσοστά κατανάλωσης ενέργειας στην Ευρώπη ανά τομέα και συγκεκριμένα στις μεταφορές, στις κατοικίες, στη βιομηχανία, στην αγροτική παραγωγή και στις υπηρεσίες.

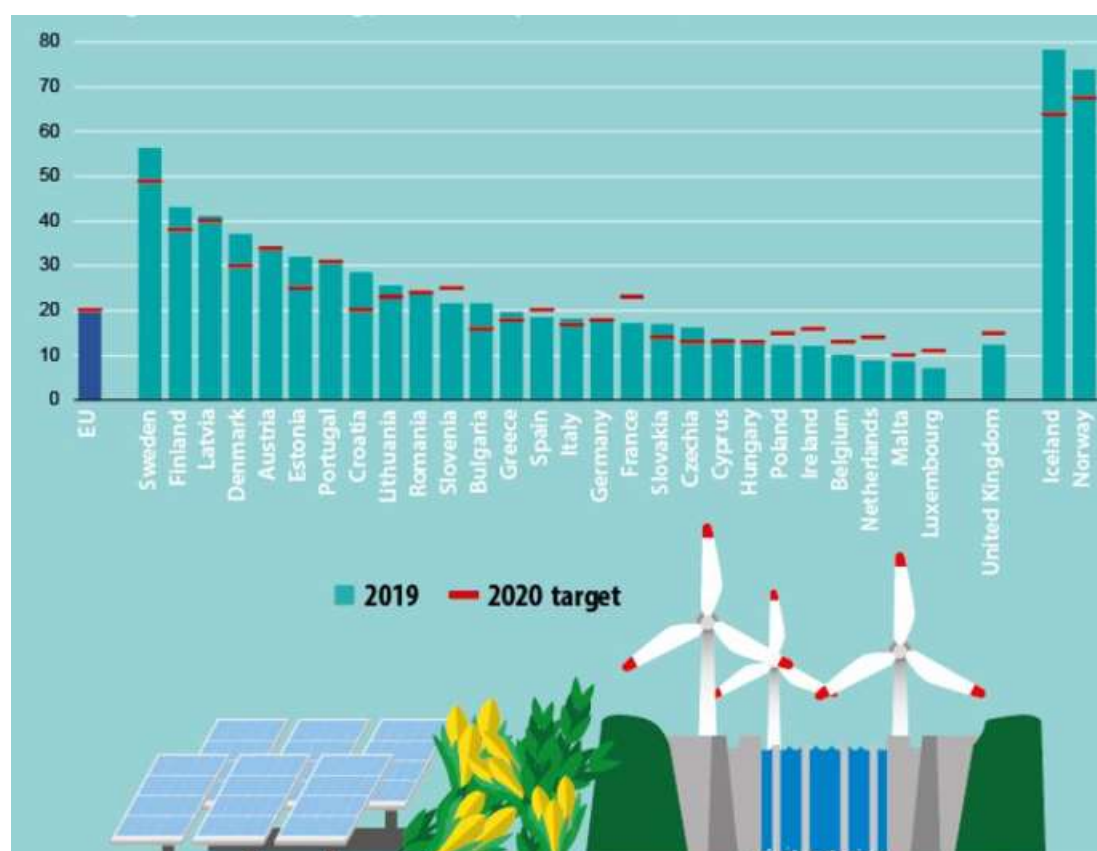


Εικόνα 1: Κατανάλωση ενέργειας ανά τομέα το 2019

Γίνεται εμφανές το γεγονός ότι η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και η χρήση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στον κτηριακό τομέα αποτελούν σημαντικά μέτρα που απαιτούνται για τη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου. Η μειωμένη κατανάλωση ενέργειας και η αυξημένη χρήση της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές διαδραματίζουν επίσης σημαντικό ρόλο στην προώθηση της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού και της τεχνολογικής ανάπτυξης και ενώ ήδη σε αρκετές

Ευρωπαϊκές χώρες προωθούνται συγκεκριμένες δράσεις με σκοπό να αξιοποιηθεί το μεγάλο ανεκμετάλλευτο δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας στα κτήρια.

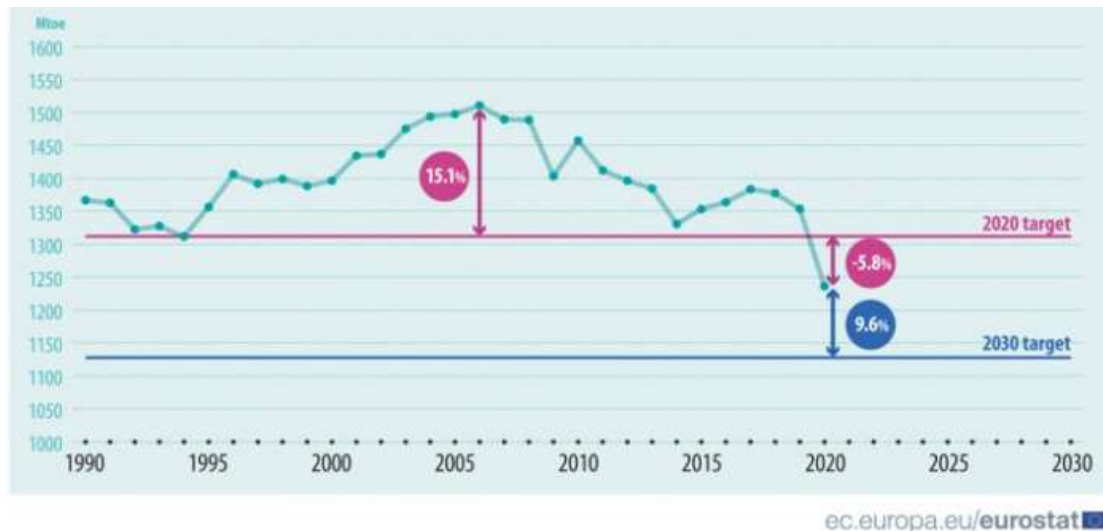
Όσον αφορά τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) φαίνεται ότι πρωτοπόρες χώρες είναι η Ισλανδία, οι Βόρειες Χώρες όπως η Νορβηγία, η Σουηδία, η Φιλανδία αλλά και η Λετονία με τη Δανία, σύμφωνα με στοιχεία για το 2019. Η Ελλάδα εμφανίζει μειωμένη παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ σε σχέση με τις δυνατότητες που έχει λόγω της γεωγραφικής της θέσης και των κλιματικών συνθηκών που επικρατούν σε αυτή.



Εικόνα 2: Ποσοστά κάλυψης ενεργειακών αναγκών από ανανεώσιμες πηγές στις Ευρωπαϊκές χώρες για το 2019

Το 2020 η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση μειώθηκε στα 1.236 Μtoe (εκατομμύρια τόνους ισοδύναμου πετρελαίου), ποσότητα που είναι βέλτιστη κατά 5,8% από τον στόχο απόδοσης για το 2020.

Ωστόσο, σύμφωνα με τη Eurostat, το ποσό αυτό εξακολουθεί να απέχει 9,6% από τον στόχο του 2030, γεγονός που απαιτεί τη συνέχιση των προσπαθειών για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας τα επόμενα χρόνια.



ec.europa.eu/eurostat

Εικόνα 3: Διάγραμμα της πρωτογενούς ενέργειας που καταναλώθηκε σε σχέση με τους στόχους του 2020 και του 2030 για την Ευρωπαϊκή Ένωση

Τα κτήρια έχουν επιπτώσεις στην κατανάλωση ενέργειας μακροπρόθεσμα. Με βάση τους ισχύοντες κανονισμούς, τα νέα κτήρια και τα υφιστάμενα κτήρια στα οποία γίνεται ανακαίνιση μεγάλης κλίμακας πρέπει να ικανοποιούν τις ελάχιστες απαιτήσεις όσον αφορά στην ενεργειακή απόδοση, προσαρμοσμένες στο τοπικό κλίμα. Οι μεγάλης κλίμακας ανακαινίσεις (ριζικές ανακαινίσεις) υφιστάμενων κτιρίων, ανεξάρτητα από το μέγεθος, δίνουν ευκαιρία για τη λήψη οικονομικώς συμφερόντων μέτρων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης. Με τη χρήση κατάλληλων τεχνικών και οικονομικά αποτελεσματικών τεχνολογιών είναι δυνατή η επίτευξη σημαντικής βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας των υπάρχοντων κτιρίων, με σημαντικά περιβαλλοντικά, οικονομικά και κοινωνικά οφέλη.

Για την αύξηση του αριθμού των κτηρίων που όχι μόνον ικανοποιούν τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης αλλά χαρακτηρίζονται και από υψηλότερη ενεργειακή απόδοση, απαιτούνται μέτρα.

Ο «Ενεργειακός οδικός χάρτης 2050» της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την Ενέργεια και το Κλίμα, που αποτελεί το θεμέλιο της διαμόρφωσης της ενεργειακής πολιτικής με ορίζοντα το 2050, έχει ως κύριο στόχο την ενεργειακή αναβάθμιση των κτηρίων των κρατών-μελών.

Η βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας είναι απαραίτητη για τον περιορισμό των αερίων του θερμοκηπίου κατά 80-95% έως το 2050, σε σχέση με τα επίπεδα του 1990.

Η ενεργειακή αναβάθμιση των υφιστάμενων κτηρίων δημοσίου και ιδιωτικού χαρακτήρα, αναμένεται να επιφέρει σημαντικά οφέλη, τόσο σε οικονομικό επίπεδο όσο και αναφορικά με την προστασία του περιβάλλοντος. Για το λόγο αυτό, βάσει Ευρωπαϊκής Οδηγίας, θεσπίζονται πλέον:

- Πράσινα Πιστοποιητικά κυρίως σε δημόσια κτήρια (2021)
- Το «Ευρωπαϊκό Πρότυπο»: πρότυπο που εκδίδεται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή Τυποποίησης (CEN), την Ευρωπαϊκή Επιτροπή Ηλεκτροτεχνικής

Τυποποίησης (Cenelec) ή το Ευρωπαϊκό Ινστιτούτο Τυποποίησης στον τομέα των Τηλεπικοινωνιών (ETSI) και διατίθεται προς δημόσια χρήση

- Το «Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης»: πιστοποιητικό αναγνωρισμένο από κράτος μέλος ή νομικό πρόσωπο ορισθέν από αυτό, το οποίο αναφέρει την ενεργειακή απόδοση ενός κτηρίου ή κτηριακής μονάδας.

1.2 Κτήρια Σχεδόν Μηδενικής Κατανάλωσης Ενέργειας

Παρά το γεγονός ότι η έννοια της κατασκευής κτηρίων μηδενικής ενέργειας (ZEBs) δεν είναι καινούργια, ακόμη δεν έχει οριστεί σαφής ορισμός. Γενικά με τον όρο «Κτήριο Σχεδόν Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης» αναφερόμαστε σε εκείνο τον τύπο κτηρίου που εξασφαλίζει ιδανικές συνθήκες διαβίωσης τόσο κατά τη διάρκεια του χειμώνα όσο και κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, με ελάχιστη ή μηδενική συμβατική θέρμανση και ψύξη και πολύ χαμηλή κατανάλωση ρεύματος.

Η ανάγκη για Κτήρια Μηδενικής Κατανάλωσης Ενέργειας, προέκυψε από το γεγονός της αύξησης του κόστους των ορυκτών καυσίμων, λόγω της μείωσης της διαθεσιμότητάς τους σε παγκόσμιο επίπεδο, σε συνδυασμό με τη μεγάλη μείωση του κόστους εκμετάλλευσης εναλλακτικών πηγών ενέργειας με τη συνεχή ανάπτυξη νέων τεχνολογιών.

Η καθιέρωση των Κτηρίων Σχεδόν Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης οδηγεί στη μείωση των ενεργειακών αναγκών του κτηριακού τομέα, το οποίο έχει σαν αποτέλεσμα τόσο την ελάττωση των λειτουργικών εξόδων όσο και των επιπτώσεων στο περιβάλλον. Επιπλέον, δίνεται ώθηση στην ενσωμάτωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας οι οποίες εξασφαλίζουν ενεργειακή ασφάλεια και περιβαλλοντική αειφορεία.

Τα Κτήρια Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης διακρίνονται σε:

- Net zero site energy buildings
- Net zero source energy buildings
- Net zero energy emissions buildings
- Net zero energy cost buildings

Ο όρος «Net zero site energy buildings» αναφέρεται σε κτήρια τα οποία καταναλώνουν τόση ενέργεια όση είναι αυτή που παράγουν από ανανεώσιμες πηγές στο χώρο του κτηρίου.

Ο όρος «Net zero source energy buildings» αναφέρεται σε κτήρια τα οποία παράγουν τόση ενέργεια όση είναι αυτή που χρησιμοποιούν για να καλύψουν τις ανάγκες τους, συμπεριλαμβανομένων των πόρων που δαπανήθηκαν για τη μεταφορά της ενέργειας στη τοποθεσία του κτηρίου.

Ο όρος «Net zero energy emissions buildings» περιγράφει κτήρια τα οποία παράγουν τόση ενέργεια χωρίς εκπομπές, όση καταναλώνουν από τις πηγές ενέργειας που παράγουν εκπομπές.

Ο όρος «Net zero energy cost buildings» περιγράφει κτήρια των οποίων το κόστος αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο καλύπτεται από τα έσοδα πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγουν.

1.3 Βιοκλιματικός σχεδιασμός

Για τη δημιουργία Κτιρίων Σχεδόν Μηδενικής Κατανάλωσης, είναι απαραίτητο να τηρούνται οι αρχές της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής. Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός κτηρίων, ή διαφορετικά βιοκλιματική αρχιτεκτονική, αναφέρεται στον σχεδιασμό κτηρίων και χώρων με βάση το τοπικό κλίμα. Βασικός σκοπός του είναι η εξασφάλιση συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης, αξιοποιώντας κατάλληλα τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αλλά και τα φυσικά φαινόμενα του κλίματος.

Κάποιες από τις πρακτικές που υιοθετεί ο βιοκλιματικός σχεδιασμός κτηρίων είναι οι εξής:

- Θερμική προστασία του κελύφους των κτηρίων, με χρήση της κατάλληλης θερμομόνωσης σε τοιχοποιία και μέσω της επιλογής των κατάλληλων κουφωμάτων
- Εξασφάλιση επαρκούς φυσικού φωτισμού με επιλογή μεγαλύτερων ανοιγμάτων στα τμήματα του κτηρίου που είναι προσανατολισμένα στο νότο
- Αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας μέσω της επιλογής κατάλληλα προσανατολισμένων φωτοβολταϊκών συστημάτων
- Ηλιοπροστασία των κτιρίων η οποία επιτυγχάνεται τόσο μέσω της κατάλληλης κατασκευής του κελύφους όσο και με την προσθήκη σκίαστρων
- Απομάκρυνση της θερμότητας με φυσικούς τρόπους με χρήση τεχνικών παθητικού δροσισμού, όπως με το φυσικό αερισμό των χώρων.

Από τα παραπάνω γίνεται φανερό ότι μέσω του βιοκλιματικού σχεδιασμού επιτυγχάνεται η απεξάρτηση από συμβατικές πηγές ενέργειας και η μείωση των ρύπων. Επίσης παρουσιάζεται μείωση του κόστους λειτουργίας των κτηρίων ενώ βελτιώνονται και οι εσωτερικές συνθήκες των χώρων.

1.4 Γενική περιγραφή του κτηρίου

Το κτήριο που μελετάται έχει βασιστεί στο κτήριο των Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου που βρίσκεται στην Πανεπιστημιούπολη του Ζωγράφου. Οι συνολικοί χώροι του συγκροτήματος καλύπτουν επιφάνεια 18947 m^2 και έχουν ωφέλιμο όγκο 77889 m^3 . Σε αυτούς συμπεριλαμβάνονται αίθουσες διδασκαλίας, αμφιθέατρα, εκπαιδευτικά εργαστήρια, γραφεία, βιβλιοθήκες, κοινόχρηστους χώρους, υπόγειους χώρους στάθμευσης και χώρους ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων.

Κατά τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης του υπό μελέτη κτηρίου έγιναν οι εξής παραδοχές:

- Δεν υπάρχουν φυσικά εμπόδια στον ορίζοντα και το κτήριο δεν συνορεύει με άλλα κτήρια
- Τα ύψη όλων των ορόφων, του υπογείου και του ισογείου είναι ίδια και ίσα με 4,05m.
- Το κτήριο έχει εξωτερική θερμομόνωση σε κάθε εξωτερική αδιαφανή επιφάνεια.

1.4.1 Καθορισμός Θερμικών Ζωνών

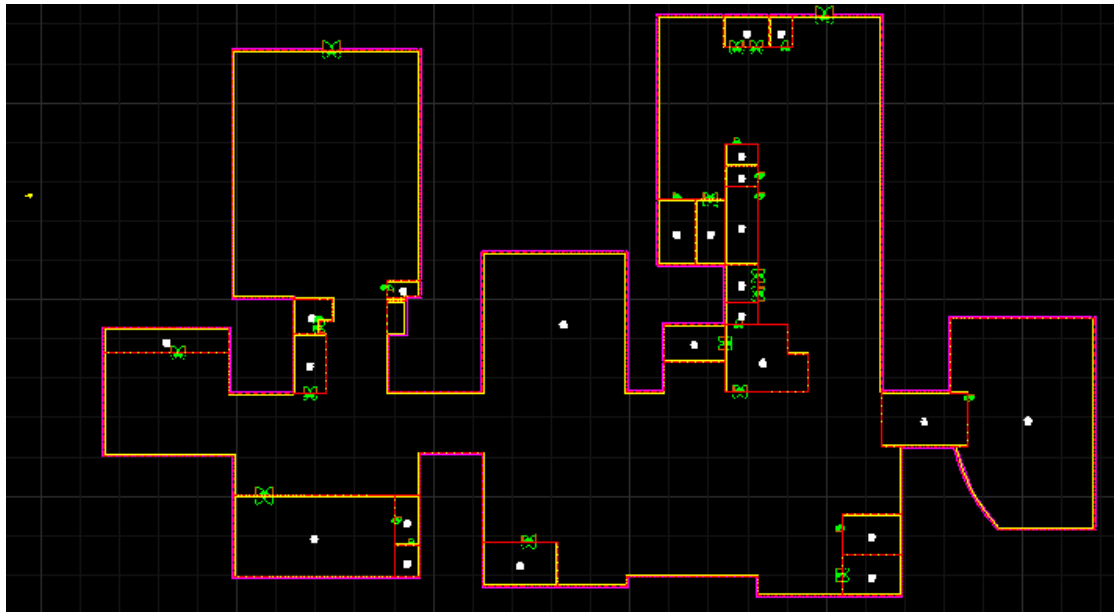
Για την μελέτη και προσομοίωση του κτιρίου κρίνεται απαραίτητος ο χωρισμός του σε θερμικές ζώνες. Αυτό σημαίνει ότι το κτήριο χωρίζεται σε χώρους που έχουν κοινά ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα, παρόμοια χρήση και ίδιο προφίλ λειτουργίας. Πιο συγκεκριμένα ο διαχωρισμός γίνεται με βάση:

- Τη χρήση/λειτουργία των χώρων.
- Τα συστήματα θέρμανσης ή/και ψύξης ή/και κλιματισμού που χρησιμοποιούνται ανάλογα με τις εσωτερικές συνθήκες που επικρατούν.
- Τις συναλλαγές ενέργειας (π.χ. εσωτερικά ή/και ηλιακά κέρδη, θερμικές απώλειες κ.α)

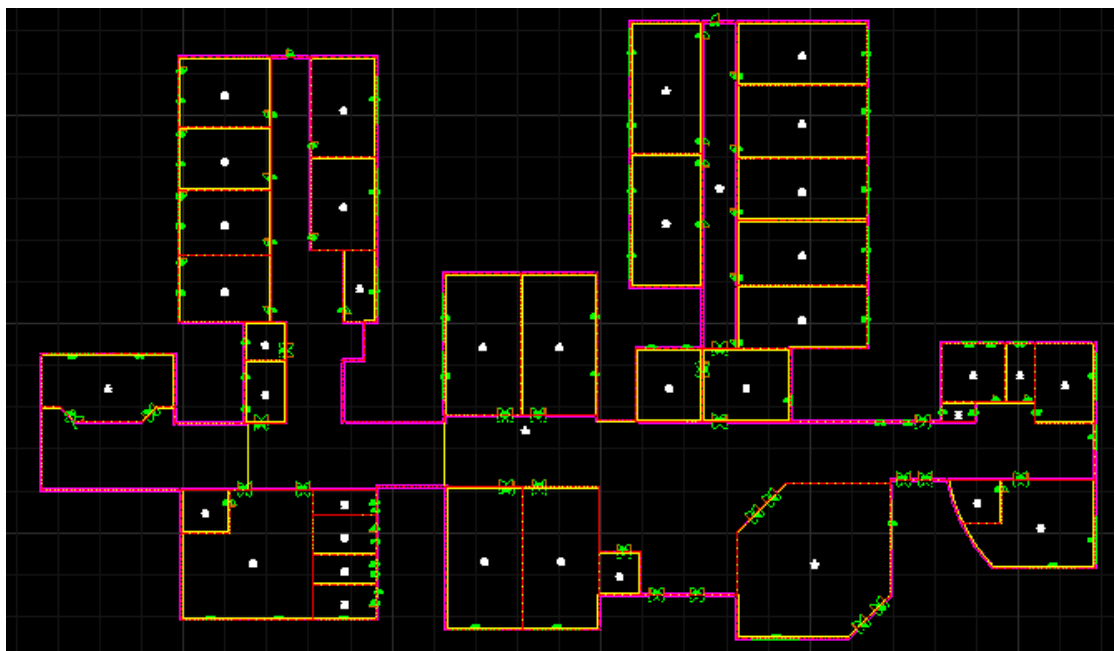
Με βάση τα παραπάνω, για το εξεταζόμενο κτήριο καθορίστηκαν πέντε (5) θερμικές ζώνες.

1.4.2 Κατόψεις κτηρίου

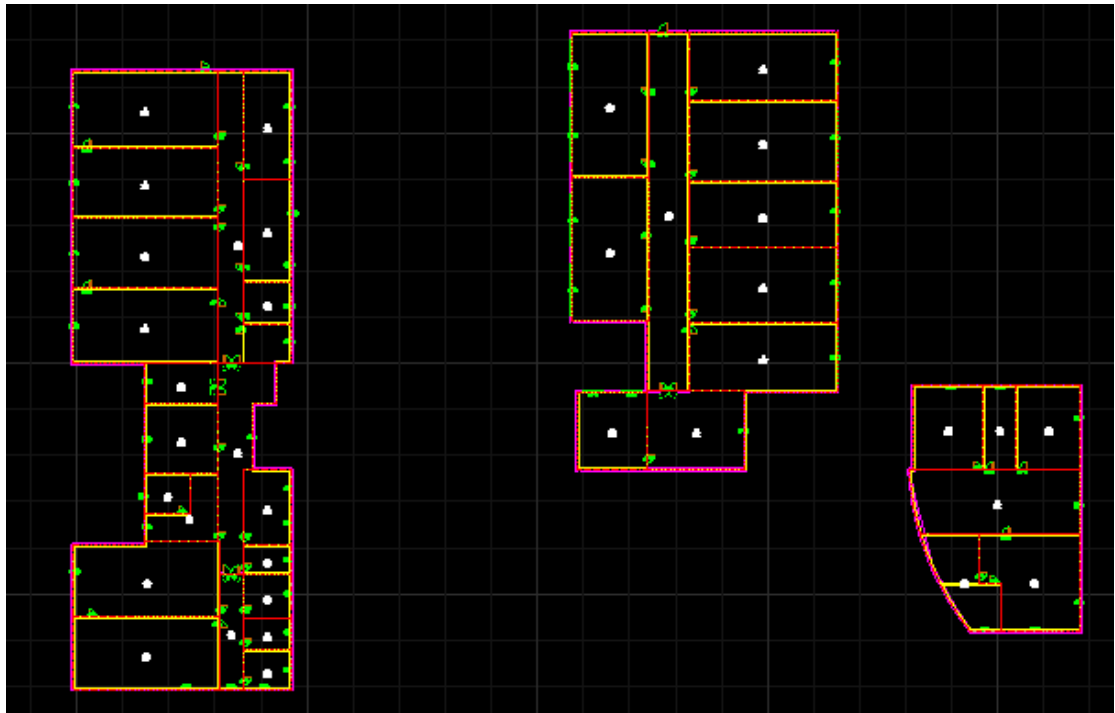
Παρακάτω διακρίνονται οι κατόψεις των ορόφων του κτηρίου.



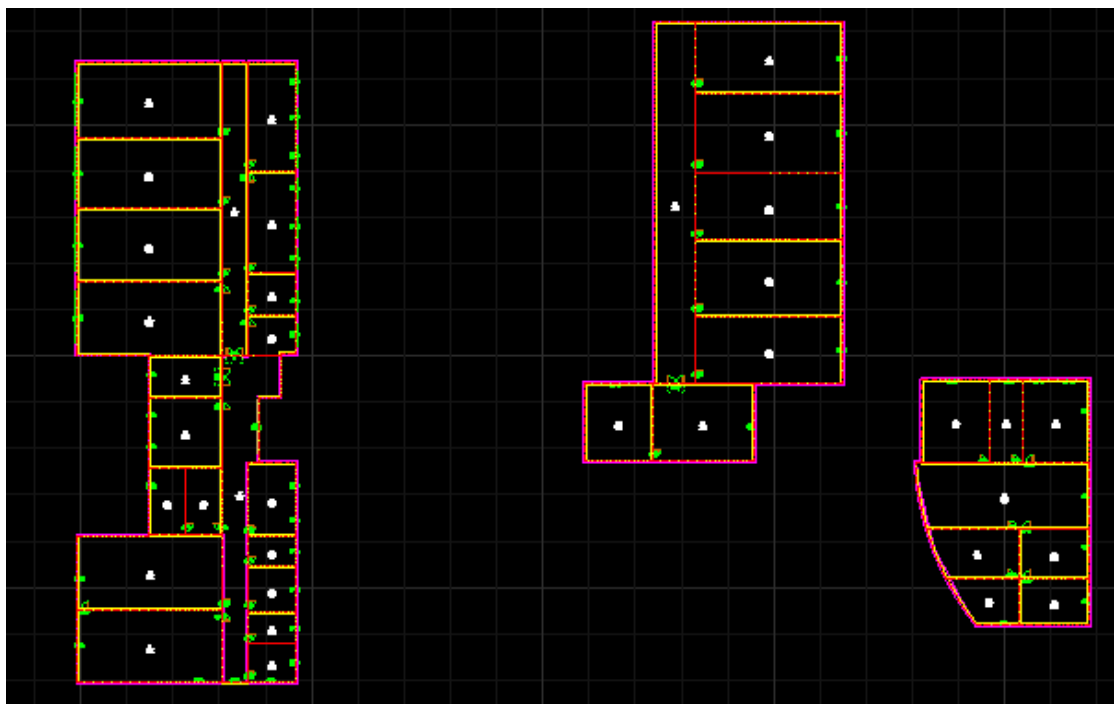
Εικόνα 4: Κάτοψη των χώρων του υπογείου



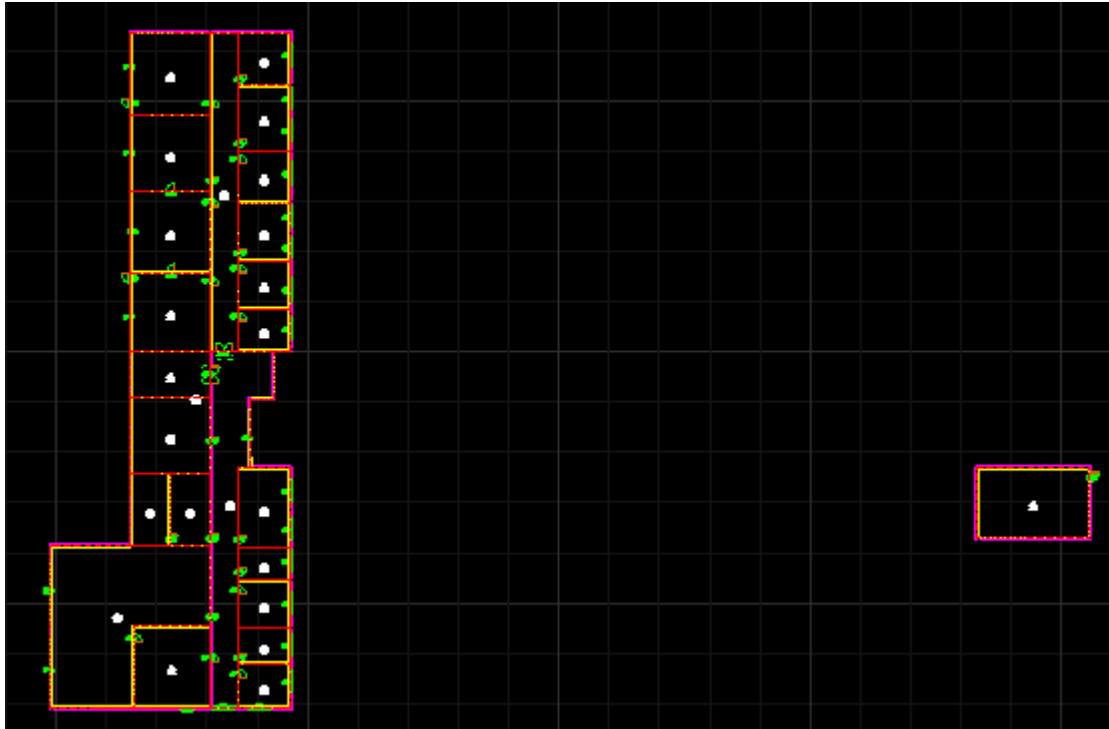
Εικόνα 5: Κάτοψη των χώρων του ισογείου



Εικόνα 6: Κάτοψη των χώρων του Α' ορόφου



Εικόνα 7: Κάτοψη των χώρων του Β' ορόφου



Εικόνα 8: Κάτοψη των χώρων του Γ' ορόφου



Εικόνα 9: Κάτοψη των χώρων του Δ' ορόφου

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

2. ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗ (MULTICRITERIA ANALYSIS)

Με τον όρο Πολυκριτήρια Ανάλυση αναφερόμαστε σε ένα σύνολο μεθόδων που συμβάλουν στη σύνθεση των κατάλληλων κριτηρίων ώστε να καθίσταται δυνατή η επίλυση πολύπλοκων και σημαντικών προβλημάτων λήψης αποφάσεων. Η Πολυκριτήρια Ανάλυση προσφέρει στους αρμόδιους για τη λήψη μιας απόφασης μια εύκολα αντιληπτή προσέγγιση αναλυτικής λογικής.

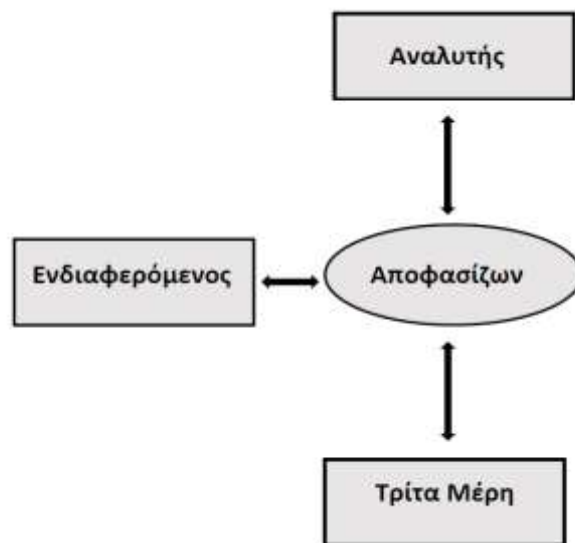
Σε μια διαδικασία απόφασης, ως εμπλεκόμενοι φορείς ορίζονται ο Αναλυτής, ο Αποφασίζων, ο Ενδιαφερόμενος και τα Τρίτα Μέρη.

Αποφασίζων (Decision Maker): Ως Αποφασίζων ορίζεται εκείνος ο φορέας ο οποίος με βάση τα στοιχεία που αποκομίζει από τη διαδικασία της Πολυκριτήριας Ανάλυσης αλλά και του δικού του συστήματος προτιμήσεων, λαμβάνει τη τελική απόφαση.

Αναλυτής (Analyst or Facilitator): Ο ρόλος του Αναλυτή είναι η υποστήριξη του Αποφασίζοντος στη διαδικασία μιας απόφασης, χωρίς να τον υποκαθιστά αλλά οργανώνοντας και αναλύοντας τα αποτελέσματα των μεθόδων που ο ίδιος εφάρμοσε για τη λήψη μιας απόφασης.

Ενδιαφερόμενος (Client): Ως Ενδιαφερόμενος ορίζεται ο φορέας ο οποίος επηρεάζεται άμεσα από την απόφαση και αποτελεί εξουσιοδοτημένο σύμβουλο του Αποφασίζοντος.

Τρίτα Μέρη (Third Parties): Ως Τρίτα Μέρη ορίζονται οι φορείς εκείνοι οι οποίοι επηρεάζονται έμμεσα από μια απόφαση και παρόλο που δεν έχουν ενεργό ρόλο στη λήψη μιας απόφασης, οι απόψεις τους λαμβάνονται υπόψη από τον Αποφασίζοντα.



Εικόνα 10: Σχέσεις εμπλεκόμενων φορέων σε μια διαδικασία λήψης απόφασης

2.1 Μέθοδος AHP (Analytic Hierarchy Process)

Η μέθοδος AHP (Analytic Hierarchy Process) αναπτύχθηκε από τον Saaty (1980) για την αντιμετώπιση προβλημάτων απόφασης με σύνθετα κριτήρια. Ειδικότερα, η μέθοδος AHP προσδίδει λύση στην απόδοση των κατάλληλων βαρών σε ένα σύνολο κριτηρίων ανάλογα με τον βαθμό σημαντικότητάς τους. Προκειμένου να γίνει αυτό, πραγματοποιούνται δυαδικές συγκρίσεις μεταξύ των κριτηρίων, κατά τις οποίες ο Αποφασίζων επιλεγει ποια έχουν μεγαλύτερη επιρροή στο αποτέλεσμα. Όταν σε μια δυαδική σύγκριση το κριτήριο a θεωρείται x φορές σημαντικότερο από το b (όπου $x > 0$), τότε η σημαντικότητα του b σε σχέση με το a είναι ίση με $1/x$. Τα στοιχεία του πίνακα που προκύπτει κανονικοποιούνται και η βαρύτητα κάθε κριτηρίου προκύπτει ως ο μέσος όρος κάθε γραμμής του πίνακα.

2.1.1 Κλίμακα Σχετικής Σημασίας

Για να δημιουργηθεί ο Πίνακας Διμερούς Σύγκρισης (Pair-wise Comparison Matrix) χρησιμοποιείται η παρακάτω Κλίμακα Σχετικής Σημασίας (Scale of Relative Importance) (Πίνακας 1) προκειμένου να αποδοθεί η ένταση της σημασίας ενός κριτηρίου σε σχέση με ένα άλλο.

Ένταση Σημασίας	Ορισμός
1	Ίσης Σημασίας
3	Μέτριας Σημασίας
5	Ισχυρής Σημασίας

7	Πολύ Ισχυρής Σημασίας
9	Απόλυτη Σημασία
2,4,6,8	Ενδιάμεσες Τιμές

Πίνακας 1: Κλίμακα Σχετικής Σημασίας (Scale of Relative Importance)

2.1.2 Πίνακας Διμερούς Σύγκρισης (Pair-wise Comparison Matrix)

Αρχικά δημιουργείται ένας πίνακας που έχει την παρακάτω μορφή (Πίνακας 2), όπου με το $\{cr_1, cr_2, \dots, cr_k\}$ δηλώνεται το σύνολο των διαφορετικών κριτηρίων που μελετώνται και με x_{ij} και $1/x_{ij}$ ($i=1, \dots, k, j=1, \dots, k, i \neq j$) συμβολίζονται οι Σχετικές Σημασίες που έχουν αποδοθεί (όπου k =πλήθος κριτηρίων). Στη συνέχεια αθροίζονται οι σχετικές σημασίες κάθε στήλης και έτσι προκύπτει ο Πίνακας Διμερούς Σύγκρισης.

	cr_1	cr_2	...	cr_k
cr_1	1	x_{12}	...	x_{1k}
cr_2	$1/x_{12}$	1	...	x_{2k}
...	\vdots	\vdots	\ddots	\vdots
cr_k	$1/x_{1k}$	$1/x_{2k}$	...	1
Άθροισμα	$\sum 1 + \frac{1}{x_{12}} + \dots + \frac{1}{x_{1k}}$	$\sum x_{12} + 1 + \dots + \frac{1}{x_{2k}}$	...	$\sum x_{1k} + x_{2k} + \dots + 1$

Πίνακας 2: Πίνακας Διμερούς Σύγκρισης

2.1.3 Κανονικοποιημένος Πίνακας Διμερούς Σύγκρισης (Normalised Pair-wise Comparison Matrix)

Για να προκύψει ο Κανονικοποιημένος Πίνακας Διμερούς Σύγκρισης κάθε στοιχείο του Πίνακα Διμερούς Σύγκρισης διαιρείται με το άθροισμα της στήλης που ανήκει. Τα βάρη κάθε κριτηρίου προκύπτουν από το άθροισμα κάθε γραμμής του Κανονικοποιημένου Πίνακα Διμερούς Σύγκρισης που δημιουργήθηκε.

2.1.4 Υπολογισμός Δείκτη Συνέπειας CI (Consistency Index)

Για να υπολογιστεί ο δείκτης συνέπειας σε κάθε διαμορφούμενο πίνακα σύγκρισης ακολουθούνται κάποια βήματα.

Αρχικά πολλαπλασιάζεται κάθε στοιχείο του Πίνακα Διμερούς Σύγκρισης με τη σχετική βαρύτητα του αντίστοιχου κριτηρίου. Στη συνέχεια προστίθενται αυτά τα γινόμενα για όλες τις στήλες και προκύπτουν κάποιες σταθμισμένες τιμές (weighted sum values) για κάθε κριτήριο. Οι τιμές αυτές στη συνέχεια διαιρούνται με το βάρος

κάθε κριτηρίου και έτσι προκύπτει ένας λόγος για καθένα από αυτά. Υπολογίζοντας το μέσο όρο των λόγων αυτών προκύπτει το λ_{max} .

Έπειτα, ο δείκτη συνέπειας CI υπολογίζεται με τον παρακάτω τύπο:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

Όπου:

- n = πλήθος των κριτηρίων που μελετώνται

2.1.5 Τυχαίος Δείκτης Συνέπειας RI (Random Consistency Index)

Ανάλογα με τον αριθμό των κριτηρίων που μελετώνται, επιλέγεται ο κατάλληλος Τυχαίος Δείκτης Συνέπειας RI (Πίνακας 3).

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Πίνακας 3: Τυχαίος Δείκτης Συνέπειας RI (Random Consistency Index)

2.1.6 Υπολογισμός Λόγου Συνέπειας CR (Consistency Ratio)

Ο Λόγος Συνέπειας CR αποτελεί τη σύγκριση μεταξύ του δείκτη συνέπειας και του τυχαίου δείκτη συνέπειας και εκφράζεται μέσω της σχέσης:

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

Αν $CR < 10\%$, τότε η συνέπεια είναι αποδεκτή.

2.2 Μέθοδος PROMETHEE (Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluations)

Οι μέθοδοι πολυκριτήριας PROMETHEE, οι οποίες αναπτυχθήκαν από τους Brans, Mareschal και Vincke, ανήκουν στην οικογένεια των μεθόδων υπεροχής και αναπτύσσουν ένα μεθοδολογικό πλαίσιο που επιτρέπει την εκτέλεση διμερών συγκρίσεων μεταξύ των εναλλακτικών. Οι μέθοδοι PROMETHEE θεωρούνται από τις πιο διαδεδομένες μεθόδους υπεροχής λόγω της αποτελεσματικότητας τους στον προσδιορισμό των προτιμήσεων μεταξύ πολλαπλών αποφάσεων, του μεγάλου εύρους εφαρμογής τους, της δυνατότητας διαχείρισης τόσο ποσοτικών όσο και ποιοτικών δεδομένων αλλά και της εύκολης κατανόησης λειτουργίας τους. Όπως όλες οι μέθοδοι υπεροχής, έτσι και οι μέθοδοι PROMETHEE εμπεριέχουν σχέσεις ισχυρής προτίμησης, ασθενούς προτίμησης και σχέσεις αδιαφορίας.

Μια βασική έννοια των μεθόδων PROMETHEE είναι αυτή του κατώφλιού. Με τον όρο κατώφλι αναφερόμαστε στη τιμή που προσδιορίζει την απόκλιση μεταξύ δύο εναλλακτικών ώστε να προκύπτει αδιαφορία ή προτίμηση. Διακρίνουμε το **κατώφλι αδιαφορίας** q και το **κατώφλι προτίμησης** p , ενώ με s συμβολίζονται οι τιμές

ανάμεσα στα δυο κατώφλια q και p . Πιο συγκεκριμένα, το κατώφλι αδιαφορίας q δηλώνει την αδιαφορία μεταξύ δυο εναλλακτικών όταν η διαφορά των τιμών που τους έχουν δοθεί για ένα κριτήριο είναι μικρότερη του q . Αντιστοίχως, το κατώφλι προτίμησης p δηλώνει είτε ότι υπάρχει ισχυρή προτίμηση όταν η διαφορά των τιμών δυο εναλλακτικών είναι μεγαλύτερη από το p , είτε ασθενή προτίμηση όταν η διαφορά των τιμών είναι μικρότερη ή ίση του p .

Οι δύο μέθοδοι PROMETHEE που συναντώνται συχνότερα είναι οι:

- **PROMETHEE I**, με την οποία επιτυγχάνεται μερική κατάταξη των εναλλακτικών σεναρίων και η
- **PROMETHEE II**, με την οποία επιτυγχάνεται πλήρης κατάταξη των εναλλακτικών σεναρίων

Τα δεδομένα κάθε προβλήματος πολυκριτήριας ανάλυσης συνιστούν τον πίνακα αξιολόγησης (evaluation table) ο οποίος έχει την εξής μορφή (Πίνακας 3):

Πίνακας αξιολόγησης		Κριτήρια			
		cr_1	cr_2	...	cr_k
Εναλλακτικές	a_1	$g_1(a_1)$	$g_2(a_1)$	...	$g_k(a_1)$
	a_2	$g_1(a_2)$	$g_2(a_2)$	...	$g_k(a_2)$
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	a_n	$g_1(a_n)$	$g_2(a_n)$	...	$g_k(a_n)$

Πίνακας 4: Πίνακας αξιολόγησης (evaluation table)

Στον παραπάνω πίνακα με $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ δηλώνεται το πεπερασμένο σύνολο εναλλακτικών δράσεων, με το $\{cr_1, cr_2, \dots, cr_k\}$ δηλώνεται το σύνολο των διαφορετικών κριτηρίων και με το $\{g_1(\cdot), g_2(\cdot), \dots, g_k(\cdot)\}$ δηλώνονται οι τιμές που αποδίδονται στις εναλλακτικές για κάθε σενάριο.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα στάδια που περιλαμβάνει η μέθοδος PROMETHEE II:

2.2.1 Υπολογισμός βαρών κριτηρίων

Προκειμένου να υπολογιστούν τα βάρη θα πρέπει είτε να επιλεγεί μια μέθοδος απόδοσης βαρύτητας στα κριτήρια, είτε να τεθούν ίσα μεταξύ τους, είτε να ληφθούν οι τιμές τους έτοιμες από τον Αποφασίζοντα.

Ανεξαρτήτως του τρόπου υπολογισμού των βαρών, ισχύει ο παρακάτω περιορισμός:

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1$$

όπου

- w_j , το βάρος του j -οστού κριτηρίου και
- n , το σύνολο των εναλλακτικών.

2.2.2 Υπολογισμός συνάρτησης προτίμησης

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η λειτουργία των μεθόδων PROMETHEE στηρίζεται στη διμερή σύγκριση μεταξύ των εναλλακτικών σεναρίων. Αυτό σημαίνει ότι μια μικρή απόκλιση μεταξύ των αξιολογήσεων δυο εναλλακτικών λύσεων μπορεί να σημαίνει ασθενή προτίμηση ή ενδεχομένως αδιαφορία για τον Αποφασίζοντα, ενώ μια μεγαλύτερη απόκλιση δηλώνει ισχυρή προτίμηση. Με τον τρόπο αυτό προκύπτει η συνάρτηση προτίμησης:

$$P_j(a, b) = F_j[d_j(a, b)] \forall (a, b) \in A$$

όπου:

- $d_j(a,b)=g_j(a)-g_j(b)$, δηλαδή η διαφορά των εναλλακτικών δράσεων a και b για το ίδιο κριτήριο

Αξίζει να σημειωθεί ότι ισχύει $0 \leq P_j(a,b) \leq 1$ και ότι όταν $g_j(a)-g_j(b) \leq 0$ θέτουμε το $P_j(a,b)=0$.

Για να καθοριστεί η ακριβής μορφή της συνάρτησης προτίμησης στις μεθόδους PROMETHEE, χρησιμοποιούνται συνήθως κάποια γενικευμένα κριτήρια, τα οποία παρουσιάζονται παρακάτω.

Γενικευμένο κριτήριο 1: Κοινό κριτήριο (Usual)

$$P(d) = \begin{cases} 0, & d \leq 0 \\ 1, & d > 0 \end{cases}$$

Γενικευμένο κριτήριο 2: Κριτήριο U-καμπύλης (U-shape)

$$P(d) = \begin{cases} 0, & d \leq q \\ 1, & d > q \end{cases}$$

Γενικευμένο κριτήριο 3: Κριτήριο V-καμπύλης (V-shape)

$$P(d) = \begin{cases} 0, & d \leq 0 \\ \frac{d}{p}, & 0 < d \leq p \\ 1, & d > p \end{cases}$$

Γενικευμένο κριτήριο 4: Κριτήριο επιπέδων (Level)

$$P(d) = \begin{cases} 0, & d \leq q \\ \frac{1}{2}, & q < d \leq p \\ 1, & d > p \end{cases}$$

Γενικευμένο κριτήριο 5: Κριτήριο V-καμπύλης με κατώφλι αδιαφορίας (Linear)

$$P(d) = \begin{cases} 0, & d \leq q \\ \frac{d-q}{p-q}, & q < d \leq p \\ 1, & d > p \end{cases}$$

Γενικευμένο κριτήριο 6: Κριτήριο Gauss

$$P(d) = \begin{cases} 0, & d \leq 0 \\ 1 - e^{-\frac{d^2}{2s^2}}, & d > 0 \end{cases}$$

όπου $q < s < p$.

2.2.3 Υπολογισμός του πολυκριτηρίου δείκτη προτίμησης

Ο πολυκριτήριος δείκτης προτίμησης εκφράζει το βαθμό ολικής προτίμησης μιας εναλλακτικής a έναντι μιας άλλης b . Έτσι για κάθε ζεύγος εναλλακτικών a και b , ο δείκτης υπολογίζεται μέσω της σχέσης:

$$\pi(a, b) = \sum_{j=1}^n w_j P_j(a, b)$$

2.2.4 Υπολογισμός ροών υπεροχής

Οι ροές υπεροχής διακρίνονται σε:

- **Θετική ροή (positive outranking flow)**

Φανερώνει την υπεροχή της εναλλακτικής a σε σχέση με όλες τις υπόλοιπες εναλλακτικές και υπολογίζεται ως εξής:

$$\varphi^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(a, x)$$

όπου n , το σύνολο των εναλλακτικών.

- **Αρνητική ροή (negative outranking flow)**

Δείχνει την υπεροχή όλων των υπόλοιπων εναλλακτικών έναντι της a μέσω της παρακάτω σχέσης:

$$\varphi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(x, a)$$

όπου n , το σύνολο των εναλλακτικών.

- **Καθαρή ροή (net outranking flow)**

Συγκροτεί ένα συνολικό μέγεθος αξιολόγησης της εναλλακτικής a έναντι όλων των υπολοίπων και εκφράζεται μέσω της ακόλουθης σχέσης:

$$\varphi(a) = \varphi^+(a) - \varphi^-(a)$$

2.2.5 Κατάταξη

Η πλήρης κατάταξη των δράσεων γίνεται ως προς τις καθαρές ροές. Ειδικότερα, όσο μεγαλύτερη η τιμή μιας καθαρής ροής, τόσο υψηλότερα κατατάσσεται στις προτιμήσεις του Αποφασίζοντα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

3. ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΤΕΕ-KENAK

Το ειδικό λογισμικό ΤΕΕ-KENAK αναπτύχθηκε από την Ομάδα Εξοικονόμησης Ενέργειας, του Ινστιτούτου Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΙΕΠΒΑ) του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (ΕΑΑ) στο πλαίσιο του προγράμματος συνεργασίας με το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (ΤΕΕ).

Το λογισμικό αυτό εφαρμόζει τους απαραίτητους αλγόριθμους για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων στην Ελλάδα, βασιζόμενο στην μεθοδολογία Ευρωπαϊκών προτύπων, όπως για παράδειγμα του ΕΛΟΤ EN ISO 13790, καθώς και στα σχετικά εθνικά πρότυπα και στις αντίστοιχες Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.

Στο λογισμικό εισάγονται δεδομένα σχετικά με τα γεωμετρικά και τεχνικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτηριακού κελύφους (θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών στοιχείων, σκιάσεις κ.α.), καθώς και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των απαραίτητων Η/Μ εγκαταστάσεων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης / ενεργειακής κατάταξης του κτηρίου. Τα δεδομένα και τα αποτελέσματα των υπολογισμών, εκτυπώνονται σε αντίστοιχες αναφορές του λογισμικού.

Μέσω των τελικών μελετών σχεδιασμού τεκμηριώνεται η εφαρμογή ή όχι των ελάχιστων προδιαγραφών (σχεδιασμός κτιρίου, κτηριακού κελύφους και Η/Μ εγκαταστάσεων) για τα νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια όπως ορίζονται στο άρθρο 8 του ΚΕΝΑΚ.

Το λογισμικό ΤΕΕ-KENAK χρησιμοποιείται για την διαδικασία ενεργειακής επιθεώρησης, προκειμένου να πραγματοποιηθεί ο υπολογισμός της ενεργειακής απόδοσης και η ενεργειακή κατάταξη ενός κτηρίου, με σκοπό την έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης - ΠΕΑ. Επίσης χρησιμοποιείται στο στάδιο σύνταξης και υποβολής Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης προκειμένου να υπάρχει κοινή μεθοδολογία και αντιστοιχία των αποτελεσμάτων της μελέτης με εκείνα της ενεργειακής επιθεώρησης μετά την ολοκλήρωση κατασκευής του κτηρίου.

3.1 Κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα

Για την πραγματοποίηση της μελέτης ενεργειακής απόδοσης είναι απαραίτητη η εισαγωγή των κλιματικών δεδομένων που συνδέονται με το εξεταζόμενο κτήριο. Η ελληνική επικράτεια χωρίζεται σε τέσσερις κλιματικές ζώνες με βάση τις βαθμομέρες θέρμανσης. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι νομοί που υπάγονται στις τέσσερις κλιματικές ζώνες (από τη θερμότερη στην ψυχρότερη) και ακολουθεί σχηματική απεικόνιση των παραπάνω ζωνών στην Εικόνα 11.

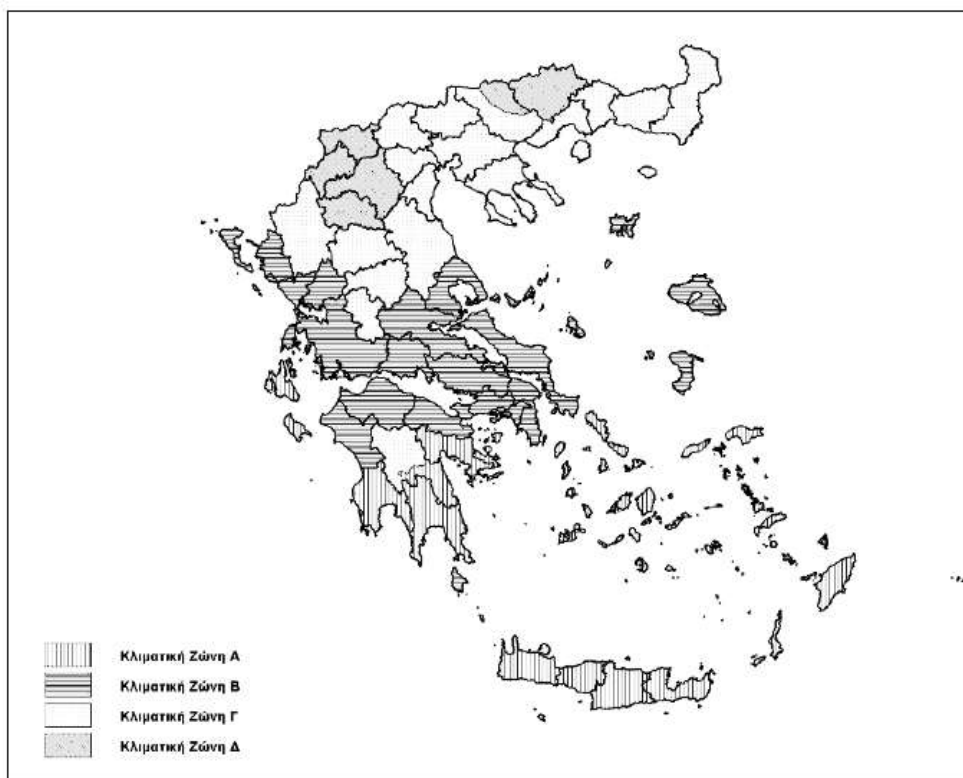
Για κάθε νομό, τα κτήρια σε περιοχές που βρίσκονται σε υψόμετρο άνω των 500 μέτρων εξετάζονται βάσει των προδιαγραφών της επόμενης ψυχρότερης κλιματικής ζώνης από εκείνη στην οποία ανήκουν σύμφωνα με τα παραπάνω. Για την Δ ζώνη όλες οι περιοχές, ανεξαρτήτως υψομέτρου, περιλαμβάνονται στην ζώνη Δ. Στο τμήμα του νομού Αρκαδίας που εντάσσεται στην κλιματική ζώνη Γ και στο τμήμα του νομού Σερρών (ΒΑ τμήμα) που εντάσσεται στην κλιματική ζώνη Δ, περιλαμβάνονται όλες οι περιοχές που έχουν υψόμετρο άνω των 500 μέτρων.

ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	ΝΟΜΟΙ
ΖΩΝΗ Α	Ηρακλείου, Χανίων, Ρεθύμνου, Λασιθίου, Κυκλάδων, Δωδεκανήσου, Σάμου, Μεσσηνίας, Λακωνίας, Αργολίδας, Ζακύνθου, Κεφαλληνίας & Ιθάκης, Κύθηρα & νησιά Σαρωνικού (Αττικής), Αρκαδίας (πεδινή).
ΖΩΝΗ Β	Αττικής (εκτός Κυθήρων & νησιών Σαρωνικού), Κορινθίας, Ηλείας, Αχαΐας, Αιτωλοακαρνανίας, Φθιώτιδας, Φωκίδας, Βοιωτίας, Ευβοίας, Μαγνησίας, Λέσβου, Χίου, Κέρκυρας, Λευκάδας, Θεσπρωτίας, Πρέβεζας, Άρτας.
ΖΩΝΗ Γ	Αρκαδίας (ορεινή), Ευρυτανίας, Ιωαννίνων, Λάρισας, Καρδίτσας, Τρικάλων, Πιερίας, Ημαθίας, Πέλλας, Θεσσαλονίκης, Κιλκίς, Χαλκιδικής, Σερρών (εκτός ΒΑ τμήματος), Καβάλας, Ξάνθης, Ροδόπης, Έβρου.
ΖΩΝΗ Δ	Γρεβενών, Κοζάνης, Καστοριάς, Φλώρινας, Σερρών (ΒΑ τμήμα), Δράμας.

Πίνακας 5: Διαχωρισμός της ελληνικής επικρατείας σε κλιματικές ζώνες κατά νομούς

Για τους υπολογισμούς των θερμικών και ψυκτικών φορτίων ενός κτιρίου, λαμβάνονται συγκεκριμένες περιόδους για τη θέρμανση και ψύξη ανάλογα με την κλιματική ζώνη:

Για τη ζώνη Α και Β η περίοδος θέρμανσης είναι από την 1η Νοεμβρίου μέχρι και τις 15 Απριλίου και η περίοδος ψύξης από τις 15 Μαΐου μέχρι και τις 15 Σεπτεμβρίου. Για τη ζώνη Γ και Δ η περίοδος θέρμανσης είναι από την 15 Οκτωβρίου μέχρι και τις 30 Απριλίου και η περίοδος ψύξης από την 1η Ιουνίου μέχρι και τις 31 Αυγούστου.



Εικόνα 11: Απεικόνιση των κλιματικών ζωνών της Ελλάδας

3.2 Χαρακτηριστικά δομικών στοιχείων κελύφους

3.2.1 Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα

Η ανηγμένη θερμοχωρητικότητα [$\text{kJ}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$] μιας θερμικής ζώνης, ισούται με το λόγο της εσωτερικής θερμοχωρητικότητας της ζώνης προς τη μεικτή επιφάνεια της ζώνης σε m^2 . Σύμφωνα με την οδηγία Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, για το εξεταζόμενο κτήριο, η τιμή της ανηγμένης θερμοχωρητικότητας είναι $280 \text{ [kJ}/\text{m}^2 \cdot \text{K}]$ (Πίνακας 6).

Περιγραφή	Ανηγμένη Θερμοχωρητικότητα [$\text{kJ}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$]
Ελαφριά κατασκευή με ξύλινο σκελετό και στοιχεία πλήρωσης από γυψοσανίδα ή ξύλο και εσωτερική θερμομόνωση σε όλα τα δομικά στοιχεία (τοιχοποιία, οροφή, δάπεδο).	80
Φέρων οργανισμός από ελαφριά μεταλλική κατασκευή, πλήρωση από ναλοπετάσματα ή ελαφριά πετάσματα με θερμομόνωση.	110
Φέρων οργανισμός από σκυρόδεμα, στοιχεία πλήρωσης από ελαφροβαρείς τσιμεντόλιθους ή γυψοσανίδα και ύπαρξη ψευδοροφών	165

Φέρων οργανισμός με κατακόρυφα στοιχεία λιθοδομών ή πλινθοδομών με συμπαγείς οπτόπλινθους ή ωμόπλινθους και οριζόντια στοιχεία από ξύλο	230
Φέρων οργανισμός από σκυρόδεμα και στοιχεία πλήρωσης από διάτρητες οπτόπλινθους.	280
Φέρων οργανισμός με κατακόρυφα στοιχεία λιθοδομών ή πλινθοδομών με συμπαγείς οπτόπλινθους ή ωμόπλινθους και οριζόντια στοιχεία από σκυρόδεμα.	300

Πίνακας 6: Πίνακας ανηγμένων θερμοχωρητικότητας

3.2.2 Θερμοπερατότητες δομικών στοιχείων

Η επιλογή των κατάλληλων δομικών στοιχείων αποτελεί σημαντικό βήμα στο σχεδιασμό του κτηριακού κελύφους. Καίριος παράγοντας για την επιλογή αυτή είναι ο συντελεστής θερμοπερατότητας ο οποίος ορίζεται από τον Κ.Εν.Α.Κ. Σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, οι μέγιστοι συντελεστές θερμοπερατότητας για κάθε κλιματική ζώνη ορίζονται ως εξής (Πίνακας 7).

Δομικά στοιχεία	Συντελεστής θερμοπερατότητας [W/(m ² .K)]			
	Κλιματική Ζώνη Α	Κλιματική Ζώνη Β	Κλιματική Ζώνη Γ	Κλιματική Ζώνη Δ
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές)	0,45	0,40	0,35	0,30
Εξωτερικός τοίχος σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	0,55	0,45	0,40	0,35
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	1,30	0,90	0,70	0,65
Τοίχος σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,30	0,90	0,70	0,65
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους	1,10	0,80	0,65	0,60
Κούφωμα ανοίγματος σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	2,80	2,60	2,40	2,20
Γυάλινες προσόψεις κτηρίων μη ανοιγόμενες ή μερικώς ανοιγόμενες. σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	2,10	1,90	1,75	1,70

Πίνακας 7: Συντελεστές θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων κτηρίου

3.2.3 Θερμογέφυρες

Ως θερμογέφυρα ορίζεται το τμήμα εκείνο του περιβλήματος του κτιρίου, στο οποίο η θερμική του αντίσταση εμφανίζεται μειωμένη συγκριτικά με τη θερμική αντίσταση στο υπόλοιπο κέλυφος. Παρουσιάζονται στη διεπιφάνεια δύο διαφορετικών δομικών στοιχείων ή δύο ίδιων δομικών στοιχείων διαφορετικού πάχους, σε συνδέσεις εξωτερικών δομικών στοιχείων και πλευρικά γύρω από ανοίγματα.

Οι θερμογέφυρες διακρίνονται σε γραμμικές και σε σημειακές. Οι γραμμικές θερμογέφυρες έχουν ομοιόμορφη διατομή κατά μία διάσταση. Οι σημειακές θερμογέφυρες εμφανίζονται στις ενώσεις των γραμμικών θερμογεφυρών και η επίδρασή τους στη ροή θερμότητας θεωρείται αμελητέα γι' αυτό και δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς.

Για τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών κατά μήκος κάθε θερμογέφυρας απαιτείται η γνώση:

- του τύπου της κάθε θερμογέφυρας, ο οποίος εκφράζεται με ένα συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας (Ψ), μετρούμενο σε $W/(m \cdot K)$ και ορίζεται από τη TOTEE 20701-2/2017
- του συνολικού μήκους του κάθε τύπου θερμογέφυρας (l), που αναπτύσσεται στο περίβλημα του κτηρίου, μετρούμενο σε m.

Θερμικές Ζώνες	Θερμογέφυρες ΣΨΙ (W/K)
Ζώνη 1	96,45
Ζώνη 2	66,04
Ζώνη 3	31,49
Ζώνη 4	36,26
Ζώνη 5	54,56

Πίνακας 8: Υπολογισμός θερμογεφυρών

3.3 Αερισμός

3.3.1 Διείδυση νωπού αέρα από κουφώματα

Για την εξασφάλιση των συνθηκών υγιεινής στο εσωτερικό του συνολικού κτιρίου, αλλά και κάθε ανεξάρτητου τμήματος του, απαιτείται ανανέωση του αέρα. Δηλαδή είναι απαραίτητη η αντικατάσταση μέρους του εσωτερικού αέρα από νωπό αέρα περιβάλλοντος. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η διείδυση νωπού αέρα από τα ανοίγματα, όπως έχει οριστεί από τον Κ.Εν.Α.Κ (Πίνακας 9).

Είδος ανοίγματος (υαλοστάσια, πόρτες κ.ά.)	Διείδυση του αέρα	
	Πόρτα [$m^3/h/m^2$]	Παράθυρο [$m^3/h/m^2$]

Κουφώματα με μεταλλικό ή συνθετικό πλαίσιο χωρίς πιστοποίηση		
Κούφωμα με μονό υαλοπίνακα, μη αεροστεγές, χωνευτό, επάλληλο, ανοιγόμενο. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα) και χωρίς αεροστεγανότητα.	7.4	8.7
Κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, επάλληλα συρόμενο, με ψήκτρες, χωνευτό. Ανοιγόμενο κούφωμα, με διπλό υαλοπίνακα, χωρίς πιστοποίηση. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα), με αεροστεγανότητα μη πιστοποιημένη.	5.3	6.8
Κουφώματα με ξύλινο πλαίσιο χωρίς πιστοποίηση		
Κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, επάλληλα συρόμενο, με ψήκτρες, χωνευτό.	9.8	12.5

Πίνακας 9: Διείσδυση νωπού αέρα από τα κουφώματα

Με βάση τα παραπάνω υπολογίζεται η διείσδυση νωπού αέρα από τα κουφώματα για υπό μελέτη κτήριο.

Θερμικές Ζώνες	Διείσδυση νωπού αέρα από κουφώματα (m³/h)
Ζώνη 1	279,72
Ζώνη 2	2702,4
Ζώνη 3	2086,52
Ζώνη 4	2084
Ζώνη 5	1208,64

Πίνακας 10: Υπολογισμός διείσδυσης νωπού αέρα από τα κουφώματα

3.3.2 Απαιτήσεις νωπού αέρα

Οι απαιτήσεις νωπού αέρα ανά κατηγορία κτιρίου (χρήση) θα πρέπει να καθορίζονται έτσι, ώστε να καλύπτουν τον ελάχιστο απαιτούμενο αερισμό (m^3 /h/άτομο), ανάλογα με την πυκνότητα πληθυσμού ($\text{άτομα}/m^2$) ανά χρήση κτηρίου. Στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 11) παρουσιάζονται οι απαιτήσεις νωπού αέρα των θερμικών ζωνών του κτηρίου που μελετάται.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Άτομα/100 m² επιφ. δαπέδου	Νωπός αέρας (m³/h/άτομο)	Νωπός αέρας (m³/h/m²)
Ζαχαροπλαστείο, καφενείο	80	25	20,00
Λουτρό (κοινόχρηστο)	-	-	6,00

Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	50	22	11,00
Γραφείο	10	30	3,00
Διάδρομοι και άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι	-	-	2,6
Βιβλιοθήκη	22	30	6,60

Πίνακας 11: Απαιτήσεις νεπού αέρα ανά κατηγορία κτιρίου (χρήση)

Στη συνέχεια, στον Πίνακα 12, παρουσιάζεται για κάθε ζώνη του κτηρίου ο απαιτούμενος αέρας που παρέχεται από τη μονάδα μηχανικού αερισμού.

Θερμικές Ζώνες	Αέρας από μονάδα μηχανικού αερισμού (m ³ /h)
Ζώνη 1	12096,28
Ζώνη 2	36543,6
Ζώνη 3	20267,48
Ζώνη 4	19816,48
Ζώνη 5	17691,36

Πίνακας 12: Κάλυψη αναγκών αέρα από μονάδα μηχανικού αερισμού

3.4 Φωτισμός

Ο Κ.Εν.Α.Κ. ορίζει τις τιμές για τη μέση ελάχιστη στάθμη γενικού φωτισμού (lx), το μέγιστο βαθμό θάμβωσης (δείκτης UGR), το επίπεδο αναφοράς μέτρησης (m) και την ελάχιστη τιμή ομοιομορφίας για τις διάφορες θερμικές ζώνες του υπό μελέτη κτηρίου, όπως φαίνεται στον Πίνακα 13 που ακολουθεί.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Στάθμη φωτισμού [lx]	Επίπεδο αναφοράς μέτρησης [m]	Δείκτης θάμβωσης UGR	Ομοιομορφία φωτισμού Uo (min/μέση τιμή)
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	500	0,8	19	0,6
Γραφείο	500	0,8	19	0,6
Βιβλιοθήκη	500	0,8	19	0,6
Ζαχαροπλαστείο, καφενείο	250	0,8	-	-

Λουτρό (κοινόχρηστο)	200	0,8	25	0,4
Διάδρομοι και άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι	100	0	28	0,4

Πίνακας 13: Στάθμη γενικού φωτισμού κτηρίου αναφοράς ανά χρήση κτηρίου σύμφωνα με το EN12464-1 2011

Στον Πίνακα 14 παρουσιάζονται τα προβλεπόμενα όρια εγκατεστημένης ισχύος φωτισμού (W/m^2) κτηρίου αναφοράς ανάλογα της στάθμης φωτισμού για τον υπολογισμό της ενεργειακής του απόδοσης.

Ζώνες τεχνητού φωτισμού / Στάθμη φωτισμού [lx]	Ισχύς για κτήριο αναφοράς [W/m^2]	Ισχύς για ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης κτιρίων [W/m^2]
500	16	14
250	8	7
200	6,4	5,6
100	3,2	2,8

Πίνακας 14: Εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού (W/m^2) κτηρίου αναφοράς ανάλογα της στάθμης φωτισμού για τον υπολογισμό της ενεργειακής του απόδοσης

Στη συνέχεια, στον Πίνακα 15, παρουσιάζεται για κάθε ζώνη του υπό μελέτη κτηρίου η εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού (kW).

Θερμικές Ζώνες	Εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού (kW)
Ζώνη 1	13,3
Ζώνη 2	39,8
Ζώνη 3	20,5
Ζώνη 4	19,88
Ζώνη 5	16,52

Πίνακας 15: Εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού (W/m^2) υπό μελέτη κτηρίου

3.5 Υφιστάμενη κατάσταση κτηρίου

Στην παρούσα κατάσταση του κτηρίου για την θέρμανση και τη ψύξη των χώρων χρησιμοποιούνται υδρόψυκτες αντλίες θερμότητας με πηγή ενέργειας τον ηλεκτρισμό, με COP=5 και EER=4 αντίστοιχα για τη θέρμανση και τη ψύξη. Στο δώμα του κτηρίου είναι τοποθετημένα πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πάνελ, παραγόμενης ισχύος 21 kW, τα οποία καλύπτουν συνολική επιφάνεια $150 m^2$.

Στους πίνακες που ακολουθούν φαίνονται τα αποτελέσματα των υπολογισμών των ενεργειακών απαιτήσεων του κτηρίου, οι ενεργειακές καταναλώσεις του, οι καταναλώσεις καυσίμου και εκπομπές CO₂ και τέλος η ενεργειακή του απόδοση και κατάταξη του, όπως παρουσιάζονται από το πρόγραμμα για την τωρινή κατάσταση του κτηρίου.

3.5.1 Υφιστάμενη κατάσταση κτηρίου - Ζώνη Α

ΕΝΕΡΓ. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ (kWh/m ²)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	0,4	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,2
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	4,1	11,8	0,0	0,0	5,1	0,0	0,0	0,0	20,9
Υγρανση	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Πίνακας 16: Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK - Υφιστάμενη κατάσταση κτηρίου - Ζώνη Α

ΕΝΕΡΓ. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh/m ²)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	0,7	0,6	0,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4	0,5	3,5
Ηλιακή ενέργεια για Θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	4,7	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0	8,7
ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	0,0	0,0	2,0	2,0	2,0	2,0	19,7
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0,4	0,4	0,6	0,7	0,8	0,8	0,0	0,0	0,7	0,6	0,5	0,4	5,9
Σύνολο	2,7	2,6	2,5	2,3	3,8	6,6	0,0	0,0	4,2	2,3	2,3	2,5	31,8

Πίνακας 17: Ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK - Υφιστάμενη κατάσταση κτηρίου - Ζώνη Α

ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ(kWh/m ²)	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ (kg/m ²)
Ηλεκτρισμός	24,3	24
Πετρέλαιο	0,0	0,0

Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	0,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	31,8	24

Πίνακας 18: Καταναλώσεις καυσίμου (kWh/m^2) και εκπομπές CO_2 υπολογισμένες στο λογισμικό TEE-KENAK - Υφιστάμενη κατάσταση κτηρίου - Ζώνη Α

Όπως προκύπτει από το λογισμικό, το κτήριο στην παρούσα κατάσταση ανήκει στην ενεργειακή κατηγορία **B+**.

Τελική χρήση	Κτήριο αναφοράς	Υπάρχον κτήριο
Θέρμανση	25	10,1
Ψύξη	30,7	25,2
ZNX	0,0	0,0
Φωτισμός	58,5	57,0
Συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ	0,0	21,9
Σύνολο	114,2	70,3
Κατάταξη	-	B+

Πίνακας 19: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m^2) του κτηρίου στην παρούσα κατάσταση - Ζώνη Α

3.5.2 Υφιστάμενη κατάσταση κτηρίου - Ζώνη Β

ΕΝΕΡΓ. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ (kWh/m^2)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	0,7	0,5	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4	1,8
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	12,7	0,0	0,0	5,4	0,0	0,0	0,0	22,3
Υγρανση	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,6
ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Πίνακας 20: Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m^2) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK - Υφιστάμενη κατάσταση κτηρίου - Ζώνη Β

ΕΝΕΡΓ. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh/m ²)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	0,9	0,8	0,6	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4	0,4	4,0
Ηλιακή ενέργεια για Θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	5,0	0,0	0,0	2,3	0,0	0,0	0,0	9,2
ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	0,0	0,0	2,0	2,0	2,0	2,0	19,7
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0,4	0,4	0,6	0,7	0,8	0,8	0,0	0,0	0,7	0,6	0,4	0,4	5,8
Σύνολο	2,9	2,7	2,5	2,3	3,9	7,0	0,0	0,0	4,3	2,3	2,3	2,6	32,9

Πίνακας 21: Ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK - Υφιστάμενη κατάσταση κτηρίου - Ζώνη B

ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ(kWh/m ²)	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ (kg/m ²)
Ηλεκτρισμός	25,5	25,2
Πετρέλαιο	0,0	0,0
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	0,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεοθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	32,9	25,2

Πίνακας 22: Καταναλώσεις καυσίμου (kWh/m²) και εκπομπές CO₂ υπολογισμένες στο λογισμικό TEE-KENAK - Υφιστάμενη κατάσταση κτηρίου - Ζώνη B

Όπως προκύπτει από το λογισμικό, το κτήριο στην παρούσα κατάσταση ανήκει στην ενεργειακή κατηγορία **B+**.

Τελική χρήση	Κτήριο αναφοράς	Υπάρχον κτήριο
Θέρμανση	25,2	11,7

Ψύξη	33,8	26,8
ZNX	0,0	0,0
Φωτισμός	58,5	57,0
Συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ	0,0	21,6
Σύνολο	117,4	73,9
Κατάταξη	-	B+

Πίνακας 23: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m²) του κτηρίου στην παρούσα κατάσταση - Ζώνη Β

3.5.3 Υφιστάμενη κατάσταση κτηρίου - Ζώνη Γ

ΕΝΕΡΓ. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ (kWh/m ²)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	2,9	1,6	0,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	2,0	7,7
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,6
Ύγρανση	0,6	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	1,9
ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Πίνακας 24: Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK - Υφιστάμενη κατάσταση κτηρίου - Ζώνη Γ

ΕΝΕΡΓ. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh/m ²)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	2,0	1,2	0,8	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,6	1,5	6,8
Ηλιακή ενέργεια για Θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	6,4	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	7,1
ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	0,0	0,0	2,0	2,0	2,0	2,0	19,7
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,0	0,0	0,6	0,5	0,4	0,3	5,2
Σύνολο	3,9	3,2	2,7	2,4	2,3	8,3	0,0	0,0	2,3	2,3	2,6	3,4	33,5

Πίνακας 25: Ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK - Υφιστάμενη κατάσταση κτηρίου - Ζώνη Γ

ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ(kWh/m ²)	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ (kg/m ²)
Ηλεκτρισμός	31,2	30,9
Πετρέλαιο	0,0	0,0
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	0,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	33,5	30,9

Πίνακας 26: Καταναλώσεις καυσίμου (kWh/m²) και εκπομπές CO₂ υπολογισμένες στο λογισμικό TEE-KENAK - Υφιστάμενη κατάσταση κτηρίου - Ζώνη Γ

Όπως προκύπτει από το λογισμικό, το κτήριο στην παρούσα κατάσταση ανήκει στην ενεργειακή κατηγορία **B+**.

Τελική χρήση	Κτήριο αναφοράς	Υπάρχον κτήριο
Θέρμανση	28,2	19,7
Ψύξη	22,3	20,5
ZNX	0,0	0,0
Φωτισμός	58,5	57,0
Συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ	0,0	19,6
Σύνολο	109,0	77,7
Κατάταξη	-	B+

Πίνακας 27: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m²) του κτηρίου στην παρούσα κατάσταση - Ζώνη Γ

3.5.4 Υφιστάμενη κατάσταση κτηρίου - Ζώνη Δ

ΕΝΕΡΓ. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ (kWh/m ²)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	4,9	3,4	1,5	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,5	4,5	16,3
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,9
Ύγρανση	0,8	0,7	0,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,7	3,3

ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Πίνακας 28: Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK - Υφιστάμενη κατάσταση κτηρίου - Ζώνη Δ

ΕΝΕΡΓ. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh/m ²)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	3,1	2,3	1,2	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	1,2	2,9	11,6
Ηλιακή ενέργεια για Θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	3,4	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	4,1
ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	0,0	0,0	2,0	2,0	2,0	2,0	19,7
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,0	0,0	0,7	0,5	0,4	0,3	5,3
Σύνολο	5,1	4,2	3,1	2,5	2,3	5,4	0,0	0,0	2,3	2,3	3,2	4,9	35,4

Πίνακας 29: Ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK - Υφιστάμενη κατάσταση κτηρίου - Ζώνη Δ

ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ(kWh/m ²)	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ (kg/m ²)
Ηλεκτρισμός	30,5	30,2
Πετρέλαιο	0,0	0,0
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	0,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	35,4	30,2

Πίνακας 30: Καταναλώσεις καυσίμου (kWh/m²) και εκπομπές CO₂ υπολογισμένες στο λογισμικό TEE-KENAK - Υφιστάμενη κατάσταση κτηρίου - Ζώνη Δ

Όπως προκύπτει από το λογισμικό, το κτήριο στην παρούσα κατάσταση ανήκει στην ενεργειακή κατηγορία **B+**.

Τελική χρήση	Κτήριο αναφοράς	Υπάρχον κτήριο
Θέρμανση	32,0	33,6
Ψύξη	20,2	11,9
ZNX	0,0	0,0
Φωτισμός	58,5	57,0
Συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ	0,0	20,1
Σύνολο	110,6	82,5
Κατάταξη	-	B+

Πίνακας 31: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m²) του κτηρίου στην παρούσα κατάσταση - Ζώνη Δ

3.6 Σενάριο 1 – Προσθήκη Φωτοβολταϊκών Πλαισίων

Στο συγκεκριμένο σενάριο η επέμβαση που έχει γίνει σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση του κτηρίου είναι η προσθήκη κάποιων φωτοβολταϊκών πλαισίων. Συγκεκριμένα, για το σενάριο 1, χρησιμοποιούνται μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πάνελ, παραγόμενης ισχύος 64 kW, τα οποία καλύπτουν συνολική επιφάνεια 410 m².

Στους μετέπειτα πίνακες φαίνονται τα αποτελέσματα των υπολογισμών των ενεργειακών απαιτήσεων του κτηρίου, οι ενεργειακές καταναλώσεις του, οι καταναλώσεις καυσίμου και εκπομπές CO₂ και τέλος η ενεργειακή του απόδοση και κατάταξη του, όπως παρουσιάζονται από το πρόγραμμα.

3.6.1 Σενάριο 1 - Ζώνη Α

ΕΝΕΡΓ. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ (kWh/m ²)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	0,4	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,2
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	4,1	11,8	0,0	0,0	5,1	0,0	0,0	0,0	20,9
Υγραση	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Πίνακας 32: Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 1 - Ζώνη Α

ΕΝΕΡΓ. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh/m ²)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	0,7	0,6	0,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4	0,5	3,5

Ηλιακή ενέργεια για Θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	4,7	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0	8,7
ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	0,0	0,0	2,0	2,0	2,0	2,0	19,7
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	1,0	1,1	1,6	1,9	2,3	2,3	0,0	0,0	2,0	1,6	1,2	1,0	16,0
Σύνολο	2,7	2,6	2,5	2,3	3,8	6,6	0,0	0,0	4,2	2,3	2,3	2,5	31,8

Πίνακας 33: Ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 1 - Ζώνη Α

ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ(kWh/m ²)	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ (kg/m ²)
Ηλεκτρισμός	12,5	12,4
Πετρέλαιο	0,0	0,0
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	0,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	31,8	12,4

Πίνακας 34: Καταναλώσεις καυσίμων (kWh/m²) και εκπομπές CO₂ υπολογισμένες στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 1 - Ζώνη Α

Όπως προκύπτει από το λογισμικό, το κτήριο, για το παρόν σενάριο, ανήκει στην ενεργειακή κατηγορία **A+**.

ελική χρήση	Κτήριο αναφοράς	Υπάρχον κτήριο	Σενάριο 1
Θέρμανση	25	10,1	10,1
Ψύξη	30,7	25,2	25,2
ZNX	0,0	0,0	0,0

Φωτισμός	58,5	57,0	57,0
Συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ	0,0	21,9	56,1
Σύνολο	114,2	70,3	36,2
Κατάταξη	-	B+	A+

Πίνακας 35: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m²) του κτηρίου για το Σενάριο 1 - Ζώνη Α

3.6.2 Σενάριο 1 - Ζώνη Β

ΕΝΕΡΓ. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ (kWh/m ²)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	0,7	0,5	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4	1,8
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	12,7	0,0	0,0	5,4	0,0	0,0	0,0	22,3
Υγρανση	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,6
ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Πίνακας 36: Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 1 - Ζώνη Β

ΕΝΕΡΓ. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh/m ²)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	0,9	0,8	0,6	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4	0,7	4,0
Ηλιακή ενέργεια για Θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	5,0	0,0	0,0	2,3	0,0	0,0	0,0	9,2
ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	0,0	0,0	2,0	2,0	2,0	2,0	19,7
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά -ΣΗΘ	1,1	1,2	1,5	1,8	2,1	2,2	0,0	0,0	1,9	1,6	1,2	1,0	15,7
Σύνολο	2,9	2,7	2,5	2,3	3,9	7,0	0,0	0,0	4,3	2,3	2,3	2,6	32,9

Πίνακας 37: Ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 1 - Ζώνη Β

ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ(kWh/m ²)	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ (kg/m ²)
Ηλεκτρισμός	13,9	13,7
Πετρέλαιο	0,0	0,0
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	0,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	32,9	13,7

Πίνακας 38: Καταναλώσεις καυσίμων (kWh/m²) και εκπομπές CO₂ υπολογισμένες στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 1 - Ζώνη Β

Όπως προκύπτει από το λογισμικό, το κτήριο, για το παρόν σενάριο, ανήκει στην ενεργειακή κατηγορία **A**.

Τελική χρήση	Κτήριο αναφοράς	Υπάρχον κτήριο	Σενάριο 1
Θέρμανση	25,2	11,7	11,7
Ψύξη	33,8	26,8	26,8
ZNX	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	58,5	57,0	57,0
Συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ	0,0	21,6	55,3
Σύνολο	117,4	73,9	40,2
Κατάταξη	-	B+	A

Πίνακας 39: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m²) του κτηρίου για το Σενάριο 1 - Ζώνη Β

3.6.3 Σενάριο 1 - Ζώνη Γ

ΕΝΕΡΓ. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ (kWh/m ²)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	2,9	1,6	0,7	0,1	0	0	0	0	0	0	0,5	2,0	7,7
Ψύξη	0	0	0	0	0	11,6	0	0	0	0	0	0	11,6

Υγρανση	0,6	0,5	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,5	1,9
ZNX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Πίνακας 40: Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 1 - Ζώνη Γ

ΕΝΕΡΓ. (kWh/m ²)	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση		2,0	1,2	0,8	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,6	1,5	6,8
Ηλιακή ενέργεια για Θέρμανση χώρων		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ψύξη		0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	6,4	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	7,1
ZNX		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός		2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	0,0	0,0	2,0	2,0	2,0	2,0	19,7
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ		1,0	1,0	1,4	1,7	2,0	2,0	0,0	0,0	1,8	1,4	1,0	0,9	14,1
Σύνολο		3,9	3,2	2,7	2,4	2,3	8,3	0,0	0,0	2,3	2,3	2,6	3,4	33,5

Πίνακας 41: Ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 1 - Ζώνη Γ

ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ(kWh/m ²)	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ (kg/m ²)
Ηλεκτρισμός	20,5	20,3
Πετρέλαιο	0,0	0,0
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	0,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	33,5	20,3

Πίνακας 42: Καταναλώσεις καυσίμου (kWh/m^2) και εκπομπές CO_2 υπολογισμένες στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 1 - Ζώνη Γ

Όπως προκύπτει από το λογισμικό, το κτήριο, για το παρόν σενάριο, ανήκει στην ενεργειακή κατηγορία **A**.

Τελική χρήση	Κτήριο αναφοράς	Υπάρχον κτήριο	Σενάριο 1
Θέρμανση	28,2	19,7	19,7
Ψύξη	22,3	20,5	20,5
ZNX	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	58,5	57,0	57,0
Συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ	0,0	19,6	49,8
Σύνολο	109,0	77,7	47,5
Κατάταξη	-	B+	A

Πίνακας 43: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m^2) του κτηρίου για το Σενάριο 1 - Ζώνη Γ

3.6.4 Σενάριο 1 - Ζώνη Δ

ΕΝΕΡΓ. ΑΠΑΙΤΗΣΙΣ (kWh/m^2)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	4,9	3,4	1,5	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,5	4,5	16,3
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,9
Υγραση	0,8	0,7	0,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,7	3,3
ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Πίνακας 44: Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m^2) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 1 - Ζώνη Δ

ΕΝΕΡΓ. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh/m^2)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	3,1	2,3	1,2	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	1,2	2,9	11,6
Ηλιακή ενέργεια για Θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	3,4	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	4,1
ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Φωτισμός	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	0,0	0,0	2,0	2,0	2,0	2,0	19,7
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	1,1	1,1	1,5	1,7	1,9	2,1	0,0	0,0	1,8	1,5	1,1	0,9	14,6
Σύνολο	5,1	4,2	3,1	2,5	2,3	5,4	0,0	0,0	2,3	2,3	3,2	4,9	35,4

Πίνακας 45: Ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 1 - Ζώνη Δ

ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ(kWh/m ²)	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ (kg/m ²)
Ηλεκτρισμός	19,5	19,3
Πετρέλαιο	0	0
Φυσικό αέριο	0	0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0	0
Ηλιακή	0	0
Βιομάζα	0	0
Γεωθερμία	0	0
Άλλο ΑΠΕ	0	0
Σύνολο	35,4	19,3

Πίνακας 46: Καταναλώσεις καυσίμου (kWh/m²) και εκπομπές CO₂ υπολογισμένες στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 1 - Ζώνη Δ

Όπως προκύπτει από το λογισμικό, το κτήριο, για το παρόν σενάριο, ανήκει στην ενεργειακή κατηγορία **A**.

Τελική χρήση	Κτήριο αναφοράς	Υπάρχον κτήριο	Σενάριο 1
Θέρμανση	32,0	33,6	33,6
Ψύξη	20,2	11,9	11,9
ZNX	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	58,5	57,0	57,0
Συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ	0,0	20,1	51,3
Σύνολο	110,6	82,5	51,2
Κατάταξη	-	B+	A

Πίνακας 47: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m²) του κτηρίου για το Σενάριο 1 - Ζώνη Δ

3.7 Σενάριο 2 – Σκίαση Αδιαφανών Επιφανειών με Σταθερά

Εξωτερικά Σκίαστρα

Στο συγκεκριμένο σενάριο η επέμβαση που έχει γίνει σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση του κτηρίου είναι η προσθήκη κάποιων τεντών-σκιάστρων εξωτερικά των αδιάφανων επιφανειών.

Στους μετέπειτα πίνακες φαίνονται τα αποτελέσματα των υπολογισμών των ενεργειακών απαιτήσεων του κτηρίου, οι ενεργειακές καταναλώσεις του, οι καταναλώσεις καυσίμου και εκπομπές CO₂ και τέλος η ενεργειακή του απόδοση και κατάταξη του, όπως παρουσιάζονται από το πρόγραμμα.

3.7.1 Σενάριο 2 - Ζώνη Α

ΕΝΕΡΓ. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ (kWh/m ²)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	0,5	0,4	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	1,4
Ψύξη	0	0	0	0	3,4	10,4	0	0	4,4	0	0	0	18.2
Υγρανση	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2
ZNX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Πίνακας 48: Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 2 - Ζώνη Α

ΕΝΕΡΓ. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh/m ²)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	0,8	0,7	0,5	0,4	0	0	0	0	0	0,4	0,4	0,6	3,8
Ηλιακή ενέργεια για Θέρμανση χώρων	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ψύξη	0	0	0	0	1,6	4,1	0	0	2,0	0	0	0	7,7
ZNX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Φωτισμός	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	0	0	2,0	2,0	2,0	2,0	19,7
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0,4	0,4	0,6	0,7	0,8	0,8	0	0	0,7	0,6	0,5	0,4	5,9
Σύνολο	2,8	2,6	2,5	2,3	3,5	6,1	0	0	3,9	2,3	2,3	2,6	31,0

Πίνακας 49: Ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 2 - Ζώνη Α

ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ(kWh/m ²)	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ (kg/m ²)
Ηλεκτρισμός	23,5	23,2
Πετρέλαιο	0	0
Φυσικό αέριο	0	0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0	0
Ηλιακή	0	0
Βιομάζα	0	0
Γεωθερμία	0	0
Άλλο ΑΠΕ	0	0
Σύνολο	31,0	23,2

Πίνακας 50: Καταναλώσεις καυσίμου (kWh/m²) και εκπομπές CO₂ υπολογισμένες στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 2 - Ζώνη Α

Όπως προκύπτει από το λογισμικό, το κτήριο, για το παρόν σενάριο, ανήκει στην ενεργειακή κατηγορία **B+**.

Τελική χρήση	Κτήριο αναφοράς	Υπάρχον κτήριο	Σενάριο 2
Θέρμανση	25	10,1	10,8
Ψύξη	30,7	25,2	22,2
ZNX	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	58,5	57,0	57,0
Συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ	0,0	21,9	21,9
Σύνολο	114,2	70,3	68,1
Κατάταξη	-	B+	B+

Πίνακας 51: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m²) του κτηρίου για το Σενάριο 2 - Ζώνη Α

3.7.2 Σενάριο 2 - Ζώνη Β

ΕΝΕΡΓ. ΑΠΑΙΤΗΣΙΣ (kWh/m ²)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	0,8	0,6	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,4	2,2

Ψύξη	0	0	0	0	3,5	11,2	0	0	4,8	0	0	0	19,6
Υγρανση	0,3	0,2	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,7
ZNX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Πίνακας 52: Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m^2) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK για το Σενάριο 2 - Ζώνη Β

ΕΝΕΡΓ. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh/m^2)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	1,0	0,9	0,6	0,4	0	0	0	0	0	0,4	0,4	0,4	4,4
Ηλιακή ενέργεια για Θέρμανση χώρων	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ψύξη	0	0	0	0	1,6	4,5	0	0	2,1	0	0	0	8,2
ZNX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Φωτισμός	2	2	2	2	2	2	0	0	2	2	2	2	19,7
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0,4	0,4	0,6	0,7	0,8	0,8	0	0	0,7	0,6	0,4	0,4	5,8
Σύνολο	3,0	2,8	2,6	2,3	3,6	6,4	0	0	4,1	2,3	2,4	2,7	32,3

Πίνακας 53: Ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m^2) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK για το Σενάριο 2 - Ζώνη Β

ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ (kWh/m^2)	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO_2 (kg/m^2)
Ηλεκτρισμός	24,8	24,5
Πετρέλαιο	0	0
Φυσικό αέριο	0	0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0	0
Ηλιακή	0	0
Βιομάζα	0	0
Γεωθερμία	0	0
Άλλο ΑΠΕ	0	0
Σύνολο	32,3	24,5

Πίνακας 54: Καταναλώσεις καυσίμου (kWh/m^2) και εκπομπές CO_2 υπολογισμένες στο λογισμικό TEE-KENAK για το Σενάριο 2 - Ζώνη Β

Όπως προκύπτει από το λογισμικό, το κτήριο στην παρούσα κατάσταση ανήκει στην ενεργειακή κατηγορία **B+**.

Τελική χρήση	Κτήριο αναφοράς	Υπάρχον κτήριο	Σενάριο 2
Θέρμανση	25,2	11,7	12,8
Ψύξη	33,8	26,8	23,8
ZNX	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	58,5	57,0	57,0
Συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ	0,0	21,6	21,6
Σύνολο	117,4	73,9	72
Κατάταξη	-	B+	B+

Πίνακας 55: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m^2) του κτηρίου στην παρούσα κατάσταση για το Σενάριο 2 - Ζώνη Β

3.7.3 Σενάριο 2 - Ζώνη Γ

ΕΝΕΡΓ. ΑΠΑΙΤΗΣΙΣ (kWh/m^2)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	3,4	2,0	0,8	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	2,4	9,3
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,2
Υγρανση	0,6	0,5	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	2,0
ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Πίνακας 56: Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m^2) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 2 - Ζώνη Γ

ΕΝΕΡΓ. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh/m^2)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	1,4	0,9	0,6	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,5	1,1	5,2
Ηλιακή ενέργεια για Θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	5,6	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	6,3

ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	0,0	0,0	2,0	2,0	2,0	2,0	19,7
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,0	0,0	0,6	0,5	0,4	0,3	5,2
Σύνολο	3,3	2,9	2,6	2,4	2,3	7,6	0,0	0,0	2,3	2,3	2,5	3,0	31,2

Πίνακας 57: Ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 2 - Ζώνη Γ

ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ(kWh/m ²)	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ (kg/m ²)
Ηλεκτρισμός	28,8	28,5
Πετρέλαιο	0,0	0,0
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	0,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	31,2	28,5

Πίνακας 58: Καταναλώσεις καυσίμου (kWh/m²) και εκπομπές CO₂ υπολογισμένες στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 2 - Ζώνη Γ

Όπως προκύπτει από το λογισμικό, το κτήριο, για το παρόν σενάριο, ανήκει στην ενεργειακή κατηγορία **B+**.

Τελική χρήση	Κτήριο αναφοράς	Υπάρχον κτήριο	Σενάριο 2
Θέρμανση	28,2	19,7	15,0
Ψύξη	22,3	20,5	18,3
ZNX	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	58,5	57,0	57,0
Συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ	0,0	19,6	19,6
Σύνολο	109,0	77,7	70,7

Κατάταξη	-	B+	B+
----------	---	----	----

Πίνακας 59: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m²) του κτηρίου για το Σενάριο 2 - Ζώνη Γ

3.7.4 Σενάριο 2 - Ζώνη Δ

ΕΝΕΡΓ. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ (kWh/m ²)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	5,7	4,1	1,9	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,9	5,2	19,4
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,6
Υγρανση	0,8	0,7	0,6	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,8	3,5
ΖΝΧ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Πίνακας 60: Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 2 - Ζώνη Δ

ΕΝΕΡΓ. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh/m ²)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	2,1	1,5	0,9	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,9	1,9	8,2
Ηλιακή ενέργεια για Θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	2,9	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	3,6
ΖΝΧ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	0,0	0,0	2,0	2,0	2,0	2,0	19,7
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,0	0,0	0,7	0,5	0,4	0,3	5,3
Σύνολο	4,1	3,5	2,9	2,4	2,3	4,9	0,0	0,0	2,3	2,3	2,9	3,9	31,5

Πίνακας 61: Ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 2 - Ζώνη Δ

ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ(kWh/m ²)	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ (kg/m ²)
Ηλεκτρισμός	26,8	26,5
Πετρέλαιο	0,0	0,0

Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	0,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	31,5	26,5

Πίνακας 62: Καταναλώσεις καυσίμου (kWh/m^2) και εκπομπές CO_2 υπολογισμένες στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 2 - Ζώνη Δ

Όπως προκύπτει από το λογισμικό, το κτήριο, για το παρόν σενάριο, ανήκει στην ενεργειακή κατηγορία **B+**.

Τελική χρήση	Κτήριο αναφοράς	Υπάρχον κτήριο	Σενάριο 2
Θέρμανση	32,0	33,6	23,8
Ψύξη	20,2	11,9	10,6
ZNX	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	58,5	57,0	57,0
Συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ	0,0	20,1	20,1
Σύνολο	110,6	82,5	71,3
Κατάταξη	-	B+	B+

Πίνακας 63: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m^2) του κτηρίου για το Σενάριο 2 - Ζώνη Δ

3.8 Σενάριο 3 – Αντικατάσταση Κουφωμάτων - Θερμομόνωση -

Προσθήκη Φωτοβολταϊκών Πλαισίων

Για το σενάριο 3, η επέμβαση που έχει γίνει σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση του κτηρίου είναι η αντικατάσταση των παλιών κουφωμάτων με άλλα ενεργειακά, η ενίσχυση της θερμομόνωσης της τοιχοποιίας και η προσθήκη μονοκρυσταλλικών φωτοβολταϊκών πάνελ, συνολικής παραγόμενης ισχύος 96kW, τα οποία καλύπτουν επιφάνεια $610 m^2$.

Στους μετέπειτα πίνακες φαίνονται τα αποτελέσματα των υπολογισμών των ενεργειακών απαιτήσεων του κτηρίου, οι ενεργειακές καταναλώσεις του, οι καταναλώσεις καυσίμου και εκπομπές CO_2 και τέλος η ενεργειακή του απόδοση και κατάταξη του, όπως παρουσιάζονται από το πρόγραμμα.

3.8.1 Σενάριο 3 - Ζώνη Α

ΕΝΕΡΓ. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ (kWh/m ²)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	0,2	0,2	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,6
Ψύξη	0	0	0	0	4,5	11,9	0	0	5,2	0	0	0	21,6
Υγρανση	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1
ZNX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Πίνακας 64: Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 3 - Ζώνη Α

ΕΝΕΡΓ. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh/m ²)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	0,5	0,4	0,4	0,3	0	0	0	0	0	0,4	0,4	0,4	2,9
Ηλιακή ενέργεια για Θέρμανση χώρων	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ψύξη	0	0	0	0	0,4	4,7	0	0	2,3	0	0	0	7,3
ZNX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Φωτισμός	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	0	0	2,0	2,0	2,0	2,0	19,7
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	1,6	1,9	2,6	3,2	3,8	3,8	0	0	3,3	2,6	2,1	1,7	26,7
Σύνολο	2,5	2,4	2,4	2,3	2,3	6,7	0	0	4,2	2,3	2,3	2,4	29,8

Πίνακας 65: Ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 3 - Ζώνη Α

ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ(kWh/m ²)	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ (kg/m ²)
Ηλεκτρισμός	3,5	3,5
Πετρέλαιο	0	0
Φυσικό αέριο	0	0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0	0
Ηλιακή	0	0

Βιομάζα	0	0
Γεωθερμία	0	0
Άλλο ΑΠΕ	0	0
Σύνολο	29,8	3,5

Πίνακας 66: Καταναλώσεις καυσίμου (kWh/m^2) και εκπομπές CO_2 υπολογισμένες στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 3 - Ζώνη Α

Όπως προκύπτει από το λογισμικό, το κτήριο, για το παρόν σενάριο, ανήκει στην ενεργειακή κατηγορία **A+**.

Τελική χρήση	Κτήριο αναφοράς	Υπάρχον κτήριο	Σενάριο 3
Θέρμανση	25	10,1	8,3
Ψύξη	30,7	25,2	21,2
ZNX	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	58,5	57,0	57,0
Συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ	0,0	21,9	78,3
Σύνολο	114,2	70,3	8,3
Κατάταξη	-	B+	A+

Πίνακας 67: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m^2) του κτηρίου για το Σενάριο 3 - Ζώνη Α

3.8.2 Σενάριο 3 - Ζώνη Β

ΕΝΕΡΓ. ΑΠΑΙΤΗΣΙΣ (kWh/m^2)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	0,3	0,2	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,9
Ψύξη	0	0	0	0	4,6	14,5	0	0	5,5	0	0	0	24,6
Υγραση	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2
ZNX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Πίνακας 68: Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m^2) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK για το Σενάριο 3 - Ζώνη Β

ΕΝΕΡΓ. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh/m^2)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	0,6	0,5	0,4	0,4	0	0	0	0	0	0,4	0,4	0,5	3,1
Ηλιακή ενέργεια για Θέρμανση χώρων	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Ψύξη	0	0	0	0	0,4	5,6	0	0	2,4	0	0	0	8,3
ZNX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Φωτισμός	2	2	2	2	2	2	0	0	2	2	2	2	19,7
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	1,8	2,0	2,6	3,0	3,5	3,7	0	0	3,2	2,7	2,0	1,7	26,3
Σύνολο	2,6	2,5	2,4	2,3	2,3	7,5	0	0	4,3	2,3	2,3	2,4	31,1

Πίνακας 69: Ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK για το Σενάριο 3 - Ζώνη Β

ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ(kWh/m ²)	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ (kg/m ²)
Ηλεκτρισμός	3,5	3,5
Πετρέλαιο	0	0
Φυσικό αέριο	0	0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0	0
Ηλιακή	0	0
Βιομάζα	0	0
Γεωθερμία	0	0
Άλλο ΑΠΕ	0	0
Σύνολο	31,1	3,5

Πίνακας 70: Καταναλώσεις καυσίμου (kWh/m²) και εκπομπές CO₂ υπολογισμένες στο λογισμικό TEE-KENAK για το Σενάριο 3 - Ζώνη Β

Όπως προκύπτει από το λογισμικό, το κτήριο στην παρούσα κατάσταση ανήκει στην ενεργειακή κατηγορία **A+**.

Τελική χρήση	Κτήριο αναφοράς	Υπάρχον κτήριο	Σενάριο 3
Θέρμανση	25,2	11,7	9,0
Ψύξη	33,8	26,8	24,0
ZNX	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	58,5	57,0	57,0
Συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ	0,0	21,6	77,6

Σύνολο	117,4	73,9	12,5
Κατάταξη	-	B+	A+

Πίνακας 71: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m²) του κτηρίου στην παρούσα κατάσταση για το Σενάριο 3 - Ζώνη Β

3.8.3 Σενάριο 3 - Ζώνη Γ

ΕΝΕΡΓ. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ (kWh/m ²)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	1,5	0,8	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,0	3,9
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,6
Υγρανση	0,5	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	1,4
ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Πίνακας 72: Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 3 - Ζώνη Γ

ΕΝΕΡΓ. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh/m ²)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	1,6	1,0	0,6	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,5	1,2	5,7
Ηλιακή ενέργεια για Θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	4,6	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	5,3
ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	0,0	0,0	2,0	2,0	2,0	2,0	19,7
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	1,6	1,7	2,3	2,8	3,3	3,5	0,0	0,0	2,9	2,3	1,7	1,5	23,6
Σύνολο	3,6	2,9	2,6	2,3	2,3	6,6	0,0	0,0	2,3	2,3	2,5	3,2	30,7

Πίνακας 73: Ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 3 - Ζώνη Γ

ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ(kWh/m ²)	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO2 (kg/m ²)
Ηλεκτρισμός	3,5	3,5
Πετρέλαιο	0,0	0,0

Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	0,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	30,7	3,5

Πίνακας 74: Καταναλώσεις καυσίμων (kWh/m^2) και εκπομπές CO_2 υπολογισμένες στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 3 - Ζώνη Γ

Όπως προκύπτει από το λογισμικό, το κτήριο, για το παρόν σενάριο, ανήκει στην ενεργειακή κατηγορία **A+**.

Τελική χρήση	Κτήριο αναφοράς	Υπάρχον κτήριο	Σενάριο 3
Θέρμανση	28,2	19,7	16,4
Ψύξη	22,3	20,5	15,5
ZNX	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	58,5	57,0	57,0
Συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ	0,0	19,6	71,7
Σύνολο	109,0	77,7	17,2
Κατάταξη	-	B+	A+

Πίνακας 75: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m^2) του κτηρίου για το Σενάριο 3 - Ζώνη Γ

3.8.4 Σενάριο 3 - Ζώνη Δ

ΕΝΕΡΓ. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ (kWh/m^2)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	2,8	1,9	0,7	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	2,6	8,9
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,6
Ύγρανση	0,8	0,6	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,7	2,8
ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Πίνακας 76: Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m^2) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 3 - Ζώνη Δ

ΕΝΕΡΓ. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh/m^2)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	2,7	1,9	0,9	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	1,0	2,5	9,8

Ηλιακή ενέργεια για Θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	3,8	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	4,5
ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	0,0	0,0	2,0	2,0	2,0	2,0	19,7
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	1,8	1,8	2,5	2,8	3,2	3,6	0,0	0,0	3,0	2,4	1,8	1,6	24,4
Σύνολο	4,7	3,8	2,9	2,4	2,3	5,8	0,0	0,0	2,3	2,3	2,9	4,5	34,0

Πίνακας 77: Ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 3 - Ζώνη Δ

ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ(kWh/m ²)	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ (kg/m ²)
Ηλεκτρισμός	11,1	11,0
Πετρέλαιο	0,0	0,0
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	0,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	34,0	11,0

Πίνακας 78: Καταναλώσεις καυσίμου (kWh/m²) και εκπομπές CO₂ υπολογισμένες στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 3 - Ζώνη Δ

Όπως προκύπτει από το λογισμικό, το κτήριο, για το παρόν σενάριο, ανήκει στην ενεργειακή κατηγορία **A+**.

Τελική χρήση	Κτήριο αναφοράς	Υπάρχον κτήριο	Σενάριο 3
Θέρμανση	32,0	33,6	28,4
Ψύξη	20,2	11,9	13,2
ZNX	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	58,5	57,0	57,0
Συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ	0,0	20,1	73,8
Σύνολο	110,6	82,5	24,8

Κατάταξη	-	B+	A+
-----------------	---	----	----

Πίνακας 79: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m^2) του κτηρίου για το Σενάριο 3 - Ζώνη Δ

3.9 Σενάριο 4 – Προσθήκη Αυτοματισμών

Για το σενάριο 4, η επέμβαση που έχει γίνει σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση του κτηρίου είναι η προσθήκη διατάξεων ελέγχου-αυτοματισμών τόσο για τη θέρμανση όσο και για τη ψύξη των χώρων, οι οποίες κατατάσσονται στην Κατηγορία Α σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017. Κάποιες λειτουργίες που επιτυγχάνονται είναι οι παρακάτω:

- Αυτόματη θερμοκρασιακή προσαρμογή του δικτύου διανομής στα θερμικά/ψυκτικά φορτία
- Αυτόματος ανεξάρτητος έλεγχος της λειτουργίας των τερματικών μονάδων ανά ζώνη και χώρο
- Αυτόματος έλεγχος προσαγωγής αέρα στο χώρο με βάση την ποιότητα του εσωτερικού αέρα

Στους παρακάτω πίνακες φαίνονται τα αποτελέσματα των υπολογισμών των ενεργειακών απαιτήσεων του κτηρίου, οι ενεργειακές καταναλώσεις του, οι καταναλώσεις καυσίμου και εκπομπές CO_2 και τέλος η ενεργειακή του απόδοση και κατάταξη του, όπως παρουσιάζονται από το πρόγραμμα.

3.9.1 Σενάριο 4 - Ζώνη Α

ΕΝΕΡΓ. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ (kWh/m^2)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	0,4	0,3	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	1,2
Ψύξη	0	0	0	0	4,1	11,8	0	0	5,1	0	0	0	20,9
Υγρανση	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2
ZNX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Πίνακας 80: Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m^2) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 4 - Ζώνη Α

ΕΝΕΡΓ. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh/m^2)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	0,5	0,4	0,3	0,2	0	0	0	0	0	0,2	0,2	0,4	2,3
Ηλιακή ενέργεια για Θέρμανση χώρων	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ψύξη	0	0	0	0	1,2	3,1	0	0	1,5	0	0	0	5,8

ZNX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Φωτισμός	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	0	0	2,0	2,0	2,0	2,0	19,7
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0,4	0,4	0,6	0,7	0,8	0,8	0	0	0,7	0,6	0,5	0,4	5,9
Σύνολο	2,5	2,4	2,3	2,2	3,2	5,1	0	0	3,4	2,2	2,2	2,3	27,7

Πίνακας 81: Ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 4 - Ζώνη Α

ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ(kWh/m ²)	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ (kg/m ²)
Ηλεκτρισμός	20,2	20,0
Πετρέλαιο	0	0
Φυσικό αέριο	0	0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0	0
Ηλιακή	0	0
Βιομάζα	0	0
Γεωθερμία	0	0
Άλλο ΑΠΕ	0	0
Σύνολο	27,7	20,0

Πίνακας 82: Καταναλώσεις καυσίμου (kWh/m²) και εκπομπές CO₂ υπολογισμένες στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 4 - Ζώνη Α

Όπως προκύπτει από το λογισμικό, το κτήριο, για το παρόν σενάριο, ανήκει στην ενεργειακή κατηγορία **B+**.

Τελική χρήση	Κτήριο αναφοράς	Υπάρχον κτήριο	Σενάριο 4
Θέρμανση	25	10,1	6,7
Ψύξη	30,7	25,2	16,8
ZNX	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	58,5	57,0	57,0
Συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ	0,0	21,9	21,9
Σύνολο	114,2	70,3	58,5
Κατάταξη	-	B+	B+

Πίνακας 83: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m²) του κτηρίου για το Σενάριο 4 - Ζώνη Α

3.9.2 Σενάριο 4 - Ζώνη Β

ΕΝΕΡΓ. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ (kWh/m ²)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	0,7	0,5	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,4	1,8
Ψύξη	0	0	0	0	4,2	12,7	0	0	5,4	0	0	0	22,3
Υγρανση	0,2	0,2	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,6
ZNX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Πίνακας 84: Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK για το Σενάριο 4 - Ζώνη Β

ΕΝΕΡΓ. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh/m ²)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	0,6	0,5	0,4	0,2	0	0	0	0	0	0,2	0,3	0,4	2,7
Ηλιακή ενέργεια για Θέρμανση χώρων	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ψύξη	0	0	0	0	1,3	3,3	0	0	1,6	0	0	0	6,2
ZNX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Φωτισμός	2	2	2	2	2	2	0	0	2	2	2	2	19,7
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0,4	0,4	0,6	0,7	0,8	0,8	0	0	0,7	0,6	0,4	0,4	5,8
Σύνολο	2,6	2,5	2,4	2,2	3,2	5,3	0	0	3,5	2,2	2,2	2,4	28,5

Πίνακας 85: Ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK για το Σενάριο 4 - Ζώνη Β

ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ(kWh/m ²)	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ (kg/m ²)
Ηλεκτρισμός	21	20,8
Πετρέλαιο	0	0
Φυσικό αέριο	0	0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0	0
Ηλιακή	0	0
Βιομάζα	0	0

Γεωθερμία	0	0
Άλλο ΑΠΕ	0	0
Σύνολο	28,5	20,8

Πίνακας 86: Καταναλώσεις καυσίμου (kWh/m^2) και εκπομπές CO_2 υπολογισμένες στο λογισμικό TEE-KENAK για το Σενάριο 4 - Ζώνη Β

Όπως προκύπτει από το λογισμικό, το κτήριο στην παρούσα κατάσταση ανήκει στην ενεργειακή κατηγορία **B+**.

Τελική χρήση	Κτήριο αναφοράς	Υπάρχον κτήριο	Σενάριο 4
Θέρμανση	25,2	11,7	7,7
Ψύξη	33,8	26,8	17,8
ZNX	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	58,5	57,0	57,0
Συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ	0,0	21,6	21,6
Σύνολο	117,4	73,9	61,0
Κατάταξη	-	B+	B+

Πίνακας 87: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m^2) του κτηρίου στην παρούσα κατάσταση για το Σενάριο 4 - Ζώνη Β

3.9.3 Σενάριο 4 - Ζώνη Γ

ΕΝΕΡΓ. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ (kWh/m^2)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	2,9	1,6	0,7	0,1	0	0	0	0	0	0	0,5	2,0	7,7
Ψύξη	0	0	0	0	0	11,6	0	0	0	0	0	0	11,6
Υγρανση	0,6	0,5	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,5	1,9
ZNX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Πίνακας 88: Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m^2) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 4 - Ζώνη Γ

ΕΝΕΡΓ. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh/m^2)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	1,3	0,8	0,5	0,3	0	0	0	0	0	0,2	0,4	1,0	4,5
Ηλιακή ενέργεια για Θέρμανση χώρων	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ψύξη	0	0	0	0	0,2	4,2	0	0	0,2	0	0	0	4,7
ZNX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Φωτισμός	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	0	0	2,0	2,0	2,0	2,0	19,7
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0	0	0,6	0,5	0,4	0,3	5,2
Σύνολο	3,3	2,8	2,5	2,2	2,2	6,2	0	0	2,2	2,2	2,4	2,9	28,9

Πίνακας 89: Ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m^2) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 4 - Ζώνη Γ

ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ(kWh/m^2)	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ (kg/m^2)
Ηλεκτρισμός	25,1	24,8
Πετρέλαιο	0	0
Φυσικό αέριο	0	0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0	0
Ηλιακή	0	0
Βιομάζα	0	0
Γεωθερμία	0	0
Άλλο ΑΠΕ	0	0
Σύνολο	28,9	24,8

Πίνακας 90: Καταναλώσεις καυσίμου (kWh/m^2) και εκπομπές CO₂ υπολογισμένες στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 4 - Ζώνη Γ

Όπως προκύπτει από το λογισμικό, το κτήριο, για το παρόν σενάριο, ανήκει στην ενεργειακή κατηγορία **B+**.

Τελική χρήση	Κτήριο αναφοράς	Υπάρχον κτήριο	Σενάριο 4
Θέρμανση	28,2	19,7	13,1
Ψύξη	22,3	20,5	13,7
ZNX	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	58,5	57,0	57,0
Συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ	0,0	19,6	19,6
Σύνολο	109,0	77,7	64,2
Κατάταξη	-	B+	B+

Πίνακας 91: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m^2) του κτηρίου για το Σενάριο 4 - Ζώνη Γ

3.9.4 Σενάριο 4 - Ζώνη Δ

ΕΝΕΡΓ. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ (kWh/m ²)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	4,9	3,4	1,5	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,5	4,5	16,3
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,9
Υγρανση	0,8	0,7	0,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,7	3,3
ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Πίνακας 92: Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 4 - Ζώνη Δ

ΕΝΕΡΓ. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh/m ²)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	2,1	1,5	0,8	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,8	1,9	7,7
Ηλιακή ενέργεια για Θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	2,3	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	2,7
ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	0,0	0,0	2,0	2,0	2,0	2,0	19,7
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,0	0,0	0,7	0,5	0,4	0,3	5,3
Σύνολο	4,1	3,5	2,8	2,3	2,2	4,2	0,0	0,0	2,2	2,2	2,8	3,9	30,1

Πίνακας 93: Ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 4 - Ζώνη Δ

ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ(kWh/m ²)	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO2 (kg/m ²)
Ηλεκτρισμός	24,6	24,3
Πετρέλαιο	0,0	0,0
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	0,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0

Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	30,1	24,3

Πίνακας 94: Καταναλώσεις καυσίμου (kWh/m^2) και εκπομπές CO_2 υπολογισμένες στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 4 - Ζώνη Δ

Όπως προκύπτει από το λογισμικό, το κτήριο, για το παρόν σενάριο, ανήκει στην ενεργειακή κατηγορία **B+**.

Τελική χρήση	Κτήριο αναφοράς	Υπάρχον κτήριο	Σενάριο 4
Θέρμανση	32,0	33,6	22,4
Ψύξη	20,2	11,9	7,9
ZNX	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	58,5	57,0	57,0
Συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ	0,0	20,1	20,1
Σύνολο	110,6	82,5	67,2
Κατάταξη	-	B+	B+

Πίνακας 95: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m^2) του κτηρίου για το Σενάριο 4 - Ζώνη Δ

3.10 Σενάριο 5 – Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας για Θέρμανση και Ψύξη – Προσθήκη Φωτοβολταϊκών Πλαισίων

Για το σενάριο 5, οι επεμβάσεις που έχουν γίνει σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση του κτηρίου είναι οι εξής:

- χρήση γεωθερμικών αντλιών θερμότητας με κατακόρυφους εναλλάκτες για την κάλυψη και των θερμικών και των ψυκτικών φορτίων, με COP=5 και EER=4 αντίστοιχα για τη θέρμανση και τη ψύξη.
- χρήση μονοκρυσταλλικών φωτοβολταϊκών πλαισίων συνολικής παραγόμενης ισχύος 128kW, τα οποία καλύπτουν επιφάνεια 820 m^2 .

Στους ακόλουθους πίνακες φαίνονται τα αποτελέσματα των υπολογισμών των ενεργειακών απαιτήσεων του κτηρίου, οι ενεργειακές καταναλώσεις του, οι καταναλώσεις καυσίμου και εκπομπές CO_2 και τέλος η ενεργειακή του απόδοση και κατάταξη του, όπως παρουσιάζονται από το πρόγραμμα.

3.10.1 Σενάριο 5 - Ζώνη Α

ΕΝΕΡΓ. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ (kWh/m^2)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	0,4	0,3	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	1,2
Ψύξη	0	0	0	0	4,1	11,8	0	0	5,1	0	0	0	20,9

Υγρανση	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2
ZNX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Πίνακας 96: Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 5 - Ζώνη Α

ΕΝΕΡΓ. (kWh/m ²)	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση		0,7	0,6	0,5	0,4	0	0	0	0	0	0,4	0,4	0,5	3,5
Ηλιακή ενέργεια για Θέρμανση χώρων		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ψύξη		0	0	0	0	1,8	4,7	0	0	2,2	0	0	0	8,7
ZNX		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Φωτισμός		2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	0	0	2,0	2,0	2,0	2,0	19,7
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ		2,0	2,3	3,2	3,9	4,6	4,6	0	0	4,0	3,1	2,5	2,0	32,0
Σύνολο		2,7	2,6	2,5	2,3	3,8	6,6	0	0	4,2	2,3	2,3	2,5	31,8

Πίνακας 97: Ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 5 - Ζώνη Α

ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ(kWh/m ²)	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ (kg/m ²)
Ηλεκτρισμός	3,5	3,5
Πετρέλαιο	0	0
Φυσικό αέριο	0	0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0	0
Ηλιακή	0	0
Βιομάζα	0	0
Γεωθερμία	0	0
Άλλο ΑΠΕ	0	0
Σύνολο	31,8	3,5

Πίνακας 98: Καταναλώσεις καυσίμων (kWh/m²) και εκπομπές CO₂ υπολογισμένες στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 5 - Ζώνη Α

Όπως προκύπτει από το λογισμικό, το κτήριο, για το παρόν σενάριο, ανήκει στην ενεργειακή κατηγορία **A+**.

Τελική χρήση	Κτήριο αναφοράς	Υπάρχον κτήριο	Σενάριο 5
Θέρμανση	25	10,1	10,1
Ψύξη	30,7	25,2	25,2
ZNX	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	58,5	57,0	57,0
Συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ	0,0	21,9	98,3
Σύνολο	114,2	70,3	-6,0
Κατάταξη	-	B+	A+

Πίνακας 99: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m^2) του κτηρίου για το Σενάριο 5 - Ζώνη Α

3.10.2 Σενάριο 5 - Ζώνη Β

ΕΝΕΡΓ. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ (kWh/m^2)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	0,7	0,5	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,4	1,8
Ψύξη	0	0	0	0	4,2	12,7	0	0	5,4	0	0	0	22,3
Υγρανση	0,2	0,2	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,6
ZNX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Πίνακας 100: Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m^2) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK για το Σενάριο 5 - Ζώνη Β

ΕΝΕΡΓ. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh/m^2)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	0,9	0,8	0,6	0,4	0	0	0	0	0	0,4	0,4	0,7	4,0
Ηλιακή ενέργεια για Θέρμανση χώρων	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ψύξη	0	0	0	0	1,9	5,0	0	0	2,3	0	0	0	9,2
ZNX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Φωτισμός	2	2	2	2	2	2	0	0	2	2	2	2	19,7
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	2,2	2,4	3,1	3,6	4,2	4,5	0	0	3,9	3,2	2,4	2,0	31,4
Σύνολο	2,9	2,7	2,5	2,3	3,9	7,0	0	0	4,3	2,3	2,3	2,6	32,9

Πίνακας 101: Ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK για το Σενάριο 5 - Ζώνη Β

ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ(kWh/m ²)	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ (kg/m ²)
Ηλεκτρισμός	3,5	3,5
Πετρέλαιο	0	0
Φυσικό αέριο	0	0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0	0
Ηλιακή	0	0
Βιομάζα	0	0
Γεωθερμία	0	0
Άλλο ΑΠΕ	0	0
Σύνολο	32,9	3,5

Πίνακας 102: Καταναλώσεις καυσίμων (kWh/m²) και εκπομπές CO₂ υπολογισμένες στο λογισμικό TEE-KENAK για το Σενάριο 5 - Ζώνη Β

Όπως προκύπτει από το λογισμικό, το κτήριο στην παρούσα κατάσταση ανήκει στην ενεργειακή κατηγορία **A+**.

Τελική χρήση	Κτήριο αναφοράς	Υπάρχον κτήριο	Σενάριο 5
Θέρμανση	25,2	11,7	11,7
Ψύξη	33,8	26,8	26,8
ZNX	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	58,5	57,0	57,0
Συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ	0,0	21,6	96,5
Σύνολο	117,4	73,9	-1,0
Κατάταξη	-	B+	A+

Πίνακας 103: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m²) του κτηρίου στην παρούσα κατάσταση για το Σενάριο 5 - Ζώνη Β

3.10.3 Σενάριο 5 - Ζώνη Γ

ΕΝΕΡΓ. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ (kWh/m ²)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	2,9	1,6	0,7	0,1	0	0	0	0	0	0	0,5	2,0	7,7
Ψύξη	0	0	0	0	0	11,6	0	0	0	0	0	0	11,6
Υγρανση	0,6	0,5	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,5	1,9

ZNX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Πίνακας 104: Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 5 - Ζώνη Γ

ΕΝΕΡΓ. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh/m ²)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	2,0	1,2	0,8	0,4	0	0	0	0	0	0,4	0,6	1,5	6,8
Ηλιακή ενέργεια για Θέρμανση χώρων	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ψύξη	0	0	0	0	0,4	6,4	0	0	0,3	0	0	0	7,1
ZNX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Φωτισμός	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	0	0	2,0	2,0	2,0	2,0	19,7
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	1,9	2,1	2,7	3,3	3,9	4,2	0	0	3,5	2,7	2,0	1,8	28,3
Σύνολο	3,9	3,2	2,7	2,4	2,3	8,3	0	0	2,3	2,3	2,6	3,4	33,5

Πίνακας 105: Ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 5 - Ζώνη Γ

ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ(kWh/m ²)	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ (kg/m ²)
Ηλεκτρισμός	3,5	3,5
Πετρέλαιο	0	0
Φυσικό αέριο	0	0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0	0
Ηλιακή	0	0
Βιομάζα	0	0
Γεωθερμία	0	0
Άλλο ΑΠΕ	0	0
Σύνολο	33,5	3,5

Πίνακας 106: Καταναλώσεις καυσίμου (kWh/m²) και εκπομπές CO₂ υπολογισμένες στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 5 - Ζώνη Γ

Όπως προκύπτει από το λογισμικό, το κτήριο, για το παρόν σενάριο, ανήκει στην ενεργειακή κατηγορία **A+**.

Τελική χρήση	Κτήριο αναφοράς	Υπάρχον κτήριο	Σενάριο 5
Θέρμανση	28,2	19,7	19,7
Ψύξη	22,3	20,5	20,5
ZNX	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	58,5	57,0	57,0
Συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ	0,0	19,6	82,0
Σύνολο	109,0	77,7	15,2
Κατάταξη	-	B+	A+

Πίνακας 107: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m²) του κτηρίου για το Σενάριο 5 - Ζώνη Γ

3.10.4 Σενάριο 5 – Ζώνη Δ

ΕΝΕΡΓ. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ (kWh/m ²)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	4,9	3,4	1,5	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,5	4,5	16,3
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,9
Υγρανση	0,8	0,7	0,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,7	3,3
ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Πίνακας 108: Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 5 - Ζώνη Δ

ΕΝΕΡΓ. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh/m ²)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	3,1	2,3	1,2	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	1,2	2,9	11,6
Ηλιακή ενέργεια για Θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	3,4	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	4,1
ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	0,0	0,0	2,0	2,0	2,0	2,0	19,7
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	2,1	2,2	3,0	3,3	3,8	4,3	0,0	0,0	3,6	2,9	2,1	1,9	29,2
Σύνολο	5,1	4,2	3,1	2,5	2,3	5,4	0,0	0,0	2,3	2,3	3,2	4,9	35,4

Πίνακας 109: Ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 5 - Ζώνη Δ

ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ(kWh/m ²)	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ (kg/m ²)
Ηλεκτρισμός	3,5	3,5
Πετρέλαιο	0,0	0,0
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	0,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	35,4	3,5

Πίνακας 110: Καταναλώσεις καυσίμου (kWh/m²) και εκπομπές CO₂ υπολογισμένες στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 5 - Ζώνη Δ

Όπως προκύπτει από το λογισμικό, το κτήριο, για το παρόν σενάριο, ανήκει στην ενεργειακή κατηγορία **A+**.

Τελική χρήση	Κτήριο αναφοράς	Υπάρχον κτήριο	Σενάριο 6
Θέρμανση	32,0	33,6	33,6
Ψύξη	20,2	11,9	11,9
ZNX	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	58,5	57,0	57,0
Συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ	0,0	20,1	84,6
Σύνολο	110,6	82,5	18,0
Κατάταξη	-	B+	A+

Πίνακας 111: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m²) του κτηρίου για το Σενάριο 5 - Ζώνη Δ

3.11 Σενάριο 6 – Τριπαραγωγή - Προσθήκη Φωτοβολταϊκών

Πλαισίων

Για το σενάριο 6, γίνεται χρήση ενός συστήματος τριπαραγωγής για την κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων του κτηρίου. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρησιμοποίηση μηχανών Stirling με πηγή ενέργειας τη βιομάζα. Επιπλέον, προστίθενται μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πλαίσια συνολικής παραγόμενης ισχύος 96kW, τα οποία καλύπτουν επιφάνεια 610 m².

Στους ακόλουθους πίνακες φαίνονται τα αποτελέσματα των υπολογισμών των ενεργειακών απαιτήσεων του κτηρίου, οι ενεργειακές καταναλώσεις του, οι καταναλώσεις καυσίμου και εκπομπές CO₂ και τέλος η ενεργειακή του απόδοση και κατάταξη του, όπως παρουσιάζονται από το πρόγραμμα.

3.11.1 Σενάριο 6 - Ζώνη Α

ΕΝΕΡΓ. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ (kWh/m ²)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,6
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	11,9	0,0	0,0	5,2	0,0	0,0	0,0	21,6
Υγρανση	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Πίνακας 112: Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 6 - Ζώνη Α

ΕΝΕΡΓ. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh/m ²)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	0,6	0,5	0,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4	0,5	3,1
Ηλιακή ενέργεια για Θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	7,6	0,0	0,0	3,5	0,0	0,0	0,0	11,5
ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	0,0	0,0	2,0	2,0	2,0	2,0	19,7
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	1,6	1,8	2,4	2,9	3,4	6,7	0,0	0,0	4,4	2,3	1,9	1,5	28,8
Σύνολο	2,6	2,5	2,4	2,3	2,3	9,6	0,0	0,0	5,5	2,3	2,3	2,4	34,3

Πίνακας 113: Ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 6 - Ζώνη Α

ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ(kWh/m ²)	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ (kg/m ²)
Ηλεκτρισμός	5,0	4,9
Πετρέλαιο	0,0	0,0
Φυσικό αέριο	0,0	0,0

Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	0,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	34,3	4,9

Πίνακας 114: Καταναλώσεις καυσίμου (kWh/m²) και εκπομπές CO₂ υπολογισμένες στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 6 - Ζώνη Α

Όπως προκύπτει από το λογισμικό, το κτήριο, για το παρόν σενάριο, ανήκει στην ενεργειακή κατηγορία **A+**.

Τελική χρήση	Κτήριο αναφοράς	Υπάρχον κτήριο	Σενάριο 6
Θέρμανση	25	10,1	9,1
Ψύξη	30,7	25,2	33,4
ZNX	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	58,5	57,0	57,0
Συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ	0,0	21,9	71,8
Σύνολο	114,2	70,3	27,7
Κατάταξη	-	B+	A+

Πίνακας 115: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m²) του κτηρίου για το Σενάριο 6 - Ζώνη Α

3.11.2 Σενάριο 6 - Ζώνη Β

ΕΝΕΡΓ. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ (kWh/m ²)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	0,7	0,5	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,4	1,8
Ψύξη	0	0	0	0	4,2	12,7	0	0	5,4	0	0	0	22,3
Υγρανση	0,2	0,2	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,6
ZNX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Πίνακας 116: Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK για το Σενάριο 6 - Ζώνη Β

ΕΝΕΡΓ. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh/m ²)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	1,0	0,8	0,6	0,4	0	0	0	0	0	0,4	0,4	0,7	4,2

Ηλιακή ενέργεια για Θέρμανση χώρων	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ψύξη	0	0	0	0	1,9	5,1	0	0	2,4	0	0	0	9,4
ZNX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Φωτισμός	2	2	2	2	2	2	0	0	2	2	2	2	19,7
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	1,6	1,8	2,3	2,7	3,2	3,3	0	0	2,9	2,4	1,8	1,5	23,4
Σύνολο	2,9	2,8	2,6	2,3	3,9	7,1	0	0	4,3	2,3	2,4	2,7	33,3

Πίνακας 117: Ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK για το Σενάριο 6 - Ζώνη Β

ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ(kWh/m ²)	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ (kg/m ²)
Ηλεκτρισμός	3,5	3,5
Πετρέλαιο	0	0
Φυσικό αέριο	0	0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0	0
Ηλιακή	0	0
Βιομάζα	0,9	0
Γεοθερμία	0	0
Άλλο ΑΠΕ	0	0
Σύνολο	33,3	3,5

Πίνακας 118: Καταναλώσεις καυσίμου (kWh/m²) και εκπομπές CO₂ υπολογισμένες στο λογισμικό TEE-KENAK για το Σενάριο 6 - Ζώνη Β

Όπως προκύπτει από το λογισμικό, το κτήριο στην παρούσα κατάσταση ανήκει στην ενεργειακή κατηγορία **A+**.

Τελική χρήση	Κτήριο αναφοράς	Υπάρχον κτήριο	Σενάριο 6
Θέρμανση	25,2	11,7	11,4
Ψύξη	33,8	26,8	26,4
ZNX	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	58,5	57,0	57,0
Συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ	0,0	21,6	72,3
Σύνολο	117,4	73,9	22,6

Κατάταξη	-	B+	A+
-----------------	---	----	----

Πίνακας 119: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m²) του κτηρίου στην παρούσα κατάσταση για το Σενάριο 6 - Ζώνη Β

3.11.3 Σενάριο 6 - Ζώνη Γ

ΕΝΕΡΓ. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ (kWh/m ²)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	2,9	1,6	0,7	0,1	0	0	0	0	0	0	0,5	2,0	7,7
Ψύξη	0	0	0	0	0	11,6	0	0	0	0	0	0	11,6
Υγρανση	0,6	0,5	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,5	1,9
ZNX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Πίνακας 120: Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 6 - Ζώνη Γ

ΕΝΕΡΓ. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh/m ²)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	4,4	2,6	1,4	0,5	0	0	0	0	0	0,4	1,1	3,1	13,4
Ηλιακή ενέργεια για Θέρμανση χώρων	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ψύξη	0	0	0	0	0,4	7,4	0	0	0,3	0	0	0	8,1
ZNX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Φωτισμός	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	0	0	2,0	2,0	2,0	2,0	19,7
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	1,4	1,6	2,0	2,5	2,9	3,1	0	0	2,6	2,0	1,5	1,3	21,0
Σύνολο	6,4	4,5	3,3	2,4	2,3	9,4	0	0	2,3	2,3	3,0	5,1	41,1

Πίνακας 121: Ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 6 - Ζώνη Γ

ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ(kWh/m ²)	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO2 (kg/m ²)
Ηλεκτρισμός	3,5	3,5
Πετρέλαιο	0	0
Φυσικό αέριο	0	0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0	0

Ηλιακή	0	0
Βιομάζα	23,2	0
Γεωθερμία	0	0
Άλλο ΑΠΕ	0	0
Σύνολο	41,1	3,5

Πίνακας 122: Καταναλώσεις καυσίμου (kWh/m²) και εκπομπές CO₂ υπολογισμένες στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 6 - Ζώνη Γ

Όπως προκύπτει από το λογισμικό, το κτήριο, για το παρόν σενάριο, ανήκει στην ενεργειακή κατηγορία Α+.

Τελική χρήση	Κτήριο αναφοράς	Υπάρχον κτήριο	Σενάριο 6
Θέρμανση	28,2	19,7	18,0
Ψύξη	22,3	20,5	10,1
ZNX	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	58,5	57,0	57,0
Συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ	0,0	19,6	55,0
Σύνολο	109,0	77,7	30,1
Κατάταξη	-	B+	A+

Πίνακας 123: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m²) του κτηρίου για το Σενάριο 6 - Ζώνη Γ

3.11.4 Σενάριο 6 - Ζώνη Δ

ΕΝΕΡΓ. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ (kWh/m ²)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	4,9	3,4	1,5	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,5	4,5	16,3
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,9
Υγρανση	0,8	0,7	0,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,7	3,3
ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Πίνακας 124: Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 6 - Ζώνη Δ

ΕΝΕΡΓ. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh/m ²)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	4,8	3,4	1,7	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	1,7	4,5	17,3
Ηλιακή ενέργεια για Θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	5,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	5,7
ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	0,0	0,0	2,0	2,0	2,0	2,0	19,7
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	1,6	1,6	2,2	2,5	2,8	3,2	0,0	0,0	2,7	2,2	1,6	1,4	21,7
Σύνολο	6,8	5,4	3,7	2,6	2,3	7,0	0,0	0,0	2,3	2,3	3,7	6,5	42,7

Πίνακας 125: Ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 6 - Ζώνη Δ

ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ(kWh/m ²)	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ (kg/m ²)
Ηλεκτρισμός	3,5	3,5
Πετρέλαιο	0,0	0,0
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	0,0	0,0
Βιομάζα	21,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	42,7	3,5

Πίνακας 126: Καταναλώσεις καυσίμου (kWh/m²) και εκπομπές CO₂ υπολογισμένες στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 6 - Ζώνη Δ

Όπως προκύπτει από το λογισμικό, το κτήριο, για το παρόν σενάριο, ανήκει στην ενεργειακή κατηγορία **A+**.

Τελική χρήση	Κτήριο αναφοράς	Υπάρχον κτήριο	Σενάριο 6
Θέρμανση	32,0	33,6	23,1
Ψύξη	20,2	11,9	9,0
ZNX	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	58,5	57,0	57,0
Συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ	0,0	20,1	64,3
Σύνολο	110,6	82,5	24,8
Κατάταξη	-	B+	A+

Πίνακας 127: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m²) του κτηρίου για το Σενάριο 6 - Ζώνη Δ

3.12 Σενάριο 7 – Λέβητας Βιομάζας για Θέρμανση – Προσθήκη

Φωτοβολταϊκών Πλαισίων

Για το σενάριο 7, γίνεται χρήση μιας συστοιχίας λεβήτων βιομάζας για την κάλυψη των θερμικών φορτίων του κτηρίου, με βαθμό απόδοσης ίσο με 0,93. Επιπλέον, προστίθενται μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πλαίσια συνολικής παραγόμενης ισχύος 128kW, τα οποία καλύπτουν επιφάνεια 820 m².

Στους παρακάτω πίνακες φαίνονται τα αποτελέσματα των υπολογισμών των ενεργειακών απαιτήσεων του κτηρίου, οι ενεργειακές καταναλώσεις του, οι καταναλώσεις καυσίμου και εκπομπές CO₂ και τέλος η ενεργειακή του απόδοση και κατάταξη του, όπως παρουσιάζονται από το πρόγραμμα.

3.12.1 Σενάριο 7 - Ζώνη Α

ΕΝΕΡΓ. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ (kWh/m ²)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	0,4	0,3	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	1,2
Ψύξη	0	0	0	0	4,1	11,8	0	0	5,1	0	0	0	20,9
Υγρανση	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2
ZNX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Πίνακας 128: Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 7 - Ζώνη Α

ΕΝΕΡΓ. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh/m ²)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	0,8	0,7	0,5	0,4	0	0	0	0	0	0,4	0,4	0,6	3,7
Ηλιακή ενέργεια για Θέρμανση χώρων	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ψύξη	0	0	0	0	0,4	4,7	0	0	2,2	0	0	0	7,2
ZNX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Φωτισμός	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	0	0	2,0	2,0	2,0	2,0	19,7
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	2,0	2,3	3,2	3,9	4,6	4,6	0	0	4,0	3,1	2,5	2,0	32,0

Σύνολο	2,8	2,6	2,5	2,3	2,3	6,6	0	0	4,2	2,3	2,3	2,6	30,6
--------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	---	---	-----	-----	-----	-----	------

Πίνακας 129: Ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 7 - Ζώνη Α

ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ(kWh/m ²)	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ (kg/m ²)
Ηλεκτρισμός	3,5	3,5
Πετρέλαιο	0	0
Φυσικό αέριο	0	0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0	0
Ηλιακή	0	0
Βιομάζα	1,3	0
Γεωθερμία	0	0
Άλλο ΑΠΕ	0	0
Σύνολο	30,6	3,5

Πίνακας 130: Καταναλώσεις καυσίμου (kWh/m²) και εκπομπές CO₂ υπολογισμένες στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 7 - Ζώνη Α

Όπως προκύπτει από το λογισμικό, το κτήριο, για το παρόν σενάριο, ανήκει στην ενεργειακή κατηγορία Α+.

Τελική χρήση	Κτήριο αναφοράς	Υπάρχον κτήριο	Σενάριο 7
Θέρμανση	25	10,1	8,3
Ψύξη	30,7	25,2	20,9
ZNX	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	58,5	57,0	57,0
Συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ	0,0	21,9	72,6
Σύνολο	114,2	70,3	13,7
Κατάταξη	-	B+	A+

Πίνακας 131: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m²) του κτηρίου για το Σενάριο 7 - Ζώνη Α

3.12.2 Σενάριο 7 - Ζώνη Β

ΕΝΕΡΓ. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ (kWh/m ²)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	0,7	0,5	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4	1,8
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	12,7	0,0	0,0	5,4	0,0	0,0	0,0	22,3

Υγρανση	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,6
ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Πίνακας 132: Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK για το Σενάριο 7 - Ζώνη Β

ΕΝΕΡΓ. (kWh/m ²)	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση		1,4	1,1	0,8	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,5	1,0	5,5
Ηλιακή ενέργεια για Θέρμανση χώρων		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ψύξη		0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	5,0	0,0	0,0	2,3	0,0	0,0	0,0	7,7
ZNX		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός		2	2	2	2	2	2	0,0	0,0	2	2	2	2	19,7
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ		2,2	2,4	3,1	3,6	4,2	4,5	0,0	0,0	3,9	3,2	2,4	2,0	31,4
Σύνολο		3,4	3,1	2,8	2,3	2,3	7,0	0,0	0,0	4,3	2,3	2,4	2,9	32,9

Πίνακας 133: Ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK για το Σενάριο 7 - Ζώνη Β

ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ(kWh/m ²)	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ (kg/m ²)
Ηλεκτρισμός	3,5	3,5
Πετρέλαιο	0	0
Φυσικό αέριο	0	0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0	0
Ηλιακή	0	0
Βιομάζα	3,1	0
Γεωθερμία	0	0
Άλλο ΑΠΕ	0	0
Σύνολο	32,9	3,5

Πίνακας 134: Καταναλώσεις καυσίμου (kWh/m²) και εκπομπές CO₂ υπολογισμένες στο λογισμικό TEE-KENAK για το Σενάριο 7 - Ζώνη Β

Όπως προκύπτει από το λογισμικό, το κτήριο στην παρούσα κατάσταση ανήκει στην ενεργειακή κατηγορία **A+**.

Τελική χρήση	Κτήριο αναφοράς	Υπάρχον κτήριο	Σενάριο 7
Θέρμανση	25,2	11,7	10,2
Ψύξη	33,8	26,8	26,8
ZNX	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	58,5	57,0	57,0
Συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ	0,0	21,6	71,8
Σύνολο	117,4	73,9	22,2
Κατάταξη	-	B+	A+

Πίνακας 135: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m²) του κτηρίου στην παρούσα κατάσταση για το Σενάριο 7 - Ζώνη Β

3.12.3 Σενάριο 7 - Ζώνη Γ

ΕΝΕΡΓ. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ (kWh/m ²)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	2,9	1,6	0,7	0,1	0	0	0	0	0	0	0,5	2,0	7,7
Ψύξη	0	0	0	0	0	11,6	0	0	0	0	0	0	11,6
Υγρανση	0,6	0,5	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,5	1,9
ZNX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Πίνακας 136: Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 7 - Ζώνη Γ

ΕΝΕΡΓ. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh/m ²)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	4,5	2,7	1,5	0,5	0	0	0	0	0	0,4	1,2	3,2	14,0
Ηλιακή ενέργεια για Θέρμανση χώρων	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ψύξη	0	0	0	0	0,4	4,6	0	0	0,3	0	0	0	5,3
ZNX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Φωτισμός	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	0	0	2,0	2,0	2,0	2,0	19,7
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	1,9	2,1	2,7	3,3	3,9	4,2	0	0	3,5	2,7	2,0	1,8	28,3
Σύνολο	6,5	4,7	3,4	2,5	2,3	6,5	0	0	2,3	2,3	3,1	5,2	38,9

Πίνακας 137: Ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 7 - Ζώνη Γ

ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ(kWh/m ²)	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ (kg/m ²)
Ηλεκτρισμός	3,5	3,5
Πετρέλαιο	0	0
Φυσικό αέριο	0	0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0	0
Ηλιακή	0	0
Βιομάζα	11,5	0
Γεωθερμία	0	0
Άλλο ΑΠΕ	0	0
Σύνολο	38,9	3,5

Πίνακας 138: Καταναλώσεις καυσίμου (kWh/m²) και εκπομπές CO₂ υπολογισμένες στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 7 - Ζώνη Γ

Όπως προκύπτει από το λογισμικό, το κτήριο, για το παρόν σενάριο, ανήκει στην ενεργειακή κατηγορία **A+**.

Τελική χρήση	Κτήριο αναφοράς	Υπάρχον κτήριο	Σενάριο 7
Θέρμανση	28,2	19,7	18,6
Ψύξη	22,3	20,5	15,3
ZNX	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	58,5	57,0	57,0
Συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ	0,0	19,6	70,0
Σύνολο	109,0	77,7	20,9
Κατάταξη	-	B+	A+

Πίνακας 139: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m²) του κτηρίου για το Σενάριο 7 - Ζώνη Γ

3.12.4 Σενάριο 7 - Ζώνη Δ

ΕΝΕΡΓ. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ (kWh/m ²)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	4,9	3,4	1,5	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,5	4,5	16,3
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,9
Ύγρανση	0,8	0,7	0,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,7	3,3

ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Πίνακας 140: Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 7 - Ζώνη Δ

ΕΝΕΡΓ. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh/m ²)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
Θέρμανση	7,3	5,2	2,6	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	2,6	6,8	25,9
Ηλιακή ενέργεια για Θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	3,4	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	4,1
ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	0,0	0,0	2,0	2,0	2,0	2,0	19,7
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	2,1	2,2	3,0	3,3	3,8	4,3	0,0	0,0	3,6	2,9	2,1	1,9	29,2
Σύνολο	9,3	7,2	4,6	2,9	2,3	5,4	0,0	0,0	2,3	2,3	4,6	8,8	49,7

Πίνακας 141: Ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m²) υπολογισμένες ανά μήνα στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 7 - Ζώνη Δ

ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ(kWh/m ²)	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ (kg/m ²)
Ηλεκτρισμός	3,5	3,5
Πετρέλαιο	0,0	0,0
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	0,0	0,0
Βιομάζα	23,4	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	49,7	3,5

Πίνακας 142: Καταναλώσεις καυσίμου (kWh/m²) και εκπομπές CO₂ υπολογισμένες στο λογισμικό TEE-KENAK – Σενάριο 7 - Ζώνη Δ

Όπως προκύπτει από το λογισμικό, το κτήριο, για το παρόν σενάριο, ανήκει στην ενεργειακή κατηγορία **A+**.

Τελική χρήση	Κτήριο αναφοράς	Υπάρχον κτήριο	Σενάριο 7
Θέρμανση	32,0	33,6	30,5
Ψύξη	20,2	11,9	11,9
ZNX	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	58,5	57,0	57,0
Συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ	0,0	20,1	70,4
Σύνολο	110,6	82,5	29,1
Κατάταξη	-	B+	A+

Πίνακας 143: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m^2) του κτηρίου για το Σενάριο 7 - Ζώνη Δ

3.13 Σύγκριση σεναρίων - Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης

Στους πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζονται συγκεντρωτικά για κάθε κλιματική ζώνη τα αποτελέσματα της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας, κατανάλωση καυσίμου, ενεργειακής κατάταξης και εκπομπών CO_2 της υφιστάμενης κατάστασης του κτηρίου καθώς και των σεναρίων που μελετήθηκαν.

3.13.1 Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης - Ζώνη Α

Τελική χρήση	Υπάρχον κτήριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3	Σενάριο 4	Σενάριο 5	Σενάριο 6	Σενάριο 7
Συνολική Κατανάλωση Πρωτογενούς Ενέργειας (kWh/m^2)	70,3	36,2	61,8	8,3	58,5	-6,0	27,7	13,7
Ετήσια Κατανάλωση Καυσίμου (kWh/m^2)	31,8	31,8	31,0	29,8	27,7	31,8	34,3	30,6
Ετήσιες Εκπομπές CO_2 (kg/m^2)	24	12,4	23,2	3,5	20,0	3,5	4,9	3,5
Ενεργειακή Κατάταξη	B+	A+	B+	A+	B+	A+	A+	A+

Πίνακας 144: Ενεργειακή κατάταξη, κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, κατανάλωση καυσίμου και εκπομπές CO_2 για το κτήριο στην παρούσα κατάσταση και για όλα τα σεναρία που μελετήθηκαν – Ζώνη Α

3.13.2 Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης - Ζώνη Β

Τελική χρήση	Υπάρχον κτήριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3	Σενάριο 4	Σενάριο 5	Σενάριο 6	Σενάριο 7
Συνολική Κατανάλωση Πρωτογενούς Ενέργειας (kWh/m^2)	73,9	40,2	72,0	12,5	61	-1,0	22,6	22,2
Ετήσια Κατανάλωση Καυσίμου (kWh/m^2)	32,9	32,9	32,3	31,1	28,5	32,9	33,3	32,9
Ετήσιες Εκπομπές CO_2 (kg/m^2)	25,2	13,7	24,5	3,5	20,8	3,5	3,5	3,5

Ενεργειακή Κατάταξη	B+	A	B+	A+	B+	A+	A+	A+
---------------------	----	---	----	----	----	----	----	----

Πίνακας 145: Ενεργειακή κατάταξη, κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, κατανάλωση καυσίμου και εκπομπές CO₂ για το κτήριο στην παρούσα κατάσταση και για όλα τα σενάρια που μελετήθηκαν – Ζώνη Β

3.13.3 Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης - Ζώνη Γ

Τελική χρήση	Υπάρχον κτήριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3	Σενάριο 4	Σενάριο 5	Σενάριο 6	Σενάριο 7
Συνολική Κατανάλωση Πρωτογενούς Ενέργειας (kWh/m ²)	77,7	47,5	70,7	17,2	64,2	15,2	30,1	20,9
Ετήσια Κατανάλωση Καυσίμου (kWh/m ²)	33,5	33,5	31,2	30,7	29,2	33,5	41,1	38,9
Ετήσιες Εκπομπές CO ₂ (kg/m ²)	30,9	20,3	28,5	3,5	24,7	3,5	3,5	3,5
Ενεργειακή Κατάταξη	B+	A	B+	A+	B+	A+	A+	A+

Πίνακας 146: Ενεργειακή κατάταξη, κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, κατανάλωση καυσίμου και εκπομπές CO₂ για το κτήριο στην παρούσα κατάσταση και για όλα τα σενάρια που μελετήθηκαν – Ζώνη Γ

3.13.4 Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης - Ζώνη Δ

Τελική χρήση	Υπάρχον κτήριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3	Σενάριο 4	Σενάριο 5	Σενάριο 6	Σενάριο 7
Συνολική Κατανάλωση Πρωτογενούς Ενέργειας (kWh/m ²)	82,5	51,2	71,3	24,8	67,2	18,0	24,8	29,1
Ετήσια Κατανάλωση Καυσίμου (kWh/m ²)	35,4	35,4	31,5	34,0	30,1	35,4	42,7	49,7
Ετήσιες Εκπομπές CO ₂ (kg/m ²)	30,2	19,3	26,5	11,0	24,3	3,5	3,5	3,5
Ενεργειακή Κατάταξη	B+	A	B+	A+	B+	A+	A+	A+

Πίνακας 147: Ενεργειακή κατάταξη, κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, κατανάλωση καυσίμου και εκπομπές CO₂ για το κτήριο στην παρούσα κατάσταση και για όλα τα σενάρια που μελετήθηκαν – Ζώνη Δ

3.14 Σύγκριση σεναρίων - Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται συγκεντρωτικά για κάθε κλιματική ζώνη τα αποτελέσματα της οικονομοτεχνικής ανάλυσης της υφιστάμενης κατάστασης του κτηρίου καθώς και των σεναρίων που μελετήθηκαν.

3.14.1 Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης - Ζώνη Α

Εξοικονόμηση και κόστη	Κτήριο αναφοράς	Υπάρχον κτήριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3	Σενάριο 4	Σενάριο 5	Σενάριο 6	Σενάριο 7
Λειτουργικό κόστος (€)	74849,8	46113,4	23736,0	44627,1	6635,0	38367,2	6635,0	9480,4	6927,0
Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			102500,0	22768,2	730720,0	45000,0	635000,0	3861970,0	269000,0
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)			34,1	2,3	57,8	11,8	76,3	38,4	52,4
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			64,0	4,2	117,8	22,1	143,1	78,2	106,7
Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			0,3	0,9	1,1	0,3	0,7	9,0	0,5
Μείωση εκπομπών CO ₂ (kg/m ²)			11,7	0,8	19,1	4,0	20,6	17,6	19,1
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			4,6	15,3	19,9	5,8	16,1	114,2	7,4

Πίνακας 148: Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης – Ζώνη Α

3.14.2 Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης - Ζώνη Β

Εξοικονόμηση και κόστη	Κτήριο αναφοράς	Υπάρχον κτήριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3	Σενάριο 4	Σενάριο 5	Σενάριο 6	Σενάριο 7
Λειτουργικό κόστος (€)	76938,8	48432,3	26374,2	47206,4	6635,0	39986,7	6635,0	6838,0	7365,5
Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			102500,0	22768,2	730720,0	45000,0	625000,0	3287500,0	281000,0
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)			33,6	1,9	57,0	12,9	74,9	51,3	51,8
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			58,8	3,3	108,0	22,5	130,8	89,7	98,1
Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			0,3	1,1	1,1	0,3	0,7	5,7	0,5
Μείωση εκπομπών CO ₂ (kg/m ²)			11,5	0,6	20,3	4,4	21,8	21,8	20,3
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			4,6	18,6	18,8	5,3	15,0	79,0	7,4

Πίνακας 149: Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης – Ζώνη Β

3.14.3 Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης - Ζώνη Γ

Εξοικονόμηση και κόστη	Κτήριο αναφοράς	Υπάρχον κτήριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3	Σενάριο 4	Σενάριο 5	Σενάριο 6	Σενάριο 7
Λειτουργικό κόστος (€)	76594,7	59255,2	38913,4	54801,7	6635,0	47637,2	6635,0	12045,6	9326,6
Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			102500,0	22768,2	730720,0	45000,0	615000,0	3272500,0	309000,0
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)			30,2	7,0	61,7	13,5	62,4	47,6	57,9
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			48,2	11,1	96,5	21,5	99,6	76,1	90,7
Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			0,3	0,3	1,1	0,3	0,9	6,0	0,5
Μείωση εκπομπών CO ₂ (kg/m ²)			10,6	2,3	26,5	6,1	27,4	26,5	26,5
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			5,0	5,1	14,3	3,9	11,7	99,7	6,4

Πίνακας 150: Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης – Ζώνη Γ

3.14.4 Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης - Ζώνη Δ

Εξοικονόμηση και κόστη	Κτήριο αναφοράς	Υπάρχον κτήριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3	Σενάριο 4	Σενάριο 5	Σενάριο 6	Σενάριο 7
Λειτουργικό κόστος (€)	76440,8	58065,3	37151,4	50863,4	21153,1	46740,0	6635,0	11528,2	12111,4
Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			102500,0	22768,2	730720,0	45000,0	615000,0	3052500,0	355000,0
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)			31,2	11,2	57,7	15,2	64,5	57,7	53,3
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			46,6	16,7	86,1	22,8	96,3	86,2	79,6
Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			0,3	0,2	1,1	0,3	0,9	4,7	0,6

Μείωση εκπομπών CO ₂ (kg/m ²)			10,9	3,8	19,2	5,9	26,8	26,8	26,8
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			4,9	3,2	19,8	4,0	12,0	65,6	7,7

Πίνακας 151: Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης – Ζώνη Δ

3.15 Αποτελέσματα ΑΗΡ

Πίνακας Διμερούς Σύγκρισης (Pair-wise Comparison Matrix)

	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 3	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 4	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 5	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 6
ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1	1	0,333333333	0,2	2	0,142857143	0,111111111
ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2	3	1	0,333333333	5,00000000	0,2	0,142857143
ΚΡΙΤΗΡΙΟ 3	5	3	1	5,00	0,20000	0,142857143
ΚΡΙΤΗΡΙΟ 4	0,5	0,2	0,2	1	0,142857143	0,111111111
ΚΡΙΤΗΡΙΟ 5	7	5	5	7,00	1	1
ΚΡΙΤΗΡΙΟ 6	9	7	7,00000	9,00	1	1
ΑΘΡΟΙΣΜΑ	25,5	16,53333333	13,73333333	29	2,685714286	2,507936508

Πίνακας 152: Πίνακας Διμερούς Σύγκρισης Μεθόδου ΑΗΡ – ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ

Κανονικοποιημένος Πίνακας Διμερούς Σύγκρισης (Normalised Pair-wise Comparison Matrix)

	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 3	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 4	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 5	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 6	ΒΑΡΗ
ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1	0,039215686	0,02016129	0,014563107	0,068965517	0,053191489	0,044303797	0,040066815
ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2	0,117647059	0,060483871	0,024271845	0,172413793	0,074468085	0,056962025	0,084374446
ΚΡΙΤΗΡΙΟ 3	0,196078431	0,181451613	0,072815534	0,172413793	0,074468085	0,056962025	0,125698247
ΚΡΙΤΗΡΙΟ 4	0,019607843	0,012096774	0,014563107	0,034482759	0,053191489	0,044303797	0,029707628
ΚΡΙΤΗΡΙΟ 5	0,274509804	0,302419355	0,36407767	0,24137931	0,372340426	0,398734177	0,32557679
ΚΡΙΤΗΡΙΟ 6	0,352941176	0,423387097	0,509708738	0,310344828	0,372340426	0,398734177	0,394576074

Πίνακας 153: Κανονικοποιημένος Πίνακας Διμερούς Σύγκρισης Μεθόδου ΑΗΡ - ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ

Υπολογισμός Συνέπειας

	ΒΑΡΗ						WEIGHTED SUM VALUE
	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 3	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 4	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 5	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 6	
ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1	0,040066815	0,028124815	0,025139649	0,059415257	0,04651097	0,043841786	0,243099292
ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2	0,120200444	0,084374446	0,041899416	0,148538141	0,065115358	0,056368011	0,516495816
ΚΡΙΤΗΡΙΟ 3	0,200334073	0,253123339	0,125698247	0,148538141	0,065115358	0,056368011	0,849177169
ΚΡΙΤΗΡΙΟ 4	0,020033407	0,016874889	0,025139649	0,029707628	0,04651097	0,043841786	0,18210833

ΚΡΙΤΗΡΙΟ 5	0,280467702	0,421872232	0,628491235	0,207953398	0,32557679	0,394576074	2,25893743
ΚΡΙΤΗΡΙΟ 6	0,360601331	0,590621124	0,879887729	0,267368654	0,32557679	0,394576074	2,818631702

Πίνακας 154: Υπολογισμός Συνέπειας – ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ

Με βάση τα στοιχεία του παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι:

- $\lambda_{max} = 6,52603754$
- $CI = 0,105207508$
- $CR = \frac{0,105207508}{1,24} = 0,084844765$

Αφού ο λόγος συνέπειας $CR < 0,1$, η συνέπεια είναι αποδεκτή.

3.16 Αποτελέσματα PROMETHEE II

Τα κριτήρια τα οποία επιλέχθηκαν για να αξιολογηθούν τα επιλεγμένα σενάρια και στη συνέχεια να προκύψει η κατάταξή τους με τη μέθοδο PROMETHEE II είναι τα παρακάτω:

- **Κριτήριο 1:** Συνολική Κατανάλωση Πρωτογενούς Ενέργειας (Ποσοτικό Κριτήριο)
- **Κριτήριο 2:** Ετήσιες Εκπομπές CO_2 (Ποσοτικό Κριτήριο)
- **Κριτήριο 3:** Ενεργειακή Κατάταξη (Ποιοτικό Κριτήριο)
- **Κριτήριο 4:** Λειτουργικό Κόστος (Ποσοτικό Κριτήριο)
- **Κριτήριο 5:** Αρχικό Κόστος Επένδυσης (Ποσοτικό Κριτήριο)
- **Κριτήριο 6:** Περίοδος Αποπληρωμής (Ποσοτικό Κριτήριο)

Η «Ενεργειακή Κατάταξη» αποτελεί ποιοτικό κριτήριο και για αυτό το λόγο χρησιμοποιείται μια κλίμακα 3 σημείων ώστε να μετατραπεί σε ποσοτικό. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η αντιστοίχιση των ενεργειακών κλάσεων με αριθμούς.

Κλίμακα 3 σημείων	
A+	3
A	2
B+	1

Τα κριτήρια «Συνολική Κατανάλωση Πρωτογενούς Ενέργειας», «Ετήσιες Εκπομπές CO_2 », «Λειτουργικό Κόστος», «Αρχικό Κόστος Επένδυσης» και «Περίοδος Αποπληρωμής» θεωρούνται μη ευεργετικά κριτήρια (non-beneficial criteria), δηλαδή όσο μεγαλύτερη τιμή έχουν, τόσο επηρεάζουν αρνητικά την κατάταξη ενός

εναλλακτικού σεναρίου. Αντιθέτως το κριτήριο της «Ενεργειακής Κατάταξης» θεωρείται ευεργετικό κριτήριο (beneficial criteria) αφού όσο μεγαλύτερη τιμή έχει, επηρεάζει θετικά τη συνολική κατάταξη ενός σεναρίου.

3.16.1 Αποτελέσματα PROMETHEE II – Ζώνη Α

Πίνακας Αξιολόγησης

	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 3	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 4	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 5	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 6
ΣΕΝΑΡΙΟ 1	36,2	12,4	3	23736,00	102500	4,6
ΣΕΝΑΡΙΟ 2	61,8	23,2	1	44627,1	22768,2	15,3
ΣΕΝΑΡΙΟ 3	8,3	3,5	3	6635	730720	19,9
ΣΕΝΑΡΙΟ 4	58,5	20	1	38367,2	45000	5,8
ΣΕΝΑΡΙΟ 5	-6	3,5	3	6635	635000	16,1
ΣΕΝΑΡΙΟ 6	27,7	4,9	3	9480,4	3861970	114,2
ΣΕΝΑΡΙΟ 7	13,7	3,5	3	6927	269000	7,4
MIN	-6	3,5	1	6635	22768,2	4,6
MAX	61,8	23,2	3	44627,1	3861970	114,2

Πίνακας 155: Πίνακας Αξιολόγησης Μεθόδου PROMETHEE II – ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ – Ζώνη Α

Κανονικοποίηση Πίνακα Αξιολόγησης

Προκειμένου να γίνει η κανονικοποίηση του Πίνακα Αξιολόγησης, χρησιμοποιούνται οι εξής τύποι:

- Για τα ευεργετικά κριτήρια:

$$R_{ij} = \frac{g_i(a_j) - \min [g_i(a_j)]}{\max [g_i(a_j)] - \min [g_i(a_j)]} \quad , i = 1, 2, \dots, k \quad , j = 1, 2, \dots, n$$

- Για τα μη ευεργετικά κριτήρια:

$$R_{ij} = \frac{\max [g_i(a_j)] - g_i(a_j)}{\max [g_i(a_j)] - \min [g_i(a_j)]} \quad , i = 1, 2, \dots, k \quad , j = 1, 2, \dots, n$$

Έτσι προκύπτει ο παρακάτω κανονικοποιημένος πίνακας:

	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 3	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 4	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 5	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 6
ΣΕΝΑΡΙΟ 1	0,377581121	0,54822335	1	0,549880107	0,979232194	1
ΣΕΝΑΡΙΟ 2	0	0	0	0	1	0,902372263
ΣΕΝΑΡΙΟ 3	0,789085546	1	1	1	0,815599222	0,86040146
ΣΕΝΑΡΙΟ 4	0,048672566	0,162436548	0	0,164768465	0,994209265	0,989051095
ΣΕΝΑΡΙΟ 5	1	1	1	1	0,840531488	0,895072993
ΣΕΝΑΡΙΟ 6	0,502949853	0,92893401	1	0,925105482	0	0
ΣΕΝΑΡΙΟ 7	0,709439528	1	1	0,992314192	0,935863804	0,974452555

Πίνακας 156: Κανονικοποιημένος Πίνακας Αξιολόγησης Μεθόδου PROMETHEE II – ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ – Ζώνη Α

Υπολογισμός της διαφοράς του i-οστού εναλλακτικού σεναρίου με τα υπόλοιπα
σενάρια

	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 3	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 4	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 5	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 6
d12	0,377581121	0,54822335	1	0,549880107	-0,020767806	0,097627737
d13	-0,411504425	-0,45177665	0	-0,450119893	0,163632972	0,13959854
d14	0,328908555	0,385786802	1	0,385111642	-0,014977072	0,010948905
d15	-0,622418879	-0,45177665	0	-0,450119893	0,138700706	0,104927007
d16	-0,125368732	-0,38071066	0	-0,375225376	0,979232194	1
d17	-0,331858407	-0,45177665	0	-0,442434085	0,04336839	0,025547445
d21	-0,377581121	-0,54822335	-1	-0,549880107	0,020767806	-0,097627737
d23	-0,789085546	-1	-1	-1	0,184400778	0,041970803
d24	-0,048672566	-0,162436548	0	-0,164768465	0,005790735	-0,086678832
d25	-1	-1	-1	-1	0,159468512	0,00729927
d26	-0,502949853	-0,92893401	-1	-0,925105482	1	0,902372263
d27	-0,709439528	-1	-1	-0,992314192	0,064136196	-0,072080292
d31	0,411504425	0,45177665	0	0,450119893	-0,163632972	-0,13959854
d32	0,789085546	1	1	1	-0,184400778	-0,041970803
d34	0,740412979	0,837563452	1	0,835231535	-0,178610043	-0,128649635
d35	-0,210914454	0	0	0	-0,024932266	-0,034671533
d36	0,286135693	0,07106599	0	0,074894518	0,815599222	0,86040146
d37	0,079646018	0	0	0,007685808	-0,120264582	-0,114051095
d41	-0,328908555	-0,385786802	-1	-0,385111642	0,014977072	-0,010948905
d42	0,048672566	0,162436548	0	0,164768465	-0,005790735	0,086678832
d43	-0,740412979	-0,837563452	-1	-0,835231535	0,178610043	0,128649635
d45	-0,951327434	-0,837563452	-1	-0,835231535	0,153677778	0,093978102
d46	-0,454277286	-0,766497462	-1	-0,760337017	0,994209265	0,989051095
d47	-0,660766962	-0,837563452	-1	-0,827545727	0,058345461	0,01459854
d51	0,622418879	0,45177665	0	0,450119893	-0,138700706	-0,104927007
d52	1	1	1	1	-0,159468512	-0,00729927
d53	0,210914454	0	0	0	0,024932266	0,034671533
d54	0,951327434	0,837563452	1	0,835231535	-0,153677778	-0,093978102
d56	0,497050147	0,07106599	0	0,074894518	0,840531488	0,895072993
d57	0,290560472	0	0	0,007685808	-0,095332316	-0,079379562
d61	0,125368732	0,38071066	0	0,375225376	-0,979232194	-1
d62	0,502949853	0,92893401	1	0,925105482	-1	-0,902372263
d63	-0,286135693	-0,07106599	0	-0,074894518	-0,815599222	-0,86040146
d64	0,454277286	0,766497462	1	0,760337017	-0,994209265	-0,989051095
d65	-0,497050147	-0,07106599	0	-0,074894518	-0,840531488	-0,895072993
d67	-0,206489676	-0,07106599	0	-0,067208709	-0,935863804	-0,974452555
d71	0,331858407	0,45177665	0	0,442434085	-0,04336839	-0,025547445
d72	0,709439528	1	1	0,992314192	-0,064136196	0,072080292
d73	-0,079646018	0	0	-0,007685808	0,120264582	0,114051095

d74	0,660766962	0,837563452	1	0,827545727	-0,058345461	-0,01459854
d75	-0,290560472	0	0	-0,007685808	0,095332316	0,079379562
d76	0,206489676	0,07106599	0	0,067208709	0,935863804	0,974452555

Πίνακας 157: Υπολογισμός της διαφοράς των εναλλακτικών σεναρίων – Ζώνη Α

Υπολογισμός της Συνάρτησης Προτίμησης (Preference Function)

Η συνάρτηση προτίμησης που χρησιμοποιήθηκε είναι η εξής:

$$P_j(a, b) = \begin{cases} 0, & d_j(a, b) < 0 \\ d_j(a, b), & d_j(a, b) > 0 \end{cases}$$

Με βάση την παραπάνω συνάρτηση προκύπτει ο παρακάτω πίνακας προτίμησης:

	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 3	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 4	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 5	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 6
P12	0,377581121	0,54822335	1	0,549880107	0	0,097627737
P13	0	0	0	0	0,163632972	0,13959854
P14	0,328908555	0,385786802	1	0,385111642	0	0,010948905
P15	0	0	0	0	0,138700706	0,104927007
P16	0	0	0	0	0,979232194	1
P17	0	0	0	0	0,04336839	0,025547445
P21	0	0	0	0	0,020767806	0
P23	0	0	0	0	0,184400778	0,041970803
P24	0	0	0	0	0,005790735	0
P25	0	0	0	0	0,159468512	0,00729927
P26	0	0	0	0	1	0,902372263
P27	0	0	0	0	0,064136196	0
P31	0,411504425	0,45177665	0	0,450119893	0	0
P32	0,789085546	1	1	1	0	0
P34	0,740412979	0,837563452	1	0,835231535	0	0
P35	0	0	0	0	0	0
P36	0,286135693	0,07106599	0	0,074894518	0,815599222	0,86040146
P37	0,079646018	0	0	0,007685808	0	0
P41	0	0	0	0	0,014977072	0
P42	0,048672566	0,162436548	0	0,164768465	0	0,086678832
P43	0	0	0	0	0,178610043	0,128649635
P45	0	0	0	0	0,153677778	0,093978102
P46	0	0	0	0	0,994209265	0,989051095
P47	0	0	0	0	0,058345461	0,01459854
P51	0,622418879	0,45177665	0	0,450119893	0	0
P52	1	1	1	1	0	0
P53	0,210914454	0	0	0	0,024932266	0,034671533

P54	0,951327434	0,837563452	1	0,835231535	0	0
P56	0,497050147	0,07106599	0	0,074894518	0,840531488	0,895072993
P57	0,290560472	0	0	0,007685808	0	0
P61	0,125368732	0,38071066	0	0,375225376	0	0
P62	0,502949853	0,92893401	1	0,925105482	0	0
P63	0	0	0	0	0	0
P64	0,454277286	0,766497462	1	0,760337017	0	0
P65	0	0	0	0	0	0
P67	0	0	0	0	0	0
P71	0,331858407	0,45177665	0	0,442434085	0	0
P72	0,709439528	1	1	0,992314192	0	0,072080292
P73	0	0	0	0	0,120264582	0,114051095
P74	0,660766962	0,837563452	1	0,827545727	0	0
P75	0	0	0	0	0,095332316	0,079379562
P76	0,206489676	0,07106599	0	0,067208709	0,935863804	0,974452555

Πίνακας 158: Πίνακας Προτίμησης της Μεθόδου PROMETHEE II – TEE KENAK – Ζώνη Α

Υπολογισμός της Συγκεντρωτικής Συνάρτησης Προτίμησης (Aggregated Preference Function)

	BAPH						$\sum_{j=1}^n w_j P_j(a, b)$
	0,040067	0,084374	0,125698	0,029708	0,325577	0,394576	
wj*P12	0,015128	0,046256	0,125698	0,016336	0	0,038522	0,24193996
wj*P13	0	0	0	0	0,053275	0,055082	0,10835734
wj*P14	0,013178	0,032551	0,125698	0,011441	0	0,00432	0,18718804
wj*P15	0	0	0	0	0,045158	0,041402	0,08655942
wj*P16	0	0	0	0	0,318815	0,394576	0,71339135
wj*P17	0	0	0	0	0,01412	0,01008	0,02420015
wj*P21	0	0	0	0	0,006762	0	0,00676152
wj*P23	0	0	0	0	0,060037	0,016561	0,07659729
wj*P24	0	0	0	0	0,001885	0	0,00188533
wj*P25	0	0	0	0	0,051919	0,00288	0,05479936
wj*P26	0	0	0	0	0,325577	0,356055	0,68163129
wj*P27	0	0	0	0	0,020881	0	0,02088126
wj*P31	0,016488	0,038118	0	0,013372	0	0	0,06797807
wj*P32	0,031616	0,084374	0,125698	0,029708	0	0	0,27139647
wj*P34	0,029666	0,070669	0,125698	0,024813	0	0	0,25084594
wj*P35	0	0	0	0	0	0	0
wj*P36	0,011465	0,005996	0	0,002225	0,26554	0,339494	0,62471964
wj*P37	0,003191	0	0	0,000228	0	0	0,00341949
wj*P41	0	0	0	0	0,004876	0	0,00487619
wj*P42	0,00195	0,013705	0	0,004895	0	0,034201	0,05475192
wj*P43	0	0	0	0	0,058151	0,050762	0,10891335
wj*P45	0	0	0	0	0,050034	0,037082	0,08711543

wj*P46	0	0	0	0	0,323691	0,390256	0,71394736
wj*P47	0	0	0	0	0,018996	0,00576	0,02475616
wj*P51	0,024938	0,038118	0	0,013372	0	0	0,07642874
wj*P52	0,040067	0,084374	0,125698	0,029708	0	0	0,27984714
wj*P53	0,008451	0	0	0	0,008117	0,013681	0,03024859
wj*P54	0,038117	0,070669	0,125698	0,024813	0	0	0,25929661
wj*P56	0,019915	0,005996	0	0,002225	0,273658	0,353174	0,65496824
wj*P57	0,011642	0	0	0,000228	0	0	0,01187016
wj*P61	0,005023	0,032122	0	0,011147	0	0	0,04829243
wj*P62	0,020152	0,078378	0,125698	0,027483	0	0	0,25171083
wj*P63	0	0	0	0	0	0	0
wj*P64	0,018201	0,064673	0,125698	0,022588	0	0	0,2311603
wj*P65	0	0	0	0	0	0	0
wj*P67	0	0	0	0	0	0	0
wj*P71	0,013297	0,038118	0	0,013144	0	0	0,06455858
wj*P72	0,028425	0,084374	0,125698	0,029479	0	0,028441	0,29641814
wj*P73	0	0	0	0	0,039155	0,045002	0,08415719
wj*P74	0,026475	0,070669	0,125698	0,024584	0	0	0,24742645
wj*P75	0	0	0	0	0,031038	0,031321	0,06235927
wj*P76	0,008273	0,005996	0	0,001997	0,304696	0,384496	0,70545734

Πίνακας 159: Αποτελέσματα Συγκεντρωτικής Συνάρτησης Προτίμησης - Μέθοδος PROMETHEE II – TEE KENAK – Ζώνη Α

Στη συνέχεια υπολογίζονται οι θετικές και αρνητικές ροές υπεροχής.

	ΣΕΝΑΡΙΟ 1	ΣΕΝΑΡΙΟ 2	ΣΕΝΑΡΙΟ 3	ΣΕΝΑΡΙΟ 4	ΣΕΝΑΡΙΟ 5	ΣΕΝΑΡΙΟ 6	ΣΕΝΑΡΙΟ 7	ΘΕΤΙΚΗ ΡΟΗ φ+
ΣΕΝΑΡΙΟ 1	–	0,241939964	0,108357342	0,187188042	0,086559417	0,713391348	0,02420015	0,226939378
ΣΕΝΑΡΙΟ 2	0,006761516	–	0,076597288	0,00188533	0,054799364	0,681631295	0,02088126	0,140426008
ΣΕΝΑΡΙΟ 3	0,067978071	0,271396466	–	0,25	0,00000	0,624719644	0,00341949	0,203059935
ΣΕΝΑΡΙΟ 4	0,004876187	0,054751922	0,108913352	–	0,087115428	0,713947359	0,02475616	0,165726735
ΣΕΝΑΡΙΟ 5	0,076428741	0,279847136	0,030248595	0,26	–	0,654968239	0,01187016	0,21877658
ΣΕΝΑΡΙΟ 6	0,048292433	0,251710828	0,00000	0,23	0	–	0	0,08852726
ΣΕΝΑΡΙΟ 7	0,064558581	0,296418135	0,08415719	0,25	0,062359265	0,705457345	–	0,243396161
ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΡΟΗ φ-	0,044815921	0,232677409	0,068045628	0,196300444	0,048472246	0,682352538	0,01418787	

Πίνακας 160: Υπολογισμός Θετικών και Αρνητικών Ροών Υπεροχής - Μέθοδος PROMETHEE II – TEE KENAK – Ζώνη Α

Τέλος γίνεται η κατάταξη των σεναρίων, όπως φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα.

	ΘΕΤΙΚΗ ΡΟΗ φ+	ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΡΟΗ φ-	ΚΑΘΑΡΗ ΡΟΗ φ	ΚΑΤΑΤΑΞΗ
ΣΕΝΑΡΙΟ 1	0,226939378	0,044815921	0,182123456	2
ΣΕΝΑΡΙΟ 2	0,140426008	0,232677409	-0,092251401	6
ΣΕΝΑΡΙΟ 3	0,203059935	0,068045628	0,135014307	4
ΣΕΝΑΡΙΟ 4	0,165726735	0,196300444	-0,030573709	5
ΣΕΝΑΡΙΟ 5	0,21877658	0,048472246	0,170304334	3
ΣΕΝΑΡΙΟ 6	0,08852726	0,682352538	-0,593825278	7
ΣΕΝΑΡΙΟ 7	0,243396161	0,01418787	0,229208291	1

Πίνακας 161: Υπολογισμός Καθαρών Ροών Υπεροχής και Κατάταξη σεναρίων - Μέθοδος PROMETHEE II – TEE KENAK – Ζώνη Α

3.16.2 Αποτελέσματα PROMETHEE II– Ζώνη Β

Πίνακας Αξιολόγησης

	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 3	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 4	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 5	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 6
ΣΕΝΑΡΙΟ 1	40,2	13,7	2	26374,2	102500	4,6
ΣΕΝΑΡΙΟ 2	72	24,5	1	47206,4	22768,2	18,6
ΣΕΝΑΡΙΟ 3	12,5	3,5	3	6635	730720	18,8
ΣΕΝΑΡΙΟ 4	61	20,8	1	39986,7	45000	5,3
ΣΕΝΑΡΙΟ 5	-1	3,5	3	6635	625000	15
ΣΕΝΑΡΙΟ 6	22,6	3,5	3	6838	3287500	79
ΣΕΝΑΡΙΟ 7	22,2	3,5	3	7365,5	281000	7,4
MIN	-1	3,5	1	6635	22768,2	4,6
MAX	72	24,5	3	47206,4	3287500	79

Πίνακας 162: Πίνακας Αξιολόγησης Μεθόδου PROMETHEE II – ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ – Ζώνη Β

Κανονικοποίηση Πίνακα Αξιολόγησης

Προκειμένου να γίνει η κανονικοποίηση του Πίνακα Αξιολόγησης, χρησιμοποιούνται οι εξής τύποι:

- Για τα ευεργετικά κριτήρια:

$$R_{ij} = \frac{g_i(a_j) - \min [g_i(a_j)]}{\max [g_i(a_j)] - \min [g_i(a_j)]} \quad , i = 1,2, \dots k \quad , j = 1,2, \dots , n$$

- Για τα μη ευεργετικά κριτήρια:

$$R_{ij} = \frac{\max [g_i(a_j)] - g_i(a_j)}{\max [g_i(a_j)] - \min [g_i(a_j)]} \quad , i = 1,2, \dots k \quad , j = 1,2, \dots , n$$

Έτσι προκύπτει ο παρακάτω κανονικοποιημένος πίνακας:

	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 3	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 4	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 5	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 6
ΣΕΝΑΡΙΟ 1	0,435616438	0,514285714	0,5	0,51347008	0,975577841	1
ΣΕΝΑΡΙΟ 2	0	0	0	0	1	0,811827957
ΣΕΝΑΡΙΟ 3	0,815068493	1	1	1	0,783151621	0,809139785
ΣΕΝΑΡΙΟ 4	0,150684932	0,176190476	0	0,177950477	0,993190314	0,990591398
ΣΕΝΑΡΙΟ 5	1	1	1	1	0,815534066	0,860215054
ΣΕΝΑΡΙΟ 6	0,676712329	1	1	0,994996475	0	0
ΣΕΝΑΡΙΟ 7	0,682191781	1	1	0,981994706	0,920902599	0,962365591

Πίνακας 163: Κανονικοποιημένος Πίνακας Αξιολόγησης Μεθόδου PROMETHEE II – ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ – Ζώνη Β

Υπολογισμός της διαφοράς του i-οστού εναλλακτικού σεναρίου με τα υπόλοιπα σενάρια

	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 3	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 4	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 5	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 6
d12	0,435616438	0,514285714	0,5	0,51347008	-0,024422159	0,188172043
d13	-0,379452055	-0,485714286	-0,5	-0,48652992	0,19242622	0,190860215
d14	0,284931507	0,338095238	0,5	0,335519602	-0,017612473	0,009408602
d15	-0,564383562	-0,485714286	-0,5	-0,48652992	0,160043774	0,139784946
d16	-0,24109589	-0,485714286	-0,5	-0,481526395	0,975577841	1
d17	-0,246575342	-0,485714286	-0,5	-0,468524626	0,054675242	0,037634409
d21	-0,435616438	-0,514285714	-0,5	-0,51347008	0,024422159	-0,188172043
d23	-0,815068493	-1	-1	-1	0,216848379	0,002688172
d24	-0,150684932	-0,176190476	0	-0,177950477	0,006809686	-0,178763441
d25	-1	-1	-1	-1	0,184465934	-0,048387097
d26	-0,676712329	-1	-1	-0,994996475	1	0,811827957
d27	-0,682191781	-1	-1	-0,981994706	0,079097401	-0,150537634
d31	0,379452055	0,485714286	0,5	0,48652992	-0,19242622	-0,190860215
d32	0,815068493	1	1	1	-0,216848379	-0,002688172
d34	0,664383562	0,823809524	1	0,822049523	-0,210038693	-0,181451613
d35	-0,184931507	0	0	0	-0,032382446	-0,051075269
d36	0,138356164	0	0	0,005003525	0,783151621	0,809139785
d37	0,132876712	0	0	0,018005294	-0,137750979	-0,153225806
d41	-0,284931507	-0,338095238	-0,5	-0,335519602	0,017612473	-0,009408602
d42	0,150684932	0,176190476	0	0,177950477	-0,006809686	0,178763441
d43	-0,664383562	-0,823809524	-1	-0,822049523	0,210038693	0,181451613
d45	-0,849315068	-0,823809524	-1	-0,822049523	0,177656247	0,130376344
d46	-0,526027397	-0,823809524	-1	-0,817045998	0,993190314	0,990591398
d47	-0,531506849	-0,823809524	-1	-0,804044228	0,072287714	0,028225806
d51	0,564383562	0,485714286	0,5	0,48652992	-0,160043774	-0,139784946
d52	1	1	1	1	-0,184465934	0,048387097
d53	0,184931507	0	0	0	0,032382446	0,051075269
d54	0,849315068	0,823809524	1	0,822049523	-0,177656247	-0,130376344
d56	0,323287671	0	0	0,005003525	0,815534066	0,860215054
d57	0,317808219	0	0	0,018005294	-0,105368533	-0,102150538
d61	0,24109589	0,485714286	0,5	0,481526395	-0,975577841	-1
d62	0,676712329	1	1	0,994996475	-1	-0,811827957
d63	-0,138356164	0	0	-0,005003525	-0,783151621	-0,809139785
d64	0,526027397	0,823809524	1	0,817045998	-0,993190314	-0,990591398
d65	-0,323287671	0	0	-0,005003525	-0,815534066	-0,860215054
d67	-0,005479452	0	0	0,01300177	-0,920902599	-0,962365591
d71	0,246575342	0,485714286	0,5	0,468524626	-0,054675242	-0,037634409
d72	0,682191781	1	1	0,981994706	-0,079097401	0,150537634
d73	-0,132876712	0	0	-0,018005294	0,137750979	0,153225806
d74	0,531506849	0,823809524	1	0,804044228	-0,072287714	-0,028225806
d75	-0,317808219	0	0	-0,018005294	0,105368533	0,102150538
d76	0,005479452	0	0	-0,01300177	0,920902599	0,962365591

Πίνακας 164: Υπολογισμός της διαφοράς των εναλλακτικών σεναρίων – Ζώνη Β

Υπολογισμός της Συνάρτησης Προτίμησης (Preference Function)

Η συνάρτηση προτίμησης που χρησιμοποιήθηκε είναι η εξής:

$$P_j(a, b) = \begin{cases} 0, & d_j(a, b) < 0 \\ d_j(a, b), & d_j(a, b) > 0 \end{cases}$$

Με βάση την παραπάνω συνάρτηση προκύπτει ο παρακάτω πίνακας προτίμησης:

	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 3	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 4	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 5	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 6
P12	0,435616438	0,514285714	0,5	0,51347008	0	0,188172043
P13	0	0	0	0	0,19242622	0,190860215
P14	0,284931507	0,338095238	0,5	0,335519602	0	0,009408602
P15	0	0	0	0	0,160043774	0,139784946
P16	0	0	0	0	0,975577841	1
P17	0	0	0	0	0,054675242	0,037634409
P21	0	0	0	0	0,024422159	0
P23	0	0	0	0	0,216848379	0,002688172
P24	0	0	0	0	0,006809686	0
P25	0	0	0	0	0,184465934	0
P26	0	0	0	0	1	0,811827957
P27	0	0	0	0	0,079097401	0
P31	0,379452055	0,485714286	0,5	0,48652992	0	0
P32	0,815068493	1	1	1	0	0
P34	0,664383562	0,823809524	1	0,822049523	0	0
P35	0	0	0	0	0	0
P36	0,138356164	0	0	0,005003525	0,783151621	0,809139785
P37	0,132876712	0	0	0,018005294	0	0
P41	0	0	0	0	0,017612473	0
P42	0,150684932	0,176190476	0	0,177950477	0	0,178763441
P43	0	0	0	0	0,210038693	0,181451613
P45	0	0	0	0	0,177656247	0,130376344
P46	0	0	0	0	0,993190314	0,990591398
P47	0	0	0	0	0,072287714	0,028225806
P51	0,564383562	0,485714286	0,5	0,48652992	0	0
P52	1	1	1	1	0	0,048387097
P53	0,184931507	0	0	0	0,032382446	0,051075269
P54	0,849315068	0,823809524	1	0,822049523	0	0
P56	0,323287671	0	0	0,005003525	0,815534066	0,860215054
P57	0,317808219	0	0	0,018005294	0	0
P61	0,24109589	0,485714286	0,5	0,481526395	0	0

P62	0,676712329	1	1	0,994996475	0	0
P63	0	0	0	0	0	0
P64	0,526027397	0,823809524	1	0,817045998	0	0
P65	0	0	0	0	0	0
P67	0	0	0	0,01300177	0	0
P71	0,246575342	0,485714286	0,5	0,468524626	0	0
P72	0,682191781	1	1	0,981994706	0	0,150537634
P73	0	0	0	0	0,137750979	0,153225806
P74	0,531506849	0,823809524	1	0,804044228	0	0
P75	0	0	0	0	0,105368533	0,102150538
P76	0,005479452	0	0	0	0,920902599	0,962365591

Πίνακας 165: Πίνακας Προτίμησης της Μεθόδου PROMETHEE II – TEE KENAK – Ζώνη Β

Υπολογισμός της Συγκεντρωτικής Συνάρτησης Προτίμησης (Aggregated Preference Function)

	BAPH						$\sum_{j=1}^n w_j P_j(a, b)$
	0,040067	0,084374	0,125698	0,029708	0,325577	0,394576	
wj*P12	0,017454	0,043393	0,062849	0,015254	0	0,074248	0,21319762
wj*P13	0	0	0	0	0,06265	0,075309	0,13795839
wj*P14	0,011416	0,028527	0,062849	0,009967	0	0,003712	0,11647192
wj*P15	0	0	0	0	0,052107	0,055156	0,10726233
wj*P16	0	0	0	0	0,317626	0,394576	0,71220158
wj*P17	0	0	0	0	0,017801	0,01485	0,03265063
wj*P21	0	0	0	0	0,007951	0	0,00795129
wj*P23	0	0	0	0	0,070601	0,001061	0,07166149
wj*P24	0	0	0	0	0,002217	0	0,00221708
wj*P25	0	0	0	0	0,060058	0	0,06005783
wj*P26	0	0	0	0	0,325577	0,320328	0,64590468
wj*P27	0	0	0	0	0,025752	0	0,02575228
wj*P31	0,015203	0,040982	0,062849	0,014454	0	0	0,13348808
wj*P32	0,032657	0,084374	0,125698	0,029708	0	0	0,27243752
wj*P34	0,02662	0,069508	0,125698	0,024421	0	0	0,24624759
wj*P35	0	0	0	0	0	0	0
wj*P36	0,005543	0	0	0,000149	0,254976	0,319267	0,57993532
wj*P37	0,005324	0	0	0,000535	0	0	0,00585884
wj*P41	0	0	0	0	0,005734	0	0,00573421
wj*P42	0,006037	0,014866	0	0,005286	0	0,070536	0,0967257
wj*P43	0	0	0	0	0,068384	0,071596	0,13998019
wj*P45	0	0	0	0	0,057841	0,051443	0,10928414
wj*P46	0	0	0	0	0,32336	0,390864	0,71422338
wj*P47	0	0	0	0	0,023535	0,011137	0,03467243
wj*P51	0,022613	0,040982	0,062849	0,014454	0	0	0,1408977
wj*P52	0,040067	0,084374	0,125698	0,029708	0	0,019092	0,29893953

wj*P53	0,00741	0	0	0	0,010543	0,020153	0,03810567
wj*P54	0,034029	0,069508	0,125698	0,024421	0	0	0,25365721
wj*P56	0,012953	0	0	0,000149	0,265519	0,33942	0,61804099
wj*P57	0,012734	0	0	0,000535	0	0	0,01326846
wj*P61	0,00966	0,040982	0,062849	0,014305	0	0	0,12779595
wj*P62	0,027114	0,084374	0,125698	0,029559	0	0	0,26674539
wj*P63	0	0	0	0	0	0	0
wj*P64	0,021076	0,069508	0,125698	0,024272	0	0	0,24055546
wj*P65	0	0	0	0	0	0	0
wj*P67	0	0	0	0,000386	0	0	0,00038625
wj*P71	0,009879	0,040982	0,062849	0,013919	0	0	0,12762924
wj*P72	0,027333	0,084374	0,125698	0,029173	0	0,059399	0,32597723
wj*P73	0	0	0	0	0,044849	0,060459	0,10530776
wj*P74	0,021296	0,069508	0,125698	0,023886	0	0	0,24038875
wj*P75	0	0	0	0	0,034306	0,040306	0,07461171
wj*P76	0,00022	0	0	0	0,299825	0,379726	0,67977049

Πίνακας 166: Αποτελέσματα Συγκεντρωτικής Συνάρτησης Προτίμησης - Μέθοδος PROMETHEE II – TEE KENAK – Ζώνη Β

Στη συνέχεια υπολογίζονται οι θετικές και αρνητικές ροές υπεροχής.

	ΣΕΝΑΡΙΟ 1	ΣΕΝΑΡΙΟ 2	ΣΕΝΑΡΙΟ 3	ΣΕΝΑΡΙΟ 4	ΣΕΝΑΡΙΟ 5	ΣΕΝΑΡΙΟ 6	ΣΕΝΑΡΙΟ 7	ΘΕΤΙΚΗ ΡΟΗ φ+
ΣΕΝΑΡΙΟ 1	–	0,213197623	0,137958385	0,116471921	0,107262334	0,712201576	0,03265063	0,219957078
ΣΕΝΑΡΙΟ 2	0,007951288	–	0,071661488	0,00221708	0,060057827	0,645904678	0,02575228	0,135590772
ΣΕΝΑΡΙΟ 3	0,133488083	0,27243752	–	0,25	0,00000	0,579935324	0,00585884	0,206327894
ΣΕΝΑΡΙΟ 4	0,005734212	0,096725702	0,139980188	–	0,109284137	0,714223379	0,03467243	0,183436675
ΣΕΝΑΡΙΟ 5	0,140897699	0,298939527	0,038105668	0,25	–	0,618040992	0,01326846	0,227151592
ΣΕΝΑΡΙΟ 6	0,127795949	0,266745386	0,00000	0,24	0	–	0,00038625	0,105913841
ΣΕΝΑΡΙΟ 7	0,127629241	0,325977227	0,105307759	0,24	0,074611707	0,679770493	–	0,25894753
ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΡΟΗ φ-	0,090582745	0,245670498	0,082168915	0,183256336	0,058536001	0,658346074	0,01876481	

Πίνακας 167: Υπολογισμός Θετικών και Αρνητικών Ροών Υπεροχής - Μέθοδος PROMETHEE II – TEE KENAK – Ζώνη Β

Τέλος γίνεται η κατάταξη των σεναρίων, όπως φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα.

	ΘΕΤΙΚΗ ΡΟΗ φ+	ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΡΟΗ φ-	ΚΑΘΑΡΗ ΡΟΗ φ	ΚΑΤΑΤΑΞΗ
ΣΕΝΑΡΙΟ 1	0,219957078	0,090582745	0,129374332	3
ΣΕΝΑΡΙΟ 2	0,135590772	0,245670498	-0,110079725	6
ΣΕΝΑΡΙΟ 3	0,206327894	0,082168915	0,124158979	4
ΣΕΝΑΡΙΟ 4	0,183436675	0,183256336	0,000180339	5
ΣΕΝΑΡΙΟ 5	0,227151592	0,058536001	0,168615592	2
ΣΕΝΑΡΙΟ 6	0,105913841	0,658346074	-0,552432232	7
ΣΕΝΑΡΙΟ 7	0,25894753	0,018764814	0,240182716	1

Πίνακας 168: Υπολογισμός Καθαρών Ροών Υπεροχής και Κατάταξη σεναρίων - Μέθοδος PROMETHEE II – TEE KENAK – Ζώνη Β

3.16.3 Αποτελέσματα PROMETHEE II – Ζώνη Γ

Πίνακας Αξιολόγησης

	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 3	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 4	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 5	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 6
ΣΕΝΑΡΙΟ 1	45,7	20,3	2	38913,4	102500	5
ΣΕΝΑΡΙΟ 2	70,7	28,5	1	54801,7	22768,2	5,1
ΣΕΝΑΡΙΟ 3	17,2	3,5	3	6635	730720	14,3
ΣΕΝΑΡΙΟ 4	64,2	24,7	1	47637,2	45000	3,9
ΣΕΝΑΡΙΟ 5	15,2	3,5	3	6635	615000	11,7
ΣΕΝΑΡΙΟ 6	30,1	3,5	3	12045,6	3272500	99,7
ΣΕΝΑΡΙΟ 7	20,9	3,5	3	9326,6	309000	6,4
MIN	15,2	3,5	1	6635	22768,2	3,9
MAX	70,7	28,5	3	54801,7	3272500	99,7

Πίνακας 169: Πίνακας Αξιολόγησης Μεθόδου PROMETHEE II – ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ – Ζώνη Γ

Κανονικοποίηση Πίνακα Αξιολόγησης

Προκειμένου να γίνει η κανονικοποίηση του Πίνακα Αξιολόγησης, χρησιμοποιούνται οι εξής τύποι:

- Για τα ευεργετικά κριτήρια:

$$R_{ij} = \frac{g_i(a_j) - \min [g_i(a_j)]}{\max [g_i(a_j)] - \min [g_i(a_j)]} \quad , i = 1, 2, \dots, k \quad , j = 1, 2, \dots, n$$

- Για τα μη ευεργετικά κριτήρια:

$$R_{ij} = \frac{\max [g_i(a_j)] - g_i(a_j)}{\max [g_i(a_j)] - \min [g_i(a_j)]} \quad , i = 1, 2, \dots, k \quad , j = 1, 2, \dots, n$$

Έτσι προκύπτει ο παρακάτω κανονικοποιημένος πίνακας:

	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 3	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 4	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 5	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 6
ΣΕΝΑΡΙΟ 1	0,45045045	0,328	0,5	0,329860671	0,975465114	0,988517745
ΣΕΝΑΡΙΟ 2	0	0	0	0	1	0,987473904
ΣΕΝΑΡΙΟ 3	0,963963964	1	1	1	0,782150699	0,891440501
ΣΕΝΑΡΙΟ 4	0,117117117	0,152	0	0,148743842	0,993158882	1
ΣΕΝΑΡΙΟ 5	1	1	1	1	0,817759792	0,918580376
ΣΕΝΑΡΙΟ 6	0,731531532	1	1	0,887669282	0	0
ΣΕΝΑΡΙΟ 7	0,897297297	1	1	0,94411907	0,911921408	0,973903967

Πίνακας 170: Κανονικοποιημένος Πίνακας Αξιολόγησης Μεθόδου PROMETHEE II – ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ – Ζώνη Γ

Υπολογισμός της διαφοράς του i-οστού εναλλακτικού σεναρίου με τα υπόλοιπα σενάρια

	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 3	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 4	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 5	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 6
d12	0,45045045	0,328	0,5	0,329860671	-0,024534886	0,001043841

d13	-0,513513514	-0,672	-0,5	-0,670139329	0,193314414	0,097077244
d14	0,333333333	0,176	0,5	0,18111683	-0,017693768	-0,011482255
d15	-0,54954955	-0,672	-0,5	-0,670139329	0,157705322	0,06993737
d16	-0,281081081	-0,672	-0,5	-0,557808611	0,975465114	0,988517745
d17	-0,446846847	-0,672	-0,5	-0,614258398	0,063543705	0,014613779
d21	-0,45045045	-0,328	-0,5	-0,329860671	0,024534886	-0,001043841
d23	-0,963963964	-1	-1	-1	0,217849301	0,096033403
d24	-0,117117117	-0,152	0	-0,148743842	0,006841118	-0,012526096
d25	-1	-1	-1	-1	0,182240208	0,068893528
d26	-0,731531532	-1	-1	-0,887669282	1	0,987473904
d27	-0,897297297	-1	-1	-0,94411907	0,088078592	0,013569937
d31	0,513513514	0,672	0,5	0,670139329	-0,193314414	-0,097077244
d32	0,963963964	1	1	1	-0,217849301	-0,096033403
d34	0,846846847	0,848	1	0,851256158	-0,211008182	-0,108559499
d35	-0,036036036	0	0	0	-0,035609092	-0,027139875
d36	0,232432432	0	0	0,112330718	0,782150699	0,891440501
d37	0,066666667	0	0	0,05588093	-0,129770709	-0,082463466
d41	-0,333333333	-0,176	-0,5	-0,18111683	0,017693768	0,011482255
d42	0,117117117	0,152	0	0,148743842	-0,006841118	0,012526096
d43	-0,846846847	-0,848	-1	-0,851256158	0,211008182	0,108559499
d45	-0,882882883	-0,848	-1	-0,851256158	0,17539909	0,081419624
d46	-0,614414414	-0,848	-1	-0,73892544	0,993158882	1
d47	-0,78018018	-0,848	-1	-0,795375228	0,081237473	0,026096033
d51	0,54954955	0,672	0,5	0,670139329	-0,157705322	-0,06993737
d52	1	1	1	1	-0,182240208	-0,068893528
d53	0,036036036	0	0	0	0,035609092	0,027139875
d54	0,882882883	0,848	1	0,851256158	-0,17539909	-0,081419624
d56	0,268468468	0	0	0,112330718	0,817759792	0,918580376
d57	0,102702703	0	0	0,05588093	-0,094161617	-0,055323591
d61	0,281081081	0,672	0,5	0,557808611	-0,975465114	-0,988517745
d62	0,731531532	1	1	0,887669282	-1	-0,987473904
d63	-0,232432432	0	0	-0,112330718	-0,782150699	-0,891440501
d64	0,614414414	0,848	1	0,73892544	-0,993158882	-1
d65	-0,268468468	0	0	-0,112330718	-0,817759792	-0,918580376
d67	-0,165765766	0	0	-0,056449788	-0,911921408	-0,973903967
d71	0,446846847	0,672	0,5	0,614258398	-0,063543705	-0,014613779
d72	0,897297297	1	1	0,94411907	-0,088078592	-0,013569937
d73	-0,066666667	0	0	-0,05588093	0,129770709	0,082463466
d74	0,78018018	0,848	1	0,795375228	-0,081237473	-0,026096033
d75	-0,102702703	0	0	-0,05588093	0,094161617	0,055323591
d76	0,165765766	0	0	0,056449788	0,911921408	0,973903967

Πίνακας 171: Υπολογισμός της διαφοράς των εναλλακτικών σεναρίων – Ζώνη Γ

Υπολογισμός της Συνάρτησης Προτίμησης (Preference Function)

Η συνάρτηση προτίμησης που χρησιμοποιήθηκε είναι η εξής:

$$P_j(a, b) = \begin{cases} 0, & d_j(a, b) < 0 \\ d_j(a, b), & d_j(a, b) > 0 \end{cases}$$

Με βάση την παραπάνω συνάρτηση προκύπτει ο παρακάτω πίνακας προτίμησης:

	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 3	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 4	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 5	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 6
P12	0,45045045	0,328	0,5	0,329860671	0	0,001043841
P13	0	0	0	0	0,193314414	0,097077244
P14	0,333333333	0,176	0,5	0,18111683	0	0
P15	0	0	0	0	0,157705322	0,06993737
P16	0	0	0	0	0,975465114	0,988517745
P17	0	0	0	0	0,063543705	0,014613779
P21	0	0	0	0	0,024534886	0
P23	0	0	0	0	0,217849301	0,096033403
P24	0	0	0	0	0,006841118	0
P25	0	0	0	0	0,182240208	0,068893528
P26	0	0	0	0	1	0,987473904
P27	0	0	0	0	0,088078592	0,013569937
P31	0,513513514	0,672	0,5	0,670139329	0	0
P32	0,963963964	1	1	1	0	0
P34	0,846846847	0,848	1	0,851256158	0	0
P35	0	0	0	0	0	0
P36	0,232432432	0	0	0,112330718	0,782150699	0,891440501
P37	0,066666667	0	0	0,05588093	0	0
P41	0	0	0	0	0,017693768	0,011482255
P42	0,117117117	0,152	0	0,148743842	0	0,012526096
P43	0	0	0	0	0,211008182	0,108559499
P45	0	0	0	0	0,17539909	0,081419624
P46	0	0	0	0	0,993158882	1
P47	0	0	0	0	0,081237473	0,026096033
P51	0,54954955	0,672	0,5	0,670139329	0	0
P52	1	1	1	1	0	0
P53	0,036036036	0	0	0	0,035609092	0,027139875
P54	0,882882883	0,848	1	0,851256158	0	0
P56	0,268468468	0	0	0,112330718	0,817759792	0,918580376
P57	0,102702703	0	0	0,05588093	0	0
P61	0,281081081	0,672	0,5	0,557808611	0	0
P62	0,731531532	1	1	0,887669282	0	0
P63	0	0	0	0	0	0
P64	0,614414414	0,848	1	0,73892544	0	0
P65	0	0	0	0	0	0

P67	0	0	0	0	0	0
P71	0,446846847	0,672	0,5	0,614258398	0	0
P72	0,897297297	1	1	0,94411907	0	0
P73	0	0	0	0	0,129770709	0,082463466
P74	0,78018018	0,848	1	0,795375228	0	0
P75	0	0	0	0	0,094161617	0,055323591
P76	0,165765766	0	0	0,056449788	0,911921408	0,973903967

Πίνακας 172: Πίνακας Προτίμησης της Μεθόδου PROMETHEE II – TEE KENAK – Ζώνη Γ

Υπολογισμός της Συγκεντρωτικής Συνάρτησης Προτίμησης (Aggregated Preference Function)

	BAPH						$\sum_{j=1}^n w_j P_j(a, b)$
	0,040066815	0,084374446	0,125698247	0,029707628	0,32557679	0,394576074	
wj*P12	0,018048	0,027675	0,062849	0,009799	0	0,000412	0,11878331
wj*P13	0	0	0	0	0,062939	0,038304	0,10124304
wj*P14	0,013356	0,01485	0,062849	0,005381	0	0	0,09643518
wj*P15	0	0	0	0	0,051345	0,027596	0,07894081
wj*P16	0	0	0	0	0,317589	0,390045	0,70763425
wj*P17	0	0	0	0	0,020688	0,005766	0,0264546
wj*P21	0	0	0	0	0,007988	0	0,00798799
wj*P23	0	0	0	0	0,070927	0,037892	0,10881916
wj*P24	0	0	0	0	0,002227	0	0,00222731
wj*P25	0	0	0	0	0,059333	0,027184	0,08651692
wj*P26	0	0	0	0	0,325577	0,389634	0,71521037
wj*P27	0	0	0	0	0,028676	0,005354	0,03403072
wj*P31	0,020575	0,0567	0,062849	0,019908	0	0	0,16003185
wj*P32	0,038623	0,084374	0,125698	0,029708	0	0	0,27840329
wj*P34	0,03393	0,07155	0,125698	0,025289	0	0	0,25646703
wj*P35	0	0	0	0	0	0	0
wj*P36	0,009313	0	0	0,003337	0,25465	0,351741	0,61904111
wj*P37	0,002671	0	0	0,00166	0	0	0,00433121
wj*P41	0	0	0	0	0,005761	0,004531	0,0102913
wj*P42	0,004693	0,012825	0	0,004419	0	0,004942	0,02687875
wj*P43	0	0	0	0	0,068699	0,042835	0,11153435
wj*P45	0	0	0	0	0,057106	0,032126	0,08923211
wj*P46	0	0	0	0	0,323349	0,394576	0,71792555
wj*P47	0	0	0	0	0,026449	0,010297	0,03674591
wj*P51	0,022019	0,0567	0,062849	0,019908	0	0	0,1614757
wj*P52	0,040067	0,084374	0,125698	0,029708	0	0	0,27984714
wj*P53	0,001444	0	0	0	0,011593	0,010709	0,02374609
wj*P54	0,035374	0,07155	0,125698	0,025289	0	0	0,25791088
wj*P56	0,010757	0	0	0,003337	0,266244	0,36245	0,6427872
wj*P57	0,004115	0	0	0,00166	0	0	0,00577506
wj*P61	0,011262	0,0567	0,062849	0,016571	0	0	0,14738195

wj*P62	0,02931	0,084374	0,125698	0,026371	0	0	0,26575338
wj*P63	0	0	0	0	0	0	0
wj*P64	0,024618	0,07155	0,125698	0,021952	0	0	0,24381713
wj*P65	0	0	0	0	0	0	0
wj*P67	0	0	0	0	0	0	0
wj*P71	0,017904	0,0567	0,062849	0,018248	0	0	0,15570064
wj*P72	0,035952	0,084374	0,125698	0,028048	0	0	0,27407208
wj*P73	0	0	0	0	0,04225	0,032538	0,07478844
wj*P74	0,031259	0,07155	0,125698	0,023629	0	0	0,25213582
wj*P75	0	0	0	0	0,030657	0,021829	0,0524862
wj*P76	0,006642	0	0	0,001677	0,2969	0,384279	0,68949834

Πίνακας 173: Αποτελέσματα Συγκεντρωτικής Συνάρτησης Προτίμησης - Μέθοδος PROMETHEE II – ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ – Ζώνη Γ

Στη συνέχεια υπολογίζονται οι θετικές και αρνητικές ροές υπεροχής.

	ΣΕΝΑΡΙΟ 1	ΣΕΝΑΡΙΟ 2	ΣΕΝΑΡΙΟ 3	ΣΕΝΑΡΙΟ 4	ΣΕΝΑΡΙΟ 5	ΣΕΝΑΡΙΟ 6	ΣΕΝΑΡΙΟ 7	ΘΕΤΙΚΗ ΡΟΗ φ+
ΣΕΝΑΡΙΟ 1	–	0,11878331	0,101243044	0,096435182	0,078940805	0,707634251	0,0264546	0,188248533
ΣΕΝΑΡΙΟ 2	0,00798799	–	0,108819159	0,00222731	0,08651692	0,715210366	0,03403072	0,159132077
ΣΕΝΑΡΙΟ 3	0,160031852	0,278403287	–	0,26	0,00000	0,619041113	0,00433121	0,219712416
ΣΕΝΑΡΙΟ 4	0,010291303	0,02687875	0,111534348	–	0,089232108	0,717925554	0,03674591	0,165434662
ΣΕΝΑΡΙΟ 5	0,161475701	0,279847136	0,023746088	0,26	–	0,642787202	0,00577506	0,228590345
ΣΕΝΑΡΙΟ 6	0,147381946	0,265753381	0,00000	0,24	0	–	0	0,109492076
ΣΕΝΑΡΙΟ 7	0,155700641	0,274072076	0,074788441	0,25	0,052486202	0,689498344	–	0,249780255
ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΡΟΗ φ-	0,107144906	0,207289657	0,070021847	0,184832227	0,051196006	0,682016138	0,01788958	

Πίνακας 174: Υπολογισμός Θετικών και Αρνητικών Ροών Υπεροχής - Μέθοδος PROMETHEE II – ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ – Ζώνη Γ

Τέλος γίνεται η κατάταξη των σεναρίων, όπως φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα.

	ΘΕΤΙΚΗ ΡΟΗ φ+	ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΡΟΗ φ-	ΚΑΘΑΡΗ ΡΟΗ φ	ΚΑΤΑΤΑΞΗ
ΣΕΝΑΡΙΟ 1	0,188248533	0,107144906	0,081103627	4
ΣΕΝΑΡΙΟ 2	0,159132077	0,207289657	-0,04815758	6
ΣΕΝΑΡΙΟ 3	0,219712416	0,070021847	0,149690569	3
ΣΕΝΑΡΙΟ 4	0,165434662	0,184832227	-0,019397565	5
ΣΕΝΑΡΙΟ 5	0,228590345	0,051196006	0,177394339	2
ΣΕΝΑΡΙΟ 6	0,109492076	0,682016138	-0,572524063	7
ΣΕΝΑΡΙΟ 7	0,249780255	0,017889583	0,231890672	1

Πίνακας 175: Υπολογισμός Καθαρών Ροών Υπεροχής και Κατάταξη σεναρίων - Μέθοδος PROMETHEE II – ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ – Ζώνη Γ

3.16.4 Αποτελέσματα PROMETHEE II– Ζώνη Δ

Πίνακας Αξιολόγησης

	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 3	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 4	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 5	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 6
ΣΕΝΑΡΙΟ 1	51,2	19,3	2	37151,4	102500	4,9
ΣΕΝΑΡΙΟ 2	71,3	26,5	1	50863,4	22768,2	3,2
ΣΕΝΑΡΙΟ 3	24,8	11	3	21153,1	730720	19,8

ΣΕΝΑΡΙΟ 4	67,2	24,3	1	46740	45000	4
ΣΕΝΑΡΙΟ 5	18	3,5	3	6635	615000	12
ΣΕΝΑΡΙΟ 6	24,8	3,5	3	11528,2	3052500	65,6
ΣΕΝΑΡΙΟ 7	29,1	3,5	3	12111,4	355000	7,7
MIN	18	3,5	1	6635	22768,2	3,2
MAX	71,3	26,5	3	50863,4	3052500	65,6

Πίνακας 176: Πίνακας Αξιολόγησης Μεθόδου PROMETHEE II – ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ – Ζώνη Δ

Κανονικοποίηση Πίνακα Αξιολόγησης

Προκειμένου να γίνει η κανονικοποίηση του Πίνακα Αξιολόγησης, χρησιμοποιούνται οι εξής τύποι:

- Για τα ενεργητικά κριτήρια:

$$R_{ij} = \frac{g_i(a_j) - \min [g_i(a_j)]}{\max [g_i(a_j)] - \min [g_i(a_j)]} \quad , i = 1, 2, \dots, k \quad , j = 1, 2, \dots, n$$

- Για τα μη ενεργητικά κριτήρια:

$$R_{ij} = \frac{\max [g_i(a_j)] - g_i(a_j)}{\max [g_i(a_j)] - \min [g_i(a_j)]} \quad , i = 1, 2, \dots, k \quad , j = 1, 2, \dots, n$$

Έτσι προκύπτει ο παρακάτω κανονικοποιημένος πίνακας:

	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 3	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 4	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 5	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 6
ΣΕΝΑΡΙΟ 1	0,377110694	0,313043478	0,5	0,310027041	0,973683545	0,97275641
ΣΕΝΑΡΙΟ 2	0	0	0	0	1	1
ΣΕΝΑΡΙΟ 3	0,872420263	0,673913043	1	0,671747113	0,766331858	0,733974359
ΣΕΝΑΡΙΟ 4	0,076923077	0,095652174	0	0,09322969	0,992662123	0,987179487
ΣΕΝΑΡΙΟ 5	1	1	1	1	0,804526658	0,858974359
ΣΕΝΑΡΙΟ 6	0,872420263	1	1	0,889365204	0	0
ΣΕΝΑΡΙΟ 7	0,791744841	1	1	0,876179107	0,890342835	0,927884615

Πίνακας 177: Κανονικοποιημένος Πίνακας Αξιολόγησης Μεθόδου PROMETHEE II – ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ – Ζώνη Δ

Υπολογισμός της διαφοράς του i-οστού εναλλακτικού σεναρίου με τα υπόλοιπα σενάρια

	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 3	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 4	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 5	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 6
d12	0,377110694	0,313043478	0,5	0,310027041	-0,026316455	-0,02724359
d13	-0,495309568	-0,360869565	-0,5	-0,361720071	0,207351687	0,238782051
d14	0,300187617	0,217391304	0,5	0,216797352	-0,018978578	-0,014423077
d15	-0,622889306	-0,686956522	-0,5	-0,689972959	0,169156887	0,113782051
d16	-0,495309568	-0,686956522	-0,5	-0,579338163	0,973683545	0,97275641

d17	-0,414634146	-0,686956522	-0,5	-0,566152065	0,08334071	0,044871795
d21	-0,377110694	-0,313043478	-0,5	-0,310027041	0,026316455	0,02724359
d23	-0,872420263	-0,673913043	-1	-0,671747113	0,233668142	0,266025641
d24	-0,076923077	-0,095652174	0	-0,09322969	0,007337877	0,012820513
d25	-1	-1	-1	-1	0,195473342	0,141025641
d26	-0,872420263	-1	-1	-0,889365204	1	1
d27	-0,791744841	-1	-1	-0,876179107	0,109657165	0,072115385
d31	0,495309568	0,360869565	0,5	0,361720071	-0,207351687	-0,238782051
d32	0,872420263	0,673913043	1	0,671747113	-0,233668142	-0,266025641
d34	0,795497186	0,57826087	1	0,578517423	-0,226330265	-0,253205128
d35	-0,127579737	-0,326086957	0	-0,328252887	-0,0381948	-0,125
d36	0	-0,326086957	0	-0,217618092	0,766331858	0,733974359
d37	0,080675422	-0,326086957	0	-0,204431994	-0,124010977	-0,193910256
d41	-0,300187617	-0,217391304	-0,5	-0,216797352	0,018978578	0,014423077
d42	0,076923077	0,095652174	0	0,09322969	-0,007337877	-0,012820513
d43	-0,795497186	-0,57826087	-1	-0,578517423	0,226330265	0,253205128
d45	-0,923076923	-0,904347826	-1	-0,90677031	0,188135465	0,128205128
d46	-0,795497186	-0,904347826	-1	-0,796135515	0,992662123	0,987179487
d47	-0,714821764	-0,904347826	-1	-0,782949417	0,102319288	0,059294872
d51	0,622889306	0,686956522	0,5	0,689972959	-0,169156887	-0,113782051
d52	1	1	1	1	-0,195473342	-0,141025641
d53	0,127579737	0,326086957	0	0,328252887	0,0381948	0,125
d54	0,923076923	0,904347826	1	0,90677031	-0,188135465	-0,128205128
d56	0,127579737	0	0	0,110634796	0,804526658	0,858974359
d57	0,208255159	0	0	0,123820893	-0,085816177	-0,068910256
d61	0,495309568	0,686956522	0,5	0,579338163	-0,973683545	-0,97275641
d62	0,872420263	1	1	0,889365204	-1	-1
d63	0	0,326086957	0	0,217618092	-0,766331858	-0,733974359
d64	0,795497186	0,904347826	1	0,796135515	-0,992662123	-0,987179487
d65	-0,127579737	0	0	-0,110634796	-0,804526658	-0,858974359
d67	0,080675422	0	0	0,013186098	-0,890342835	-0,927884615
d71	0,414634146	0,686956522	0,5	0,566152065	-0,08334071	-0,044871795
d72	0,791744841	1	1	0,876179107	-0,109657165	-0,072115385
d73	-0,080675422	0,326086957	0	0,204431994	0,124010977	0,193910256
d74	0,714821764	0,904347826	1	0,782949417	-0,102319288	-0,059294872
d75	-0,208255159	0	0	-0,123820893	0,085816177	0,068910256
d76	-0,080675422	0	0	-0,013186098	0,890342835	0,927884615

Πίνακας 178: Υπολογισμός της διαφοράς των εναλλακτικών σεναρίων – Ζώνη Δ

Υπολογισμός της Συνάρτησης Προτίμησης (Preference Function)

Η συνάρτηση προτίμησης που χρησιμοποιήθηκε είναι η εξής:

$$P_j(a, b) = \begin{cases} 0, & d_j(a, b) < 0 \\ d_j(a, b), & d_j(a, b) > 0 \end{cases}$$

Με βάση την παραπάνω συνάρτηση προκύπτει ο παρακάτω πίνακας προτίμησης:

	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 3	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 4	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 5	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 6
P12	0,377110694	0,313043478	0,5	0,310027041	0	0
P13	0	0	0	0	0,207351687	0,238782051
P14	0,300187617	0,217391304	0,5	0,216797352	0	0
P15	0	0	0	0	0,169156887	0,113782051
P16	0	0	0	0	0,973683545	0,97275641
P17	0	0	0	0	0,08334071	0,044871795
P21	0	0	0	0	0,026316455	0,02724359
P23	0	0	0	0	0,233668142	0,266025641
P24	0	0	0	0	0,007337877	0,012820513
P25	0	0	0	0	0,195473342	0,141025641
P26	0	0	0	0	1	1
P27	0	0	0	0	0,109657165	0,072115385
P31	0,495309568	0,360869565	0,5	0,361720071	0	0
P32	0,872420263	0,673913043	1	0,671747113	0	0
P34	0,795497186	0,57826087	1	0,578517423	0	0
P35	0	0	0	0	0	0
P36	0	0	0	0	0,766331858	0,733974359
P37	0,080675422	0	0	0	0	0
P41	0	0	0	0	0,018978578	0,014423077
P42	0,076923077	0,095652174	0	0,09322969	0	0
P43	0	0	0	0	0,226330265	0,253205128
P45	0	0	0	0	0,188135465	0,128205128
P46	0	0	0	0	0,992662123	0,987179487
P47	0	0	0	0	0,102319288	0,059294872
P51	0,622889306	0,686956522	0,5	0,689972959	0	0
P52	1	1	1	1	0	0
P53	0,127579737	0,326086957	0	0,328252887	0,0381948	0,125
P54	0,923076923	0,904347826	1	0,90677031	0	0
P56	0,127579737	0	0	0,110634796	0,804526658	0,858974359
P57	0,208255159	0	0	0,123820893	0	0
P61	0,495309568	0,686956522	0,5	0,579338163	0	0
P62	0,872420263	1	1	0,889365204	0	0
P63	0	0,326086957	0	0,217618092	0	0
P64	0,795497186	0,904347826	1	0,796135515	0	0
P65	0	0	0	0	0	0
P67	0,080675422	0	0	0,013186098	0	0
P71	0,414634146	0,686956522	0,5	0,566152065	0	0
P72	0,791744841	1	1	0,876179107	0	0

P73	0	0,326086957	0	0,204431994	0,124010977	0,193910256
P74	0,714821764	0,904347826	1	0,782949417	0	0
P75	0	0	0	0	0,085816177	0,068910256
P76	0	0	0	0	0,890342835	0,927884615

Πίνακας 179: Πίνακας Προτίμησης της Μεθόδου PROMETHEE II – TEE KENAK – Ζώνη Δ

Υπολογισμός της Συγκεντρωτικής Συνάρτησης Προτίμησης (Aggregated Preference Function)

	BAPH						$\sum_{j=1}^n w_j P_j(a, b)$
	0,040066815	0,084374446	0,125698247	0,029707628	0,32557679	0,394576074	
wj*P12	0,01511	0,026413	0,062849	0,00921	0	0	0,11358179
wj*P13	0	0	0	0	0,067509	0,094218	0,16172658
wj*P14	0,012028	0,018342	0,062849	0,006441	0	0	0,09965949
wj*P15	0	0	0	0	0,055074	0,044896	0,09996923
wj*P16	0	0	0	0	0,317009	0,383826	0,70083517
wj*P17	0	0	0	0	0,027134	0,017705	0,04483914
wj*P21	0	0	0	0	0,008568	0,01075	0,0193177
wj*P23	0	0	0	0	0,076077	0,104967	0,18104428
wj*P24	0	0	0	0	0,002389	0,005059	0,00744771
wj*P25	0	0	0	0	0,063642	0,055645	0,11928693
wj*P26	0	0	0	0	0,325577	0,394576	0,72015286
wj*P27	0	0	0	0	0,035702	0,028455	0,06415683
wj*P31	0,019845	0,030448	0,062849	0,010746	0	0	0,12388862
wj*P32	0,034955	0,056861	0,125698	0,019956	0	0	0,2374704
wj*P34	0,031873	0,04879	0,125698	0,017186	0	0	0,22354811
wj*P35	0	0	0	0	0	0	0
wj*P36	0	0	0	0	0,2495	0,289609	0,53910859
wj*P37	0,003232	0	0	0	0	0	0,00323241
wj*P41	0	0	0	0	0,006179	0,005691	0,01186999
wj*P42	0,003082	0,008071	0	0,00277	0	0	0,01392229
wj*P43	0	0	0	0	0,073688	0,099909	0,17359657
wj*P45	0	0	0	0	0,061253	0,050587	0,11183922
wj*P46	0	0	0	0	0,323188	0,389517	0,71270515
wj*P47	0	0	0	0	0,033313	0,023396	0,05670912
wj*P51	0,024957	0,057962	0,062849	0,020497	0	0	0,16626535
wj*P52	0,040067	0,084374	0,125698	0,029708	0	0	0,27984714
wj*P53	0,005112	0,027513	0	0,009752	0,012435	0,049322	0,10413408
wj*P54	0,036985	0,076304	0,125698	0,026938	0	0	0,26592484
wj*P56	0,005112	0	0	0,003287	0,261935	0,338931	0,60926435
wj*P57	0,008344	0	0	0,003678	0	0	0,01202255
wj*P61	0,019845	0,057962	0,062849	0,017211	0	0	0,15786694
wj*P62	0,034955	0,084374	0,125698	0,026421	0	0	0,27144873
wj*P63	0	0,027513	0	0,006465	0	0	0,03397832
wj*P64	0,031873	0,076304	0,125698	0,023651	0	0	0,25752643

wj*P65	0	0	0	0	0	0	0
wj*P67	0,003232	0	0	0,000392	0	0	0,00362413
wj*P71	0,016613	0,057962	0,062849	0,016819	0	0	0,1542428
wj*P72	0,031723	0,084374	0,125698	0,026029	0	0	0,26782459
wj*P73	0	0,027513	0	0,006073	0,040375	0,076512	0,15047404
wj*P74	0,028641	0,076304	0,125698	0,02326	0	0	0,2539023
wj*P75	0	0	0	0	0,02794	0,02719	0,05513009
wj*P76	0	0	0	0	0,289875	0,366121	0,65599603

Πίνακας 180: Αποτελέσματα Συγκεντρωτικής Συνάρτησης Προτίμησης - Μέθοδος PROMETHEE II – TEE KENAK – Ζώνη Δ

Στη συνέχεια υπολογίζονται οι θετικές και αρνητικές ροές υπεροχής.

	ΣΕΝΑΡΙΟ 1	ΣΕΝΑΡΙΟ 2	ΣΕΝΑΡΙΟ 3	ΣΕΝΑΡΙΟ 4	ΣΕΝΑΡΙΟ 5	ΣΕΝΑΡΙΟ 6	ΣΕΝΑΡΙΟ 7	ΘΕΤΙΚΗ ΡΟΗ φ+
ΣΕΝΑΡΙΟ 1	–	0,113581786	0,161726581	0,099659491	0,099969231	0,700835168	0,04483914	0,203435233
ΣΕΝΑΡΙΟ 2	0,019317696	–	0,181044277	0,00744771	0,119286927	0,720152864	0,06415683	0,185234384
ΣΕΝΑΡΙΟ 3	0,123888615	0,237470401	–	0,22	0,00000	0,539108587	0,00323241	0,187874686
ΣΕΝΑΡΙΟ 4	0,011869985	0,013922295	0,173596566	–	0,111839217	0,712705154	0,05670912	0,180107057
ΣΕΝΑΡΙΟ 5	0,16626535	0,279847136	0,104134084	0,27	–	0,609264348	0,01202255	0,239576384
ΣΕΝΑΡΙΟ 6	0,157866939	0,271448725	0,03398	0,26	0	–	0,00362413	0,120740759
ΣΕΝΑΡΙΟ 7	0,154242804	0,26782459	0,150474039	0,25	0,055130094	0,655996031	–	0,256261642
ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΡΟΗ φ-	0,105575232	0,197349156	0,134158979	0,184668146	0,064370911	0,656343692	0,03076403	

Πίνακας 181: Υπολογισμός Θετικών και Αρνητικών Ροών Υπεροχής - Μέθοδος PROMETHEE II – TEE KENAK – Ζώνη Δ

Τέλος γίνεται η κατάταξη των σεναρίων, όπως φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα.

	ΘΕΤΙΚΗ ΡΟΗ φ+	ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΡΟΗ φ-	ΚΑΘΑΡΗ ΡΟΗ φ	ΚΑΤΑΤΑΞΗ
ΣΕΝΑΡΙΟ 1	0,203435233	0,105575232	0,097860001	3
ΣΕΝΑΡΙΟ 2	0,185234384	0,197349156	-0,012114771	6
ΣΕΝΑΡΙΟ 3	0,187874686	0,134158979	0,053715708	4
ΣΕΝΑΡΙΟ 4	0,180107057	0,184668146	-0,004561089	5
ΣΕΝΑΡΙΟ 5	0,239576384	0,064370911	0,175205473	2
ΣΕΝΑΡΙΟ 6	0,120740759	0,656343692	-0,535602933	7
ΣΕΝΑΡΙΟ 7	0,256261642	0,03076403	0,225497612	1

Πίνακας 182: Υπολογισμός Καθαρών Ροών Υπεροχής και Κατάταξη σεναρίων - Μέθοδος PROMETHEE II – TEE KENAK – Ζώνη Δ

3.17 Ανάλυση αποτελεσμάτων

	ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΓΙΑ ΖΩΝΗ Α	ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΓΙΑ ΖΩΝΗ Β	ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΓΙΑ ΖΩΝΗ Γ	ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΓΙΑ ΖΩΝΗ Δ
ΣΕΝΑΡΙΟ 1	2	3	4	3
ΣΕΝΑΡΙΟ 2	6	6	6	6
ΣΕΝΑΡΙΟ 3	4	4	3	4
ΣΕΝΑΡΙΟ 4	5	5	5	5
ΣΕΝΑΡΙΟ 5	3	2	2	2
ΣΕΝΑΡΙΟ 6	7	7	7	7
ΣΕΝΑΡΙΟ 7	1	1	1	1

Πίνακας 183: Συγκεντρωτικός Πίνακας Κατάταξης σεναρίων για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες - Μέθοδος PROMETHEE II – TEE KENAK

Όπως φαίνεται και στον παραπάνω πίνακα, για κάθε κλιματική ζώνη προκύπτει και διαφορετική κατάταξη προτίμησης για τα σενάρια που μελετήθηκαν. Αυτό παρατηρείται κυρίως λόγω των διαφορετικών φορτίων που πρέπει να καλυφθούν και των διαφορετικών συνθήκων που επικρατούν στα Χανιά, στην Αθήνα, στη Θεσσαλονίκη και στην Καστοριά.

Με βάση τα παραπάνω, το καλύτερο σενάριο και για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες είναι το σενάριο 7, στο οποίο τα θερμικά φορτία καλύπτονται από το λέβητα βιομάζας ενώ έχουν προστεθεί και κάποια φωτοβολταϊκά πάνελ.

Ταυτόχρονα, τελευταίο στην κατάταξη προτίμησης και για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες είναι το σενάριο 6 κυρίως λόγω του πολύ μεγάλου αρχικού κόστους και του χρόνου αποπληρωμής, που καθιστούν την επιλογή μη βιώσιμη.

Αξίζει να αναφερθεί ότι αρκετά καλές επιλογές αναδεικνύονται για όλες τις κλιματικές ζώνες το σενάριο 1 (προσθήκη φωτοβολταϊκών πάνελ) και το σενάριο 5 (επιλογή γεωθερμικών αντλιών θερμότητας με προσθήκη φωτοβολταϊκών πάνελ). Τα σενάρια αυτά, παρόλο που αποτελούν σχετικά οικονομικές λύσεις, ανεβάζουν σημαντικά την ενεργειακή κλάση του κτηρίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

4. ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ AUTODESK REVIT

Το **Autodesk Revit** είναι ένα αρχιτεκτονικό πρόγραμμα BIM (Building Information Modeling), το οποίο δίνει τη δυνατότητα της ψηφιακής αναπαράστασης όλων των φυσικών και λειτουργικών στοιχείων ενός κτηρίου. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει άμεση εποπτεία και δυνατότητα online τροποποιήσεων σε κατόψεις, όψεις, τομές, αξονομετρικά και προοπτικά μιας κτηριακής κατασκευής.

Περιέχει οργανωμένα τα οικοδομικά χαρακτηριστικά ενός κτηρίου σε μια βάση δεδομένων, η οποία είναι εύκολα διαχειρίσιμη από τον χρήστη, δίνοντας του τη δυνατότητα για αποτελεσματικό σχεδιασμό και κατασκευή.

Το **Autodesk Revit** είναι **κατάλληλο τόσο για** αρχιτεκτονικό και μηχανολογικό σχεδιασμό όσο και για ηλεκτρολογικό σχεδιασμό και σχεδιασμό δομικών κατασκευών. Δίνει τη δυνατότητα στους μηχανικούς να πραγματοποιήσουν μελέτες θέρμανσης, κλιματισμού αλλά και ενεργειακή ανάλυση του κτιρίου. Ειδικότερα, χρησιμοποιώντας υπάρχουσες λίστες υλικών, συστημάτων και άλλων παραμέτρων, οι μελετητές μπορούν να πραγματοποιήσουν με μεγαλύτερη ακρίβεια την ανάλυση των επιδόσεων ενός κτιρίου και να κατανοήσουν καλύτερα το ενεργειακό μοντέλο, αξιολογώντας στο τέλος ποιες πρακτικές οδηγούν σε ένα ενεργειακά αποδοτικότερο κτήριο, με ελάχιστες εκπομπές CO₂.

Το **Autodesk Revit** διατίθεται δωρεάν από την Autodesk για εκπαιδευτικούς σκοπούς.

Για να πραγματοποιηθεί η ενεργειακή προσομοίωση του κτηρίου είναι απαραίτητο αρχικά να γίνει η σχεδίασή του στο λογισμικό. Πρώτο βήμα είναι η σχεδίαση του φέροντος οργανισμού (πλάκες, υποστυλώματα, δοκοί) και στη συνέχεια των τοίχων πλήρωσης με τα ανοίγματα (πόρτες, παράθυρα). Παρακάτω δίνεται αναλυτικά η διαδικασία της εισαγωγής των παραμέτρων για την ενεργειακή ανάλυση.

4.1 Θερμικά χαρακτηριστικά κελύφους

Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να επιλέξει τα υλικά των στοιχείων κελύφους του κτηρίου που μελετά (τοίχων, δαπέδων, πλάκας οροφής, υποστυλωμάτων, δοκών, ανοιγμάτων), μέσω της παλέτας ιδιοτήτων (Properties palette) και της επιλογής «Edit Type». Πιο συγκεκριμένα, μπορεί να καθορίσει τα θερμικά χαρακτηριστικά των στοιχείων κελύφους όπως είναι το πάχος (thickness), η θερμική αγωγιμότητα (Thermal Conductivity), η ειδική θερμοχωρητικότητα (Specific Heat) και η πυκνότητα (Density) για κάθε επίπεδο. Τα θερμικά αυτά χαρακτηριστικά χρησιμοποιούνται μετέπειτα κατά την ενεργειακή ανάλυση για εξαγωγή ρεαλιστικών αποτελεσμάτων.

Τοίχοι υπογείου

a/a	Στρώσεις	Πυκνότητα (kg/m ³)	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας (W/m·K)	Πάχος στρώσης (m)
Εξωτερικά				
1	Διογκωμένη πολυστερίνη σε πλάκες	23	0,035	0,06
2	Τριπτό επίχρισμα	1800	0,87	0,01
3	Ανεπίχριστο σκυρόδεμα	2400	2,5	0,22
4	Τριπτό επίχρισμα	1800	0,87	0,01
Εσωτερικά				

Πίνακας 184: Τοιχοποιία σε επαφή με το έδαφος (υπόγειος τοίχος)

Τοίχοι ισογείου και λοιπών ορόφων

a/a	Στρώσεις	Πυκνότητα (kg/m ³)	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας (W/m·K)	Πάχος στρώσης (m)
Εξωτερικά				
1	Διογκωμένη πολυστερίνη σε πλάκες	23	0,035	0,07
2	Τριπτό επίχρισμα	1800	0,87	0,01
3	Ανεπίχριστο σκυρόδεμα	2400	2,5	0,16
4	Τσιμεντολιθοδομή	1200	0,56	0,05
5	Τριπτό επίχρισμα	1800	0,87	0,01
Εσωτερικά				

Πίνακας 185: Τοιχοποιία σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα – Τύπος 1

a/a	Στρώσεις	Πυκνότητα (kg/m ³)	Συντελεστής θερμικής	Πάχος στρώσης (m)
-----	----------	--------------------------------	----------------------	-------------------

			αγωγιμότητας (W/m·K)	
Εξωτερικά				
1	Τσιμεντοκονίαμα	1800	0,87	0,01
2	Διογκωμένη πολυστερίνη σε πλάκες	23	0,035	0,07
3	Οπλισμένο σκυρόδεμα (>2% σίδηρος)	2400	2,5	0,12
4	Ελαφροσκυρόδεμα	600	0,22	0,05
5	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1800	0,87	0,01
Εσωτερικά				

Πίνακας 186: Τοιχοποιία σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα – Τύπος 2

Δάπεδο

a/a	Στρώσεις	Πυκνότητα (kg/m ³)	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας (W/m·K)	Πάχος στρώσης (m)
Πάνω				
1	Διογκωμένη πολυστερίνη σε πλάκες	23	0,035	0,04
2	Τριπτό επίχρισμα	1800	0,87	0,01
3	Ανεπίχριστο σκυρόδεμα	2400	2,5	0,24
4	Τριπτό επίχρισμα	1800	0,87	0,01
Κάτω				

Πίνακας 187: Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος (δάπεδο υπογείου)

a/a	Στρώσεις	Πυκνότητα (kg/m ³)	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας (W/m·K)	Πάχος στρώσης (m)
Πάνω				
1	Γαρμπυλοσκυρόδεμα	1500	0,64	0,03
2	Τσιμεντοκονίαμα	1800	0,87	0,01
3	Ελαφροσκυρόδεμα	600	0,22	0,05

4	Οπλισμένο σκυρόδεμα (>2% σίδηρος)	2400	2,5	0,1
5	Διογκωμένη πολυστερίνη σε πλάκες	23	0,035	0,03
6	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1800	0,87	0,01
Κάτω				

Πίνακας 188: Δάπεδα ισογείου και λοιπών ορόφων

Οροφή

a/a	Στρώσεις	Πυκνότητα (kg/m ³)	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας (W/m·K)	Πάχος στρώσης (m)
Πάνω				
1	Μάρμαρο	2846	3,5	0,03
2	Τσιμεντοκονίαμα	1800	0,87	0,01
3	Ελαφροσκυρόδεμα	600	0,22	0,03
4	Οπλισμένο σκυρόδεμα (>2% σίδηρος)	2400	2,5	0,1
5	Διογκωμένη πολυστερίνη σε πλάκες	23	0,035	0,07
6	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1800	0,87	0,01
Κάτω				

Πίνακας 189: Εξωτερική οριζόντια επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

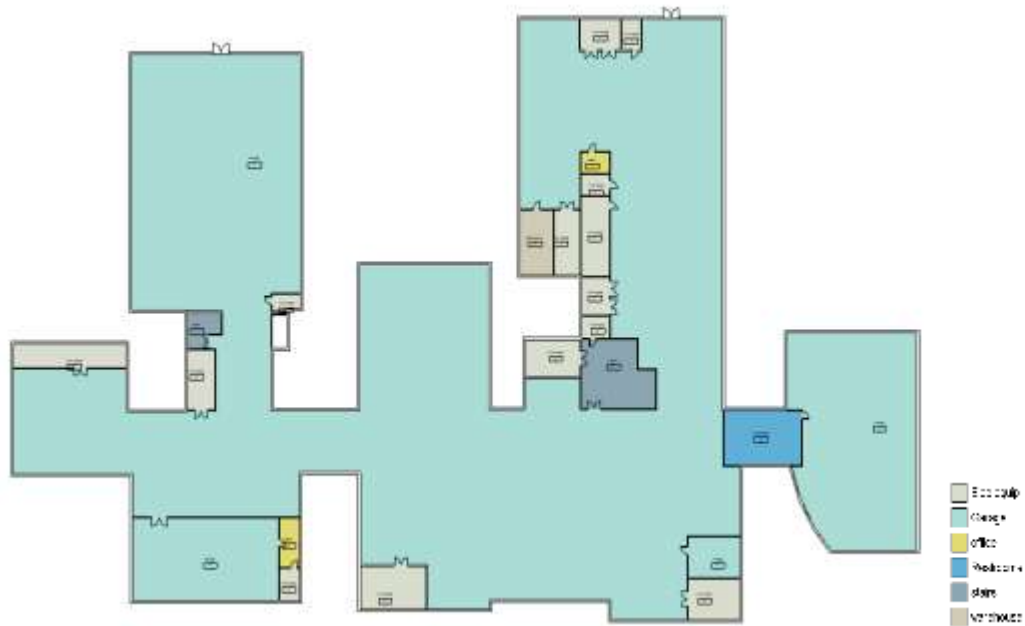
4.2 Καθορισμός χώρων

Ένας χώρος (space) ορίζεται από τα περιβάλλοντα αντικείμενά του, όπως οι τοίχοι, το πάτωμα και η οροφή που αποτελούν και τα όριά του. Ο χρήστης καθορίζει τον τύπο κάθε χώρου (αίθουσα διδασκαλίας, αποθήκη κτλ.), επιλέγοντας παράλληλα τις επιθυμητές συνθήκες θερμοκρασίας, υγρασίας, τις ώρες λειτουργίας και τα επίπεδα φωτισμού.

Τα στοιχεία των χώρων χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της χωρητικότητας ενός κτηρίου, καθώς επίσης και για την εκτέλεση αναλύσεων, όπως για παράδειγμα τον υπολογισμό της ενεργειακής κατανάλωσής του.

Παρακάτω παρουσιάζονται οι όροφοι του κτηρίου και οι χώροι του έτσι όπως έχουν οριστεί για τη συγκεκριμένη μελέτη. Το Autodesk Revit χρωματίζει διαφορετικά τους

χώρους ανάλογα με τις συνθήκες και τη χρήση τους, ώστε να γίνεται ευκολότερος ο οπτικός διαχωρισμός τους.



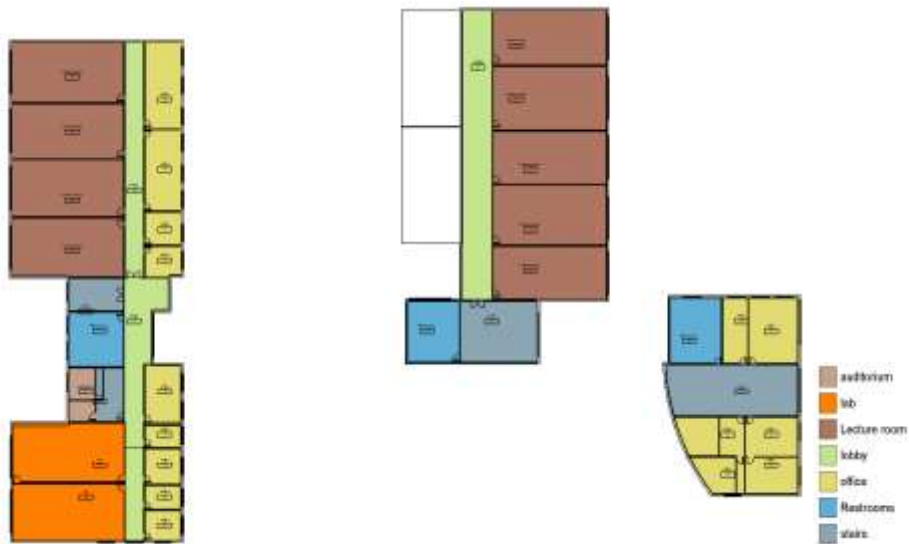
Εικόνα 12: Στιγμιότυπο οθόνης του Autodesk Revit από τη δημιουργία των διαχωριστικών χώρων και τη χρωματική κωδικοποίησή τους (Υπόγειο)



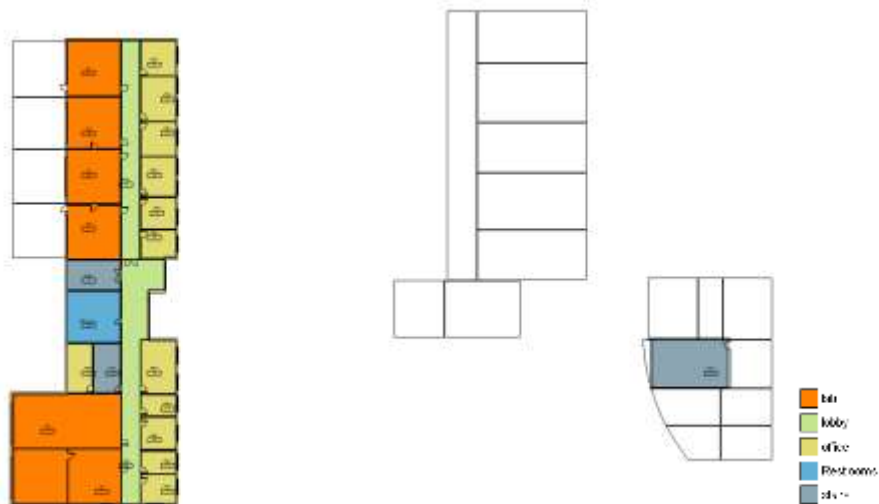
Εικόνα 13: Στιγμιότυπο οθόνης του Autodesk Revit από τη δημιουργία των διαχωριστικών χώρων και τη χρωματική κωδικοποίησή τους (Ισόγειο)



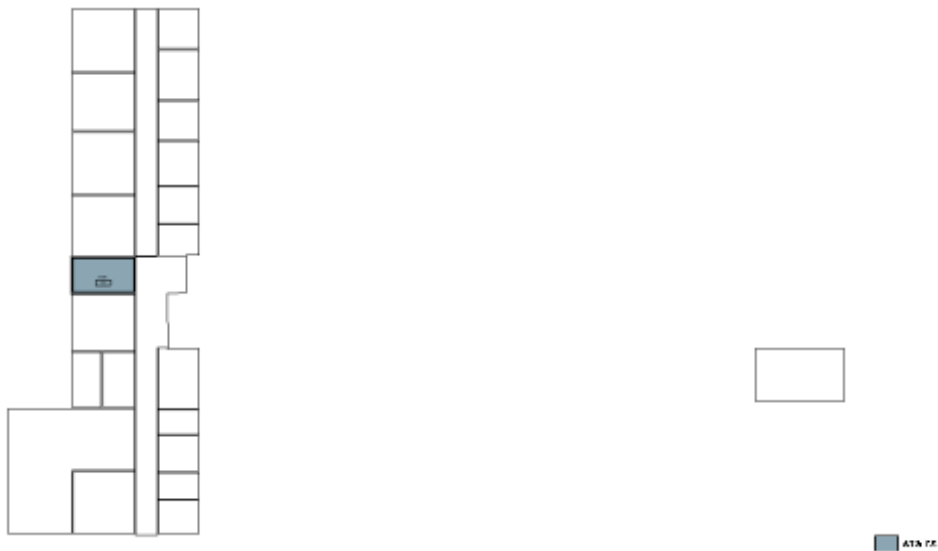
Εικόνα 14: Στιγμιότυπο οθόνης του Autodesk Revit από τη δημιουργία των διαχωριστικών χώρων και τη χρωματική κωδικοποίησή τους (Α' όροφος)



Εικόνα 15: Στιγμιότυπο οθόνης του Autodesk Revit από τη δημιουργία των διαχωριστικών χώρων και τη χρωματική κωδικοποίησή τους (Β' όροφος)



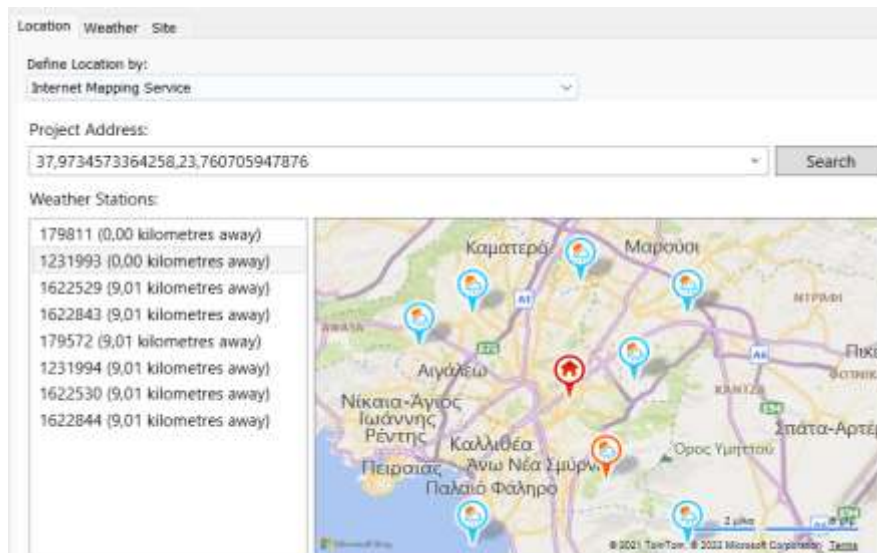
Εικόνα 16: Στιγμιότυπο οθόνης του Autodesk Revit από τη δημιουργία των διαχωριστικών χώρων και τη χρωματική κωδικοποίησή τους (Γ' όροφος)



Εικόνα 17: Στιγμιότυπο οθόνης του Autodesk Revit από τη δημιουργία των διαχωριστικών χώρων και τη χρωματική κωδικοποίησή τους (Δ' όροφος)

4.3 Καθορισμός γεωγραφικής τοποθεσίας

Το λογισμικό προσφέρει τη δυνατότητα στον χρήστη να καθορίσει με ακρίβεια τη γεωγραφική τοποθεσία του κτηρίου και να επιλέξει από γειτονικούς μετεωρολογικούς σταθμούς αυτόν που επιθυμεί να του παραχωρήσει τα κλιματικά δεδομένα. Τα δεδομένα αυτά θα χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό των απαιτήσεων θέρμανσης και ψύξης του κτηρίου.



Εικόνα 18: Γεωγραφική τοποθεσία του κτηρίου

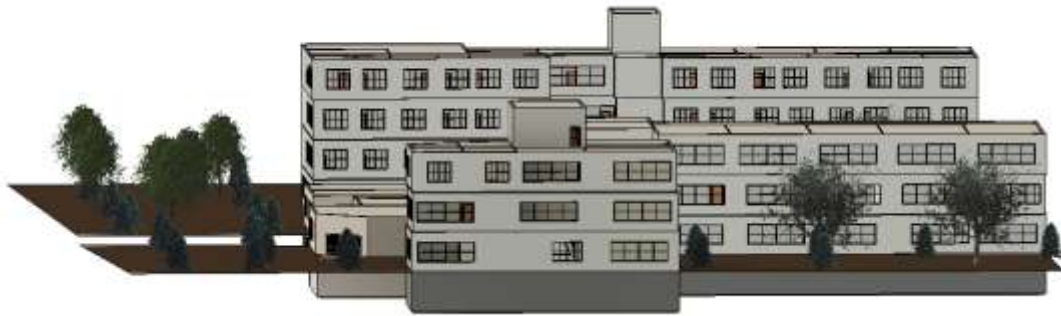
4.4 Απεικόνιση κτηρίου



Εικόνα 19: Φωτορεαλιστική 3D απεικόνιση του κτηρίου



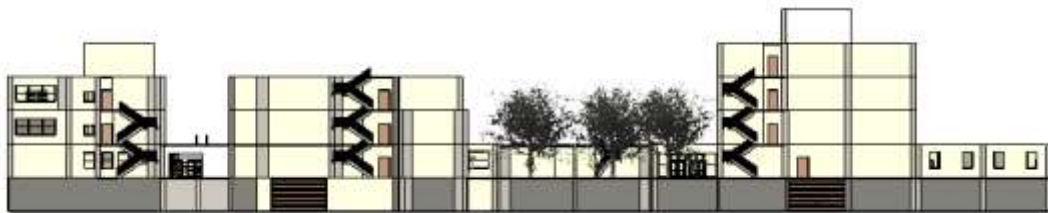
Εικόνα 20: Δυτική όψη του κτηρίου όπως απεικονίζεται στο Autodesk Revit



Εικόνα 21: Νότια όψη του κτηρίου όπως απεικονίζεται στο Autodesk Revit



Εικόνα 22: Βόρεια όψη του κτηρίου όπως απεικονίζεται στο Autodesk Revit

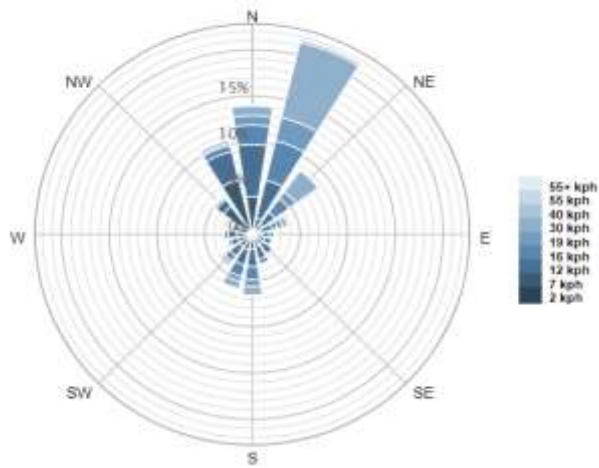


Εικόνα 23: Ανατολική όψη του κτηρίου όπως απεικονίζεται στο Autodesk Revit

4.5 Ανεμολογικά δεδομένα

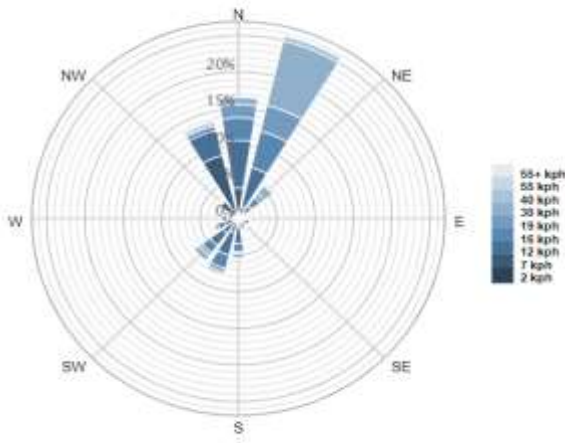
Το Autodesk Revit παρέχει στους χρήστες ετήσια ροδογράμματα αλλά και για κάθε μήνα του έτους που δείχνουν την κατανομή της ταχύτητας του ανέμου όπως φαίνεται στις εικόνες που ακολουθούν. Έτσι συμβάλει στην απόκτηση μιας πλήρους εικόνας των επικρατούντων εξωτερικών συνθηκών που συμβάλει σε σωστότερο βιοκλιματικό σχεδιασμό του κτηρίου.

Windrose Annual



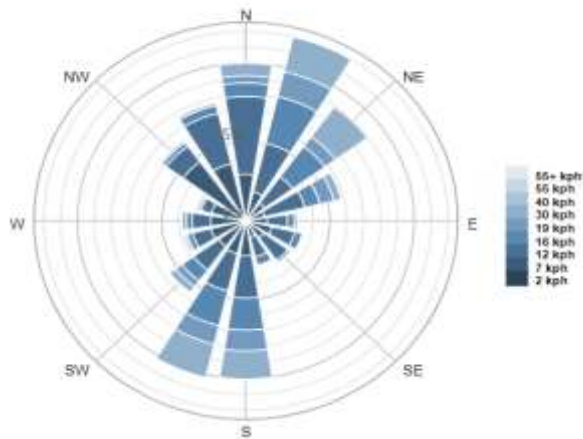
Εικόνα 24: Ροδόγραμμα ετήσιας κατανομής ταχύτητας ανέμου

Windrose Speed Dec-Feb



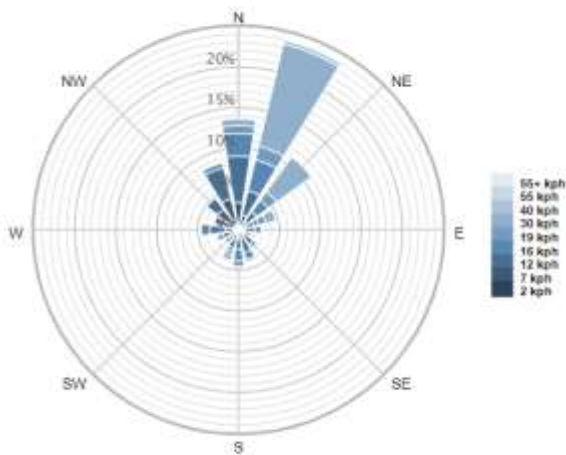
Εικόνα 25: Ροδόγραμμα κατανομής ταχύτητας ανέμου για τους μήνες Δεκέμβριο έως Φεβρουάριο

Windrose Speed Mar-May



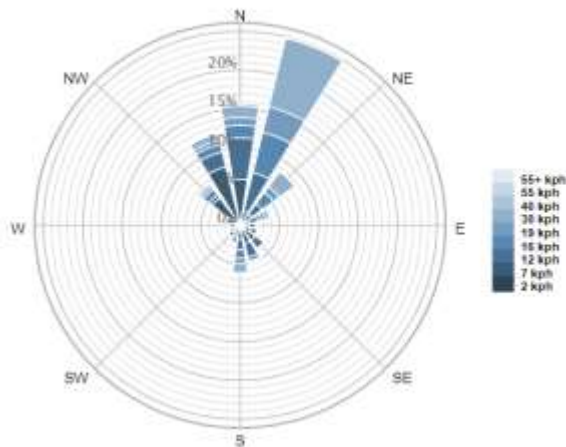
Εικόνα 26: Ροδόγραμμα κατανομής ταχύτητας ανέμου για τους μήνες Μάρτιο έως Μάιο

Windrose Speed Jun-Aug



Εικόνα 27: Ροδόγραμμα κατανομής ταχύτητας ανέμου για τους μήνες Ιούνιο έως Αύγουστο

Windrose Speed Sep-Nov



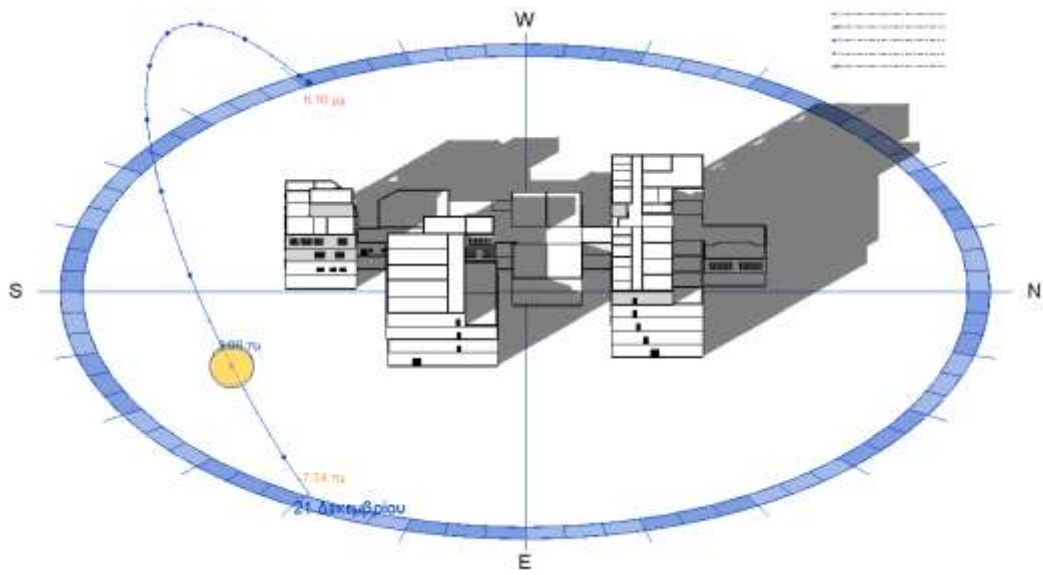
Εικόνα 28: Ροδόγραμμα κατανομής ταχύτητας ανέμου για τους μήνες Σεπτέμβριο έως Νοέμβριο

4.6 Ηλιασμός – σκίαση

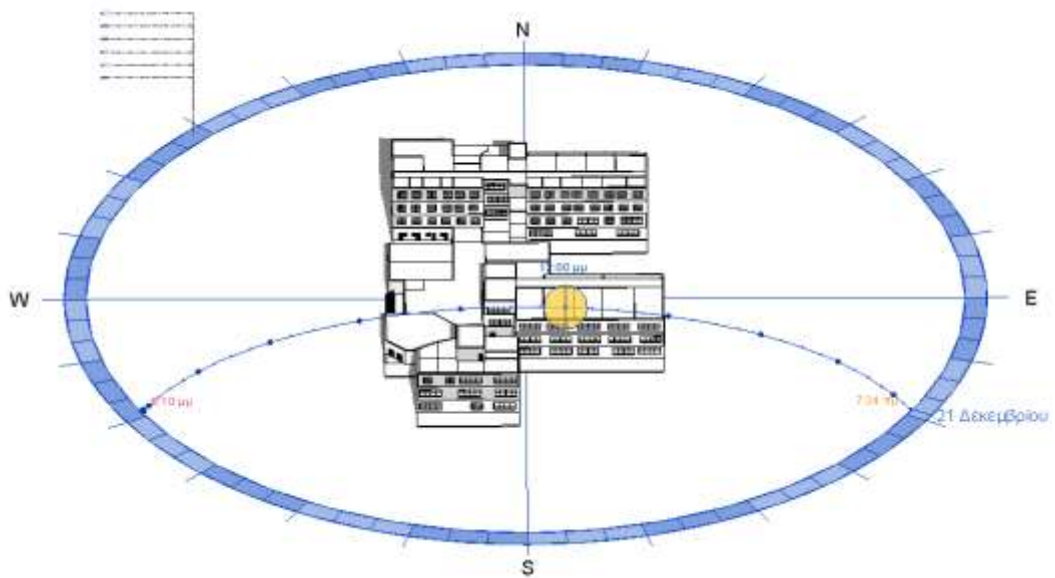
Το λογισμικό Autodesk Revit 2021 δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να παρακολουθήσει την ηλιακή τροχιά και τις σκιάσεις που δημιουργεί κατά τη διάρκεια του χρόνου.

Η θέση του ήλιου επηρεάζει άμεσα τον βιοκλιματικό σχεδιασμό του κτηρίου (πχ. για ενδεχόμενη τοποθέτηση φωτοβολταϊκών) και προσδιορίζεται από το ηλιακό υψόμετρο (γ) και το ηλιακό αζιμούθιο (α). Ως ηλιακό υψόμετρο ορίζεται η γωνία μεταξύ της ευθείας προς το κέντρο του ηλίου και του οριζώντιου επιπέδου ενώ το ηλιακό αζιμούθιο προσδιορίζεται από τη γωνία που ορίζεται από την ορθή προβολή της θέσης του ήλιου στο οριζόντιο επίπεδο σε σχέση με την πραγματική κατεύθυνση του νότου. Ο προσδιορισμός του ηλιασμού βασίζεται στη συσχέτιση των γεωμετρικών δεδομένων του κτηρίου με τα γεωμετρικά δεδομένα της εκάστοτε θέσης του ήλιου.

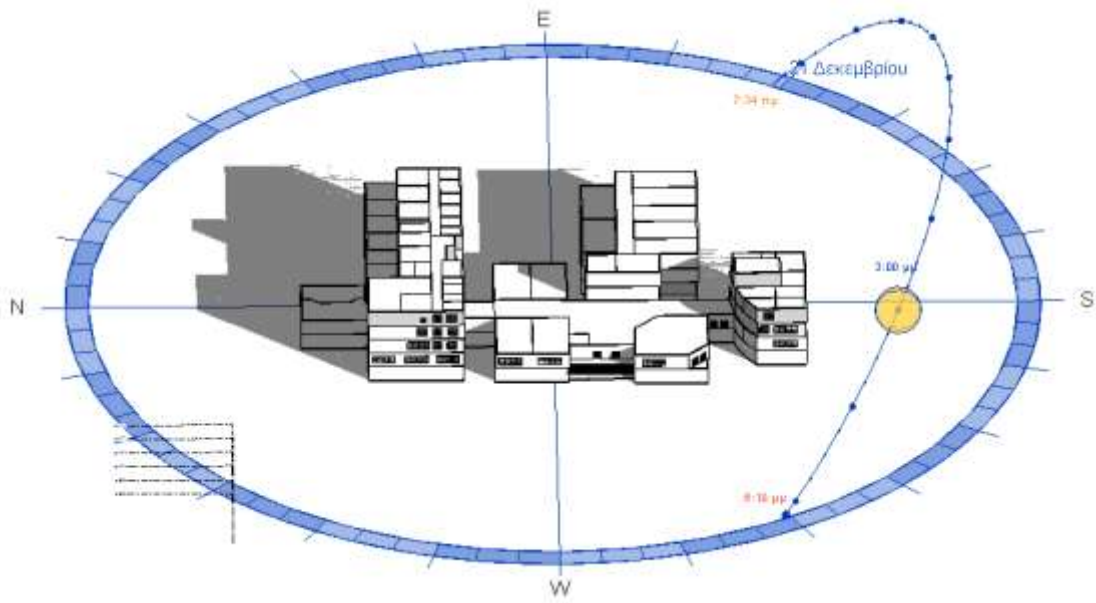
Ενδεικτικά για την περιοχή της Αθήνας, στις εικόνες που ακολουθούν παρουσιάζονται αρχικά οι σκιάσεις που δημιουργούνται από τον ήλιο στο κτήριο στις 09:00 π.μ (ανατολική πλευρά), στις 12:00 μ.μ (νότια πλευρά) και στις 03:00 μ.μ (δυτική πλευρά) την 21^η Δεκεμβρίου. Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι σκιάσεις που δημιουργούνται από τον ήλιο στο κτήριο στις 09:00 π.μ (ανατολική πλευρά), στις 12:00 μ.μ (νότια πλευρά) και στις 03:00 μ.μ (δυτική πλευρά) την 21^η Ιουνίου.



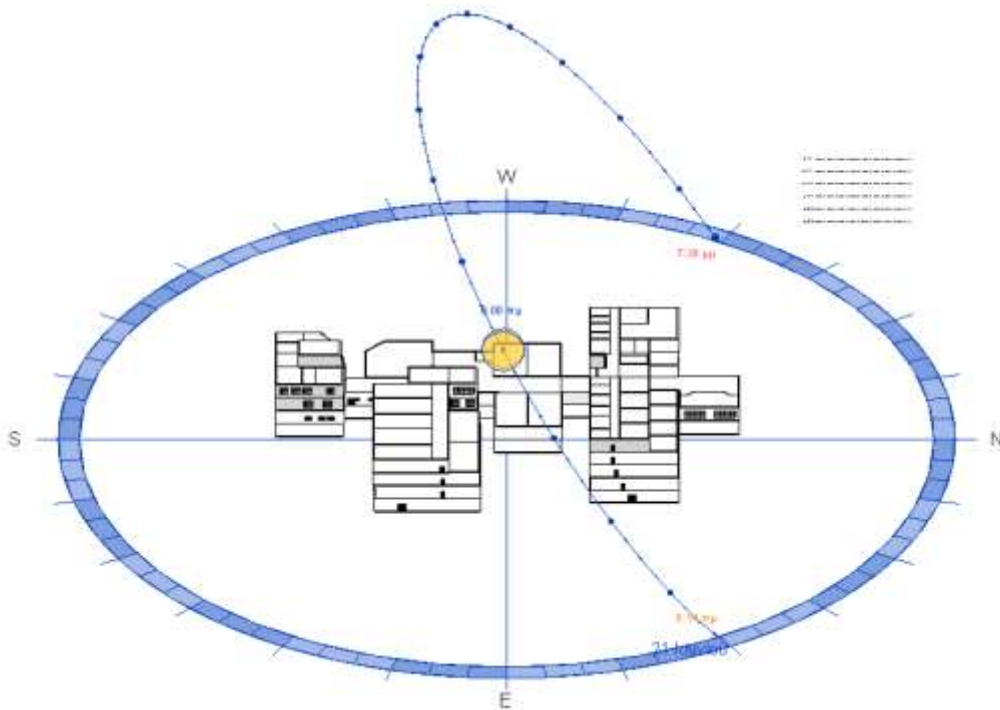
Εικόνα 29: Σκίαση στις 09:00 π.μ. την 21η Δεκεμβρίου όπως απεικονίζεται στο Autodesk Revit



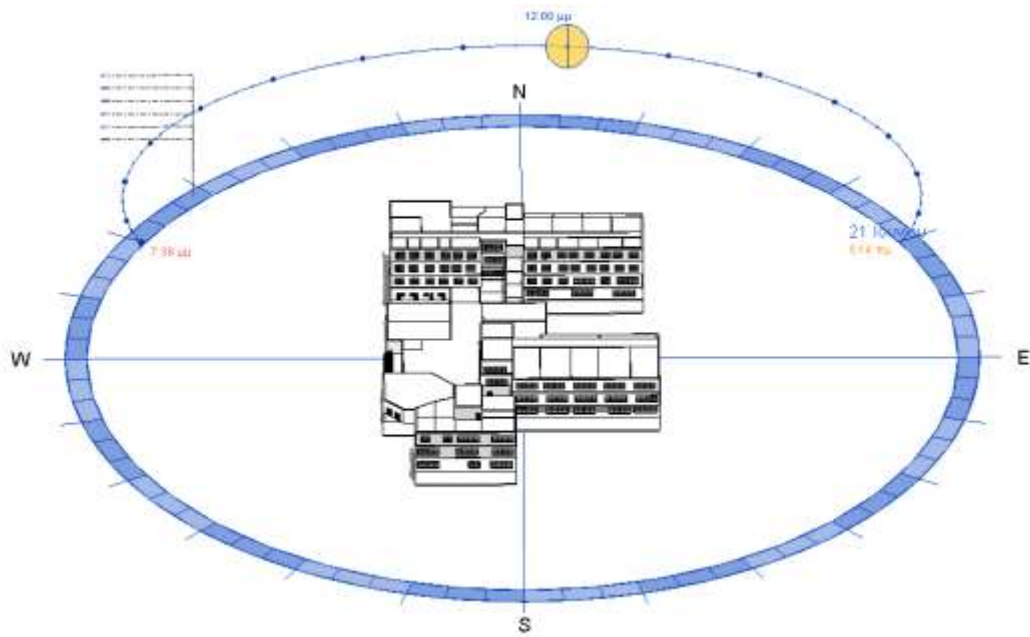
Εικόνα 30: Σκίαση στις 12:00 μ.μ. την 21η Δεκεμβρίου όπως απεικονίζεται στο Autodesk Revit



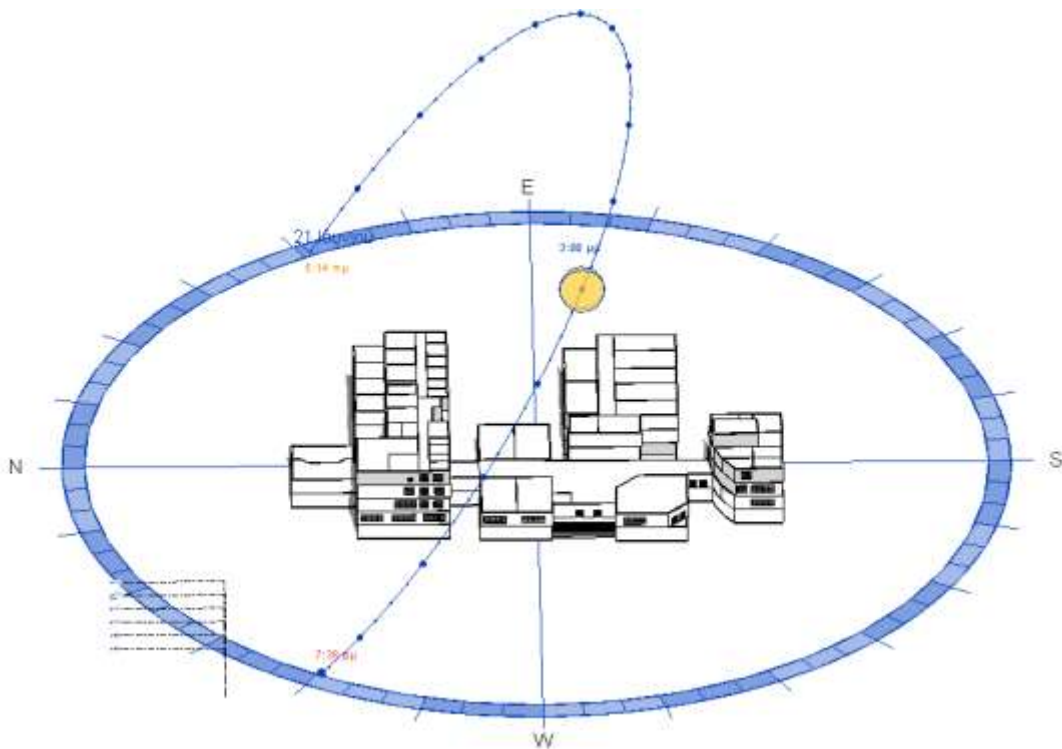
Εικόνα 31: Σκίαση στις 03:00 μ.μ. την 21η Δεκεμβρίου όπως απεικονίζεται στο Autodesk Revit



Εικόνα 32: Σκίαση στις 09:00 π.μ. την 21η Ιουνίου όπως απεικονίζεται στο Autodesk Revit



Εικόνα 33: Σκίαση στις 12:00 π.μ. την 21^η Ιουνίου όπως απεικονίζεται στο Autodesk Revit



Εικόνα 34: Σκίαση στις 03:00 π.μ. την 21^η Ιουνίου όπως απεικονίζεται στο Autodesk Revit

4.7 Ανάλυση ψύξης – θέρμανσης

4.7.1 Ανάλυση ψύξης και θέρμανσης - Χανιά

Παρακάτω παρατίθεται συγκεντρωτικά η ανάλυση ψύξης – θέρμανσης όπως υπολογίζεται από το Revit για το κτήριο για την περιοχή των Χανίων.

Δεδομένα	
Τύπος κτηρίου	Κτήριο Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης
Τοποθεσία	Χανιά
Θερμοκρασία ξηρού βολβού (θερινή περίοδος)	34°C
Θερμοκρασία υγρού βολβού (θερινή περίοδος)	23°C
Θερμοκρασία ξηρού βολβού (χειμερινή περίοδος)	4°C
Μέση ημερήσια διακύμανση θερμοκρασίας	11°C
Εμβαδόν (m ²)	15984
Όγκος (m ³)	63382
Αποτελέσματα	
Φορτίο αιχμής ψύξης (W)	1.527.612
Μήνας & ώρα φορτίου αιχμής ψύξης	Αύγουστος 2:00μμ
Αισθητό φορτίο αιχμής ψύξης (W)	1.058.415
Λανθάνον φορτίο αιχμής ψύξης (W)	469.198
Φορτίο αιχμής θέρμανσης (W)	695.943
Μέγιστη ροή αέρα ψύξης (L/s)	62.248
Μέγιστη ροή αέρα θέρμανσης (L/s)	28.424
Φορτία ανά μονάδα επιφάνειας	
Ψυκτικό φορτίο ανά μονάδα επιφάνειας (W/m ²)	95,57
Θερμικό φορτίο ανά μονάδα επιφάνειας (W/m ²)	43,54

Πίνακας 190: Συγκεντρωτικός Πίνακας στοιχείων ψύξης και θέρμανσης – Revit - Χανιά

Το μέγιστο συνολικό φορτίο ψύξης για το κτήριο είναι 1.527.612 W (απαιτείται τον Αύγουστο στις 2.00 μ.μ). Αντίστοιχα το μέγιστο φορτίο θέρμανσης είναι 695.943 W. Η συνολική μέγιστη ροή αέρα ψύξης υπολογίζεται στα 62.248 L/s ενώ η συνολική μέγιστη ροή αέρα θέρμανσης υπολογίζεται στα 28.424 L/s. Τέλος το συνολικό ψυκτικό φορτίο ανά μονάδα επιφάνειας προκύπτει 95,57 W/m² και το συνολικό θερμικό φορτίο ανά μονάδα επιφάνειας προκύπτει 43,54 W/m².

4.7.2 Ανάλυση ψύξης και θέρμανσης - Αθήνα

Παρακάτω παρατίθεται συγκεντρωτικά η ανάλυση ψύξης – θέρμανσης όπως υπολογίζεται από το Revit για το κτήριο για την περιοχή της Αθήνας.

Λεδομένα	
Τύπος κτηρίου	Κτήριο Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης
Τοποθεσία	Αθήνα, Ζωγράφου
Θερμοκρασία ξηρού βολβού (θερινή περίοδος)	38°C
Θερμοκρασία υγρού βολβού (θερινή περίοδος)	21°C
Θερμοκρασία ξηρού βολβού (χειμερινή περίοδος)	1°C
Μέση ημερήσια διακύμανση θερμοκρασίας	13°C
Εμβαδόν (m ²)	15984
Όγκος (m ³)	63382
Αποτελέσματα	
Φορτίο αιχμής ψύξης (W)	1.481.707
Μήνας & ώρα φορτίου αιχμής ψύξης	Αύγουστος 2:00μμ
Αισθητό φορτίο αιχμής ψύξης (W)	1.154.427
Λανθάνον φορτίο αιχμής ψύξης (W)	327.279
Φορτίο αιχμής θέρμανσης (W)	782.253
Μέγιστη ροή αέρα ψύξης (L/s)	59.584

Μέγιστη ροή αέρα θέρμανσης (L/s)	28.987
Φορτία ανά μονάδα επιφάνειας	
Ψυκτικό φορτίο ανά μονάδα επιφάνειας (W/m ²)	92,70
Θερμικό φορτίο ανά μονάδα επιφάνειας (W/m ²)	48,94

Πίνακας 191: Συγκεντρωτικός Πίνακας στοιχείων ψύξης και θέρμανσης – Revit - Αθήνα

Το μέγιστο συνολικό φορτίο ψύξης για το κτήριο είναι 1.481.707 W (απαιτείται τον Αύγουστο στις 2.00 μ.μ). Αντίστοιχα το μέγιστο φορτίο θέρμανσης είναι 782.253 W. Η συνολική μέγιστη ροή αέρα ψύξης υπολογίζεται στα 59.584 L/s ενώ η συνολική μέγιστη ροή αέρα θέρμανσης υπολογίζεται στα 28.987 L/s. Τέλος το συνολικό ψυκτικό φορτίο ανά μονάδα επιφάνειας προκύπτει 92,70 W/m² και το συνολικό θερμικό φορτίο ανά μονάδα επιφάνειας προκύπτει 48,94 W/m².

4.7.3 Ανάλυση ψύξης και θέρμανσης - Θεσσαλονίκη

Παρακάτω παρατίθεται συγκεντρωτικά η ανάλυση ψύξης – θέρμανσης όπως υπολογίζεται από το Revit για το κτήριο για την περιοχή της Θεσσαλονίκης.

Δεδομένα	
Τύπος κτηρίου	Κτήριο Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης
Τοποθεσία	Θεσσαλονίκη
Θερμοκρασία ξηρού βολβού (θερινή περίοδος)	36°C
Θερμοκρασία υγρού βολβού (θερινή περίοδος)	23°C
Θερμοκρασία ξηρού βολβού (χειμερινή περίοδος)	-4°C
Μέση ημερήσια διακύμανση θερμοκρασίας	15°C
Εμβαδόν (m ²)	15984
Όγκος (m ³)	63382
Αποτελέσματα	
Φορτίο αιχμής ψύξης (W)	1.569.268

Μήνας & ώρα φορτίου αιχμής ψύξης	Αύγουστος 2:00μμ
Αισθητό φορτίο αιχμής ψύξης (W)	1.104.747
Λανθάνον φορτίο αιχμής ψύξης (W)	464.520
Φορτίο αιχμής θέρμανσης (W)	1.001.476
Μέγιστη ροή αέρα ψύξης (L/s)	59.584
Μέγιστη ροή αέρα θέρμανσης (L/s)	28.965
Φορτία ανά μονάδα επιφάνειας	
Ψυκτικό φορτίο ανά μονάδα επιφάνειας (W/m ²)	98,18
Θερμικό φορτίο ανά μονάδα επιφάνειας (W/m ²)	62,66

Πίνακας 192: Συγκεντρωτικός Πίνακας στοιχείων ψύξης και θέρμανσης – Revit - Θεσσαλονίκη

Το μέγιστο συνολικό φορτίο ψύξης για το κτήριο είναι 1.569.268 W (απαιτείται τον Αύγουστο στις 2.00 μ.μ). Αντίστοιχα το μέγιστο φορτίο θέρμανσης είναι 1.001.476 W. Η συνολική μέγιστη ροή αέρα ψύξης υπολογίζεται στα 59.584 L/s ενώ η συνολική μέγιστη ροή αέρα θέρμανσης υπολογίζεται στα 28.965 L/s. Τέλος το συνολικό ψυκτικό φορτίο ανά μονάδα επιφάνειας προκύπτει 98,18 W/m² και το συνολικό θερμικό φορτίο ανά μονάδα επιφάνειας προκύπτει 62,66 W/m².

4.7.4 Ανάλυση ψύξης και θέρμανσης - Καστοριά

Παρακάτω παρατίθεται συγκεντρωτικά η ανάλυση ψύξης – θέρμανσης όπως υπολογίζεται από το Revit για το κτήριο για την περιοχή της Καστοριάς .

Δεδομένα	
Τύπος κτηρίου	Κτήριο Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης
Τοποθεσία	Καστοριά
Θερμοκρασία ξηρού βολβού (θερινή περίοδος)	34°C
Θερμοκρασία υγρού βολβού (θερινή περίοδος)	22°C
Θερμοκρασία ξηρού βολβού (χειμερινή περίοδος)	-9°C
Μέση ημερήσια διακύμανση θερμοκρασίας	17°C

Εμβαδόν (m ²)	15984
Όγκος (m ³)	63382
Αποτελέσματα	
Φορτίο αιχμής ψύξης (W)	1.408.023
Μήνας & ώρα φορτίου αιχμής ψύξης	Αύγουστος 2:00μμ
Αισθητό φορτίο αιχμής ψύξης (W)	965.156
Λανθάνον φορτίο αιχμής ψύξης (W)	442.867
Φορτίο αιχμής θέρμανσης (W)	1.304.841
Μέγιστη ροή αέρα ψύξης (L/s)	56.731
Μέγιστη ροή αέρα θέρμανσης (L/s)	30.215
Φορτία ανά μονάδα επιφάνειας	
Ψυκτικό φορτίο ανά μονάδα επιφάνειας (W/m ²)	88,09
Θερμικό φορτίο ανά μονάδα επιφάνειας (W/m ²)	72,93

Πίνακας 193: Συγκεντρωτικός Πίνακας στοιχείων ψύξης και θέρμανσης – Revit - Καστοριά

Το μέγιστο συνολικό φορτίο ψύξης για το κτήριο είναι 1.408.023 W (απαιτείται τον Αύγουστο στις 2.00 μ.μ). Αντίστοιχα το μέγιστο φορτίο θέρμανσης είναι 1.304.841 W. Η συνολική μέγιστη ροή αέρα ψύξης υπολογίζεται στα 56.731 L/s ενώ η συνολική μέγιστη ροή αέρα θέρμανσης υπολογίζεται στα 30.215 L/s. Τέλος το συνολικό ψυκτικό φορτίο ανά μονάδα επιφάνειας προκύπτει 88,09 W/m² και το συνολικό θερμικό φορτίο ανά μονάδα επιφάνειας προκύπτει 72,93 W/m².

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

5. ΛΟΓΙΣΜΙΚΑ AUTODESK INSIGHT ΚΑΙ GREEN

BUILDING STUDIO

Το Autodesk Insight και το Green Building Studio αποτελούν online εργαλεία για τους μηχανικούς, με τα οποία μπορεί να γίνει η ενεργειακή αξιολόγηση ενός κτηρίου και να βρεθούν τρόποι βελτιστοποίησης της ενεργειακής του κατανάλωσης. Για να γίνει αυτό, χρησιμοποιούνται οι κτηριακοί όγκοι και τα λεπτομερή στοιχεία του κτηρίου έτσι όπως έχουν σχεδιαστεί στο Autodesk Revit.

Το Autodesk Insight και το Green Building Studio επιτρέπουν να εκτελεστούν πολλαπλές προσομοιώσεις ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου και να δημιουργηθούν σενάρια ανάλογα με τις επιλογές του μελετητή. Πιο συγκεκριμένα, ο μελετητής έχει τη δυνατότητα να κάνει αλλαγές στον προσανατολισμό του κτηρίου, στα υλικά του κελύφους και των κουφωμάτων, στο ωράριο λειτουργίας, στα HVAC συστήματα αλλά και να προσθέσει φωτοβολταϊκά συστήματα. Με τον τρόπο αυτό δίνει τη δυνατότητα σχεδιασμού και παρουσίασης μιας ολοκληρωμένης ενεργειακής ανάλυσης, τόσο για υπάρχοντα όσο και για νέα κτήρια, αλλά και βελτιστοποίησης της ενεργειακής αποδοτικότητας τους, συμβάλλοντας στη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.

Για τους υπολογισμούς του κόστους έχει οριστεί ως τιμή του φυσικού αερίου η 0,257 €/kWh και ως τιμή ηλεκτρικού ρεύματος η 0,8 €/kWh (Σεπτέμβριος 2022).

5.1 Υφιστάμενη κατάσταση κτηρίου

Για τη μοντελοποίηση και την ενεργειακή αξιολόγηση της παρούσας κατάστασης του Πανεπιστημιακού κτηρίου έχει επιλεγεί από τη βιβλιοθήκη της Autodesk Insight το HVAC σύστημα: ASHRAE Heat Pump και συγκεκριμένα η «ASHRAE 90.1-2010 minimum efficiency Heat Pump, 9.5 EER, COP 3.2 Electric Heat, 70F economizer».

Πρόκειται για αντλία θερμότητας με συντελεστή απόδοσης COP 3,2 όσον αφορά τη θέρμανση και με δείκτη ενεργειακής απόδοσης EER 9,5 όσον αφορά τη ψύξη των χώρων. Η μονάδα συμπεριλαμβάνει σύστημα ανάκτησης θερμότητας με ενσωματωμένο εξοικονόμηση (economizer) και σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης με βαθμό απόδοσης 0,57.

5.1.1 Υφιστάμενη κατάσταση κτηρίου - Χανιά

Συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας (kWh/m ²)	105
--	-----

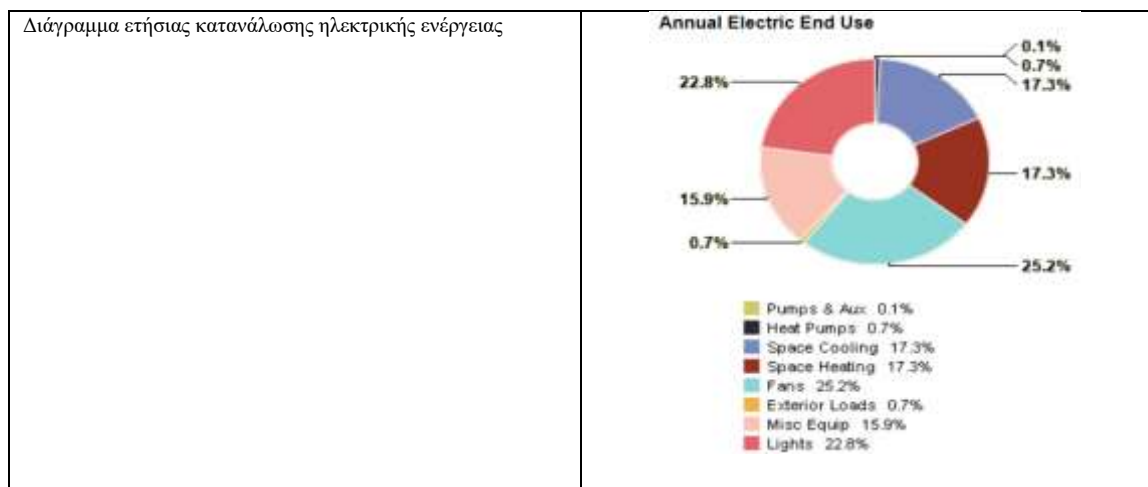
Συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας (kWh)	1678320
Ετήσιο κόστος κατανάλωσης ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας (€/m ²)	72,3
Ετήσιο κόστος κατανάλωσης ενέργειας (€)	1156645
Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh)	1335759
Ετήσια κατανάλωση ενέργειας από καύσιμα (kWh)	342561
Ετήσιες Εκπομπές CO ₂ (Mg)	90,8

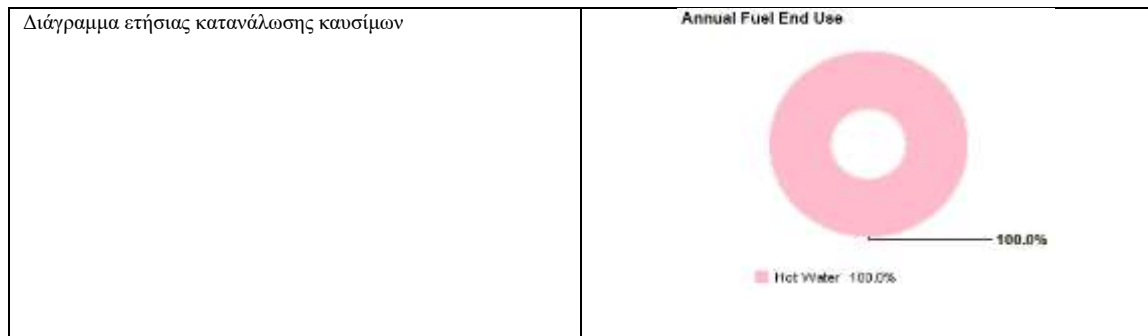
Πίνακας 194: Αποτελέσματα υπολογισμών κατανάλωσης ενέργειας και εκπομπών CO₂ υπάρχοντος κτηρίου - Χανιά

Στη συνέχεια παρουσιάζονται το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης καυσίμου (φυσικού αερίου).

Όπως φαίνεται από το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, το μεγαλύτερο ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας καταναλώνεται για τη λειτουργία των ανεμιστήρων (25,2%), το αμέσως μεγαλύτερο για το φωτισμό των χώρων (22,8%) και ακολουθούν οι καταναλώσεις για τη θέρμανση και ψύξη των χώρων (17,3% η καθεμία). Μικρότερα είναι τα ποσοστά των καταναλώσεων για τις αντλίες και τα εξωτερικά φορτία.

Όσον αφορά το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης καυσίμου, το 100% καταναλώνεται για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.





Πίνακας 195: Διαγράμματα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και καυσίμου υπάρχοντος κτηρίου - Χανιά

5.1.2 Υφιστάμενη κατάσταση κτηρίου - Αθήνα

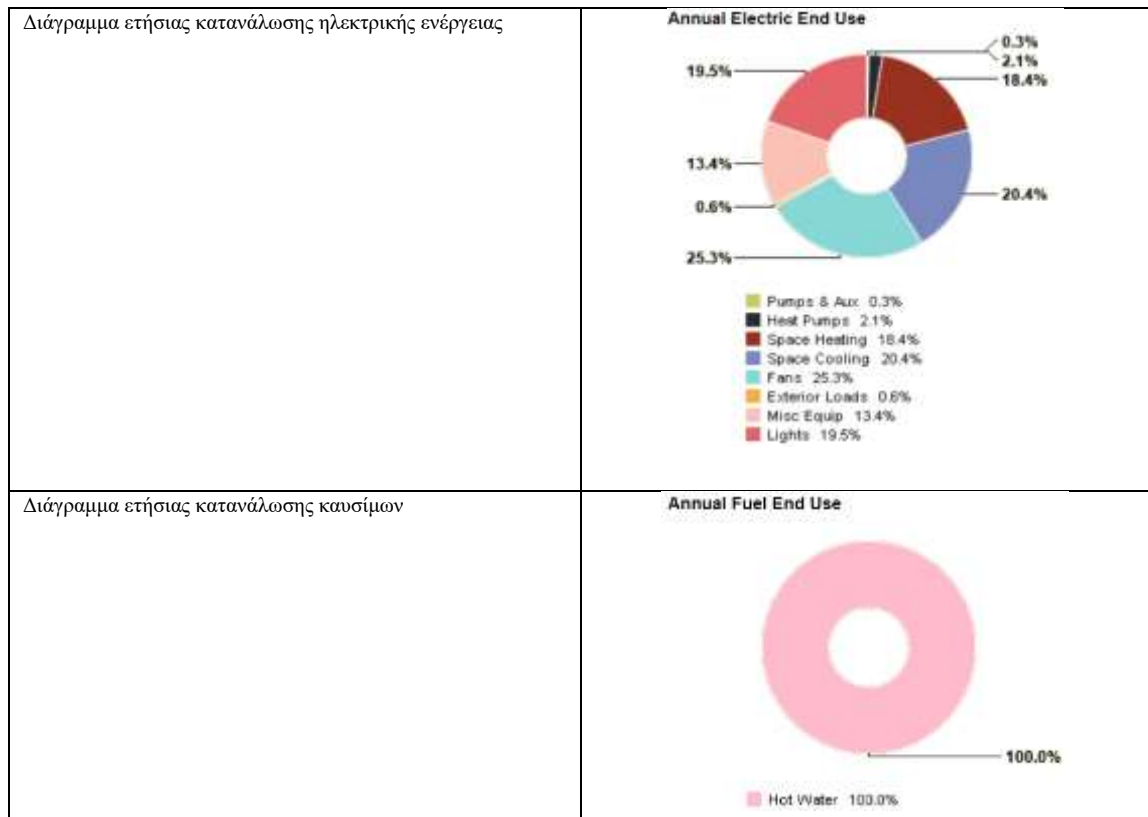
Συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας (kWh/m ²)	120
Συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας (kWh)	1918080
Ετήσιο κόστος κατανάλωσης ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας (€/m ²)	82,7
Ετήσιο κόστος κατανάλωσης ενέργειας (€)	1321880
Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh)	1526582
Ετήσια κατανάλωση ενέργειας από καύσιμα (kWh)	391498
Ετήσιες Εκπομπές CO ₂ (Mg)	104

Πίνακας 196: Αποτελέσματα υπολογισμών κατανάλωσης ενέργειας και εκπομπών CO₂ υπάρχοντος κτηρίου - Αθήνα

Στη συνέχεια παρουσιάζονται το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης καυσίμου (φυσικού αερίου).

Όπως φαίνεται από το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, το μεγαλύτερο ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας καταναλώνεται για τη λειτουργία των ανεμιστήρων (25,3%), το αμέσως μεγαλύτερο για τη ψύξη των χώρων (20,4%) και ακολουθούν οι καταναλώσεις για τη θέρμανση (18,4%) και το φωτισμό των χώρων (19,5%). Μικρότερα είναι τα ποσοστά των καταναλώσεων για τις αντλίες και τα εξωτερικά φορτία.

Όσον αφορά το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης καυσίμου, το 100% καταναλώνεται για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.



Πίνακας 197: Διαγράμματα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και καυσίμου υπάρχοντος κτηρίου - Αθήνα

5.1.3 Υφιστάμενη κατάσταση κτηρίου - Θεσσαλονίκη

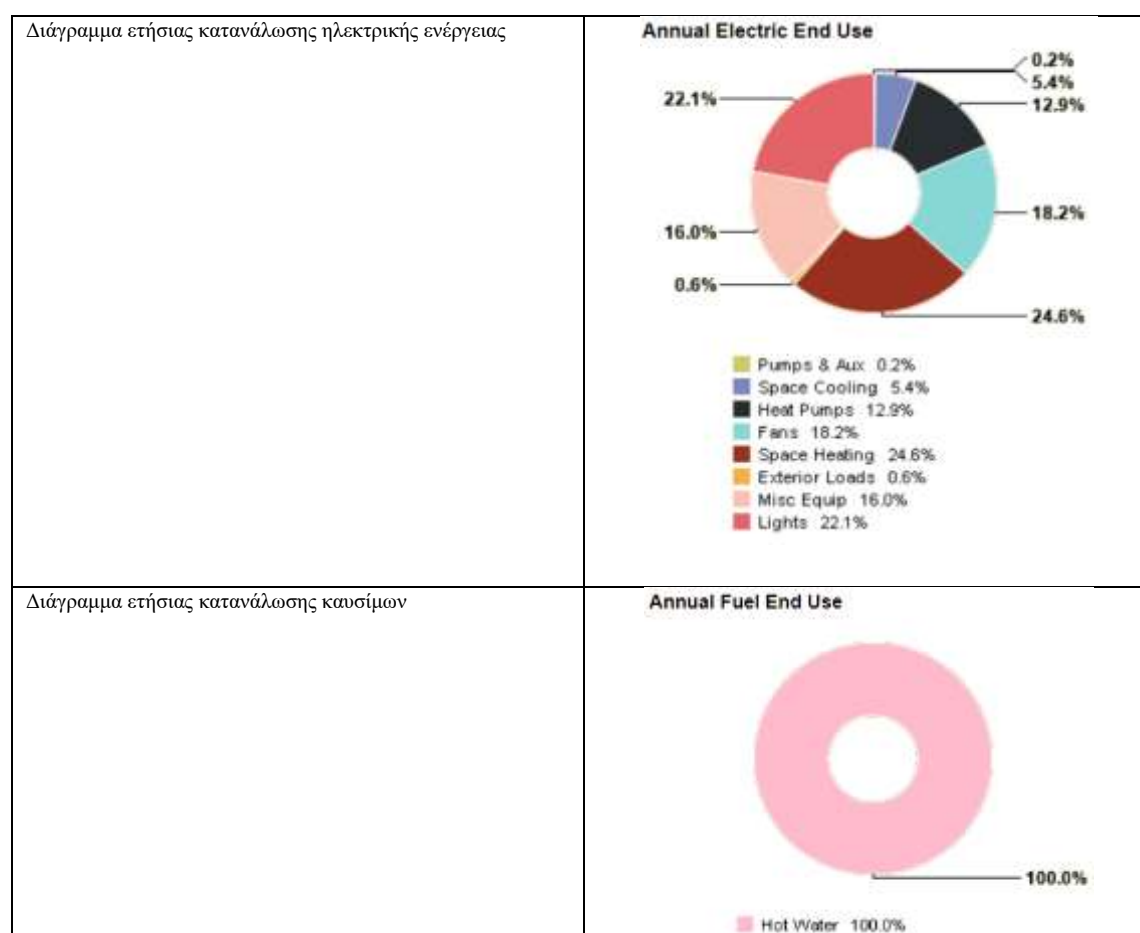
Συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας (kWh/m ²)	139
Συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας (kWh)	2221776
Ετήσιο κόστος κατανάλωσης ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας (€/m ²)	95,64
Ετήσιο κόστος κατανάλωσης ενέργειας (€)	1528831
Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh)	1763969
Ετήσια κατανάλωση ενέργειας από καύσιμα (kWh)	457807
Ετήσιες Εκπομπές CO ₂ (Mg)	92

Πίνακας 198: Αποτελέσματα υπολογισμών κατανάλωσης ενέργειας και εκπομπών CO₂ υπάρχοντος κτηρίου - Θεσσαλονίκη

Στη συνέχεια παρουσιάζονται το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης καυσίμου (φυσικού αερίου).

Όπως φαίνεται από το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, το μεγαλύτερο ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας καταναλώνεται για τη θέρμανση των χώρων (24,6%), το αμέσως μεγαλύτερο για το φωτισμό των χώρων (22,1%) και ακολουθούν οι καταναλώσεις για το μηχανικό αερισμό (16%) και τη λειτουργία των αντλιών θερμότητας (12,9%). Μικρότερα είναι τα ποσοστά των καταναλώσεων για τη ψύξη των χώρων και τα εξωτερικά φορτία.

Όσον αφορά το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης καυσίμου, το 100% καταναλώνεται για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.



Πίνακας 199: Διαγράμματα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και καυσίμου υπάρχοντος κτηρίου - Θεσσαλονίκη

5.1.4 Υφιστάμενη κατάσταση κτηρίου - Καστοριά

<p>Συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας (kWh/m²)</p>	<p>160</p>
<p>Συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας (kWh)</p>	<p>2557440</p>

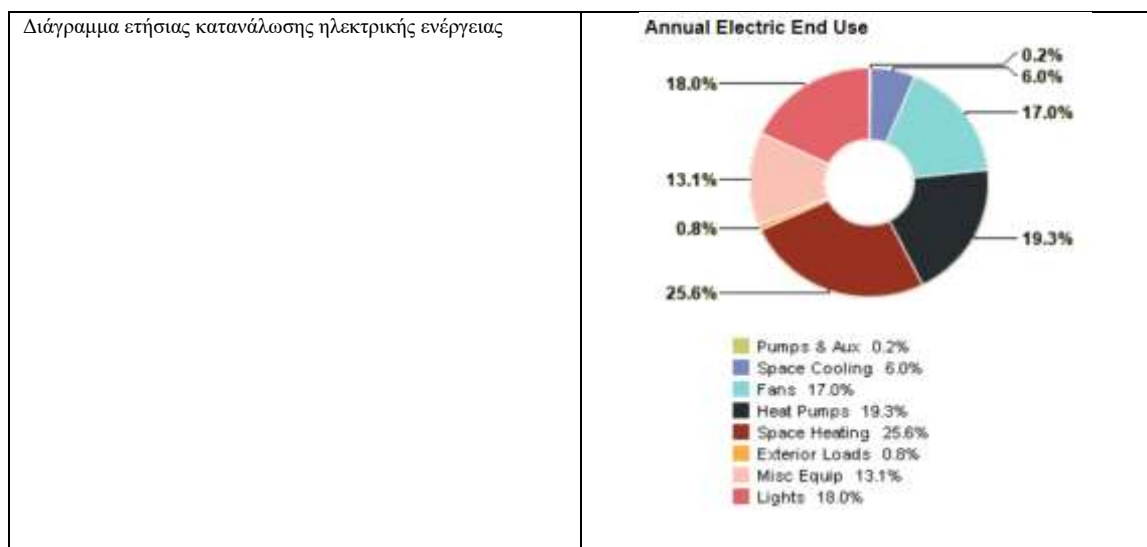
Ετήσιο κόστος κατανάλωσης ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας (€/m ²)	108,52
Ετήσιο κόστος κατανάλωσης ενέργειας (€)	1734616
Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh)	1984077
Ετήσια κατανάλωση ενέργειας από καύσιμα (kWh)	573362
Ετήσιες Εκπομπές CO ₂ (Mg)	106

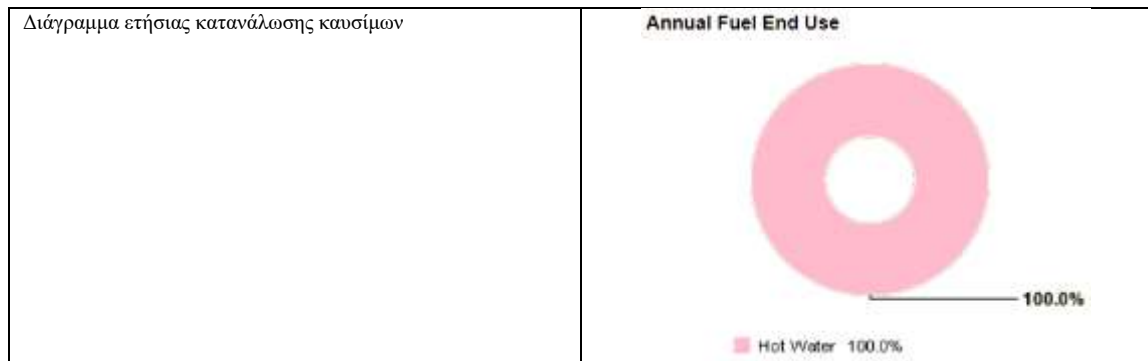
Πίνακας 200: Αποτελέσματα υπολογισμών κατανάλωσης ενέργειας και εκπομπών CO₂ υπάρχοντος κτηρίου - Καστοριά

Στη συνέχεια παρουσιάζονται το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης καυσίμου (φυσικού αερίου).

Όπως φαίνεται από το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, το μεγαλύτερο ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας καταναλώνεται για τη θέρμανση των χώρων (25,6%), το αμέσως μεγαλύτερο για τη λειτουργία των αντλιών θερμότητας (19,3%) και ακολουθούν οι καταναλώσεις για το φωτισμό (18%) και τη λειτουργία των ανεμιστήρων (17%). Μικρότερα είναι τα ποσοστά των καταναλώσεων για τη ψύξη των χώρων και το μηχανικό αερισμό.

Όσον αφορά το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης καυσίμου, το 100% καταναλώνεται για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.





Πίνακας 201: Διαγράμματα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και καυσίμου υπάρχοντος κτηρίου - Καστοριά

5.2 Σενάριο 1 - ASHRAE Heat Pump, προσθήκη φωτοβολταϊκών πάνελ και ενίσχυση θερμομόνωσης της οροφής του κτηρίου

Για τη μοντελοποίηση και την ενεργειακή αξιολόγηση του σεναρίου 1 επιλέγεται το HVAC σύστημα της υπάρχουσας κατάστασης: ASHRAE Heat Pump και συγκεκριμένα η «ASHRAE 90.1-2010 minimum efficiency Heat Pump, 9.5 EER, COP 3.2 Electric Heat, 70F economizer».

Επιπλέον, έχει επιλεγεί η κάλυψη του 60% της οροφής του κτηρίου από φωτοβολταϊκά πάνελ που έχουν βαθμό απόδοσης 18,6% και έχει ενισχυθεί η θερμομόνωση της οροφής με 10 cm θερμομονωτικού υλικού.

5.2.1 Σενάριο 1 - Χανιά

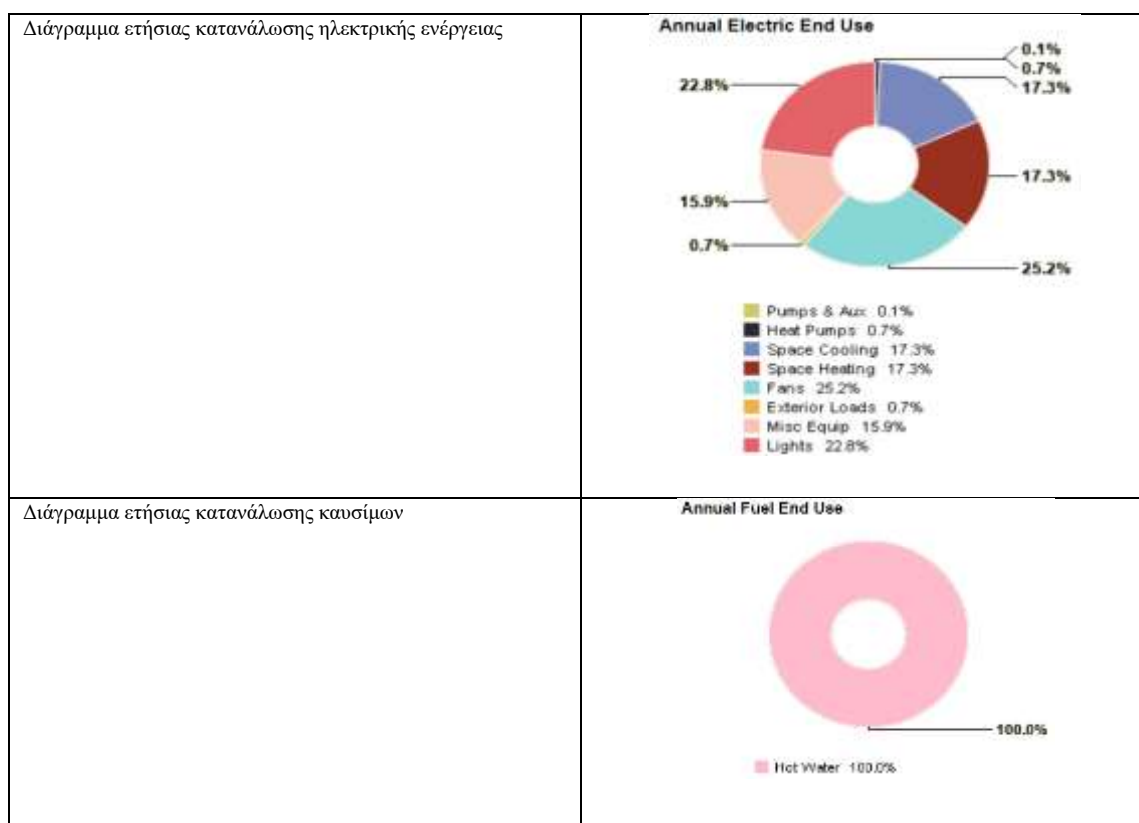
Συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας (kWh/m ²)	97,8
Συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας (kWh)	1563235
Ετήσιο κόστος κατανάλωσης ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας (€/m ²)	67,4
Ετήσιο κόστος κατανάλωσης ενέργειας (€)	1077333
Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh)	1244164
Ετήσια κατανάλωση ενέργειας από καύσιμα (kWh)	319071
Ετήσιες Εκπομπές CO ₂ (Mg)	77

Πίνακας 202: Αποτελέσματα υπολογισμών κατανάλωσης ενέργειας και εκπομπών CO₂ για το σενάριο 1 - Χανιά

Παρακάτω παρουσιάζονται το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης καυσίμου (φυσικού αερίου).

Όπως φαίνεται από το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, το μεγαλύτερο ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας καταναλώνεται για τη λειτουργία των ανεμιστήρων (25,2%), το αμέσως μεγαλύτερο για το φωτισμό των χώρων (22,8%) και ακολουθούν οι καταναλώσεις για τη θέρμανση και ψύξη των χώρων (17,3% η καθεμία). Μικρότερα είναι τα ποσοστά των καταναλώσεων για τις αντλίες και τα εξωτερικά φορτία.

Όσον αφορά το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης καυσίμου, το 100% καταναλώνεται για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.



Πίνακας 203: Διαγράμματα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και καυσίμου για το σενάριο 1 - Χανιά

5.2.2 Σενάριο 1 - Αθήνα

<p>Συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας (kWh/m²)</p>	<p>80,8</p>
---	-------------

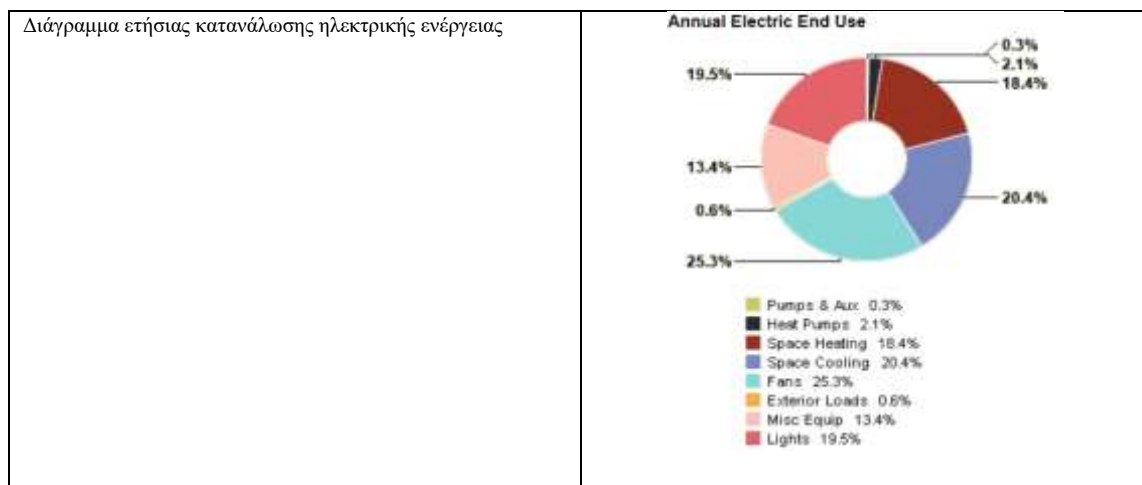
Συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας (kWh)	1291507
Ετήσιο κόστος κατανάλωσης ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας (€/m ²)	55,6
Ετήσιο κόστος κατανάλωσης ενέργειας (€)	890066
Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh)	1027898
Ετήσια κατανάλωση ενέργειας από καύσιμα (kWh)	263608
Ετήσιες Εκπομπές CO ₂ (Mg)	70

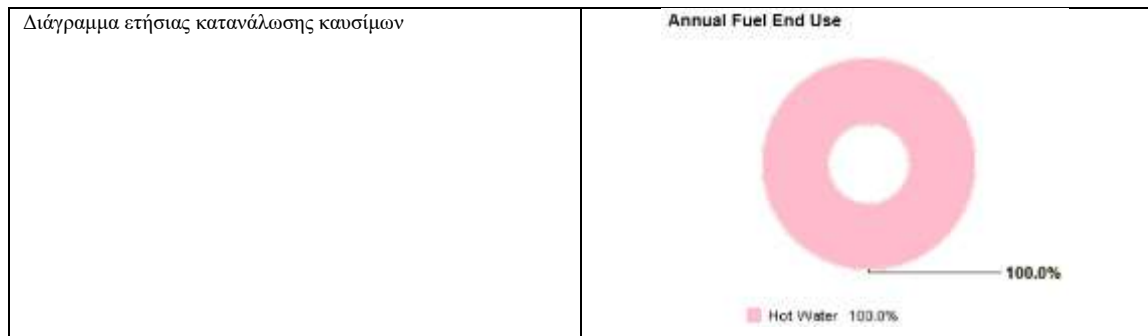
Πίνακας 204: Αποτελέσματα υπολογισμών κατανάλωσης ενέργειας και εκπομπών CO₂ για το σενάριο 1 - Αθήνα

Παρακάτω παρουσιάζονται το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης καυσίμου (φυσικού αερίου).

Όπως φαίνεται από το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, το μεγαλύτερο ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας καταναλώνεται για τη λειτουργία των ανεμιστήρων (25,3%), το αμέσως μεγαλύτερο για τη ψύξη των χώρων (20,4%) και ακολουθούν οι καταναλώσεις για τη θέρμανση (18,4%) και το φωτισμό των χώρων (19,5%). Μικρότερα είναι τα ποσοστά των καταναλώσεων για τις αντλίες και τα εξωτερικά φορτία.

Όσον αφορά το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης καυσίμου, το 100% καταναλώνεται για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.





Πίνακας 205: Διαγράμματα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και καυσίμου για το σενάριο 1 - Αθήνα

5.2.3 Σενάριο 1 - Θεσσαλονίκη

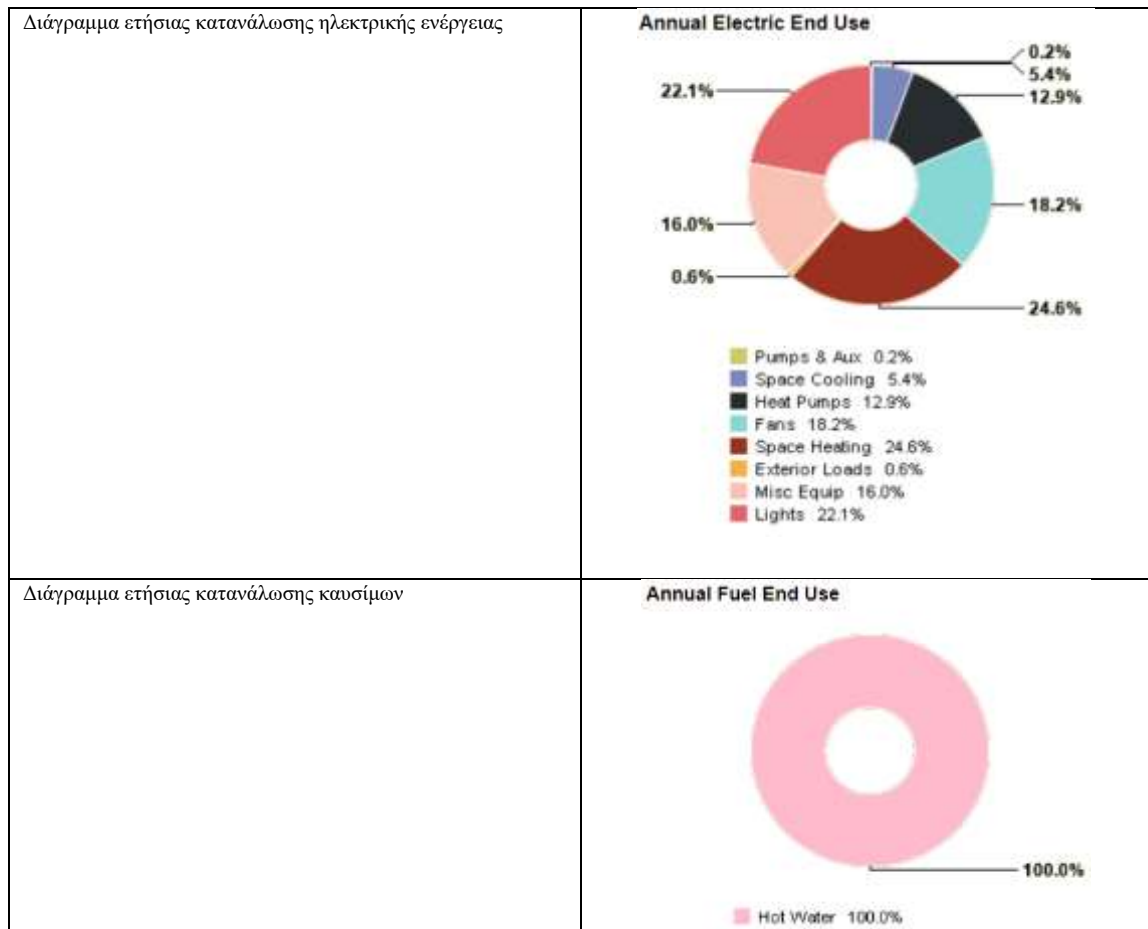
Συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας (kWh/m ²)	122
Συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας (kWh)	1950048
Ετήσιο κόστος κατανάλωσης ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας (€/m ²)	83,94
Ετήσιο κόστος κατανάλωσης ενέργειας (€)	1341852
Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh)	1548231
Ετήσια κατανάλωση ενέργειας από καύσιμα (kWh)	401816,6
Ετήσιες Εκπομπές CO ₂ (Mg)	88

Πίνακας 206: Αποτελέσματα υπολογισμών κατανάλωσης ενέργειας και εκπομπών CO₂ για το σενάριο 1 - Θεσσαλονίκη

Στη συνέχεια παρουσιάζονται το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης καυσίμου (φυσικού αερίου).

Όπως φαίνεται από το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, το μεγαλύτερο ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας καταναλώνεται για τη θέρμανση των χώρων (24,6%), το αμέσως μεγαλύτερο για το φωτισμό των χώρων (22,1%) και ακολουθούν οι καταναλώσεις για το μηχανικό αερισμό (16%) και τη λειτουργία των αντλιών θερμότητας (12,9%). Μικρότερα είναι τα ποσοστά των καταναλώσεων για τη ψύξη των χώρων και τα εξωτερικά φορτία.

Όσον αφορά το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης καυσίμου, το 100% καταναλώνεται για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.



Πίνακας 207: Διαγράμματα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και καυσίμων για το σενάριο 1 - Θεσσαλονίκη

5.2.4 Σενάριο 1 - Καστοριά

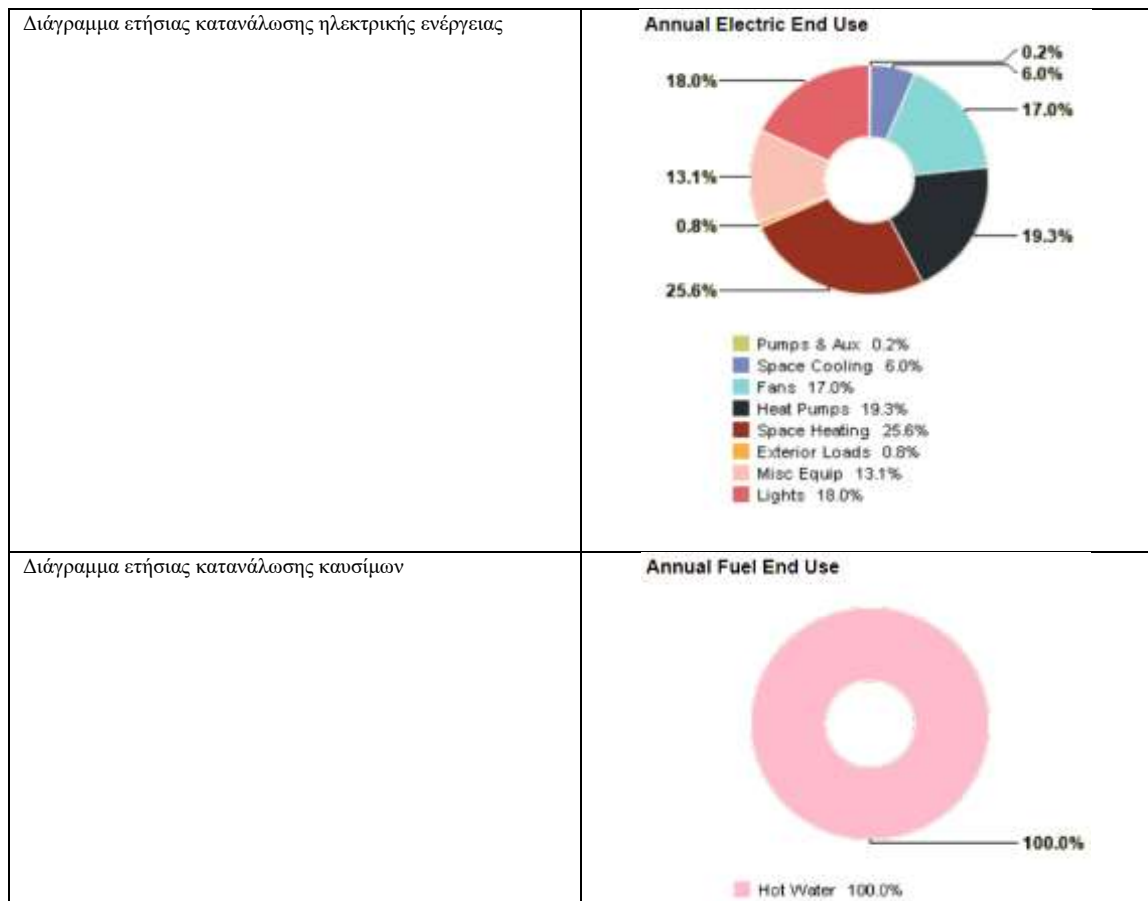
Συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας (kWh/m ²)	148
Συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας (kWh)	2365632
Ετήσιο κόστος κατανάλωσης ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας (€/m ²)	100,38
Ετήσιο κόστος κατανάλωσης ενέργειας (€)	1604520
Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh)	1872473
Ετήσια κατανάλωση ενέργειας από καύσιμα (kWh)	541110
Ετήσιες Εκπομπές CO ₂ (Mg)	106,7

Πίνακας 208: Αποτελέσματα υπολογισμών κατανάλωσης ενέργειας και εκπομπών CO₂ για το σενάριο 1 - Καστοριά

Στη συνέχεια παρουσιάζονται το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης καυσίμου (φυσικού αερίου).

Όπως φαίνεται από το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, το μεγαλύτερο ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας καταναλώνεται για τη θέρμανση των χώρων (25,6%), το αμέσως μεγαλύτερο για τη λειτουργία των αντλιών θερμότητας (19,3%) και ακολουθούν οι καταναλώσεις για το φωτισμό (18%) και τη λειτουργία των ανεμιστήρων (17%). Μικρότερα είναι τα ποσοστά των καταναλώσεων για τη ψύξη των χώρων και το μηχανικό αερισμό.

Όσον αφορά το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης καυσίμου, το 100% καταναλώνεται για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.



Πίνακας 209: Διαγράμματα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και καυσίμου για το σενάριο 1 - Καστοριά

5.3 Σενάριο 2 - High Efficiency Heat Pump και προσθήκη

φωτοβολταϊκών πάνελ

Για τη μοντελοποίηση και την ενεργειακή αξιολόγηση του Σεναρίου 2 για το Πανεπιστημιακό κτήριο, έχει επιλεγεί από τη βιβλιοθήκη της Autodesk Insight το HVAC σύστημα: High Efficiency Heat Pump και συγκεκριμένα η «Heat Pump, 17.4 SEER, 9.6 HSPF, Electric Heat».

Πρόκειται για σύστημα κλιματισμού ψύξης και θέρμανσης με αντλίες θερμότητας, οι οποίες λειτουργούν με πηγή ενέργειας τον ηλεκτρισμό, με βαθμό εποχιακής ενεργειακής απόδοσης κατά την ψύξη (**SEER**) 17,4 και συντελεστή εποχικής απόδοσης θέρμανσης (HSPF) 9,6. Η μονάδα συμπεριλαμβάνει σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης με βαθμό απόδοσης 0,57.

Επίσης έχει επιλεγεί η κάλυψη του 60% της οροφής του κτηρίου από φωτοβολταϊκά πάνελ που έχουν βαθμό απόδοσης 16%.

5.3.1 Σενάριο 2 - Χανιά

Συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας (kWh/m ²)	88,5
Συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας (kWh)	1414584
Ετήσιο κόστος κατανάλωσης ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας (€/m ²)	60,9
Ετήσιο κόστος κατανάλωσης ενέργειας (€)	975009,6
Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh)	1126080
Ετήσια κατανάλωση ενέργειας από καύσιμα (kWh)	288503,8
Ετήσιες Εκπομπές CO ₂ (Mg)	80,7

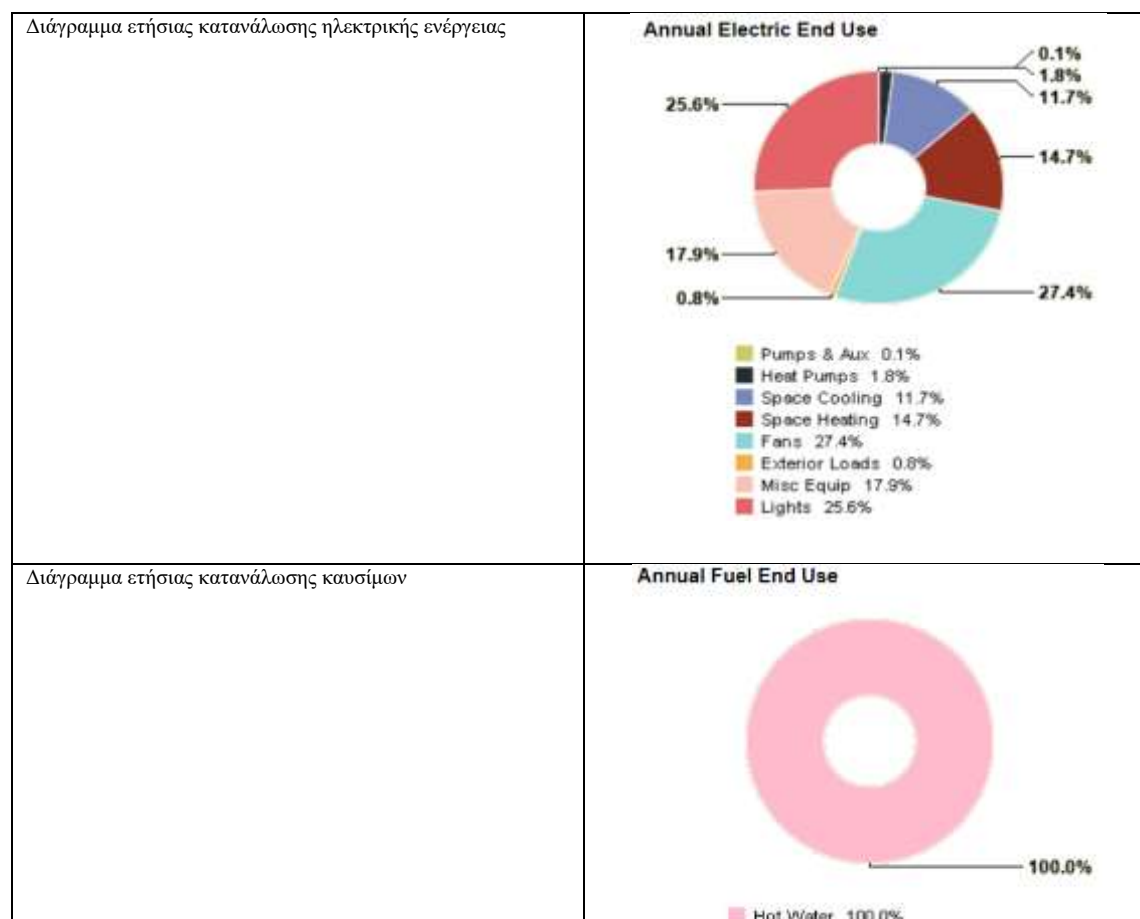
Πίνακας 210: Αποτελέσματα υπολογισμών κατανάλωσης ενέργειας και εκπομπών CO₂ για το σενάριο 2 - Χανιά

Ακολούθως παρουσιάζονται το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης καυσίμου (φυσικού αερίου).

Όπως φαίνεται από το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, το μεγαλύτερο ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας καταναλώνεται για τη λειτουργία των ανεμιστήρων των χώρων (27,4%), το αμέσως μεγαλύτερο για το φωτισμό των χώρων (25,6%) και ακολουθεί η κατανάλωση για το μηχανικό αερισμό των χώρων (17,9%).

Μικρότερα είναι τα ποσοστά των καταναλώσεων για τη θέρμανση και ψύξη των χώρων και τα εξωτερικά φορτία.

Όσον αφορά το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης καυσίμου, το 100% καταναλώνεται για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.



Πίνακας 211: Διαγράμματα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και καυσίμου για το σενάριο 2 - Χανιά

5.3.2 Σενάριο 2 - Αθήνα

Συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας (kWh/m ²)	106
Συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας (kWh)	1694304
Ετήσιο κόστος κατανάλωσης ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας (€/m ²)	73,06
Ετήσιο κόστος κατανάλωσης ενέργειας (€)	1167808

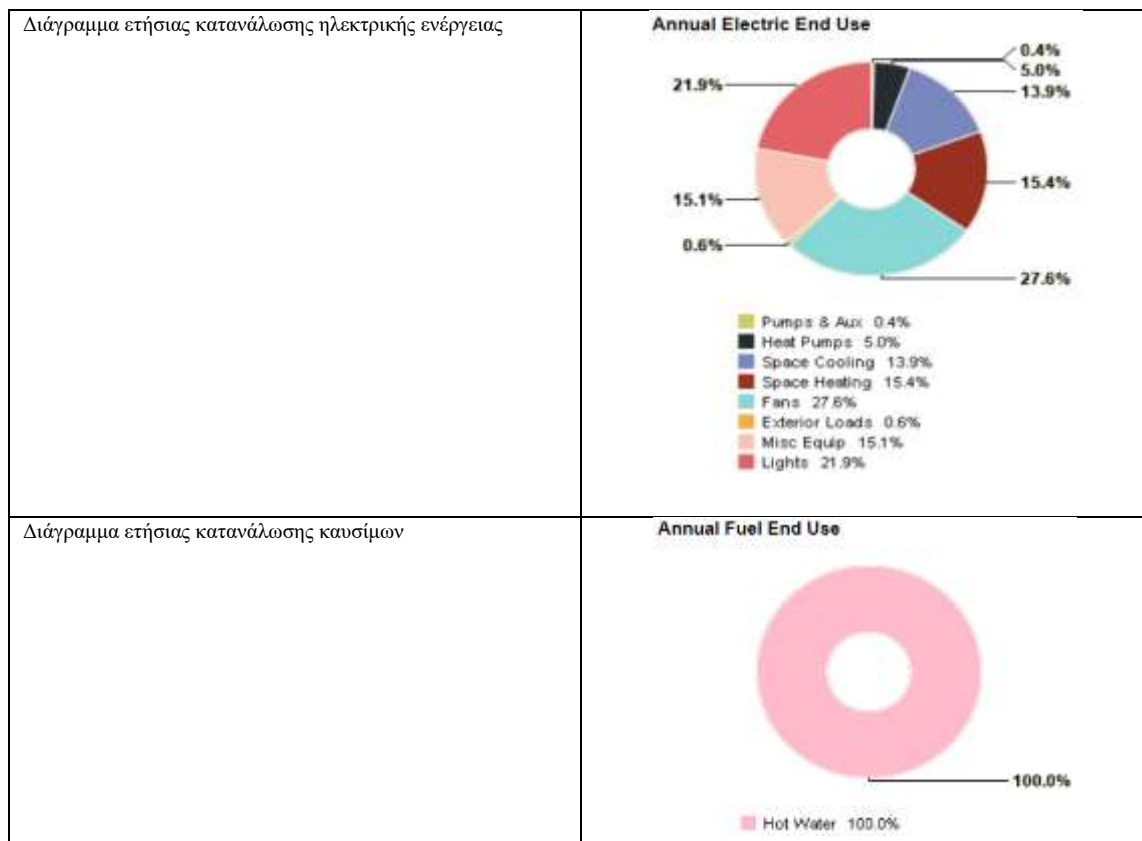
Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh)	1348751
Ετήσια κατανάλωση ενέργειας από καύσιμα (kWh)	345552,6
Ετήσιες Εκπομπές CO ₂ (Mg)	96,6

Πίνακας 212: Αποτελέσματα υπολογισμών κατανάλωσης ενέργειας και εκπομπών CO₂ για το σενάριο 2 - Αθήνα

Ακολούθως παρουσιάζονται το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης καυσίμου (φυσικού αερίου).

Όπως φαίνεται από το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, το μεγαλύτερο ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας καταναλώνεται για τη λειτουργία των ανεμιστήρων των χώρων (27,6%), το αμέσως μεγαλύτερο για το φωτισμό των χώρων (21,9%) και ακολουθεί η κατανάλωση για τη θέρμανση των χώρων (15,4%). Μικρότερα είναι τα ποσοστά των καταναλώσεων για τη ψύξη των χώρων, το μηχανικό αερισμό και τα εξωτερικά φορτία.

Όσον αφορά το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης καυσίμου, το 100% καταναλώνεται για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.



Πίνακας 213: Διαγράμματα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και καυσίμου για το σενάριο 2 - Αθήνα

5.3.3 Σενάριο 2 - Θεσσαλονίκη

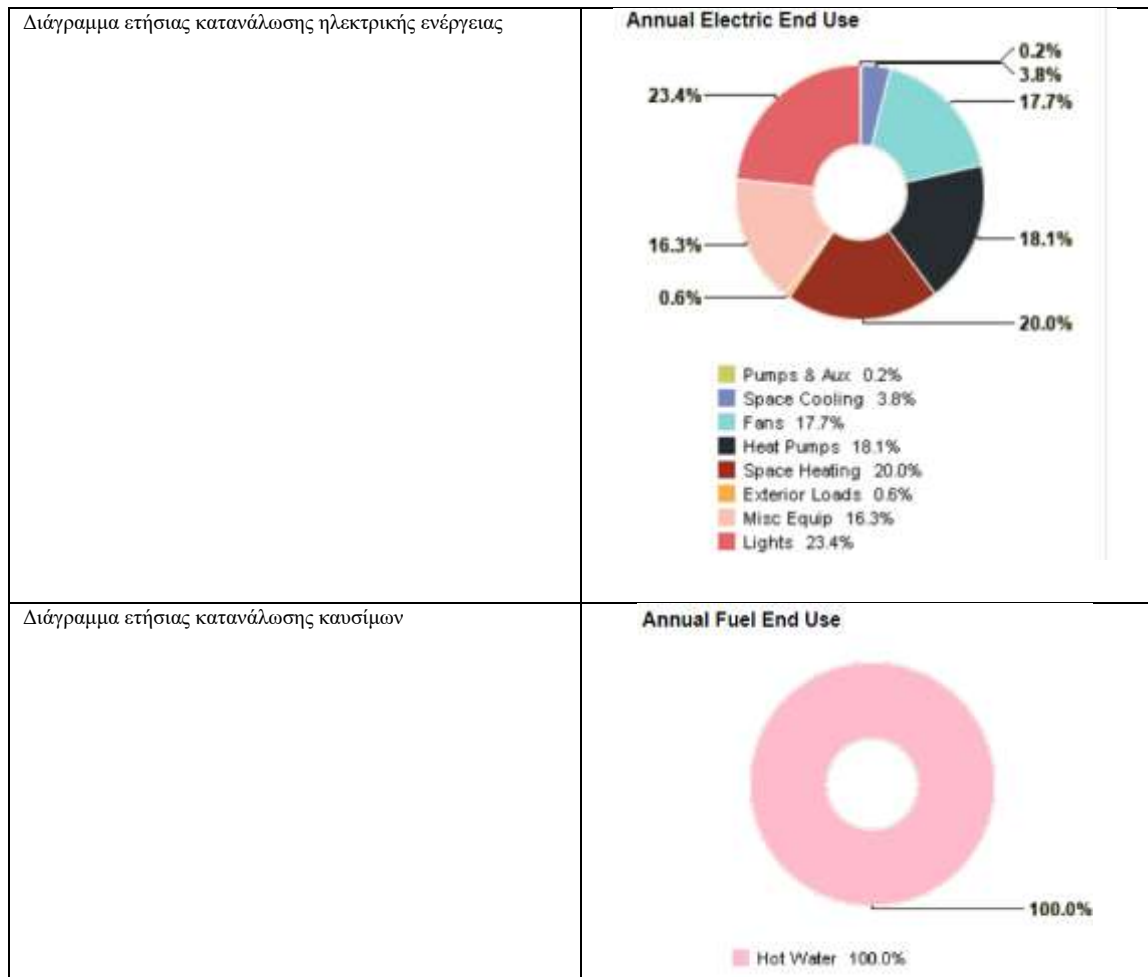
Συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας (kWh/m ²)	125
Συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας (kWh)	1998000
Ετήσιο κόστος κατανάλωσης ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας (€/m ²)	87,08
Ετήσιο κόστος κατανάλωσης ενέργειας (€)	1391966
Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh)	1617826
Ετήσια κατανάλωση ενέργειας από καύσιμα (kWh)	380173
Ετήσιες Εκπομπές CO ₂ (Mg)	89

Πίνακας 214: Αποτελέσματα υπολογισμών κατανάλωσης ενέργειας και εκπομπών CO₂ για το σενάριο 2 - Θεσσαλονίκη

Ακολούθως παρουσιάζονται το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης καυσίμου (φυσικού αερίου).

Όπως φαίνεται από το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, το μεγαλύτερο ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας καταναλώνεται για το φωτισμό των χώρων (23,4%), το αμέσως μεγαλύτερο για τη θέρμανση των χώρων (20%) και ακολουθεί η κατανάλωση για τη λειτουργία των αντλιών θερμότητας (18,1%). Μικρότερα είναι τα ποσοστά των καταναλώσεων για τη ψύξη των χώρων, το μηχανικό αερισμό και τα εξωτερικά φορτία.

Όσον αφορά το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης καυσίμου, το 100% καταναλώνεται για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.



Πίνακας 215: Διαγράμματα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και καυσίμου για το σενάριο 2 - Θεσσαλονίκη

5.3.4 Σενάριο 2 - Καστοριά

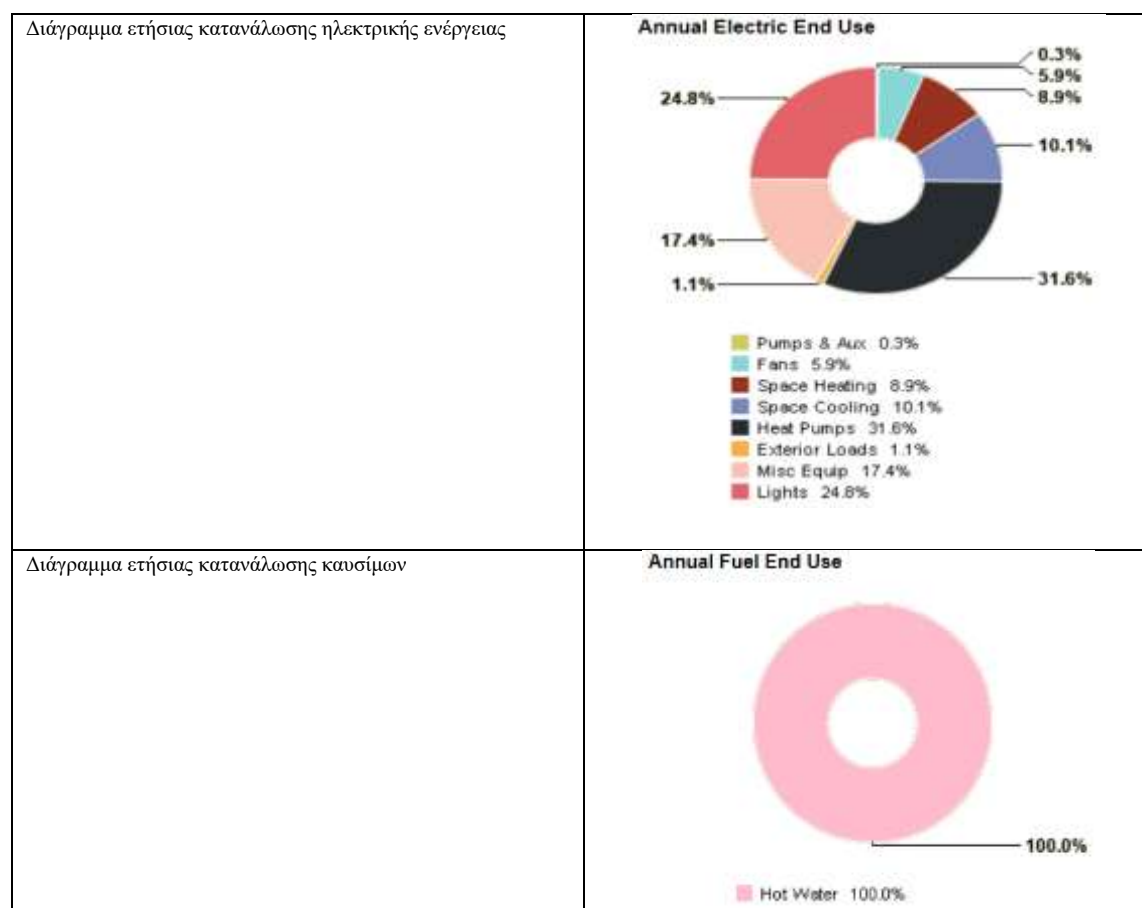
Συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας (kWh/m ²)	150
Συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας (kWh)	2397600
Ετήσιο κόστος κατανάλωσης ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας (€/m ²)	99,28
Ετήσιο κόστος κατανάλωσης ενέργειας (€)	1586933
Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh)	1847344
Ετήσια κατανάλωση ενέργειας από καύσιμα (kWh)	630175
Ετήσιες Εκπομπές CO ₂ (Mg)	106,8

Πίνακας 216: Αποτελέσματα υπολογισμών κατανάλωσης ενέργειας και εκπομπών CO₂ για το σενάριο 2 - Καστοριά

Ακολουθώς παρουσιάζονται το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης καυσίμου (φυσικού αερίου).

Όπως φαίνεται από το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, το μεγαλύτερο ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας καταναλώνεται για τη λειτουργία των αντλιών θερμότητας (31,6%), το αμέσως μεγαλύτερο για το φωτισμό των χώρων (24,8%) και ακολουθεί η κατανάλωση για το μηχανικό αερισμό (17,4%). Μικρότερα είναι τα ποσοστά των καταναλώσεων για τη ψύξη και θέρμανση των χώρων και τα εξωτερικά φορτία.

Όσον αφορά το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης καυσίμου, το 100% καταναλώνεται για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.



Πίνακας 217: Διαγράμματα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και καυσίμου για το σενάριο 2 - Καστοριά

5.4 Σενάριο 3 - High Efficiency VAV και προσθήκη φωτοβολταϊκών πάνελ

Για τη μοντελοποίηση και την ενεργειακή αξιολόγηση του Σεναρίου 3 για το Πανεπιστημιακό κτήριο, έχει επιλεγεί από τη βιβλιοθήκη της Autodesk Insight το HVAC σύστημα: High Efficiency VAV και συγκεκριμένα η «VAV, Underfloor Air Distribution, COP 7.5 Chiller, 95% Eff. Gas Boiler, economizer».

Πρόκειται για ένα κεντρικό σύστημα Μεταβλητού Όγκου Αέρα (VAV), του οποίου το ψυκτικό μέσο, τροφοδοτείται από ένα υδρόψυκτο φυγοκεντρικό ψύκτη με συντελεστή απόδοσης COP 7,5. Η θέρμανση των χώρων γίνεται από λέβητα φυσικού αερίου ο οποίος έχει απόδοση καύσης 95%. Για την παροχή του κλιματισμένου αέρα χρησιμοποιείται ένα σύστημα αγωγών τροφοδοσίας που βρίσκεται κάτω από το υπερυψωμένο δάπεδο. Η μονάδα συμπεριλαμβάνει σύστημα ανάκτησης θερμότητας με ενσωματωμένο εξοικονόμηση (economizer) και σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης με βαθμό απόδοσης 0,57.

Επίσης έχει επιλεγεί η κάλυψη του 75% της οροφής του κτηρίου από φωτοβολταϊκά πάνελ που έχουν βαθμό απόδοσης 20,4%.

5.4.1 Σενάριο 3 - Χανιά

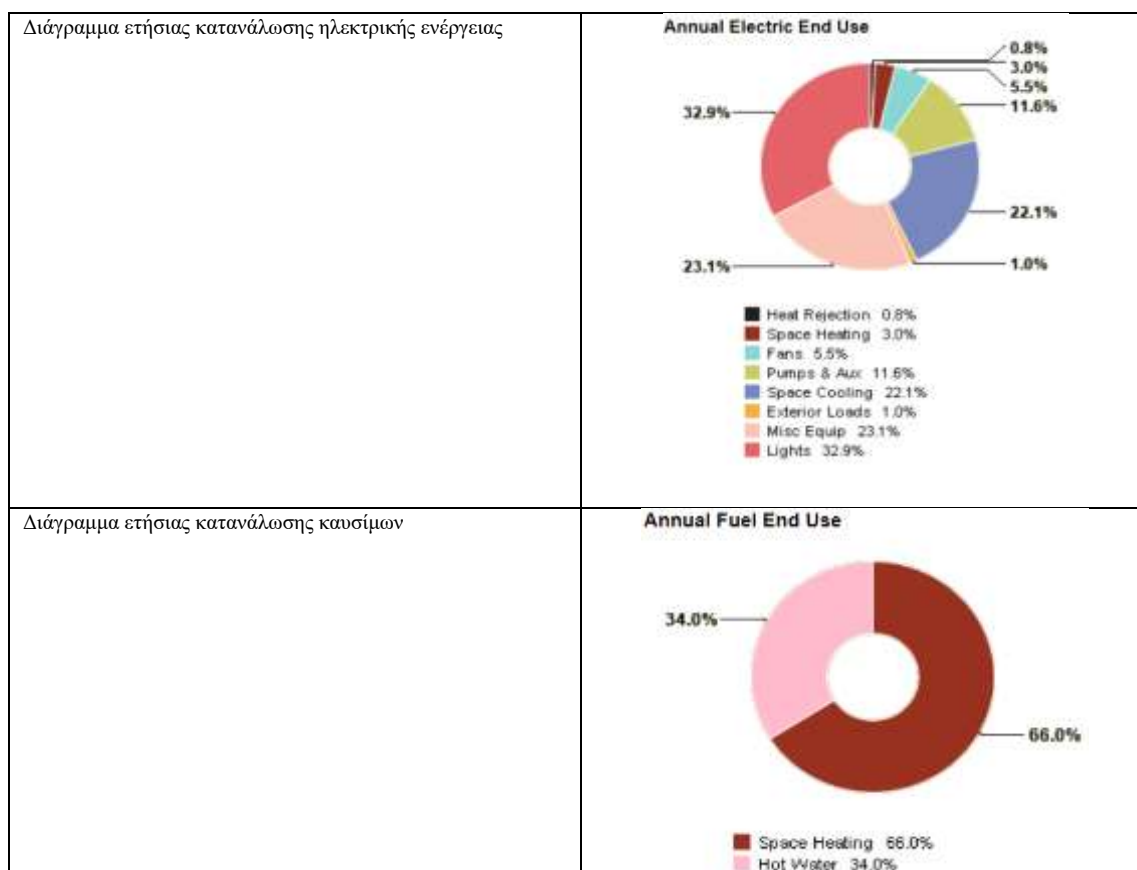
Συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας (kWh/m ²)	91,7
Συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας (kWh)	1465733
Ετήσιο κόστος κατανάλωσης ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας (€/m ²)	48,84
Ετήσιο κόστος κατανάλωσης ενέργειας (€)	780730,9
Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh)	744083,9
Ετήσια κατανάλωση ενέργειας από καύσιμα (kWh)	721648,9
Ετήσιες Εκπομπές CO ₂ (Mg)	237

Πίνακας 218: Αποτελέσματα υπολογισμών κατανάλωσης ενέργειας και εκπομπών CO₂ για το σενάριο 3 - Χανιά

Ακολουθώς παρουσιάζονται το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης καυσίμου (φυσικού αερίου).

Όπως φαίνεται από το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, το μεγαλύτερο ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας καταναλώνεται για το φωτισμό των χώρων (32,9%), το αμέσως μεγαλύτερο για το μηχανικό αερισμό των χώρων (23,1%) και ακολουθεί η κατανάλωση για τη ψύξη των χώρων (22,1%). Μικρότερα είναι τα ποσοστά των καταναλώσεων για τη θέρμανση των χώρων και τα εξωτερικά φορτία.

Όσον αφορά το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης καυσίμου, το 34% καταναλώνεται για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης και το 66% για θέρμανση των χώρων.



Πίνακας 219: Διαγράμματα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και καυσίμου για το σενάριο 3 - Χανιά

5.4.2 Σενάριο 3 - Αθήνα

Συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας (kWh/m ²)	98,9
Συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας (kWh)	1580818
Ετήσιο κόστος κατανάλωσης ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας (€/m ²)	68,16
Ετήσιο κόστος κατανάλωσης ενέργειας (€)	1089587

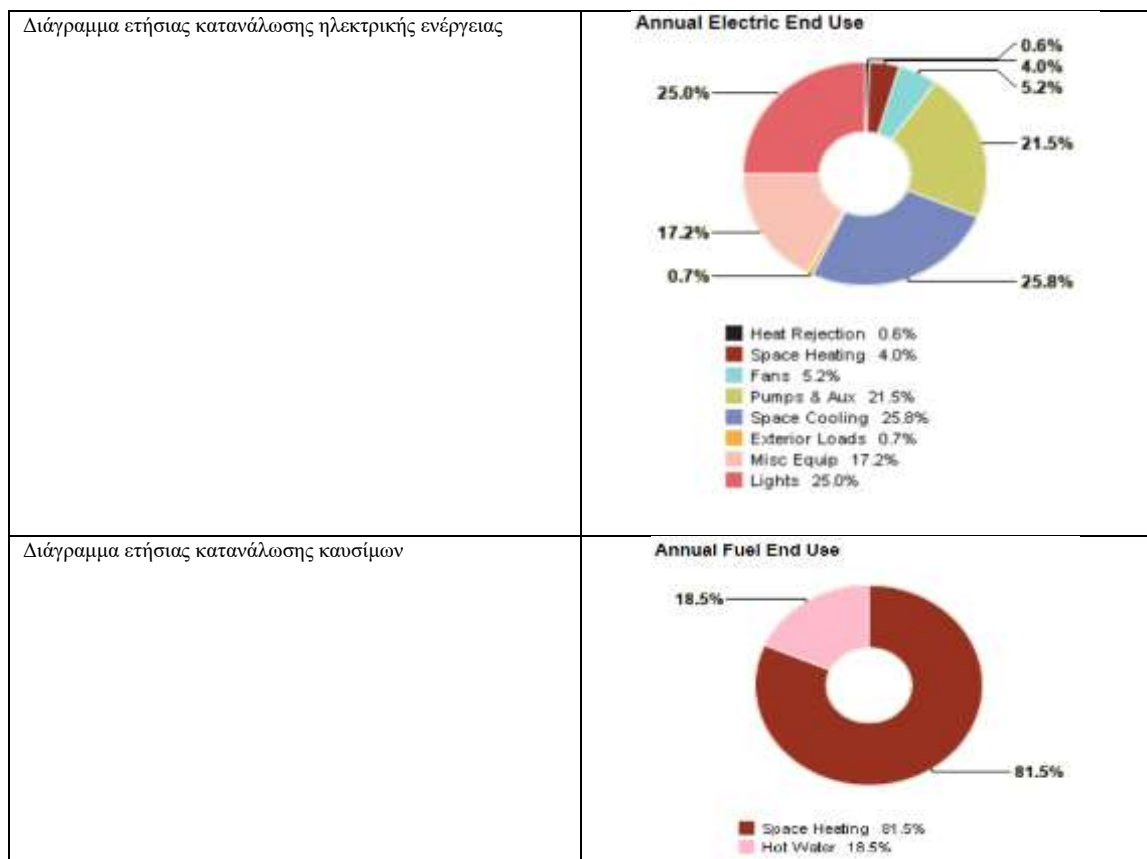
Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh)	1258411
Ετήσια κατανάλωση ενέργειας από καύσιμα (kWh)	322407,1
Ετήσιες Εκπομπές CO ₂ (Mg)	255

Πίνακας 220: Αποτελέσματα υπολογισμών κατανάλωσης ενέργειας και εκπομπών CO₂ για το σενάριο 3 - Αθήνα

Ακολουθώς παρουσιάζονται το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης καυσίμου (φυσικού αερίου).

Όπως φαίνεται από το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, το μεγαλύτερο ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας καταναλώνεται για τη ψύξη των χώρων (25,8%), το αμέσως μεγαλύτερο για το φωτισμό των χώρων (25%) και ακολουθεί η κατανάλωση για τη λειτουργία των αντλιών (21,5%). Μικρότερα είναι τα ποσοστά των καταναλώσεων για τη θέρμανση των χώρων και τα εξωτερικά φορτία.

Όσον αφορά το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης καυσίμου, το 18,5% καταναλώνεται για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης και το 81,5% για θέρμανση των χώρων.



Πίνακας 221: Διαγράμματα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και καυσίμου για το σενάριο 3 - Αθήνα

5.4.3 Σενάριο 3 - Θεσσαλονίκη

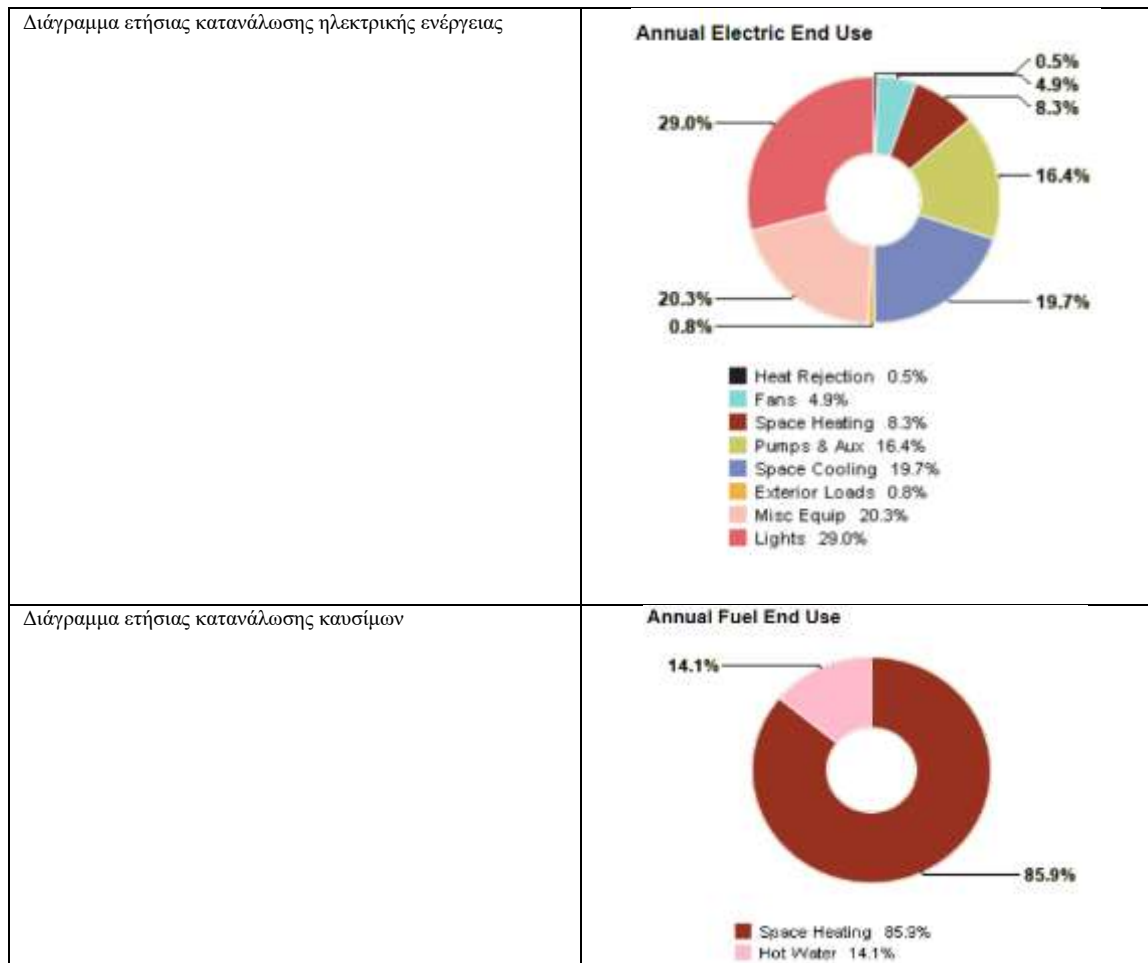
Συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας (kWh/m ²)	115
Συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας (kWh)	1838160
Ετήσιο κόστος κατανάλωσης ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας (€/m ²)	49,87
Ετήσιο κόστος κατανάλωσης ενέργειας (€)	797229,2
Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh)	598199
Ετήσια κατανάλωση ενέργειας από καύσιμα (kWh)	1239961
Ετήσιες Εκπομπές CO ₂ (Mg)	260

Πίνακας 222: Αποτελέσματα υπολογισμών κατανάλωσης ενέργειας και εκπομπών CO₂ για το σενάριο 3 - Θεσσαλονίκη

Ακολουθώς παρουσιάζονται το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης καυσίμου (φυσικού αερίου).

Όπως φαίνεται από το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, το μεγαλύτερο ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας καταναλώνεται για το φωτισμό των χώρων (29%), το αμέσως μεγαλύτερο για το μηχανικό αερισμό των χώρων (20,3%) και ακολουθεί η κατανάλωση για τη ψύξη των χώρων (19,7%). Μικρότερα είναι τα ποσοστά των καταναλώσεων για τη θέρμανση των χώρων και τα εξωτερικά φορτία.

Όσον αφορά το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης καυσίμου, το 14,1% καταναλώνεται για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης και το 85,9% για θέρμανση των χώρων.



Πίνακας 223: Διαγράμματα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και καυσίμων για το σενάριο 3 - Θεσσαλονίκη

5.4.4 Σενάριο 3 - Καστοριά

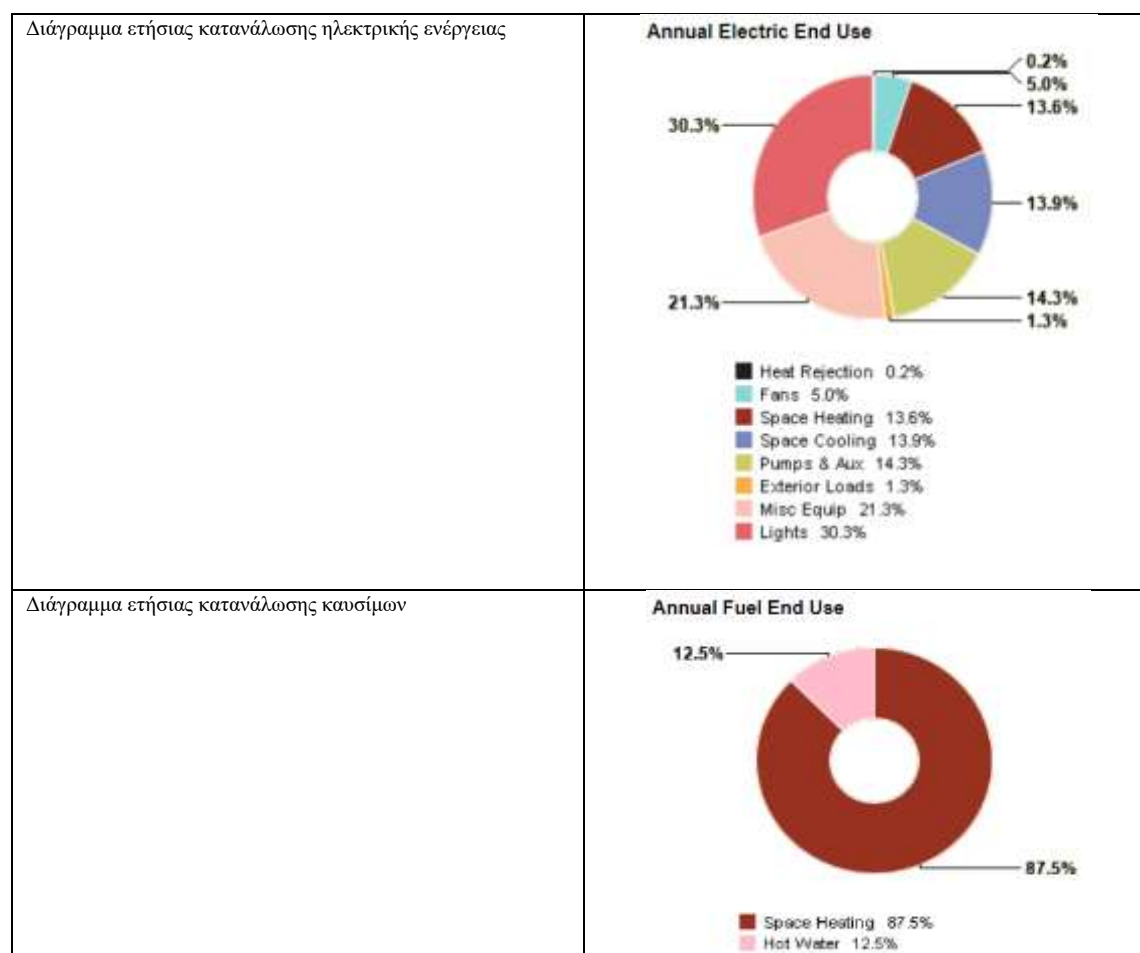
Συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας (kWh/m ²)	121
Συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας (kWh)	1934064
Ετήσιο κόστος κατανάλωσης ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας (€/m ²)	46,22
Ετήσιο κόστος κατανάλωσης ενέργειας (€)	738826,4
Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh)	445252
Ετήσια κατανάλωση ενέργειας από καύσιμα (kWh)	1488812
Ετήσιες Εκπομπές CO ₂ (Mg)	275

Πίνακας 224: Αποτελέσματα υπολογισμών κατανάλωσης ενέργειας και εκπομπών CO₂ για το σενάριο 3 - Καστοριά

Ακολούθως παρουσιάζονται το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης καυσίμου (φυσικού αερίου).

Όπως φαίνεται από το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, το μεγαλύτερο ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας καταναλώνεται για το φωτισμό των χώρων (30,3%), το αμέσως μεγαλύτερο για το μηχανικό αερισμό των χώρων (21,3%) και ακολουθεί η κατανάλωση για τη λειτουργία των αντλιών (14,3%). Μικρότερα είναι τα ποσοστά των καταναλώσεων για τη θέρμανση και ψύξη των χώρων και τα εξωτερικά φορτία.

Όσον αφορά το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης καυσίμου, το 12,5% καταναλώνεται για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης και το 87,5% για θέρμανση των χώρων.



Πίνακας 225: Διαγράμματα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και καυσίμου για το σενάριο 3 - Καστοριά

5.5 Σενάριο 4 - ASHRAE Terminal Package Heat Pump και προσθήκη φωτοβολταϊκών πάνελ

Για τη μοντελοποίηση και την ενεργειακή αξιολόγηση του Σεναρίου 4 για το Πανεπιστημιακό κτήριο, έχει επιλεγεί από τη βιβλιοθήκη της Autodesk Insight το HVAC σύστημα: ASHRAE Terminal Package Heat Pump και συγκεκριμένα η «ASHRAE 90.1-2010 minimum efficiency Package Terminal Heat Pump 11.9 EER, COP 4.5».

Πρόκειται για σύστημα κλιματισμού ψύξης και θέρμανσης με αντλίες θερμότητας, οι οποίες λειτουργούν με πηγή ενέργειας τον ηλεκτρισμό, με συντελεστή απόδοσης COP 4,5 και όσον αφορά τη θέρμανση και με δείκτη ενεργειακής απόδοσης EER 11,9 όσον αφορά τη ψύξη των χώρων. Η μονάδα συμπεριλαμβάνει σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης με βαθμό απόδοσης 0,57.

Επίσης έχει επιλεγεί η κάλυψη του 60% της οροφής του κτηρίου από φωτοβολταϊκά πάνελ που έχουν βαθμό απόδοσης 18,6%.

5.5.1 Σενάριο 4 - Χανιά

Συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας (kWh/m ²)	71,6
Συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας (kWh)	1144454
Ετήσιο κόστος κατανάλωσης ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας (€/m ²)	39,27
Ετήσιο κόστος κατανάλωσης ενέργειας (€)	627708,3
Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh)	860495,1
Ετήσια κατανάλωση ενέργειας από καύσιμα (kWh)	283959,3
Ετήσιες Εκπομπές CO ₂ (Mg)	90,8

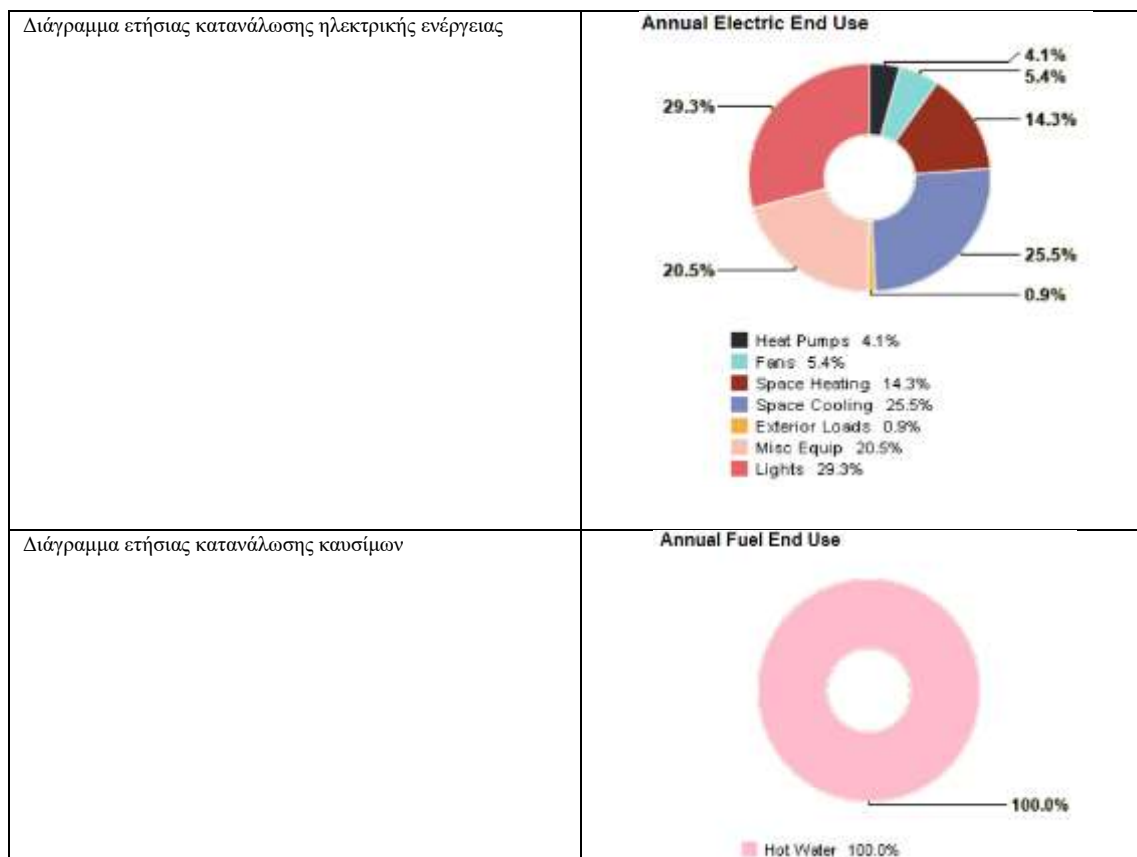
Πίνακας 226: Αποτελέσματα υπολογισμών κατανάλωσης ενέργειας και εκπομπών CO₂ για το σενάριο 4 - Χανιά

Ακολούθως παρουσιάζονται το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης καυσίμου (φυσικού αερίου).

Όπως φαίνεται από το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, το μεγαλύτερο ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας καταναλώνεται για το φωτισμό των χώρων (29,3%), το αμέσως μεγαλύτερο για τη ψύξη των χώρων (25,5%) και ακολουθεί η

κατανάλωση για το μηχανικό αερισμό των χώρων (20,5%). Μικρότερα είναι τα ποσοστά των καταναλώσεων για τη θέρμανση των χώρων και τα εξωτερικά φορτία.

Όσον αφορά το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης καυσίμου, το 100% καταναλώνεται για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.



Πίνακας 227: Διαγράμματα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και καυσίμου για το σενάριο 4 -Χανιά

5.5.2 Σενάριο 4 - Αθήνα

Συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας (kWh/m ²)	72
Συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας (kWh)	1150848
Ετήσιο κόστος κατανάλωσης ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας (€/m ²)	49,62
Ετήσιο κόστος κατανάλωσης ενέργειας (€)	793228,2
Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh)	916133

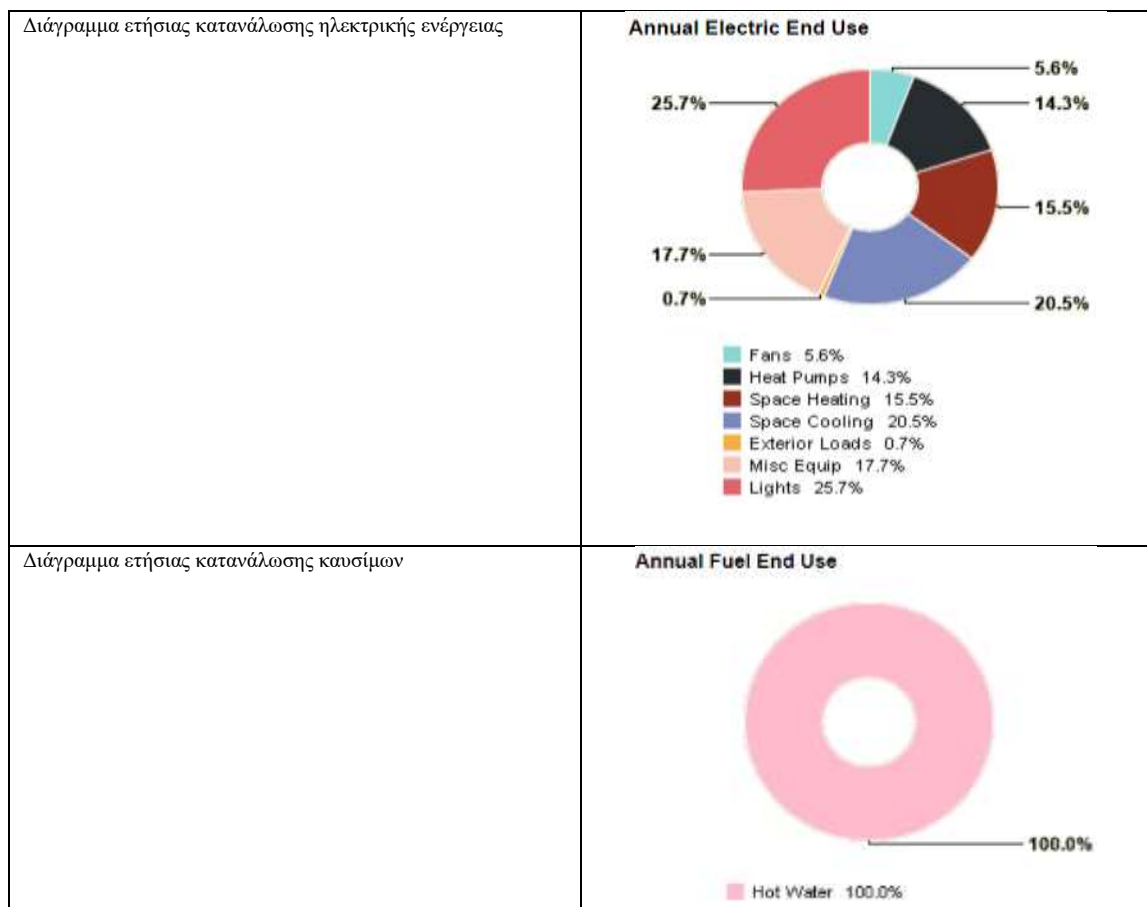
Ετήσια κατανάλωση ενέργειας από καύσιμα (kWh)	234715
Ετήσιες Εκπομπές CO₂ (Mg)	91,3

Πίνακας 228: Αποτελέσματα υπολογισμών κατανάλωσης ενέργειας και εκπομπών CO₂ για το σενάριο 4 - Αθήνα

Παρακάτω παρουσιάζονται το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης καυσίμου (φυσικού αερίου).

Όπως φαίνεται από το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, το μεγαλύτερο ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας καταναλώνεται για το φωτισμό των χώρων (25,7%), το αμέσως μεγαλύτερο για τη ψύξη των χώρων (20,5%) και ακολουθεί η κατανάλωση για το μηχανικό αερισμό των χώρων (17,7%). Μικρότερα είναι τα ποσοστά των καταναλώσεων για τη θέρμανση των χώρων και τα εξωτερικά φορτία.

Όσον αφορά το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης καυσίμου, το 100% καταναλώνεται για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.



Πίνακας 229: Διαγράμματα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και καυσίμου για το σενάριο 4 - Αθήνα

5.5.3 Σενάριο 4 - Θεσσαλονίκη

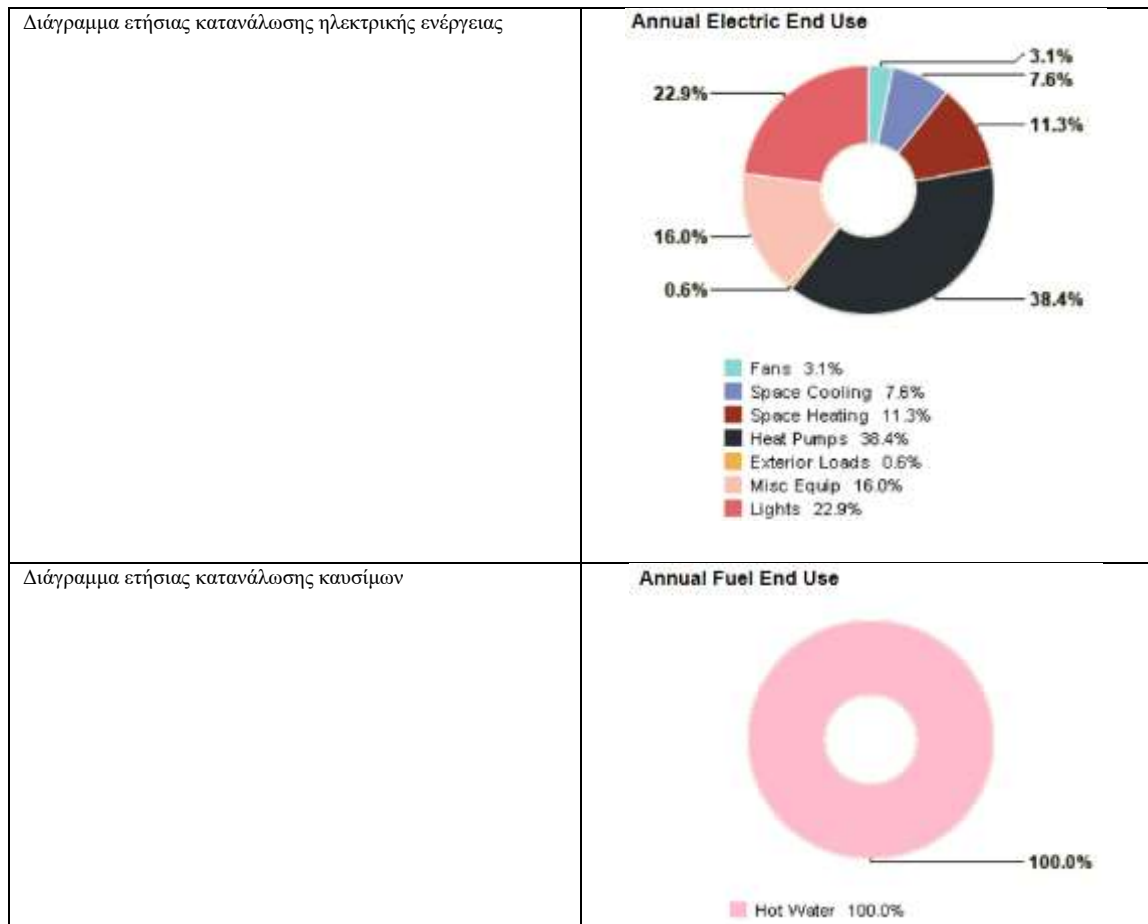
Συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας (kWh/m ²)	82
Συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας (kWh)	1310688
Ετήσιο κόστος κατανάλωσης ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας (€/m ²)	56,43
Ετήσιο κόστος κατανάλωσης ενέργειας (€)	902126,5
Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh)	1041031
Ετήσια κατανάλωση ενέργειας από καύσιμα (kWh)	269657
Ετήσιες Εκπομπές CO ₂ (Mg)	92

Πίνακας 230: Αποτελέσματα υπολογισμών κατανάλωσης ενέργειας και εκπομπών CO₂ για το σενάριο 4 - Θεσσαλονίκη

Παρακάτω παρουσιάζονται το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης καυσίμου (φυσικού αερίου).

Όπως φαίνεται από το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, το μεγαλύτερο ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας καταναλώνεται για τη λειτουργία των αντλιών θερμότητας (38,4%), το αμέσως μεγαλύτερο για το φωτισμό των χώρων (22,9%) και ακολουθεί η κατανάλωση για το μηχανικό αερισμό των χώρων (16%). Μικρότερα είναι τα ποσοστά των καταναλώσεων για τη θέρμανση και ψύξη των χώρων και τα εξωτερικά φορτία.

Όσον αφορά το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης καυσίμου, το 100% καταναλώνεται για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.



Πίνακας 231: Διαγράμματα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και καυσίμων για το σενάριο 4 - Θεσσαλονίκη

5.5.4 Σενάριο 4 - Καστοριά

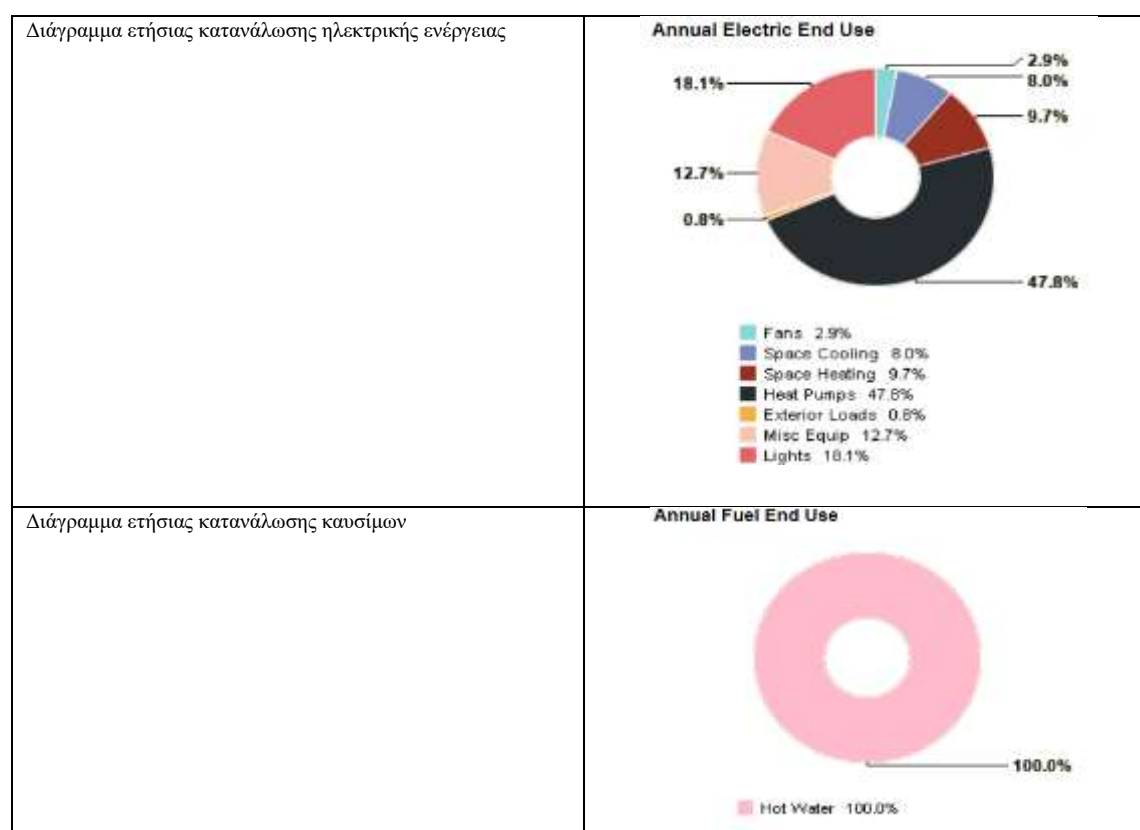
Συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας (kWh/m ²)	90
Συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας (kWh)	1438560
Ετήσιο κόστος κατανάλωσης ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας (€/m ²)	61,30
Ετήσιο κόστος κατανάλωσης ενέργειας (€)	979898,4
Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh)	1123736
Ετήσια κατανάλωση ενέργειας από καύσιμα (kWh)	314824
Ετήσιες Εκπομπές CO ₂ (Mg)	100,9

Πίνακας 232: Αποτελέσματα υπολογισμών κατανάλωσης ενέργειας και εκπομπών CO₂ για το σενάριο 4 - Καστοριά

Παρακάτω παρουσιάζονται το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης καυσίμου (φυσικού αερίου).

Όπως φαίνεται από το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, το μεγαλύτερο ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας καταναλώνεται για τη λειτουργία των αντλιών θερμότητας (47,8%), το αμέσως μεγαλύτερο για το φωτισμό των χώρων (18,1%) και ακολουθεί η κατανάλωση για το μηχανικό αερισμό των χώρων (12,7%). Μικρότερα είναι τα ποσοστά των καταναλώσεων για τη θέρμανση και ψύξη των χώρων και τα εξωτερικά φορτία.

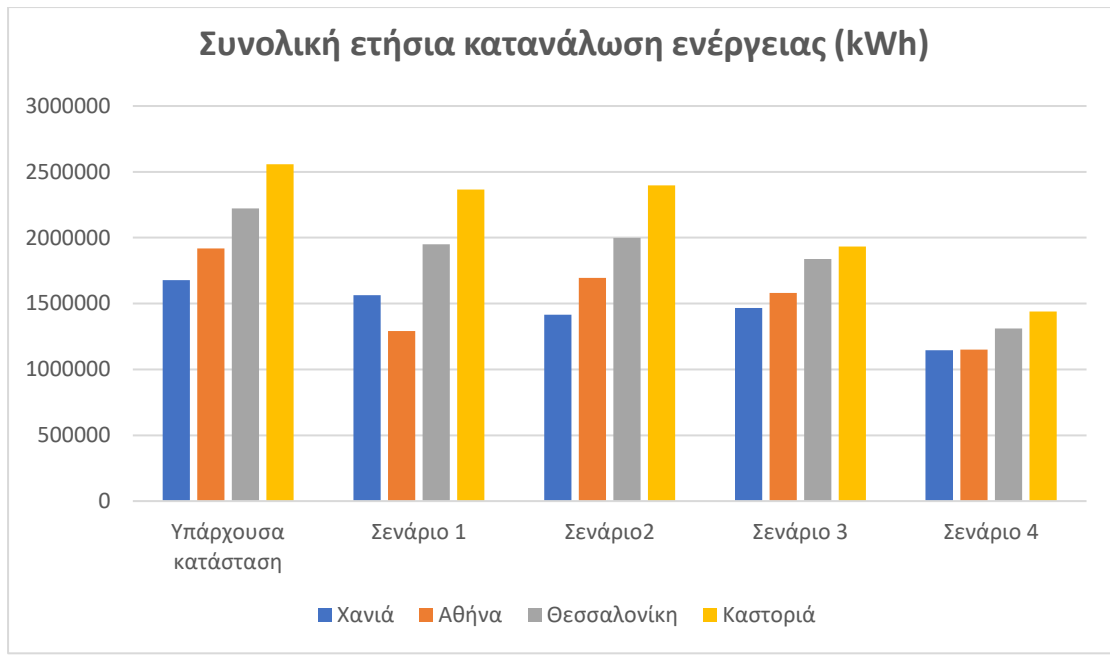
Όσον αφορά το διάγραμμα ετήσιας κατανάλωσης καυσίμου, το 100% καταναλώνεται για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.



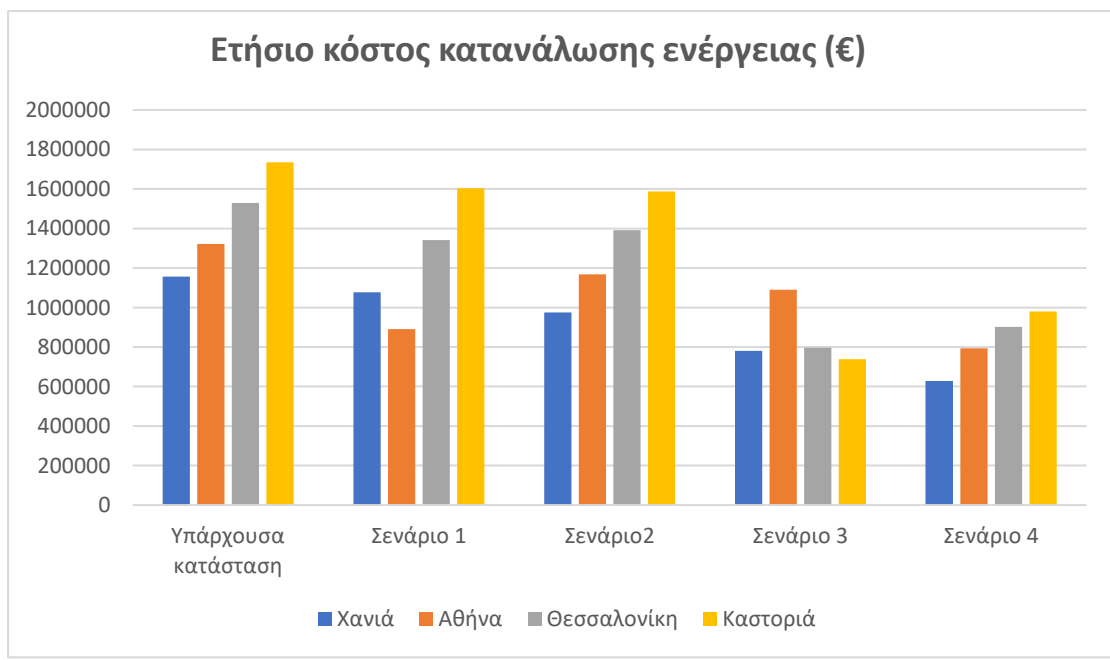
Πίνακας 233: Διαγράμματα ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και καυσίμου για το σενάριο 4 - Καστοριά

5.6 Σύγκριση σεναρίων

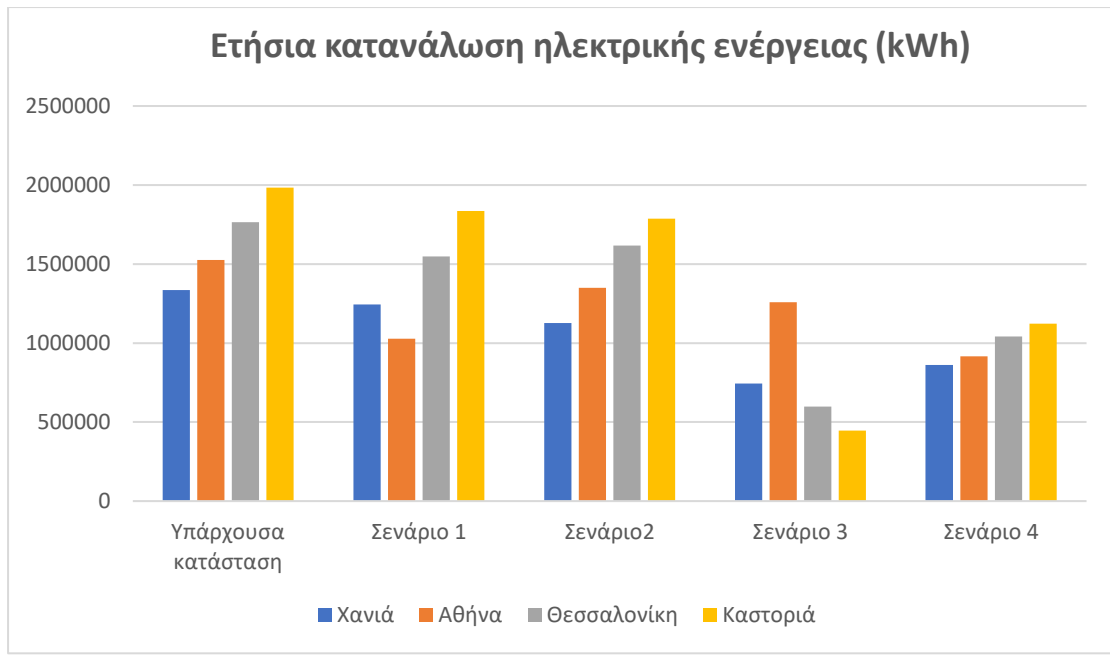
Παρακάτω παρουσιάζονται τα διαγράμματα συνολικής ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας, ετήσιου κόστους κατανάλωσης ενέργειας, ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και ενέργειας από καύσιμα για την υφιστάμενη κατάσταση του κτηρίου αλλά και για όλα τα σενάρια που μελετήθηκαν στις τέσσερις κλιματικές ζώνες.



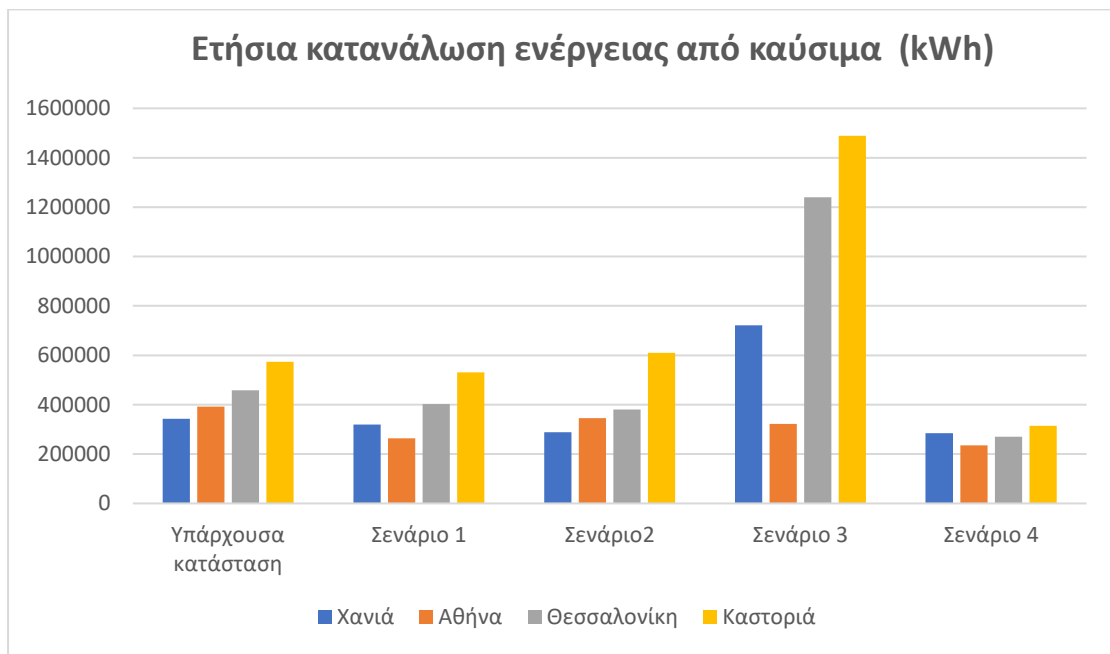
Εικόνα 35: Διάγραμμα σύγκρισης συνολικής ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας (kWh)



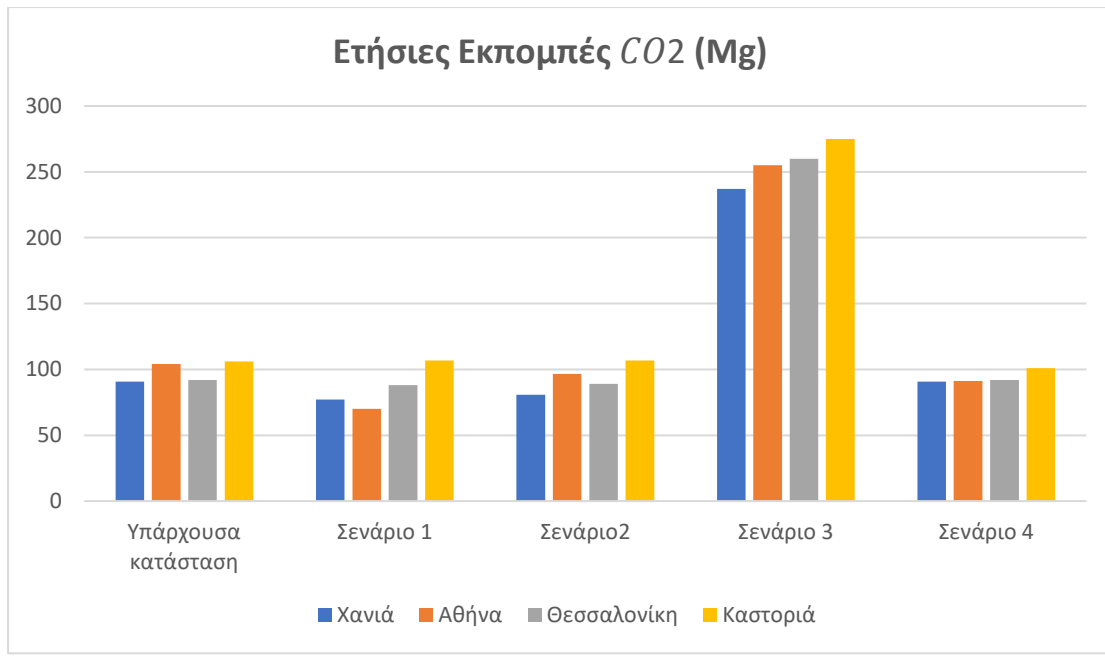
Εικόνα 36: Διάγραμμα σύγκρισης ετήσιου κόστους κατανάλωσης ενέργειας (€)



Εικόνα 37: Διάγραμμα σύγκρισης ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας (kWh)



Εικόνα 38: Διάγραμμα σύγκρισης ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας από καύσιμα (kWh)



Εικόνα 39: Διάγραμμα σύγκρισης ετήσιων Εκπομπών CO₂ (Mg)

5.7 Αποτελέσματα ΑHP

Πίνακας Διμερούς Σύγκρισης (Pair-wise Comparison Matrix)

	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 3	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 4
ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1	1	0,333333333	0,2	2
ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2	3	1	0,333333333	5
ΚΡΙΤΗΡΙΟ 3	5	3	1	5
ΚΡΙΤΗΡΙΟ 4	0,5	0,2	0,2	1
ΑΘΡΟΙΣΜΑ	9,5	4,533333333	1,733333333	13

Πίνακας 234: Πίνακας Διμερούς Σύγκρισης Μεθόδου ΑHP – Autodesk Revit – Insight-Green Building Studio

Κανονικοποιημένος Πίνακας Διμερούς Σύγκρισης (Normalised Pair-wise Comparison Matrix)

	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 3	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 4	ΒΑΡΗ
ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1	0,105263158	0,073529412	0,115384615	0,153846154	0,112005835
ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2	0,315789474	0,220588235	0,192307692	0,384615385	0,278325196
ΚΡΙΤΗΡΙΟ 3	0,526315789	0,661764706	0,576923077	0,384615385	0,537404739
ΚΡΙΤΗΡΙΟ 4	0,052631579	0,044117647	0,115384615	0,076923077	0,07226423

Πίνακας 235: Κανονικοποιημένος Πίνακας Διμερούς Σύγκρισης Μεθόδου ΑHP – Autodesk Revit – Insight-Green Building Studio

Υπολογισμός Συνέπειας

	ΒΑΡΗ				WEIGHTED SUM VALUE
	0,112005835	0,278325196	0,537404739	0,07226423	
	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 3	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 4	
ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1	0,112005835	0,092775065	0,107480948	0,144528459	0,456790307

ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2	0,336017504	0,278325196	0,179134913	0,361321148	1,154798762
ΚΡΙΤΗΡΙΟ 3	0,560029174	0,834975589	0,537404739	0,361321148	2,29373065
ΚΡΙΤΗΡΙΟ 4	0,056002917	0,055665039	0,107480948	0,07226423	0,291413134

Πίνακας 236: Υπολογισμός Συνέπειας - Autodesk Revit – Insight- Green Building Studio

Με βάση τα στοιχεία του παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι:

- $\lambda_{max} = 4,132$
- $CI = 0,044$
- $CR = \frac{0,044}{0,90} = 0,0489$

Αφού $CR < 0,1$, η συνέπεια είναι αποδεκτή.

5.8 Αποτελέσματα PROMETHEE II

Τα κριτήρια τα οποία επιλέχθηκαν για να αξιολογηθούν τα επιλεγμένα σενάρια και στη συνέχεια να προκύψει η κατάταξή τους με τη μέθοδο PROMETHEE είναι τα παρακάτω:

- **Κριτήριο 1:** Συνολική Ετήσια Κατανάλωση Ενέργειας (kWh) (Ποσοτικό Κριτήριο)
- **Κριτήριο 2:** Ετήσιες Εκπομπές CO_2 (Mg) (Ποσοτικό Κριτήριο)
- **Κριτήριο 3:** Ενεργειακή Κατάταξη (Ποιοτικό Κριτήριο)
- **Κριτήριο 4:** Ετήσιο Κόστος Κατανάλωσης Ενέργειας (€) (Ποσοτικό Κριτήριο)

Τα κριτήρια «Συνολική Ετήσια Κατανάλωση Ενέργειας», «Ετήσιες Εκπομπές CO_2 » και «Ετήσιο Κόστος Κατανάλωσης Ενέργειας» θεωρούνται μη ευεργετικά κριτήρια (non-beneficial criteria), δηλαδή όσο μεγαλύτερη τιμή έχουν, τόσο επηρεάζουν αρνητικά την κατάταξη ενός εναλλακτικού σεναρίου. Αντιθέτως το κριτήριο «Ενεργειακής Κατάταξης» θεωρείται ευεργετικό κριτήριο (beneficial criteria) αφού όσο μεγαλύτερη τιμή έχει, επηρεάζει θετικά τη συνολική κατάταξη ενός σεναρίου.

5.8.1 Αποτελέσματα PROMETHEE II – Χανιά

Πίνακας Αξιολόγησης

	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 3	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 4
ΣΕΝΑΡΙΟ 1	1563235,2	77	3	1077332,535
ΣΕΝΑΡΙΟ 2	1414584	80,7	3	975009,6288
ΣΕΝΑΡΙΟ 3	1465733	237	3	780730,8905
ΣΕΝΑΡΙΟ 4	1144454	90,8	4	627708,3303
MIN	1144454	77	3	627708,3303
MAX	1563235,2	237	4	1077332,535

Πίνακας 237: Πίνακας Αξιολόγησης Μεθόδου PROMETHEE II - Χανιά

Κανονικοποίηση Πίνακα Αξιολόγησης

Προκειμένου να γίνει η κανονικοποίηση του Πίνακα Αξιολόγησης, χρησιμοποιούνται οι εξής τύποι:

- Για τα ευεργετικά κριτήρια:

$$R_{ij} = \frac{g_i(a_j) - \min [g_i(a_j)]}{\max [g_i(a_j)] - \min [g_i(a_j)]} \quad , i = 1,2, \dots k \quad , j = 1,2, \dots, n$$

- Για τα μη ευεργετικά κριτήρια:

$$R_{ij} = \frac{\max [g_i(a_j)] - g_i(a_j)}{\max [g_i(a_j)] - \min [g_i(a_j)]} \quad , i = 1,2, \dots k \quad , j = 1,2, \dots, n$$

Έτσι προκύπτει ο παρακάτω κανονικοποιημένος πίνακας:

	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 3	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 4
ΣΕΝΑΡΙΟ 1	0	1	0	0
ΣΕΝΑΡΙΟ 2	0,354961493	0,976875	0	0,227574283
ΣΕΝΑΡΙΟ 3	0,232823728	0	0	0,659665653
ΣΕΝΑΡΙΟ 4	1	0,91375	1	1

Πίνακας 238: Κανονικοποιημένος Πίνακας Αξιολόγησης Μεθόδου PROMETHEE II - Χανιά

Υπολογισμός της διαφοράς του i-οστού εναλλακτικού σεναρίου με τα υπόλοιπα σενάρια

	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 3	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 4
d12	-0,354961493	0,023125	0	-0,227574283
d13	-0,232823728	1	0	-0,659665653
d14	-1	0,08625	-1	-1
d21	0,354961493	-0,023125	0	0,227574283
d23	0,122137765	0,976875	0	-0,432091369
d24	-0,645038507	0,063125	-1	-0,772425717
d31	0,232823728	-1	0	0,659665653
d32	-0,122137765	-0,976875	0	0,432091369
d34	-0,767176272	-0,91375	-1	-0,340334347
d41	1	-0,08625	1	1
d42	0,645038507	-0,063125	1	0,772425717
d43	0,767176272	0,91375	1	0,340334347

Πίνακας 239: Υπολογισμός της διαφοράς των εναλλακτικών σεναρίων – Χανιά

Υπολογισμός της Συνάρτησης Προτίμησης (Preference Function)

Η συνάρτηση προτίμησης που χρησιμοποιήθηκε είναι η εξής:

$$P_j(a, b) = \begin{cases} 0, & d_j(a, b) < 0 \\ d_j(a, b), & d_j(a, b) > 0 \end{cases}$$

Με βάση την παραπάνω συνάρτηση προκύπτει ο παρακάτω πίνακας προτίμησης:

	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 3	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 4
P12	0	0,023125	0	0
P13	0	1	0	0
P14	0	0,08625	0	0
P21	0,354961493	0	0	0,227574283
P23	0,122137765	0,976875	0	0
P24	0	0,063125	0	0
P31	0,232823728	0	0	0,659665653
P32	0	0	0	0,432091369
P34	0	0	0	0
P41	1	0	1	1
P42	0,645038507	0	1	0,772425717
P43	0,767176272	0,91375	1	0,340334347

Πίνακας 240: Πίνακας Προτίμησης της Μεθόδου PROMETHEE II – Χανιά

Υπολογισμός της Συγκεντρωτικής Συνάρτησης Προτίμησης (Aggregated Preference Function)

	ΒΑΡΗ				$\sum_{j=1}^n w_j P_j(a, b)$
	0,112006	0,278325	0,537405	0,072264	
wj*P12	0	0,006436	0	0	0,00643627
wj*P13	0	0,278325	0	0	0,2783252
wj*P14	0	0,024006	0	0	0,02400555
wj*P21	0,039758	0	0	0,016445	0,05620324
wj*P23	0,01368	0,271889	0	0	0,28556907
wj*P24	0	0,017569	0	0	0,01756928
wj*P31	0,026078	0	0	0,04767	0,07374785
wj*P32	0	0	0	0,031225	0,03122475
wj*P34	0	0	0	0	0
wj*P41	0,112006	0	0,537405	0,072264	0,7216748
wj*P42	0,072248	0	0,537405	0,055819	0,66547156
wj*P43	0,085928	0,25432	0,537405	0,024594	0,90224661

Πίνακας 241: Αποτελέσματα Συγκεντρωτικής Συνάρτησης Προτίμησης - Μέθοδος PROMETHEE II – Χανιά

Στη συνέχεια υπολογίζονται οι θετικές και αρνητικές ροές υπεροχής.

	ΣΕΝΑΡΙΟ 1	ΣΕΝΑΡΙΟ 2	ΣΕΝΑΡΙΟ 3	ΣΕΝΑΡΙΟ 4	ΘΕΤΙΚΗ ΡΟΗ ϕ^+
--	-----------	-----------	-----------	-----------	------------------------

ΣΕΝΑΡΙΟ 1	–	0,00643627	0,278325196	0,024005548	0,102922338
ΣΕΝΑΡΙΟ 2	0,056203239	–	0,285569069	0,01756928	0,119780528
ΣΕΝΑΡΙΟ 3	0,073747846	0,03122475	–	0,25	0,034990865
ΣΕΝΑΡΙΟ 4	0,721674804	0,665471565	0,902246606	–	0,763130991
ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΡΟΗ φ-	0,283875296	0,234377528	0,488713624	0,013858275	

Πίνακας 242: Υπολογισμός Θετικών και Αρνητικών Ροών Υπεροχής - Μέθοδος PROMETHEE II – Χανιά

Τέλος γίνεται η κατάταξη των σεναρίων, όπως φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα.

	ΘΕΤΙΚΗ ΡΟΗ φ+	ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΡΟΗ φ-	ΚΑΘΑΡΗ ΡΟΗ φ	ΚΑΤΑΤΑΞΗ
ΣΕΝΑΡΙΟ 1	0,102922338	0,283875296	-0,180952958	3
ΣΕΝΑΡΙΟ 2	0,119780528	0,234377528	-0,114597	2
ΣΕΝΑΡΙΟ 3	0,034990865	0,488713624	-0,453722758	4
ΣΕΝΑΡΙΟ 4	0,763130991	0,013858275	0,749272716	1

Πίνακας 243: Υπολογισμός Καθαρών Ροών Υπεροχής και Κατάταξη σεναρίων - Μέθοδος PROMETHEE II – Χανιά

5.8.2 Αποτελέσματα PROMETHEE II – Αθήνα

Πίνακας Αξιολόγησης

	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 3	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 4
ΣΕΝΑΡΙΟ 1	1291507,2	70	3	890066,1432
ΣΕΝΑΡΙΟ 2	1694304	96,6	2	1167808,143
ΣΕΝΑΡΙΟ 3	1580818	255	3	1089587,031
ΣΕΝΑΡΙΟ 4	1150848	91,3	4	793228,1726
MIN	1150848	70	2	793228,1726
MAX	1694304	255	4	1167808,143

Πίνακας 244: Πίνακας Αξιολόγησης Μεθόδου PROMETHEE II - Αθήνα

Κανονικοποίηση Πίνακα Αξιολόγησης

Προκειμένου να γίνει η κανονικοποίηση του Πίνακα Αξιολόγησης, χρησιμοποιούνται οι εξής τύποι:

- **Για τα ευεργετικά κριτήρια:**

$$R_{ij} = \frac{g_i(a_j) - \min [g_i(a_j)]}{\max [g_i(a_j)] - \min [g_i(a_j)]} \quad , i = 1,2, \dots k \quad , j = 1,2, \dots, n$$

- **Για τα μη ευεργετικά κριτήρια:**

$$R_{ij} = \frac{\max [g_i(a_j)] - g_i(a_j)}{\max [g_i(a_j)] - \min [g_i(a_j)]} \quad , i = 1,2, \dots k \quad , j = 1,2, \dots, n$$

Έτσι προκύπτει ο παρακάτω κανονικοποιημένος πίνακας:

	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 3	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 4
ΣΕΝΑΡΙΟ 1	0,741176471	1	0,5	0,741475844
ΣΕΝΑΡΙΟ 2	0	0,856216216	0	0
ΣΕΝΑΡΙΟ 3	0,208822793	0	0,5	0,208823529
ΣΕΝΑΡΙΟ 4	1	0,884864865	1	1

Πίνακας 245: Κανονικοποιημένος Πίνακας Αξιολόγησης Μεθόδου PROMETHEE II - Αθήνα

Υπολογισμός της διαφοράς του i-οστού εναλλακτικού σεναρίου με τα υπόλοιπα σενάρια

	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 3	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 4
d12	0,741176471	0,143783784	0,5	0,741475844
d13	0,532353677	1	0	0,532652315
d14	-0,258823529	0,115135135	-0,5	-0,258524156
d21	-0,741176471	-0,143783784	-0,5	-0,741475844
d23	-0,208822793	0,856216216	-0,5	-0,208823529
d24	-1	-0,028648649	-1	-1
d31	-0,532353677	-1	0	-0,532652315
d32	0,208822793	-0,856216216	0,5	0,208823529
d34	-0,791177207	-0,884864865	-0,5	-0,791176471
d41	0,258823529	-0,115135135	0,5	0,258524156
d42	1	0,028648649	1	1
d43	0,791177207	0,884864865	0,5	0,791176471

Πίνακας 246: Υπολογισμός της διαφοράς των εναλλακτικών σεναρίων – Αθήνα

Υπολογισμός της συνάρτησης προτίμησης (Preference Function)

Η συνάρτηση προτίμησης που χρησιμοποιήθηκε είναι η εξής:

$$P_j(a, b) = \begin{cases} 0, & d_j(a, b) < 0 \\ d_j(a, b), & d_j(a, b) > 0 \end{cases}$$

Με βάση την παραπάνω συνάρτηση προκύπτει ο παρακάτω πίνακας προτίμησης:

	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 3	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 4
P12	0,741176471	0,143783784	0,5	0,741475844
P13	0,532353677	1	0	0,532652315
P14	0	0,115135135	0	0
P21	0	0	0	0
P23	0	0,856216216	0	0
P24	0	0	0	0
P31	0	0	0	0
P32	0,208822793	0	0,5	0,208823529

P34	0	0	0	0
P41	0,258823529	0	0,5	0,258524156
P42	1	0,028648649	1	1
P43	0,791177207	0,884864865	0,5	0,791176471

Πίνακας 247: Πίνακας Προτίμησης της Μεθόδου PROMETHEE II – Αθήνα

Υπολογισμός της συγκεντρωτικής συνάρτησης προτίμησης (Aggregated Preference Function)

	ΒΑΡΗ				$\sum_{j=1}^n w_j P_j(a, b)$
	0,112006	0,278325	0,537405	0,072264	
wj*P12	0,083016	0,040019	0,268702	0,053582	0,44531929
wj*P13	0,059627	0,278325	0	0,038492	0,37644362
wj*P14	0	0,032045	0	0	0,03204501
wj*P21	0	0	0	0	0
wj*P23	0	0,238307	0	0	0,23830655
wj*P24	0	0	0	0	0
wj*P31	0	0	0	0	0
wj*P32	0,023389	0	0,268702	0,01509	0,30718221
wj*P34	0	0	0	0	0
wj*P41	0,02899	0	0,268702	0,018682	0,31637416
wj*P42	0,112006	0,007974	0,537405	0,072264	0,72964844
wj*P43	0,088616	0,24628	0,268702	0,057174	0,66077278

Πίνακας 248: Αποτελέσματα Συγκεντρωτικής Συνάρτησης Προτίμησης - Μέθοδος PROMETHEE II – Αθήνα

Στη συνέχεια υπολογίζονται οι θετικές και αρνητικές ροές υπεροχής.

	ΣΕΝΑΡΙΟ 1	ΣΕΝΑΡΙΟ 2	ΣΕΝΑΡΙΟ 3	ΣΕΝΑΡΙΟ 4	ΘΕΤΙΚΗ ΡΟΗ $\varphi+$
ΣΕΝΑΡΙΟ 1	–	0,445319289	0,376443624	0,032045009	0,284602641
ΣΕΝΑΡΙΟ 2	0	–	0,238306547	0	0,079435516
ΣΕΝΑΡΙΟ 3	0	0,307182212	–	0	0,102394071
ΣΕΝΑΡΙΟ 4	0,316374164	0,729648444	0,660772779	–	0,568931796
ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΡΟΗ $\varphi-$	0,105458055	0,494049982	0,425174316	0,01068167	

Πίνακας 249: Υπολογισμός Θετικών και Αρνητικών Ροών Υπεροχής - Μέθοδος PROMETHEE II – Αθήνα

Τέλος γίνεται η κατάταξη των σεναρίων, όπως φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα.

	ΘΕΤΙΚΗ ΡΟΗ $\varphi+$	ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΡΟΗ $\varphi-$	ΚΑΘΑΡΗ ΡΟΗ φ	ΚΑΤΑΤΑΞΗ
ΣΕΝΑΡΙΟ 1	0,284602641	0,105458055	0,179144586	2
ΣΕΝΑΡΙΟ 2	0,079435516	0,494049982	-0,414614466	4
ΣΕΝΑΡΙΟ 3	0,102394071	0,425174316	-0,322780245	3
ΣΕΝΑΡΙΟ 4	0,568931796	0,01068167	0,558250126	1

Πίνακας 250: Υπολογισμός Καθαρών Ροών Υπεροχής και Κατάταξη σεναρίων - Μέθοδος PROMETHEE II – Αθήνα

5.8.3 Αποτελέσματα PROMETHEE II – Θεσσαλονίκη

Πίνακας Αξιολόγησης

	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 3	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 4
ΣΕΝΑΡΙΟ 1	1950048	88	2	1341851,991
ΣΕΝΑΡΙΟ 2	1998000	89	2	1391965,702
ΣΕΝΑΡΙΟ 3	1838160	260	2	797229,2115
ΣΕΝΑΡΙΟ 4	1310688	92	3	902126,4737
MIN	1310688	88	2	797229,2115
MAX	1998000	260	3	1391965,702

Πίνακας 251: Πίνακας Αξιολόγησης Μεθόδου PROMETHEE II - Θεσσαλονίκη

Κανονικοποίηση Πίνακα Αξιολόγησης

Προκειμένου να γίνει η κανονικοποίηση του Πίνακα Αξιολόγησης, χρησιμοποιούνται οι εξής τύποι:

- Για τα ενεργετικά κριτήρια:

$$R_{ij} = \frac{g_i(a_j) - \min [g_i(a_j)]}{\max [g_i(a_j)] - \min [g_i(a_j)]} \quad , i = 1, 2, \dots, k \quad , j = 1, 2, \dots, n$$

- Για τα μη ενεργετικά κριτήρια:

$$R_{ij} = \frac{\max [g_i(a_j)] - g_i(a_j)}{\max [g_i(a_j)] - \min [g_i(a_j)]} \quad , i = 1, 2, \dots, k \quad , j = 1, 2, \dots, n$$

Έτσι προκύπτει ο παρακάτω κανονικοποιημένος πίνακας:

	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 3	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 4
ΣΕΝΑΡΙΟ 1	0,069767442	1	0	0,084262042
ΣΕΝΑΡΙΟ 2	0	0,994186047	0	0
ΣΕΝΑΡΙΟ 3	0,23255814	0	0	1
ΣΕΝΑΡΙΟ 4	1	0,976744186	1	0,823623968

Πίνακας 252: Κανονικοποιημένος Πίνακας Αξιολόγησης Μεθόδου PROMETHEE II - Θεσσαλονίκη

Υπολογισμός της διαφοράς του i-οστού εναλλακτικού σεναρίου με τα υπόλοιπα σενάρια

	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 3	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 4
d12	0,069767442	0,005813953	0	0,084262042
d13	-0,162790698	1	0	-0,915737958
d14	-0,930232558	0,023255814	-1	-0,739361926

d21	-0,069767442	-0,005813953	0	-0,084262042
d23	-0,23255814	0,994186047	0	-1
d24	-1	0,01744186	-1	-0,823623968
d31	0,162790698	-1	0	0,915737958
d32	0,23255814	-0,994186047	0	1
d34	-0,76744186	-0,976744186	-1	0,176376032
d41	0,930232558	-0,023255814	1	0,739361926
d42	1	-0,01744186	1	0,823623968
d43	0,76744186	0,976744186	1	-0,176376032

Πίνακας 253: Υπολογισμός της διαφοράς των εναλλακτικών σεναρίων – Θεσσαλονίκη

Υπολογισμός της Συνάρτησης Προτίμησης (Preference Function)

Η συνάρτηση προτίμησης που χρησιμοποιήθηκε είναι η εξής:

$$P_j(a, b) = \begin{cases} 0, & d_j(a, b) < 0 \\ d_j(a, b), & d_j(a, b) > 0 \end{cases}$$

Με βάση την παραπάνω συνάρτηση προκύπτει ο παρακάτω πίνακας προτίμησης:

	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 3	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 4
P12	0,069767442	0,005813953	0	0,084262042
P13	0	1	0	0
P14	0	0,023255814	0	0
P21	0	0	0	0
P23	0	0,994186047	0	0
P24	0	0,01744186	0	0
P31	0,162790698	0	0	0,915737958
P32	0,23255814	0	0	1
P34	0	0	0	0,176376032
P41	0,930232558	0	1	0,739361926
P42	1	0	1	0,823623968
P43	0,76744186	0,976744186	1	0

Πίνακας 254: Πίνακας Προτίμησης της Μεθόδου PROMETHEE II – Θεσσαλονίκη

Υπολογισμός της Συγκεντρωτικής Συνάρτησης Προτίμησης (Aggregated Preference Function)

	ΒΑΡΗ				$\sum_{j=1}^n w_j P_j(a, b)$
	0,112006	0,278325	0,537405	0,072264	
wj*P12	0,007814	0,001618	0	0,006089	0,01552166
wj*P13	0	0,278325	0	0	0,2783252
wj*P14	0	0,006473	0	0	0,00647268
wj*P21	0	0	0	0	0

wj*P23	0	0,276707	0	0	0,27670703
wj*P24	0	0,004855	0	0	0,00485451
wj*P31	0,018234	0	0	0,066175	0,08440861
wj*P32	0,026048	0	0	0,072264	0,0983121
wj*P34	0	0	0	0,012746	0,01274568
wj*P41	0,104191	0	0,537405	0,053429	0,69502563
wj*P42	0,112006	0	0,537405	0,059519	0,70892913
wj*P43	0,085958	0,271853	0,537405	0	0,89521522

Πίνακας 255: Αποτελέσματα Συγκεντρωτικής Συνάρτησης Προτίμησης - Μέθοδος PROMETHEE II – Θεσσαλονίκη

Στη συνέχεια υπολογίζονται οι θετικές και αρνητικές ροές υπεροχής.

	ΣΕΝΑΡΙΟ 1	ΣΕΝΑΡΙΟ 2	ΣΕΝΑΡΙΟ 3	ΣΕΝΑΡΙΟ 4	ΘΕΤΙΚΗ ΡΟΗ φ+
ΣΕΝΑΡΙΟ 1	–	0,015521662	0,278325196	0,006472679	0,100106512
ΣΕΝΑΡΙΟ 2	0	–	0,276707027	0,00485451	0,093853845
ΣΕΝΑΡΙΟ 3	0,084408606	0,098312098	–	0,01	0,065155461
ΣΕΝΑΡΙΟ 4	0,695025633	0,708929125	0,895215223	–	0,766389994
ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΡΟΗ φ-	0,259811413	0,274254295	0,483415815	0,008024289	

Πίνακας 256: Υπολογισμός Θετικών και Αρνητικών Ροών Υπεροχής - Μέθοδος PROMETHEE II – Θεσσαλονίκη

Τέλος γίνεται η κατάταξη των σεναρίων, όπως φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα.

	ΘΕΤΙΚΗ ΡΟΗ φ+	ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΡΟΗ φ-	ΚΑΘΑΡΗ ΡΟΗ φ	ΚΑΤΑΤΑΞΗ
ΣΕΝΑΡΙΟ 1	0,100106512	0,259811413	-0,159704901	2
ΣΕΝΑΡΙΟ 2	0,093853845	0,274254295	-0,18040045	3
ΣΕΝΑΡΙΟ 3	0,065155461	0,483415815	-0,418260355	4
ΣΕΝΑΡΙΟ 4	0,766389994	0,008024289	0,758365705	1

Πίνακας 257: Υπολογισμός Καθαρών Ροών Υπεροχής και Κατάταξη σεναρίων - Μέθοδος PROMETHEE II – Θεσσαλονίκη

5.8.4 Αποτελέσματα PROMETHEE II – Καστοριά

Πίνακας Αξιολόγησης

	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 3	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 4
ΣΕΝΑΡΙΟ 1	2365632	106,7	1	1604519,917
ΣΕΝΑΡΙΟ 2	2397600	106,8	2	1586932,722
ΣΕΝΑΡΙΟ 3	1934064	275	2	738826,3872
ΣΕΝΑΡΙΟ 4	1438560	100,9	3	979898,4374
MIN	1438560	100,9	1	738826,3872
MAX	2397600	275	3	1604519,917

Πίνακας 258: Πίνακας Αξιολόγησης Μεθόδου PROMETHEE II - Καστοριά

Κανονικοποίηση Πίνακα Αξιολόγησης

Προκειμένου να γίνει η κανονικοποίηση του Πίνακα Αξιολόγησης, χρησιμοποιούνται οι εξής τύποι:

- Για τα ευεργετικά κριτήρια:

$$R_{ij} = \frac{g_i(a_j) - \min [g_i(a_j)]}{\max [g_i(a_j)] - \min [g_i(a_j)]} \quad , i = 1, 2, \dots, k \quad , j = 1, 2, \dots, n$$

- Για τα μη ευεργετικά κριτήρια:

$$R_{ij} = \frac{\max [g_i(a_j)] - g_i(a_j)}{\max [g_i(a_j)] - \min [g_i(a_j)]} \quad , i = 1, 2, \dots, k \quad , j = 1, 2, \dots, n$$

Έτσι προκύπτει ο παρακάτω κανονικοποιημένος πίνακας:

	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 3	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 4
ΣΕΝΑΡΙΟ 1	0,033333333	0,966685813	0	0
ΣΕΝΑΡΙΟ 2	0	0,96611143	0,5	0,020315729
ΣΕΝΑΡΙΟ 3	0,483333333	0	0,5	1
ΣΕΝΑΡΙΟ 4	1	1	1	0,721527259

Πίνακας 259: Κανονικοποιημένος Πίνακας Αξιολόγησης Μεθόδου PROMETHEE II - Καστοριά

Υπολογισμός της διαφοράς του i-οστού εναλλακτικού σεναρίου με τα υπόλοιπα σενάρια

	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 3	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 4
d12	0,033333333	0,000574383	-0,5	-0,020315729
d13	-0,45	0,966685813	-0,5	-1
d14	-0,966666667	-0,033314187	-1	-0,721527259
d21	-0,033333333	-0,000574383	0,5	0,020315729
d23	-0,483333333	0,96611143	0	-0,979684271
d24	-1	-0,03388857	-0,5	-0,70121153
d31	0,45	-0,966685813	0,5	1
d32	0,483333333	-0,96611143	0	0,979684271
d34	-0,516666667	-1	-0,5	0,278472741
d41	0,966666667	0,033314187	1	0,721527259
d42	1	0,03388857	0,5	0,70121153
d43	0,516666667	1	0,5	-0,278472741

Πίνακας 260: Υπολογισμός της διαφοράς των εναλλακτικών σεναρίων – Καστοριά

Υπολογισμός της συνάρτησης προτίμησης (Preference Function)

Η συνάρτηση προτίμησης που χρησιμοποιήθηκε είναι η εξής:

$$P_j(a, b) = \begin{cases} 0, & d_j(a, b) < 0 \\ d_j(a, b), & d_j(a, b) > 0 \end{cases}$$

Με βάση την παραπάνω συνάρτηση προκύπτει ο παρακάτω πίνακας προτίμησης:

	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 3	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 4
P12	0,033333333	0,000574383	0	0
P13	0	0,966685813	0	0
P14	0	0	0	0
P21	0	0	0,5	0,020315729
P23	0	0,96611143	0	0
P24	0	0	0	0
P31	0,45	0	0,5	1
P32	0,483333333	0	0	0,979684271
P34	0	0	0	0,278472741
P41	0,966666667	0,033314187	1	0,721527259
P42	1	0,03388857	0,5	0,70121153
P43	0,516666667	1	0,5	0

Πίνακας 261: Πίνακας Προτίμησης της Μεθόδου PROMETHEE II – Καστοριά

Υπολογισμός της συγκεντρωτικής συνάρτησης προτίμησης (Aggregated Preference Function)

	BAPH				$\sum_{j=1}^n w_j P_j(a, b)$
	0,112006	0,278325	0,537405	0,072264	
wj*P12	0,003734	0,00016	0	0	0,00389339
wj*P13	0	0,269053	0	0	0,26905302
wj*P14	0	0	0	0	0
wj*P21	0	0	0,268702	0,001468	0,27017047
wj*P23	0	0,268893	0	0	0,26889315
wj*P24	0	0	0	0	0
wj*P31	0,050403	0	0,268702	0,072264	0,39136922
wj*P32	0,054136	0	0	0,070796	0,12493228
wj*P34	0	0	0	0,020124	0,02012362
wj*P41	0,108272	0,009272	0,537405	0,052141	0,70708984
wj*P42	0,112006	0,009432	0,268702	0,050673	0,44081276
wj*P43	0,05787	0,278325	0,268702	0	0,60489725

Πίνακας 262: Αποτελέσματα Συγκεντρωτικής Συνάρτησης Προτίμησης - Μέθοδος PROMETHEE II – Καστοριά

Στη συνέχεια υπολογίζονται οι θετικές και αρνητικές ροές υπεροχής.

	ΣΕΝΑΡΙΟ 1	ΣΕΝΑΡΙΟ 2	ΣΕΝΑΡΙΟ 3	ΣΕΝΑΡΙΟ 4	ΘΕΤΙΚΗ ΡΟΗ φ+
ΣΕΝΑΡΙΟ 1	–	0,003893393	0,269053019	0	0,090982137
ΣΕΝΑΡΙΟ 2	0,27017047	–	0,268893154	0,00000000	0,179687875

ΣΕΝΑΡΙΟ 3	0,391369225	0,124932283	–	0,02	0,178808375
ΣΕΝΑΡΙΟ 4	0,707089835	0,440812758	0,604897247	–	0,584266614
ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΡΟΗ φ-	0,456209843	0,189879478	0,380947807	0,006707873	

Πίνακας 263: Υπολογισμός Θετικών και Αρνητικών Ροών Υπεροχής - Μέθοδος PROMETHEE II – Καστοριά

Τέλος γίνεται η κατάταξη των σεναρίων, όπως φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα.

	ΘΕΤΙΚΗ ΡΟΗ φ+	ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΡΟΗ φ-	ΚΑΘΑΡΗ ΡΟΗ φ	ΚΑΤΑΤΑΞΗ
ΣΕΝΑΡΙΟ 1	0,090982137	0,456209843	-0,365227706	4
ΣΕΝΑΡΙΟ 2	0,179687875	0,189879478	-0,010191603	2
ΣΕΝΑΡΙΟ 3	0,178808375	0,380947807	-0,202139431	3
ΣΕΝΑΡΙΟ 4	0,584266614	0,006707873	0,577558741	1

Πίνακας 264: Υπολογισμός Καθαρών Ροών Υπεροχής και Κατάταξη σεναρίων - Μέθοδος PROMETHEE II – Καστοριά

5.9 Ανάλυση αποτελεσμάτων

	ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΓΙΑ ΖΩΝΗ Α	ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΓΙΑ ΖΩΝΗ Β	ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΓΙΑ ΖΩΝΗ Γ	ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΓΙΑ ΖΩΝΗ Δ
ΣΕΝΑΡΙΟ 1	3	2	2	4
ΣΕΝΑΡΙΟ 2	2	4	3	2
ΣΕΝΑΡΙΟ 3	4	3	4	3
ΣΕΝΑΡΙΟ 4	1	1	1	1

Πίνακας 265: Συγκεντρωτικός Πίνακας Κατάταξης σεναρίων για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες - Μέθοδος PROMETHEE II – Autodesk Revit – Insight- Green Building Studio

Όπως φαίνεται και παραπάνω, για κάθε κλιματική ζώνη προκύπτει και διαφορετική κατάταξη προτίμησης για τα σενάρια που μελετήθηκαν.

Με βάση τα αποτελέσματα των μεθόδων Πολυκριτήριας Ανάλυσης, το καλύτερο σενάριο και για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες αναδεικνύεται το σενάριο 4, στο οποίο χρησιμοποιείται το σύστημα: «ASHRAE Terminal Package Heat Pump». Το σενάριο 2 επιτυγχάνει σημαντική μείωση της ενέργειας που καταναλώνεται αλλά και των εκπομπών CO₂ στις κλιματικές ζώνες Α και Δ ενώ το σενάριο 1 είναι αρκετά ψηλά στην κατάταξη για τις ζώνες Β και Γ. Όσον αφορά το σενάριο 3, βρίσκεται αρκετά χαμηλά στις κατατάξεις προτίμησης για όλες τις κλιματικές ζώνες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία έγινε αναφορά στην ενεργειακή κατανάλωση των κτηρίων τόσο στην Ελλάδα όσο και στις υπόλοιπες Ευρωπαϊκές χώρες. Ακόμη τονίστηκε η ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας στον κτηριακό τομέα και για χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας καθώς και τα σημαντικά οφέλη που αυτές μπορούν να επιφέρουν στο περιβάλλον.

Στη συνέχεια επισημάνθηκε η χρησιμότητα των λογισμικών για την ενεργειακή αξιολόγηση και βελτιστοποίηση της ενεργειακής κατάστασης των κτηρίων. Με τη χρήση του TEE KENAK αλλά και των Autodesk Revit, Autodesk Insight και Green Building Studio έγινε ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης, λαμβάνοντας υπόψιν τη θέση και τον προσανατολισμό του κτηρίου, τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής που βρίσκεται, τα δομικά χαρακτηριστικά του κελύφους, τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις που διαθέτει καθώς και τη χρήση κάθε χώρου του κτηρίου. Έπειτα έγιναν προτάσεις ενεργειακής βελτίωσης του κτηρίου και δημιουργήθηκαν σενάρια τα οποία εξέταζαν διαφορετικές προτάσεις των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων (HVAC συστήματα) και την προσθήκη φωτοβολταϊκών πάνελ, με σκοπό να μελετηθεί πώς αυτά επηρεάζουν την κατανάλωση ενέργειας και τις εκπομπές CO_2 .

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ενεργειακής αξιολόγησης και οικονομοτεχνικής ανάλυσης, τόσο του TEE KENAK όσο και των Autodesk Revit, Autodesk Insight και Green Building Studio για το Πανεπιστημιακό κτήριο, συμπεραίνεται ότι τα συστήματα HVAC παίζουν τον κυριότερο ρόλο στην εξοικονόμηση ενέργειας και στη μείωση των εκπομπών CO_2 για κτηριακές μονάδες τέτοιου μεγέθους. Για το λόγο αυτό είναι σημαντική η αρχική επιλογή τους σε ένα νεοανεγερθέν κτήριο αλλά και η στοχευμένη αντικατάστασή τους σε ένα ανακαινιζόμενο κτήριο. Εξίσου σημαντική αποδείχτηκε πως είναι και η ενσωμάτωση συστημάτων που εκμεταλλεύονται ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (πχ. φωτοβολταϊκά πάνελ, λέβητες βιομάζας), τα οποία βελτιώνουν την ενεργειακή κλάση του κτηρίου και συμβάλλουν στη βιωσιμότητα του.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] J. Brans, «L'ingénierie de la décision; Elaboration d'instruments d'aide à la décision. La méthode PROMETHEE.,» *L'aide à la décision: Nature, Instruments et Perspectives d'Avenir*, 1982.
- [2] Χ. Δούκας, Α. Νίκας, και Ι. Ψαρράς, Πολυκριτήρια Μοντέλα Αποφάσεων σε Ενεργειακά και Περιβαλλοντικά Συστήματα, Αθήνα: Εκδόσεις Συμμετρία, 2020.
- [3] D. Haralambopoulos και Η. Polatidis, «Renewable energy projects: Structuring a multicriteria group decision-making framework.,» *Renewable Energy*, 2003.
- [4] L. Hens, Η. Pastijn και W. Struys, «Multicriteria analysis of the burden sharing in the European Community,» *European Journal of Operational Research*, 1992.
- [5] D. Bouyssou και P. Perny, «Ranking methods for valued preference relations – A characterization of a method based on leaving and entering flows.,» *European Journal of Operational Research*, 1992.
- [6] V. González-Prida, L. Barberá, P. Viveros και Α. Cres, «Dynamic Analytic Hierarchy Process: AHP method adapted to a changing environment,» σε *2nd IFAC Workshop on Advanced Maintenance Engineering, Services and Technology* Universidad de Sevilla, Sevilla, Spain, 2012.
- [7] F. Freeman, *Strategic Management: A Stakeholder Approach*, Cambridge University Press, 2010.
- [8] P. Pardalos, Y. Siskos και C. Zopounidis, «Advances in multicriteria analysis,» *Journal of Behavioral Decision Making*, 1998.
- [9] T. Saaty, «How to make a decision: The analytic hierarchy process.,» *European Journal of Operational Research*, 1990.
- [10] T. Saaty και L. Vargas, *Models, methods, concepts and applications of the hierarchy process*, USA, 2000.
- [11] Κ. Ζοπουνίδης, Μ. Δούμπος και Κ. Κοσμίδου, *Τεχνοοικονομικές Αποφάσεις με Πολλαπλά Κριτήρια*, Αθήνα: Κλειδάριθμος, 2004.
- [12] Η. Neofytou, Α. Nikas και Η. Doukas, «Sustainable energy transition readiness: A multicriteria assessment index.,» *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2020.
- [13] Ι. Σίσκος, *Μοντέλα Αποφάσεων – Μεθοδολογία Επιχειρησιακής Έρευνας, Θεωρία Πολυκριτήριας Ανάλυσης, Εφαρμογές σε Επιχειρήσεις και Οργανισμούς*, Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, 2008.

- [14] ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ, «Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017. Αναλυτικές Εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση του ΠΕΑ.,» Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας, Αθήνα, 2017.
- [15] ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ, «Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017, Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών & έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων.,» Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας, Αθήνα, 2017.
- [16] ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ, «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών.,» Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας, Αθήνα, 2017.
- [17] ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ, «Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού.,» Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας, Αθήνα, 2017.
- [18] ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ, «Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού, Θερμότητας & Ψύξης: Εγκαταστάσεις σε Κτήρια.,» Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας, Αθήνα, 2017.
- [19] Φ.Ε.Κ., Τεύχος Δεύτερο, 4003/17-11-2017, «Έγκριση και εφαρμογή των Τεχνικών Οδηγιών ΤΕΕ για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων.,» 2017.
- [20] Φ.Ε.Κ., Τεύχος Δεύτερο, 2367/12-07-2017, «Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων.,» 2017.
- [21] 2015 ASHRAE HANDBOOK, «Heating, Ventilating and Air-Conditioning APPLICATIONS,» ASHRAE.
- [22] ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2019, «Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality,» ASHRAE, 2019.
- [23] 2021 ASHRAE Handbook of FUNDAMENTALS, ASHRAE.
- [24] P. Torcellini, S. Pless και M. Deru, «Zero Energy Buildings: A Critical Look at the Definition.,» σε *Proceedings of the Conference ACEEE Summer Study*, National Renewable Energy Laboratory, 2006.
- [25] Οδηγία 2010/31/ΕΕ, «Ενεργειακή απόδοση των κτιρίων,» Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και Συμβούλιο, 2010.
- [26] P. Salminen, J. Hokkanen και R. Lahdelma, «Comparing multicriteria methods in the context of environmental problems.,» *European Journal of Operational Research*, 1998.
- [27] H. Taherdoodt, «Decision Making Using the Analytic Hierarchy Process (AHP),» *International Journal of Economics and Management Systems*, 2017.
- [28] Eurostat. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://ec.europa.eu/eurostat>.

