



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
Σχολή Χημικών Μηχανικών

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ
Τμήμα Βιομηχανικής Διοίκησης
και Τεχνολογίας



Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

Δ.Π.Μ.Σ. Οργάνωση και Διοίκηση Βιομηχανικών Συστημάτων
«Συστήματα Διαχείρισης της Ενέργειας και Προστασίας Περιβάλλοντος»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Αξιολόγηση παρεμβάσεων για ριζική ενεργειακή αναβάθμιση
τυπικών υπαρχόντων κτιρίων κατοικίας



ΦΙΛΙΠΠΟΣ ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ

ΑΜ: Π1208

Επιβλέπων: Δρ. Σ. Μοιρασγεντής

Κύριος Ερευνητής, Ινστ. Ερευνών Περιβάλλοντος & Βιώσιμης Ανάπτυξης
Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών

Αθήνα, 2014

Copyright © ΦΙΛΙΠΠΟΣ ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ, 2014

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο των απαιτήσεων απόκτησης μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών στην Οργάνωση και Διοίκηση Βιομηχανικών Συστημάτων, κατεύθυνση «Συστήματα Διαχείρισης της Ενέργειας και Προστασίας Περιβάλλοντος», του Πανεπιστημίου Πειραιά, Τμήμα Βιομηχανικής Διοίκησης και Τεχνολογίας και του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, Σχολή Χημικών Μηχανικών.

Η έγκρισή της δεν υποδηλώνει απαραίτητως και την αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Πανεπιστημίου.

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την

.....
Δ. Διακουλάκη
Καθηγήτρια

.....
Σ. Μοιρασγεντής
Ερευνητής Β' Ε.Α.Α

.....
Χ. Τουρκολιάς
Δρ. Μηχανικός

Συνολικά αξιολογήθηκε με βαθμό.....

Περίληψη

Η παρούσα εργασία με τίτλο «Αξιολόγηση παρεμβάσεων για ριζική ενεργειακή αναβάθμιση τυπικών υπαρχόντων κτιρίων κατοικίας» πραγματεύεται τη παρουσίαση και σύγκριση των σύγχρονων τεχνολογιών και μεθοδολογιών ενεργειακής αναβάθμισης υπαρχόντων κτιρίων κατοικίας. Σκοπός της εργασίας είναι η διερεύνηση της δυνατότητας ριζικής ενεργειακής αναβάθμισης υφιστάμενων κατοικιών και η συγκριτική αξιολόγηση των εφαρμοζόμενων πακέτων παρεμβάσεων με βάση δύο κριτήρια: την οικονομική αποδοτικότητα και την περιβαλλοντική επίδοση. Με άλλα λόγια, συνεκτιμώνται αυτές οι δύο βασικές διαστάσεις στη θεωρητική λήψη απόφασης για τα εναλλακτικά σενάρια ενεργειακών παρεμβάσεων που παρουσιάζονται στις περιπτώσεις μελέτης (case studies) στο πειραματικό μέρος της έρευνας.

Αναλυτικότερα, η εργασία χωρίζεται σε δύο μέρη· το θεωρητικό και το πειραματικό. Στο πρώτο μέρος, διατυπώνεται ο προβληματισμός και η ανάγκη για τη συγκεκριμένη έρευνα, καθώς και ο σκοπός της εργασίας. Γίνεται μια συνοπτική βιβλιογραφική ανασκόπηση – ιστορική αναδρομή, όπου καταγράφονται οι κυριότερες πολιτικές και νομοθετικές παρεμβάσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης σχετικά με το περιβάλλον, τόσο στη περίοδο μέχρι το 2020 (στόχος 20-20-20) όσο και μακροπρόθεσμα μέχρι το 2050 (roadmap 2050). Επίσης γίνεται αναφορά στην ελληνική νομοθεσία και πολιτική για το περιβάλλον και πώς αυτή εντάσσεται στο κτιριακό τομέα.

Αναλύεται επίσης η μεθοδολογία της έρευνας καθώς και ο τρόπος λειτουργίας του λογισμικού ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ που χρησιμοποιήθηκε στο πειραματικό μέρος για τους υπολογισμούς. Επιπλέον, γίνεται μια εκτενής επισκόπηση των διαθέσιμων τεχνολογιών που σχετίζονται με παρεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης στον οικιστικό τομέα, τόσο στα ενεργειακά συστήματα όσο και στο κέλυφος του κτιρίου, ενώ παρουσιάζονται ορισμένες βασικές αρχές οικονομικής αξιολόγησης επενδύσεων, που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα ανάλυση.

Στο πειραματικό μέρος της εργασίας, με την εφαρμογή του λογισμικού ΚΕΝΑΚ του ΤΕΕ γίνεται αξιολόγηση της παρούσας κατάστασης τριών υφιστάμενων κατοικιών και εκδίδεται το αντίστοιχο Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ). Μετά την ενεργειακή κατάταξη του κάθε κτιρίου μελέτης, προτείνονται κατά περίπτωση επεμβάσεις αναβάθμισης που χωρίζονται σε δύο εναλλακτικά σενάρια, τα οποία διαφοροποιούνται ως προς την επιλογή συστήματος θέρμανσης. Στα σενάρια αυτά, αποσκοπούμε να εκτιμήσουμε κατ' αρχάς τις συνολικές δυνατότητες μείωσης της ενεργειακής κατανάλωσης και αναβάθμισης της ενεργειακής κατάταξης του υπάρχοντος κτιρίου, και κατά δεύτερον την οικονομική αξιολόγηση των επεμβάσεων με βάση το αρχικό κόστος επένδυσης και τη μείωση του λειτουργικού κόστους, υπολογίζοντας τελικά τον απλοποιημένο χρόνο απόσβεσης της επένδυσης. Επιπροσθέτως, πραγματοποιείται αξιολόγηση των δύο σεναρίων με βάση τη σύγκριση νέας κατάστασης – υπάρχουσας κατάστασης. Τέλος, επιλέγεται ένα σενάριο εκ των δύο, απατώντας στο ερώτημα της θεωρητικής λήψης απόφασης συνεκτιμώντας το οικονομικό και το περιβαλλοντικό όφελος.

Το κύριο συμπέρασμα που προκύπτει από την έρευνα είναι ότι το ελληνικό κτιριακό απόθεμα είναι χαμηλής ενεργειακής απόδοσης, και δεδομένου της σημερινής οικονομικής κατάστασης, το ενδιαφέρον του κατασκευαστικού τομέα είναι λογικό να στραφεί στον εκσυγχρονισμό των υπαρχόντων κατοικιών. Τα αποτελέσματα της μελέτης καταδεικνύουν ότι οι υφιστάμενες

κατοικίες στη χώρα είναι ενεργειακά σπάταλες και παρουσιάζουν πολύ μεγάλα περιθώρια μείωσης των ενεργειακών απαιτήσεων.

Συγκεκριμένα, η διερεύνηση σεναρίων ριζικής ενεργειακής αναβάθμισης στις 3 κατοικίες που εξετάστηκαν στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας έδειξε ότι από τεχνολογικής σκοπιάς είναι εφικτή η μείωση των ενεργειακών καταναλώσεων κατά 70-80%. Μια τέτοια αναβάθμιση του κτιριακού αποθέματος απαιτεί επενδύσεις της τάξης των 130Ευρώ ανά m². Αντίστοιχα οι χρόνοι αποπληρωμής που υπολογίστηκαν είναι της τάξης των 11-12 ετών.

Τέλος, με βάση τα αποτελέσματα της έρευνας τα πακέτα επεμβάσεων με την μεγαλύτερη μείωση των ενεργειακών δαπανών των κτιρίων δεν οδηγούν αναγκαστικά και στη καλύτερη ενεργειακή και περιβαλλοντική επίδοση.

Λέξεις κλειδιά: αξιολόγηση, οικονομική, περιβαλλοντική, χρηματική, παρεμβάσεις, ριζική, ενεργειακή, εξοικονόμηση, σύγκριση, κατάσταση, αναβάθμιση, υπαρχόντων, κτιρίων, κατοικίας, ΚΕΝΑΚ, Αθήνα, αποδοτικότητα

Abstract

This paper entitled “Evaluation of Interventions for Energy Performance Upgrade in Typical Residential Buildings” deals with the presentation and comparison of modern technologies and methodologies for energy performance upgrade in existing residential buildings. The purpose of this study is to explore the possibility for radical energy performance upgrade of existing residential buildings and the comparative analysis of current packet interventions based on two criteria: economic efficiency and environmental performance. In other words, we take into account these two key factors in order to make the theoretical decision about which alternative energy intervention scenarios presented in the case studies we will choose.

Specifically, the paper is divided into two parts: a theoretical and an experimental one. In the first place, we introduce the work setting forth the concerns and the need for this research, and the purpose of the study. Then, a brief literature review takes place, listing the main and current legislative frameworks of the EU policy for the environment, both in the short 2020 horizon in the pre – 2020 era (20-20-20 target) and long term until the post – 2020 era (roadmap 2050). Then there is reference to the Greek legislation and environmental policy and how it involves, and evolves along with, the build environment.

Afterwards, we analyze and present the research methodology and the software TEE KENAK used in the experimental part of the calculations. Moreover, we portray the available building energy performance upgrade interventions for the residential sector, both in the energy systems and the building wrap, and we present some basic principles of financial investment evaluation criteria used in the analysis.

In the experimental part of the study, with the application of the KENAK software, we assess the present situation of three existing residential buildings and we issue the corresponding Energy Performance Certificate (EPC). After the energy classification and the environmental evaluation of each building, we propose and design two separate upgrading intervention scenarios for each case. These two scenarios differ in the choice of the heating system. In these schemes, we first aim to assess the overall potential for reducing energy consumption and upgrade the energy performance rating of each existing building. Secondly we aim for economic evaluation of the interventions based on the capital cost and lower operating costs. Our final aim is to calculate the simplified payback period. Additionally, we evaluate each scenario based on a comparison between the new situation and the existing one. Finally, we select between the two scenarios by taking into account the economic and environmental benefits.

The main conclusion of the research is that the Greek building stock is energy inefficient and, given the current economic situation, interest in the construction sector is only normal to have shifted to the modernization and upgrade of existing dwellings through refurbishment. The study results demonstrate that existing houses in the country are wasting energy and have very large scope for reducing energy requirements.

More specifically, the investigation of radical energy performance upgrade in these three residential buildings examined in the present study showed that from a technological point of view it is possible to reduce energy consumption by 70-80%. Such upgrading of the building stock requires an investment of 130 euro/m². Similarly, payback periods were calculated in the order of 11-12 years.

Ultimately, based on the research findings, intervention packets with the largest reduction in energy costs of building do not necessary lead to a better energy and environmental performance.

Keywords: assessment, economic, environmental, financial, interventions, retrofit, energy savings, compared, evaluation, upgrade, performance, building, residential, KENAK, Athens, refurbishment, retrofit, conservation, efficiency

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

Κατάλογος Περιεχομένων

Περίληψη.....	iii
Λέξεις Κλειδιά.....	iv
Abstract	v
Keywords	vi
Κατάλογος Περιεχομένων.....	vii
Κατάλογος Πινάκων	xii
Κατάλογος Σχημάτων	xv
Κατάλογος Φωτογραφιών	xvii
Κατάλογος Εικόνων.....	xviii
Εισαγωγή	1

Θεωρητικό Μέρος

1. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση.....	5
1.1 Ευρωπαϊκή Πολιτική και Νομοθεσία για το Περιβάλλον	5
1.1.1 Στόχος 2020	5
1.1.2 Ευρωπαϊκός Χάρτης Πορείας προς το 2050 (2050 Roadmap).....	9
1.2 Κτιριακός τομέας και Ελληνική νομοθεσία.....	10
2. Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ)	13
2.1 Εισαγωγή.....	13
2.2 Εκπόνηση Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων	13
2.2.1 Γενικά.....	13
2.2.2 Κτίριο αναφοράς.....	14
2.2.3 Το Λογισμικό ΚΕΝΑΚ – Δεδομένα εισόδου/εξόδου	16
2.2.4 Κλιματικές Ζώνες στην Ελλάδα	17
2.3 Ενεργειακή Κατάταξη - Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης.....	18
2.4 Ενεργειακή Επιθεώρηση – ΚΕΝΑΚ	21
2.4.1 Εισαγωγή	21

3. Εξοικονόμηση ενέργειας στον κτηριακό τομέα	24
3.1 Εισαγωγή.....	24
3.2 Εσωτερικό περιβάλλον κτιρίων.....	24
3.2.1 Θερμική άνεση	25
3.2.2 Οπτική άνεση.....	25
3.3 Μέθοδοι βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων.....	25
3.3.1 Θερμική θωράκιση κτηριακού κελύφους	26
3.3.1.1 Θερμομόνωση κελύφους.....	27
3.3.1.2 Χρήση βελτιωμένων κουφωμάτων και υαλοπινάκων	28
3.3.1.3 Ηλιοπροστασία – Σκίαστρα	30
3.3.1.3.1 Ηλιοπροστατευτικές Διατάξεις	33
3.3.1.3.2 Φυσικός σκιασμός με τη χρήση βλάστησης	33
3.3.1.4 Ανακλαστικά επιχρίσματα – Ψυχρά υλικά	33
3.3.1.5 Φράγμα ακτινοβολίας.....	35
3.3.1.6 Φύτευση δώματος	35
3.3.1.7 Συστήματα φυσικού αερισμού	36
3.3.1.8 Άλλα συστήματα δροσισμού.....	38
3.3.1.9 Εγκατάσταση παθητικών ηλιακών συστημάτων.....	39
3.3.2 Ενεργειακή αναβάθμιση ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων	40
3.3.2.1 Αναβάθμιση συστήματος κεντρικής θέρμανσης	40
3.3.2.2 Αναβάθμιση συστημάτων ψύξης	41
3.3.2.3 Αναβάθμιση κυκλοφορητών – κινητήρων	42
3.3.2.4 Μηχανικός αερισμός (freecooling).....	42
3.3.2.5 Υβριδικός αερισμός με ανεμιστήρες	42
3.3.2.6 Εγκατάσταση θερμού νερού χρήσης	43
3.3.2.7 Σύστημα ενεργειακής διαχείρισης (BEMS).....	44
3.3.3 Ενσωμάτωση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Α.Π.Ε.) στα κτήρια	45
3.3.3.1 Ηλιακή ενέργεια.....	45
3.3.3.1.1 Φωτοβολταϊκά	45
3.3.3.1.2 Ενεργητικά ηλιακά συστήματα	47
3.3.3.2 Αιολική ενέργεια – Μικρές Ανεμογεννήτριες	48
3.3.3.3 Γεωθερμία	50
3.3.3.4 Βιομάζα.....	50

3.3.3.5 Τηλεθέρμανση	51
4. Οικονομική Αξιολόγηση Επενδύσεων	53
4.1 Εισαγωγή.....	53
4.2 Ορολογία Οικονομικών Μεγεθών	54
4.2.1 Διαχρονική αξία χρήματος	54
4.2.2 Ταμειακή ροή και η έννοια της ισοδυναμίας	54
4.2.3 Απλοποιημένος Χρόνος Απόσβεσης	55
4.2.4 Συντελεστής Προεξόφλησης	55
4.2.5 Καθαρή Παρούσα Αξία.....	56
4.2.6 Εσωτερικός βαθμός απόδοσης της επένδυσης	56
4.2.7 Λόγος οφέλους κόστους	57
4.3 Οικονομικά Στοιχεία Υπολογισμών	58
Πειραματικό Μέρος	
Εισαγωγή	58
Μελέτη 1ης Οικίας.....	59
5.1 Μελέτη υπάρχουσας κατάστασης	59
5.2 Προτεινόμενες Παρεμβάσεις	69
5.2.1 Θερμομόνωση κελύφους.....	70
5.2.2 Αυτοματισμοί – Θερμικές Ζώνες.....	71
5.2.3 Συστήματα Θέρμανσης	71
5.2.3.1 Αλλαγή καυσίμου καυστήρα	72
5.2.3.2 Αντλία θερμότητας – Air-condition	74
5.2.4 Ηλιακός θερμοσίφωνας	75
5.3 Μελέτη νέας κατάστασης	76
5.3.1 Σενάριο αλλαγής λέβητα πετρελαίου με ΦΑ	76
5.3.1.1 Σύγκριση κατάστασης «0» και «1»	80
5.3.1.2 Οικονομική αξιολόγηση	81
5.3.2 Σενάριο αντικατάστασης σωμάτων θέρμανσης πετρελαίου με μονάδες air-condition	82

5.3.2.1 Σύγκριση κατάστασης «0» και «1»	85
5.3.2.2 Οικονομική αξιολόγηση	86
5.4 Αποτελέσματα – Συμπεράσματα	87
6. Μελέτη 2ης Οικίας	91
6.1 Μελέτη υπάρχουσας κατάστασης	96
6.2 Προτεινόμενες Παρεμβάσεις	99
6.2.1 Θερμομόνωση Κελύφους	99
6.2.2 Αντικατάσταση κουφωμάτων	100
6.2.3 Συστήματα Θέρμανσης	101
6.2.3.1 Σύστημα Γεωθερμίας (οριζόντια)	101
6.2.3.2 Αλλαγή καυσίμου καυστήρα	101
6.2.4 Ενδοδαπέδια θέρμανση/ψύξη.....	103
6.2.5 Ηλιακός Θερμοσίφωνας	103
6.3 Μελέτη νέας κατάστασης	104
6.3.1 Σενάριο Γεωθερμίας.....	104
6.3.1.1 Σύγκριση κατάστασης «0» και «1»	107
6.3.1.2 Οικονομική αξιολόγηση	107
6.3.2 Σενάριο αντικατάστασης καυστήρα πετρελαίου με καυστήρα ΦΑ	108
6.3.2.1 Σύγκριση κατάστασης «0» και «1».....	112
6.3.2.2 Οικονομική αξιολόγηση	112
6.4 Αποτελέσματα – Συμπεράσματα – Αξιολόγηση	113
7. Μελέτη 3ης Οικίας	116
7.1 Μελέτη υπάρχουσας κατάστασης	116
7.2 Προτεινόμενες Παρεμβάσεις	124
7.2.1 Αντικατάσταση κουφωμάτων	124
7.2.2 Βάψιμο.....	124
7.2.3 Ανεμιστήρες οροφής	124
7.2.4 Αυτοματισμοί – Θερμικές Ζώνες.....	125

7.2.5 Ηλιακός Θερμοσίφωνας	125
7.2.6 Συστήματα Θέρμανσης	126
7.2.6.1 Αλλαγή καυσίμου καυστήρα	126
7.2.6.2 Τηλεθέρμανση.....	128
7.3 Μελέτη νέας κατάστασης	128
7.3.1 Σενάριο αλλαγής καυσίμου.....	128
7.3.1.1 Σύγκριση κατάστασης «0» και «1».....	131
7.3.1.2 Οικονομική αξιολόγηση	131
7.3.2 Σενάριο χρήσης τηλεθέρμανσης	132
7.3.2.1. Σύγκριση κατάστασης «0» και «1»	135
7.3.2.2 Οικονομική αξιολόγηση	135
7.4 Αποτελέσματα – Συμπεράσματα – Αξιολόγηση	136
8. Συμπεράσματα	140
Βιβλιογραφία	144
Παράρτημα Ι	150

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 2.1: Συχνότητα επιθεώρησης λεβήτων	19
Πίνακας 2.2: Τυπικές ενεργειακές κατατάξεις κατοικιών βάση τύπου	20
Πίνακας 2.3: Νομοί ελληνικής επικράτειας ανά κλιματική ζώνη.....	22
Πίνακας 2.4: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και όρια ενεργειακών κατηγοριών	23
Πίνακας 3.1: Daylight Factor (DF) για την οπτική άνεση στο εσωτερικό των κτηρίων	26
Πίνακας 3.2: Μέσες τιμές συντελεστή θερμοπερατότητας για τα κύρια δομικά στοιχεία ενός κτιρίου	28
Πίνακας 4.1: Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια.....	56
Πίνακας 4.2: Τιμές ανά είδος καυσίμου.....	56
Πίνακας 4.3: Ενεργειακό μείγμα της Ελλάδος 2013.....	57
Πίνακας 5.1: Βασικά στοιχεία κατοικίας.....	60
Πίνακας 5.2: Αδιαφανείς επιφάνειες.....	60
Πίνακας 5.3: Επιφάνειες σε επαφή με το έδαφος.....	61
Πίνακας 5.4: Διαφανείς επιφάνειες.....	61
Πίνακας 5.5: Ενεργειακές απαιτήσεις ανά μήνα	68
Πίνακας 5.6: Ενεργειακές καταναλώσεις ανά μήνα	68
Πίνακας 5.7: Κατανάλωση καυσίμων και εκπομπών CO ₂ ανά πηγή ενέργειας	69
Πίνακας 5.8: Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση (kWh/m ²).....	69
Πίνακας 5.9: Αδιαφανείς επιφάνειες.....	70
Πίνακας 5.10: Παρεμβάσεις και αντίστοιχα κόστη	71
Πίνακας 5.11: Παρεμβάσεις και αντίστοιχα κόστη	73
Πίνακας 5.12: Παρεμβάσεις και αντίστοιχα κόστη	74
Πίνακας 5.13: Βασικά στοιχεία κατοικίας.....	77
Πίνακας 5.14: Ενεργειακές απαιτήσεις ανά μήνα	78
Πίνακας 5.15: Ενεργειακές καταναλώσεις ανά μήνα	78
Πίνακας 5.16: Κατανάλωση καυσίμων και εκπομπών CO ₂ ανά πηγή ενέργειας	79
Πίνακας 5.17: Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση (kWh/m ²)	79
Πίνακας 5.18: Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση (kWh/m ²)	80

Πίνακας 5.19: Συγκριτικά οικονομικά στοιχεία	81
Πίνακας 5.20: Βασικά στοιχεία κατοικίας.....	82
Πίνακας 5.21: Ενεργειακές απαιτήσεις ανά μήνα	83
Πίνακας 5.22: Ενεργειακές καταναλώσεις ανά μήνα.....	83
Πίνακας 5.23: Κατανάλωση καυσίμων και εκπομπών CO ₂ ανά πηγή ενέργειας.....	84
Πίνακας 5.24: Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση (kWh/m ²)	84
Πίνακας 5.25: Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση (kWh/m ²)	86
Πίνακας 5.26: Συγκριτικά οικονομικά στοιχεία	89
Πίνακας 5.27: Συνοπτικός πίνακας συγκριτικών δεδομένων	89
Πίνακας 6.1: Βασικά στοιχεία κατοικίας.....	93
Πίνακας 6.2: Αδιαφανείς επιφάνειες.....	93
Πίνακας 6.3: Διαφανείς επιφάνειες.....	93
Πίνακας 6.4: Ενεργειακές απαιτήσεις ανά μήνα	96
Πίνακας 6.5: Ενεργειακές καταναλώσεις ανά μήνα.....	96
Πίνακας 6.6: Κατανάλωση καυσίμων και εκπομπών CO ₂ ανά πηγή ενέργειας.....	98
Πίνακας 6.7: Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση (kWh/m ²).....	98
Πίνακας 6.8: Αδιαφανείς επιφάνειες.....	100
Πίνακας 6.9: Διαφανείς επιφάνειες.....	100
Πίνακας 6.10: Παρεμβάσεις και αντίστοιχα κόστη	102
Πίνακας 6.11: Βασικά στοιχεία κατοικίας.....	104
Πίνακας 6.12: Ενεργειακές απαιτήσεις ανά μήνα	104
Πίνακας 6.13: Ενεργειακές καταναλώσεις ανά μήνα.....	105
Πίνακας 6.14: Κατανάλωση καυσίμων και εκπομπών CO ₂ ανά πηγή ενέργειας.....	106
Πίνακας 6.15: Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση (kWh/m ²)	106
Πίνακας 6.16: Συγκριτικά οικονομικά στοιχεία	107
Πίνακας 6.17: Βασικά στοιχεία κατοικίας.....	108
Πίνακας 6.18: Ενεργειακές απαιτήσεις ανά μήνα	109
Πίνακας 6.19: Ενεργειακές καταναλώσεις ανά μήνα.....	109
Πίνακας 6.20: Κατανάλωση καυσίμων και εκπομπών CO ₂ ανά πηγή ενέργειας.....	110
Πίνακας 6.21: Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση (kWh/m ²)	110
Πίνακας 6.22: Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση (kWh/m ²)	112

Πίνακας 6.23: Συγκριτικά οικονομικά στοιχεία	112
Πίνακας 6.24: Συνοπτικός πίνακας συγκριτικών δεδομένων	115
Πίνακας 7.1: Βασικά στοιχεία κατοικίας	117
Πίνακας 7.2: Αδιαφανείς επιφάνειες.....	118
Πίνακας 7.3: Διαφανείς επιφάνειες	118
Πίνακας 7.4: Ενεργειακές απαιτήσεις ανά μήνα	122
Πίνακας 7.5: Ενεργειακές καταναλώσεις ανά μήνα	122
Πίνακας 7.6: Κατανάλωση καυσίμων και εκπομπών CO ₂ ανά πηγή ενέργειας	123
Πίνακας 7.7: Διαφανείς επιφάνειες	124
Πίνακας 7.8: Παρεμβάσεις και αντίστοιχα κόστη.....	125
Πίνακας 7.9: Παρεμβάσεις και αντίστοιχα κόστη.....	127
Πίνακας 7.10: Βασικά στοιχεία κατοικίας.....	128
Πίνακας 7.11: Ενεργειακές απαιτήσεις ανά μήνα	130
Πίνακας 7.12: Ενεργειακές καταναλώσεις ανά μήνα	130
Πίνακας 7.13: Κατανάλωση καυσίμων και εκπομπών CO ₂ ανά πηγή ενέργειας	131
Πίνακας 7.14: Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση (kWh/m ²)	131
Πίνακας 7.15: Συγκριτικά οικονομικά στοιχεία	131
Πίνακας 7.16: Βασικά στοιχεία κατοικίας.....	132
Πίνακας 7.17: Ενεργειακές απαιτήσεις ανά μήνα	134
Πίνακας 7.18: Ενεργειακές καταναλώσεις ανά μήνα	134
Πίνακας 7.19: Κατανάλωση καυσίμων και εκπομπών CO ₂ ανά πηγή ενέργειας	135
Πίνακας 7.20: Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση (kWh/m ²)	135
Πίνακας 7.21: Συγκριτικά οικονομικά στοιχεία	136
Πίνακας 7.21: Συνοπτικός πίνακας συγκριτικών δεδομένων	138

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 1.1: Στόχοι διείσδυσης των ΑΠΕ σε κάθε Κράτος-Μέλος της ΕΕ στο πλαίσιο του ενεργειακού και κλιματικού πακέτου «20-20-20 το 2020».....	7
Σχήμα 2.1: Σχηματική απεικόνιση ενεργειακών κατηγοριών για τιμές αναφοράς και κτίριο αναφοράς	15
Σχήμα 2.2: Σχηματική Απεικόνιση κλιματικών ζωνών ελληνικής επικράτειας	18
Σχήμα 3.1: Διάγραμμα συντελεστή θερμοπερατότητας U υαλοπινάκων και ποσοστού εξοικονόμησης ενέργειας που αναλογεί στο συντελεστή U	30
Σχήμα 3.2: Οριζόντιος πρόβολος για χειμερινό ηλιασμό / θερινή ηλιοπροστασία	32
Σχήμα 3.3: Σχηματικό διάγραμμα συστήματος combi	47
Σχήμα 5.1: Τοπογραφικό διάγραμμα οικίας	60
Σχήμα 5.2: Κάτοψη Ορόφου	63
Σχήμα 5.3: Κάτοψη Ισογείου	64
Σχήμα 5.4: Κάτοψη Υπογείου	65
Σχήμα 5.5: Διάγραμμα αναλυτικών καταναλώσεων ενέργειας.....	87
Σχήμα 5.6: Διάγραμμα αναλυτικών εκπομπών CO ₂	88
Σχήμα 5.7: Διάγραμμα συνολικών καταναλώσεων καυσίμων και εκπομπών CO ₂ στην εξεταζόμενη κατοικία.....	88
Σχήμα 6.1: Τοπογραφικό διάγραμμα οικίας	92
Σχήμα 6.2: Κάτοψη Ορόφου	95
Σχήμα 6.3: Διάγραμμα αναλυτικών καταναλώσεων ενέργειας.....	113
Σχήμα 6.4: Διάγραμμα αναλυτικών εκπομπών CO ₂	114
Σχήμα 6.5: Διάγραμμα συνολικών καταναλώσεων καυσίμων και εκπομπών CO ₂	114
Σχήμα 7.1: Τοπογραφικό διάγραμμα κτίσματος	117
Σχήμα 7.2: Κάτοψη Ορόφου	120
Σχήμα 7.3: Διάγραμμα αναλυτικών καταναλώσεων ενέργειας.....	137
Σχήμα 7.4: Διάγραμμα αναλυτικών εκπομπών CO ₂	137
Σχήμα 7.5: Διάγραμμα συνολικών καταναλώσεων καυσίμων και εκπομπών CO ₂	138

Σχήμα 8.1: Συγκριτικό διάγραμμα συνολικών καταναλώσεων καυσίμων και εκπομπών CO₂ των
υπαρχουσών καταστάσεων των τριών κτισμάτων 143

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

Κατάλογος Φωτογραφιών

Φωτογραφία 3.1: Φυτεμένα δώματα	36
Φωτογραφία 3.2: Ενσωματωμένα φωτοβολταϊκά στοιχεία στο κτηριακό κέλυφος	46
Φωτογραφία 3.3: Μικρή ανεμογεννήτρια εγκατεστημένη σε στέγη	49
Φωτογραφία 5.1: Πρόσοψη 1ης οικίας	59
Φωτογραφία 5.2: Φωτογραφία από Google Maps	62
Φωτογραφία 5.3: Λεβητοστάσιο	66
Φωτογραφία 6.1: Πρόσοψη 2ης οικίας	91
Φωτογραφία 6.2: Καυστήρας	94
Φωτογραφία 6.3: Φωτογραφία από Google Maps	99
Φωτογραφία 7.1: Πρόσοψη οικίας	116
Φωτογραφία 7.2: Φωτογραφία από Google Maps	119
Φωτογραφία 7.3: Καυστήρας Πετρελαίου	123

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 5.1: Ενεργειακή κατάταξη υπάρχουσας κατάστασης «0»	67
Εικόνα 5.2: Ενεργειακή κατάταξη νέας κατάστασης «1» Σεναρίου 1	83
Εικόνα 5.3: Ενεργειακή κατάταξη νέας κατάστασης «1» Σεναρίου 2	88
Εικόνα 6.1: Ενεργειακή κατάταξη υπάρχουσας κατάστασης «0»	97
Εικόνα 6.2: Ενεργειακή κατάταξη νέας κατάστασης «1» Σεναρίου 1	106
Εικόνα 6.3: Ενεργειακή κατάταξη νέας κατάστασης «1» Σεναρίου 2	111
Εικόνα 7.1: Ενεργειακή κατάταξη υπάρχουσας κατάστασης «0»	121
Εικόνα 7.2: Ενεργειακή κατάταξη νέας κατάστασης «1» Σεναρίου 1	129
Εικόνα 7.3: Ενεργειακή κατάταξη νέας κατάστασης «1» Σεναρίου 2	133

Εισαγωγή

Κάθε ανύψωση του βιοτικού επιπέδου μιας χώρας συνδέεται με αύξηση της καταναλισκόμενης ενέργειας (Περδίας, 2005). Λαμβάνοντας μάλιστα υπόψη και την αύξηση του πληθυσμού, η αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας επιτείνεται. Αποτέλεσμα αφενός η σταδιακή εξάντληση των συμβατικών (μη ανανεώσιμων) πηγών ενέργειας και αφετέρου η πρόκληση σοβαρών περιβαλλοντικών προβλημάτων. Τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά προβλήματα που σχετίζονται με την ενέργεια είναι η ατμοσφαιρική ρύπανση, η κλιματική αλλαγή, η οποία προκαλείται – κατά κύριο λόγο – από την εκπομπή των αερίων του θερμοκηπίου, ατυχήματα που συμβαίνουν είτε σε σταθμούς παραγωγής ενέργειας, είτε κατά τη θαλάσσια μεταφορά υδρογονανθράκων, κλπ. (Αναγνώστου, 2007).

Αδιαμφισβήτητα ένα από τα σημαντικότερα ζητήματα που απασχολεί σήμερα την ανθρωπότητα είναι το ενεργειακό πρόβλημα (βλ. Ενεργειακό Πόλεμο στην Ουκρανία 2014). Αυτό συνίσταται από τρία επί μέρους προβλήματα που ζητούν άμεση λύση. Πρώτον, πρέπει να εξασφαλισθεί η αναγκαία ποσότητα ενέργειας για την ικανοποίηση βασικών αναγκών των νοικοκυριών και επιχειρήσεων. Δεύτερον, αυτή η ενέργεια πρέπει να εξασφαλισθεί οικονομικά ώστε να μπορεί να αγορασθεί και να καταναλωθεί και τέλος, η παραγωγή και η κατανάλωση πρέπει να γίνουν κατά τρόπο ανεκτό από το περιβάλλον, δηλαδή βιώσιμα.

Η λύση του ενεργειακού προβλήματος απαιτεί τη χρησιμοποίηση όλων των διαθέσιμων μορφών ενέργειας στην αναλογία που τους πρέπει, για την κάλυψη των αναγκών που τους προσήκει και με υπευθυνότητα απέναντι στο περιβάλλον. Το πρώτο βήμα που πρέπει να γίνει για το σκοπό αυτό, είναι η συνειδητοποίηση ότι η σημαντικότερη και άμεσα εκμεταλλεύσιμη ευγενής μορφή ενέργειας είναι η εξοικονόμηση ενέργειας (Περδίας, 2005).

Τα κτίρια έχουν άμεσες περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη χρήση πρωτογενών υλικών (κατασκευή, επισκευές κτλ.), την κατανάλωση φυσικών πόρων (νερό, καύσιμα κτλ.) καθώς και την παραγωγή ρύπων και οικιακών αποβλήτων. Ο κτιριακός τομέας είναι ένας από τους κύριους τομείς κατανάλωσης ενέργειας στην Ευρώπη, με τη χρήση ενέργειας στα κτίρια να έχει υποστεί αυξητική τάση κατά τα τελευταία 20 χρόνια ενώ, στη Χώρα μας κατά την περίοδο 2000 – 2005, η ενεργειακή τους κατανάλωση αυξήθηκε κατά περίπου 24%, μία από τις μεγαλύτερες αυξήσεις στην Ευρώπη (Ομάδα Κτιριακού Περιβάλλοντος Παν. Αθηνών, 2008). Το 2009, τα κτίρια κατοικίας ήταν υπεύθυνα για το 68% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στο κτιριακό απόθεμα (Eurostat, 2011). Σύμφωνα με το Ενεργειακό Ισοζύγιο του έτους 2009, η ενεργειακή κατανάλωση που σχετίζεται με τα κτίρια (οικιακός – εμπορικός τομέας κλπ) στην Ελλάδα ανέρχεται σε 7.877 kToe, ποσό που αντιστοιχεί στο 35% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης, ενώ η κατανάλωση του οικιακού τομέα αντιστοιχεί στο 22%. Η τυπική ενεργειακή κατανάλωση για θέρμανση σε κτίρια κατοικιών πριν το 1980 είναι περίπου 140 kWh/m² σε μονοκατοικίες και 96 kWh/m² σε πολυκατοικίες, ενώ για τα νεότερα κτίρια υπολογίζεται σε 92-123 kWh/m² και 75-94 kWh/m², αντίστοιχα (Λάλας κ.α, 2003).

Ο οικιακός τομέας στην Ευρώπη αριθμεί περίπου 150 εκατομμύρια κτίρια κατοικιών και αυξάνεται κατά περίπου 2 εκατομμύρια κτίρια το χρόνο. Από τα υπάρχοντα κτίρια κατοικιών εκτιμάται, ότι το 70% είναι παλαιότερα των 30 ετών, ενώ σχεδόν το 35% είναι παλαιότερα των 50 ετών (Δασκαλάκη και Μπαλαράς, 2010). Στην Ελλάδα, σύμφωνα με την Εθνική Στατιστική

Υπηρεσία, υπάρχουν περίπου 4 εκατ. κτίρια με συνολική επιφάνεια 552 εκατ. m², ενώ το 77% των κτιρίων είναι κατοικίες (Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛ.ΣΤΑΤ), 2011). Σε συνέχεια της ίδιας έρευνας, στο σύνολο των κανονικών κατοικιών της Χώρας, οι 3.468.307 κατοικίες (54,4%) διαθέτουν κάποιο είδος μόνωσης ενώ οι 2.903.594 κατοικίες (45,6%) δεν έχουν μόνωση. Ουσιαστικά οι μισές κατοικίες στη χώρα είναι ανοχύρωτες και «τρύπιες» ενεργειακά και έτσι σπαταλούνται μεγάλα ποσά ενέργειας για ψύξη ή θέρμανση επειδή δεν διαθέτουν κάποιου είδους μόνωση όπως διπλά τζάμια, μόνωση εξωτερικών τοίχων κ.λπ. Στο νομό Πιερίας συναντώνται τα περισσότερα μονωμένα σπίτια με ποσοστό 71,5% ενώ αρνητικό ρεκόρ έχει η Κάρπαθος με το 78% των κατοικιών να μην έχει κάποιου είδους μόνωση. Από τα κτίρια που κτίστηκαν προ του 1981 το 56,8% δεν έχει καμιά μόνωση ενώ όσα κτίστηκαν από το 2006 και μετά είναι μονωμένα σε ποσοστό 92,2% (ΕΛ.ΣΤΑΤ, 2011).

Ο Κανονισμός Θερμομόνωσης (Κ.Θ.Κ.) τέθηκε σε ισχύ το 1979 με Προεδρικό Διάταγμα, αντιγράφοντας τον πρώτο Γερμανικό Κανονισμό, καθορίζοντας τα μέγιστα όρια για την θερμοπερατότητα των διαφόρων στοιχείων (τοίχοι, οροφή, παράθυρα) και του κελύφους του κτιρίου. Το 1993, με Προεδρικό Διάταγμα, θεσπίστηκε ο υποχρεωτικός έλεγχος λεβητοστασίων ο οποίος εμπεριέχει την ανάλυση καυσαερίων. Το 1998, με Κοινή Υπουργική Απόφαση, εισήχθησαν μέτρα και όροι για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και πρωτοεμφανίστηκαν οι έννοιες: Ενεργειακή Πιστοποίηση – Επιθεώρηση, Δ.Ε.ΤΑ, Κ.Ο.Χ.Ε.Ε. και Βαθμονόμηση κτιρίων. Το 2003 υπήρξε η νομοθέτηση της ενεργειακής βαθμονόμησης κλιματιστικών με δείκτες EER (λειτουργία ψύξης) και COP (λειτουργία θέρμανσης). Το 2002 και 2006 η Ελλάδα ενστερνίστηκε τις κοινοτικές οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης EPBD 2002/91/EK και 32/2006/EK αντίστοιχα. Τέλος, το 2008 με τη ψήφιση του νόμου 3661 «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων», καθορίστηκε η γενική δομή του ΚΕΝΑΚ, η οποία προσαρμόζεται και βελτιώνεται με νέες αποφάσεις μέχρι σήμερα (Τζαχάνης, 2010).

Η ενέργεια στις κατοικίες καταναλώνεται κυρίως στη θέρμανση, στη ψύξη, στο ζεστό νερό, στο μαγείρεμα και στις συσκευές όπου η κυρίαρχη τελική χρήση ενέργειας (υπεύθυνη για το 70% περίπου) είναι η θέρμανση χώρου. Σε απόλυτες τιμές, η μέση κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση κυμαίνεται μεταξύ 107 – 130 kWh/m² (Ενεργειακό Ισοζύγιο του έτους 2009). Το φυσικό αέριο είναι το πιο κοινό καύσιμο που χρησιμοποιείται σε κτίρια στην Ευρώπη, ενώ η χρήση του πετρελαίου είναι υψηλότερη στη Βόρεια και Δυτική Ευρώπη. Η υψηλότερη χρήση του άνθρακα στον οικιακό τομέα συναντάται στη Κεντρική και Ανατολική Ευρώπη, όπως επίσης και η τηλεθέρμανση, η οποία έχει το υψηλότερο ποσοστό συμμετοχής στο ενεργειακό μίγμα σε σύγκριση με τις υπόλοιπες περιοχές της Ευρώπης. Οι Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ηλιακή θερμότητα, βιομάζα, γεωθερμική και απόβλητα) έχουν μερίδιο 21%, 12% και 9% της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας στη Κεντρική και Ανατολική Ευρώπη, τη Νότια, και τη Βόρεια και Δυτική αντίστοιχα (Eurostat, 2011). Στην Ελλάδα, σύμφωνα με τα στοιχεία της απογραφής του 2011 προκύπτει πως 3.842.325 νοικοκυριά (92,9%) δήλωσαν ότι χρησιμοποιούν ηλεκτρισμό για το μαγείρεμα, 2.756.083 νοικοκυριά (66,7%) ότι χρησιμοποιούν πετρέλαιο για τη θέρμανσή τους και 2.047.645 νοικοκυριά (49,5%) ότι χρησιμοποιούν ηλεκτρισμό για ζεστό νερό.

Συμφώνα με μελέτη της Eurostat (2011), η ενέργεια στα ελληνικά νοικοκυριά δαπανάται κυρίως για θερμικές χρήσεις και συγκεκριμένα για θέρμανση των χώρων, (περίπου 59% του συνολικού φορτίου). Το ευρωπαϊκό πρόγραμμα ΕΡΑ-ΕΔ υπολόγισε συγκριτικά το ποσοστό της

ενεργειακής κατανάλωσης των νοικοκυριών ανά είδος χρήσης. Μια εναλλακτική μέθοδος αξιολόγησης της ενεργειακής και περιβαλλοντικής ποιότητας των κτιρίων κατοικίας είναι ο υπολογισμός των εκπομπών CO₂ ανά κάτοικο σε ετήσια βάση. Σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος, για το έτος 2011, οι κατοικίες στην Ελλάδα παράγουν περίπου 12-13 τόνους CO₂ /κάτοικο ετησίως. Η τιμή αυτή είναι συγκριτικά μεγαλύτερη από όλες τις άλλες μεσογειακές χώρες και μεγαλύτερη ακόμα από πολύ βορειότερες χώρες όπως η Νορβηγία, η Γερμανία, η Αυστρία και η Βρετανία.

Συνεπώς οι επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε υφιστάμενα κτίρια μπορούν να συμβάλλουν σημαντικά στην προσπάθεια για μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης στον κτιριακό τομέα. Επιπρόσθετα, η ανακαίνιση αποτελεί μια πολύ καλή ευκαιρία για ενσωμάτωση τεχνολογιών ορθολογικής χρήσης ενέργειας σε κτίρια, αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας, και βελτίωση των συνθηκών άνεσης και υγιεινής στους εσωτερικούς χώρους με την ελάχιστη δυνατή επιβάρυνση του περιβάλλοντος από τις σχετικές επεμβάσεις (Δασκαλάκη και Μπαλαράς, 2010).

Το δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας είναι σημαντικό αφού, σύμφωνα με προγενέστερα στοιχεία, επί του συνολικού αριθμού των πολυκατοικιών διαθέτει θερμομόνωση μόνο το 5,1% στις τοιχοποιίες, 1,5% στο δάπεδο, 12,7% στην πλοστή, 30,4% στην οροφή, 2,1% διαθέτει διπλά τζάμια και 4,2% έχει θερμομόνωση των σωληνώσεων θέρμανσης (Balaras et al, 2005).

Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί ότι σημαντικό ρόλο στην «ενεργειακή στροφή» στο σχεδιασμό των κτηρίων διαδραμάτισαν και οι ενεργειακές κρίσεις της δεκαετίας του 1970 και κυρίως η πετρελαϊκή κρίση του 1973, κατά την οποία τετραπλασιάστηκε απότομα η τιμή του πετρελαίου. Οι κατασκευαστές μέχρι τότε εκπονούσαν τις μελέτες στο δομικό μέρος και στα ηλεκτρομηχανικά συστήματα των κτηρίων με στόχο την ελαχιστοποίηση του αρχικού κόστους κατασκευής, χωρίς να λαμβάνουν υπόψη το κόστος λειτουργίας (Περδίδος, 2007).

Σημαντική παράμετρος, επίσης, που καθορίζει την ενεργειακή απόδοση ενός κτηρίου είναι η συμπεριφορά των ενοίκων. Η ελλιπής ενημέρωση σε θέματα ορθολογικής χρήσης και διαχείρισης της ενέργειας, οδηγεί συχνά σε σπάταλες συμπεριφορές, όπως η εγκατάσταση μεμονωμένων κλιματιστικών συστημάτων χωρίς μελέτη, η χρήση συσκευών χαμηλής απόδοσης, η μη συντήρηση του συστήματος θέρμανσης.

Η ελλιπής, από ενεργειακής πλευράς, προστασία των υπαρχόντων κτηρίων από το εξωτερικό περιβάλλον, ο συνήθως μη ορθολογικός σχεδιασμός τους ως συνέπεια μιας περιβαλλοντικά αποκομμένης αρχιτεκτονικής αντίληψης που αγνοεί τις τοπικές κλιματολογικές συνθήκες, καθώς και η μέχρι σήμερα έλλειψη νομοθεσίας που να αφορά στην ενεργειακή και περιβαλλοντική προστασία των κτηρίων συντελούν:

- στη διόγκωση του ενεργειακού ισοζυγίου
- στην οικονομική συμπίεση των ασθενέστερων εισοδηματικών κοινωνικών ομάδων
- στην αύξηση του ενεργειακού ελλείμματος

ενώ παράλληλα τίθενται σε κίνδυνο οι δεσμεύσεις της χώρας σε ευρωπαϊκό και διεθνές επίπεδο για την προστασία του περιβάλλοντος (ΥΠΕΚΑ και ΚΑΠΕ).

Η εξοικονόμηση ενέργειας σε ένα κτήριο εξασφαλίζεται εν μέρει με τον κατάλληλο σχεδιασμό του κτηρίου και τη χρήση ενεργειακά αποδοτικών δομικών στοιχείων και συστημάτων, και εν μέρει μέσω της υψηλής αποδοτικότητας των εγκατεστημένων ενεργειακών συστημάτων, η οποία προϋποθέτει την άριστη ποιότητα του σχετικού εξοπλισμού και της εγκατάστασής του, καθώς και των σχετικών τεχνικών μελετών που τον προδιαγράφουν. Άλλος ένας καθοριστικός παράγοντας εξοικονόμησης ενέργειας είναι η ενεργειακή διαχείριση του κτηρίου, μία συστηματική, οργανωμένη και συνεχής δραστηριότητα που αποτελείται από ένα προγραμματισμένο σύνολο διοικητικών, τεχνικών και οικονομικών δράσεων (ΚΑΠΕ).

Βασικός σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να διερευνηθεί η δυνατότητα υλοποίησης ριζικών ενεργειακών αναβαθμίσεων σε υφιστάμενα κτίρια κατοικίας. Συγκεκριμένα, επιχειρείται να διερευνηθεί σε ποιο βαθμό η εφαρμογή διαθέσιμων και εμπορικά ώριμων ενεργειακών τεχνολογιών και παρεμβάσεων είναι δυνατόν να οδηγήσει σε σημαντική μείωση των ενεργειακών καταναλώσεων και των συνεπαγόμενων εκπομπών σε κτίρια κατοικίας, καθώς και την οικονομική αποδοτικότητα των εφαρμογών αυτών. Για να το επιτύχουμε αυτό εφαρμόζουμε σε τρεις τυπικές οικίες του Ελληνικού κτιριακού αποθέματος που κατασκευάστηκαν στην Αττική κατά τις δεκαετίες 1970 και 1980 σενάρια επεμβάσεων στο κτιριακό κέλυφος και στα συστήματα θέρμανσης, με γνώμονα τη μεγαλύτερη δυνατή ενεργειακή αναβάθμισή τους και τη δραστική μείωση των εκλυόμενων εκπομπών CO₂. Η ανάλυση γίνεται με εφαρμογή του λογισμικού KENAK και συνεκτιμώνται τόσο η μείωση των ενεργειακών δαπανών που επιτυγχάνεται όσο και η βελτίωση της περιβαλλοντικής επίδοσης.

Η εργασία χωρίζεται σε δύο μέρη· στο θεωρητικό και το πειραματικό. Στο θεωρητικό σκέλος της εργασίας παρουσιάζονται οι βασικές τρέχουσες νομοθεσίες και πολιτικές της Ευρωπαϊκής Ένωσης όσον αφορά στην εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια και πως αντίστοιχα αυτές θεσμοθετούνται στην Ελλάδα. Επίσης, παρουσιάζεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε στην παρούσα έρευνα και ο τρόπος χρήσης του λογισμικού KENAK με το οποίο έγιναν οι ποσοτικές αναλύσεις στο πειραματικό σκέλος. Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι βασικότερες επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια κατοικίας: στο κτιριακό κέλυφος, τα ηλεκτρικά συστήματα, τις εγκαταστάσεις θέρμανσης, τα συστήματα ψύξης και θερμομόνωσης. Τέλος, δίνεται το πλαίσιο οικονομικής αξιολόγησης και δίνονται οι τιμές ενέργειας και οι λοιπές παραδοχές που χρησιμοποιήθηκαν κατά το πειραματικό σκέλος.

Στο Πειραματικό μέρος της εργασίας, μελετώνται τρεις χαρακτηριστικοί τύποι κατοικιών στην περιοχή της Αθήνας, όπου προτείνονται διάφορες επεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης και στη συνέχεια αξιολογούνται. Για κάθε οικία προτείνονται δύο εναλλακτικά σενάρια παρεμβάσεων, τα οποία διαφέρουν ως προς την επιλογή συστήματος θέρμανσης, και τα οποία εκτός της σύγκρισης με την υπάρχουσα κατάσταση του κτίσματος συγκρίνονται μεταξύ τους βάση των αποτελεσμάτων που προκύπτουν. Έτσι, εξάγονται συμπεράσματα για την αποδοτικότητα των διάφορων επεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισης που έχουν παρουσιαστεί στο θεωρητικό μέρος και αξιολογούνται τόσο για την οικονομική βιωσιμότητά τους όσο και για την περιβαλλοντική αποτελεσματικότητά τους. Όπως ήδη αναφέρθηκε, στο πλαίσιο αυτής της διπλωματικής εργασίας χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό που εξέδωσε το ΤΕΕ ειδικά για την ενεργειακή μελέτη κτιρίων ΤΕΕ-KENAK. Πρόκειται για το πρώτο εγκεκριμένο λογισμικό που ενσωματώνει τα πρότυπα του KENAK και εκδίδει ακριβή αποτελέσματα.

Θεωρητικό Μέρος

1. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

1.1 Ευρωπαϊκή Πολιτική και Νομοθεσία για το Περιβάλλον

1.1.1 Ενεργειακοί και περιβαλλοντικοί στόχοι για το 2020

Δεδομένου ότι ο τομέας της ενέργειας βρίσκεται στον πυρήνα κάθε μοντέλου πράσινης οικονομίας, τόσο στην Ελλάδα όσο και στο εξωτερικό, μέσω της προώθησης των ΑΠΕ και της εξοικονόμησης ενέργειας, στην Ενότητα αυτή γίνεται μια σύντομη επισκόπηση του ενεργειακού και κλιματικού πακέτου της ΕΕ, γνωστότερου ως 20-20-20 το 2020, βάσει του οποίου η Ευρωπαϊκή Ένωση και κάθε Κράτος-Μέλος, συμπεριλαμβανομένης και της Ελλάδας, έχει να εκπληρώσει συγκεκριμένους περιβαλλοντικούς και ενεργειακούς στόχους κατά την επόμενη δεκαετία. Η εκπλήρωση των στόχων αυτών θεωρείται βασικός κινητήριος μοχλός για την υλοποίηση στη χώρα μιας σειράς επενδύσεων που θα συμβάλλουν στην περιβαλλοντική προστασία και στην ορθολογικότερη χρήση των φυσικών πόρων, και υπό την έννοια αυτή καταλύτης για την υιοθέτηση ενός πιο πράσινου αναπτυξιακού μοντέλου.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) ανταποκρινόμενη στην πρόκληση της κλιματικής αλλαγής αποφάσισε στο Συμβούλιο Κορυφής του Μαρτίου 2007 να υιοθετήσει ιδιαίτερα φιλόδοξους και αλληλένδετους στόχους σχετικά με τη μείωση των εκπομπών αερίων φαινομένου θερμοκηπίου (ΑΦΘ), την προώθηση των ΑΠΕ και της εξοικονόμησης ενέργειας στον ορίζοντα του έτους 2020. Οι στόχοι αυτοί εξειδικεύθηκαν περαιτέρω με ένα ολοκληρωμένο πακέτο Οδηγιών που ανακοινώθηκε τον Ιανουάριο του 2008, τέθηκε σε δημόσια διαβούλευση και οριστικοποιείται σταδιακά. Το ενιαίο αυτό πακέτο μέτρων προβλέπει:

- Μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 20% κάτω από τα επίπεδα του 1990
- 20% της ακαθάριστης τελικής κατανάλωσης ενέργειας της ΕΕ να προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές
- Μείωση κατά 20% της κατανάλωσης ενέργειας σε σύγκριση με τα προβλεπόμενα επίπεδα μέσω τη βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης

Οι παραπάνω απαιτήσεις είναι γνωστές ως στόχος 20-20-20.

Η μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου στην Ένωση επιδιώκεται να επιτευχθεί μέσω δύο παράλληλων μηχανισμών: (α) την αυστηροποίηση λειτουργίας του υφιστάμενου συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών εντός της Ένωσης, και (β) τη θέσπιση νέων δεσμευτικών ορίων περιορισμού των εκπομπών ΑΦΘ για κάθε Κράτος-Μέλος και για τους κλάδους που δεν εντάσσονται στο σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών.

Πιο συγκεκριμένα, με την υιοθέτηση της Οδηγίας 2009/29/ΕΚ τροποποιείται η Οδηγία 2003/87/ΕΚ προκειμένου να βελτιωθεί και να επεκταθεί το σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων

εκπομπών στην Ένωση κατά την 3^η περίοδο λειτουργίας του (2013-2020). Σε Ευρωπαϊκό επίπεδο επιδιώκεται η μείωση των εκπομπών στους τομείς που συμμετέχουν στο σύστημα εμπορίας κατά 21% το 2020 σε σχέση με το 2005.

Το σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών λειτουργεί σε γενικές γραμμές ως εξής:

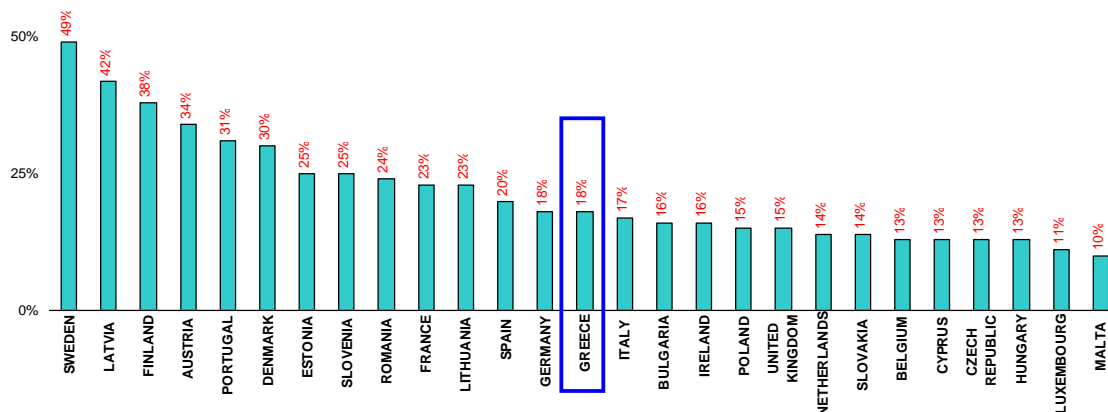
- Σε ετήσια βάση εκδίδεται ένας συγκεκριμένος αριθμός δικαιωμάτων εκπομπών τα οποία κατανέμονται εκ των προτέρων στις υπόχρεες εγκαταστάσεις βάση συγκεκριμένων κανόνων. Ένα δικαίωμα εκπομπής αντιστοιχεί σε ένα τόνο διοξειδίου του άνθρακα.
- Οι συμμετέχουσες εγκαταστάσεις υποχρεούνται με τη λήξη του έτους για το οποίο πήραν δικαιώματα να παραδώσουν προς την εποπτεύουσα αρχή (το ΥΠΕΚΑ για την Ελλάδα) δικαιώματα εκπομπών ίσα με τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που εξέπεμψαν κατά τη διάρκεια αυτού του έτους.
- Ο συνολικός αριθμός δικαιωμάτων προς κατανομή είναι μικρότερος από τις εκπομπές που οι υπόχρεες εγκαταστάσεις θα εξέπεμψαν αν δεν υπήρχε το σύστημα εμπορίας, έτσι ώστε η δημιουργούμενη στενότητα δικαιωμάτων να αποτελέσει κίνητρο για μειώσεις εκπομπών.

Με τη νέα Οδηγία 2009/29/ΕΚ επιχειρείται να περιορισθούν σημαντικά τα υπό έκδοση δικαιώματα εκπομπών, έτσι ώστε η αυξημένη στενότητα που θα δημιουργηθεί να αποτελέσει κίνητρο για την ανάληψη δράσεων μείωσης των εκπομπών εντός των εγκαταστάσεων είτε την υλοποίηση έργων για την αξιοποίηση των Ευέλικτων Μηχανισμών του Πρωτοκόλλου του Κιότο. Έτσι, τίθεται πλαφόν σε επίπεδο ΕΕ ως προς το μέγιστο αριθμό δικαιωμάτων που μπορούν να εκδοθούν ανά έτος, το οποίο θα μειώνεται γραμμικά κατά την περίοδο 2013-2020, ενώ θεσπίζονται ενιαίοι κανόνες κατανομής των δικαιωμάτων σε ολόκληρη την Ένωση. Επιπλέον, μειώνεται σημαντικά ο αριθμός των δικαιωμάτων εκπομπών που κατανέμονται δωρεάν προς τις υπόχρεες εγκαταστάσεις, ενώ συγκριτικά πολύ μεγαλύτερο μέρος των δικαιωμάτων θα μπορούν να αποκτηθούν από τις υπόχρεες εγκαταστάσεις μέσω δημοπρασιών. Ειδικά δε στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής (με κάποιες περιορισμένες εξαιρέσεις) όλα τα δικαιώματα θα διατίθενται μέσω δημοπρασιών. Η μείωση των συνολικά προσφερόμενων δικαιωμάτων θα οδηγήσει σε αύξηση της τιμής τους, δημιουργώντας έτσι ουσιαστικό κίνητρο για μείωση των εκπομπών από την πλευρά των υπόχρεων εγκαταστάσεων. Ακόμη, διευρύνεται το πεδίο εφαρμογής της Οδηγίας, συμπεριλαμβάνοντας νέους βιομηχανικούς κλάδους και θερμοκηπιακά αέρια, όπως του N₂O από την παραγωγή οξέων, των PFC από την παραγωγή αλουμινίου, κλπ.

Όσον αφορά στις εκπομπές ΑΦΘ από τους τομείς που δεν περιλαμβάνονται στο σύστημα εμπορίας (μεταφορές, κτίρια, υπηρεσίες, μικρές βιομηχανικές εγκαταστάσεις, γεωργικός τομέας, απορρίμματα, κλπ.), το ενεργειακό και κλιματικό πακέτο της ΕΕ περιλαμβάνει την Απόφαση 406/2009/ΕΚ με την οποία επιδιώκεται συνολικά σε επίπεδο Ένωσης η μείωση των εκπομπών ΑΦΘ κατά 10% το 2020 σε σχέση με το 2005. Κάθε Κράτος-Μέλος έχει προκαθορισμένους στόχους μείωσης των εκπομπών, οι οποίοι κυμαίνονται από -20% για τα πλέον πλούσια Κράτη-Μέλη έως και +20% για τα λιγότερο ανεπτυγμένα μέλη της Ένωσης. Στο

πλαίσιο αυτό η Ελλάδα θα πρέπει να μειώσει τις εκπομπές ΑΦΘ από τους τομείς που δεν εμπίπτουν στο σύστημα εμπορίας κατά 4% το 2020 σε σχέση με τις εκπομπές του 2005.

Το ενεργειακό και κλιματικό πακέτο της ΕΕ περιλαμβάνει ιδιαίτερα φιλόδοξους στόχους και ως προς την περαιτέρω διείσδυση των ΑΠΕ στα ενεργειακά ισοζύγια των Κρατών-Μελών. Με την Οδηγία 2009/28/ΕΚ για την προώθηση της χρήσης των ΑΠΕ, επιδιώκεται η αύξηση του μεριδίου των ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας της Ένωσης στα επίπεδα του 20% το 2020, από περίπου 8,5% που είναι σήμερα. Επιδιώκεται δηλαδή ο υπερδιπλασιασμός του μεριδίου των ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο της ΕΕ μέσα σε μια δεκαετία. Όλες οι χώρες της ΕΕ θα πρέπει να συμβάλλουν στην προσπάθεια αυτή, και έτσι στο πλαίσιο της Οδηγίας θεσπίζονται συγκεκριμένοι στόχοι διείσδυσης των ΑΠΕ για κάθε Κράτος-Μέλος (Σχήμα 1.1). Στο πλαίσιο αυτό, η Ελλάδα έχει ως στόχο το μερίδιο των ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας να φθάσει το 18% το 2020 από περίπου 6,9% το 2005. Μάλιστα, με το Ν. 3851/2010 ο στόχος αυτός αυξήθηκε στο 20%, επιδιώκοντας ουσιαστικά τον τριπλασιασμό του μεριδίου των ΑΠΕ μέσα σε μια δεκαετία, ενώ στην ηλεκτροπαραγωγή το μερίδιο των ΑΠΕ προβλέπεται να φθάσει το 40%. Σύμφωνα με την Οδηγία, τα Κράτη-Μέλη είναι ελεύθερα να επιλέξουν ποιες τεχνολογίες ΑΠΕ θα πρέπει να αξιοποιήσουν προκειμένου να επιτύχουν τους Εθνικούς τους στόχους. Στο πλαίσιο όμως αυτό θα πρέπει να επιδιώξουν υποχρεωτική διείσδυση των βιοκαυσίμων κατά 10% μέχρι το 2020 στις συνολικές ποσότητες πετρελαίου και βενζινών που καταναλώνονται στις οδικές μεταφορές. Ακόμη, με την Οδηγία 2009/28/ΕΚ για την προώθηση της χρήσης των ΑΠΕ, ένα Κράτος-Μέλος θα μπορεί να επενδύσει στην ανάπτυξη των ΑΠΕ σε άλλο Κράτος-Μέλος, καθιερώνοντας έτσι ένα σύστημα εμπορίας πιστοποιητικών προέλευσης της παραγωγής ΑΠΕ.



Σχήμα 1.1: Στόχοι διείσδυσης των ΑΠΕ σε κάθε Κράτος-Μέλος της ΕΕ στο πλαίσιο του ενεργειακού και κλιματικού πακέτου «20-20-20 το 2020» (EUobserver, 2008)

Ακόμη, η ΕΕ αναγνωρίζοντας ότι για την εκπλήρωση των προαναφερθέντων στόχων ιδιαίτερης σημασίας είναι η προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας, θέτει ως στόχο για το 2020 τη βελτίωσή της κατά 20% σε σχέση με ένα σενάριο αναφοράς. Στο πλαίσιο αυτό εκτιμάται ότι

είναι δυνατόν να εξοικονομηθούν περίπου 100 δις € και 800 Mt CO₂ σε ετήσια βάση. Οι τομείς των κτιρίων, των μεταφορών, της ηλεκτροπαραγωγής, της μεταφοράς και διανομής ενέργειας παρουσιάζουν ένα ιδιαίτερα σημαντικό δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας το οποίο θα πρέπει να επιτευχθεί μέσω της προώθησης κατάλληλων υποστηρικτικών πολιτικών. Εντούτοις, το ενεργειακό και κλιματικό πακέτο της ΕΕ δεν εξειδικεύει περαιτέρω τις δράσεις και τους στόχους σε σχέση με την αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητας ανά τομέα ή/και Κράτος-Μέλος. Θα πρέπει βέβαια να σημειωθεί ότι ήδη βρίσκονται σε ισχύ σε επίπεδο ΕΕν διάφορες Οδηγίες που στοχεύουν στη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας, και οι οποίες αναλύονται σε επόμενες παραγράφους.

Τέλος, το ενεργειακό και κλιματικό πακέτο της ΕΕ στοχεύει μέσω της Οδηγίας 2009/31/ΕΚ στην προώθηση της ανάπτυξης και ασφαλούς χρήσης Συστημάτων Δέσμευσης και Αποθήκευσης Άνθρακα (CCS), μέσω των οποίων επιδιώκεται η δέσμευση και αποθήκευση των εκπομπών CO₂ που εκλύονται από βιομηχανικές δραστηριότητες σε υπεδάφιους γεωλογικούς σχηματισμούς, εμποδίζοντας την έκλυσή τους στην ατμόσφαιρα.

Με βάση τα παραπάνω είναι φανερό ότι το ενεργειακό και κλιματικό πακέτο της ΕΕ διαμορφώνει ένα νέο πλαίσιο για την αγορά ενέργειας τόσο σε εθνικό όσο και σε Ευρωπαϊκό επίπεδο, δημιουργώντας ευνοϊκές συνθήκες για τη διεύθυνση των ΑΠΕ αλλά και την ενίσχυση των τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας. Γίνεται σαφές ότι η εκπλήρωση των νέων δεσμευτικών στόχων για τη χώρα μας θα απαιτήσει σημαντικές νέες επενδύσεις στους τομείς της ενέργειας και του περιβάλλοντος την επόμενη δεκαετία.

Συνοπτικά ακολουθούν οι οδηγίες και αποφάσεις της ΕΕ που δημοσιεύτηκαν στην Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης της 5ης Ιουνίου 2009 (στοιχεία από τη διαδικτυακή σελίδα του ΥΠΕΚΑ):

- Οδηγία 2009/29/ΕΚ σχετικά με την τροποποίηση της οδηγίας 2003/87/ΕΚ με στόχο τη βελτίωση και την επέκταση του συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αερίων θερμοκηπίου της Κοινότητας
- Απόφαση 406/2009/ΕΚ περί των προσαθειών των κρατών μελών να μειώσουν τις οικείες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου, ώστε να τηρηθούν οι δεσμεύσεις της Κοινότητας για μείωση των εκπομπών αυτών μέχρι το 2020, ώστε να τηρηθούν οι δεσμεύσεις της Κοινότητας για μείωση των εκπομπών αυτών μέχρι το 2020
- Οδηγία 2009/31/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 23ης Απριλίου 2009, σχετικά με την αποθήκευση διοξειδίου του άνθρακα σε γεωλογικούς σχηματισμούς και για την τροποποίηση της οδηγίας 85/337/ΕΟΚ του Συμβουλίου, των οδηγιών του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου 2000/60/ΕΚ, 2001/80/ΕΚ, 2004/35/ΕΚ, 2006/12/ΕΚ και 2008/1/ΕΚ, και του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1013/2006
- Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 443/2009 σχετικά με τα πρότυπα επιδόσεων για τις εκπομπές από τα καινούργια επιβατικά αυτοκίνητα, στο πλαίσιο της ολοκληρωμένης προσέγγισης της Κοινότητας για τη μείωση των εκπομπών CO₂ από ελαφρά οχήματα

Στο νομοθετικό πακέτο κλίμα και ενέργεια περιλαμβάνονται και τα ακόλουθα, τα οποία είναι αρμοδιότητα του Υπουργείου Εμπορίου, Βιομηχανίας και Τουρισμού:

- Οδηγία 2009/28/ΕΚ σχετικά με την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και την τροποποίηση και τη συνακόλουθη κατάργηση των οδηγιών 2001/77/ΕΚ και 2003/30/ΕΚ

- Οδηγία 2009/30/ΕΚ σχετικά με την οποία τροποποιείται η οδηγία 98/70/ΕΚ όσον αφορά τις προδιαγραφές για τη βενζίνη, το ντίζελ και το πετρέλαιο εσωτερικής καύσης και την καθιέρωση μηχανισμού για την παρακολούθηση και τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, τροποποιείται η οδηγία 1999/32/ΕΚ του Συμβουλίου όσον αφορά την προδιαγραφή των καυσίμων που χρησιμοποιούνται στα πλοία εσωτερικής ναυσιπλοΐας και καταργείται η οδηγία 93/12/ΕΟΚ

1.1.2 Ευρωπαϊκός Χάρτης Πορείας προς το 2050 (2050 Roadmap)

Με βάση τις εκθέσεις της IPCC για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος της διατήρησης της παγκόσμιας αύξησης της θερμοκρασίας κάτω από 2° C θα πρέπει οι αναπτυγμένες χώρες να μειώσουν τις εκπομπές τους κατά 80-95% έως το 2050 (IPCC, 2014).

Η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ), πρωτοπόρος στη χάραξη πολιτικών αντιμετώπισης της Κλιματικής Αλλαγής, υπέβαλε κατά το πρώτο εξάμηνο του 2011, μέσω της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, προς το Συμβούλιο και το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, ανακοίνωση για την ανάπτυξη ενός «Χάρτη πορείας (roadmap) προς μια οικονομία χαμηλών εκπομπών άνθρακα μέχρι το 2050», σκιαγραφώντας την στρατηγική με την οποία θα καταστεί δυνατή η μετάβαση αυτή.

Ο ευρωπαϊκός χάρτης πορείας θα διερευνήσει τις πιο αποτελεσματικές επιλογές ώστε να επιτευχθεί η ανεξάρτηση της ευρωπαϊκής οικονομίας από τον άνθρακα. Θα περιλαμβάνει ανάλυση των απαραίτητων και πιο σημαντικών βημάτων (ορόσημων) στην πορεία προς το 2050, συμπεριλαμβανομένων των αναγκαίων σεναρίων για το επίπεδο φιλοδοξίας για το 2030 αντανακλώντας τις συνεισφορές από τους βασικούς κλάδους εκπομπών αερίων θερμοκηπίου.

Μερικοί στόχοι που έχουν ήδη γίνει γνωστοί είναι (European Commission, 2014):

- Μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 40% κάτω από τα επίπεδα του 1990, και 30% για τους τομείς που δεν υπάγονται στο σύστημα εμπορίας εκπομπών.
- 27% της ακαθάριστης τελικής κατανάλωσης ενέργειας της ΕΕ να προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές
- Να εξεταστεί περαιτέρω ο ρόλος της ενεργειακής απόδοσης στο πλαίσιο του στόχου για το 2030
- Μεταρρύθμιση του συστήματος εμπορίας εκπομπών το 2021
- Ανταγωνιστική, προσιτή και ασφαλής ενέργεια μέσω διασύνδεσης των κρατών μελών και εξάλειψη των διαφορών στις τιμές ενέργειας μεταξύ των μελών, απαλείφοντας την εξάρτηση από εγχώριες πηγές ενέργειας.

Τέλος, ο ευρωπαϊκός χάρτης πορείας θα αξιολογήσει τους τρόπους για να μεγιστοποιηθούν τα οφέλη αναφορικά με την ενθάρρυνση της τεχνολογικής καινοτομίας, της οικονομικής ανάπτυξης, δημιουργίας θέσεων εργασίας και της ενίσχυσης της ενεργειακής ασφάλειας εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

1.2 Κτιριακός τομέας και Ελληνική νομοθεσία

Με δεδομένο ότι ο κτιριακός τομέας καταναλώνει περισσότερο από το 40% της παραγόμενης ενέργειας στην Ευρώπη, η εξοικονόμηση ενέργειας αποτελεί έναν από τους πλέον δυναμικούς τομείς που μπορεί να συμβάλει αποφασιστικά στην επίτευξη των στόχων που τίθεται για περιορισμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Στα πλαίσια λοιπόν της ενεργειακής βελτιστοποίησης των κτιρίων, στην Ελλάδα εκδόθηκε το 2008 ο Νόμος 3661 «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις», με τον οποίο καθορίζονται σε πέντε βασικές θεματικές ενότητες οι ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης, η μέθοδος υπολογισμού της σε νέα και υφιστάμενα κτίρια, ο τρόπος έκδοσης πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης, ο ορισμός επιθεωρήσεων στις εγκαταστάσεις λεβήτων και κλιματισμού των κτιρίων και τέλος η σύσταση ειδικευμένων ενεργειακών επιθεωρητών.

Ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.) διατυπώνεται στην ΚΥΑ 5825/ 9-4-2010 και τέθηκε σε εφαρμογή με την εγκύκλιο οικ.1603/ 4-10-2010. Ο ΚΕΝΑΚ αποτελεί τη υλοποίηση του Ν.3661/2008 και ουσιαστικά θεσμοθετεί τον ολοκληρωμένο ενεργειακό σχεδιασμό στον κτιριακό τομέα με σκοπό τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, την εξοικονόμηση ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος. Ο ΚΕΝΑΚ είναι η υποχρέωση της χώρας τόσο προς τις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης όσο και απέναντι στους πολίτες της. Με τον κανονισμό αυτό προστίθεται στα χαρακτηριστικά ενός κτιρίου, εκτός από την ασφάλεια και την αισθητική και η μέριμνα για ελαχιστοποίηση της ενεργειακής τους κατανάλωσης. Η αποτελεσματική διαχείριση της ενέργειας προστατεύει άμεσα και έμμεσα το περιβάλλον, εξοικονομεί ενεργειακούς πόρους και επιπλέον συμβάλει στην οικονομία όχι μόνο των χρηστών των κτιρίων αλλά και σε ένα ευρύτερο πλαίσιο της ίδιας της χώρας.

Βασικός σκοπός είναι να διαμορφωθεί ένα πλαίσιο αρχών και προδιαγραφών και να καθοριστούν οι όροι και οι προϋποθέσεις για βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Ακόμη, στόχος είναι η μείωση της κατανάλωσης συμβατικής ενέργειας για θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό, φωτισμό και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (ΖΝΧ) με ταυτόχρονη διασφάλιση συνθηκών άνεσης στους εσωτερικούς χώρους των κτιρίων.

Οι παραπάνω στόχοι επιτυγχάνονται μέσω του ΚΕΝΑΚ, καθώς αποτελεί το βασικό εργαλείο που προβλέπει τη μεθοδολογία που ακολουθείται για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης και την εκτίμηση των ενεργειακών καταναλώσεων στα κτίρια όσον αφορά θέρμανση – ψύξη – κλιματισμό, φωτισμό και ζεστό νερό χρήσης. Επιπλέον καθορίζονται πληθώρα θεμάτων σχετικά με τις ελάχιστες απαιτήσεις και ελάχιστες προδιαγραφές για τον ολοκληρωμένο αρχιτεκτονικό σχεδιασμό των κτιρίων. Για την εξασφάλιση τόσο της ορθολογικής χρήσης όσο και της εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια προσδιορίζονται οι παράμετροι στα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους και οι προδιαγραφές των Η/Μ εγκαταστάσεων.

Για να υπάρχει ένας ενιαίος τρόπος αντιμετώπισης ο κανονισμός έχει προβλέψει το περιεχόμενο της μελέτης, καθώς και τις κατηγορίες για την ενεργειακή κατάταξη των κτιρίων.

Για κάθε νεοαναγειρόμενο ή υφιστάμενο κτίριο υιοθετείται το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης, ειδικό έντυπο με καθορισμένη μορφή, στο οποίο περιγράφεται το σύνολο των ενεργειακών χαρακτηριστικών κάθε κτιρίου, αναγράφεται ο βαθμός της ενεργειακής του απόδοσης και η ενεργειακή κατηγορία στην οποία κατατάσσεται το κτίριο. Το ενεργειακό πιστοποιητικό αποτελεί και τη λεγόμενη ενεργειακή ταυτότητα του κτιρίου.

Τα οφέλη από την εφαρμογή του ΚΕΝΑΚ είναι οικονομικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά. Τα οικονομικά οφέλη εντοπίζονται κυρίως στον περιορισμό των λειτουργικών εξόδων και των εξόδων συντήρησης των κτιρίων. Τα κοινωνικά οφέλη αφορούν τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των πολιτών, ενώ τα περιβαλλοντικά οφέλη συνίστανται στον περιορισμό των εκπομπών ρύπων, κυρίως του διοξειδίου του άνθρακα, με σημαντική τη συμβολή της εξοικονόμησης ενέργειας στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής.

Η Οδηγία 2002/91/ΕΚ της 16ης Δεκεμβρίου 2002 αντικαταστάθηκε στις 19 Μαΐου 2010 με την Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου. «Για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (αναδιατύπωση)». Από το Ελληνικό κράτος εκδόθηκε ο νόμος 4122/2013 «Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και λοιπές διατάξεις»

Οι βασικές αλλαγές που προκύπτουν είναι μεταξύ άλλων :

1. Οι ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης θα καθοριστούν στον ΚΕΝΑΚ (σε επόμενο στάδιο), τόσο για το σύνολο ενός κτιρίου, όσο και για τα επιμέρους στοιχεία του, λαμβάνοντας υπόψη τα βέλτιστα από πλευράς κόστους επίπεδα κατά την εκτιμώμενη διάρκεια του οικονομικού κύκλου ζωής ενός κτιρίου ή ενός στοιχείου.
2. Από την 1.1.2021, όλα τα νέα κτίρια πρέπει να είναι κτίρια σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας, ενώ για τα νέα κτίρια που στεγάζουν υπηρεσίες του δημόσιου και ευρύτερου δημόσιου τομέα, η υποχρέωση αυτή τίθεται σε ισχύ από την 1.1.2019. Τα κτίρια που χρησιμοποιούνται από υπηρεσίες του δημόσιου και του ευρύτερου δημόσιου τομέα, άνω των 500 τ.μ. (από 9.7.2015 το όριο γίνεται 250 τ.μ.) και τα οποία επισκέπτεται συχνά το κοινό, πρέπει να αναρτήσουν ΠΕΑ σε περίοπτη θέση.
3. Γίνεται υποχρεωτική η δήλωση της ενεργειακής κατηγορίας στις εμπορικές αγγελίες και διαφημίσεις για την πώληση ή τη μίσθωση ενός κτιρίου, εφόσον έχει ήδη εκδοθεί ΠΕΑ.
4. Η αρχική επιθεώρηση των συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού πρέπει να γίνει εντός των 4 επόμενων ετών. Από την 1.1.2014, για την έκδοση ΠΕΑ θα απαιτείται και η προσκόμιση των εκθέσεων επιθεώρησης των συστημάτων θέρμανσης ή κλιματισμού.

Επιπλέον, σημαντικό είναι να αναφέρουμε το 2^ο Εθνικό Σχέδιο Δράσης Ενεργειακής Απόδοσης και τον Εθνικό Στόχο για τα Σχεδόν Μηδενικής Κατανάλωσης Κτίρια. Έτσι πιο συγκεκριμένα, με το Ν.3851/2010 υπάρχει αναφορά για τροποποίηση του Άρθρου 4 του Ν.3661/2008 όπου και προστίθενται οι ακόλουθοι Παράγραφοι 3 και 4 ως εξής (Τίγκας κ.α, 2011):

- Παρ. 3. Στα κτίρια για τα οποία κατατίθεται στην αρμόδια Πολεοδομική Υπηρεσία αίτηση χορήγησης οικοδομικής άδειας μετά την 1.1.2011 είναι υποχρεωτική η κάλυψη μέρους των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης από

ηλιοθερμικά συστήματα. Το ελάχιστο ποσοστό του ηλιακού μεριδίου σε ετήσια βάση καθορίζεται σε 60%. Η υποχρέωση αυτή δεν ισχύει για τις εξαιρέσεις που αναφέρονται στο Άρθρο 11, καθώς και όταν οι ανάγκες σε ζεστό νερό χρήσης καλύπτονται από άλλα συστήματα παροχής ενέργειας που βασίζονται σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας, συστήματα τηλεθέρμανσης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου, καθώς και σε αντλίες θερμότητας με εποχιακό βαθμό απόδοσης (SPF) σύμφωνα με τα οριζόμενα στην Παράγραφο 2. Αδυναμία εφαρμογής του ανωτέρω ποσοστού απαιτεί επαρκή τεχνική τεκμηρίωση σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία και τις επικρατούσες συνθήκες.

- Παρ. 4. Το αργότερο έως τις 31.12.2019, όλα τα νέα κτίρια θα πρέπει να καλύπτουν το σύνολο της πρωτογενούς ενεργειακής κατανάλωσής τους με συστήματα παροχής ενέργειας που βασίζονται σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας, συστήματα τηλεθέρμανσης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου, καθώς και σε αντλίες θερμότητας με εποχιακό βαθμό απόδοσης (SPF) σύμφωνα με τα οριζόμενα στην Παράγραφο 2 του παρόντος άρθρου. Για τα νέα κτίρια που στεγάζουν υπηρεσίες του δημόσιου και ευρύτερου δημόσιου τομέα, η υποχρέωση αυτή θα πρέπει να τεθεί σε ισχύ το αργότερο έως τις 31.12.2014.

2. Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ)

2.1 Εισαγωγή

Στο παρελθόν έχουν γίνει αρκετές προσπάθειες από τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την ανάπτυξη μεθοδολογιών και λογισμικών για την ανακαίνιση κτιρίων, που να επιτρέπουν μια πρώτη εκτίμηση της κατασκευαστικής τους κατάστασης, της ενεργειακής τους απόδοσης, της ποιότητας εσωτερικού περιβάλλοντος, με ταυτόχρονη εκτίμηση του συνολικού κόστους. Τέτοιες μεθοδολογίες και λογισμικά είναι το EPIQR (Jaggs and Palmer, 2000) για πολυκατοικίες, το TOBUS (Caccavelli and Gugerli, 2000) για κτίρια γραφείων και το XENIOS (Dascalaki and Balaras, 2004) για ξενοδοχεία. Παρόμοιες μεθοδολογίες και λογισμικά για ενεργειακές καταγραφές σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Οδηγία (2002/91/EC) για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, είναι το EPA-ED για κτίρια κατοικιών (www.era-ed.org) (Balaras et al, 2005) και το EPA-NR για κτίρια του τριτογενή τομέα (www.era-nr.org).

Στο λογισμικό ΚΕΝΑΚ ο πυρήνας των υπολογισμών βασίζεται στο προϋπάρχον λογισμικό EPA-ED (έκδοση 1.7.6.19), το οποίο αναπτύχθηκε στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού Προγράμματος Intelligent Energy – Europe, 17^η Γ.Δ. της Ε.Ε. (EIE/04/125/S07.38651), ο οποίος έχει τροποποιηθεί κατάλληλα ώστε να είναι σύμφωνος με τις εθνικές απαιτήσεις, όπως αυτές προβλέπονται στον Κανονισμό Ενεργειακής Επιθεώρησης Κτιρίων και στις σχετικές Τεχνικές Οδηγίες Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (ΤΟΤΕΕ).

Στην σημερινή αγορά υπάρχουν αρκετά αξιόλογα λογισμικά προγράμματα που μελετούν την ενεργειακή συμπεριφορά των κτιρίων σύμφωνα με τις απαιτήσεις της ισχύουσας νομοθεσίας. Εταιρίες όπως η 4M και η Civiltech έχουν εκδώσει πλήρη και εγκεκριμένα από το κράτος υπολογιστικά εργαλεία (<http://www.4m.gr/> & <http://www.civiltech.gr/>). Όπως είναι φυσικό το καθένα από τα παραπάνω εργαλεία διαθέτει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα σε σχέση με τα άλλα. Είναι όμως γεγονός ότι για κάθε δεδομένο κτίριο μελέτης τα αποτελέσματα που εξάγονται από το καθένα από αυτά δεν διαφέρουν μεταξύ τους.

2.2 Εκπόνηση Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων

2.2.1 Γενικά

Σε κάθε νέο κτίριο, καθώς και σε κάθε υφιστάμενο κτίριο που ανακαινίζεται ριζικά, όπως αυτά ορίζονται στα άρθρα 4 & 5 αντίστοιχα, του ν. 3661/08 (με τις εξαιρέσεις του άρθρου 11), απαιτείται η εκπόνηση Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης, η οποία αποτελεί διακριτή μελέτη (επιπλέον των μελετών αρχιτεκτονικής, διαμόρφωσης περιβάλλοντος χώρου, που όμως περιλαμβάνει τμήματα των υπολογισμών θέρμανσης, ψύξης, ζεστού νερού χρήσης και φωτισμού) και η οποία υποβάλλεται στην αρμόδια Πολεοδομική Υπηρεσία για την έκδοση οικοδομικής άδειας. Η Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης αντικαθιστά τη μελέτη θερμομόνωσης.

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης των κτιρίων εφαρμόζεται μεθοδολογία υπολογισμού σύμφωνα με τα Ευρωπαϊκά Πρότυπα με τη μέθοδο ημι-σταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος και με βάση την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, ενώ λαμβάνονται υπόψη τα κλιματικά δεδομένα των τεσσάρων κλιματικών ζωνών, στις οποίες διαιρείται πλέον η ελληνική επικράτεια.

Η μεθοδολογία βασίζεται στην ταυτόχρονη απαίτηση κάλυψης ελάχιστων προδιαγραφών και ποσοτικής σύγκρισης του κτιρίου με κτίριο αναφοράς. Δηλαδή, κάθε κτίριο πρέπει:

(Α) να τηρεί ελάχιστες προδιαγραφές που εφαρμόζονται:

- Στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό του κτιρίου. Για το κτιριακό κέλυφος ο ενεργειακός σχεδιασμός λαμβάνει υπόψη τη θέση και τον προσανατολισμό του κτιρίου, τις εξωτερικές κλιματικές συνθήκες, τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών του στοιχείων, την αεροστεγανότητα, το φυσικό αερισμό και εξαερισμό, τα παθητικά ηλιακά συστήματα και την ηλιακή προστασία, τις επιδιωκόμενες εσωτερικές κλιματικές συνθήκες.
- Στη θερμική θωράκιση του κτιριακού κελύφους με την εφαρμογή κατάλληλης θερμομόνωσης στα αδιαφανή δομικά στοιχεία και την εφαρμογή κατάλληλων ενεργειακά αποδοτικών κουφωμάτων, ώστε τόσο οι επί μέρους τιμές για κάθε δομικό στοιχείο, όσο και η τιμή του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας (U_m) να μην υπερβαίνουν τα όρια που ορίζονται στην παράγραφο 2 του άρθρου 8 του ΚΕΝΑΚ.
- Στο σχεδιασμό και την εγκατάσταση ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων όπου αφορά τα συστήματα θέρμανσης και ψύξης, στο σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης και στο σύστημα τεχνητού φωτισμού. Πέραν αυτών δίνεται η δυνατότητα εφαρμογής κατά περίπτωση σε ενεργειακά ηλιακά συστήματα, σε συστήματα θέρμανσης, ψύξης, κλιματισμού και ηλεκτροπαραγωγής που βασίζονται σε ΑΠΕ, σε συστήματα θέρμανσης και ψύξης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου (τηλεθέρμανση, τηλεψύξη) καθώς και η συμβολή του φυσικού φωτισμού.

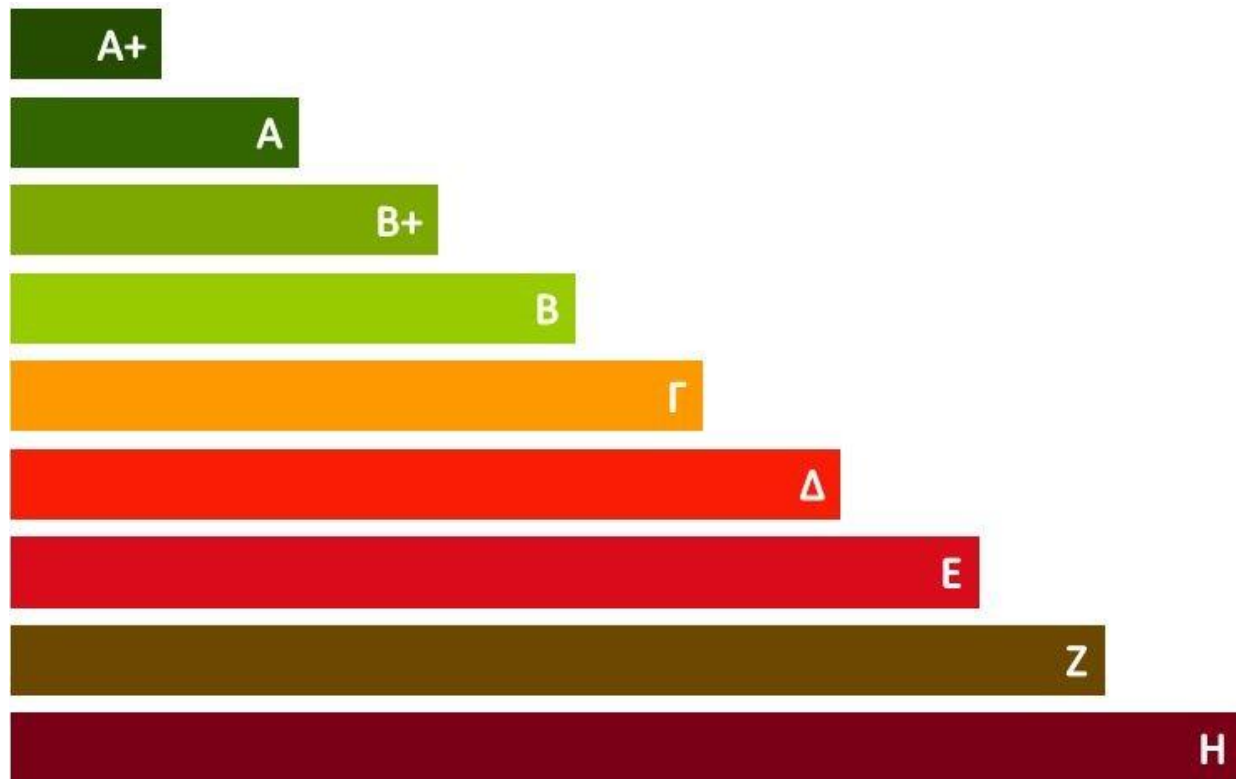
Επισημαίνεται ότι αδυναμία εφαρμογής των ελάχιστων προδιαγραφών απαιτεί επαρκή τεχνική τεκμηρίωση σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία.

(Β) Να συγκριθεί με Κτίριο Αναφοράς, το οποίο έχει συγκεκριμένα τεχνικά χαρακτηριστικά όσον αφορά Το σχεδιασμό του κτιρίου, το κτιριακό κέλυφος και τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις. Αναλυτικότερα παρουσιάζεται στην επόμενη παράγραφο 2.2.2.

2.2.2 Κτίριο αναφοράς

Ένα κτίριο καταναλώνει ενέργεια για θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό, ζεστό νερό και φωτισμό. Προκειμένου να καταταχθεί το εξεταζόμενο κτίριο ενεργειακά είναι απαραίτητος ο υπολογισμός της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας τόσο ανά τελική χρήση (Θ.Ψ.Λ., ΖΝΧ, φωτισμό) όσο και αθροιστικά και εν συνεχεία γίνεται σύγκριση με την αντίστοιχη κατανάλωση του κτιρίου αναφοράς.

Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί ότι ο καθορισμός των ελαχίστων απαιτήσεων σύμφωνα με τη νομοθεσία μπορεί να γίνει με δύο τρόπους: είτε μέσω τιμών αναφοράς, είτε μέσω κτιρίου αναφοράς. Στις δύο αυτές περιπτώσεις διαμορφώνονται αντίστοιχα οι ενεργειακές κατηγορίες (Σχήμα 2.1) για κάθε χρήση κτιρίου (κατοικίες, γραφεία, ξενοδοχεία, κλπ.) και για κάθε κλιματική ζώνη (τέσσερις συνολικά για την Ελλάδα).



Σχήμα 2.1: Σχηματική απεικόνιση ενεργειακών κατηγοριών για τιμές αναφοράς και κτίριο αναφοράς

Ως κτίριο αναφοράς ορίζεται ένα κτίριο που είναι το ίδιο με το υπό μελέτη. Πιο συγκεκριμένα θεωρείται ότι έχει τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το υπό εξέταση κτίριο. Ο λόγος χρήσης του κτιρίου αναφοράς είναι ότι αυτό πληρεί τις ελάχιστες προδιαγραφές που απαιτούνται και έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά όσον αφορά τα εξωτερικά δομικά του στοιχεία, τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις για Θ.Ψ.Κ. των εσωτερικών χώρων, την παραγωγή ΖΝΧ και το φωτισμό, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Το κτίριο αναφοράς καταλαμβάνει πάντα τη θέση Β στον πίνακα κατάταξης.

Η ενεργειακή κατάταξη ενός κτιρίου αποδίδει σε αυτό ένα ποιοτικό δείκτη ενεργειακής κατανάλωσης (οι τάξεις του οποίου καθορίζονται στον ΚΕΝΑΚ: A+, A, B+, B, Γ, Δ, E, Z, H), ο οποίος επιτρέπει στο χρήστη του κτιρίου να έχει μια γενική εικόνα τόσο για την ποιότητα της κατασκευής του (από πλευράς θερμομόνωσης και εφαρμογής ενεργειακών λύσεων) όσο και των ηλεκτρομηχανολογικών του εγκαταστάσεων. Το γεγονός αυτό δίνει επιπλέον στο χρήστη τη δυνατότητα να υπολογίσει το ύψος των εξόδων που απαιτούνται ώστε να εξασφαλίζονται στο κτίριο οι επιθυμητές εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας του. Όλα τα νέα κτίρια πρέπει να έχουν ενεργειακή κατάταξη ίδια ή καλύτερη από την κατηγορία Β. Τα υφιστάμενα κτίρια που ανακαινίζονται ριζικά, σύμφωνα με τα όσα ορίζονται από τη νομοθεσία, έχουν υποχρέωση συμμόρφωσης ως προς την ενεργειακή κατηγορία Β στο βαθμό που αυτό είναι τεχνικά, λειτουργικά και οικονομικά εφικτό κάτι το οποίο τεκμηριώνεται επαρκώς στη μελέτη ενεργειακής απόδοσης.

2.2.3 Το Λογισμικό KENAK – Δεδομένα εισόδου/εξόδου

Το Λογισμικό TEE-KENAK χρησιμοποιείται για την διαδικασία της Ενεργειακής Επιθεώρησης Κτιρίων και έκδοσης του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ), τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης και κατάταξης κτιρίων που απαιτούνται για την εκπόνηση της Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης (ΜΕΑ), την επιθεώρηση λεβήτων, εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού. Αναπτύχθηκε από την Ομάδα Εξοικονόμησης Ενέργειας, του Ινστιτούτου Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΙΕΠΒΑ) του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (ΕΑΑ) στα πλαίσια του προγράμματος συνεργασίας με το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (ΤΕΕ). Το TEE-KENAK δημιουργήθηκε σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά και εθνικά πρότυπα, τον Κανονισμό Ενεργειακής Επιθεώρησης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.) και τις σχετικές Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (ΤΟΤΕΕ).

Το πρώτο βήμα στο λογισμικό του KENAK είναι η εισαγωγή δεδομένων και υπολογισμός της υπάρχουσας κατάστασης του κτιρίου προς εξέταση. Αναλυτικότερα, για κάθε κτίριο ο χρήστης του λογισμικού θα πρέπει να ορίσει (βλ. Παράρτημα Ι):

- Τουλάχιστον μία Θερμική Ζώνη (θερμαινόμενος χώρος)
- Κανέναν ή περισσότερους Μη Θερμαινόμενους Χώρους
- Κανέναν ή περισσότερους Ηλιακούς Χώρους
- Κανένα ή περισσότερα Φ/ Β συστήματα
- Κανένα ή περισσότερα συστήματα ΣΗΘ

Για κάθε θερμική ζώνη ο χρήστης θα πρέπει να ορίσει:

- Κάποιες Αδιαφανείς και Διαφανείς επιφάνειες
- Καμία ή περισσότερες εσωτερικές διαχωριστικές επιφάνειες
- Ένα σύστημα θέρμανσης
- Ένα σύστημα ψύξης
- Ένα σύστημα ΖΝΧ στην περίπτωση μη μηδενικής κατανάλωσης ΖΝΧ
- Ένα σύστημα μηχανικού αερισμού (για κτίρια του τριτογενή τομέα), Κανένα ή ένα σύστημα μηχανικού αερισμού (για κτίρια του οικιακού τομέα)
- Ένα σύστημα φωτισμού (για κτίρια του τριτογενή τομέα)
- Κανένα ή ένα σύστημα ύγρανσης
- Καμία ή μία εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών (για ΖΝΧ ή/ και θέρμανση χώρων)

Τα κύρια αποτελέσματα που προκύπτουν από το πρόγραμμα είναι τα εξής:

- Ενεργειακή κατάταξη. Εμφανίζεται η οθόνη με την ενεργειακή κατηγορία (κατάταξη) του κτιρίου. Τα όρια των ενεργειακών κατηγοριών καθορίζονται ποσοστιαία, βάσει της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς, όπως ορίζονται από τον Κ.Εν.Α.Κ.
- Απαιτήσεις - Κατανάλωση. Εμφανίζεται η οθόνη με τα αποτελέσματα των υπολογισμών για τις ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m^2) και καταναλώσεις ενέργειας (kWh/m^2) και καυσίμων, όπως και τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (kgCO_2/m^2), τόσο για το εξεταζόμενο κτίριο όσο και για το κτίριο αναφοράς.

- Οικονομοτεχνική ανάλυση. Εμφανίζεται η οθόνη με τα αποτελέσματα των υπολογισμών για το κόστος επεμβάσεων και την περίοδο αποπληρωμής σύμφωνα με τις επιλογές του χρήστη για την αξιολόγηση συγκεκριμένων συστάσεων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου. (Από το εγχειρίδιο χρήσης του λογισμικού ΤΕΕ-Κ.Εν.Α.Κ)

2.2.4 Κλιματικές Ζώνες στην Ελλάδα

Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ, η ελληνική επικράτεια διαιρείται σε τέσσερις κλιματικές ζώνες με βάση τις βαθμομέρες θέρμανσης. Στον Πίνακα 2.1 προσδιορίζονται οι νομοί που υπάγονται στις τέσσερις κλιματικές ζώνες (από τη θερμότερη στην ψυχρότερη) και ακολουθεί σχηματική απεικόνισή τους στο Σχήμα 2.2.

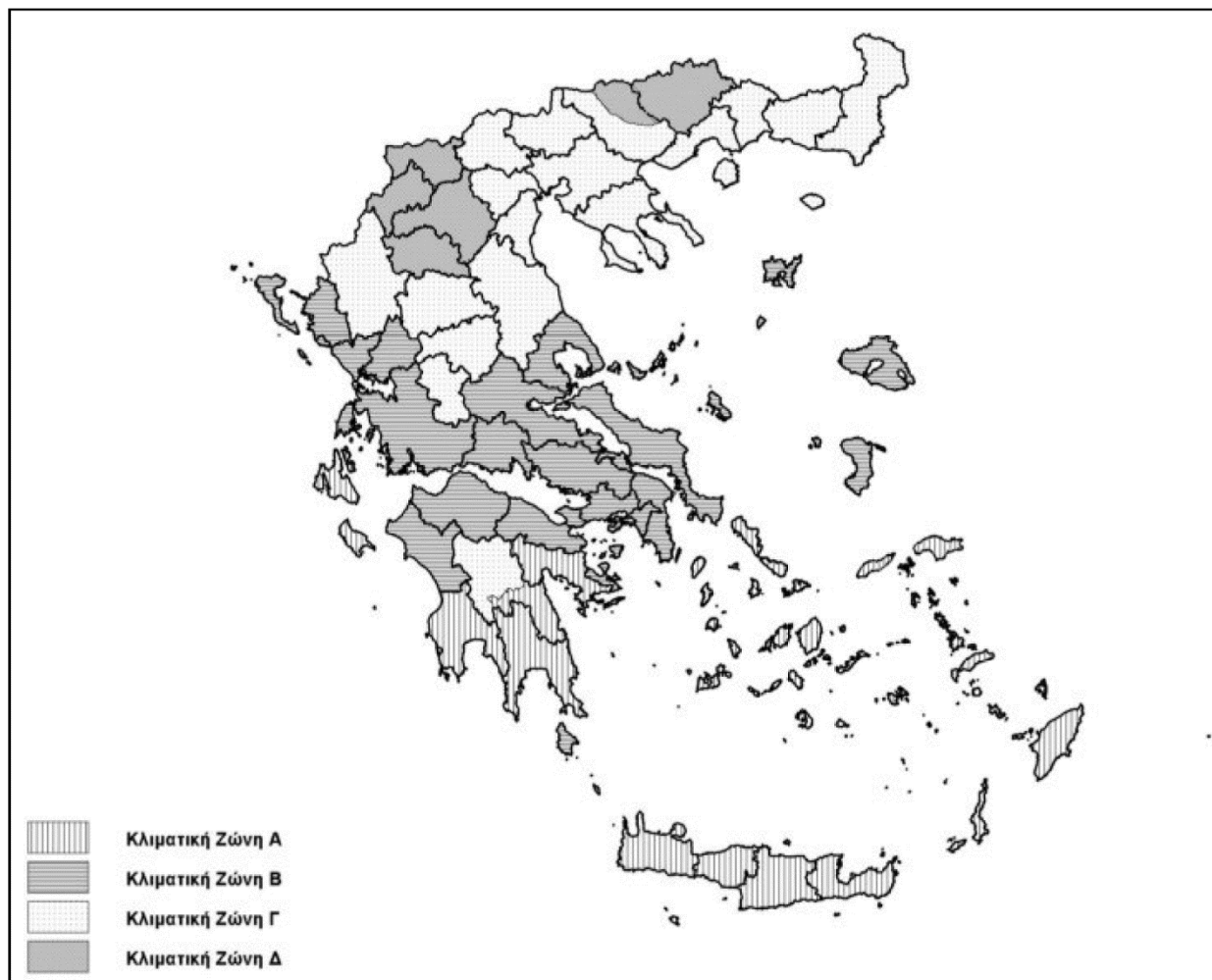
Σε κάθε νομό, οι περιοχές που βρίσκονται σε υψόμετρο άνω των 500 μέτρων, εντάσσονται στην επόμενη ψυχρότερη κλιματική ζώνη από εκείνη στην οποία ανήκουν σύμφωνα με τα παραπάνω. Για την Δ ζώνη όλες οι περιοχές ανεξαρτήτως υψομέτρου περιλαμβάνονται στην ζώνη Δ.

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.

Πίνακας 2.1: Νομοί ελληνικής επικράτειας ανά κλιματική ζώνη

Κλιματική Ζώνη	Νομοί
Ζώνη Α	Ηρακλείου, Χανίων, Ρεθύμνου, Λασιθίου, Κυκλάδων, Δωδεκανήσου, Σάμου, Μεσσηνίας, Λακωνίας, Αργολίδας, Ζακύνθου, Κεφαλληνίας & Ιθάκης, Κύθηρα & νησιά Σαρωνικού (Αττικής), Αρκαδίας (πεδινή)
Ζώνη Β	Αττικής (εκτός Κυθήρων & νησιών Σαρωνικού), Κορινθίας, Ηλείας, Αχαΐας, Αιτωλοακαρνανίας, Φθιώτιδας, Φωκίδας, Βοιωτίας, Ευβοίας, Μαγνησίας, Λέσβου, Χίου, Κέρκυρας, Λευκάδας, Θεσπρωτίας, Πρέβεζας, Άρτας
Ζώνη Γ	Αρκαδίας (ορεινή), Ευρυτανίας, Ιωαννίνων, Λάρισας, Καρδίτσας, Τρικάλων, Πιερίας, Ημαθίας, Πέλλης, Θεσσαλονίκης, Κιλκίς, Χαλκιδικής, Σερρών (εκτός ΒΑ τμήματος), Καβάλας, Ξάνθης, Ροδόπης, Έβρου

Ζώνη Δ	Γρεβενών, Κοζάνης, Καστοριάς, Φλώρινας, Σερρών (ΒΑ τμήμα), Δράμας
---------------	---



Σχήμα 2.2: Σχηματική Απεικόνιση κλιματικών ζωνών ελληνικής επικράτειας

2.3 Ενεργειακή Κατάταξη – Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης

Η ενεργειακή κατάταξη ενός κτιρίου προκύπτει από τη σύγκριση της πρωτογενούς ενέργειας που καταναλώνει, σε σχέση με την αντίστοιχη του κτιρίου αναφοράς. Το κτίριο αναφοράς είναι το «είδωλο» του εξεταζόμενου κτιρίου και έχει εξ' ορισμού την ίδια γεωμετρία, θέση, προσανατολισμό και χρήση λειτουργίας σε αυτό. Παράλληλα έχει συγκεκριμένα τεχνικά χαρακτηριστικά τόσο στα εξωτερικά δομικά στοιχεία (κέλυφος), όσο και στις Η/Μ εγκαταστάσεις του και κατατάσσεται στην ενεργειακή κατηγορία Β.

Η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς (R_R) αποτελεί επίσης τη βάση για τον καθορισμό των κατηγοριών ενεργειακής απόδοσης (αντιστοιχεί στο άνω όριο της κατηγορίας ενεργειακής απόδοσης B), όπως φαίνονται στον Πίνακα 2.2. Κτίρια με χαμηλότερη ή υψηλότερη ενεργειακή απαίτηση κατατάσσονται στην αντίστοιχη ενεργειακή κατηγορία (Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων Κανονιστικές Διατάξεις). Ο λόγος T είναι το πηλίκο της υπολογιζόμενης κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτιρίου (EP) προς την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς και αποτελεί τη βάση για τον καθορισμό των κατηγοριών ενεργειακής απόδοσης.

Πίνακας 2.2: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και όρια ενεργειακών κατηγοριών

Κατηγορία	Όρια κατηγορίας	Όρια κατηγορίας
A+	$EP \leq 0,33R_R$	$T \leq 0,33$
A	$0,33R_R < EP \leq 0,5R_R$	$0,33 < T \leq 0,50$
B+	$0,5R_R < EP \leq 0,75R_R$	$0,50 < T \leq 0,75$
B	$0,75R_R < EP \leq 1,0R_R$	$0,75 < T \leq 1,00$
Γ	$1,0R_R < EP \leq 1,41R_R$	$1,00 < T \leq 1,41$
Δ	$1,41R_R < EP \leq 1,82R_R$	$1,41 < T \leq 1,82$
E	$1,82R_R < EP \leq 2,27R_R$	$1,82 < T \leq 2,27$
Z	$2,27R_R < EP \leq 2,73R_R$	$2,27 < T \leq 2,73$
H	$2,73R_R < EP$	$2,73 < T$

Παρακάτω δίδονται ενδεικτικά παραδείγματα ενεργειακής κατηγορίας κτιρίων κατοικίας. Δεδομένο είναι ότι τα κτίρια αυτά βρίσκονται στην κλιματική ζώνη B και ότι η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση, ψύξη και ZNX ανέρχεται στο 60%, 20% και 20% αντίστοιχα της συνολικής κατανάλωσης αντίστοιχα.

Πίνακας 2.3: Τυπικές ενεργειακές κατατάξεις κατοικιών βάση τύπου

Είδος Κατοικίας	Ενεργειακή Κατηγορία
Κατοικία κατασκευής προ του 1980, με λέβητα πετρελαίου πραγματικού βαθμού απόδοσης $\eta_{gm}=0.80$ και ηλεκτρικό θερμοσίφωνα.	H
Κατοικία κατασκευής τη δεκαετία το '80, με λέβητα πετρελαίου πραγματικού	E

βαθμού απόδοσης $\eta_{gm}=0.87$ και ηλεκτρικό θερμοσίφωνα.	
Κατοικία κατασκευής τη δεκαετία το '90, με λέβητα πετρελαίου πραγματικού βαθμού απόδοσης $\eta_{gm}=0.87$ και κάλυψη του 15% της παραγωγής ΖΝΧ από ηλιακό συλλέκτη.	Γ ή Δ
Κατοικία κατασκευής μετά το 2010 (σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ), με λέβητα πετρελαίου ή φυσικού αερίου πραγματικού βαθμού απόδοσης $\eta_{gm}=0.87-0.90$ και κάλυψη του 60% της παραγωγής ΖΝΧ από ηλιακό συλλέκτη.	B
Κατοικία κατασκευής μετά το 2010 (σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ), με λέβητα συμπύκνωσης φυσικού αερίου πραγματικού βαθμού απόδοσης $\eta_{gm}=0.96$ και κάλυψη του 60% της παραγωγής ΖΝΧ από ηλιακό συλλέκτη.	B+
Κατοικία κατασκευής μετά το 2010 (σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ), με αντλία θερμότητας αέρα-νερού συντελεστή επίδοσης COP=4 και κάλυψη του 60% της παραγωγής ΖΝΧ από ηλιακό συλλέκτη.	B+
Κατοικία κατασκευής μετά το 2010 (σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ), με γεωθερμική αντλία θερμότητας συντελεστή επίδοσης COP=5.5 και κάλυψη του 70% της παραγωγής ΖΝΧ από ηλιακό συλλέκτη.	A
Κατοικία κατασκευής μετά το 2010 (σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ), με λέβητα συμπύκνωσης φυσικού αερίου πραγματικού βαθμού απόδοσης $\eta_{gm}=0.96$ και κάλυψη του 100% της παραγωγής ΖΝΧ από ηλιακό συλλέκτη.	A+

[Πηγή: Σταμάτης Περδίας «Εκπόνηση ενεργειακής Επιθεώρησης»]

2.4 Ενεργειακή Επιθεώρηση – ΚΕΝΑΚ

2.4.1 Εισαγωγή

Η εκπόνηση ενεργειακής επιθεώρησης κτιρίων και η έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ) είναι υποχρεωτική για κτίρια συνολικής επιφάνειας άνω των 50 m² στις παρακάτω περιπτώσεις:

- Νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια για τα οποία ο φάκελος έκδοσης της οικοδομικής άδειας υποβλήθηκε από την 01/10/2010 και μετά.

Το ΠΕΑ εκδίδεται μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής ή της ριζικής ανακαίνισης του κτιρίου. Η ανακαίνιση θεωρείται ριζική όταν οι επεμβάσεις στα δομικά στοιχεία ή τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις έχουν συνολικό κόστος άνω του 25% της συνολικής αξίας του κτιρίου (εξαιρείται η αξία του οικοπέδου), ή όταν η ανακαίνιση εφαρμόζεται σε ποσοστό άνω του 25% της εξωτερικής επιφάνειας του κελύφους.

- Υφιστάμενα κτίρια που πωλούνται

Η έκδοση ΠΕΑ άρχισε στις 09/01/2011

- Υφιστάμενα κτίρια που μισθώνονται

Η έκδοση του ΠΕΑ άρχισε στις 09/01/2011 για τη μίσθωση ολόκληρου κτιρίου και στις 09/01/2012 για τη μίσθωση τμήματος του κτιρίου (διαμερίσματα, καταστήματα, γραφεία κτλ.)

Σε ένα κτίριο που ολοκληρώθηκε μετά την 01/10/2010 και η οικοδομική του άδεια είχε εκδοθεί πριν από αυτή την ημερομηνία, η έκδοση του ΠΕΑ είναι υποχρεωτική μόνο στη περίπτωση πώλησης ή μίσθωσης του κτιρίου.

Από την υποχρέωση εκπόνησης ενεργειακής επιθεώρησης και έκδοσης ΠΕΑ εξαιρούνται οι παρακάτω περιπτώσεις:

- Διατηρητέα κτίρια και μνημεία.
- Κτίρια θρησκευτικών δραστηριοτήτων.
- Κτίρια αγροτικών χρήσεων (πλην κατοικιών).
- Βιομηχανικές εγκαταστάσεις εκτός των κτιρίων με χρήση γραφείων.
- Βιοτεχνικές εγκαταστάσεις εκτός των κτιρίων με χρήση γραφείων (στην κατηγορία αυτή ανήκουν μεταξύ άλλων: συνεργεία συντήρησης και επισκευής αυτοκινήτων, βαφεία, ξυλουργία, παρασκευαστήρια τροφίμων, καθαριστήρια, σιδερωτήρια, πλυντήρια ενδυμάτων, αυτοτελή κέντρα μηχανογράφησης).
- Κτίρια αποθήκευσης (στην κατηγορία αυτή ανήκουν μεταξύ άλλων: γενικές αποθήκες, αποθήκες καταστημάτων, αποθήκες κατοικιών, αποθήκες μουσείων).
- Κτίρια στάθμευσης αυτοκινήτων, δίκυκλων ή τρικύκλων.
- Πλυντήρια αυτοκινήτων.

- Πρατήρια υγρών καυσίμων.
- Επιστημονικά και ερευνητικά εργαστήρια, που λειτουργούν κάτω από ειδικές εσωτερικές συνθήκες (π.χ. εργαστήρια βιολογικών ή χημικών διεργασιών).
- Μη μόνιμα κτίρια με διάρκεια χρήσης έως 2 έτη.
- Αυτοτελή κτίρια συνολικής επιφάνειας κάτω των 50 m² (στη συνολική επιφάνεια προσμετρούνται και οι επιφάνειες που έχουν νομιμοποιηθεί ή τακτοποιηθεί με τις ισχύουσες διατάξεις).
- Διανομές ή ανταλλαγές ακινήτων με κτίσματα.
- Γονικές παροχές, δωρεές και αποδοχές κληρονομιάς.
- Συστάσεις οριζόντιας ιδιοκτησίας.
- Παρατάσεις, ανανεώσεις και τροποποιήσεις υφιστάμενων μισθώσεων με τον ίδιο μισθωτή.

Το ΠΕΑ πρέπει να εκδίδεται κάθε 10 έτη. Στην περίπτωση κτιρίου μεικτής χρήσης, το ΠΕΑ εκδίδεται ξεχωριστά για κάθε τμήμα του κτιρίου, που στεγάζει διαφορετική χρήση. Αν η δομημένη επιφάνεια της μίας χρήσης είναι ίση ή μεγαλύτερη από το 90% της συνολικής επιφάνειας του κτιρίου, θεωρείται ότι το κτίριο έχει μία κύρια χρήση.

Κάθε ΠΕΑ χαρακτηρίζεται από έναν Αριθμό Πρωτοκόλλου (ΑΠ), ο οποίος εκδίδεται ηλεκτρονικά από την Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας (ΕΥΕΠΕΝ). Ο αριθμός αυτός πρέπει να μνημονεύεται στα συμβόλαια πώλησης και τα μισθωτήρια των ακινήτων. Στα συμβόλαια απαιτείται ακόμη η επισύναψη αντιγράφου του ΠΕΑ, ενώ για τη θεώρηση των μισθωτηρίων από τη φορολογική αρχή απαιτείται η προσκόμιση και επίδειξη του ΠΕΑ.

Τα νέα και τα ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια για τα οποία ο φάκελος έκδοσης της οικοδομικής άδειας υποβλήθηκε μετά την 01/10/2010, πρέπει να έχουν ΠΕΑ ενεργειακής κατηγορίας τουλάχιστον Β. Στην αντίθετη περίπτωση ο ιδιοκτήτης/διαχειριστής του κτιρίου υποχρεούται, εντός προθεσμίας ενός έτους από την έκδοση του ΠΕΑ, να εφαρμόσει τα απαραίτητα μέτρα για την κατάταξη του κτιρίου στην ενεργειακή κατηγορία Β. Στην συνέχεια εκπονείται νέα ενεργειακή επιθεώρηση και εκδίδεται νέο ΠΕΑ. Αν και πάλι το κτίριο δεν κατατάσσεται στην ενεργειακή κατηγορία Β, εφαρμόζονται οι διατάξεις του άρθρου 382 του ΠΔ580/Δ/1999 (ΦΕΚ 210Α/1999) «Κώδικας Βασικής Πολεοδομικής Νομοθεσίας». Στα υφιστάμενα κτίρια δεν υφίσταται περιορισμός στην ενεργειακή κατηγορία του ΠΕΑ.

Η ενεργειακή επιθεώρηση λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης είναι υποχρεωτική από τις 09/01/2011 για όλα τα κτίρια, νέα και υφιστάμενα, χωρίς περιορισμούς στην συνολική επιφάνεια, συμπεριλαμβανομένων και όσων ιδιοχρησιμοποιούνται.

Η ενεργειακή επιθεώρηση αυτών των εγκαταστάσεων πρέπει να γίνεται με την ακόλουθη συχνότητα (Σταμάτης Περγίος, 2001):

Πίνακας 2.4: Συχνότητα επιθεώρησης λεβήτων

Λέβητας θερμικής ισχύος 20 – 100 kW με υγρό ή στερεό καύσιμο	Κάθε 5 έτη
Λέβητας θερμικής ισχύος άνω των 100 kW με υγρό ή στερεό καύσιμο	Κάθε 2 έτη
ή αέριο καύσιμο	Κάθε 4 έτη
Λέβητας θερμικής ισχύος άνω των 20 kW ανεξαρτήτως καυσίμου και παλαιότητας άνω των 15 ετών	Μία συνολική επιθεώρηση της εγκατάστασης

Η ενεργειακή επιθεώρηση των εγκαταστάσεων κλιματισμού με ψυκτική ισχύ άνω των 12 kW πρέπει να γίνεται κάθε 5 έτη και είναι υποχρεωτική από τις 09/01/2011 για όλα τα κτίρια, νέα και υφιστάμενα, χωρίς περιορισμούς στη συνολική επιφάνεια, συμπεριλαμβανομένων και όσων ιδιοχρησιμοποιούνται.

3. Εξοικονόμηση ενέργειας στον κτηριακό τομέα

3.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφονται συνοπτικά δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας μέσω του βιοκλιματικού σχεδιασμού κτηρίων, της ενεργειακής αναβάθμισης των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων και της αξιοποίησης των τοπικά διαθέσιμων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Ένας από τους βασικούς λόγους για τους οποίους τα ελληνικά κτήρια είναι ιδιαίτερα ενεργοβόρα είναι η παλαιότητά τους και η μη ενσωμάτωση σύγχρονης τεχνολογίας σε αυτά, λόγω έλλειψης σχετικής νομοθεσίας τα τελευταία 30 χρόνια.

Περισσότερα από αυτά τα κτήρια αντιμετωπίζουν θέματα όπως:

- μερική ή παντελή έλλειψη θερμομόνωσης,
- παλαιάς τεχνολογίας κουφώματα (πλαίσια/μονοί υαλοπίνακες),
- ελλιπή ηλιοπροστασία των νότιων και δυτικών όψεών τους,
- μη επαρκή αξιοποίηση του υψηλού ηλιακού δυναμικού της χώρας,
- ανεπαρκή συντήρηση των συστημάτων θέρμανσης/κλιματισμού με αποτέλεσμα χαμηλή απόδοση

Σημαντική παράμετρος, επίσης, που καθορίζει την ενεργειακή απόδοση ενός κτηρίου είναι η συμπεριφορά των ενοίκων. Η ελλιπής ενημέρωση των χρηστών-κατοίκων σε θέματα ορθολογικής χρήσης και διαχείρισης της ενέργειας, οδηγεί συχνά σε σπάταλες συμπεριφορές όπως η εγκατάσταση μεμονωμένων κλιματιστικών συστημάτων χωρίς μελέτη, η χρήση συσκευών χαμηλής απόδοσης, ή μη συντήρηση του συστήματος θέρμανσης, κ.α.

3.2 Εσωτερικό περιβάλλον κτιρίων

Οι επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στα κτήρια δεν πρέπει σε καμιά περίπτωση να είναι αποκομμένες από τη λειτουργικότητα των κτηρίων και από τον κύριο σκοπό τους, που είναι η εξασφάλιση ενός ποιοτικού εσωτερικού περιβάλλοντος στους χρήστες τους. Θα πρέπει ακόμη να εκτελούνται με τη χρήση τεχνικών οι οποίες δεν επιβαρύνουν – άμεσα ή έμμεσα – το περιβάλλον.

Οι εσωτερικοί χώροι ενός κτηρίου θα πρέπει να εξασφαλίζουν τις απαιτούμενες συνθήκες θερμοκρασίας, υγρασίας, αερισμού, φωτισμού, ακουστικής και ποιότητας αέρα. Η επίτευξη των επιθυμητών τιμών για όλες αυτές τις παραμέτρους επιτρέπει στο χρήστη του κτηρίου να ζει σε πλήρη θερμική, οπτική και ακουστική άνεση, μέσα σε ένα υγιεινό περιβάλλον.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν το εσωκλίμα ενός χώρου είναι (Περδίδος, 2007):

- ✚ οι εξωτερικές συνθήκες (θέση και μορφή του κτηρίου)
- ✚ το κέλυφος του κτηρίου (δομικά και αρχιτεκτονικά στοιχεία)
- ✚ το περιεχόμενο και η χρήση του κτηρίου (παρουσία ζώντων οργανισμών, φωτισμός, συσκευές, έπιπλα, χρώματα κ.τ.λ.).

3.2.1 Θερμική άνεση

Οι συνθήκες στις οποίες βρίσκεται ένα άτομο και δεν επιθυμεί καμιά θερμική αλλαγή ορίζουν τη θερμική άνεση. Είναι ένα υποκειμενικό συναίσθημα, που καθορίζεται άμεσα από

- τέσσερις περιβαλλοντικούς παράγοντες (θερμοκρασία αέρα, μέση ακτινοβολούμενη θερμοκρασία τοίχων, σχετική υγρασία, ταχύτητα αέρα),
- δύο προσωπικούς (ρυθμός μεταβολισμού, βαθμός ένδυσης)
- και επηρεάζεται έμμεσα από πολλές παραμέτρους (ηλικία, φύλο, βάρος σώματος, κατάσταση υγείας, ικανότητα προσαρμογής, επίπεδο φωτισμού κ.τ.λ.).

Οι εσωτερικοί χώροι ενός κτηρίου μπορούν να διαιρεθούν σε διακριτές θερμικές ζώνες, με συγκεκριμένες συνθήκες θερμικού περιβάλλοντος. Οι ζώνες προσδιορίζονται από τα όρια επιφανειών δομικών στοιχείων, τα οποία διαχωρίζουν κάθε ζώνη από το εξωτερικό περιβάλλον ή μια άλλη παρακείμενη ζώνη (Περδίδς, 2007).

3.2.2 Οπτική άνεση

Η οπτική άνεση σε έναν εσωτερικό χώρο εξαρτάται από τις ποσοτικές και τις ποιοτικές ανάγκες του χώρου σε φωτισμό, σε συνδυασμό με τη χρήση και τις λειτουργικές απαιτήσεις του. Ανάλογα, λοιπόν, με το είδος των εργασιών ή των δραστηριοτήτων, που εκτελούνται στο εσωτερικό ενός κτηρίου, απαιτείται ο κατάλληλος σχεδιασμός του συστήματος φωτισμού, ώστε να εξασφαλίζονται τα επιθυμητά αποτελέσματα.

Το πηλίκιο της έντασης φωτισμού στο εσωτερικό ενός κτηρίου, όπως μετράται σε ένα καθορισμένο ύψος εργασίας (συνήθως 0,80m πάνω από το έδαφος), προς την ένταση φωτισμού στο εξωτερικό του κτηρίου υπό συνθήκες πλήρως νεφοσκεπούς ουρανού, ονομάζεται παράγοντας φυσικού φωτισμού ή daylight factor (DF). Το μέγεθος αυτό χρησιμοποιείται για το χαρακτηρισμό των συνθηκών οπτικής άνεσης στο εσωτερικό ενός κτηρίου και οι τιμές του δίνονται στον Πίνακα που ακολουθεί (Περδίδς, 2007).

Πίνακας 3.1: Daylight Factor (DF) για την οπτική άνεση στο εσωτερικό των κτηρίων

ΕΙΔΟΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ	DF (%)
Κτήρια κατοικιών με κατακόρυφα παράθυρα στον ένα τοίχο (τιμή στο μέσον του δωματίου)	> 0,75
Κτήρια γραφείων με κατακόρυφα παράθυρα στον ένα τοίχο (τιμή στο βάθος του δωματίου)	> 1
Κτήρια κατοικιών με κατακόρυφα παράθυρα σε δύο γειτονικούς τοίχους (τιμή στο μέσον του δωματίου)	> 1

Κτήρια γραφείων με κατακόρυφα παράθυρα σε δύο γειτονικούς τοίχους (τιμή στο βάθος του δωματίου)	> 1,75
Κτήρια με φεγγίτες οροφής και για αποφυγή υπερθέρμανσης	< 10

[Πηγή: Επεμβάσεις Εξοικονόμησης Ενέργειας, Σταμάτης Δ. Περδίας]

3.3 Μέθοδοι βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων

Σύμφωνα με το άρθρο 4 του ΚΕΝΑΚ, τα νέα κτήρια πρέπει να πληρούν συγκεκριμένες και αυστηρές προδιαγραφές ενεργειακής απόδοσης. Όσον αφορά τα υφιστάμενα κτήρια, μπορούν να γίνουν διάφορες επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας, λαμβάνοντας υπόψη πάντα το κόστος και το χρόνο απόσβεσης των επεμβάσεων αυτών. Οι κυριότερες από αυτές αφορούν (ΚΑΠΕ):

- το κτηριακό κέλυφος (π.χ. θερμομόνωση, κατάλληλα συστήματα ανοιγμάτων, παθητικά ηλιακά συστήματα)
- τον περιβάλλοντα χώρο του κτηρίου (π.χ. χρήση βλάστησης)
- τις εγκαταστάσεις θέρμανσης, ψύξης, φωτισμού, ζεστού νερού και τις ηλεκτρικές συσκευές
- την ορθολογική χρήση του κτηρίου και την αξιοποίηση των δομικών του στοιχείων (π.χ. ενεργειακή διαχείριση, φυσικός αερισμός, αξιοποίηση της θερμικής μάζας)

3.3.1 Θερμική θωράκιση κτιριακού κελύφους

Από τους νόμους της θερμοδυναμικής είναι γνωστό ότι υπάρχει μια συνεχής ροή θερμότητας από τα θερμά προς τα ψυχρά σώματα. Επιδίωξη της θερμικής θωράκισης του κτηριακού κελύφους είναι η κατά το δυνατόν αποτροπή αυτού του φυσικού φαινομένου. Επιδιώκεται με άλλα λόγια η μεγαλύτερη δυνατή μείωση των ανταλλαγών θερμικής ενέργειας μεταξύ του κτηρίου και του περιβάλλοντος. Όταν η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι χαμηλή, θα πρέπει οι απώλειες θερμότητας από το κτήριο προς τον εξωτερικό χώρο να είναι μικρές. Στην αντίθετη περίπτωση, σκοπός της θερμικής προστασίας του κτηρίου είναι η αποτροπή της εισόδου της θερμότητας προς το κτήριο (Πρόγραμμα «Χτίζοντας το μέλλον»).

Οι απώλειες θερμότητας ενός κτηρίου εξαρτώνται από τους ακόλουθους παράγοντες (Περδίας, 2007):

- το κλίμα της περιοχής
- τη θέση του κτιρίου
- την αναλογία όγκου προς εξωτερική επιφάνεια
- την επιθυμητή θερμοκρασία
- τον αέρα των χαραμάδων
- τα εξωτερικά τοιχώματα, τις στέγες και τα δάπεδα

- τη σωστή ρύθμιση της εγκατάστασης θέρμανσης

Γίνεται σαφές ότι επιδιώκεται ο περιορισμός των θερμοαπωλειών που προκαλούνται από τους παράγοντες αυτούς, όπου φυσικά αυτό είναι τεχνικά και οικονομικά εφικτό.

3.3.1.1 Θερμομόνωση κελύφους

Η πιο αποδοτική τεχνική θερμικής προστασίας του κτηρίου είναι η θερμομόνωση του κελύφους. Αφορά τόσο στο αδιαφανές κτηριακό κέλυφος (εξωτερική τοιχοποιία, οροφές, δάπεδα, κουφώματα) όσο και στα διαφανή στοιχεία του (υαλοπίνακες) (ΥΠΕΚΑ).

Θερμομόνωση ενός δομικού στοιχείου ονομάζεται το σύνολο των μεθόδων και των υλικών, που χρησιμοποιούνται για περιορισμό της ροής θερμότητας μεταξύ των χώρων εκατέρωθεν του στοιχείου. Η επιτυχής θερμομόνωση εξασφαλίζει τη μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας U του στοιχείου, δηλαδή περιορίζει τη ροή θερμότητας διαμέσου του στοιχείου. Οι μέσες τιμές συντελεστή θερμοπερατότητας, για τα κύρια δομικά στοιχεία ενός κτηρίου, δίνονται στον Πίνακα 3.2, που ακολουθεί:

Πίνακας 3.2: Μέσες τιμές συντελεστή θερμοπερατότητας για τα κύρια δομικά στοιχεία ενός κτηρίου

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ U ($W/m^2 \cdot K$)		
	Παλιά κατασκευή	Νέα κατασκευή	Βέλτιστη τιμή
Εξωτερικός Τοίχος	1,4	0,2	0,15
Υαλοπίνακας	5,7	0,7	0,4
Δώμα	1	0,2	0,1
Δάπεδο υπογείου	0,8	0,25	0,2

[Πηγή: Επεμβάσεις Εξοικονόμησης Ενέργειας, Σταμάτης Δ. Περγίος]

Η θερμική αντίσταση ή αντίσταση θερμοδιαφυγής είναι χαρακτηριστική για κάθε υλικό και χαρακτηρίζει τη θερμομονωτική ικανότητά του, εξαρτάται από τη θερμική αγωγιμότητα του υλικού και αυξάνεται με το πάχος του. Επιδιώκεται, λοιπόν, η ενίσχυση του κτηριακού κελύφους με υλικά υψηλής αντίστασης θερμοδιαφυγής. Η αύξηση της θερμομονωτικής ικανότητας ενός χώρου μειώνει τις ενεργειακές του απαιτήσεις για να διατηρήσει την εσωτερική θερμοκρασία του στα επιθυμητά επίπεδα, τόσο το χειμώνα όσο και το καλοκαίρι.

Τα θερμομονωτικά υλικά μπορούν να τοποθετηθούν εσωτερικά, εξωτερικά ή ενδιάμεσα στα κύρια δομικά στοιχεία ενός κτηρίου (εξωτερικοί τοίχοι, οροφές, εσωτερικοί τοίχοι και δάπεδα που συνορεύουν με μη θερμαινόμενους χώρους). Η επιλογή των υλικών γίνεται ανάλογα με το κόστος τους, από το αν προέρχονται από ανανεώσιμες ή μη πηγές ενέργειας, από την υπάρχουσα θερμομονωτική ικανότητα, καθώς και τη χρήση του κτηρίου. Παλαιότερα χρησιμοποιούνταν υλικά από μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως διογκωμένη ή

εξηλασμένη πολυστερίνη, ορυκτοβάμβακας, πετροβάμβακας ή υαλοβάμβακας, περλίτης. Πλέον, προτιμώνται ανανεώσιμα υλικά, όπως διογκωμένος φελλός, διογκωμένο άργιλο, ξύλο, καουτσούκ.

Κατά τη θερμομόνωση, επιδιώκεται ακόμη η μεγαλύτερη δυνατή αποφυγή των θερμογεφυρών, των τμημάτων, δηλαδή, ενός κατασκευαστικού στοιχείου, που παρουσιάζουν σημαντικά μεγαλύτερες θερμικές απώλειες από το σύνολο του στοιχείου. Στα τμήματα αυτά γίνεται μια γρήγορη γεφύρωση της θερμοκρασίας μεταξύ εξωτερικού και εσωτερικού περιβάλλοντος ((Περδίας, και ΚΑΠΕ, 2007).

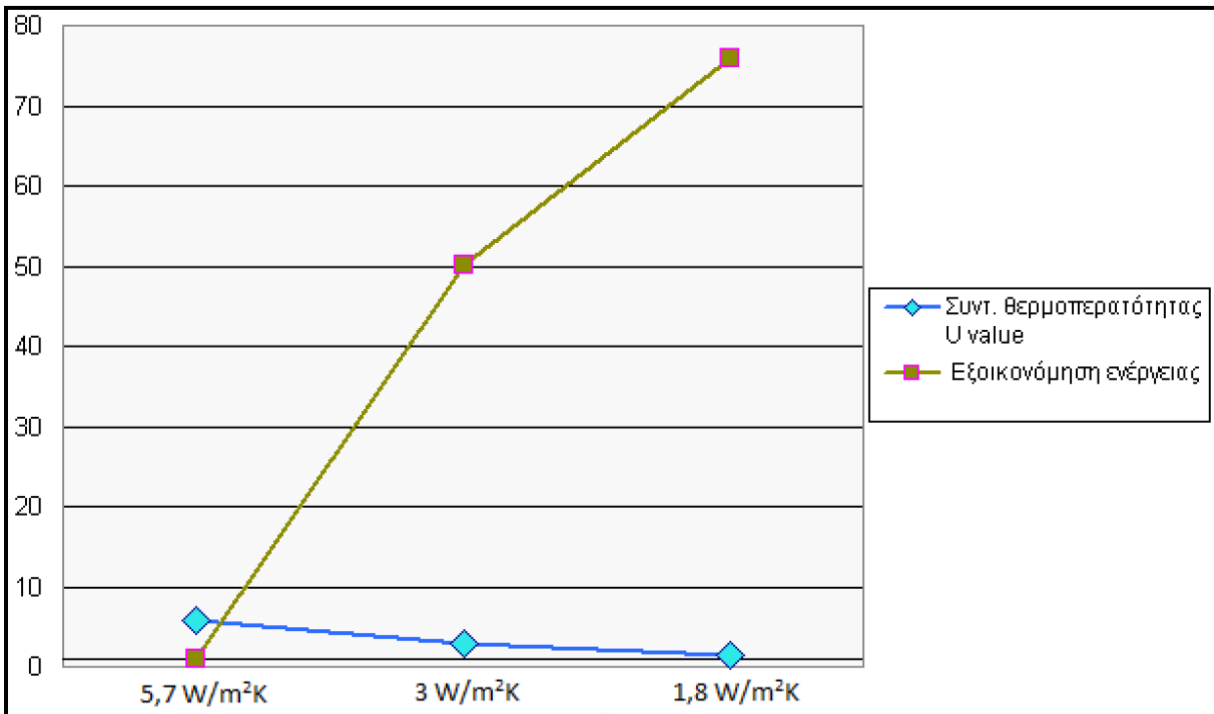
3.3.1.2 Χρήση βελτιωμένων κουφωμάτων και υαλοπινάκων

Τα μεγάλα ανοίγματα στα κτήρια δεν είναι απλά μια εικαστική προσέγγιση της σύγχρονης αρχιτεκτονικής. Είναι μια πολύ σημαντική παράμετρος – ίσως η σπουδαιότερη – θετικής επίδρασης στην ανθρώπινη ψυχολογία (Le Corbusier, 1923). Οι ανοιχτές επιφάνειες των κτηρίων φέρνουν τους χρήστες τους σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον και τη φύση, ενώ επιτρέπουν την είσοδο του ηλιακού φωτός στο εσωτερικό του. Για τη μόνωση του κτηρίου από το εξωτερικό περιβάλλον, οι επιφάνειες αυτές καλύπτονται με πλαίσια (κουφώματα) και υαλοπίνακες.

Σε πολλές περιπτώσεις τα ανοίγματα καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο τμήμα της εξωτερικής επιφάνειας των κτηρίων, ενώ σε πολλά σύγχρονα αστικά κέντρα παρατηρεί κανείς κτήρια, των οποίων ολόκληρη η εξωτερική τους επιφάνεια επικαλύπτεται από γυαλί. Τα χαρακτηριζόμενα και ως «γυάλινα κτήρια» είναι ιδιαιτέρως ενεργοβόρα, καθώς απαιτούν τεράστιες ποσότητες ενέργειας για ψύξη και θέρμανση, ενώ προκαλούν το φαινόμενο της θερμικής νησίδας, επειδή διαχέουν τεράστια ποσά θερμότητας το καλοκαίρι στα διπλανά τους κτήρια.

Σε κάθε περίπτωση, είναι σαφώς πιο δύσκολη η μόνωση των εξωτερικών ανοιγμάτων των κτηρίων σε σύγκριση με την τοιχοποιία. Για το λόγο αυτό έχει υπάρξει σαφής βελτίωση των πλαισίων και των υαλοπινάκων που προσαρμόζονται σε αυτά με την πάροδο των χρόνων. Από τα ξύλινα κουφώματα του παρελθόντος, πλέον χρησιμοποιούνται συνθετικά ή αλουμινίου και οι μονοί υαλοπίνακες έχουν αντικατασταθεί από νέας τεχνολογίας διπλούς ή τριπλούς υαλοπίνακες.

Η επιλογή τόσο του πλαισίου, όσο και του υαλοπίνακα είναι πολυπαραμετρική και έχει σημαντικές επιπτώσεις στην εξοικονόμηση ενέργειας στα κτήρια και στη δημιουργία άνετων συνθηκών εσωκλίματος. Κατά κύριο λόγο, πρέπει ο συνδυασμός πλαισίου υαλοπίνακα να έχει μεγάλη θερμομονωτική αντίσταση και να μην επιτρέπει την είσοδο αέρα και ύδατος από τις χαραμάδες, να είναι δηλαδή αερο- και υδατοστεγανά. Η εξοικονόμηση ενέργειας αυξάνεται σχεδόν εκθετικά όσο μειώνεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας U των υαλοπινάκων, όπως σχηματοποιείται και στο επόμενο διάγραμμα:



Σχήμα 3.1: Διάγραμμα συντελεστή θερμοπερατότητας U υαλοπινάκων και ποσοστού εξοικονόμησης ενέργειας που αναλογεί στο συντελεστή U

[Πηγή: <http://www.varnakiotis.com>]

Η επιλογή γίνεται από ένα εύρος τύπων υαλοπινάκων με διαφορετικές ιδιότητες και –φυσικά– κόστος. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν ανακλαστικοί, έγχρωμοι ή απορροφητικοί υαλοπίνακες, ενώ πιο ακριβοί είναι οι υαλοπίνακες μεταβλητών ιδιοτήτων, οι οποίοι μεταβάλλουν τις ιδιότητές τους ανάλογα με την επίδραση κάποιου συγκεκριμένου παράγοντα και διακρίνονται σε θερμοχρωμικούς, φωτοχρωμικούς, ηλεκτροχρωμικούς και ομογενούς διάχυσης. Τέλος, λιγότερο διαδεδομένοι είναι οι υαλοπίνακες υγρών κρυστάλλων, οι δίδυμοι υαλοπίνακες, οι οποίοι μεταξύ τους δεν έχουν κενό ξηρού αέρα, όπως οι απλοί διπλοί ή τριπλοί, αλλά άλλο αέριο και οι επιλεκτικοί υαλοπίνακες με ανακλαστικές επιστρώσεις χαμηλού συντελεστή εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας (Low-e).

Οι επιλεκτικοί υαλοπίνακες έχουν ένα πολύ μεγάλο πλεονέκτημα. Σε ψυχρά κλίματα, οι στρώσεις χαμηλής εκπομπής τοποθετούνται σε κάποια από τις εσωτερικές όψεις των υαλοπινάκων και συνήθως στην εσωτερική όψη του εξωτερικού υαλοπίνακα, για να αποτρέπεται η έξοδος της θερμότητας από το κτήριο. Στην αντίθετη περίπτωση, οι στρώσεις χαμηλής εκπομπής τοποθετούνται στην εξωτερική πλευρά του εξωτερικού υαλοπίνακα, για να αποτρέπουν την είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας (<http://www.macon.gr>).

Γενικά, όμως, πρέπει οι υαλοπίνακες να πληρούν τις ακόλουθες απαιτήσεις, λαμβάνοντας πάντα υπόψη το κλίμα και το κόστος αγοράς και συντήρησής τους:

- Ελαχιστοποίηση των θερμικών απωλειών το χειμώνα, δηλαδή μικρός συντελεστής θερμικής διαπερατότητας.

- Είσοδος μέγιστης δυνατής ηλιακής ακτινοβολίας το χειμώνα, δηλαδή μεγάλος συντελεστής ηλιακών κερδών.
- Μείωση στο ελάχιστο της ηλιακής ακτινοβολίας το καλοκαίρι, δηλαδή μεγάλος συντελεστής ανακλαστικότητας. Επειδή η απαίτηση αυτή έρχεται σε αντίθεση με την προηγούμενη και έχει υψηλό κόστος, καθώς το κόστος των ανακλαστικών υαλοπινάκων είναι υψηλό, προτείνεται η χρήση διατάξεων σκιασμού.
- Περιορισμός του υπερβολικού φωτισμού των χώρων. Για να ικανοποιείται ταυτόχρονα και η δεύτερη απαίτηση, προτείνεται η χρήση ανακλαστικών περσίδων, οι οποίες ανακλούν το ηλιακό φως στην οροφή και φωτίζουν έμμεσα το χώρο.
- Εξασφάλιση ηχομόνωσης.
- Αισθητική αρτιότητα.
- Μηχανική αντοχή.
- Χαμηλό κόστος.
- Εξασφάλιση πιστής οπτικής επαφής μεταξύ εσωτερικού χώρου και εξωτερικού περιβάλλοντος.
- Εύκολη συντήρηση και αντικατάσταση.

3.3.1.3 Ηλιοπροστασία – Σκίαστρα

Η ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που εισέρχεται στο εσωτερικό των κτηρίων άλλοτε είναι επιθυμητή στο σύνολό της και άλλοτε επιδιώκεται η μείωσή της. Κι αυτό γιατί υπερβολική ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας προκαλεί εκτός από αύξηση της εσωτερικής θερμοκρασίας -η οποία κατά τη θερινή περίοδο είναι απευκταία- και μείωση της οπτικής άνεσης των χρηστών του κτηρίου, καθώς η άμεση πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας στους χώρους προκαλεί το φαινόμενο της θάμβωσης. Η χρήση ειδικών υαλοπινάκων, όπως για παράδειγμα φωτοχρωμικών, αφενός απαιτεί ιδιαίτερα αυξημένο κόστος εγκατάστασης, κυρίως σε μεγάλα κτήρια με αυξημένο αριθμό ανοιγμάτων και αφετέρου δεν δίνει στο χρήστη τη δυνατότητα να ρυθμίσει μόνος του τη φωτοδιαπερατότητα των ανοιγμάτων. Γι' αυτό, προτείνεται ως λύση η χρήση φυσικής ή τεχνητής σκίασης. Η σκίαση μπορεί να επιτευχθεί είτε με τεχνητό τρόπο και τη χρήση ηλιοπροστατευτικών διατάξεων είτε με φυσικές μεθόδους και τη χρήση βλάστησης (Πρόγραμμα «Χτίζοντας το μέλλον»).

3.3.1.3.1 Ηλιοπροστατευτικές Διατάξεις

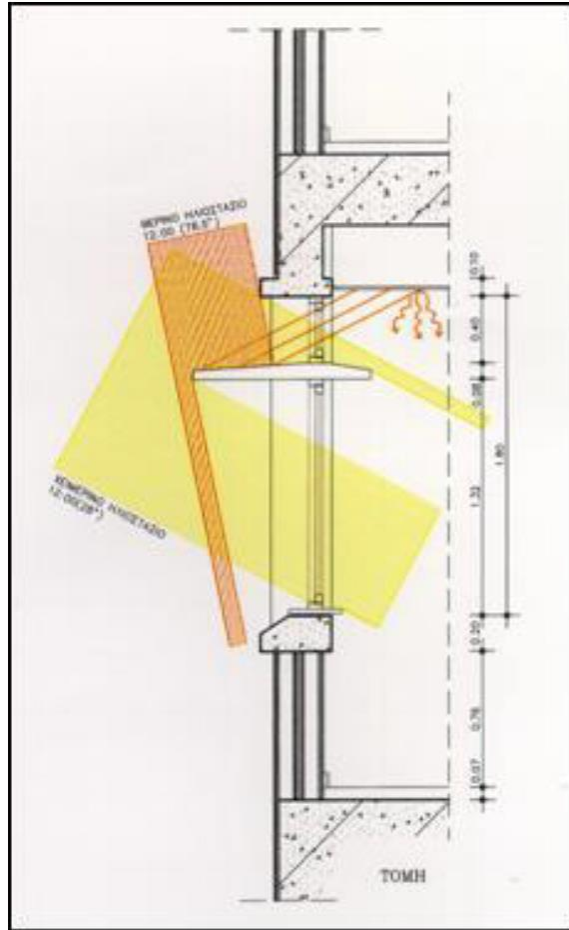
Ο σωστός προσανατολισμός των ανοιγμάτων αποτελεί τον πιο σημαντικό παράγοντα, ούτως ώστε η εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία και να θερμαίνει τα κτήρια το χειμώνα και να μην τα υπερθερμαίνει το καλοκαίρι. Όσον αφορά στο βόρειο ημισφαίριο, τα νότια ανοίγματα δέχονται την περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία το χειμώνα και το καλοκαίρι. Για τον περιορισμό της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας το καλοκαίρι και την αποφυγή φαινομένων θάμβωσης χρησιμοποιούνται κατάλληλα οριζόντια σκίαστρα (Σχήμα 3.4), μήκους περίπου 0,8 – 1m. Τα βόρεια ανοίγματα συμβάλλουν στον καλύτερο φωτισμό του χώρου, επειδή δέχονται μόνο διάχυτο και όχι άμεσο φως και γι' αυτό συνιστώνται για το καλοκαίρι. Πρέπει, όμως, να καταλαμβάνουν μικρή σχετικά επιφάνεια, γιατί παρουσιάζουν μεγάλες απώλειες και ελάχιστα

κέρδη το χειμώνα. Ένα διαφορετικό προφίλ έχουν τα ανατολικά και δυτικά ανοίγματα Γι' αυτό συνιστώνται μόνο όπου είναι απαραίτητα για λόγους φωτισμού ή θέας και χρειάζονται απαραίτητως κατακόρυφα –εξωτερικά κατά προτίμηση– σκίαστρα / προβόλους. Ιδιαίτερα τα δυτικά ανοίγματα είναι πολύ δυσμενή το καλοκαίρι, καθώς δέχονται άμεσα ήλιο μετά το μεσημέρι (Πρόγραμμα «Χτίζοντας το μέλλον»).

Ο προσανατολισμός των ανοιγμάτων απαιτεί και την ανάλογη σκίαση και είναι η πρώτη παράμετρος που λαμβάνεται υπόψη στην επιλογή των ηλιοπροστατευτικών διατάξεων. Προσμετρώνται, επίσης, το κλίμα καθώς και η ηλιακή γεωμετρία της περιοχής που βρίσκεται το κτήριο. Ηλιακή γεωμετρία είναι η πορεία που διαγράφει ο ήλιος κατά τη διάρκεια του έτους πάνω από μια συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή.

Υπάρχουν πολλές μέθοδοι ηλιοπροστασίας των ανοιγμάτων και η επιλογή τους εξαρτάται από τις προηγούμενες παραμέτρους, το κόστος εγκατάστασης και συντήρησής τους, καθώς και τα διαθέσιμα μέσα. Βασικότερη, όμως, μέθοδος είναι η σκίαση, δηλαδή η παρεμπόδιση των ηλιακών ακτινών να φθάνουν στα παράθυρα. Το ίδιο το σχήμα του κτηρίου αλλά και ειδικά διαμορφωμένες προεξοχές μπορούν να σκιάσουν το κτήριο. Τα σκίαστρα μπορούν –ανάλογα με τη θέση τους– να είναι εσωτερικά, εξωτερικά ή ενδιάμεσα των υαλοπινάκων και ανάλογα με τη γεωμετρία τους χαρακτηρίζονται ως κατακόρυφα, οριζόντια ή σχαρωτά. Διακρίνονται, ακόμη, σε σταθερά ή κινητά, ανάλογα με τη δυνατότητα χειρισμού τους και χαρακτηρίζονται ανάλογα με το υλικό, τις θερμικές και οπτικές ιδιότητές τους καθώς και τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους.

Τα εξωτερικά σκίαστρα είναι προτιμότερα από ενεργειακής πλευράς σε σχέση με τα ενδιάμεσα και τα εσωτερικά. Κι αυτό γιατί δεν επιτρέπουν στην ηλιακή ακτινοβολία να περάσει το περίβλημα του κτηρίου. Τα υλικά κατασκευής των εξωτερικών σκιάστρων θα πρέπει να είναι ανθεκτικά στις καιρικές συνθήκες, καθώς είναι εκτεθειμένα σε αυτές και συνιστάται να είναι σκούρου χρώματος για να μην ανακλούν την ηλιακή ακτινοβολία στο εσωτερικό του κτηρίου. Τα πιο διαδεδομένα εξωτερικά κινητά σκίαστρα είναι τα παντζούρια, οι τέντες και τα ρολά, ενώ τα πιο διαδεδομένα σταθερά σκίαστρα είναι οι πρόβολοι και οι οριζόντιες και κάθετες μεταλλικές περσίδες (ΚΑΠΕ).



Σχήμα 3.2: Οριζόντιος πρόβολος για χειμερινό ηλιασμό / θερινή ηλιοπροστασία

[Πηγή: www.cres.gr]

Ένας οριζόντιος πρόβολος πάνω από ένα νότια προσανατολισμένο παράθυρο επιτρέπει στο χειμερινό ήλιο, που βρίσκεται χαμηλά στον ορίζοντα να περάσει στο εσωτερικό του κτηρίου, ενώ το καλοκαίρι τον εμποδίζει. Το μέγεθος του προβόλου αυτού εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος του τόπου στον οποίο βρίσκεται το κτήριο.

Ένα οριζόντιο σκίαστρο δεν μπορεί να ανακόψει τις ηλιακές ακτίνες που έρχονται χαμηλά από την κατεύθυνση της ανατολής ή της δύσης κατά τη διάρκεια το καλοκαιριού. Για το λόγο αυτό, στα ανατολικά και δυτικά ανοίγματα προτιμώνται τα μόνιμα κατακόρυφα σκίαστρα.

Τα ενδιάμεσα σκίαστρα δεν προτιμώνται, καθώς προκαλούν υπερθέρμανση των υαλοπινάκων, οι οποίοι πρέπει να έχουν μεγάλο συντελεστή θερμικής αντοχής. Τα πλαίσια με ενδιάμεσα σκίαστρα έχουν, επομένως, μεγάλο κόστος αγοράς και απαιτούν συντήρηση, η οποία είναι τεχνικά ιδιαίτερα δύσκολη.

Τα εσωτερικά σκίαστρα, όπως βενετικά στόρια, περσίδες, εσωτερικά παντζούρια, κουρτίνες, είναι τα πλέον διαδεδομένα τόσο για οικονομικούς όσο και τεχνικούς λόγους. Πολύ συχνά συνδυάζονται εξωτερική σταθερή σκίαση με εσωτερική κινητή. Κατά την επιλογή του

σκιάστρου πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα οπτικά χαρακτηριστικά τους, τα οποία καθορίζουν και το ποσό της ηλιακής ακτινοβολίας που ανακλούν, απορροφούν και, τελικά, αφήνουν να περάσει, καθώς και η συμβολή τους στα θέματα του φυσικού φωτισμού, θέας και αερισμού. Ένας γενικά οικονομικός συνδυασμός σκιάστρων που εξασφαλίζει την απαιτούμενη ηλιοπροστασία σε συνήθη κτήρια είναι σταθερά οριζόντια ή κατακόρυφα δομικά στοιχεία και εσωτερικά βενετικά στόρια, τα οποία μπορούν να συνεισφέρουν και στη βελτίωση των συνθηκών φυσικού φωτισμού, περιορίζοντας τη θάμβωση που προκαλείται από τα παράθυρα, μέσω της εκτροπής των ηλιακών ακτινών προς την οροφή. Μια άλλη τεχνική, η οποία είναι ιδανική για μεσογειακά κλίματα είναι η χρήση των παραδοσιακών παντζουριών με κινητά τμήματα και περιστρεφόμενες περσίδες, που εξασφαλίζουν ελεγχόμενη είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας και δυνατότητα αερισμού, αλλά και νυχτερινή θερμική προστασία για το χειμώνα. Τα κινητά σκιάστρα μπορεί να ελέγχονται χειροκίνητα, μηχανικά ή αυτόματα (Πρόγραμμα «Χτίζοντας το μέλλον» και ΚΑΠΕ).

3.3.1.3.2 Φυσικός σκιασμός με τη χρήση βλάστησης

Ενεργειακά αποτελεσματική, αλλά και ιδιαίτερα καλαίσθητη είναι και η χρήση βλάστησης για την ηλιοπροστασία του κτηρίου και των ανοιγμάτων του. Σε νότια προσανατολισμένα ανοίγματα προτιμώνται φυλλοβόλα δέντρα με πυκνή φυλλωσιά, επειδή το χειμώνα, όταν τα φύλλα τους έχουν πέσει, αφήνουν μεγάλη ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας να εισέλθει, ενώ την εαρινή και θερινή περίοδο επιτρέπουν σταδιακά την είσοδο όλο και λιγότερης ηλιακής ακτινοβολίας. Μπορούν, ακόμη, αειθαλή δέντρα αλλά και πέργκολες με αναρριχητικά φυτά να επιτύχουν πολύ σημαντική σκίαση. Η φυσική σκίαση χρησιμοποιείται συχνά σε ανοίγματα με ανατολικό ή δυτικό προσανατολισμό.

Εκτός από τη σκίαση του κτηρίου, η βλάστηση έχει την ιδιότητα να παρέχει δροσισμό από την εξάτμιση μέσω των φυλλωμάτων και συχνά, να εμποδίζει ή να κατευθύνει τους ανέμους προς ή από το κτίριο, συντελώντας έτσι στο φυσικό δροσισμό και τη θερμική προστασία του. Τέλος, η βλάστηση συντελεί στη δημιουργία ευνοϊκού μικροκλίματος με αποτέλεσμα να περιορίζεται η θερμική επιβάρυνση του κτηρίου κατά τις θερμές περιόδους, αλλά και να δημιουργείται ευχάριστη ατμόσφαιρα για την παραμονή των ενοίκων εκτός του κτηρίου για μεγάλες περιόδους του χρόνου (Πρόγραμμα «Χτίζοντας το μέλλον»).

3.3.1.4 Ανακλαστικά επιχρίσματα – Ψυχρά υλικά

Ιδιαίτερα σημαντική για την ηλιοπροστασία του κτηριακού κελύφους είναι και η αύξηση της ανακλαστικότητας των εξωτερικών επιφανειών. Για να αυξηθεί ο συντελεστής ανακλαστικότητας των εξωτερικών επιφανειών ενός κτηρίου, δηλαδή το ποσοστό της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας που ανακλάται, χρησιμοποιούνται ανακλαστικά ή ανοιχτόχρωμα επιχρίσματα, τα οποία μειώνουν την απορρόφηση ηλιακής ακτινοβολίας από το κτηριακό κέλυφος και συνεπώς, τη θερμική επιβάρυνσή του κατά τους θερμούς μήνες (<http://www.macon.gr> & ΚΑΠΕ).

Δεν αρκεί όμως τα υλικά που χρησιμοποιούνται να είναι ανακλαστικά. Υψηλό συντελεστή ανακλαστικότητας έχουν και τα μέταλλα, η χρησιμοποίησή τους όμως στις εξωτερικές επιφάνειες δεν ενδείκνυται, γιατί θα αύξανε τη θερμοκρασία του κτηριακού κελύφους. Είναι, λοιπόν, απαραίτητο τα υλικά να είναι και «ψυχρά», ούτως ώστε όχι μόνο να αντανακλούν τη θερμότητα, αλλά και να αποβάλλουν σχετικά γρήγορα και αυτή που έχουν ήδη απορροφήσει. Πρόκειται δηλαδή για υλικά με υψηλό συντελεστή εκπομπής υπέρυθρης ακτινοβολίας, τα οποία εκπέμπουν με ταχύ ρυθμό τα ποσά της θερμότητας που έχουν απορροφήσει, χωρίς να χαρακτηρίζονται από ιδιαίτερα υψηλή ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία, οπότε και δεν προκαλούν έντονα προβλήματα θάμβωσης. Η χρήση ψυχρών υλικών έχει δύο σημαντικά μειονεκτήματα. Αφενός μειώνεται η ανακλαστικότητά τους με την πάροδο του χρόνου, αφετέρου προκαλούν –σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό– οπτική και θερμική όχληση στον περιβάλλοντα χώρο (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20702-5/2010).

Η επικάλυψη, ιδιαίτερα των εξωτερικών επιφανειών που εκτίθενται περισσότερο στην ηλιακή ακτινοβολία, με ψυχρά υλικά μειώνει την εσωτερική θερμοκρασία κατά τους θερμούς μήνες και επομένως και τις ανάγκες του κτηρίου για ψύξη. Ενδεικτικά, αύξηση της ανακλαστικότητας κατά 40%, επιφέρει μείωση της ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας κατά 0,5 – 1,5οC, ενώ αύξηση κατά 65%, μειώνει τη θερμοκρασία κατά 1 – 2°C (Τζανακάκη, 2011).

3.3.1.5 Φράγμα ακτινοβολίας

Είναι λεπτά φύλλα αλουμινίου, που τοποθετούνται κάτω από τη στέγη και ανακλούν την ηλιακή ακτινοβολία λειτουργώντας ως καθρέπτες. Τα φύλλα αυτά τοποθετούνται σε περιοχές όπου ο δροσισμός του κτηρίου είναι πιο σημαντικός από τη θέρμανσή του. Έτσι, ο συνδυασμός ενός φράγματος ακτινοβολίας και ενός στρώματος θερμομόνωσης μικρού πάχους στην οροφή ή στο δώμα, μπορεί να αντικαταστήσει ένα συμβατικό στρώμα μόνωσης μεγάλου πάχους.

Η απόδοση του συστήματος εξαρτάται από το διαμπερή αερισμό της στέγης, καθώς απάγεται η πλεονάζουσα θερμότητα στο περιβάλλον (Περδίας, 2007).

3.3.1.6 Φύτευση δώματος

Οι φυτεμένες οροφές ή δώματα είναι μια μέθοδος που κερδίζει ολοένα και περισσότερο έδαφος στην Ευρώπη, τη Βόρεια Αμερική και την Ιαπωνία. Η κατασκευή κήπου στο δώμα ενός κτηρίου λειτουργεί ως πνεύμονας πρασίνου στο αστικό περιβάλλον και καλλωπίζει αισθητικά ένα τσιμεντένιο κτηριακό κέλυφος. Αποτελούνται από ένα στρώμα βλάστησης, το οποίο αναπτύσσεται σε ειδικά διαμορφωμένο επίπεδο, συνήθως επάνω σε μια επίπεδη οροφή (δώμα).

Το φυτεμένο δώμα αποτελεί μέσο θερμικής μόνωσης του κτηρίου, λόγω των υλικών από τα οποία αποτελείται (χώμα ικανού πάχους και αέρας που εγκλωβίζεται μεταξύ των φυλλωμάτων των φυτών).

Το καλοκαίρι το φυτεμένο δώμα εμποδίζει την ηλιακή ακτινοβολία να φθάσει στο κτηριακό κέλυφος, μέσω της σκιάς που δημιουργούν τα φυτά στην επιφάνειά του. Ουσιαστικά μηδενίζει

την επίδραση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στην οροφή του κτηρίου. Έχει υπολογιστεί ότι τα φυτεμένα δώματα μειώνουν τα φορτία κλιματισμού έως 30% το καλοκαίρι και έως 10% τα φορτία θέρμανσης το χειμώνα. Παράλληλα, αποτελούν φυσικές μονάδες οξυγόνου, γιατί μειώνουν την ατμοσφαιρική ρύπανση λόγω της φωτοσύνθεσης και δημιουργούν μια ασπίδα προστασίας με οξυγόνο για τους ενοίκους του κτηρίου, καθώς ο οξυγονωμένος αέρας γίνεται βαρύτερος και κατεβαίνει προς τα κάτω. Τέλος, συγκρατούν και καθυστερούν την απορροή του βρόχινου ύδατος, μειώνοντας τα πλημμυρικά φαινόμενα.



Φωτογραφία 3.1: Φυτεμένα δώματα

[Πηγή: <http://taratsokipos.blogspot.gr>]

Η εγκατάσταση φυτεμένου δώματος απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή τόσο κατά το σχεδιασμό όσο και κατά την κατασκευή του. Πριν την κατασκευή απαιτείται έλεγχος της φέρουσας κατασκευής που πρόκειται να δεχτεί τα πρόσθετα φορτία του κήπου. Στα περισσότερα νεόδμητα κτήρια δεν απαιτούνται προσαρμογές, καθώς το βάρος του τεχνητού κήπου είναι 70kg/m^2 και για πάχος χώματος 30cm . Σε παλαιά δώματα τοποθετείται λεπτή στρώση χώματος πάχους 3cm και φυτεύονται παχύφυτα, οπότε περιορίζεται το βάρος σε μόλις 15kg/m^2 . Πρέπει η οροφή να είναι ελεγχμένη για την υγρομόνωση και τη θερμομόνωσή της (Περδίας, 2005 & ΚΑΠΕ).

3.3.1.7 Συστήματα φυσικού αερισμού

Ο φυσικός αερισμός είναι η σημαντικότερη τεχνική παθητικού δροσισμού και διευκολύνει την απομάκρυνση της θερμότητας από τη κτήριο και το ανθρώπινο σώμα. Υπό την προϋπόθεση ότι οι εξωτερικές κλιματολογικές συνθήκες είναι ευνοϊκές, η χρήση του φυσικού αερισμού μπορεί να ελαττώσει το ψυκτικό φορτίο, να αυξήσει τη θερμική άνεση και να διατηρήσει την ποιότητα του εσωτερικού αέρα στο κτήριο.

Ο φυσικός αερισμός πραγματοποιείται με την είσοδο του εξωτερικού αέρα στο κτήριο, μέσα από τα ανοίγματα και τις ρωγμές, που υπάρχουν στο κέλυφος του κτηρίου. Στις νεότερες κατασκευές ο ενεργειακός σχεδιασμός απαιτεί κελύφη τελείως στεγανοποιημένα. Ειδικότερα, στα κτήρια γραφείων από γυαλί δεν επιτρέπεται ούτε το άνοιγμα των παραθύρων. Έτσι, στα κτήρια αυτά οι δυνατότητες εφαρμογής τεχνικών φυσικού αερισμού είναι πολύ περιορισμένες και η ψύξη βασίζεται στα ενεργοβόρα συστήματα κλιματισμού.

Ο επιτυχής σχεδιασμός ενός φυσικά αεριζόμενου κτηρίου απαιτεί καλή γνώση του μοντέλου ροής του αέρα γύρω του, καθώς και των επιδράσεων που δέχεται από τα γειτονικά κτήρια. Στόχος του σχεδιασμού είναι ο αερισμός σε όσο το δυνατόν μεγαλύτερο τμήμα του εσωτερικού χώρου. Η επίτευξη του στόχου εξαρτάται από τη θερμοκρασία και την υγρασία του αέρα, από την ταχύτητα του ανέμου, καθώς, φυσικά, και από τον προσανατολισμό, το μέγεθος και τη θέση των ανοιγμάτων. Ανάλογα με τον τρόπο που επιτυγχάνονται, τα συστήματα φυσικού αερισμού διακρίνονται σε πέντε είδη:

- Διαμπερής αερισμός, ο οποίος γίνεται από τα ανοίγματα των όψεων του κτηρίου και τις θυρίδες στο πάνω και κάτω μέρος των εσωτερικών τοίχων.
- Υβριδικός αερισμός, για τη δημιουργία του οποίου συμβάλλουν ανεμιστήρες οροφής, καθώς ενισχύουν το φυσικό αερισμό και συνεισφέρουν στην επίτευξη θερμικής άνεσης σε πιο υψηλές θερμοκρασίες από τις συνηθισμένες, επειδή με την κίνηση του αέρα η μετάδοση της θερμότητας από το ανθρώπινο σώμα γίνεται με μετάβαση.
- Καμινάδα αερισμού, η οποία λειτουργεί με το φαινόμενο του φυσικού ελκυσμού και μπορεί να έχει ανεμιστήρα στο υψηλότερο σημείο της. Ο θερμός αέρας του χώρου, που είναι λιγότερο πυκνός και πιο ελαφρύς, μεταφέρεται προς τα πάνω και το κενό που δημιουργείται καλύπτεται από το βαρύτερο ψυχρό αέρα, ο οποίος εισέρχεται από τα ανοίγματα του κτηρίου.
- Ηλιακή καμινάδα, που είναι μια καμινάδα με υαλοπίνακες στη νότια ή νοτιοδυτική της επιφάνεια και περσίδες στο πάνω μέρος της ίδιας πλευράς. Ο αέρας μέσα στην καμινάδα θερμαίνεται από την ηλιακή ακτινοβολία και κινείται με μεγάλη ταχύτητα προς τα πάνω, ενισχύοντας σημαντικά το φαινόμενο του φυσικού ελκυσμού. Λόγω της συνεχούς ανανέωσης του αέρα, το σύστημα αυτό συνιστάται σε περιοχές με αρκετή υγρασία το καλοκαίρι.
- Αεριζόμενο κέλυφος, το οποίο είναι μια κατασκευή διπλού κελύφους στην οροφή ή στους εξωτερικούς τοίχους του κτηρίου. Μέσα στο διάκενο κυκλοφορεί ο αέρας του περιβάλλοντος και συνεισφέρει στη μεταφορά θερμότητας από το κέλυφος του κτηρίου στην ατμόσφαιρα, καθώς και στη σκίαση του περιβλήματος, κατά τους θερμούς μήνες. Όταν η εξωτερική θερμοκρασία είναι χαμηλή, ο αέρας που κυκλοφορεί στο εσωτερικό του κελύφους έχει χαμηλότερη ταχύτητα από τον εξωτερικό και έτσι περιορίζονται οι θερμικές απώλειες προς το περιβάλλον. Αυξάνεται, έτσι, η θερμομονωτική ικανότητα του κελύφους (Περδίας, και ΚΑΠΕ 2007).

3.3.1.8 Άλλα συστήματα δροσισμού

Από την αρχαιότητα ακόμη είχαν αναπτυχθεί διάφορα συστήματα που μειώνουν τα θερμικά φορτία των κτηρίων, όταν η εξωτερική θερμοκρασία είναι υψηλή και συνεχώς εξελίσσονται.

Η αξιοποίηση του εδάφους για το δροσισμό των κτηρίων δεν είναι όψιμη, καθώς βασίζεται σε μια στοιχειώδη αρχή, σύμφωνα με την οποία το έδαφος έχει μικρότερη θερμοκρασία από τον ατμοσφαιρικό αέρα και επομένως λειτουργεί ως φυσική δεξαμενή θερμότητας. Γι' αυτό, επιδιώκεται η μεγαλύτερη δυνατή απαγωγή της θερμότητας από το κτήριο προς το έδαφος με αγωγιμότητα και πραγματοποιείται με τα ημιυπόσκαφα κτήρια και με τον εναλλάκτη θερμότητας εδάφους – αέρα.

Τα ημιυπόσκαφα κτήρια συνιστώνται σε επικλινή εδάφη και είναι πιο δροσερά το καλοκαίρι και πιο ζεστά το χειμώνα. Κι αυτό γιατί το έδαφος το χειμώνα έχει ακριβώς την αντίθετη συμπεριφορά από ότι το καλοκαίρι και είναι πιο θερμό από το περιβάλλον, οπότε, ενώ το καλοκαίρι απομακρύνεται η θερμότητα από το κτήριο, το χειμώνα μεταδίδεται θερμότητα από το έδαφος στο κτήριο.

Ο εναλλάκτης θερμότητας εδάφους – αέρα είναι σύστημα μεταλλικών ή πλαστικών αγωγών τοποθετημένων σε βάθος 1 – 3m κάτω από το έδαφος. Ο αέρας εισάγεται στο δίκτυο από το εξωτερικό περιβάλλον με τη βοήθεια ανεμιστήρων και εξέρχεται σε χαμηλότερη θερμοκρασία μέσα στο κτήριο. Το έδαφος, έχοντας χαμηλότερη θερμοκρασία από το περιβάλλον, αποτελεί τον απαγωγέα θερμότητας του συστήματος (Περδίας, 2007).

Ο δροσισμός με εξάτμιση χρησιμοποιείται χιλιάδες χρόνια και έχει αναφερθεί ήδη στην αρχαία Αίγυπτο και την Περσία. Η τεχνική αυτή βασίζεται στο φυσικό φαινόμενο της εξάτμισης του νερού, για την απαγωγή της πλεονάζουσας θερμότητας από το εσωτερικό του κτηρίου στο περιβάλλον. Η αισθητή θερμότητα απορροφάται από τον αέρα και χρησιμοποιείται ως λανθάνουσα θερμότητα για την εξάτμιση του νερού. Έτσι, μειώνεται η θερμοκρασία του αέρα και αυξάνεται η υγρασία του, γι' αυτό η τεχνική αυτή πρέπει να εφαρμόζεται μόνο σε περιοχές με ζεστό και ξηρό κλίμα.

Ο εξατμιστικός δροσισμός μπορεί να είναι είτε άμεσος με εσωτερικές δεξαμενές νερού, όπως για παράδειγμα τεχνητές λίμνες, δεξαμενές ή πισίνες, σε κατάλληλη θέση, έτσι ώστε ο εισερχόμενος αέρας να απορροφά υγρασία και στη συνέχεια να ψύχει το χώρο, είτε έμμεσος, είτε ακόμη και υβριδικός. Έμμεσος εξατμιστικός δροσισμός επιτυγχάνεται τόσο με τον ψεκασμό της οροφής με νερό, όσο και με οροφές νερού, έναν τοίχο θερμικής αποθήκευσης δηλαδή, που περιλαμβάνει πλαστικούς σάκους γεμάτους νερό ή δεξαμενή νερού στην οροφή του κτηρίου (Περδίας και ΚΑΠΕ, 2007).

Τέλος, υπάρχουν και συστήματα δροσισμού με ακτινοβολία, τα οποία βασίζονται στις απώλειες θερμότητας λόγω εκπομπών μεγάλου μήκους ακτινοβολίας, από ένα σώμα προς ένα άλλο γειτονικό του, το οποίο έχει μικρότερη θερμοκρασία και αποτελεί τη δεξαμενή θερμότητας. Στην περίπτωση των κτηρίων το ψυχόμενο σώμα είναι το κέλυφος και η δεξαμενή θερμότητας το περιβάλλον. Υπάρχουν τρία είδη συστημάτων δροσισμού με ακτινοβολία: η λευκή οροφή, η κινητή μόνωση και ο μεταλλικός ακτινοβολητής.

Μια οροφή βαμμένη με λευκό χρώμα απορροφά μικρή ποσότητα θερμότητας κατά τη διάρκεια της ημέρας, οπότε η θερμοκρασία της παραμένει χαμηλή και έτσι ψύχεται εύκολα τη νύχτα.

Η κινητή μόνωση αποτελείται από ένα μονωτικό υλικό, που μετακινείται με το χέρι ή μηχανικά ώστε να καλύπτει την οροφή του κτηρίου. Τη θερινή περίοδο, η οροφή καλύπτεται την ημέρα, ενώ το βράδυ αφαιρείται το κάλυμμα για να διευκολύνεται η ψύξη της με ακτινοβολία. Η αντίθετη διαδικασία ακολουθείται κατά τη χειμερινή περίοδο.

Ο μεταλλικός ακτινοβολητής αποτελείται από διπλή μεταλλική πλάκα, που έχει ανακλαστική εξωτερική επιφάνεια και μόνωση στην κάτω πλευρά. Η ανακλαστικότητα εξασφαλίζεται με επικάλυψη της εξωτερικής επιφάνειας με μαύρο χρώμα ή με οξειδίο τιτανίου, αλουμινίου, ασβεστίου ή ψευδαργύρου. Κατά τη διάρκεια της νύχτας η πάνω πλευρά εκπέμπει ακτινοβολία προς τον ουρανό, ενώ ο αέρας ψύχεται διερχόμενος μέσα από τις πλάκες και στη συνέχεια διοχετεύεται στο κτήριο (Περδίας, 2007).

3.3.1.9 Εγκατάσταση παθητικών ηλιακών συστημάτων

Τα δομικά στοιχεία του κτηρίου, που αξιοποιούν τον ήλιο για τη θέρμανση χωρίς την παρεμβολή μηχανικών μέσων, ονομάζονται παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης. Τα συστήματα αυτά είναι απλές κατασκευές ενσωματωμένες στο κέλυφος του κτηρίου και συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια, την αποθηκεύουν υπό μορφή θερμότητας και τέλος, τη διανέμουν στους εσωτερικούς χώρους του κτηρίου. Έχουν νότιο προσανατολισμό, με δυνατότητα απόκλισης 30ο ανατολικά ή δυτικά, ενώ απαιτούν καλή θερμομόνωση των τοίχων και κινητή μόνωση με ρολά ή παντζούρια για τη νυχτερινή προστασία των ανοιγμάτων κατά τη χειμερινή περίοδο. Ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:

- Συστήματα άμεσου ηλιακού κέρδους
Αξιοποιούν άμεσα την ηλιακή ενέργεια που συλλέγεται από νότια προσανατολισμένα γυάλινα ανοίγματα. Η αποτελεσματικότητά τους επηρεάζεται από την κλίση, το μέγεθος και τη θέση των ανοιγμάτων, τον τύπο του υαλοπίνακα και τη θερμική μάζα των δομικών στοιχείων.
- Συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους
Αξιοποιούν με έμμεσο τρόπο την ηλιακή ενέργεια για τη θέρμανση των κτηρίων και μπορούν να είναι είτε τοίχοι θερμικής αποθήκευσης, είτε θερμοκήπιο προσαρτημένο στο κτήριο, είτε ηλιακό αίθριο.
- Συστήματα απομονωμένου ηλιακού κέρδους
Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα θερμοσιφωνικά πάνελα και οι ηλιακοί συλλέκτες και χαρακτηριστικό τους γνώρισμα είναι το γεγονός ότι η επιφάνεια συλλογής της ηλιακής ακτινοβολίας βρίσκεται σε απόσταση από το χώρο που επιθυμείται να θερμανθεί (Περδίας, 2007).

3.3.2 Ενεργειακή αναβάθμιση ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων

Η ενεργειακή αναβάθμιση των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων μπορεί να αποτελέσει αντικείμενο έργου βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης ενός υφιστάμενου κτηρίου, εφόσον συντρέχει τουλάχιστον μία συνθήκη από τις ακόλουθες:

- η παρέμβαση συνοδεύει και συμπληρώνει μια παρέμβαση ενεργειακής αναβάθμισης του κτηριακού κελύφους ή
- το κτηριακό κέλυφος πληροί τις προδιαγραφές της ισχύουσας νομοθεσίας για νέα κτήρια ή
- προκύπτει από την ενεργειακή μελέτη, ότι το κτήριο δεν παρουσιάζει σημαντικές δυνατότητες βελτίωσης από παρεμβάσεις στο κέλυφος ή
- τεκμηριώνεται ότι είναι αδύνατη η παρέμβαση για ενεργειακή αναβάθμιση του κτηριακού κελύφους.

Τα συστήματα που θα χρησιμοποιηθούν θα πρέπει να πληρούν τις απαιτήσεις της ισχύουσας νομοθεσίας για νέα κτήρια και οι συσκευές να είναι τουλάχιστον ενεργειακής κατηγορίας A.

Θα πρέπει, ακόμη, το κόστος των παρεμβάσεων στις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις να είναι τέτοιο ώστε ο χρόνος απόσβεσης της κάθε δράσης να είναι μικρός (Πρόγραμμα ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΩ).

3.3.2.1 Αναβάθμιση συστήματος κεντρικής θέρμανσης

Κεντρική θέρμανση είναι ένα κεντρικό σύστημα εγκατεστημένο σε ένα κτήριο, με σκοπό την παραγωγή θερμότητας για τη θέρμανση χώρων και την παραγωγή ζεστού νερού. Αποτελείται από ένα σύνολο αλληλοσυνδεδεμένων συσκευών και οργάνων και η παραγόμενη ενέργεια μεταφέρεται στους διάφορους χώρους μέσω ενός θερμαντικού μέσου (νερό, ατμός, αέρας) μέσω ενός δικτύου σωληνώσεων ή αεραγωγών ή με συνδυασμό και των δύο.

Μια εγκατάσταση κεντρικής θέρμανσης περιλαμβάνει το λέβητα, τον καυστήρα, τον κυκλοφορητή, τη δεξαμενή καυσίμων, τις διατάξεις ασφαλείας, τις σωληνώσεις, την καπνοδόχο και τα θερμαντικά σώματα.

Με συγκεκριμένες επεμβάσεις μπορεί να επιτευχθεί έως και 15% εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση. Οι σημαντικότερες επεμβάσεις που μπορούν να γίνουν σε ένα εγκατεστημένο σύστημα θέρμανσης είναι οι εξής:

- Θερμομόνωση περιβλήματος λέβητα, σωληνώσεων και θερμαντήρα νερού
- τακτική επιθεώρηση και συντήρηση εγκατάστασης
- τοποθέτηση θερμοστατικών διακοπών στα θερμαντικά σώματα και ακριβείς θερμοστάτες χώρων
- τοποθέτηση συστήματος αντιστάθμισης
- αντικατάσταση υφιστάμενου λέβητα και καυστήρα με νέους υψηλής απόδοσης
- αντικατάσταση συστήματος θέρμανσης πετρελαίου με φυσικό αέριο, όπου υπάρχει δυνατότητα σύνδεσης με δίκτυο
- αποφυγή κυκλικής λειτουργίας λέβητα

- τοποθέτηση διαφράγματος στον καπναγωγό

Εκτός από τις συγκεκριμένες επεμβάσεις, προτείνεται η μείωση της προκαθορισμένης θερμοκρασίας χώρου, χωρίς όμως να επηρεάζεται η θερμική άνεση των χρηστών, καθώς έχει παρατηρηθεί ότι μείωση της θερμοκρασίας του χώρου κατά 1°C, εξοικονομεί περίπου 6% καύσιμο. Ο χωρισμός των χώρων ενός κτηρίου σε ζώνες, που χρειάζονται θέρμανση σε διαφορετικά χρονικά διαστήματα και ο συνεπακόλουθος χωρισμός της εγκατάστασης σε ζώνες, μπορεί να επιφέρει σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας, καθώς η ρύθμιση της λειτουργίας γίνεται για κάθε ζώνη με χρονοδιακόπτες και χρονοθερμοστάτες (Πρόγραμμα ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΩ & Περδίας, 2007).

3.3.2.2 Αναβάθμιση συστημάτων ψύξης

Τα συστήματα ψύξης έχουν την ιδιότητα να αφαιρούν θερμότητα από τον ψυχόμενο χώρο. Αποτελούνται, δε, από το συμπιεστή, το συμπυκνωτή, την εκτονωτική βαλβίδα, τον εξαμιστή και τον ηλεκτρικό κινητήρα, ενώ για τη λειτουργία τους απαιτείται μια κατάλληλη χημική ουσία, το ψυκτικό μέσο.

Τα συστήματα ψύξης, που χρησιμοποιούνται για τον κλιματισμό των χώρων, διακρίνονται στα αυτόνομα κλιματιστικά συστήματα και στα κεντρικά ψυκτικά συστήματα. Τα αυτόνομα κλιματιστικά είναι εργοστασιακά συναρμολογημένες μονάδες και χρησιμοποιούνται σε μικρά κτήρια, σε αντίθεση με τα κεντρικά ψυκτικά συστήματα που χρησιμοποιούνται σε μεγάλα κτηριακά συγκροτήματα. Ακόμη, έχουν μικρότερη απόδοση και διάρκεια ζωής σε σχέση με τα κεντρικά συστήματα. Γι' αυτό, συνιστάται σε μεγάλα κτήρια να αντικαθίστανται τα αυτόνομα κλιματιστικά με κεντρικά συστήματα ψύξης, τα οποία μπορούν να λειτουργούν και σε free cooling mode.

Οι σημαντικότερες επεμβάσεις, με τις οποίες μπορεί να εξοικονομηθεί ενέργεια σε ποσοστό έως και 40% είναι οι ακόλουθες (Πρόγραμμα ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΩ & Περδίας, 2007):

- αντικατάσταση υφιστάμενου συστήματος με νέο, υψηλής απόδοσης,
- αύξηση της επιφάνειας του εξαμιστή και του συμπυκνωτή για καλύτερη μεταφορά θερμότητας,
- απολύμανση του νερού του συμπυκνωτή για την αποφυγή των επικαθίσεων και της βιολογικής ρύπανσης,
- αύξηση της διατομής των σωληνώσεων του ψυκτικού μέσου για τη μείωση των τριβών,
- βελτίωση της απόδοσης του συμπυκνωτή,
- βελτιστοποίηση της μόνωσης των ψυκτικών θαλάμων και των δικτύων σωληνώσεων,
- περιοδική συντήρηση συμπιεστή,
- χρήση καλών συστημάτων ελέγχου,
- πρόψυξη του κτηρίου,
- χρήση εξοικονομητή για την ελεγχόμενη εισαγωγή και χρήση του εξωτερικού αέρα στο κτήριο,
- εγκατάσταση εναλλακτών θερμότητας

- στα κανάλια απόρριψης και εισαγωγής αέρα εφόσον αυτά βρίσκονται το ένα κοντά στο άλλο,
- στις αντλίες θερμότητας για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης,
- αποθήκευση ψυκτικής ενέργειας,
- χρήση ψυκτών φυσικού αερίου,
- ορθολογική διαχείριση της ροής του αέρα.

3.3.2.3 Αναβάθμιση κυκλοφορητών – κινητήρων

Η μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να γίνει με την αναβάθμιση των κυκλοφορητών και των κινητήρων των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων των κτηρίων. Η πρόοδος της τεχνολογίας έχει οδηγήσει στην ύπαρξη κυκλοφορητών και κινητήρων υψηλής απόδοσης, οι οποίοι μπορούν να επιτύχουν εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας από τους κυκλοφορητές έως και 60%. Εάν ο σύγχρονος κινητήρας συνδυαστεί με βελτιωμένη φτερωτή, πράγμα εφικτό από τις υψηλές ταχύτητες περιστροφής των κινητήρων υψηλής απόδοσης, η υδραυλική αποδοτικότητα μπορεί να αυξηθεί από 35% έως 60%.

Με το συνδυασμό αυτών των δύο μέτρων, οι κυκλοφορητές υψηλής απόδοσης επιτυγχάνουν εξοικονόμηση ενέργειας περίπου 40%, σε σχέση με το 5-25% των ασύγχρονων κινητήρων. Επιπλέον, με την χρήση ρυθμιστών στροφών (inverter), σε συμβατικούς κινητήρες ισχύος μεγαλύτερης των 500W, όπως στους ανεμιστήρες των ΚΚΜ μπορεί να επιτευχθεί πρόσθετη εξοικονόμηση ενέργειας μέχρι 25% ανάλογα με την περίπτωση και τις συνθήκες λειτουργίας (Πρόγραμμα ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΩ).

3.3.2.4 Μηχανικός αερισμός (freecooling)

Ως freecooling ορίζονται οι τεχνολογίες και τα συστήματα που εκμεταλλεύονται τις χαμηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος, όταν υπάρχουν, ούτως ώστε να παραληφθεί από τον εξωτερικό αέρα μέρος του ψυκτικού φορτίου του χώρου και να μειωθούν, έτσι, οι απαιτήσεις της μηχανικής ψύξης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να εξοικονομούνται σημαντικά ποσά ηλεκτρικής ενέργειας.

Ο μηχανικός αερισμός, μπορεί να γίνει είτε μέσω του κεντρικού συστήματος κλιματισμού σε freecooling mode είτε μέσω υφισταμένων αεραγωγών ή και απλών ανεμιστήρων εισαγωγής και απαγωγής αέρα στους χώρους. Θα πρέπει η επιπλέον κατανάλωση ενέργειας για τη λειτουργία αυτών των συστημάτων, να είναι αρκετά χαμηλή. Κατ' αυτόν τον τόπο μπορεί να εξοικονομηθεί ενέργεια για ψύξη σε ποσοστό έως και 15% (Πρόγραμμα ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΩ).

3.3.2.5 Υβριδικός αερισμός με ανεμιστήρες

Οι ανεμιστήρες και ιδιαίτερα οι ανεμιστήρες οροφής συμπληρώνουν το φυσικό και το μηχανικό αερισμό, αυξάνοντας ελάχιστα την ενεργειακή κατανάλωση. Ο υβριδικός αερισμός, όπως αποκαλείται, βοηθά στην επίτευξη θερμικής άνεσης σε θερμοκρασίες υψηλότερες κατά 2 ή

ακόμη και 3 °C από τις συνήθειες, καθώς με την κίνηση του αέρα που δημιουργείται μεταφέρεται θερμότητα από το ανθρώπινο σώμα. Η χρήση ανεμιστήρων μειώνει την αναγκαιότητα χρήσης κλιματιστικών συστημάτων στα κτήρια για πολλές ώρες το χρόνο.

Μελέτες σε κτήρια κατοικιών και σχολείων στην Ελλάδα έχουν δείξει ότι με τη χρήση ανεμιστήρων οροφής σε κτήρια που εφαρμόζουν κατάλληλες τεχνικές φυσικού δροσισμού, έχουν δηλαδή επαρκή σκίαση και νυχτερινό αερισμό, εκμηδενίζονται οι ανάγκες για κλιματισμό. Αυτό συμβαίνει γιατί δημιουργούνται συνθήκες θερμικής άνεσης σε υψηλότερες θερμοκρασίες από ότι αν δεν υπήρχε υβριδικός αερισμός, οι οποίες, όμως, στα φυσικά δροσιζόμενα κτήρια είναι αρκετά χαμηλότερες από τις εξωτερικές.

Αντίστοιχα, σε κτήρια του τριτογενή τομέα η χρήση των ανεμιστήρων οροφής μειώνει σημαντικά τις ώρες λειτουργίας του συστήματος κλιματισμού, αλλά και αυξάνει την απόδοσή τους την ώρα λειτουργία τους, καθώς ανεβάζει σημαντικά τη θερμοκρασία ρύθμισης του θερμοστάτη (ΚΑΠΕ).

Η εξοικονομούμενη ηλεκτρική ενέργεια για ψύξη μπορεί να φτάσει έως και 30% (Πρόγραμμα ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΩ).

3.3.2.6 Εγκατάσταση θερμού νερού χρήσης

Για να παραχθεί θερμό νερό χρήσης χρησιμοποιούνται, ανάλογα με το σύστημα, ορυκτά καύσιμα (λέβητες πετρελαίου ή φυσικού αερίου), ηλεκτρισμός (θερμοσίφωνα ή αντλία θερμότητας), ηλιακή ενέργεια (ηλιακοί θερμοσίφωνα). Σε κάθε σύστημα, απαιτείται ηλεκτρική ενέργεια για τη λειτουργία των κυκλοφορητών.

Οι θερμικές απώλειες παρουσιάζονται σε όλα τα στάδια της ροής από την παραγωγή έως τη χρήση του θερμού νερού. Απώλειες υπάρχουν στο λέβητα, λόγω κακής ρύθμισής του και ανεπαρκούς θερμομόνωσης, αλλά και κατά τη διανομή, εξαιτίας ανεπαρκούς θερμομόνωσης στις σωληνώσεις και κακής λειτουργίας του κυκλοφορητή. Η εγκατάσταση παρουσιάζει, ακόμη, απώλειες αποθήκευσης, που οφείλονται σε κακή σύνδεση του θερμοαντήρα νερού με το δίκτυο, ανεπαρκή θερμομόνωση και κακή στρωμάτωση του νερού στο θερμοαντήρα. Τέλος, η άσκοπη κατανάλωση του νερού και η υπερβολική, πολλές φορές, θερμοκρασία του χαρακτηρίζονται ως απώλειες χρήσης.

Οι μεγαλύτερες δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας έγκεινται στη θερμομόνωση της εγκατάστασης και – κατά κύριο λόγο – των σωληνώσεων. Πρέπει, ακόμη, να επιθεωρείται ανά τακτά χρονικά διαστήματα και να συντηρείται επαρκώς. Τέλος, πρέπει οι καταναλωτές να περιορίσουν την άσκοπη κατανάλωση ζεστού νερού και να ρυθμίζουν τη θερμοκρασία σε πιο χαμηλά επίπεδα, κάτι το οποίο μπορεί να επιτευχθεί και με τη χρήση αυτοματισμών (Περδίας, 2007).

3.3.2.7 Σύστημα ενεργειακής διαχείρισης (BEMS)

Το σύστημα ενεργειακής διαχείρισης κτηρίου ή Building Energy Management System (BEMS) έχει ως σκοπό τη διαρκή επιτήρηση και τον έλεγχο των ενεργειακών συστημάτων ενός κτηρίου ή συγκροτήματος κτηρίων. Έτσι, εξασφαλίζεται η δυνατότητα καταγραφής της καταναλισκόμενης ενέργειας και των παραμέτρων άνετης διαβίωσης, ενώ μπορούν να γίνουν έγκαιρα επεμβάσεις έκτακτης ανάγκης και να μειωθεί το λειτουργικό κόστος για τη συντήρηση των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων.

Το σύστημα αυτό ελέγχει και ρυθμίζει ταυτόχρονα ένα σύνολο παραμέτρων, όπως την εσωτερική θερμοκρασία, την υγρασία, την ταχύτητα του αέρα, τα επίπεδα φωτισμού και τη θάμβωση, των οποίων η ταυτόχρονη ρύθμιση είναι συχνά αντιφατική. Αποτελείται από αισθητήρες, ενεργοποιητές, ελεγκτές και υπολογιστικές διατάξεις, που ρυθμίζουν τη λειτουργία των ενεργειακών συστημάτων με βάση τις επιθυμητές τιμές των παραμέτρων, οι οποίες διαμορφώνουν το εσωκλίμα των κτηρίων. Οι αισθητήρες μετρούν την τιμή των παραμέτρων ελέγχου, οι ενεργοποιητές μεταβάλλουν τον τρόπο λειτουργίας των ενεργειακών συστημάτων, που συνδέονται με το σύστημα και οι ελεγκτές αποτελούν τον εγκέφαλο του συστήματος, γιατί καθορίζουν τον τρόπο λειτουργίας και συντονισμού των ενεργειακών συστημάτων, ανάλογα με τις τιμές των παραμέτρων ελέγχου.

Η λειτουργία του συστήματος περιλαμβάνει τέσσερα στάδια. Στο πρώτο στάδιο ανιχνεύονται ή μετρώνται, μέσω των αισθητήρων, οι παράμετροι που καθορίζουν ή επηρεάζουν το εσωκλίμα των κτηρίων. Στο δεύτερο γίνονται οι απαραίτητες διορθώσεις και ρυθμίσεις, ανάλογα με τις τιμές των παραμέτρων και τη στρατηγική ελέγχου, που έχει επιλεγεί. Στη συνέχεια καταγράφονται οι στρατηγικές ελέγχου και οι αποδόσεις των ενεργειακών συστημάτων και στο τελευταίο στάδιο ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να παρέμβει για να βελτιώσει τη στρατηγική ελέγχου.

Το σύστημα BEMS μπορεί να ελέγχει και να ρυθμίζει μια πλειάδα κτηριακών εγκαταστάσεων και συστημάτων, τα σημαντικότερα από τα οποία είναι:

- η εγκατάσταση θέρμανσης
- η εγκατάσταση κλιματισμού
- η εγκατάσταση αερισμού
- η εγκατάσταση φωτισμού
- η ποιότητα αέρα
- η υδραυλική εγκατάσταση
- η ηλεκτρική εγκατάσταση
- το σύστημα πυρανίχνευσης και πυρόσβεσης
- η εγκατάσταση συναγερμού
- σύστημα σκιάστρων / ανοιγμάτων

Το σύστημα BEMS έχει τη δυνατότητα της χρονικής καταγραφής των γεγονότων σε μια βάση δεδομένων, με σκοπό την ορθολογική λειτουργία και τη διενέργεια προληπτικής συντήρησης των εγκαταστάσεων. Επιτηρεί, ακόμη, την κατανάλωση καυσίμου και την απόδοση καύσης και ελέγχει τη συχνότητα εκκίνησης πολλών μονάδων παραγωγής θερμότητας και ψύξης. Τέλος, ο έλεγχος και η επιτήρηση του κτηρίου μπορεί να γίνουν μέσω υπολογιστών, smartphones ή

ralmtops, χρησιμοποιώντας ασύρματη σύνδεση προς το Διαδίκτυο και μια ή περισσότερες κάμερες μέσα στο κτήριο.

Η εγκατάσταση ενός συστήματος BEMS συντελεί στη συντονισμένη και ορθολογική λειτουργία των σύγχρονων εγκαταστάσεων σε μεσαία και μεγάλα κτηριακά συγκροτήματα και εξασφαλίζει σημαντική βελτίωση των εσωτερικών συνθηκών των κτηρίων. Σε υπάρχοντα κτήρια ένα σύστημα BEMS αποτελεί συμπληρωματική παρέμβαση και πρέπει να εγκαθίσταται, εφόσον έχουν ληφθεί άλλα μέτρα βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης (Περδίδς, 2007).

3.3.3 Ενσωμάτωση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Α.Π.Ε.) στα κτήρια

Η ενσωμάτωση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Α.Π.Ε.) στα κτήρια αποτελεί πρωταρχικό στόχο της ευρωπαϊκής ενεργειακής πολιτικής. Εκτός από τα οφέλη εξοικονόμησης ενέργειας, καθώς αυξάνεται η ενεργειακή απόδοση των κτηρίων, συμβάλλουν και στην απεξάρτηση από συμβατικές πηγές ενέργειας και επομένως στην προστασία του περιβάλλοντος. Ορισμένα κτήρια, δε, καλύπτουν πλήρως τις ανάγκες τους με Α.Π.Ε. και χαρακτηρίζονται ως «πράσινα κτήρια».

3.3.3.1 Ηλιακή ενέργεια

3.3.3.1.1 Φωτοβολταϊκά

Τα ποσά ενέργειας που λαμβάνει καθημερινά ο πλανήτης από τον ήλιο είναι τεράστια. Κατά μέσο όρο η επιφάνεια της Γης δέχεται καθημερινά ηλιακή ακτινοβολία ισχύος περίπου $1,2 \times 10^{17} \text{W}$. Ο ήλιος παρέχει, δηλαδή, σε λιγότερο από μια ώρα επαρκή ποσότητα ενέργειας για να καλυφθούν οι ενεργειακές ανάγκες του ανθρώπινου πληθυσμού για έναν ολόκληρο χρόνο. Επομένως, είναι αναγκαία η όσο το δυνατόν μεγαλύτερη αξιοποίηση αυτού του «δώρου» από τον ήλιο στη Γη. Βέβαια, η διακύμανση της ηλιακής ακτινοβολίας από τόπο σε τόπο είναι μεγάλη και εξαρτάται τόσο από γεωμετρικούς παράγοντες, όσο και από την ατμόσφαιρα και το πόσο αυτή επιδρά στην απορρόφηση, την ανάκλαση και τη σκέδαση των ηλιακών ακτινών.

Αν και πολλές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας εξαρτώνται και από την ηλιακή ακτινοβολία (υδροηλεκτρική, αιολική), η μέθοδος που σχετίζεται άμεσα με αυτήν είναι η φωτοβολταϊκή. Για να παραχθεί ηλεκτρική ενέργεια από την ηλιακή ακτινοβολία χρησιμοποιούνται διατάξεις που εκμεταλλεύονται το φωτοβολταϊκό φαινόμενο, σύμφωνα με το οποίο ημιαγώγιμα στοιχεία εμφανίζουν στις δύο επιφάνειές τους διαφορά δυναμικού, όταν προσπέσει πάνω στη μία επιφάνεια ηλιακή ακτινοβολία (Markvart, 1994).

Επειδή η πυκνότητα του παραγόμενου ρεύματος από τα φωτοβολταϊκά στοιχεία μεμονωμένα είναι σχετικά μικρή, συνδυάζονται και συνδεόμενα σε σειρά αποτελούν τα κύρια συστατικά των φωτοβολταϊκών γεννητριών. Οι φωτοβολταϊκές γεννήτριες ή συστήματα συνδυάζονται με διατάξεις ελέγχου ή προστασίας, διατάξεις αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας (μπαταρίες) και μετατροπής του συνεχούς σε εναλλασσόμενο ρεύμα. Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία κατασκευάζονται από πυρίτιο, το οποίο βρίσκεται σε αφθονία στη φύση, σε διάφορες

μορφές του: άμορφο, μονοκρυσταλλικό και πολυκρυσταλλικό. Η απόδοσή τους κυμαίνεται ανάλογα με τη μορφή του πυριτίου και συνεχώς αυξάνεται, χάρη στην εξέλιξη της τεχνολογίας. Αρχικά το κόστος τους ήταν απαγορευτικό, αλλά κι αυτό μειώνεται σταθερά με την πάροδο των χρόνων και πλέον θεωρείται μια συμφέρουσα πρόταση εξοικονόμησης ενέργειας για τον κτηριακό τομέα (Παπαδόπουλος, 1997).

Για μεγαλύτερο οικονομικό όφελος θα πρέπει σε νέα κτήρια να λαμβάνεται υπόψη η ενσωμάτωση των φωτοβολταϊκών στοιχείων στο κτηριακό κέλυφος ως δομικών στοιχείων του. Σε υπάρχοντα κτήρια απαιτείται μια πρόσθετη κατασκευή για την εγκατάσταση των στοιχείων, η οποία θα πρέπει να μην προκαλεί ιδιαίτερη αισθητική υποβάθμισή τους. Σε κάθε περίπτωση συστήνεται τα φωτοβολταϊκά στοιχεία να εγκαθίστανται στην οροφή των κτηρίων, σε γυάλινες προσόψεις τους –εφόσον υπάρχουν– ή σε επιφάνειες προστασίας από καιρικές συνθήκες, όπως σκίαστρα ή στέγαστρα, ούτως ώστε να μην επιφέρουν μεγάλες αλλοιώσεις στη φυσιογνωμία και την αισθητική των κτηρίων.

Το ιδανικό για τα φωτοβολταϊκά στοιχεία είναι να «ακολουθούν» την πορεία του ήλιου, αλλά αυτό δεν είναι δυνατό για τις εγκαταστάσεις σε κτήρια, οπότε προτείνεται να τοποθετούνται με νότιο προσανατολισμό και σταθερή κλίση σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο, ανάλογα με την τοποθεσία. Πρέπει, τέλος, να αποφεύγεται και η παραμικρή σκίασή τους (ΚΑΠΕ).



Φωτογραφία 3.2: Ενσωματωμένα φωτοβολταϊκά στοιχεία στο κτηριακό κέλυφος

[Πηγή: www.indiamart.com]

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα σε κτήρια μπορεί να είναι είτε αυτόνομα είτε συνδεδεμένα στο δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Συνήθως – και εφόσον είναι τεχνικά εφικτό και οικονομικά συμφέρον – συνδέονται στο δίκτυο, ούτως ώστε να διατίθεται η πλεονάζουσα ενέργεια έναντι ενός προσυμφωνημένου αντιτίμου, αλλά και να υπάρχει η δυνατότητα λήψης ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο, όταν η ηλιοφάνεια δεν επαρκεί για την παραγωγή ικανής ποσότητας ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών του κτηρίου.

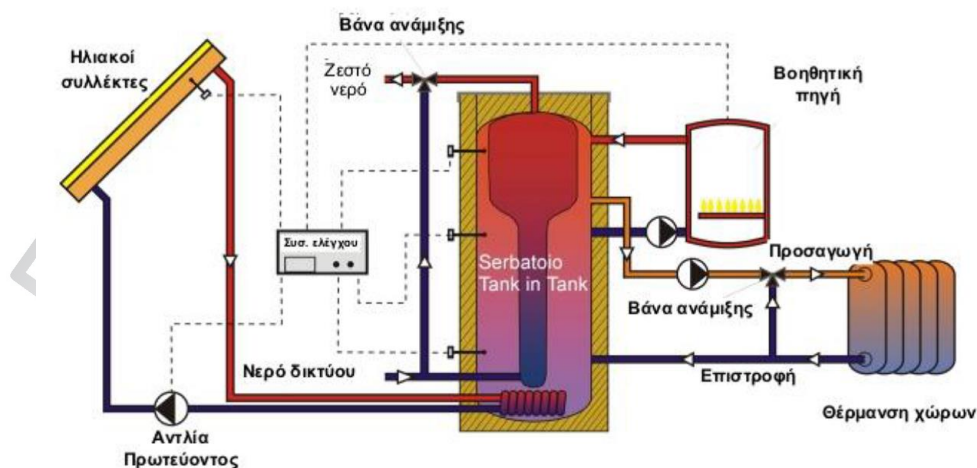
3.3.3.1.2 Ενεργητικά ηλιακά συστήματα

Τα συστήματα που χρησιμοποιούν μηχανικά μέσα και αξιοποιούν την ηλιακή ενέργεια για τη θέρμανση, τον κλιματισμό ή την παραγωγή θερμού νερού χρήσης, ονομάζονται ενεργητικά ηλιακά συστήματα. Διακρίνονται σε αυτόνομα, προθέρμανσης και υβριδικά συστήματα, ανάλογα με το αν συνδυάζονται ή όχι με συμβατικά συστήματα. Για τη συλλογή και αποθήκευση της ενέργειας χρησιμοποιούν είτε αέρα, οπότε πρόκειται για ηλιακά συστήματα αέρα, είτε υγρό (ηλιακά συστήματα υγρού), που είναι και η πιο διαδεδομένη κατηγορία.

Στην τελευταία κατηγορία περιλαμβάνονται οι ηλιακοί θερμοσίφωνες, οι οποίοι μπορούν να επιτύχουν ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας έως και 1400kWh σε μια τυπική οικιακή εγκατάσταση. Στην Ελλάδα, η αυξημένη ηλιοφάνεια καθιστά ιδιαίτερα αποδοτικούς τους ηλιακούς θερμοσίφωνες και ένα πολύ σημαντικό μέτρο ενεργειακής εξοικονόμησης είναι η παραγωγή – τουλάχιστον – του ζεστού νερού χρήσης να γίνεται από αυτές τις διατάξεις (Περδίο, 2007).

Τα ενεργητικά ή θερμικά ηλιακά συστήματα χρησιμοποιούνται ευρέως στην Ελλάδα, κυρίως για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης. Μπορούν, όμως, να χρησιμοποιηθούν οπουδήποτε απαιτείται θερμότητα χαμηλής θερμοκρασιακής στάθμης. Έτσι, η χρήση της ηλιακής ενέργειας για την παραγωγή ψύξης και τον κλιματισμό των χώρων κερδίζει συνεχώς έδαφος, καθώς την εποχή που απαιτούνται τα ψυκτικά φορτία είναι αυξημένη η ηλιακή ακτινοβολία.

Ακόμη, εξαπλώνονται διαρκώς στην ευρωπαϊκή αγορά και ιδιαίτερα στη Γερμανία και την Αυστρία τα συνδυαστικά συστήματα (combi) τα οποία παράλληλα με την παραγωγή θερμού νερού χρήσης υποβοηθούν τη θέρμανση των χώρων. Σύμφωνα με τους Α. Αηδόνη, Β. Δρόσου και Μ. Καράγιωργα, οι προσομοιώσεις για τον Ελληνικό χώρο έδειξαν ότι τα συστήματα combi μπορούν να συνδυαστούν με συμβατικά συστήματα θέρμανσης, δίνοντας αξιόλογα ενεργειακά αποτελέσματα και καλύψεις του συνολικού θερμικού φορτίου που φτάνουν το 40 με 50% (Χασάπης κ.α, 2005 & 2006).



Σχήμα 3.3: Σχηματικό διάγραμμα συστήματος combi

Τα γενικά χαρακτηριστικά ενός συστήματος combi είναι τα ίδια με αυτά ενός κοινού κεντρικού ηλιακού συστήματος. Όπως διακρίνεται και στο σχήμα, μια διάταξη combi αποτελείται κατά κύριο λόγο από τους ηλιακούς συλλέκτες και δύο δοχεία αποθήκευσης. Το δοχείο για το ζεστό νερό χρήσης είναι εμβαπτισμένο στο μεγαλύτερο δοχείο, στο οποίο κυκλοφορεί το ίδιο υγρό – νερό με αυτό του δικτύου θέρμανσης. Για τις περιόδους μειωμένης ηλιοφάνειας, οπότε και η ηλιακή ενέργεια δεν θα επαρκεί για την κάλυψη των αναγκών, στο σύστημα εγκαθίσταται και μια βοηθητική πηγή θερμότητας, συχνότερα ένας λέβητας βιομάζας (ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ GREENBUILDING).

Το σύστημα φροντίζει κατά προτεραιότητα για την πλήρη κάλυψη των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης και στη συνέχεια, εάν υπάρχει περίσσεια ενέργεια, ζεσταίνει το νερό θέρμανσης χώρου. Αν η περίσσεια ενέργεια δεν επαρκεί, το ηλιακό σύστημα παρακάμπτεται και η θέρμανση του χώρου γίνεται από τον καυστήρα, όπως στα συμβατικά συστήματα θέρμανσης.

Το κατά πόσο συνεισφέρουν τα συνδυαστικά ενεργητικά ηλιακά συστήματα εξαρτάται – κυρίως – από τις κλιματολογικές συνθήκες, το υψόμετρο, τη γεωγραφική θέση και το μέγεθος της εγκατάστασης. Ανάλογα με το μέγεθος της εγκατάστασης, μπορούν να καλύψουν από πολύ μικρό, έως και ποσοστό μεγαλύτερο από το 80% των ετήσιων αναγκών θέρμανσης. Βέβαια, πολύ υψηλές καλύψεις δεν αποτελούν οικονομικά βιώσιμες λύσεις. Η ιδανική σχέση κόστους - απόδοσης είναι η επίτευξη μιας κάλυψης της τάξης του 40-60% του συνολικού θερμικού φορτίου.

Καθοριστικοί παράγοντες για τη μεγιστοποίηση της απόδοσης είναι ο προσανατολισμός και η γωνία κλίσης του συλλέκτη. Ο προσανατολισμός πρέπει να είναι νότιος με μέγιστη απόκλιση 20° και η γωνία κλίσης ίση με το γεωγραφικό πλάτος του τόπου. Τέλος, επειδή δεν είναι αποδοτική η θέρμανση του υγρού σε υψηλές θερμοκρασίες, τα combi συνδυάζονται ιδανικά με ενδοδαπέδια ή ενδοτοιχία θέρμανση (Περδίδς, 2007).

3.3.3.2 Αιολική ενέργεια – Μικρές Ανεμογεννήτριες

Αιολική ενέργεια ονομάζεται η ανανεώσιμη μορφή ενέργειας που αξιοποιεί τον άνεμο για την ηλεκτροπαραγωγή. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται με τις ανεμογεννήτριες. Η ισχύς τους ποικίλλει και διαχωρίζονται σε μικρές ή οικιακές και μεγάλες.

Οι μεγάλες ανεμογεννήτριες χρησιμοποιούνται κατά ομάδες, σε απομακρυσμένες εκτάσεις, μακριά από κατοικημένες περιοχές, συγκροτώντας κατ' αυτόν τον τρόπο αιολικά πάρκα μεγάλης συνολικής ισχύος. Παρότι έχουν κατασκευαστεί δεκάδες αιολικά πάρκα στην Ελλάδα την τελευταία εικοσαετία, υπάρχει σαφές περιθώριο μεγαλύτερης εκμετάλλευσης του αιολικού δυναμικού της χώρας. Σε πολλές περιπτώσεις μελέτες αιολικών πάρκων έμειναν απραγματοποίητες, εξαιτίας των αντιδράσεων τοπικών κοινωνιών, επειδή θεωρούσαν πως θα συνέτειναν στην υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος. Μπορεί τα αιολικά πάρκα να αλλοιώνουν τη μορφή του τοπίου, όπου εγκαθίστανται, όμως συμβάλλουν καθοριστικά στην προστασία του περιβάλλοντος, είναι σίγουρα προτιμότερα από εγκαταστάσεις ηλεκτροπαραγωγής με συμβατικά καύσιμα και μελέτες έχουν δείξει ότι δεν έχουν αρνητικές επιπτώσεις ούτε στον άνθρωπο ούτε στους υπόλοιπους οργανισμούς που ζουν κοντά σε αυτά.

Οι μικρές ανεμογεννήτριες είναι ιδιαίτερα διαδεδομένες στις βορειοευρωπαϊκές χώρες και τη Βόρεια Αμερική. Στη χώρα μας η απουσία συγκεκριμένου νομοθετικού πλαισίου, οικονομικών κινήτρων για την εγκατάστασή τους, αλλά και ενημέρωσης συνέβαλαν στην πολύ μικρή αξιοποίηση της συγκεκριμένης τεχνολογίας στον κτηριακό τομέα.

Τα μεγέθη των οικιακών ανεμογεννητριών διαφέρουν και η επιλογή τους εξαρτάται τόσο από τις ενεργειακές ανάγκες ενός κτηρίου όσο και από τις οικονομικές δυνατότητες. Οι μικρότερες έχουν διάμετρο μικρότερη από 1m και ισχύ μικρότερη από ένα kW, ενώ υπάρχουν ακόμη και ανεμογεννήτριες με διάμετρο 20m και ισχύ 50 kW. Το μέγεθος των μικρών ανεμογεννητριών εξαρτάται άμεσα από την ισχύ λειτουργίας τους. Ενδεικτικά, μια ανεμογεννήτρια ισχύος 10kW έχει μέση διάμετρο πτερωτής 8m, μέσο ύψος πύργου 10m και η μέση ετήσια παραγωγή της για μέση ταχύτητα ανέμου 7m/sec ανέρχεται σε 30.000kWh. Αντίστοιχα, μια ανεμογεννήτρια 50kW έχει πτερωτή διαμέτρου 15m, ύψος πύργου 20m και παράγει για τις ίδιες συνθήκες περίπου 150.000kWh ηλεκτρικής ενέργειας το χρόνο.

Οι πιο συνηθισμένες παράμετροι για την κατηγοριοποίηση των μικρών ανεμογεννητριών είναι:

- η επιφάνεια σάρωσης του στροφείου (A),
- η διάμετρος του στροφείου (D) και
- η ονομαστική ισχύς λειτουργίας (P).

Όσον αφορά την τοποθέτησή τους, θα πρέπει να επιλέγονται σημεία που καθορίζονται από τους κανονισμούς, ούτως ώστε να μην προκαλούν οπτική ή ηχητική όχληση σε τρίτους, αλλά και να αξιοποιούν με το βέλτιστο δυνατό τρόπο το αιολικό δυναμικό της περιοχής. Γι' αυτό, πρέπει να τηρούνται αποστάσεις από γειτονικά κτήρια, αλλά ταυτόχρονα να μην απέχουν πολύ από το κτήριο που τροφοδοτούν, για να μην υπάρχουν απώλειες μεταφοράς, ενώ το ύψος του πύργου θα πρέπει να είναι τέτοιο, ούτως ώστε να μην υπάρχουν εμπόδια που θα μειώνουν την ένταση του ανέμου (www.windipedia.info).



Φωτογραφία 3.3: Μικρή ανεμογεννήτρια εγκατεστημένη σε στέγη

Οι ανεμογεννήτριες είναι στοχαστικό σύστημα, καθώς εξαρτώνται άμεσα από τις ευμετάβλητες καιρικές συνθήκες. Οπότε δύσκολα μπορούν να λειτουργήσουν ως αυτόνομα συστήματα. Για να αυξηθεί η αυτονομία τους μπορούν να συνδυαστούν με φωτοβολταϊκά στοιχεία ή άλλες διατάξεις παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ.

3.3.3.3 Γεωθερμία

Η γεωθερμία είναι μια ανεξήγητα παραγκωνισμένη μορφή ενέργειας στην Ελλάδα. Το γεωθερμικό δυναμικό της χώρας αξιοποιείται σε πολύ μικρό ποσοστό, παρά το μεγάλο αριθμό γεωθερμικών πηγών και μάλιστα σε πολύ μικρά –και άρα οικονομικά προσιτά– βάθη. Σε ολόκληρο τον κόσμο γίνονται πολυδάπανες γεωτρήσεις σε πολύ μεγάλα βάθη για να βρεθούν γεωθερμικοί ταμειυτήρες ακόμη και χαμηλής ενθαλπίας, η θερμοκρασία των οποίων δεν υπερβαίνει τους 70 – 80°C. Οικισμοί, ακόμη και ολόκληρες πόλεις στη Σουηδία, την Κίνα, τη Γερμανία, τις Η.Π.Α. και αλλού αξιοποιούν τη γεωθερμία για να καλύψουν τις ανάγκες για θέρμανση, ενώ το 2008 παράγονταν ηλεκτρική ισχύς με γεωθερμική ενέργεια σε 24 χώρες.

Οι χρήσεις της γεωθερμικής ενέργειας ποικίλλουν και εκτείνονται από τα ιαματικά λουτρά, τις ιχθυοκαλλιέργειες, τις υδατοκαλλιέργειες, τα θερμοκήπια, την παραγωγή ανθρακικού για τα αναψυκτικά και την επεξεργασία του βιοαερίου, μέχρι την ηλεκτροπαραγωγή από γεωθερμικές μονάδες, την επεξεργασία χαρτοπολτού και χαρτιού, την επεξεργασία τροφίμων, την ξήρανση ξυλείας και το βάψιμο των υφασμάτων.

Όσον αφορά τα κτήρια, η γεωθερμία χρησιμοποιείται στην ηλεκτροπαραγωγή και τη συμπαραγωγή θερμότητας, ενώ με τη βοήθεια γεωθερμικών αντλιών θερμότητας γίνεται ψύξη και θέρμανση όλο και περισσότερων κτηρίων. Τέλος, χρησιμοποιείται για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (Φυτίκας και Ανδρίτσος, 2004).

3.3.3.4 Βιομάζα

Βιομάζα ονομάζεται καθετί που έχει οργανική προέλευση και κατ' επέκταση όποιο υλικό προέρχεται από το φυσικό περιβάλλον και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάκτηση του ενεργειακού περιεχομένου. Η ενέργεια της βιομάζας αποτελεί μία δεσμευμένη και αποθηκευμένη μορφή της ηλιακής ενέργειας και προέρχεται από τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης. Αποτελεί μια ανεξάντλητη και φιλική προς το περιβάλλον πηγή ενέργειας και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, την παραγωγή υγρών καυσίμων (βιοντίζελ), ενεργειακές καλλιέργειες, καθώς και για την παραγωγή οργανοχημικών λιπασμάτων από πτηνοτροφικά απόβλητα (ΚΑΠΕ).

Στον κτηριακό τομέα, η βιομάζα είναι η πιο αρχέγονη μορφή θέρμανσης. Από την εποχή των σπηλαίων ακόμη, η φωτιά, που ζέσταινε τους αρχέγονους, δεν ήταν παρά καύση βιομάζας. Εξάλλου, η καύση βιομάζας είναι η πιο εύκολα αξιοποιήσιμη μορφή ενέργειας για τη θέρμανση. Αλλά μέχρι και σχετικά πρόσφατα, τα κτήρια θερμαίνονταν κυρίως με διατάξεις που χρησιμοποιούσαν ως καύσιμο τη βιομάζα (τζάκι, ξυλόσομπες). Η βιομάζα χρησιμοποιείται διαχρονικά εκτός από τη θέρμανση των χώρων, στο μαγείρεμα και στην παραγωγή ζεστού

νερού χρήσης. Αξίζει να σημειωθεί ότι η συμμετοχή της βιομάζας στο ενεργειακό ισοζύγιο της Ελλάδας, το 1960, ανέρχονταν σε ποσοστό μεγαλύτερο του 40%, ενώ το 1980 περιορίστηκε, μόλις, στο 8% περίπου (Κοντορούπης, 2005 και Γιαννιού, 2004).

Η τεχνολογική εξέλιξη ανέπτυξε και αυτή τη μορφή ενέργειας, και πλέον η ενεργειακή απόδοση της καύσης βιομάζας έχει αυξηθεί, ενώ με τις κατάλληλες διατάξεις μπορούν να θερμανθούν πολύ μεγαλύτεροι χώροι, ακόμη και κτήρια. Οι διατάξεις που χρησιμοποιούνται για θέρμανση χώρων είναι οι εξής:

- συμβατικά τζάκια
- «ενεργειακά» τζάκια με υψηλούς βαθμούς απόδοσης και αεραγωγούς για να μεταφέρεται η θερμότητα σε πολλούς χώρους
- συστήματα κεντρικής θέρμανσης με λέβητες ξύλου, πυρηνόξυλου ή πελλετών (pellets)
- σόμπες ξύλου, πελλετών, πυρηνόξυλου

Την τελευταία δεκαετία έχει επιτευχθεί μεγάλη μείωση των εκπομπών των λεβήτων βιομάζας, ενώ οι αποδόσεις είναι αντίστοιχες των λεβήτων πετρελαίου και αερίου. Επίσης έχει ενισχυθεί και η αξιοπιστία της αυτόματης λειτουργίας του λέβητα. Οι σύγχρονοι λέβητες που χρησιμοποιούν τεμαχίδια ξύλου ή πελλέτες είναι συσκευές υψηλής τεχνολογίας με αυτόματη τροφοδοσία καυσίμου, λειτουργούν σε υψηλές θερμοκρασίες και με ηλεκτρονικά ελεγχόμενη παροχή αέρα και έχουν απόδοση περισσότερο από 90% της ενέργειας που περιέχεται στο ξύλο για θέρμανση. Αν συγκριθούν με τα συμβατικά τζάκια που αποδίδουν το 10% της ενέργειας ή με τους συμβατικούς λέβητες ξύλου που αποδίδουν το 50% είναι σαφώς πιο αποδοτικοί.

Οι σύγχρονοι λέβητες ξύλου δεν παράγουν ορατό καπνό και οι εκπομπές τους είναι τόσο χαμηλές, όσο και αυτές των λεβήτων φυσικού αερίου. Τα πιο εξελιγμένα μοντέλα διαθέτουν αυτόματο σύστημα καθαρισμού των επιφανειών εναλλακτών θερμότητας και αυτόματη απομάκρυνση της τέφρας. Ορισμένα μοντέλα συμπιέζουν την τέφρα, ώστε το καθάρισμα να είναι αναγκαίο μόνο δύο φορές το χρόνο (Γιαννιού, 2004).

3.3.3.5 Τηλεθέρμανση

Τα δίκτυα τηλεθέρμανσης παρέχουν με ελάχιστο κόστος θερμό νερό, ατμό ή θερμό αέρα στους καταναλωτές για την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης, με αξιοποίηση της πρωτογενούς μορφής θερμικής ενέργειας που δεν μετατρέπεται σε άλλη μορφή ενέργειας (συνήθως ηλεκτρική), εφόσον υπάρχει τέτοιος σταθμός σε σχετικά κοντινή απόσταση. Μια εγκατάσταση τηλεθέρμανσης αποτελείται από το δίκτυο εκτός και το δίκτυο εντός του υπό εξυπηρέτηση κτηρίου. Στο δίκτυο που βρίσκεται έξω από το υπό εξυπηρέτηση κτήριο ανήκουν τα συγκροτήματα κτηρίων, τα οποία τροφοδοτούνται από κοινό λεβητοστάσιο. Το κάθε κτήριο του συγκροτήματος συνδέεται με την παραγωγική μονάδα με θερμομονωμένους αγωγούς διαφόρων τύπων ανάλογα με το μέγεθος της εγκατάστασης, το είδος του θερμοφορέα και το επιτρεπόμενο κόστος. Τα δίκτυα αυτά είναι –κατά κύριο λόγο– υπόγεια, σε επισκέψιμα ή μη κανάλια, με μεσολάβηση υποσταθμών, αν οι αποστάσεις είναι μεγάλες. Οι υποσταθμοί υπάρχουν τόσο για τη μετατροπή του θερμοφορέα όσο και για τη ρύθμιση της πίεσης του

ατμού ή της θερμοκρασίας και της ποσότητας του διερχόμενου θερμού νερού, ανάλογα με τις ανάγκες του εκάστοτε κτηρίου.

Τα πλεονεκτήματα της τηλεθέρμανσης έναντι των συστημάτων ατομικής θέρμανσης, ειδικά σε οικισμούς και πόλεις, οι οποίες βρίσκονται κοντά σε ένα σταθμό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, είναι σαφή. Επειδή οι περιοχές αυτές έχουν ήδη επιβαρυμένη ατμόσφαιρα από τους ρύπους των εργοστασίων, η τηλεθέρμανση περιορίζει σε πολύ μεγάλο βαθμό την περαιτέρω ατμοσφαιρική ρύπανση από τους –συνήθως κακοσυντηρημένους και με μειωμένη απόδοση καύσης– ατομικούς καυστήρες. Ακόμη, περιορίζεται ο κίνδυνος πυρκαγιών, λόγω μείωσης των εστιών, εξοικονομούνται τεράστιες ποσότητες καυσίμων και μειώνεται σημαντικά το κόστος θέρμανσης. Τέλος, η συνεχής λειτουργία εξασφαλίζει μεγαλύτερη προσαρμοστικότητα της θέρμανσης στις ακραίες συνθήκες, εξοικονομεί υπόγειους χώρους στα κτήρια και εξασφαλίζει μεγαλύτερη καθαριότητα σ' αυτά.

Τα αστικά δίκτυα τηλεθέρμανσης, ανάλογα από τη θέση των κύριων καταναλωτών, την πυκνότητα ζήτησης και τη μορφή του οδικού δικτύου, μπορούν να είναι ανοικτά (ακτινωτά), κλειστά (δακτυλιοειδή) ή βρογχικά (Κοντορούπης, 2000).

Η πρώτη μικρού μεγέθους εγκατάσταση τηλεθέρμανσης στην Ελλάδα ξεκίνησε στην Πτολεμαΐδα το 1960. Συνέδεε τον οικισμό της ΔΕΗ στο Προάστιο Εορδαίας με τον ΑΗΣ Πτολεμαΐδας. Από τότε η τηλεθέρμανση αναπτύχθηκε και πλέον οι πόλεις της Κοζάνης, της Πτολεμαΐδας, του Αμυνταίου, του Φιλώτα και της Φλώρινας στη Δυτική Μακεδονία και της Μεγαλόπολης στην Πελοπόννησο απολαμβάνουν τα πλεονεκτήματά της, καθώς αξιοποιούν το θερμικό φορτίο των γειτονικών θερμοηλεκτρικών σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

4. Οικονομική Αξιολόγηση Επενδύσεων

4.1 Εισαγωγή

Η εφαρμογή των διαφόρων μέτρων και δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας, η επιλογή δηλαδή εκτέλεσης κάποιων ενεργειακών έργων και κυρίως αυτών με μέσο ή υψηλό αρχικό κόστος επένδυσης, πρέπει να είναι όχι μόνο τεχνικά τεκμηριωμένα αλλά και οικονομικά βιώσιμη. Μόνο εάν προηγηθεί μια εκτενής οικονομική ανάλυση, είναι δυνατή η ορθή ιεράρχηση των προτεινόμενων μέτρων, με σκοπό την επιλογή των βέλτιστων κατά περίπτωση λύσεων, οι οποίες θα απορροφήσουν τα περιορισμένα σε σχέση με το κόστος του συνόλου των δυνατών προτάσεων, διαθέσιμα κεφάλαια. Οι στόχοι της οικονομικής αξιολόγησης των προτεινόμενων ενεργειακών έργων, είναι συνοπτικά οι εξής:

- Προσδιορισμός των επενδύσεων, με τις οποίες θα χρησιμοποιηθούν κατά το βέλτιστο τρόπο τα προς επένδυση κεφάλαια
- Εξασφάλιση της διαθεσιμότητας του βέλτιστου οφέλους από την εκτέλεση του κάθε έργου – μέτρου
- Ελαχιστοποίηση των σχετικών επενδυτικών κινδύνων
- Προσδιορισμός μιας βάσης για τη μεταγενέστερη ανάλυση της απόδοσης του κάθε έργου – μέτρου

Από τα παραπάνω γίνεται προφανές ότι, σε κάθε περίπτωση, πριν από τις όποιες επεμβάσεις αντικατάστασης εξοπλισμού ή εισαγωγής νέων, περιβαλλοντικά φιλικών και ενεργειακών τεχνολογικών λύσεων, θα πρέπει να εξαντλούνται τα περιθώρια εξοικονόμησης ενέργειας μέσω της εφαρμογής των μέτρων μηδενικού κόστους (τα οποία αφορούν στην βελτιστοποίηση της λειτουργίας του εξοπλισμού και στην ορθή και τακτική συντήρηση της εγκατάστασης). Η πρακτική αυτή, αποτελεί τη βασική αρχή της τεχνοοικονομικής ιεράρχησης των δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας (ΚΑΠΕ, Οδηγός Ενεργειακής Διαχείρισης στα Κτίρια, 1996).

Η παρουσίαση μιας ολοκληρωμένης πρότασης, για την εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας, προαπαιτεί μια σειρά πληροφοριών, οι οποίες μεταξύ άλλων, περιλαμβάνουν (Καρυδογιάννης, 1996):

- Συνοπτική ανάλυση της υφιστάμενης συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης στα υπό αναβάθμιση ενεργειακά συστήματα
- Καταγραφή των τυχόν υπαρχόντων μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας
- Παραδειγματική περιγραφή των επιτευγμάτων από την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης
- Προμελέτη σκοπιμότητας για τη συσχέτιση των στοιχείων αρχικού και λειτουργικού κόστους και οφέλους των σχετικών επενδύσεων
- Προκαταρκτική έρευνα αγοράς για τους πιθανούς προμηθευτές του σχετικού εξοπλισμού

Η δομή της πρότασης για ένα έργο εξοικονόμησης ενέργειας, πρέπει να διευκρινίζει τους λόγους για τους οποίους προτείνεται το μέτρο και τις επιδιώξεις που υπάρχουν από την εφαρμογή του μέτρου, δηλαδή τα τεχνικά, οικονομικά, περιβαλλοντικά και κοινωνικά οφέλη που αναμένονται από το έργο.

4.2 Ορολογία Οικονομικών Μεγεθών

Στις περισσότερες εφαρμογές απαιτούνται αρχικές επενδύσεις για την υλοποίηση των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας. Οι επενδύσεις αυτές πρέπει να δικαιολογηθούν μέσω της μείωσης των λειτουργικών εξόδων, που προκύπτουν από την μείωση του κόστους ενέργειας.

Οι βελτιώσεις των ενεργειακών συστημάτων έχουν πάντοτε μία καθυστερημένη απόδοση, επειδή τα έξοδα γίνονται στην αρχή της επέμβασης και τα οφέλη προκύπτουν αργότερα. Η διάρκεια ζωής μίας επέμβασης σ' ένα ενεργειακό σύστημα εκτείνεται συνήθως σε αρκετά έτη. Για να είναι ένα έργο οικονομικά αξιόλογο, θα πρέπει η απαιτούμενη αρχική του επένδυση να είναι χαμηλότερη από το άθροισμα των ποσών εξοικονόμησης, τα οποία προκύπτουν από τη μείωση των λειτουργικών εξόδων κατά τη διάρκεια ζωής της επέμβασης (Μαγείρου, 1993).

4.2.1 Διαχρονική αξία χρήματος

Στόχος κάθε επένδυσης είναι η μεγιστοποίηση των ωφελειών που θα προκύψουν από αυτή σε επόμενη χρονική περίοδο. Ως συμφέρουσα μπορεί να θεωρηθεί μια επένδυση, η οποία αποδίδει στον επενδυτή ένα όφελος ή μια ικανοποίηση τουλάχιστον ισοδύναμη με την ικανοποίηση που του προσφέρει η παρούσα χρήση του χρήματος.

Βέβαια, το όφελος από μια επένδυση μπορεί να προκύψει μόνο μελλοντικά. Γενικά, είναι αποδεκτό ότι μια μονάδα χρήματος έχει μεγαλύτερη αξία τώρα απ' ό,τι στο μέλλον. Δεδομένου ότι το χρήμα έχει ένα κόστος ευκαιρίας, χρήματα τώρα αξίζουν περισσότερο από χρήματα αργότερα, ακόμα και όταν δεν υπάρχει πληθωρισμός. Προκειμένου, λοιπόν, να είναι δυνατή η σύγκριση χρηματοροών που ανακύπτουν σε διαφορετικές χρονικές στιγμές, επιβάλλεται η χρήση ενός μηχανισμού, μέσω του οποίου θα γίνεται αναγωγή ενός ποσού από μια χρονική στιγμή σε μια άλλη.

Η διαχρονική αυτή αναγωγή γίνεται με βάση απλές μαθηματικές εκφράσεις, τους τύπους αναγωγής ή τύπους επικαιροποίησης. Βασική προϋπόθεση χρήσης αυτών των τύπων είναι η ύπαρξη ενός μέτρου της διαχρονικής αξίας του χρήματος. Το μέτρο αυτό ονομάζεται συντελεστής επικαιροποίησης (Σ.Ε) και εκφράζεται σε ποσοστό επί τοις εκατό(%) ανά χρονική περίοδο ανατοκισμού. Επιπλέον, μπορεί να αναφερθεί και ως επιτόκιο προεξόφλησης ή επιτόκιο αναγωγής. Η οικονομική αξιολόγηση μίας επένδυσης γίνεται με τη βοήθεια των παρακάτω δεικτών (Μαγείρου, 1993).

4.2.2 Απλοποιημένος Χρόνος Απόσβεσης

Χρόνος απόσβεσης (ΧΑ) ή χρόνος αποπληρωμής της επένδυσης είναι το ηλικίο της αρχικής δαπάνης της επένδυσης προς το ετήσιο όφελος που προκύπτει από αυτήν.

$$ΧΑ = \frac{\text{Αρχική Δαπάνη Επένδυσης (ΑΔ) ή Κεφάλαιο}}{\text{Ετήσιο Όφελος (ΕΟ) ή Εξοικονόμηση}}$$

ΧΑ: Χρονικές μονάδες

ΑΔ: Χρηματικές μονάδες

ΕΟ: Χρηματικές μονάδες/χρονικές μονάδες

Ο δείκτης αυτός βοηθά τον υποψήφιο επενδυτή στην εκτίμηση του οικονομικού κινδύνου μιας επένδυσης, αλλά δεν λαμβάνει υπόψιν τα οφέλη της επένδυσης μετά την περίοδο αποπληρωμής και την επίδραση του χρόνου στην αξία του χρήματος.

4.2.3 Καθαρή Παρούσα Αξία

Η Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ) προκύπτει από την προεξόφληση στο παρόν και την άθροιση όλων των ετήσιων καθαρών χρηματοροών που προβλέπονται σε ολόκληρο το χρόνο ζωής μίας επένδυσης.

$$NPV = \sum_t [C_0 + C_1(1+i)^{-1} + C_2(1+i)^{-2} \dots + C_t(1+i)^{-t} \dots + C_k(1+i)^{-k} + Y_k(1+i)^{-k}]$$

όπου i το επιτόκιο προεξόφλησης, k ο χρονικός ορίζοντας της ανάλυσης και Y_k η υπολειμματική αξία στο χρόνο k .

Η τιμή NPV αξιολογείται ως εξής:

- Αν $NPV > 0$, τότε η επένδυση εγκρίνεται (η απόδοση της είναι μεγαλύτερη από i)
- Αν $NPV < 0$, τότε η επένδυση απορρίπτεται (η απόδοση της είναι μικρότερη από i)
- Αν $NPV \approx 0$, τότε η απόδοση της επένδυσης είναι ίση με το επιτόκιο i και κρίνεται οριακή

Ο δείκτης NPV μετράται σε χρηματικές μονάδες και δίνει ένα μέτρο του κέρδους ή της ζημιάς που θα προκύψει από όλο το χρόνο λειτουργίας της επένδυσης. Είναι ιδιαίτερα χρήσιμος για τη συγκριτική αξιολόγηση εναλλακτικών επενδυτικών σχεδίων με προκαθορισμένο αποτέλεσμα, γιατί επιτρέπει την άμεση σύγκριση της απόδοσης σε χρηματικούς όρους. Για τον ίδιο λόγο, δεν είναι κατάλληλος για την ιεράρχηση ανόμοιων επενδύσεων, δηλαδή επενδύσεων διαφορετικής κλίμακας και διαφορετικού κόστους επένδυσης.

4.2.4 Εσωτερικός βαθμός απόδοσης της επένδυσης

Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης (EBA ή IRR) μιας επένδυσης, είναι το επιτόκιο το οποίο εξισώνει την Παρούσα Αξία των προβλεπόμενων μελλοντικών χρηματικών ροών με τις προεξοφλημένες ροές κόστους της επένδυσης. Με άλλα λόγια, ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης ορίζεται ως το επιτόκιο αναγωγής $k = EBA$ το οποίο μηδενίζει τη ΚΠΑ και προσδιορίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$-K_0 + \sum_{v=1}^n \frac{KTP_t}{(1 + EBA)^t}$$

Η αξιολόγηση ενός επενδυτικού σχεδίου γίνεται ως εξής:

- εάν η ελάχιστη απόδοση $k < EBA$ τότε έχουμε επιλογή του επενδυτικού σχεδίου
- εάν η ελάχιστη απόδοση $k > EBA$ τότε έχουμε απόρριψη του επενδυτικού σχεδίου
- εάν η ελάχιστη απόδοση $k = EBA$ τότε έχουμε αδιαφορία του επενδυτή ως προς την επιλογή του έργου

Μεταξύ δύο εναλλακτικών επενδύσεων προκρίνεται αυτή με το μεγαλύτερο εσωτερικό βαθμό απόδοσης (Eastop and Croft, 1996).

4.2.4 Λόγος οφέλους κόστους

Ένα άλλο κριτήριο οικονομικής βιωσιμότητας μιας επένδυσης είναι ο λόγος οφέλους/κόστους (Benefit/Cost Ratio - BCR). Το BCR ορίζεται ως το πηλίκο του συνολικού οφέλους προς το συνολικό κόστος μιας επένδυσης κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής της με όλα τα ποσά ανηγμένα σε παρούσα αξία. Ορίζεται ως:

$$BCR = \frac{\sum_{t=1}^N \frac{B_t}{(1+k)^t}}{\sum_{t=1}^N \frac{C_t}{(1+k)^t}}$$

όπου

B_t : το όφελος κατά το έτος t

C_t : κόστος κατά το έτος t (η τιμή C_0 αντιστοιχεί στην αρχική επένδυση)

k : το επιτόκιο αναγωγής.

N : η διάρκεια ζωής του σχεδίου επένδυσης σε έτη

Το συγκεκριμένο κριτήριο αξιοποιεί δηλαδή την παρούσα αξία των καθαρών ταμειακών ροών κατά τη διάρκεια της ζωής του σχεδίου προς το σύνολο της αρχικής επένδυσης. Κριτήριο αποδοχής ή απόρριψης αποτελεί η σχέση του λόγου με τη μονάδα. Πιο συγκεκριμένα:

- $BCR > 1$, η επένδυση θεωρείται συμφέρουσα
- $BCR = 1$, η επένδυση θεωρείται οριακή, μπορεί να υλοποιηθεί όταν δεν υπάρχει καλύτερη εναλλακτική λύση
- $BCR < 1$, η επένδυση απορρίπτεται.

Για τη σύγκριση δύο εναλλακτικών λύσεων δεν ισχύει ότι αυτή με το μεγαλύτερο λόγο οφέλους/κόστους είναι και η καλύτερη (www.logistics.tuc.gr).

4.3 Οικονομικά Στοιχεία Υπολογισμών

Στο πειραματικό σκέλος της εργασίας τα οικονομικά αποτελέσματα των δεδομένων όσο και αυτά της αναγωγής της τελικής χρήσης ενέργειας και εκπομπής ρύπων σε πρωτογενή ενέργεια υπολογίστηκαν βάση των πινάκων 4.1 – 4.3, καθώς τα δεδομένα του λογισμικού του ΚΕΝΑΚ έχουν προκαθορισμένες τιμές κόστους ενέργειας (πετρέλαιο, ηλεκτρισμός, κλπ) και σύμφωνα με τιμές περασμένων ετών που δεν αντανακλούν τη σημερινή πραγματικότητα.

Αναλυτικότερα έχουμε:

Πίνακας 4.1: Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια

Πηγή Ενέργειας	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια	Εκλυόμενοι ρύποι ανά μονάδα ενέργειας (kgCO ₂ /kWh)
Φυσικό αέριο	1,05	0,196
Πετρέλαιο θέρμανσης	1,10	0,264
Ηλεκτρική ενέργεια	2,90	0,989
Βιομάζα	1,00	-

Πίνακας 4.2: Τιμές ανά είδος καυσίμου

Είδος Καυσίμου	Τιμή (€/KWh)
Πετρέλαιο θέρμανσης	0,15400
Ηλεκτρισμός	0,11165
Φυσικό αέριο	0,06911

*Η τιμή του ηλεκτρισμού δίνεται ως μέσος όρος των τιμών του τιμολογίου Γ1 της ΔΕΗ λόγω του «βαθμωτού» χαρακτήρα του πίνακα τιμών. Δηλαδή έχουμε άλλη τιμολόγηση για τις πρώτες 800 KWh, 801 – 1600 KWh, 160 – 2000 Kwh, 2001 – 3000 KWh και 3000 – και άνω KWh. Οι τιμές έχουν βασιστεί βάση καταναλώσεων και τετραγωνικών.

Παρακάτω παρατίθεται ο πίνακας 4.3 σύμφωνα με τα επίσημα στοιχεία του ΑΔΜΗΕ για το ενεργειακό μείγμα ηλεκτροπαραγωγής της Ελλάδος για το έτος 2013. Τα δεδομένα αφορούν στο διασυνδεδεμένο δίκτυο.

Η ηλεκτρική ενέργεια στην Ελλάδα παράγεται από τον λιγνίτη σε Ατμοηλεκτρικούς Σταθμούς (ΑΗΣ), κυρίως στη Δυτική Μακεδονία (Κοζάνη, Πτολεμαΐδα, Φλώρινα) αλλά και στη Μεγαλόπολη Αρκαδίας. Ο τελευταίος λιγνιτικός ΑΗΣ που εντάχθηκε στο σύστημα ήταν ο ΑΗΣ Μελίτης (330MW) στη Φλώρινα, το 2003. Έκτοτε, πολλοί ΑΗΣ με φυσικό αέριο εντάχθηκαν στο σύστημα από τρίτους - σταθμοί οι οποίοι χαρακτηρίζονται από χαμηλό κόστος επένδυσης αλλά υψηλό κόστος λειτουργίας.

Πίνακας 4.3: Ενεργειακό μείγμα της Ελλάδος 2013

Ενεργειακό μείγμα Ελλάδος	
Είδος	Ποσοστό συμμετοχής
Λιγνίτης	46%
Φυσικό αέριο	24%
ΑΠΕ	15%
Υδροηλεκτρικά	11%
Εισαγωγές	4%

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

Πειραματικό Μέρος

Εισαγωγή

Στο πειραματικό μέρος θελήσαμε να συγκρίνουμε σενάρια διαφορετικών παρεμβάσεων και να τα αξιολογήσουμε ως προς την εφαρμογή τους σε υπάρχοντα κτίρια κατοικίας. Για τη διεξαγωγή της έρευνας χρησιμοποιήσαμε το λογισμικό KENAK, το οποίο είναι το επίσημο εργαλείο του Ελληνικού κράτους για ενεργειακή αξιολόγηση και ενεργειακή κατηγοριοποίηση των κτιρίων, και το εφαρμόσαμε σε τρία κτίρια κατοικίας της περιοχής των Αθηνών. Τα στοιχεία των κατοικιών συλλέχθηκαν με επί τόπου αποτυπώσεις, εμπειρικές μετρήσεις και επιθεωρήσεις του μηχανολογικού εξοπλισμού.

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε και στις τρεις περιπτώσεις μελέτης ήταν η καταγραφή της υπάρχουσας κατάστασης (κατάσταση «0»), η αναγνώριση των σημείων όπου υστερούσαν ενεργειακά οι κατοικίες, ο εντοπισμός πιθανών εναλλακτικών παρεμβάσεων, η εφαρμογή τους βάση δύο διαφορετικών σεναρίων τα οποία διαφοροποιούνται ως προς την επιλογή συστήματος θέρμανσης, καθώς εκεί εντοπίστηκε πληθώρα εναλλακτικών επιλογών και τέλος, η δημιουργία της νέας επιθυμητής κατάστασης (κατάσταση «1»). Ύστερα πραγματοποιήθηκε η αξιολόγηση καθενός σεναρίου βάση της σύγκρισης νέας κατάστασης – υπάρχουσας κατάστασης και τέλος συγκρίναμε και επιλέξαμε ένα σενάριο εκ των δύο, απατώντας στο ερώτημα της θεωρητικής λήψης απόφασης συνεκτιμώντας το οικονομικό και το περιβαλλοντικό όφελος.

Τέλος, να τονιστεί ότι η οικονομική ανάλυση έγινε σύμφωνα με το κριτήριο του απλοποιημένου χρόνου απόσβεσης, όπως δηλαδή υπολογίζεται και μέσω του υπολογιστικού εργαλείου KENAK, χρησιμοποιώντας όμως επικαιροποιημένες τιμές εξοπλισμού και καυσίμων, έτσι ώστε να αποδίδονται καλύτερα οι υφιστάμενες συνθήκες της ενεργειακής αγοράς.

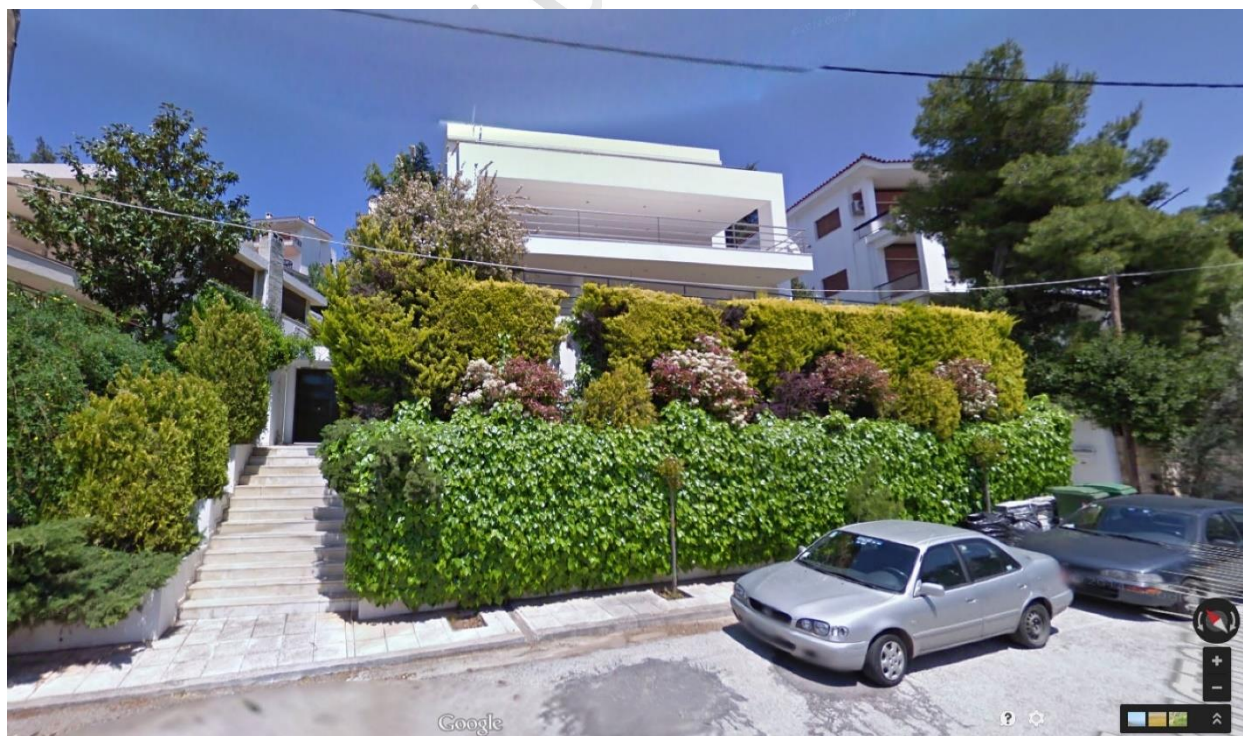
5. Μελέτη 1^{ης} Οικίας

5.1 Μελέτη υπάρχουσας κατάστασης

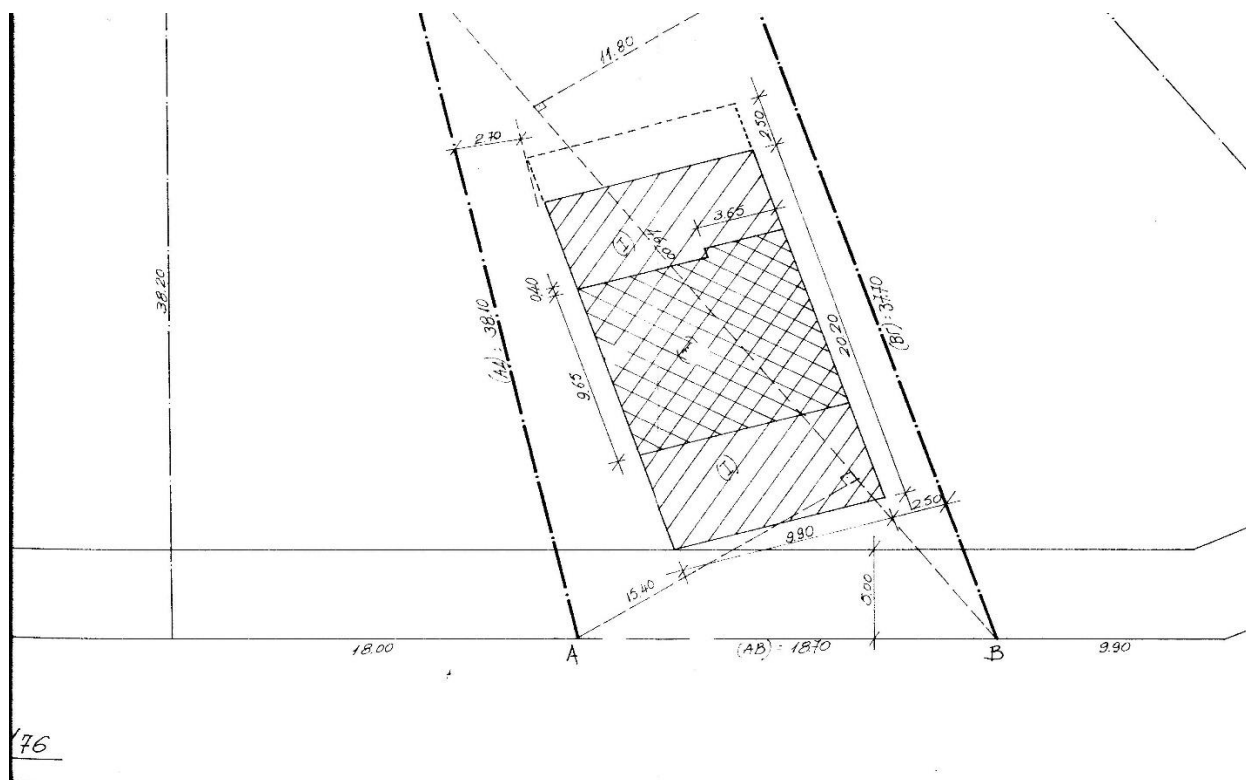
Στην παράγραφο αυτή παρουσιάζονται τα βασικά στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν για να γίνουν οι υπολογισμοί με τη βοήθεια του προγράμματος KENAK. Πιο συγκεκριμένα η πρώτη οικία (Φωτογραφία 5.1) προς μελέτη (case study) είναι μια διώροφη μονοκατοικία με υπόγειο συνολικού εμβαδού 391 m² (σχήμα 5.1) που βρίσκεται στο δήμο Κηφισιάς. Η κλιματική ζώνη στην οποία υπάγεται η περιοχή μελέτης είναι η Β (περιοχή Αττικής, όπως είδαμε αναλυτικότερα στη μεθοδολογία υπολογισμών στο θεωρητικό μέρος)

Η ημερομηνία έκδοσης της οικοδομικής άδειας είναι 29 Οκτωβρίου 1987. Από αυτό το γεγονός διαπιστώνουμε ότι το κτίριο δεν διαθέτει, σύμφωνα με τις τότε διατάξεις της νομοθεσίας (Φ.Ε.Κ.362/Δ'/4.7.1979), επαρκή θερμομόνωση. Παρά το γεγονός της εμφάνισης θερμομονωτικής μελέτης στα σχέδια, εισάγονται στο λογισμικό στοιχεία για κατασκευή με ανεπαρκή μόνωση λόγω των μη σαφών νομοθετικών διατάξεων της τότε εποχής, και κυρίως λόγω της παλαιότητας.

Το κτίσμα διαθέτει μία θερμαινόμενη και μία μη θερμαινόμενη ζώνη. Ουσιαστικά πρόκειται για τους χώρους κύριας χρήσης και τους βοηθητικής. Η επιφάνεια της θερμαινόμενης ζώνης είναι 283 m² και ο όγκος της 792,40 m³, το ύψος του τυπικού ορόφου είναι 2.80 m. Η θέση του κτιρίου θεωρείται ως «Εκτεθειμένο», καθώς περιμετρικά του κτίσματος υπάρχει κήπος (φωτογραφία 5.2). Οι πηγές ενέργειας είναι το πετρέλαιο για τις ανάγκες θέρμανσης και η ηλεκτρική για τις ανάγκες των οικιακών συσκευών, φωτισμού και ζεστού νερού χρήσης (ΖΝΧ). Τα στοιχεία αυτά περιγράφονται και στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 5.1).



Φωτογραφία 5.1: Πρόσοψη 1^{ης} οικίας



Σχήμα 5.1: Τοπογραφικό διάγραμμα οικίας

Πίνακας 5.1: Βασικά στοιχεία κατοικίας

Χρήση κτιρίου	Μονοκατοικία	Αριθμός Ορόφων	3
Έτος Κατασκευής	1987	Θερμομόνωση	ΝΑΙ
Συνολική Επιφάνεια (m ²)	391	Συνολικός όγκος (m ³)	1094,80
Θερμαινόμενη Επιφάνεια (m ²)	283	Θερμαινόμενος χώρος (m ³)	792,40
Έκθεση Κτιρίου	Εκτεθειμένο	Ύψος Τυπικού ορόφου	2.80
Αριθμός Θερμικών Ζωνών	1	Πηγή Ενέργειας	Πετρέλαιο
Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων	1		Ηλεκτρική

Πιο αναλυτικά τα επί μέρους στοιχεία του κτίσματος, αποτελούνται από τα αδιαφανή και διαφανή μέρη. Οι διαφανείς και αδιαφανείς επιφάνειες είναι οι εξής:

Πίνακας 5.2: Αδιαφανείς επιφάνειες

Αδιαφανείς επιφάνειες

Είδος	Προσανατολισμός	U (W/m ² K)	Επιφάνεια (m ²)
Πόρτα	Βόρειο - Ανατολικός	0.70	2.10
Τοιχοποιία	Βόρειο - Ανατολικός	1.00	80.00
Τοιχοποιία	Βόρειο - Ανατολικός	1.00	40.00
Πόρτα	Νότιο - Δυτικός	0.70	2.00
Τοιχοποιία	Νότιο - Δυτικός	1.00	80.00
Τοιχοποιία	Νότιο - Δυτικός	1.00	40.00
Τοιχοποιία	Νότιο - Ανατολικός	1.00	16.00
Σκεπή	Νότιο - Ανατολικός	1.05	120.00
Μεσοτοιχία	Νότιο - Ανατολικός	1.05	26.32
Τοιχοποιία	Βόρειο - Δυτικός	1.00	15.62
Σκεπή	Βόρειο - Δυτικός	1.05	54.45
ΣΥΝΟΛΟ			476.49

Πίνακας 5.3: Επιφάνειες σε επαφή με το έδαφος

Σε επαφή με το έδαφος			
Είδος	Προσανατολισμός	U (W/m ² K)	Επιφάνεια (m ²)
Δάπεδο	-	1.05	92.56
Τοιχοποιία	-	1.05	22.40
Τοιχοποιία	-	1.05	22.40
Τοιχοποιία	-	1.05	26.32
ΣΥΝΟΛΟ			163.68

Πίνακας 5.4: Διαφανείς επιφάνειες

Διαφανείς επιφάνειες			
Είδος	Προσανατολισμός	U (W/m ² K)	Επιφάνεια (m ²)
Ανοιγόμενο κούφωμα	Βόρειο - Δυτικός	3.70	2.97
Ανοιγόμενο κούφωμα	Βόρειο - Δυτικός	3.70	2.97
Ανοιγόμενο κούφωμα	Βόρειο - Δυτικός	3.70	3.19
Ανοιγόμενο κούφωμα	Νότιο - Δυτικός	3.70	1.70
Ανοιγόμενο κούφωμα	Νότιο - Δυτικός	3.70	1.70
Ανοιγόμενο κούφωμα	Νότιο - Δυτικός	3.70	1.00

Ανοιγόμενο κούφωμα	Νότιο - Ανατολικός	3.70	7.28
Ανοιγόμενο κούφωμα	Νότιο - Ανατολικός	3.70	3.50
ΣΥΝΟΛΟ			24.31

Για την τοιχοποιία έχουμε:

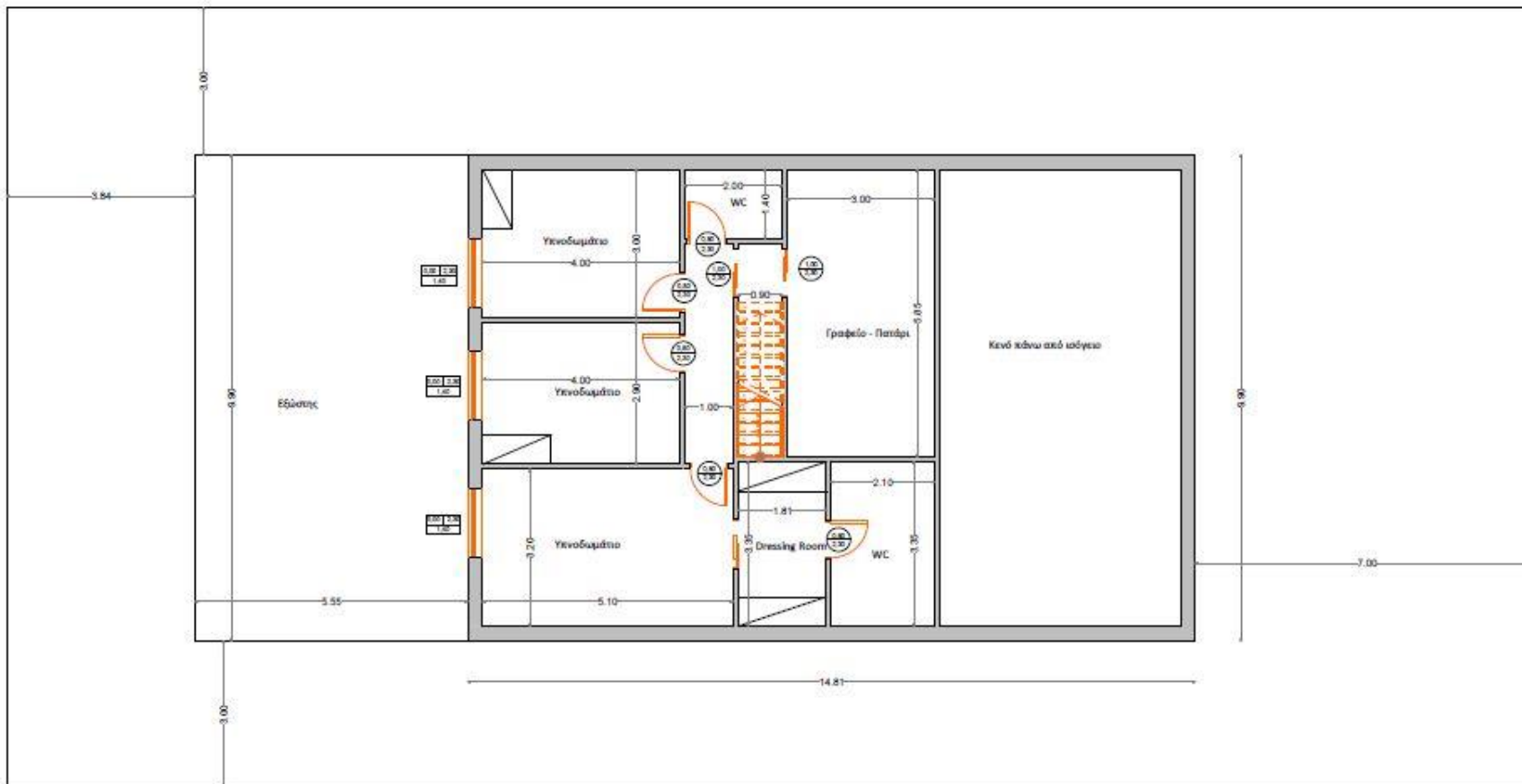
- 12.00 cm τούβλο (2 * 9.00 cm)
- 5.00 cm κενό (ή μόνωση από γερασμένη πολυουρεθάνη)
- 2.00 cm επίχρισμα

Σύνολο: 25.00 cm

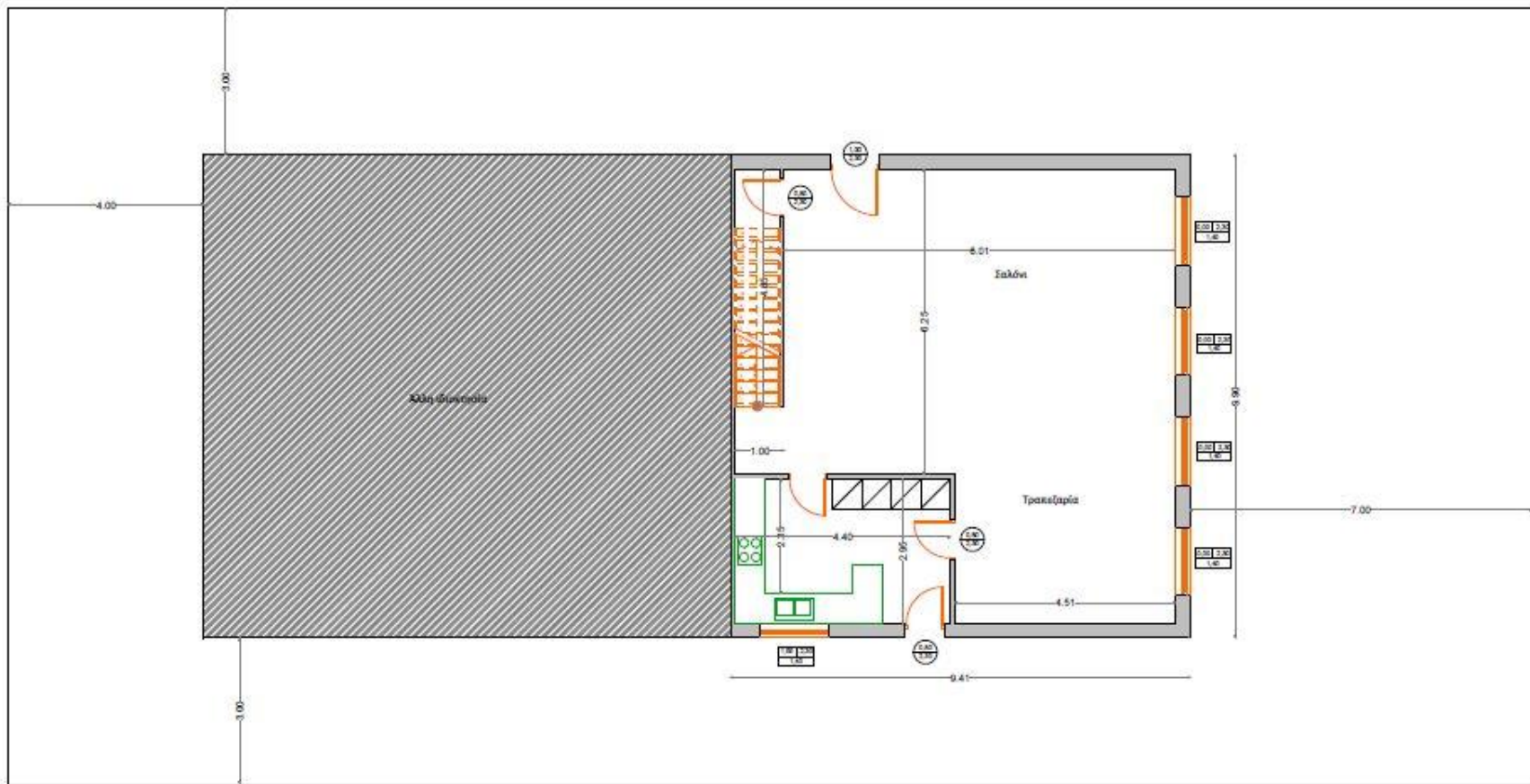
Με αυτά τα δεδομένα και επιπροσθέτων των αρχιτεκτονικών (Σχήματα 5.2, 5.3, 5.4) και της επιτόπου καταγραφής των ηλεκτρομηχανολογικών χαρακτηριστικών (Φωτογραφία 5.3), εισάγονται στο λογισμικό του KENAK τα αντίστοιχα δεδομένα σύμφωνα με τις οδηγίες της ΤΟΤΕΕ που παρουσιάστηκαν αναλυτικότερα στη παράγραφο 2.



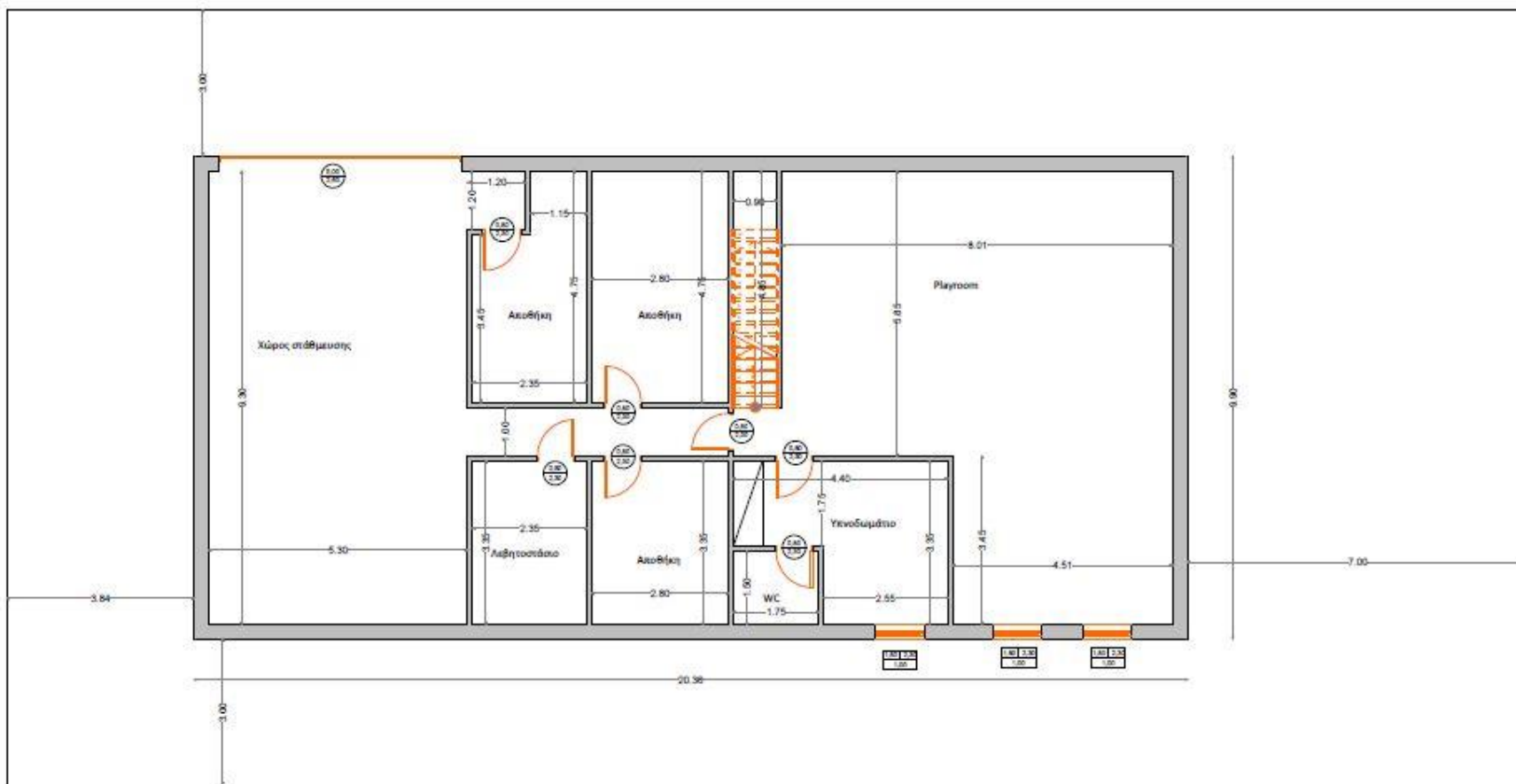
Φωτογραφία 5.2: Φωτογραφία από Google Maps



Σχήμα 5.2: Κάτοψη Ορόφου



Σχήμα 5.3: Κάτοψη Ισογείου



Σχήμα 5.4: Κάτοψη Υπογείου



Φωτογραφία 5.3: Λεβητοστάσιο

Αφού συμπληρωθούν τα παραπάνω δεδομένα και διεξαχθούν οι αντίστοιχοι υπολογισμοί, καταλήγουμε στα παρακάτω αποτελέσματα, τα οποία συνιστούν την αρχική κατάσταση «0».

Τα αποτελέσματα είναι τριών κατηγοριών:

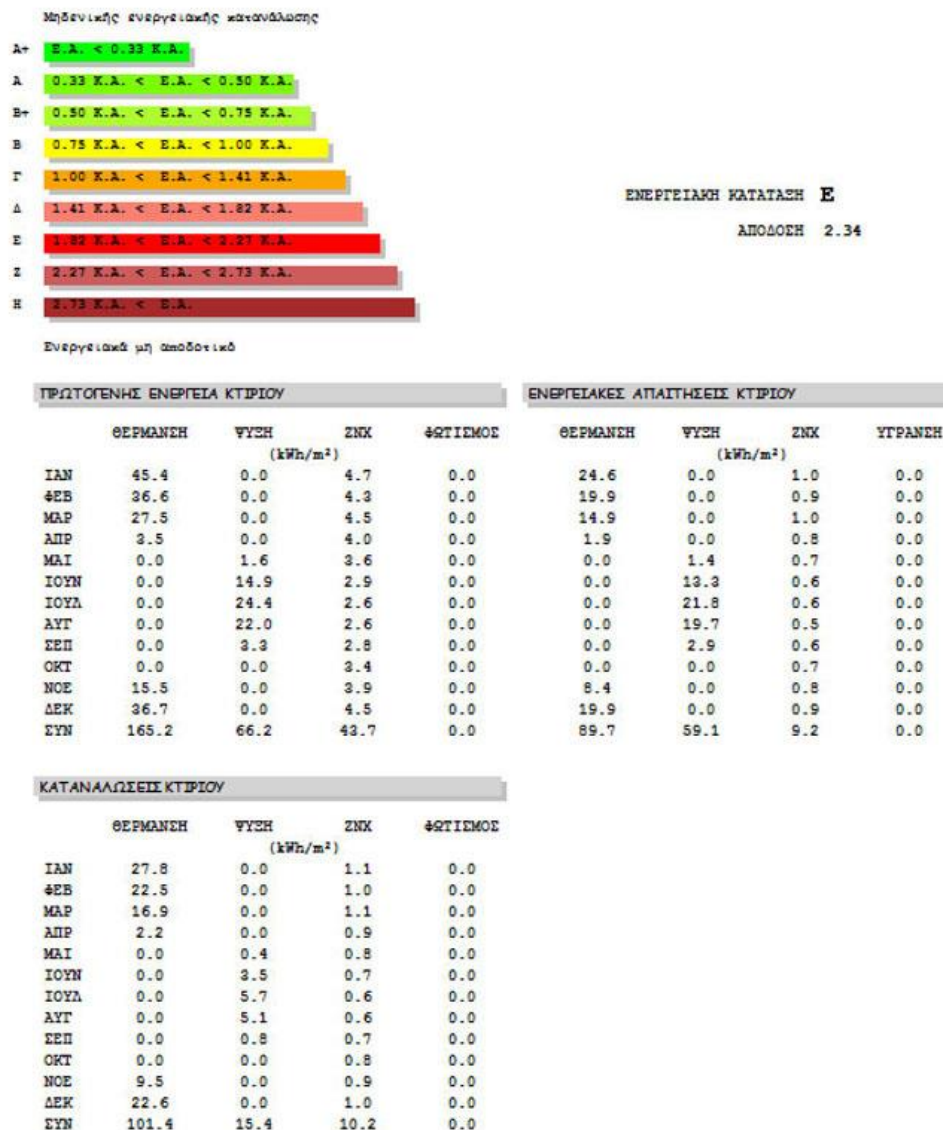
1. Ενεργειακή κατάσταση
2. Απαιτήσεις- Κατανάλωση
3. Οικονομοτεχνική ανάλυση

Στην πρώτη κατηγορία έχουμε την ενεργειακή κατάσταση του κτιρίου που προσομοιώθηκε. Εκτός αυτού, έχουμε και έναν αναλυτικό πίνακα με τις επιμέρους καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (θέρμανση, ψύξη, ΖΝΧ, φωτισμός, Συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ) (Εικόνα 5.1).

Στη δεύτερη κατηγορία παρατίθενται αναλυτικά οι ενεργειακές απαιτήσεις και η ενεργειακή κατανάλωση ανά τελική χρήση, αλλά και ανά μήνα, όπως επίσης και η κατανάλωση καυσίμου

και οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα για κάθε πηγή ενέργειας που χρησιμοποιείται, αλλά και συνολικά (Πίνακας 5.5-5.8).

Η τρίτη κατηγορία θα αναλυθεί πιο κάτω, όπου θα έχουμε και τα δεδομένα της νέας κατάστασης, ώστε να υπάρχει η δυνατότητα σύγκρισης αποτελεσμάτων και οικονομικών μεγεθών της επένδυσης.



Εικόνα 5.1: Ενεργειακή κατάταξη υπάρχουσας κατάστασης «0»

Το ενεργειακό πιστοποιητικό που εκδόθηκε (Εικόνα 5.1), κατηγοριοποιεί την κατοικία στην ενεργειακή κατάταξη αποδοτικότητας E, με τις παρακάτω ενεργειακές απαιτήσεις και καταναλώσεις ανά μήνα (Πίνακας 5.5 και 5.6).

Πίνακας 5.5: Ενεργειακές απαιτήσεις ανά μήνα

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	24.6	19.9	14.9	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.4	19.9	89.7
Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	13.3	21.8	19.7	2.9	0.0	0.0	0.0	59.1
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	0.0
ZNX	1.0	0.9	1.0	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	9.2

Πίνακας 5.6: Ενεργειακές καταναλώσεις ανά μήνα

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	27.8	22.5	16.9	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.5	22.6	101.4
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	3.5	5.7	5.1	0.8	0.0	0.0	0.0	15.4
ZNX	1.1	1.0	1.1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	10.2
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	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
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	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
Σύνολο	28.9	23.5	17.9	3.1	1.2	4.1	6.3	5.7	1.4	0.8	10.4	23.6	127.0

Παρακάτω, παρουσιάζονται οι καταναλώσεις καυσίμων και οι αντίστοιχες εκπομπές ρύπων CO₂, ανά πηγή ενέργειας (Πίνακας 5.7).

Πίνακας 5.7: Κατανάλωση καυσίμων και εκπομπών CO₂ ανά πηγή ενέργειας

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)	Εκπομπές CO ₂ (kg/m ²)
Ηλεκτρισμός	25.6	25.3
Πετρέλαιο	101.4	26.8
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	127.0	52.1

Τέλος, παρατίθενται τα συνοπτικά αποτελέσματα ανά τομέα κατανάλωσης και αναγόμενα σε πρωτογενή ενέργεια, όπως δηλαδή ζητούνται στην έκδοση πιστοποιητικού ΠΕΑ. Το ποσό της ενέργειας είναι 185.78 kWh/m².

Πίνακας 5.8: Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση (kWh/m²)

Τελική χρήση	Υπάρχον κτίριο
Θέρμανση	111,54
Ψύξη	44,66
ZNX	29,58
Φωτισμός	0,00
Συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ	0,00
Σύνολο	185,78
Κατάταξη	E

5.2 Προτεινόμενες Παρεμβάσεις

Σκοπός είναι να αναβαθμίσουμε ενεργειακά την κατοικία σύμφωνα με τις παρεμβάσεις που προτείνονται στο θεωρητικό μέρος. Σύμφωνα με το νομοθετικό πλαίσιο πρέπει ύστερα από επέμβαση αναβάθμισης να μεταβούμε σε ενεργειακή κατάταξη τουλάχιστον κατηγορίας Β. Στόχος της εργασίας είναι να επιτύχουμε τη μέγιστη ενεργειακή βελτίωση της συμπεριφοράς

του κτιρίου, δηλαδή στοχεύουμε σε όσο το δυνατόν υψηλότερη ενεργειακή κλάση, δηλαδή έχοντας για γνώμονα το περιβαλλοντικό κριτήριο.

Οι προτεινόμενες παρεμβάσεις είναι οι εξής:

5.2.1 Θερμομόνωση κελύφους

Αρχικά προτείνεται ως βασική παρέμβαση η θερμομόνωση κελύφους, καθώς όπως αναφέρθηκε η μόνωση είναι πλέον ανεπαρκής, τόσο λόγω παλαιότητας όσο και ανεπαρκούς τήρησης της κείμενης νομοθεσίας. Η θερμομόνωση επιλέγεται εξωτερική ώστε να εξοικονομηθούν οι εσωτερικοί χώροι και να λειανθούν οι εξωτερικές επιφάνειες, οι οποίες σύμφωνα με τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού όπως αναφέρονται στις ΤΟΤΕΕ, είναι ενεργειακά αποδοτικότερες. Επιπλέον έχουμε και αισθητική αναβάθμιση. Η διαδικασία εφαρμογής είναι το ξύσιμο και λείανση των εξωτερικών επιφανειών, η εφαρμογή κόλλας θερμομονωτικών πλακών, τοποθέτηση εξηλασμένης πολυστερίνης, μία στρώση οπλισμένου επιχρίσματος, τοποθέτηση πλέγματος και τέλος σοβάτισμα. Το κόστος για τα απαιτούμενα υλικά και τις εργασίες ανέρχεται στα 20.00 €/m² (www.isomat.gr/kelyfos). Το σύνολο της επιφάνειας που θα μονωθεί είναι 476.49 m² (από τον πίνακα 5.2 και 5.9). Συνολικά δηλαδή η παρέμβαση θα κοστίσει 10.000 ευρώ. Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται οι νέες τιμές του U value. Όσον αφορά τα κουφώματα, δεν θα αλλάξθούν, καθώς είναι πρόσφατα ανακαινισμένα και σύγχρονης θερμομονωτικής τεχνολογίας.

Πίνακας 5.9: Αδιαφανείς επιφάνειες

Αδιαφανείς επιφάνειες			
Είδος	Προσανατολισμός	U (W/m ² K)	Επιφάνεια (m ²)
Πόρτα	Βόρειο - Ανατολικός	0.70	2.10
Τοιχοποιία	Βόρειο - Ανατολικός	0.70	80.00
Τοιχοποιία	Βόρειο - Ανατολικός	0.70	40.00
Πόρτα	Νότιο - Δυτικός	0.70	2.00
Τοιχοποιία	Νότιο - Δυτικός	0.70	80.00
Τοιχοποιία	Νότιο - Δυτικός	0.70	40.00
Τοιχοποιία	Νότιο - Ανατολικός	0.70	16.00
Σκεπή	Νότιο - Ανατολικός	0.50	120.00
Μεσοτοιχία	Νότιο - Ανατολικός	0.70	26.32
Τοιχοποιία	Βόρειο - Δυτικός	0.70	15.62
Σκεπή	Βόρειο - Δυτικός	0.50	54.45
ΣΥΝΟΛΟ			476.49

Αναλυτικότερα για την τοιχοποιία έχουμε:

- 12.00 cm τούβλο (2 * 9.00 cm)
- 5.00 cm κενό (ή μόνωση από γερασμένη πολυουρεθάνη)
- 2.00 cm επίχρισμα
- 6.00 cm μόνωση

Συνολικό νέο πάχος τοίχου: 31.00 cm

5.2.2 Αυτοματισμοί – Θερμικές Ζώνες

Δεύτερη επέμβαση είναι η εισαγωγή καλύτερων και σύγχρονων αυτοματισμών και συστημάτων ελέγχου και διαχείρισης της ενέργειας, καθώς και ο χωρισμός του κτιρίου σε θερμικές ζώνες άνω της ενός. Αυτή η επέμβαση αφορά μόνο στο σενάριο «Αλλαγής καυσίμου καυστήρα» και όχι σε αυτό της «Αντλίας θερμότητας – air-condition» που περιγράφονται στην παρακάτω παράγραφο Συστημάτων Θέρμανσης.

Ο σχεδιασμός αφορά στο διαχωρισμό του κτίσματος σε τρεις θερμικές ζώνες (υπόγειο, ισόγειο, όροφος), που η κάθε μία αποτελεί και έναν ανεξάρτητο πλέον όροφο. Οι ενέργειες και τα υλικά που απαιτούνται είναι η τοποθέτηση ξεχωριστού θερμοστάτη σε κάθε επίπεδο – θερμική ζώνη, με τις αντίστοιχες καλωδιώσεις, μία ηλεκτροβάννα για κάθε διακλάδωση του υδραυλικού συστήματος των σωμάτων του καλοριφέρ σε κάθε όροφο, τα εργατικά του υδραυλικού και τα μερεμέτια που θα πρέπει να γίνουν στο τέλος. Αναλυτικότερα:

Πίνακας 5.10: Παρεμβάσεις και αντίστοιχα κόστη

Παρεμβάσεις	Κόστος (€)
Θερμοστάτες (x3) και καλωδιώσεις	300,00
Ηλεκτροβάννες (x3)	300,00
Εργατικά Υδραυλικού	250,00
Μερεμέτια	150,00
Σύνολο	1000,00

5.2.3 Συστήματα Θέρμανσης

Πλέον υπάρχουν πολλές λύσεις για επεμβάσεις στο τομέα της ενεργειακής αναβάθμισης. Ειδικότερα, στα συστήματα θέρμανσης – ψύξης εντοπίσαμε τις περισσότερες εναλλακτικές. Έτσι, σε αυτή την παράγραφο αναλύουμε και συγκρίνουμε δύο διαφορετικά είδη παρεμβάσεων.

5.2.3.1 Αλλαγή καυσίμου καυστήρα

Η επόμενη προτεινόμενη παρέμβαση είναι στην αλλαγή στο είδος του καυσίμου. Το πρώτο βήμα είναι να υπολογίσουμε την απαιτούμενη ισχύ του συστήματός μας.

Μια αξιόπιστη και απλή στη χρήση εξίσωση η οποία μας δίνει την θερμική ισχύ που χρειάζεται το κτίριο – σύμφωνα με τις Τεχνικές Οδηγίες (TOTEE) του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ) – το οποίο θα θερμανθεί είναι η εξής:

$$P_{gen} = A \times \Delta T \times U_m \times 2,5$$

όπου

P_{gen} : η θερμική ισχύς του κτιρίου σε W (μονάδα ισχύος)

A: η επιφάνεια του κελύφους: εκφρασμένη σε μ^2 τοποθετούμε όλη την επιφάνεια του κελύφους που θερμαίνεται, περιλαμβάνοντας δάπεδο, οροφή και κατακόρυφη επιφάνεια των τοίχων και ανοιγμάτων που έρχονται σε επιφάνεια με τον αέρα ή βρίσκονται σε επαφή με όμορα κτίρια.

ΔT : επιδιωκόμενη διαφορά θερμοκρασίας κατά τη θέρμανση σε βαθμούς κελσίου. Επιλέγουμε τις τιμές $\Delta T=18, 20, 23, 28$ ανάλογα με τη κλιματική ζώνη (Α, Β, Γ, Δ ζώνη) στην επικράτεια. Στην περίπτωσή μας επιλέγουμε $\Delta T=20$ καθώς το κτίριό μας βρίσκεται στη Β ζώνη.

U_m : συντελεστής που σχετίζεται με την ποιότητα θερμομόνωσης του κτιρίου. Επιλέγουμε 1,20 για μονωμένο κτίριο στη κλιματική ζώνη Β.

Τέλος, ο συντελεστής 2,5 είναι ένας παράγοντας στην σχέση (αδιάστατος) που μετατρέπει μετά την εισαγωγή των τριών αριθμών (A, ΔT , U_m) μονάδες και δίνει ισχύ σε Watt.

Οπότε έχουμε:

- $A_{\text{δαπέδου}} = 174.45 \mu^2$
- $A_{\text{οροφης}} = 174.45 \mu^2$
- $A_{\text{περ.τοιχων}} = 302.04 \mu^2$
- $\Delta T=20$
- $U_m = 1,2$

Αρα $P_{gen}=(174.45+174.45+302.04) \times 20 \times 1,2 \times 2,5 = 39.056,40W = 39,06 KW$.

Το προτεινόμενο μοντέλο λέβητα αερίου είναι το BAXI Slim 1490 iN. Πρόκειται για λέβητα αερίου, υψηλού βαθμού απόδοσης με ειδική προστασία κατά της βροχής και της υγρασίας (IPX5D). Ιδανικός για εφαρμογές ατομικής θέρμανσης και άμεσης παραγωγής ζεστού νερού χρήσης (ZNX).

- Ισχύς: 15.0 – 45.0 kW
- Θάλαμος Καύσης: Ανοικτός
- Χρήση: Θέρμανση και ζεστό νερό χρήσης 13.7 ΔΤ 25°C
- Διαστάσεις ΥxΠxΒ : 730 x 400 x 299 mm

Επιπρόσθετα στοιχεία σύμφωνα με το εγχειρίδιο χρήσης του εν λόγω μοντέλου αποτελούν:

- Compact διαστάσεις
- Υψηλή απόδοση
- Ευκολία στη χρήση
- Νέος εργονομικός σχεδιασμός για εύκολη συντήρηση
- Αυτοδιάγνωση βλαβών
- Δυνατότητα αντιστάθμισης με πρόσθετο εξωτερικό αισθητήριο
- Δύο επίπεδα θερμοκρασίας λειτουργίας 30/85°C & 30/45°C
- Καθαριζόμενο φίλτρο κυκλώματος θέρμανσης
- Παροχή ΖΝΧ με INOX πλακοειδή εναλλάκτη
- Μέτρηση παροχής ΖΝΧ με αισθητήρα HALL για βελτιστοποίηση της άνεσης
- Σύστημα αποφυγής μπλοκαρίσματος
- Πίνακας ελέγχου με LCD οθόνη για εύκολη επιλογή θερμοκρασίας και διάγνωσης βλαβών
- Αντιπαγετική προστασία στο κύκλωμα θέρμανσης και ζεστού νερού χρήσης
- Δυνατότητα σύνδεσης με ηλιακό σύστημα της BAXI

Σε αυτό το σενάριο προτείνεται λοιπόν η αλλαγή του συμβατικού καυστήρα πετρελαίου, βαθμού απόδοσης 0,90 (στοιχεία από φύλλο συντήρησης λέβητα), με έναν καυστήρα φυσικού αερίου νέας τεχνολογίας και βαθμού απόδοσης 91,20.

(Πηγή: http://www.baxi.it/en/docs/fourtech_CAT_UK.pdf)

Η εταιρεία Φυσικό Αέριο Αττικής Α.Ε. είναι ο πάροχος φυσικού αερίου και σύμφωνα με τα στοιχεία που συλλέχτηκαν (τέλη σύνδεσης, αλλαγή καυστήρα κλπ), το ποσό επένδυσης που χρειάζεται είναι 3.970,00 ευρώ.

(<http://www.aerioattikis.gr/default.aspx?pid=32&la=1&artid=11>)

Πίνακας 5.11: Παρεμβάσεις και αντίστοιχα κόστη

Παρεμβάσεις	Κόστος (€)
Καυστήρας Φ/Α	1.650,00
Εγκατάσταση Καυστήρα	500,00-
Εγκατάσταση Μετρητή	480,00
Σωληνώσεις (υλικά και εγκατάσταση)	800,00
Τέλη Σύνδεσης	540,00

Σύνολο	3.970,00
---------------	-----------------

5.2.3.2 Αντλία θερμότητας – Air-condition

Εκτός της αλλαγής καυσίμου, μπορεί να αντικατασταθεί πλήρως ο καυστήρας, και στη θέση του να τοποθετηθούν air-condition. Επιπλέον, με τις μονάδες air-condition υπάρχει και η δυνατότητα ψύξης κατά του θερινούς μήνες.

Για να αντισταθμίσουμε τις θερμικές ανάγκες της οικίας χρειαζόμαστε τουλάχιστον 132.000 Btu (περίπου 38.66 kW), σύμφωνα με τον υπολογισμό που έγινε στη παραπάνω παράγραφο, τα οποία πρέπει να κατανεμηθούν ορθά στους χώρους του κτιρίου. Επίσης, με τη χρήση μονάδων air-condition μπορούμε ευκολότερα να χωρίσουμε το σπίτι σε θερμικές ζώνες, έχοντας έτσι καλύτερη εξοικονόμηση, λόγω της καλύτερης χρήσης «αυτοματισμού».

Αναλυτικά στο χώρο του υπογείου (σχήμα 5.4) θα τοποθετηθούν δύο μονάδες κλιματιστικών συνολικής ισχύος 24.000 btu. Στο ισόγειο (σχήμα 5.3) θα εγκατασταθούν τρεις μονάδες, μία 12.000 btu στη κουζίνα, μία 24.000 btu στο σαλόνι και άλλη μία 24.000 btu στην τραπεζαρία. Σύνολο δηλαδή 60.000 btu. Τέλος, στον όροφο (σχήμα 5.2) θα εγκατασταθεί μία κεντρική μονάδα με δίκτυο διανομής (εκμεταλλευόμενοι το ύψος της οροφής) ισχύος 48.000 btu. Συνολικά δηλαδή θα εγκατασταθούν 132.000 btu τα οποία ισοδυναμούν με 38.66 kWatt.

Τα μοντέλα που προτείνονται είναι τα εξής:

- Για 12.000 btu: Fujitsu ASU9-12RLF1
Συντελεστής COP (θέρμανση) = 3.40
Συντελεστής EER (ψύξη) = 4.00
- Για 24.000 btu: Fujitsu UU18-24-36-42RCLX
Συντελεστής COP (θέρμανση) = 3.23
Συντελεστής EER (ψύξη) = 3.64
- Για 48.000 btu: Midea MTB-48HWN1-R
Συντελεστής COP (θέρμανση) = 2.80
Συντελεστής EER (ψύξη) = 2.74

Συνοπτικά, η αγορά και εγκατάσταση μονάδων air-condition στοιχίζει:

Πίνακας 5.12: Παρεμβάσεις και αντίστοιχα κόστη

Παρεμβάσεις	Κόστος (€)
Μονάδα air-condition #1	500,00

Εγκατάσταση μονάδας air-condition #1	150,00
Μονάδα air-condition #2	500,00
Εγκατάσταση μονάδας air-condition #2	150,00
Μονάδα air-condition #3	1800,00
Εγκατάσταση μονάδας air-condition #3	400,00
Μονάδα air-condition #4	1500,00
Εγκατάσταση μονάδας air-condition #4	400,00
Μονάδα air-condition #5	1500,00
Εγκατάσταση μονάδας air-condition #5	400,00
Μονάδα air-condition #6	500,00
Εγκατάσταση μονάδας air-condition #6	150,00
Σύνολο	7.950,00

5.2.4 Ηλιακός θερμοσίφωνας

Σύμφωνα με τις Τεχνικές Οδηγίες του ΤΕΕ, ο ηλιακός θερμοσίφωνας είναι η πλέον απαραίτητη παρέμβαση ενεργειακής αναβάθμισης και εξοικονόμησης.

Πιο συγκεκριμένα, για τη διαστασιολόγηση του ηλιακού ακολουθούμε τα εξής βήματα:

Βήμα 1:

Η μέση μηνιαία ζήτηση ενέργειας για παραγωγή ζεστού νερού υπολογίζεται με βάση την κατανάλωση ζεστού νερού για κάθε νοικοκυριό

$$L_w = N_p * N_d * V_w * \rho * C_p * (T_w - T_a)$$

Όπου:

L_w = Μέσο μηνιαίο θερμικό φορτίο για την παραγωγή ζεστού νερού

N_p = Αριθμός ατόμων ανά νοικοκυριό

N_d = Ημέρες ανά έτος

V_w = Ημερήσια κατανάλωση ζεστού νερού ανά άτομο

ρ = Πυκνότητα νερού

C_p = Ειδική θερμοχωρητικότητα νερού

T_w = Επιθυμητή θερμοκρασία ζεστού νερού

T_m = Μέση μηνιαία θερμοκρασία νερού στο δίκτυο ύδρευσης

Με βάση τα παραπάνω έχουμε:

$$L_w = (4 \text{ άτομα}) * (365 \text{ μέρες/έτος}) * (55 \text{ lt/άτομο*ημέρα}) * (1 \text{ kg/lt}) * (4,18 \text{ KJ/Kg } ^\circ\text{C}) * [(55 \text{ } ^\circ\text{C}) - (14,5 \text{ } ^\circ\text{C})] = 13.593.987 = 13,6 * 10^6 \text{ KJ/έτος}$$

Που είναι το μέσο ετήσιο θερμικό φορτίο για την παραγωγή ζεστού νερού

Βήμα 2:

Βαθμός απόδοσης ηλιακού συλλέτη

$$n = \frac{P_u}{A_c * H_t}$$

Όπου:

n = βαθμός απόδοσης

P_u = ωφέλιμη αποδιδόμενη ενέργεια (απορροφούμενη ηλιακή ακτινοβολία – απώλειες)

A_c = επιφάνεια του συλλέκτη

H_t = προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία σε κεκλιμένο επίπεδο

Για να υπολογίσουμε το απαιτούμενο εμβαδό αρκεί να λύσουμε τι σχέση με άγνωστο την επιφάνεια του συλλέκτη.

Άρα

$$A_c = \frac{P_u}{n * H_t} = \frac{13,6 * 10^6}{0,35 * 5,35 * 10^6} = 7,26 \text{ m}^2$$

Έτσι, διαπιστώνουμε ότι για την κάλυψη των αναγκών τετραμελούς οικογένειας σε ZNX απαιτούνται 7,26 τ.μ. συλλεκτική επιφάνεια.

Ο ηλιακός συλλέκτης που προτείνεται είναι τύπου κενού και επιφάνειας 8,00 m² και 160 Lt ο ηλιακός θερμοσίφωνας (<http://www.maltezos.gr/prices.html>), ενώ το ποσοστό κάλυψης των αναγκών σε ZNX καλύπτεται πλήρως από αυτή την εφαρμογή. Τέλος το κόστος αγοράς και εγκατάστασης του καζανιού και των συλλεκτών ανέρχεται στα 800,00 ευρώ.

5.3 Μελέτη νέας κατάστασης

5.3.1 Σενάριο αλλαγής λέβητα πετρελαίου με ΦΑ

Παρακάτω παραθέτουμε τα στοιχεία της κατοικίας, μετά την υλοποίηση των παρεμβάσεων, δηλαδή την κατάσταση «1». Σε αυτή την παράγραφο εξετάζουμε την κατάσταση 1 με τις προτεινόμενες παρεμβάσεις αλλαγής λέβητα πετρελαίου με λέβητα φυσικού αερίου. Στην επόμενη παράγραφο θα εξετάσουμε και το σενάριο αλλαγής/κατάργησης των μονάδων θέρμανσης με πετρέλαιο, και την τοποθέτηση μονάδων air-condition. Να τονιστεί ότι η μόνη

διαφορά στα δύο σενάρια βρίσκεται στο σύστημα θέρμανσης καθώς όλες οι υπόλοιπες προτεινόμενες παρεμβάσεις ισχύουν και στα δύο σενάρια. Η μόνη παρέμβαση που εξαιρείται στο σενάριο χρήσης ηλεκτρισμού είναι η μηχανολογική εγκατάσταση για χωρισμός θερμικών ζωνών, καθώς κρίνεται περιττός λόγω της χρήσης σωμάτων air-condition.

Πίνακας 5.13: Βασικά στοιχεία κατοικίας

Χρήση κτιρίου	Μονοκατοικία	Αριθμός Ορόφων	3
Έτος Κατασκευής	1987	Θερμομόνωση	ΝΑΙ
Συνολική Επιφάνεια (m ²)	391	Συνολικός όγκος (m ³)	1094,80
Θερμαινόμενη Επιφάνεια (m ²)	283	Θερμαινόμενος χώρος (m ³)	792,40
Έκθεση Κτιρίου	Εκτεθειμένο	Ύψος Τυπικού ορόφου	2.80
Αριθμός Θερμικών Ζωνών	3	Πηγή Ενέργειας	Φυσικό Αέριο
Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων	1		Ηλεκτρική
			Ηλιακή

Με αντίστοιχη διαδικασία όπως είδαμε στη παράγραφο 5.2.1, υπολογίζουμε τις ενεργειακές απαιτήσεις και την ενεργειακή συμπεριφορά της κατοικίας λαμβάνοντας υπόψιν τις προτεινόμενες παρεμβάσεις. Η κατοικία στη νέα της κατάσταση κατηγοριοποιήθηκε στη κλάση ενεργειακής αποδοτικότητας A (Εικόνα 5.2).

Όπως έγινε για την αρχική κατάσταση «0», έτσι και εδώ έχουμε τα «νέα» χαρακτηριστικά του κτιρίου (Πίνακας 5.13), έπειτα δηλαδή από τη θεωρητική επέμβαση των προτεινόμενων παρεμβάσεων. Αυτά συνιστούν τη νέα κατάσταση «1».

Τα αποτελέσματα είναι τριών κατηγοριών όπως προαναφέρθηκε και παραπάνω:

1. Ενεργειακή κατάταξη
2. Απαιτήσεις- Κατανάλωση
3. Οικονομοτεχνική ανάλυση

Στην πρώτη κατηγορία εμφανίζεται η ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου που προσομοιώθηκε. Εκτός από αυτό, όμως, δίνεται και ένας αναλυτικός πίνακας με τις επιμέρους καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (θέρμανση, ψύξη, ΖΝΧ, φωτισμός, Συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ) (Εικόνα 5.2).

Στη δεύτερη κατηγορία παρατίθενται αναλυτικά οι ενεργειακές απαιτήσεις και η ενεργειακή κατανάλωση ανά τελική χρήση, αλλά και ανά μήνα, όπως επίσης και η κατανάλωση καυσίμου και οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα για κάθε πηγή ενέργειας που χρησιμοποιείται, αλλά και συνολικά (Πίνακας 5.14-5.17).

Η τρίτη κατηγορία θα αναλυθεί στη παράγραφο 5.3.1.2 όπου θα ασχοληθούμε με τη σύγκριση της αρχικής με τη τελική κατάσταση, όπου γίνεται και η οικονομική αξιολόγηση της επένδυσης.

Απαιτήσεις Κατανάλωσης κατάστασης «1»**Πίνακας 5.14:** Ενεργειακές απαιτήσεις ανά μήνα

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	10.0	8.1	6.1	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	7.9	35.9
Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	6.9	10.6	9.7	1.8	0.0	0.0	0.0	30.0
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	0.0
ZNX	1.0	0.9	1.0	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	9.2

Πίνακας 5.15: Ενεργειακές καταναλώσεις ανά μήνα

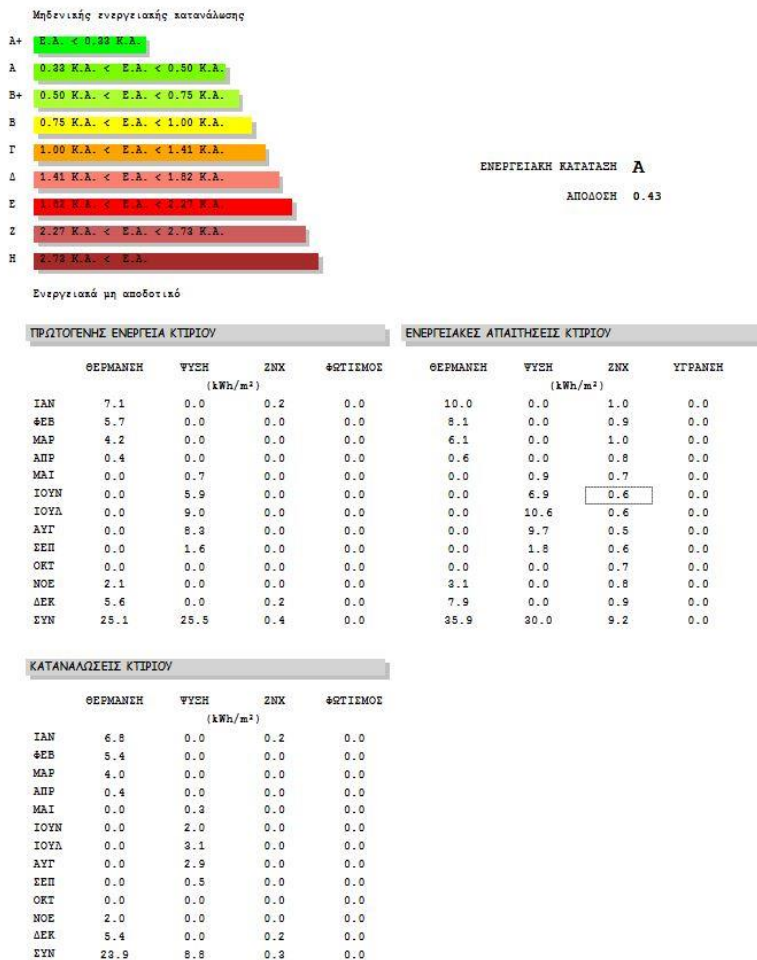
Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	6.8	5.4	4.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	5.4	23.9
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	2.0	3.1	2.9	0.5	0.0	0.0	0.0	8.8
ZNX	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0.9	1.0	1.4	1.6	1.9	2.0	2.1	2.0	1.7	1.4	1.0	0.8	17.6
Φωτισμός	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
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά ΣΗΘ	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
Σύνολο	6.9	5.4	4.0	0.4	0.3	2.0	3.1	2.9	0.5	0.0	2.0	5.6	33.1

Πίνακας 5.16: Κατανάλωση καυσίμων και εκπομπών CO₂ ανά πηγή ενέργειας

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)	Εκπομπές CO ₂ (kg/m ²)
Ηλεκτρισμός	8.8	8.7
Πετρέλαιο	0.0	0.0
Φυσικό αέριο	24.3	4.8
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0.0	0.0
Ηλιακή	17.6	0.0
Βιομάζα	0.0	0.0
Γεωθερμία	0.0	0.0
Άλλο ΑΠΕ	0.0	0.0
Σύνολο	33.1	13.5

Πίνακας 5.17: Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση (kWh/m²)

Τελική χρήση	Σενάριο 1
Θέρμανση	25.1
Ψύξη	25.5
ZNX	0.4
Φωτισμός	0.0
Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0.0
Σύνολο	51.0
Κατάταξη	A



Εικόνα 5.2: Ενεργειακή κατάταξη νέας κατάστασης «1» Σεναρίου 1

5.3.1.1 Σύγκριση κατάστασης «0» και «1»

Συγκριτικά βλέπουμε τον παρακάτω πίνακα, όπου δίδονται οι καταναλώσεις της ενέργειας (σε πρωτογενή μορφή) και οι ενεργειακές κατατάξεις.

Πίνακας 5.18: Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση (kWh/m²)

Τελική χρήση	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
Θέρμανση	111,54	25,10
Ψύξη	44,66	25,50
ΖΝΧ	29,58	0,40
Φωτισμός	0,00	0,00
Συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ	0,00	0,00
Σύνολο	185,78	51,00
Κατάταξη	Ε	Α

5.3.1.2 Οικονομική αξιολόγηση

Στον παρακάτω πίνακα δίδονται τα στοιχεία που μας ενδιαφέρουν, για την αξιολόγηση της επένδυσής μας.

Το λογισμικό TEE-KENAK βασίζεται στο μοντέλο της απλής περιόδου αποπληρωμής και μας δίνει τα λειτουργικά κόστη για το κτίριο αναφοράς και το υπάρχον κτίριο. Επίσης, υπολογίζεται η εξοικονόμηση ενέργειας, η μείωση εκπομπών CO₂ και η περίοδος αποπληρωμής των επεμβάσεων που έγιναν στο σενάριο μας.

Πίνακας 5.19: Συγκριτικά οικονομικά στοιχεία

Εξοικονόμηση και κόστη	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο βελτίωσης
Λειτουργικό κόστος (€)	2,311.70	779.00
Αρχικό κόστος επένδυσης (€)		15,770.00
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)		134.78
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)		72.55
Μείωση εκπομπών CO ₂ (Kg/m ²)		38.60
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)		10.29

Η εξοικονόμηση που επιτεύχθηκε είναι 1.532,70 ευρώ ετησίως ενώ το αρχικό κόστος επένδυσης υπολογίστηκε στα 15.770,00 ευρώ. Έτσι, προκύπτει απόσβεση στα 10,29 έτη, μία καλή απόσβεση για επενδύσεις τέτοιου τύπου.

5.3.2 Σενάριο αντικατάστασης σωμάτων θέρμανσης πετρελαίου με μονάδες air-condition

Με αντίστοιχη διαδικασία όπως είδαμε στη παράγραφο 5.3.1, υπολογίζουμε για τη κατοικία έχοντας υπόψιν τις προτεινόμενες παρεμβάσεις. Εδώ να αναφέρουμε εκ νέου ότι οι υπόλοιπες παρεμβάσεις ισχύουν και σε αυτό το σενάριο, με εξαιρουμένης αυτής του χωρισμού σε θερμικές ζώνες, καθώς με τη χρήση air-condition αυτό γίνεται αυτομάτως. Η κατοικία στη νέα της κατάσταση κατηγοριοποιήθηκε στη κλάση ενεργειακής αποδοτικότητας Β (Εικόνα 5.3). Όπως έγινε και στο προηγούμενο σενάριο, έτσι και εδώ έχουμε τα «νέα» χαρακτηριστικά του κτιρίου (Πίνακας 5.20), έπειτα δηλαδή από τη θεωρητική επέμβαση των προτεινόμενων παρεμβάσεων. Αυτά συνιστούν τη νέα κατάσταση «1».

Πίνακας 5.20: Βασικά στοιχεία κατοικίας

Χρήση κτιρίου	Μονοκατοικία	Αριθμός Ορόφων	3
Έτος Κατασκευής	1987	Θερμομόνωση	ΝΑΙ
Συνολική Επιφάνεια (m ²)	391	Συνολικός όγκος (m ³)	1094,80
Θερμαινόμενη Επιφάνεια (m ²)	283	Θερμαινόμενος χώρος (m ³)	792,40
Έκθεση Κτιρίου	Εκτεθειμένο	Ύψος Τυπικού ορόφου	2.80
Αριθμός Θερμικών Ζωνών	3	Πηγή Ενέργειας	Ηλεκτρική
Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων	1		Ηλιακή

Απαιτήσεις Κατανάλωσης κατάστασης «1»**Πίνακας 5.21:** Ενεργειακές απαιτήσεις ανά μήνα

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	5.2	4.2	3.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	3.9	17.8
Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	5.6	8.1	7.6	1.8	0.0	0.0	0.0	24.2
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	0.0
ZNX	1.0	0.9	1.0	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	9.2

Πίνακας 5.22: Ενεργειακές καταναλώσεις ανά μήνα

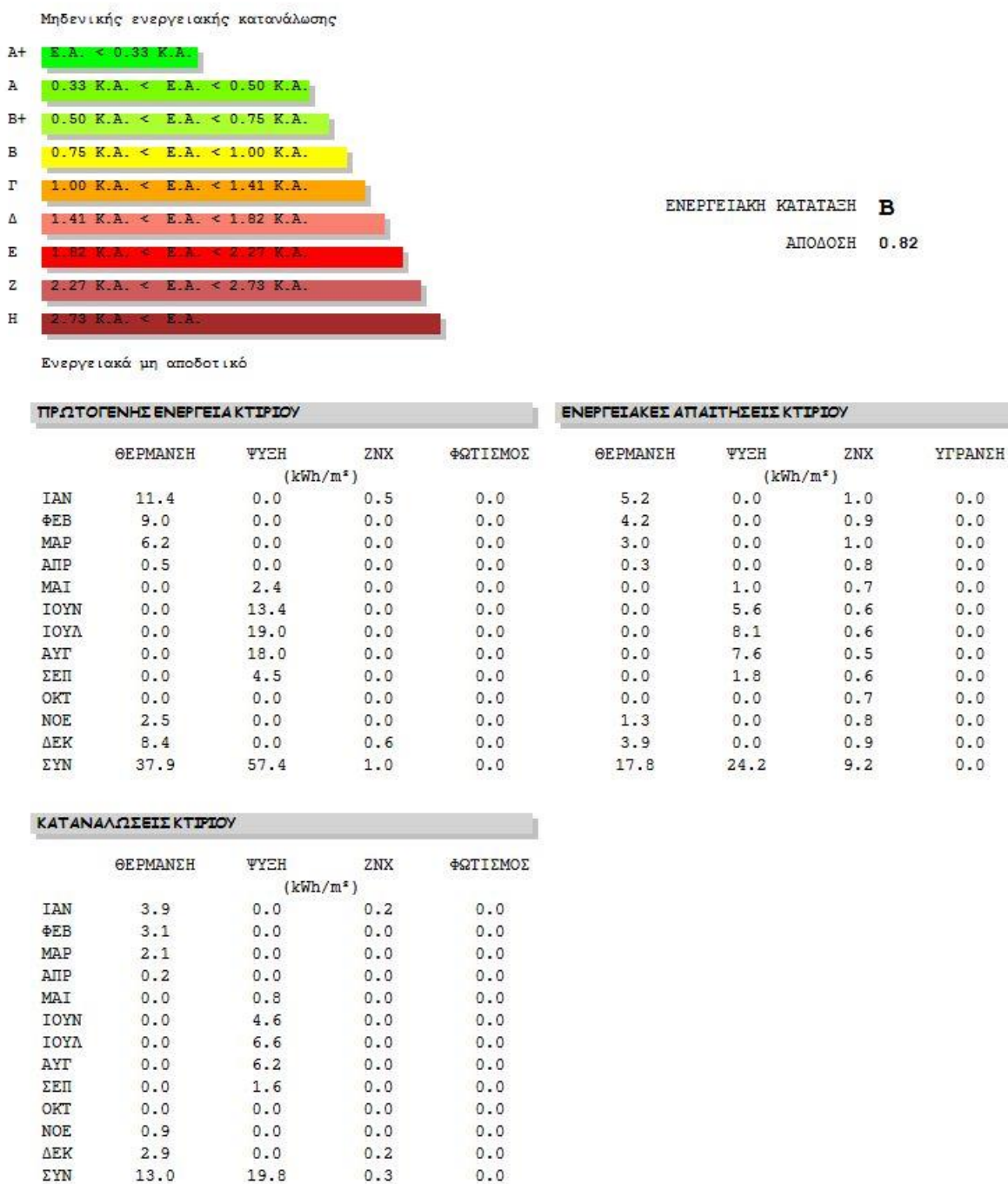
Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	3.9	3.1	2.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	2.9	13.0
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	4.6	6.6	6.2	1.6	0.0	0.0	0.0	19.8
ZNX	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0.9	1.0	1.4	1.6	1.9	2.0	2.1	2.0	1.7	1.4	1.0	0.8	17.6
Φωτισμός	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
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	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
Σύνολο	4.1	3.1	2.1	0.2	0.8	4.6	6.6	6.2	1.6	0.0	0.9	3.1	33.2

Πίνακας 5.23: Κατανάλωση καυσίμων και εκπομπών CO₂ ανά πηγή ενέργειας

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)	Εκπομπές CO ₂ (kg/m ²)
Ηλεκτρισμός	33.2	32.8
Πετρέλαιο	0.0	0.0
Φυσικό αέριο	0.0	0.0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0.0	0.0
Ηλιακή	17.6	0.0
Βιομάζα	0.0	0.0
Γεωθερμία	0.0	0.0
Άλλο ΑΠΕ	0.0	0.0
Σύνολο	33.2	32.8

Πίνακας 5.24: Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση (kWh/m²)

Τελική χρήση	Σενάριο 1
Θέρμανση	37.9
Ψύξη	57.4
ZNX	1.0
Φωτισμός	0.0
Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0.0
Σύνολο	96.3
Κατάταξη	B



Εικόνα 5.3: Ενεργειακή κατάταξη νέας κατάστασης «1» Σεναρίου 2

5.3.2.1 Σύγκριση κατάστασης «0» και «1»

Συγκριτικά βλέπουμε τον παρακάτω πίνακα, όπου δίδονται οι καταναλώσεις της ενέργειας (σε πρωτογενή μορφή) και οι ενεργειακές κατατάξεις.

Πίνακας 5.25: Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση (kWh/m²)

Τελική χρήση	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 2
Θέρμανση	111,54	37,90
Ψύξη	44,66	57,40
ZNX	29,58	1,00
Φωτισμός	0,00	0,00
Συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ	0,00	0,00
Σύνολο	185,78	96,30
Κατάταξη	Ε	Β

5.3.2.2 Οικονομική αξιολόγηση

Στον παρακάτω πίνακα δίδονται και τα στοιχεία που μας ενδιαφέρουν, για την αξιολόγηση της επένδυσής μας.

Πίνακας 5.26: Συγκριτικά οικονομικά στοιχεία

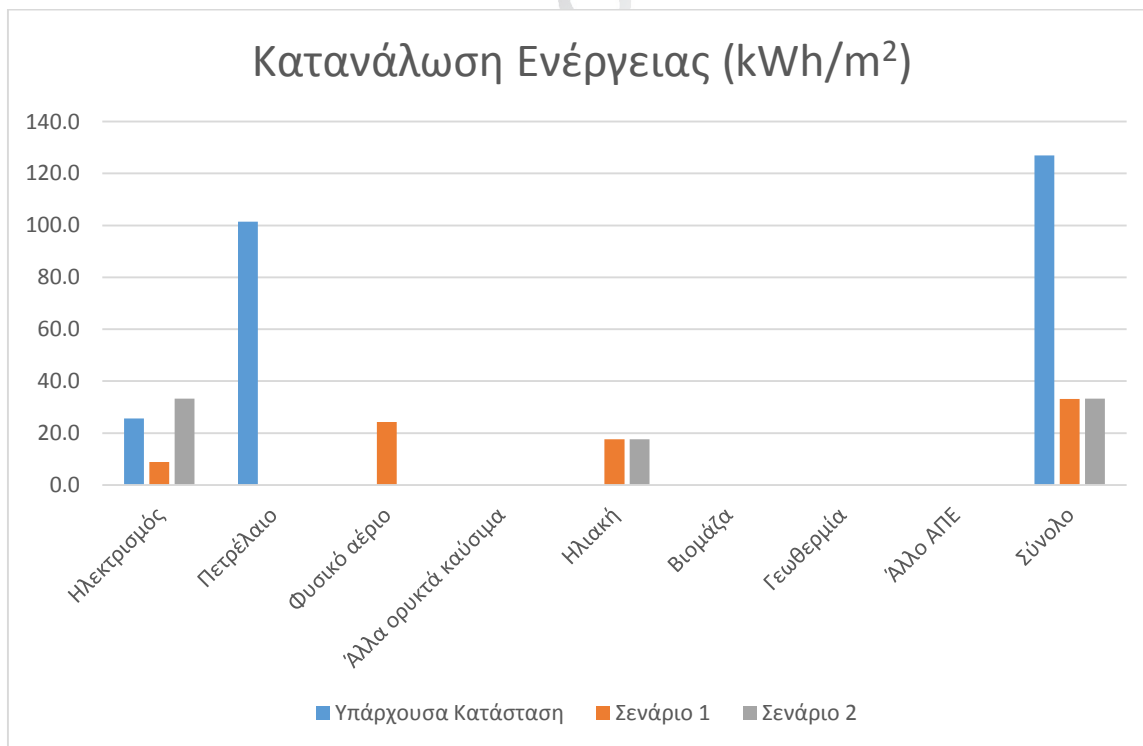
Εξοικονόμηση και κόστη	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο βελτίωσης
Λειτουργικό κόστος (€)	2,311.70	1,060.20
Αρχικό κόστος επένδυσης (€)		18,750.00
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)		89.48
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)		48.16
Μείωση εκπομπών CO ₂ (Kg/m ²)		19.30

Περίοδος αποπληρωμής (έτη)		14,98
----------------------------	--	-------

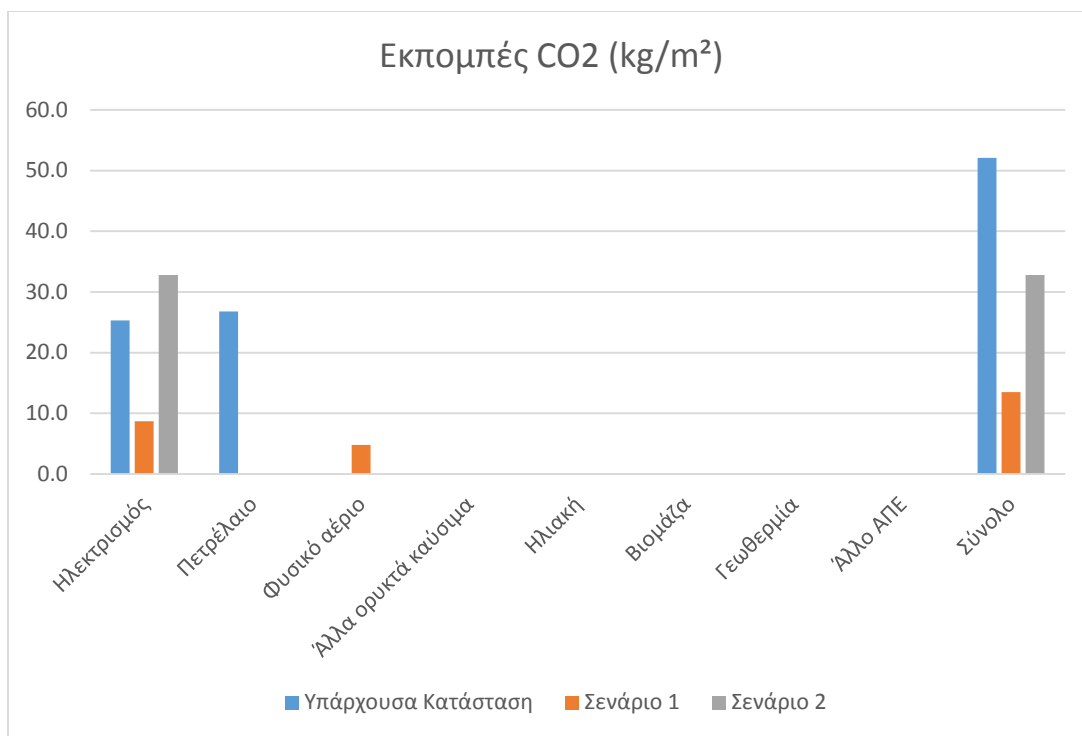
Η εξοικονόμηση που επιτεύχθηκε είναι 1.251,50 ευρώ ετησίως, ενώ το αρχικό κόστος επένδυσης υπολογίστηκε στα 18.750,00 ευρώ συνολικά. Έτσι, προκύπτει απόσβεση στα 14,98 έτη.

5.4 Αποτελέσματα – Συμπεράσματα

Βλέπουμε, ότι και στα δύο σενάρια που εξετάσθηκαν επιτεύχθηκαν τα περιβαλλοντικά κριτήρια της νομοθεσίας έπειτα από τις παρεμβάσεις μας, και μάλιστα με μια πολύ ικανοποιητική ενεργειακή κατάσταση. Στο σενάριο χρήσης φυσικού αερίου, πετύχαμε υψηλότερη ενεργειακή κατάσταση (ενεργειακή κλάση Α) και καλύτερα περιβαλλοντικά αποτελέσματα σε σχέση με τη χρήση ηλεκτρισμού και μονάδων air-condition, λύση η οποία κατηγοριοποιήθηκε μία θέση παρακάτω (ενεργειακή κλάση Β). Στα παρακάτω διαγράμματα αναφέρονται συγκριτικά οι αναλυτικές καταναλώσεις ενέργειας ανά σενάριο εφαρμογής και ανά πηγή καυσίμου, όπως και συνολικά (σχήμα 5.5). Στο σχήμα 5.6 έχουμε τα ίδια δεδομένα με το σχήμα 5.5 αλλά για τις εκπομπές αέριων ρύπων.

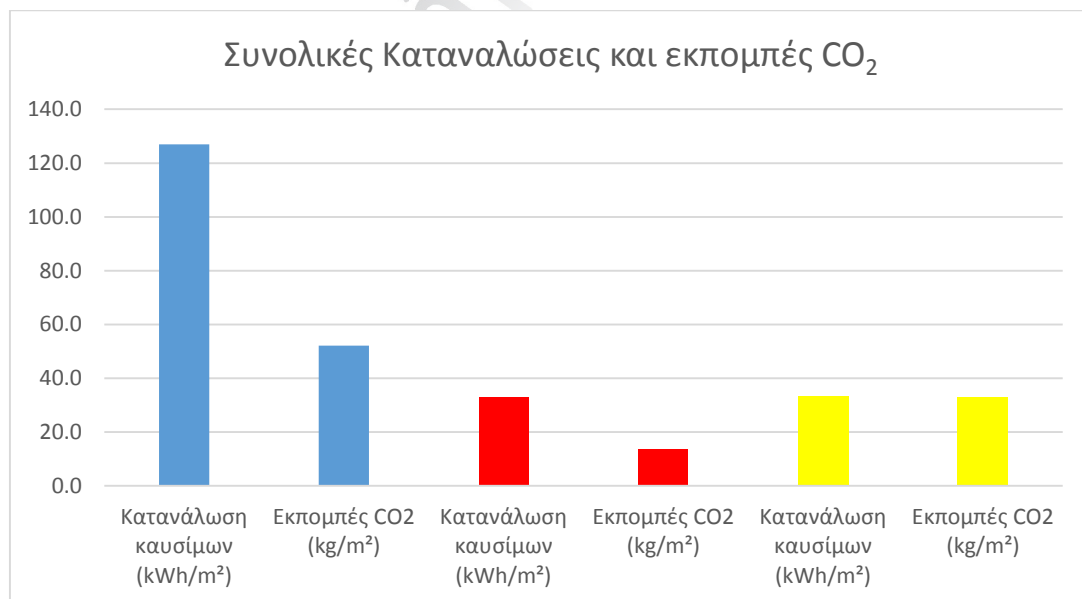


Σχήμα 5.5: Διάγραμμα αναλυτικών καταναλώσεων ενέργειας



Σχήμα 5.6: Διάγραμμα αναλυτικών εκπομπών CO₂

Παρακάτω, εμφανίζονται συγκριτικά για το κάθε σενάριο τα σύνολα των καταναλώσεων ενέργειας και εκπομπών CO₂ (Σχήμα 5.7).



Σχήμα 5.7: Διάγραμμα συνολικών καταναλώσεων καυσίμων και εκπομπών CO₂ στην εξεταζόμενη κατοικία. Το μπλε χρώμα αντιπροσωπεύει τη παρούσα κατάσταση, το κόκκινο το σενάριο αλλαγής καυσίμου καυστήρα από πετρέλαιο σε φυσικό αέριο (σενάριο 1) και το κίτρινο το σενάριο χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας και μονάδων air condition (σενάριο 2).

Στα οικονομικά δεδομένα, παρατηρούμε ότι το σενάριο χρήσης Φυσικού Αερίου αντί πετρελαίου (Σενάριο 1), αποφέρει περισσότερα οφέλη από με το σενάριο 2, αυτού της χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας. Αναλυτικότερα, η επιλογή χρήσης Φυσικού αερίου αποφέρει 1.532,70 ευρώ ετήσια εξοικονόμηση, με απαιτούμενο αρχικό κόστος επένδυσης τις 15.770,00 ευρώ και απόσβεση στα 10,29 έτη. Αντίθετα, η επιλογή χρήσης ηλεκτρισμού, είναι λιγότερο ελκυστικό από οικονομικής άποψης καθώς αποφέρει 1.251,50 ευρώ ετήσια εξοικονόμηση, απαιτεί αρχικό κόστος επένδυσης 18.750,00 ευρώ και απόσβεση στα 14,98 έτη.

Αναλυτικότερα ακολουθεί ο συνοπτικός πίνακας των αποτελεσμάτων:

Πίνακας 5.27: Συνοπτικός πίνακας συγκριτικής παρουσίασης των αποτελεσμάτων της ανάλυσης

	Υπάρχουσα κατάσταση	Σενάριο χρήσης Φ/Α	Σενάριο χρήσης Ηλεκτρ. Ενέργειας
Λειτουργικό κόστος (€)	2.311,70	779,00	1.060,20
Κεφάλαιο επένδυσης (€)	-	15.770,00	18.750,00
Χρηματική εξοικονόμηση (€)	-	1.532,70	1.251,50
Χρηματική εξοικονόμηση (%)	-	66.30	54.14
Χρόνος αποπληρωμής (έτη)	-	10,29	14,98
Ενεργειακή κατανάλωση (kW/m ²)	185.78	51.00	96.30
Ενεργειακή εξοικονόμηση (kW/m ²)	-	134.78	89,48
Ενεργειακή εξοικονόμηση (%)	-	72.55	48.16
Εκπομπή CO ₂ (kg/m ²)	52.10	13.50	32.80
Εξοικονόμηση CO ₂ (kg/m ²)	-	38.60	19.30
Εξοικονόμηση CO ₂ (%)	-	74.09	37.04
Ενεργειακή κατάταξη	E	A	B

Το αποτέλεσμα αυτό είναι απόλυτα αναμενόμενο, αφού περιβαλλοντικά είναι προτιμότερη η χρήση Φυσικού Αερίου έναντι του ηλεκτρισμού, καθώς ως γνωστό (από πίνακα μετατροπής τελικής ενέργειας σε πρωτογενή) ο ηλεκτρισμός εκπέμπει περισσότερους ρύπους λόγω απωλειών (σύμφωνα με το τρέχων ενεργειακό μείγμα της Ελλάδος που βασίζεται κατά σημαντικό ποσοστό σε λιγνιτικές μονάδες). Κατά τη δημιουργία και μεταφορά του χάνονται περίπου τα 2/3 της ενέργειας, δηλαδή για κάθε 1 Watt που καταναλώνουμε έχουν παραχθεί 3 Watt. Παρόλο όμως αυτού του αρνητικού, με τον ηλεκτρισμό έχουμε τη δυνατότητα να μεταφέρουμε την εστία ρύπανσης όπου επιθυμούμε, δηλαδή στην περιοχή τοποθέτησης του

εργοστασίου παραγωγής (όπως Κοζάνη, Πτολεμαΐδα), ενώ με άλλες μορφές ενέργειας (όπως πετρέλαιο, φυσικό αέριο κλπ) δεν έχουμε αυτή τη δυνατότητα και η ρύπανση είναι τοπική.

Σημαντικό είναι να αναφέρουμε ότι πλην των οικονομικών και περιβαλλοντικών παραγόντων, πρέπει να εξετάσουμε και αυτού της θερμικής άνεσης. Στο σενάριο χρήσης μονάδων air-condition εξασφαλίζουμε παράλληλα και ψύξη κατά τους θερινούς μήνες, κάτι που δεν υπολογίζεται στο σενάριο χρήσης φυσικού αερίου.

Εν κατακλείδι, η τελική απόφαση για την επιλογή και εφαρμογή ποιου σεναρίου θα ακολουθήσουμε γίνεται συνήθως με οικονομικά κριτήρια, αλλά όπως επισημάναμε και στην αρχή της διπλωματικής εργασίας, στόχος μας είναι η επίτευξη της όσο το δυνατόν καλύτερης περιβαλλοντικής συμπεριφοράς. Ως εκ τούτου στην θεωρητική λήψη απόφασης που καλούμαστε να απαντήσουμε θα επιλέγαμε το σενάριο 1, αυτό της χρήσης Φυσικού αερίου.

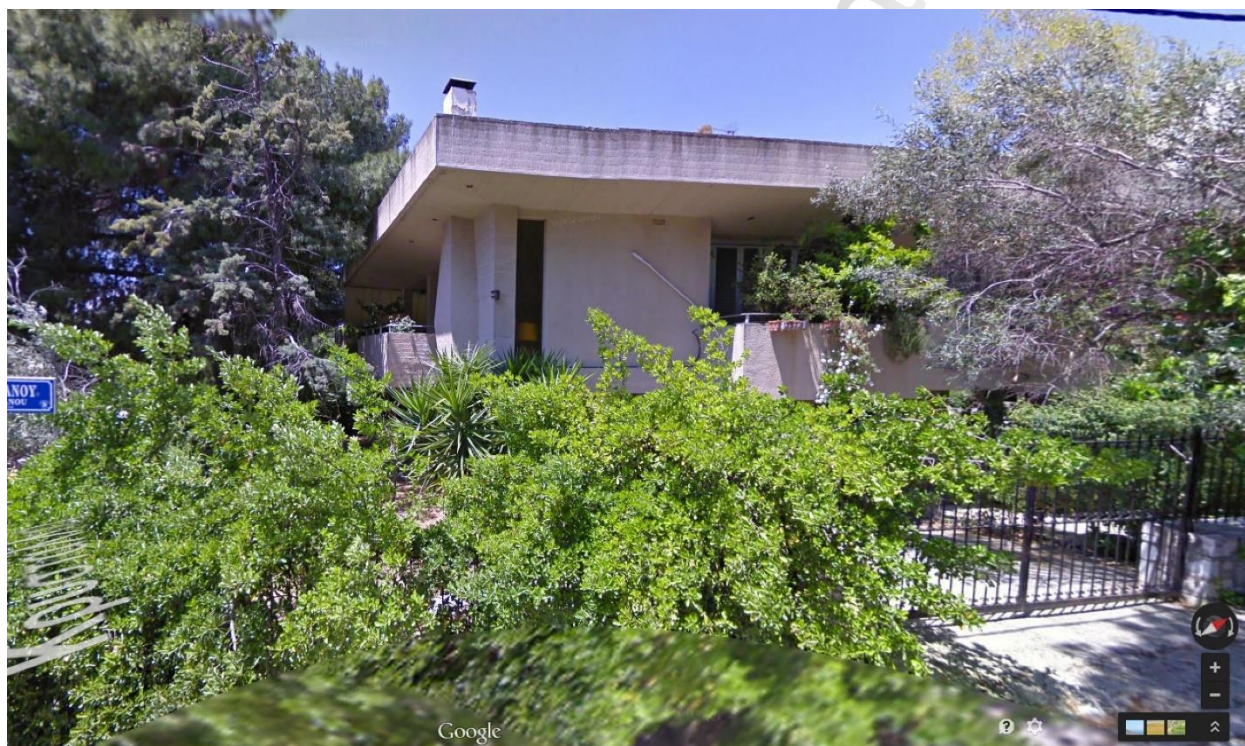
Πανεπιστήμιο Πειραιώς

6. Μελέτη 2^{ης} Οικίας

6.1 Μελέτη υπάρχουσας κατάστασης

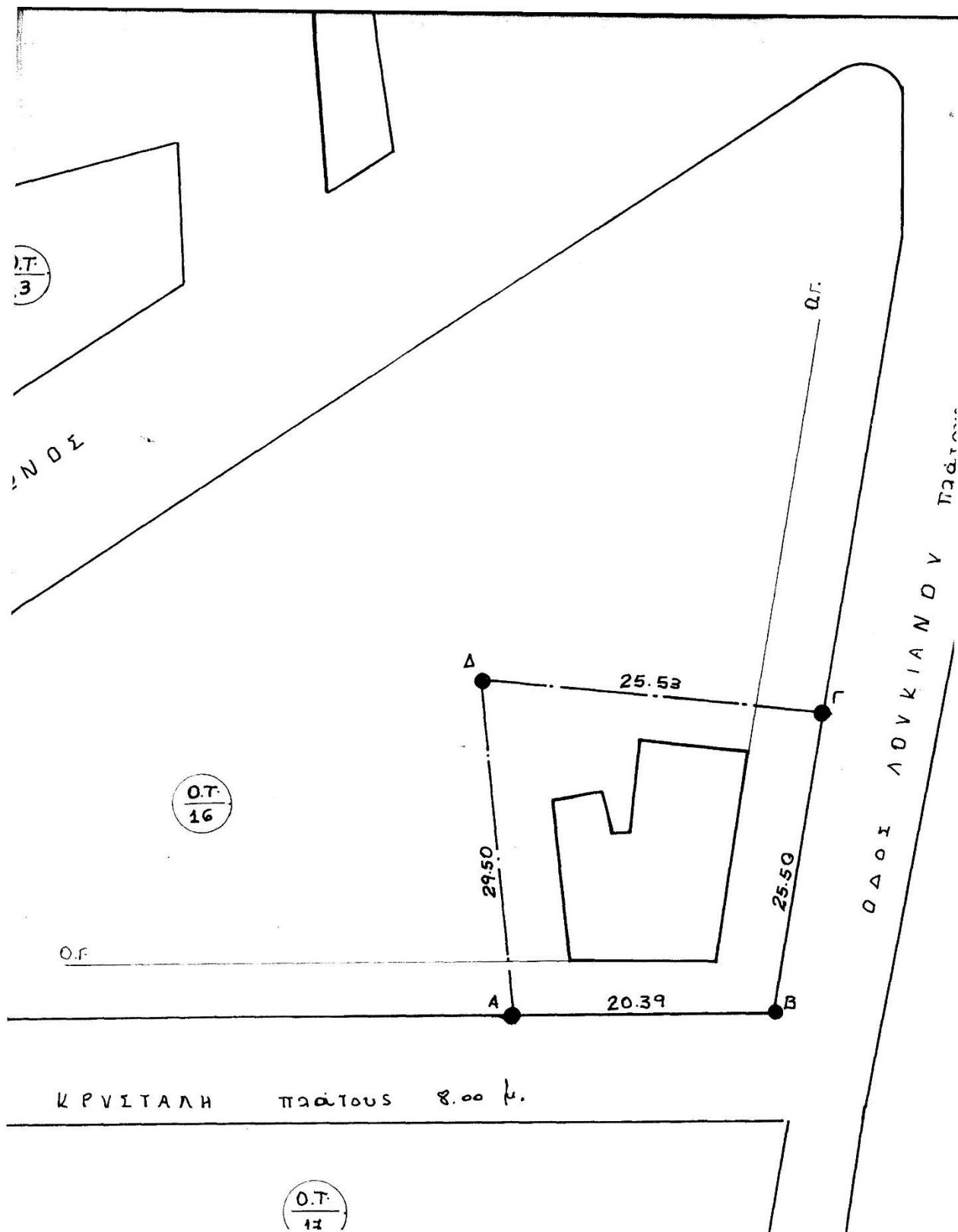
Αντίστοιχα με το τρόπο εργασίας μας στη 1^η οικία, έτσι και σε αυτή τη περίπτωση μελέτης, αρχικά παραθέτουμε τα στοιχεία της κατοικίας όπως συλλέχθηκαν και συνιστούν την αρχική κατάσταση «0».

Η δεύτερη οικία (Φωτογραφία 6.1) προς μελέτη είναι μια μονοκατοικία συνολικού εμβαδού 220 m² (Σχήμα 6.1) που βρίσκεται στο δήμο Κηφισιάς. Η ημερομηνία έκδοσης της οικοδομικής άδειας είναι 29 Οκτωβρίου 1972. Από το γεγονός αυτό διαπιστώνουμε ότι το κτίριο δεν διαθέτει, σύμφωνα με τις τότε διατάξεις της νομοθεσίας (Φ.Ε.Κ.362/Δ'/4.7.1979), θερμομόνωση κελύφους.



Φωτογραφία 6.1: Πρόσοψη 2^{ης} οικίας

Το κτίσμα διαθέτει μία θερμαινόμενη και μία μη θερμαινόμενη ζώνη. Η επιφάνεια της θερμαινόμενης ζώνης είναι 205 m² και ο όγκος της 615,00 m³, το ύψος του τυπικού ορόφου είναι 3.00 m. Η έκθεση του κτιρίου θεωρείται ως «Εκτεθειμένο», καθώς περιμετρικά του κτίσματος υπάρχει κήπος (σχήμα 6.1). Οι πηγές ενέργειας (φωτογραφία 6.2) είναι το πετρέλαιο για τις ανάγκες θέρμανσης και η ηλεκτρική για τις ανάγκες των οικιακών συσκευών, φωτισμού και ζεστού νερού χρήσης (ΖΝΧ). Επίσης, υπάρχει και ηλιακός θερμοσίφωνας. Τα στοιχεία αυτά περιγράφονται και στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 6.1).



Σχήμα 6.1: Τοπογραφικό διάγραμμα οικίας

Πίνακας 6.1: Βασικά στοιχεία κατοικίας

Χρήση κτιρίου	Μονοκατοικία	Αριθμός Ορόφων	1
Έτος Κατασκευής	1972	Θερμομόνωση	ΟΧΙ
Συνολική Επιφάνεια (m ²)	220	Συνολικός όγκος (m ³)	660
Θερμαινόμενη Επιφάνεια (m ²)	205	Θερμαινόμενος χώρος (m ³)	615
Έκθεση Κτιρίου	Εκτεθειμένο	Ύψος Τυπικού ορόφου	3.00
Αριθμός Θερμικών Ζωνών	1	Πηγή Ενέργειας	Πετρέλαιο
Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων	1		Ηλεκτρική
			Ηλιακή

Οι διαφανείς και αδιαφανείς επιφάνειες είναι οι εξής:

Πίνακας 6.2: Αδιαφανείς επιφάνειες

Αδιαφανείς επιφάνειες			
Είδος	Προσανατολισμός	U (W/m ² K)	Επιφάνεια (m ²)
Πυλωτή	-	0.95	205.00
Οροφή	-	0.95	205.00
Πόρτα	Νότιο - ανατολικός	1.00	3.00
Τοιχοποιία	Νότιο - ανατολικός	1.00	54.45
Τοιχοποιία	Νότιος	1.00	39.15
Τοιχοποιία	Δυτικός	1.00	29.85
Τοιχοποιία	Βόρειος	1.00	10.50
Τοιχοποιία	Βόρειο - Ανατολικός	1.00	27.45
ΣΥΝΟΛΟ			574.40

Πίνακας 6.3: Διαφανείς επιφάνειες

Διαφανείς επιφάνειες			
Είδος	Προσανατολισμός	U (W/m ² K)	Επιφάνεια (m ²)
Ανοιγόμενο κούφωμα	Νότιο - ανατολικός	6.00	9.90
Ανοιγόμενο κούφωμα	Νότιο - ανατολικός	6.00	9.90
Ανοιγόμενο κούφωμα	Νότιο - ανατολικός	6.00	4.50
Ανοιγόμενο κούφωμα	Νότιο - ανατολικός	6.00	4.50

Ανοιγόμενο κούφωμα	Βόρειος	6.00	4.50
Ανοιγόμενο κούφωμα	Δυτικός	6.00	1.35
Ανοιγόμενο κούφωμα	Δυτικός	6.00	9.90
Ανοιγόμενο κούφωμα	Νότιος	6.00	9.90
Ανοιγόμενο κούφωμα	Νότιος	6.00	9.90
Μη Ανοιγόμενο κούφωμα	Νότιο - ανατολικός	6.00	1.35
ΣΥΝΟΛΟ			65.70

Για την τοιχοποιία έχουμε:

- 12.00 cm τούβλο (2 * 9.00 cm)
- 5.00 cm κενό
- 2.00 cm επίχρισμα

Σύνολο: 25.00 cm

Με αυτά τα δεδομένα και επιπροσθέτων των αρχιτεκτονικών (Σχήμα 6.2) και της επιτόπου καταγραφής των ηλεκτρομηχανολογικών χαρακτηριστικών (Φωτογραφία 6.2), προσομοιώνουμε στο λογισμικό του KENAK την εξεταζόμενη κατοικία.

Στη συνέχεια, ακολουθώντας τα βήματα της παραγράφου 5, εκδόθηκε ένα ενεργειακό πιστοποιητικό για την δεύτερη κατοικία (Εικόνα 6.1), η οποία κατηγοριοποιήθηκε στην κατάταξη ενεργειακής αποδοτικότητας Η, με τις παρακάτω ενεργειακές απαιτήσεις και καταναλώσεις ανά μήνα (Πίνακας 6.4 και 6.5).



Φωτογραφία 6.2: Καυστήρας



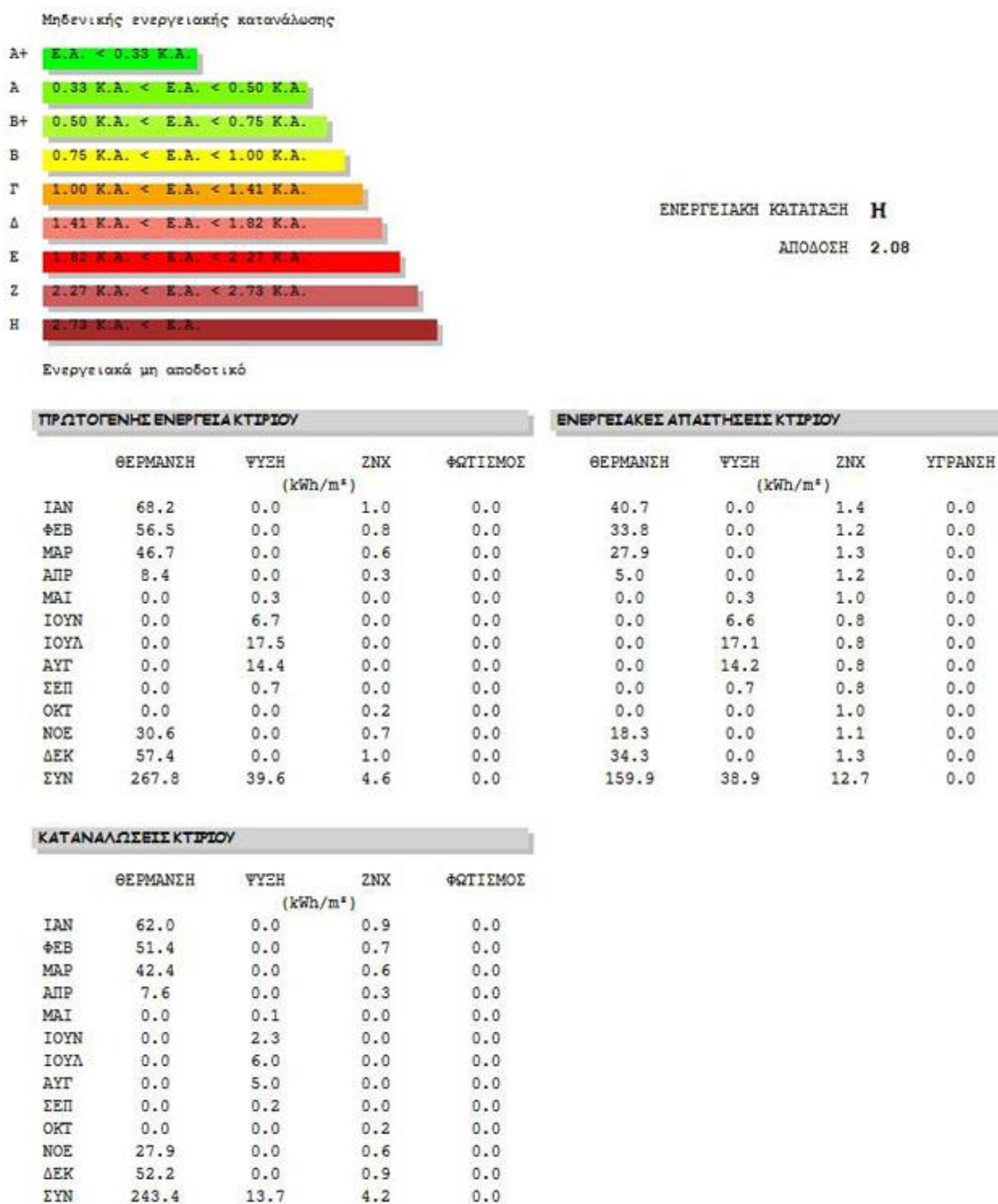
Σχήμα 6.2: Κάτοψη ορόφου

Πίνακας 6.4: Ενεργειακές απαιτήσεις ανά μήνα

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	40.7	33.8	27.9	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.3	34.3	159.9
Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	6.6	17.1	14.2	0.7	0.0	0.0	0.0	38.9
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	0.0
ZNX	1.4	1.2	1.3	1.2	1.0	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0	1.1	1.3	12.7

Πίνακας 6.5: Ενεργειακές καταναλώσεις ανά μήνα

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	62.0	51.4	42.4	7.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.9	52.2	243.4
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	0.1	2.3	6.0	5.0	0.2	0.0	0.0	0.0	13.7
ZNX	0.9	0.7	0.6	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.6	0.9	4.2
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0.7	0.7	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.3	1.1	0.9	0.7	0.6	11.5
Φωτισμός	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
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά ΣΗΘ	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
Σύνολο	62.9	52.1	43.0	7.9	0.1	2.3	6.0	5.0	0.2	0.2	28.5	53.1	261.3



Εικόνα 6.1: Ενεργειακή κατάταξη υπάρχουσας κατάστασης «0»

Παρακάτω, παρουσιάζονται οι καταναλώσεις καυσίμων και οι αντίστοιχες εκπομπές ρύπων CO₂, ανά πηγή ενέργειας (Πίνακας 6.6).

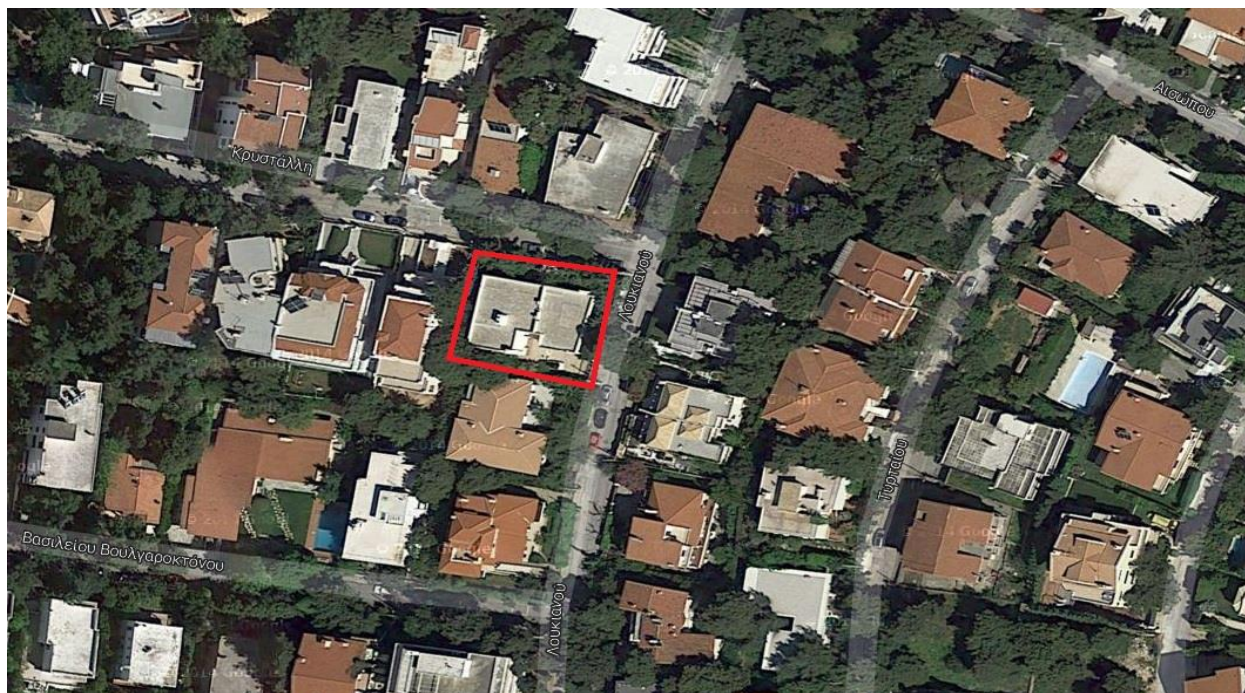
Πίνακας 6.6: Κατανάλωση καυσίμων και εκπομπών CO₂ ανά πηγή ενέργειας

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)	Εκπομπές CO ₂ (kg/m ²)
Ηλεκτρισμός	13.7	13.5
Πετρέλαιο	247.6	65.4
Φυσικό αέριο	0.0	0.0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0.0	0.0
Ηλιακή	11.5	0.0
Βιομάζα	0.0	0.0
Γεωθερμία	0.0	0.0
Άλλο ΑΠΕ	0.0	0.0
Σύνολο	261.3	78.9

Τέλος, παραθέτονται τα συνοπτικά αποτελέσματα ανά τομέα κατανάλωσης και αναγόμενα σε πρωτογενή ενέργεια, όπως δηλαδή ζητούνται και συγκρίνονται.

Πίνακας 6.7: Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση (kWh/m²)

Τελική χρήση	Υπάρχον κτίριο
Θέρμανση	267.8
Ψύξη	39.6
ZNX	4.6
Φωτισμός	0.0
ΣΗΘ	0.0
Σύνολο	312.0
Κατάταξη	H



Φωτογραφία 6.3: Φωτογραφία από Google Maps

6.2 Προτεινόμενες Παρεμβάσεις

Σε αυτό το κτίριο κατοικίας, έχουμε περιθώριο για πολλές και ριζικές παρεμβάσεις, καθώς η υπάρχουσα κατάσταση «0» είναι πολύ χαμηλής ενεργειακής αποδοτικότητας. Επιπλέον λόγω της παλαιότητας (έτος κατασκευής το 1972) υπάρχουν σοβαρές κτιριακές ελλείψεις, συμπεριλαμβανομένης και της κτιριακής μόνωσης, που πλέον συνιστανται και εφαρμόζονται και στις πιο απλές κτιριακές ανακαινίσεις.

6.2.1 Θερμομόνωση Κελύφους

Αρχικά προτείνεται ως βασική παρέμβαση η θερμομόνωση κελύφους, καθώς όπως αναφέρθηκε δεν υπάρχει καθόλου. Η θερμομόνωση επιλέγεται εξωτερική ώστε να εξοικονομηθούν οι εσωτερικοί χώροι και να έχουμε αισθητική αναβάθμιση. Η διαδικασία εφαρμογής είναι το ξύσιμο και λείανση των εξωτερικών επιφανειών, η εφαρμογή κόλλας θερμομονωτικών πλακών, τοποθέτηση εξηλασμένης πολυστερίνης, μία στρώση σπλισμένου επιχρίσματος, τοποθέτηση πλέγματος και τέλος σοβάτισμα. Το κόστος για τα απαιτούμενα υλικά και τις εργασίες ανέρχεται στα 20.00 €/m² (www.isomat.gr/kelyfos). Το σύνολο της επιφάνειας που θα μονωθεί είναι 574.40 m² (από τον πίνακα 6.2 και 6.8). Συνολικά δηλαδή η παρέμβαση θα κοστίσει 11.490 ευρώ. Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται οι νέες τιμές του U value.

Πίνακας 6.8: Αδιαφανείς επιφάνειες

Αδιαφανείς επιφάνειες			
Είδος	Προσανατολισμός	U (W/m ² K)	Επιφάνεια (m ²)
Πυλωτή	-	0.50	205.00
Οροφή	-	0.50	205.00
Πόρτα	Νότιο - ανατολικός	0.70	3.00
Τοιχοποιία	Νότιο - ανατολικός	0.70	54.45
Τοιχοποιία	Νότιος	0.70	39.15
Τοιχοποιία	Δυτικός	0.70	29.85
Τοιχοποιία	Βόρειος	0.70	10.50
Τοιχοποιία	Βόρειο - Ανατολικός	0.70	27.45
ΣΥΝΟΛΟ			574.40

Αναλυτικότερα για την τοιχοποιία έχουμε:

- 12.00 cm τούβλο (2 * 9.00 cm)
- 5.00 cm κενό
- 2.00 cm επίχρισμα
- 6.00 cm μόνωση

Συνολικό νέο πάχος τοίχου: 31.00 cm

6.2.2 Αντικατάσταση κουφωμάτων

Στην υπάρχουσα κατάσταση της κατοικίας, τα κουφώματα είναι αρκετά παλιά με ανεπαρκή θερμομόνωση και μεγάλη διείσδυση αέρα. Τα τζάμια είναι μονά. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία και τη συζήτηση περί επεμβάσεων στο θεωρητικό μέρος της εργασίας, η αλλαγή των κουφωμάτων θεωρείται η πιο κοινή επέμβαση ενεργειακής αναβάθμισης, μαζί με αυτή της χρήσης ηλιακού θερμοσίφωνα.

Έτσι, προτείνεται η ολική αντικατάσταση των κουφωμάτων με σύγχρονα νέου τύπου ενεργειακά και η αλλαγή των υαλοπινάκων (τζάμια) με διπλά ενεργειακά.

Σύμφωνα με τους πίνακες 6.3 και 6.9 η συνολική επιφάνεια των κουφωμάτων είναι 65.70 m² και η τιμή για την αντικατάσταση κουφωμάτων ανέρχεται στα 270.00 €/m², οπότε το σύνολο θα στοιχήσει 18.000 ευρώ (<https://www.myconstructor.gr/Jobs/windowJobForm>).

Πίνακας 6.9: Διαφανείς επιφάνειες

Διαφανείς επιφάνειες			
Είδος	Προσανατολισμός	U (W/m ² K)	Επιφάνεια (m ²)
Ανοιγόμενο κούφωμα	Νότιο - ανατολικός	2.60	9.90

Ανοιγόμενο κούφωμα	Νότιο - ανατολικός	2.60	9.90
Ανοιγόμενο κούφωμα	Νότιο - ανατολικός	2.60	4.50
Ανοιγόμενο κούφωμα	Νότιο - ανατολικός	2.60	4.50
Ανοιγόμενο κούφωμα	Βόρειος	2.60	4.50
Ανοιγόμενο κούφωμα	Δυτικός	2.60	1.35
Ανοιγόμενο κούφωμα	Δυτικός	2.60	9.90
Ανοιγόμενο κούφωμα	Νότιος	2.60	9.90
Ανοιγόμενο κούφωμα	Νότιος	2.60	9.90
Μη Ανοιγόμενο κούφωμα	Νότιο - ανατολικός	2.60	1.35
ΣΥΝΟΛΟ			65.70

6.2.3 Συστήματα Θέρμανσης

Όπως είδαμε και στην προηγούμενη περίπτωση, στη μελέτη της 1^{ης} οικίας, έτσι και εδώ θα δημιουργήσουμε και θα συγκρίνουμε για να αξιολογήσουμε δύο σενάρια στα συστήματα θέρμανσης.

6.2.3.1 Σύστημα Γεωθερμίας (οριζόντια)

Η χρήση γεωθερμίας είναι μία τεχνολογία που ολοένα και περισσότερο χρησιμοποιείται (κυρίως βέβαια στις νέες κατασκευές). Για την εφαρμογή της χρειάζεται εκσκαφή, σωλήνωση, εγκατάσταση εξοπλισμού και εργατικά. Σύμφωνα με έρευνα του ΚΑΠΕ, το ποσό για την εγκατάσταση ενός συστήματος αβαθούς γεωθερμίας (οριζόντιας) σε μία κατοικία περίπου 200 m² φθάνει τα 10.000 ευρώ, ποσό στο οποίο συμπεριλαμβάνονται όλα τα παραπάνω.

6.2.3.2 Αλλαγή καυσίμου καυστήρα

Η επόμενη προτεινόμενη παρέμβαση είναι στην αλλαγή στο είδους του καυσίμου. Όπως είδαμε και στο προηγούμενο κεφάλαιο, στην παράγραφο 5.2.3.1 έτσι εργαζόμαστε και εδώ.

Οπότε έχουμε:

- $A_{\text{δαπέδου}} = 205.00 \mu^2$
- $A_{\text{οροφής}} = 205.00 \mu^2$
- $A_{\text{περ.τοιχών}} = 574.40 \mu^2$
- $\Delta T = 20$
- $U_m = 1,2$

Αρα $P_{\text{gen}} = (205.00 + 205.00 + 574.40) \times 20 \times 1,2 \times 2,5 = 59.064,00 \text{ W} = 59,06 \text{ KW}$.

Το προτεινόμενο μοντέλο λέβητα αερίου είναι το BAXI Slim 1550 iN. Πρόκειται για λέβητα αερίου, υψηλού βαθμού απόδοσης με ειδική προστασία κατά της βροχής και της υγρασίας (IPX5D). Ιδανικός για εφαρμογές ατομικής θέρμανσης και άμεσης παραγωγής ζεστού νερού χρήσης (ZNX).

- Ισχύς: 35.0 – 65.0 kW
- Θάλαμος Καύσης: Ανοικτός
- Χρήση: Θέρμανση και ζεστό νερό χρήσης 13.7 ΔΤ 25°C
- Διαστάσεις ΥxΠxΒ : 830 x 440 x 299 mm

Επιπρόσθετα στοιχεία σύμφωνα με το εγχειρίδιο χρήσης του εν λόγω μοντέλου αποτελούν:

- Compact διαστάσεις
- Υψηλή απόδοση
- Ευκολία στη χρήση
- Νέος εργονομικός σχεδιασμός για εύκολη συντήρηση
- Αυτοδιάγνωση βλαβών
- Δυνατότητα αντιστάθμισης με πρόσθετο εξωτερικό αισθητήριο
- Δύο επίπεδα θερμοκρασίας λειτουργίας 30/85°C & 30/45°C
- Καθαριζόμενο φίλτρο κυκλώματος θέρμανσης
- Παροχή ZNX με INOX πλακοειδή εναλλάκτη
- Μέτρηση παροχής ZNX με αισθητήρα HALL για βελτιστοποίηση της άνεσης
- Σύστημα αποφυγής μπλοκαρίσματος
- Πίνακας ελέγχου με LCD οθόνη για εύκολη επιλογή θερμοκρασίας και διάγνωσης βλαβών
- Αντιπαγετική προστασία στο κύκλωμα θέρμανσης και ζεστού νερού χρήσης
- Δυνατότητα σύνδεσης με ηλιακό σύστημα της BAXI

Σε αυτό το σενάριο προτείνεται λοιπόν η αλλαγή του συμβατικού καυστήρα πετρελαίου, βαθμού απόδοσης 0,90 (στοιχεία από φύλλο συντήρησης λέβητα), με έναν καυστήρα φυσικού αερίου νέας τεχνολογίας και βαθμού απόδοσης 91,20.

(Πηγή: http://www.baxi.it/en/docs/fourtech_CAT_UK.pdf)

Η εταιρεία Φυσικό Αέριο Αττικής Α.Ε. είναι ο πάροχος φυσικού αερίου και σύμφωνα με τα στοιχεία που συλλέχτηκαν (τέλη σύνδεσης, αλλαγή καυστήρα κλπ), το ποσό επένδυσης που χρειάζεται είναι 4.770,00 ευρώ.

(<http://www.aerioattikis.gr/default.aspx?pid=32&la=1&artid=11>)

Πίνακας 6.10: Παρεμβάσεις και αντίστοιχα κόστη

Παρεμβάσεις	Κόστος (€)
Καυστήρας Φ/Α	2.450,00

Εγκατάσταση Καυστήρα	500,00-
Εγκατάσταση Μετρητή	480,00
Σωληνώσεις (υλικά και εγκατάσταση)	800,00
Τέλη Σύνδεσης	540,00
Σύνολο	4.770,00

6.2.4 Ενδοδαπέδια θέρμανση/ψύξη

Το κόστος ανέρχεται στα 11.000 ευρώ (www.idealtherm.gr & www.rehau.com) και περιλαμβάνει τις εργασίες, τον αντισταθμιστή, το κυκλοφορητή, το μονωτικό πατώματος, τους σωλήνες, το τσιμεντοκονίαμα και το πίνακα, δηλαδή το σύνολο της εγκατάστασης. Τέλος, σύμφωνα με την βιβλιογραφία είναι η αποδοτικότερη επένδυση σε συνδυασμό με τα συστήματα γεωθερμίας. Επιπλέον, προσφέρει θέρμανση κατά τους χειμερινούς μήνες και ψύξη κατά τους θερινούς.

6.2.5 Ηλιακός Θερμοσίφωνα

Λόγω παλαιότητας του υπάρχον ηλιακού, αλλά και λόγω της καλύτερης διαστασιολόγησης, προτείνεται αντικατάσταση με εκ νέου μελέτη. Πιο συγκεκριμένα, για τη διαστασιολόγηση του ηλιακού ακολουθούμε τα βήματα της παραγράφου 5.2.4 του προηγούμενου κεφάλαιου.

Άρα έχουμε:

Βήμα 1:

Η μέση μηνιαία ζήτηση ενέργειας για παραγωγή ζεστού νερού υπολογίζεται με βάση την κατανάλωση ζεστού νερού για κάθε νοικοκυριό, δηλαδή

$$L_w = (4 \text{ άτομα}) * (365 \text{ μέρες/έτος}) * (55 \text{ lt/άτομο*ημέρα}) * (1\text{kg/lt}) * (4,18 \text{ KJ/Kg } ^\circ\text{C}) * [(55 \text{ } ^\circ\text{C}) - (14,5 \text{ } ^\circ\text{C})] = 13.593.987 = 13,6 * 10^6 \text{ KJ/έτος}$$

Που είναι το μέσο ετήσιο θερμικό φορτίο για την παραγωγή ζεστού νερού

Βήμα 2:

Για να υπολογίσουμε το απαιτούμενο εμβαδό αρκεί να λύσουμε τη σχέση της παραγράφου 5.2.4 με άγνωστο την επιφάνεια του συλλέκτη.

Άρα

$$A_c = \frac{P_u}{n * \eta_{\tau}} = \frac{13,6 * 10^6}{0,35 * 5,35 * 10^6} = 7,26 \text{ m}^2$$

Έτσι, διαπιστώνουμε ότι για την κάλυψη των αναγκών τετραμελούς οικογένειας σε ΖΝΧ απαιτούνται 7,26 τ.μ. συλλεκτική επιφάνεια.

Ο ηλιακός συλλέκτης που προτείνεται είναι τύπου κενού και επιφάνειας 8,00 m² και 160 Lt χωρητικότητας (<http://www.maltezos.gr/prices.html>), ενώ το ποσοστό κάλυψης των αναγκών σε ΖΝΧ καλύπτεται πλήρως από αυτή την εφαρμογή. Τέλος το κόστος αγοράς και εγκατάστασης του καζανιού και των συλλεκτών ανέρχεται στα 800,00 ευρώ.

6.3 Μελέτη νέας κατάστασης

6.3.1 Σενάριο Γεωθερμίας

Παρακάτω παραθέτουμε τα στοιχεία της κατοικίας, όπως έγιναν ύστερα των παρεμβάσεων στο σενάριο 1, δηλαδή τη νέα κατάσταση. Οι παρεμβάσεις που έγιναν ήταν όλες οι προτεινόμενες με τη διαφορά στα δύο σενάρια να βρίσκεται στο σύστημα θέρμανσης.

Πίνακας 6.11: Βασικά στοιχεία κατοικίας

Χρήση κτιρίου	Μονοκατοικία	Αριθμός Ορόφων	1
Έτος Κατασκευής	1972	Θερμομόνωση	ΝΑΙ
Συνολική Επιφάνεια (m ²)	220	Συνολικός όγκος (m ³)	660
Θερμαινόμενη Επιφάνεια (m ²)	205	Θερμαινόμενος χώρος (m ³)	615
Έκθεση Κτιρίου	Εκτεθειμένο	Ύψος Τυπικού ορόφου	3.00
Αριθμός Θερμικών Ζωνών	1	Πηγή Ενέργειας	Ηλεκτρική
Αριθμός μη	1		Γεωθερμική
θερμαινόμενων χώρων			Ηλιακή

Χρησιμοποιώντας το λογισμικό του ΤΕΕ, ΚΕΝΑΚ, εκδόθηκε ένα νέο ενεργειακό πιστοποιητικό για τη κατοικία (ένα εικονικό δηλαδή σενάριο ενεργειακής βελτίωσης), η οποία κατηγοριοποιήθηκε στην κατάταξη ενεργειακής αποδοτικότητας Α+ (Εικόνα 6.5), δηλαδή εντός των προδιαγραφών και μάλιστα με τη ύψιστη βαθμολογία, δηλαδή με μηδενικές εκπομπές αέριων ρύπων CO₂ και ενεργειακές καταναλώσεις οι οποίες ακολουθούν παρακάτω.

Απαιτήσεις Κατανάλωσης νέας κατάστασης Σεναρίου 1

Πίνακας 6.12: Ενεργειακές απαιτήσεις ανά μήνα

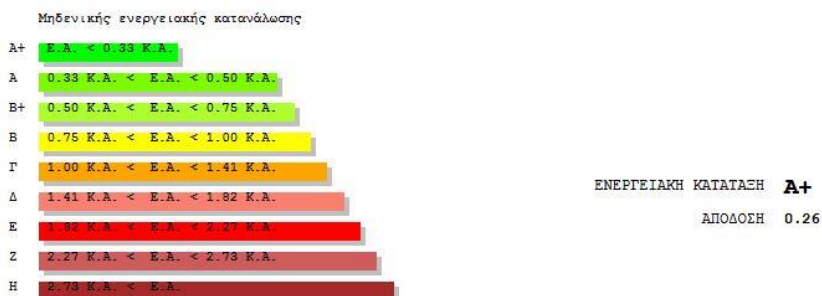
Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	22.4	18.5	15.1	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.5	18.6	86.5
Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	5.5	11.7	10.0	0.7	0.0	0.0	0.0	28.1
Υγρανση	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZNX	1.4	1.2	1.3	1.2	1.0	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0	1.1	1.3	12.7

Πίνακας 6.13: Ενεργειακές καταναλώσεις ανά μήνα

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	18.1	15.0	12.3	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.7	15.1	70.1
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	0.1	1.5	3.2	2.7	0.2	0.0	0.0	0.0	7.6
ZNX	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	1.3	1.4	1.8	2.0	2.3	2.4	2.5	2.5	2.3	1.9	1.4	1.2	23.0
Φωτισμός	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
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά ΣΗΘ	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
Σύνολο	18.2	15.0	12.3	1.9	0.1	1.5	3.2	2.7	0.2	0.0	7.7	15.2	77.8

Πίνακας 6.14: Κατανάλωση καυσίμων και εκπομπών CO₂ ανά πηγή ενέργειας

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)	Εκπομπές CO ₂ (kg/m ²)
Ηλεκτρισμός	0.0	0.0
Πετρέλαιο	0.1	0.0
Φυσικό αέριο	0.0	0.0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0.0	0.0
Ηλιακή	23.0	0.0
Βιομάζα	0.0	0.0
Γεωθερμία	0.0	0.0
Άλλο ΑΠΕ	77.6	0.0
Σύνολο	77.8	0.0



Ενεργειακά μη αποδοτικό

ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m ²)	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
ΙΑΝ	9.1	0.0	0.1	0.0
ΦΕΒ	7.5	0.0	0.0	0.0
ΜΑΡ	6.1	0.0	0.0	0.0
ΑΠΡ	1.0	0.0	0.0	0.0
ΜΑΙ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	0.7	0.0	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	1.6	0.0	0.0
ΑΥΓ	0.0	1.3	0.0	0.0
ΣΕΠ	0.0	0.1	0.0	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΝΟΕ	3.9	0.0	0.0	0.0
ΔΕΚ	7.5	0.0	0.1	0.0
ΣΥΝ	35.0	3.8	0.2	0.0

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m ²)	ΖΝΧ	ΥΓΡΑΝΣΗ
ΙΑΝ	22.4	0.0	1.4	0.0
ΦΕΒ	18.5	0.0	1.2	0.0
ΜΑΡ	15.1	0.0	1.3	0.0
ΑΠΡ	2.4	0.0	1.2	0.0
ΜΑΙ	0.0	0.3	1.0	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	5.5	0.8	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	11.7	0.8	0.0
ΑΥΓ	0.0	10.0	0.8	0.0
ΣΕΠ	0.0	0.7	0.8	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.0	0.0
ΝΟΕ	9.5	0.0	1.1	0.0
ΔΕΚ	18.6	0.0	1.3	0.0
ΣΥΝ	86.5	28.1	12.7	0.0

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m ²)	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
ΙΑΝ	18.1	0.0	0.0	0.0
ΦΕΒ	15.0	0.0	0.0	0.0
ΜΑΡ	12.3	0.0	0.0	0.0
ΑΠΡ	1.9	0.0	0.0	0.0
ΜΑΙ	0.0	0.1	0.0	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	1.5	0.0	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	3.2	0.0	0.0
ΑΥΓ	0.0	2.7	0.0	0.0
ΣΕΠ	0.0	0.2	0.0	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΝΟΕ	7.7	0.0	0.0	0.0
ΔΕΚ	15.1	0.0	0.1	0.0
ΣΥΝ	70.1	7.6	0.1	0.0

Εικόνα 6.2: Ενεργειακή κατάταξη νέας κατάστασης «1» Σεναρίου 1

6.3.1.1 Σύγκριση κατάστασης «0» και «1»

Συγκριτικά βλέπουμε τον παρακάτω πίνακα, όπου δίδονται οι καταναλώσεις της ενέργειας (σε πρωτογενή μορφή) και οι ενεργειακές κατατάξεις.

Πίνακας 6.15: Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση (kWh/m²)

Τελική χρήση	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
Θέρμανση	267.8	35
Ψύξη	39.6	3.8
ZNX	4.6	0.2
Φωτισμός	0	0
ΣΗΘ	0	0
Σύνολο	312	39
Κατάταξη	E	A+

6.3.1.2 Οικονομική αξιολόγηση

Στον παρακάτω πίνακα δίδονται και τα στοιχεία που μας ενδιαφέρουν, για την οικονομική αξιολόγηση της επένδυσής μας.

Πίνακας 6.16: Συγκριτικά οικονομικά στοιχεία

Εξοικονόμηση και κόστη	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
Λειτουργικό κόστος (€)	4,924.80	724.6
Αρχικό κόστος επένδυσης (€)		51,290.00
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)		273
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)		87.5
Μείωση εκπομπών CO ₂ (Kg/m ²)		78.8
Περίδος αποπληρωμής (έτη)		12.21

Η εξοικονόμηση που επιτεύχθηκε είναι 4.200,20 ευρώ ετησίως ενώ το αρχικό κόστος επένδυσης υπολογίστηκε στα 51.290,00 ευρώ. Έτσι, προκύπτει απόσβεση στα 12,21 έτη.

6.3.2 Σενάριο αντικατάστασης καυστήρα πετρελαίου με καυστήρα ΦΑ

Όπως έγινε και στο προηγούμενο σενάριο, έτσι και εδώ έχουμε τα «νέα» χαρακτηριστικά του κτιρίου (Πίνακας 6.17), έπειτα δηλαδή από τη θεωρητική επέμβαση των προτεινόμενων παρεμβάσεων. Αυτά συνιστούν τη νέα κατάσταση του Σεναρίου 2. Οι παρεμβάσεις που έγιναν ήταν όλες οι προτεινόμενες με τη διαφορά στα δύο σενάρια να βρίσκεται στο σύστημα θέρμανσης.

Πίνακας 6.17: Βασικά στοιχεία κατοικίας

Χρήση κτιρίου	Μονοκατοικία	Αριθμός Ορόφων	1
Έτος Κατασκευής	1972	Θερμομόνωση	ΝΑΙ
Συνολική Επιφάνεια (m ²)	220	Συνολικός όγκος (m ³)	660
Θερμαινόμενη Επιφάνεια (m ²)	205	Θερμαινόμενος χώρος (m ³)	615
Έκθεση Κτιρίου	Εκτεθειμένο	Ύψος Τυπικού ορόφου	3.00
Αριθμός Θερμικών Ζωνών	1	Πηγή Ενέργειας	Ηλεκτρική
Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων	1		Φυσικό Αέριο
			Ηλιακή

Με αντίστοιχη διαδικασία όπως είδαμε στη παράγραφο 4, υπολογίζουμε για τη κατοικία έχοντας υπόψιν τις προτεινόμενες παρεμβάσεις. Η κατοικία στη νέα της κατάσταση κατηγοριοποιήθηκε στη κλάση ενεργειακής αποδοτικότητας B+ (Εικόνα 6.3).

Πίνακας 6.18: Ενεργειακές απαιτήσεις ανά μήνα

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	22.4	18.5	15.1	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.5	18.6	86.5
Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	5.5	11.7	10.0	0.7	0.0	0.0	0.0	28.1
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	0.0
ZNX	1.4	1.2	1.3	1.2	1.0	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0	1.1	1.3	12.7

Πίνακας 6.19: Ενεργειακές καταναλώσεις ανά μήνα

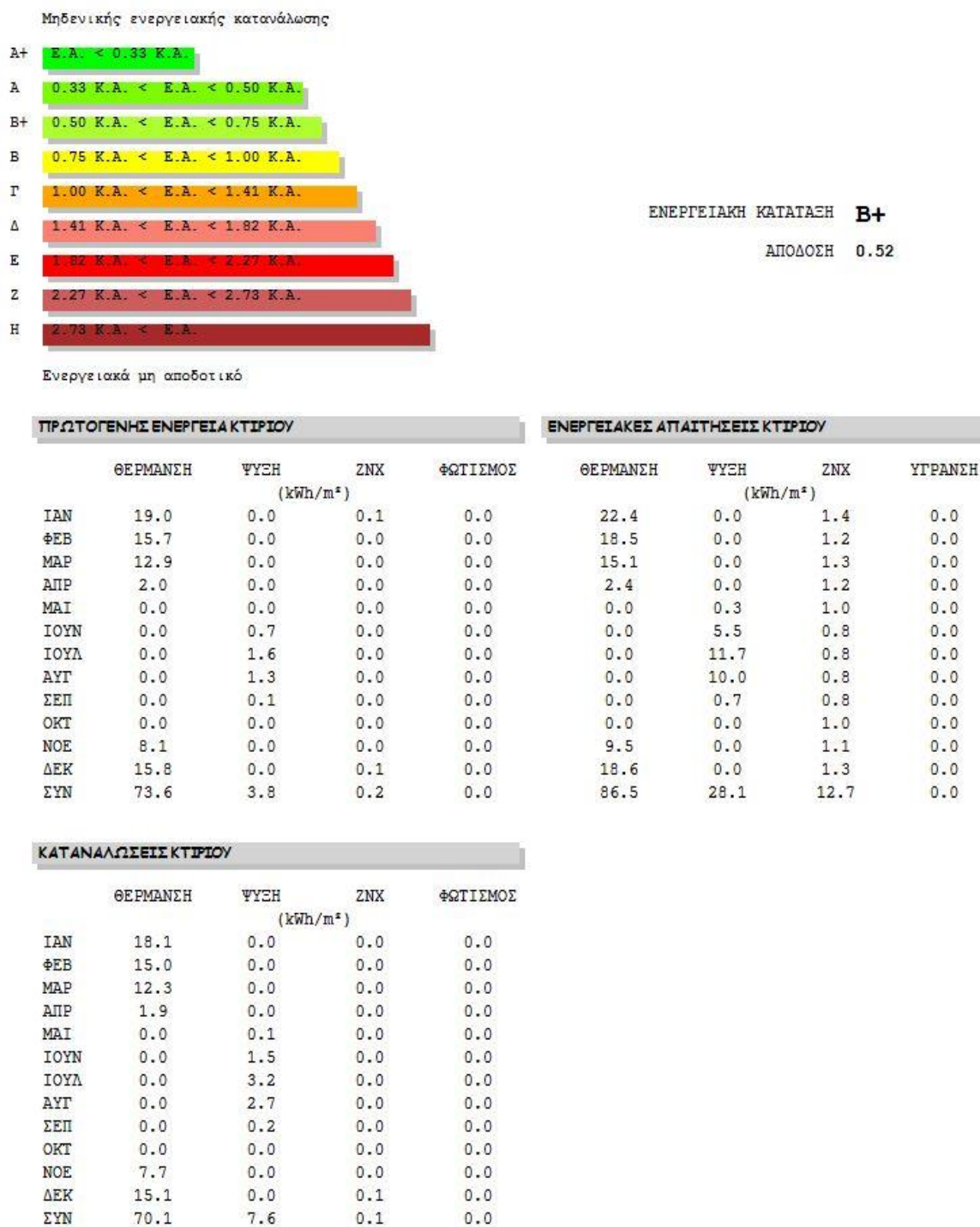
Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	18.1	15.0	12.3	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.7	15.1	70.1
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.5	3.2	2.7	0.2	0.0	0.0	0.0	7.6
ZNX	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	1.3	1.4	1.8	2.0	2.3	2.4	2.5	2.5	2.3	1.9	1.4	1.2	23.0
Φωτισμός	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
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά ΣΗΘ	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
Σύνολο	18.2	15.0	12.3	1.9	0.1	1.5	3.2	2.7	0.2	0.0	7.7	15.2	77.8

Πίνακας 6.20: Κατανάλωση καυσίμων και εκπομπών CO₂ ανά πηγή ενέργειας

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)	Εκπομπές CO ₂ (kg/m ²)
Ηλεκτρισμός	0.0	0.0
Πετρέλαιο	0.1	0.0
Φυσικό αέριο	70.1	13.7
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0.0	0.0
Ηλιακή	23.0	0.0
Βιομάζα	0.0	0.0
Γεωθερμία	0.0	0.0
Άλλο ΑΠΕ	7.6	0.0
Σύνολο	77.8	13.8

Πίνακας 6.21: Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση (kWh/m²)

Τελική χρήση	Σενάριο 2
Θέρμανση	73.6
Ψύξη	3.8
ZNX	0.2
Φωτισμός	0
ΣΗΘ	0
Σύνολο	77.5
Κατάταξη	B+



Εικόνα 6.3: Ενεργειακή κατάταξη νέας κατάστασης «1» Σεναρίου 2

6.3.2.1 Σύγκριση κατάστασης «0» και «1»

Συγκριτικά βλέπουμε τον παρακάτω πίνακα, όπου δίδονται οι καταναλώσεις της ενέργειας (σε πρωτογενή μορφή) και οι ενεργειακές κατατάξεις.

Πίνακας 6.22: Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση (kWh/m²)

Τελική χρήση	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 2
Θέρμανση	267.8	73.6
Ψύξη	39.6	3.8
ZNX	4.6	0.2
Φωτισμός	0	0
ΣΗΘ	0	0
Σύνολο	312	77.5
Κατάταξη	E	B+

6.3.2.2 Οικονομική αξιολόγηση

Στον παρακάτω πίνακα δίδονται και τα στοιχεία που μας ενδιαφέρουν, για την αξιολόγηση της επένδυσής μας.

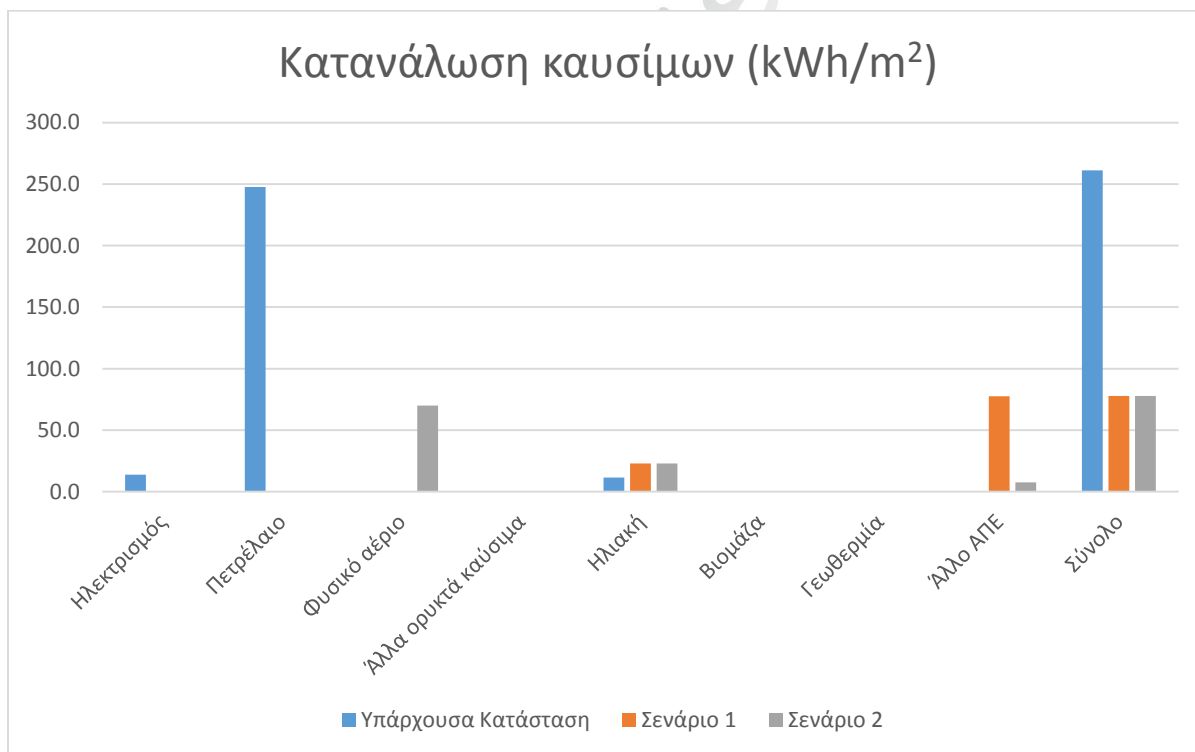
Πίνακας 6.23: Συγκριτικά οικονομικά στοιχεία

Εξοικονόμηση και κόστη	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 2
Λειτουργικό κόστος (€)	4,924.80	1,116.50
Αρχικό κόστος επένδυσης (€)		45,060.00
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)		234.5
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)		75.2
Μείωση εκπομπών CO ₂ (Kg/m ²)		65.1
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)		11.83

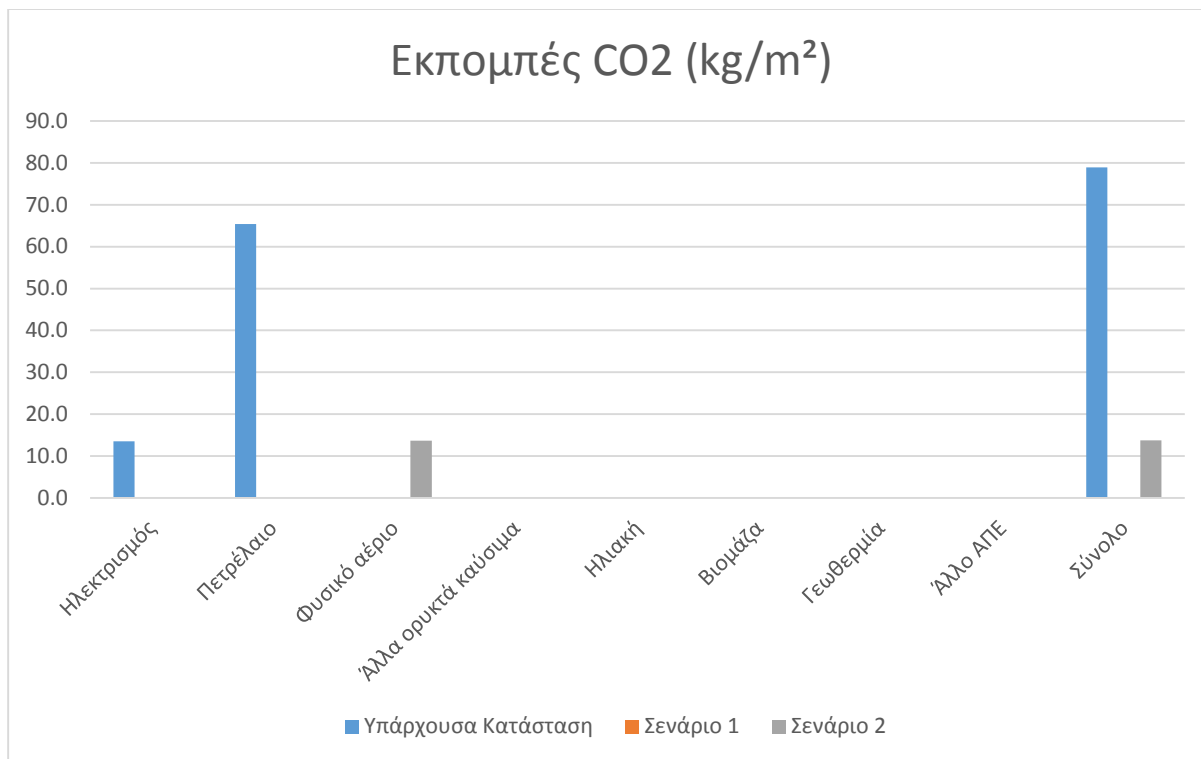
Η εξοικονόμηση που επιτεύχθηκε είναι 3.808,30 ευρώ ετησίως ενώ το αρχικό κόστος επένδυσης υπολογίστηκε στα 45.060,00 ευρώ. Έτσι, προκύπτει απόσβεση στα 11.83 έτη.

6.4 Αποτελέσματα – Συμπεράσματα – Αξιολόγηση

Βλέπουμε, ότι καταφέραμε να πιάσουμε τα περιβαλλοντικά κριτήρια της νομοθεσίας, και μάλιστα καταφέραμε μηδενικές εκπομπές CO₂ στο ένα μας σενάριο (Σενάριο – Εφαρμογή Συστήματος Γεωθερμίας). Οι επεμβάσεις στη δεύτερη κατοικία της έρευνάς μας ήταν υψηλότερου προϋπολογισμού σε σχέση με την πρώτη οικία. Παρ' όλα αυτά, και στα δύο σενάρια η απόσβεση των επενδύσεων δεν είχε μεγάλη απόκλιση λόγω των μεγαλύτερων εξοικονομήσεων που επιτεύχθηκαν. Στα παρακάτω διαγράμματα αναφέρονται συγκριτικά οι αναλυτικές καταναλώσεις ενέργειας ανά σενάριο εφαρμογής και ανά πηγή καυσίμου, όπως και συνολικά (σχήμα 6.5). Στο σχήμα 6.6 έχουμε τα ίδια δεδομένα με το σχήμα 6.5 αλλά για τις εκπομπές αέριων ρύπων.

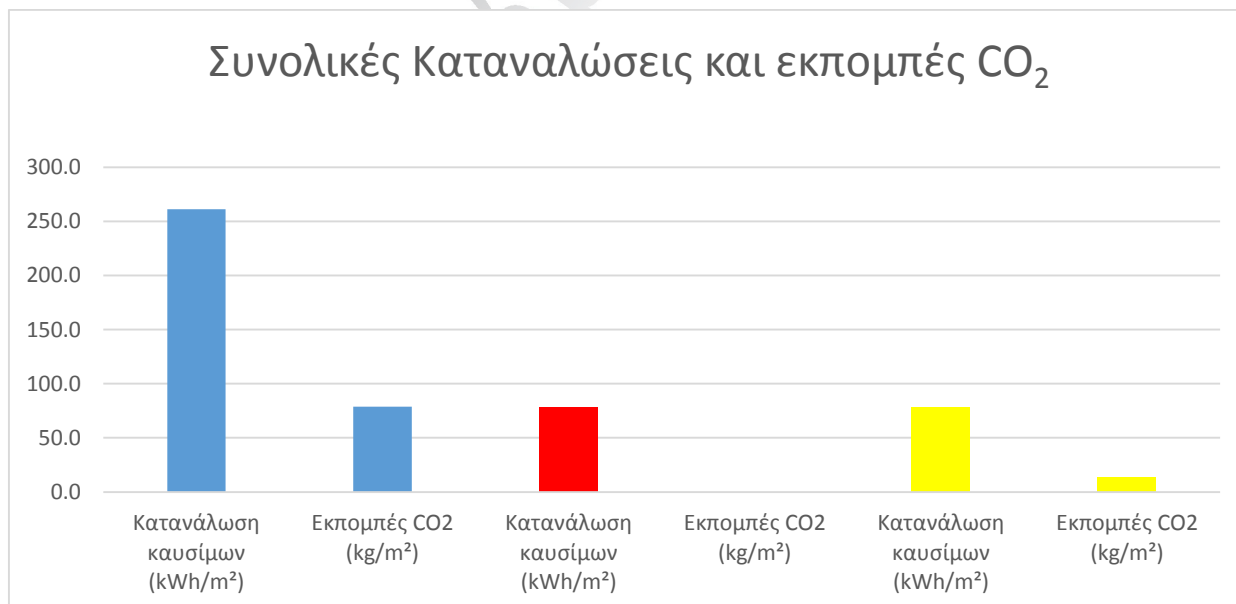


Σχήμα 6.3: Διάγραμμα αναλυτικών καταναλώσεων ενέργειας



Σχήμα 6.4: Διάγραμμα αναλυτικών εκπομπών CO₂

Παρακάτω, εμφανίζονται συγκριτικά για το κάθε σενάριο τα σύνολα των καταναλώσεων ενέργειας και εκπομπών CO₂ (Σχήμα 6.7).



Σχήμα 6.5: Διάγραμμα συνολικών καταναλώσεων καυσίμων και εκπομπών CO₂. Το μπλε χρώμα αντιπροσωπεύει τη παρούσα κατάσταση, το κόκκινο το σενάριο χρήσης γεωθερμίας (σενάριο 1) και το κίτρινο το σενάριο χρήσης φυσικού αερίου αντί για πετρέλαιο (σενάριο 2).

Στο πρώτο σενάριο, αυτό της χρήσης γεωθερμίας για τις ανάγκες των συστημάτων θέρμανσης, η εξοικονόμηση που επιτεύχθηκε ήταν της τάξεως των 4.200,20 ευρώ ετησίως ενώ το αρχικό κόστος επένδυσης υπολογίστηκε στα 51.290,00 ευρώ. Έτσι, προέκυψε απόσβεση στα 12,21 έτη. Στο δεύτερο σενάριο, αυτό της αλλαγής καυσίμου και της χρήσης Φυσικού αερίου αντί πετρελαίου, η εξοικονόμηση που επιτεύχθηκε ήταν 3.808,30 ευρώ ετησίως ενώ το αρχικό κόστος επένδυσης υπολογίστηκε στα 45.060,00 ευρώ. Έτσι, προέκυψε απόσβεση στα 11.83 έτη.

Αναλυτικότερα ακολουθεί ο συνοπτικός πίνακας αποτελεσμάτων της ανάλυσης:

Πίνακας 6.24: Συγκριτικός συνοπτικός πίνακας αποτελεσμάτων της ανάλυσης

	Υπάρχουσα κατάσταση	Σενάριο Γεωθερμίας	Σενάριο χρήσης Φ/Α
Λειτουργικό κόστος (€)	4.924,80	724,60	1.116,50
Κεφάλαιο επένδυσης (€)	-	51.290,00	45.060,00
Χρηματική εξοικονόμηση (€)	-	4.200,20	3.808,30
Χρηματική εξοικονόμηση (%)	-	85.29	77.33
Χρόνος αποπληρωμής (έτη)	-	12.21	11.83
Ενεργειακή κατανάλωση (kW/m ²)	312.00	39.00	77.50
Ενεργειακή εξοικονόμηση (kW/m ²)	-	273.00	234.50
Ενεργειακή εξοικονόμηση (%)	-	87.50	75.16
Εκπομπή CO ₂ (kg/m ²)	78.90	0.00	13.80
Εξοικονόμηση CO ₂ (kg/m ²)	-	78.90	65.10
Εξοικονόμηση CO ₂ (%)	-	100.00	82.51
Ενεργειακή κατάταξη	H	A+	B+

Όπως βλέπουμε οι αποσβέσεις και στις δύο περιπτώσεις βρίσκονται πολύ κοντά. Από την περιβαλλοντική άποψη έχουμε μία ολόκληρη ενεργειακή κλάση υψηλότερη στο πρώτο σενάριο, όπως και βέβαια ένα κόστος 6.230 ευρώ παραπάνω για αρχική επένδυση. Επειδή όμως και τα δύο σενάρια είναι μεγάλου αρχικού κεφαλαίου και επειδή αυτή η διαφορά είναι της τάξεως του 15%, αλλά κυρίως της μεγάλης διαφοράς του περιβαλλοντικού αντίκτυπου, θα επιλέξουμε το πρώτο σενάριο, που προσφέρει και μηδενικές καταναλώσεις αέριων ρύπων του θερμοκηπίου. Δηλαδή και σε αυτή τη θεωρητική λήψη απόφασης θα επιλέξουμε βάση του περιβαλλοντικού παράγοντα.

7. Μελέτη 3^{ης} Οικίας

7.1 Μελέτη υπάρχουσας κατάστασης

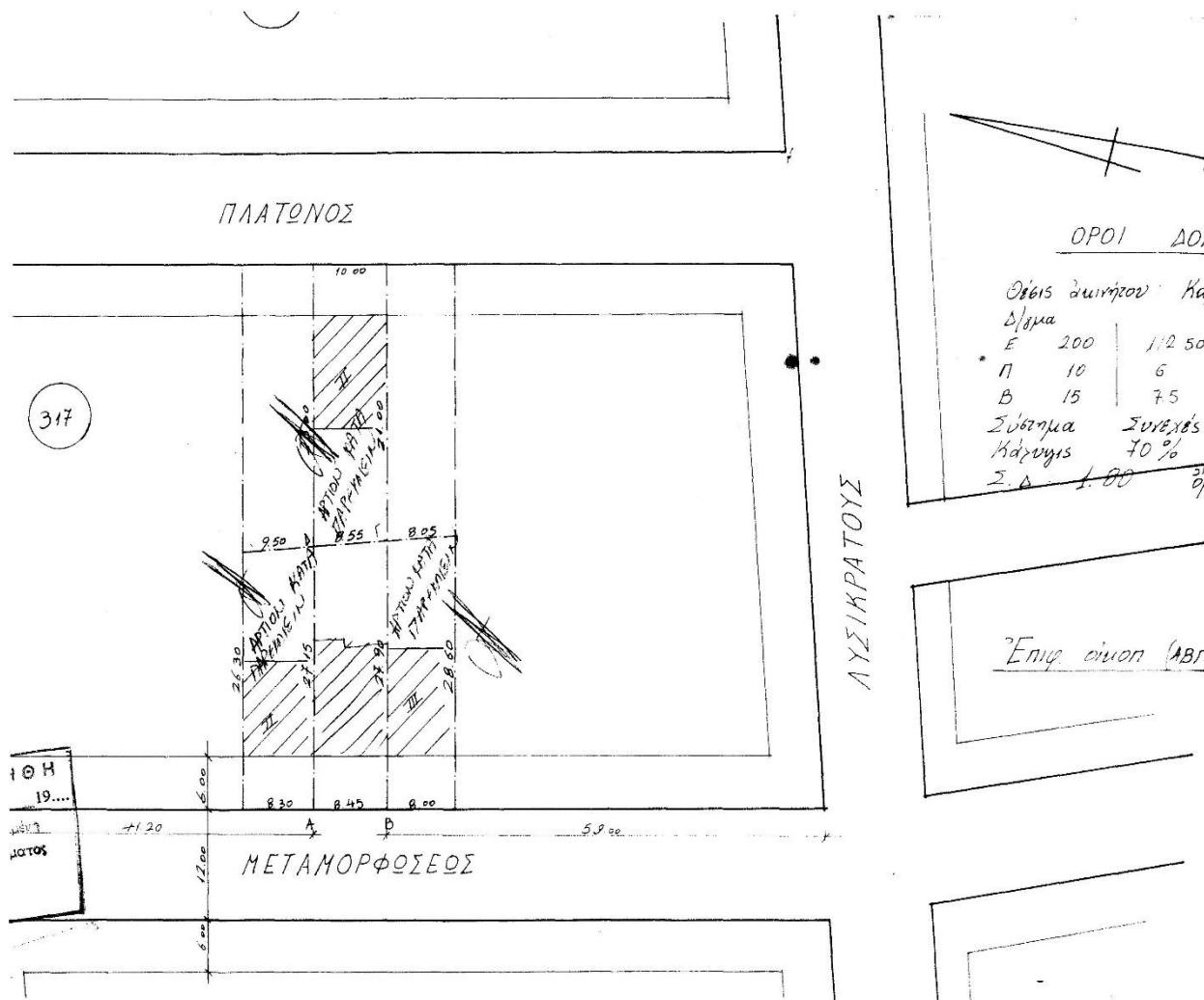
Αρχική Κατάσταση «0»

Αντίστοιχα με τον τρόπο μελέτης της 1^{ης} οικίας, έτσι και σε αυτή τη περίπτωση, αρχικά παραθέτουμε τα στοιχεία της κατοικίας, δηλαδή την υπάρχουσα κατάσταση «0», που είναι τα παρακάτω.



Φωτογραφία 7.1: Πρόσοψη οικίας

Πρόκειται για ένα διαμέρισμα 5^{ου} ορόφου (Φωτογραφία 7.1), μιας επτάώροφης πολυκατοικίας, στο κέντρο της Αθήνας, στην οδό Μεταμορφώσεως. Το συνολικό εμβαδό του διαμερίσματος είναι 95,20 μ² (Σχήμα 7.1) και αποτελείται από μια θερμαινόμενη ζώνη (εμβαδού 84,95 μ²) και μια μη θερμαινόμενη (χωρίζεται έτσι, γιατί έχουν υπολογιστεί και οι κοινόχρηστοι χώροι του κλιμακοστάσια, καθώς πρόκειται για οροφодιαμέρισμα) 10,25 μ².



Σχήμα 7.1: Τοπογραφικό διάγραμμα κτίσματος

Η ημερομηνία έκδοσης της άδειας είναι το έτος 1979 και έτσι συμπεραίνουμε ότι δεν υπάρχει θερμομόνωση κελύφους. Αυτό αποδείχτηκε και στην επί τόπου αυτοψία. Το ύψος του ορόφου είναι 2,85 μέτρα. Θεωρείται «ενδιάμεσα» εκτεθειμένο, καθώς περικλείεται από άλλα διαμερίσματα και κτίσματα. Ως πηγές ενέργειας λαμβάνονται το Πετρέλαιο (κεντρική θέρμανση) και ο ηλεκτρισμός για τις ανάγκες ΖΝΧ και ηλεκτρικών συσκευών.

Πίνακας 7.1: Βασικά στοιχεία κατοικίας

Χρήση κτιρίου	Πολυκατοικία	Αριθμός Ορόφων	1
Έτος Κατασκευής	1979	Θερμομόνωση	ΟΧΙ
Συνολική Επιφάνεια (m ²)	95,20	Συνολικός όγκος (m ³)	271,32
Θερμαινόμενη Επιφάνεια (m ²)	84,95	Θερμαινόμενος χώρος (m ³)	242,11
Έκθεση Κτιρίου	Ενδιάμεσο	Ύψος Τυπικού ορόφου	2.85
Αριθμός Θερμικών Ζωνών	1	Πηγή Ενέργειας	Πετρέλαιο
Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων	1		Ηλεκτρική

Οι διαφανείς και αδιαφανείς επιφάνειες είναι οι εξής:

Πίνακας 7.2: Αδιαφανείς επιφάνειες

Αδιαφανείς επιφάνειες			
Είδος	Προσανατολισμός	U (W/m ² K)	Επιφάνεια (m ²)
Τοιχοποιία	Βόρειος	1.05	24.22
Τοιχοποιία	Ανατολικός	1.05	31.92
Τοιχοποιία	Νότιος	1.05	24.22
Τοιχοποιία	Δυτικός	1.05	31.92
ΣΥΝΟΛΟ			112.28

Πίνακας 7.3: Διαφανείς επιφάνειες

Διαφανείς επιφάνειες			
Είδος	Προσανατολισμός	U (W/m ² K)	Επιφάνεια (m ²)
Ανοιγόμενο κούφωμα	Βόρειος	6.00	3.42
Ανοιγόμενο κούφωμα	Βόρειος	6.00	3.42
Ανοιγόμενο κούφωμα	Νότιος	6.00	3.42
Ανοιγόμενο κούφωμα	Νότιος	6.00	3.42
Ανοιγόμενο κούφωμα	Νότιος	6.00	3.42
ΣΥΝΟΛΟ			17.10

Για την τοιχοποιία έχουμε:

- 12.00 cm τούβλο (2 * 9.00 cm)
- 5.00 cm κενό
- 2.00 cm επίχρισμα

Σύνολο: 25.00 cm

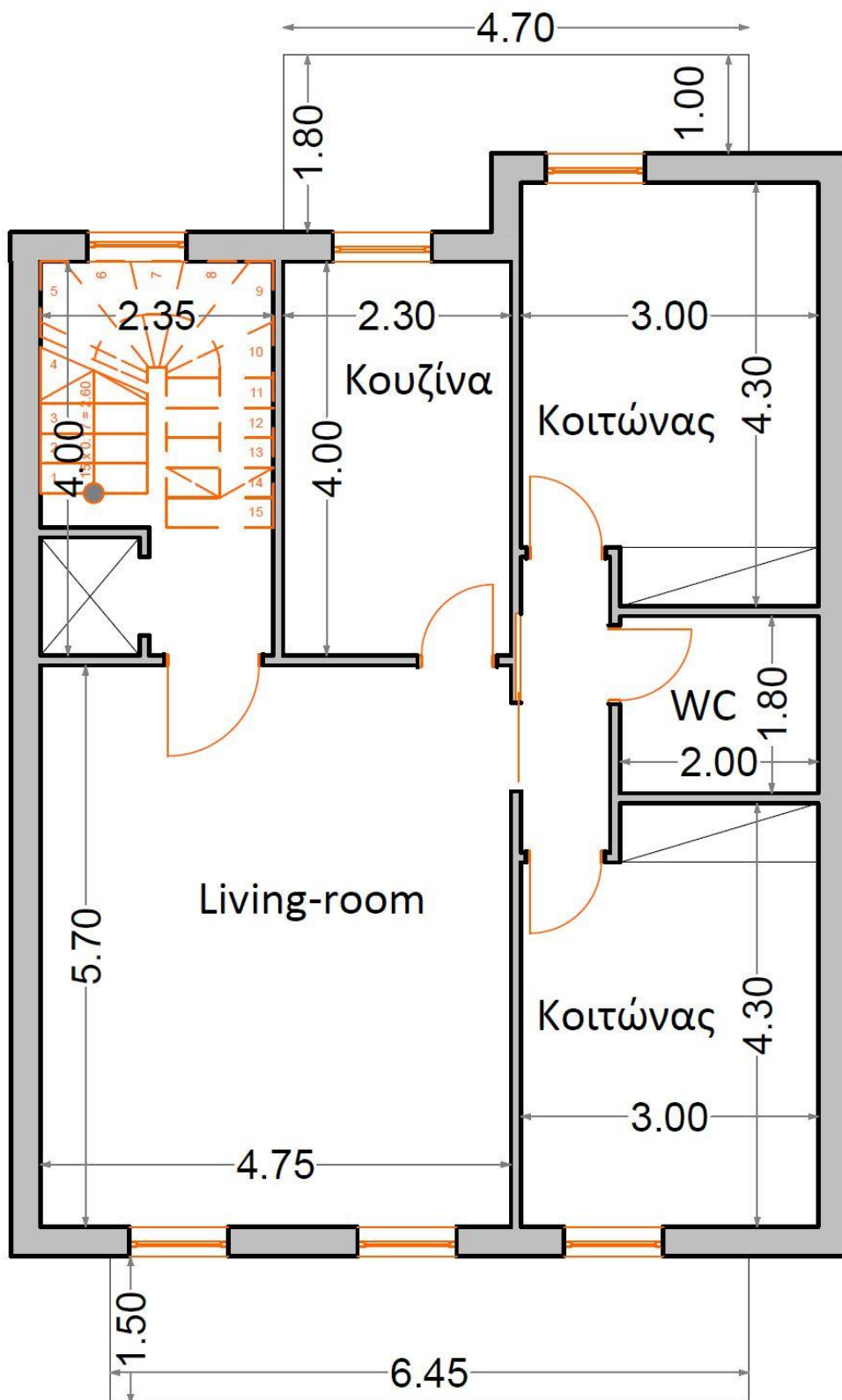
Με αυτά τα δεδομένα και επιπροσθέτων των αρχιτεκτονικών (Σχήμα 7.2) και της επιτόπου καταγραφής των ηλεκτρομηχανολογικών χαρακτηριστικών (Φωτογραφία 7.3), προσομοιώνεται στο λογισμικό του KENAK η εξεταζόμενη κατοικία.

Στη συνέχεια, ακολουθώντας τα βήματα των παραγράφων 5 και 6, εκδόθηκε ένα ενεργειακό πιστοποιητικό για την τρίτη κατοικία (Εικόνα 7.1), η οποία κατηγοριοποιήθηκε στην κατάταξη ενεργειακής αποδοτικότητας Z, με τις παρακάτω ενεργειακές απαιτήσεις και καταναλώσεις ανά μήνα (Πίνακας 7.4 και 7.5). Σύμφωνα με τα στοιχεία της βιβλιογραφίας, αυτή η ενεργειακή κατάταξη είναι απολύτως λογική, λόγω της παλαιότητας του κτιρίου, της κατασκευής και των συστημάτων θέρμανσης/ψύξης που την αποτελούν.

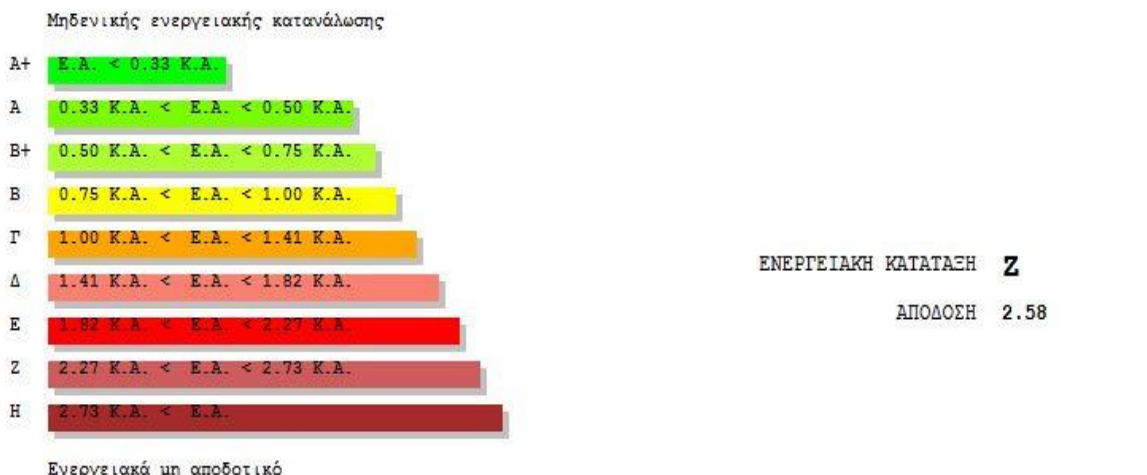


Φωτογραφία 7.2: Φωτογραφία από Google Maps

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΝ



Σχήμα 7.2: Κάτοψη ορόφου



	ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ				ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΥΓΡΑΝΣΗ
	(kWh/m ²)				(kWh/m ²)			
ΙΑΝ	36.0	0.0	7.0	0.0	19.5	0.0	2.2	0.0
ΦΕΒ	31.3	0.0	6.4	0.0	17.0	0.0	2.0	0.0
ΜΑΡ	26.6	0.0	6.8	0.0	14.4	0.0	2.1	0.0
ΑΠΡ	4.9	0.0	5.9	0.0	2.7	0.0	1.9	0.0
ΜΑΙ	0.0	0.1	5.3	0.0	0.0	0.1	1.7	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	2.1	4.3	0.0	0.0	1.9	1.3	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	9.9	3.9	0.0	0.0	8.8	1.2	0.0
ΑΥΓ	0.0	9.6	3.9	0.0	0.0	8.6	1.2	0.0
ΣΕΠ	0.0	0.5	4.2	0.0	0.0	0.4	1.3	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	5.2	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0
ΝΟΕ	12.1	0.0	5.8	0.0	6.6	0.0	1.8	0.0
ΔΕΚ	28.0	0.0	6.7	0.0	15.2	0.0	2.1	0.0
ΣΥΝ	139.0	22.1	65.5	0.0	75.4	19.8	20.4	0.0

	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
	(kWh/m ²)			
ΙΑΝ	32.7	0.0	2.4	0.0
ΦΕΒ	28.5	0.0	2.2	0.0
ΜΑΡ	24.2	0.0	2.3	0.0
ΑΠΡ	4.5	0.0	2.1	0.0
ΜΑΙ	0.0	0.0	1.8	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	0.7	1.5	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	3.4	1.4	0.0
ΑΥΓ	0.0	3.3	1.3	0.0
ΣΕΠ	0.0	0.2	1.5	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.8	0.0
ΝΟΕ	11.0	0.0	2.0	0.0
ΔΕΚ	25.5	0.0	2.3	0.0
ΣΥΝ	126.3	7.6	22.6	0.0

Εικόνα 7.1: Ενεργειακή κατάταξη υπάρχουσας κατάστασης «0»

Πίνακας 7.4: Ενεργειακές απαιτήσεις ανά μήνα

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	19.5	17.0	14.4	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.6	15.2	75.4
Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.9	8.8	8.6	0.4	0.0	0.0	0.0	19.8
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	0.0
ZNX	2.2	2.0	2.1	1.9	1.7	1.3	1.2	1.2	1.3	1.6	1.8	2.1	20.4

Πίνακας 7.5: Ενεργειακές καταναλώσεις ανά μήνα

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	32.7	28.5	24.2	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0	25.5	126.3
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	0.0	0.7	3.4	3.3	0.2	0.0	0.0	0.0	7.6
ZNX	2.4	2.2	2.3	2.1	1.8	1.5	1.4	1.3	1.5	1.8	2.0	2.3	22.6
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	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
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	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
Σύνολο	35.2	30.7	26.5	6.5	1.9	2.2	4.8	4.6	1.6	1.8	13.0	27.8	156.6

Τέλος, παρουσιάζονται οι καταναλώσεις καυσίμων και οι αντίστοιχες εκπομπές ρύπων CO₂, ανά πηγή ενέργειας (Πίνακας 7.6).

Πίνακας 7.6: Κατανάλωση καυσίμων και εκπομπών CO₂ ανά πηγή ενέργειας

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)	Εκπομπές CO ₂ (kg/m ²)
Ηλεκτρισμός	30.2	29.9
Πετρέλαιο	126.3	33.3
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	156.6	63.2



Φωτογραφία 7.3: Καυστήρας Πετρελαίου

7.2 Προτεινόμενες Παρεμβάσεις

Παρακάτω ακολουθούν οι προτεινόμενες παρεμβάσεις για το υπό εξέταση διαμέρισμα.

7.2.1 Αντικατάσταση κουφωμάτων

Στην υπάρχουσα κατάσταση της κατοικίας, τα κουφώματα είναι αρκετά παλιά με ανεπαρκή θερμομόνωση και μεγάλη διείσδυση αέρα. Τα τζάμια είναι μονά. Όπως αναφέραμε στο θεωρητικό μέρος της εργασίας, αλλά και στη προηγούμενη περίπτωση μελέτης, η αλλαγή κουφωμάτων και υαλοπινάκων θεωρείται η πιο σημαντική επέμβαση ενεργειακής αναβάθμισης, μαζί με αυτή της χρήσης ηλιακού θερμοσίφωνα.

Έτσι, προτείνεται η ολική αντικατάσταση των κουφωμάτων με σύγχρονα νέου τύπου ενεργειακά και η αλλαγή των υαλοπινάκων (τζάμια) με διπλά ενεργειακά.

Σύμφωνα με τους πίνακες 7.3 και 7.7 η συνολική επιφάνεια των κουφωμάτων είναι 17.10 m² και η τιμή για την αντικατάσταση κουφωμάτων ανέρχεται στα 270.00 €/m², οπότε το σύνολο θα στοιχήσει 4.620 ευρώ (<https://www.myconstructor.gr/Jobs/windowJobForm>).

Πίνακας 7.7: Διαφανείς επιφάνειες

Διαφανείς επιφάνειες			
Είδος	Προσανατολισμός	U (W/m ² K)	Επιφάνεια (m ²)
Ανοιγόμενο κούφωμα	Βόρειος	3.10	3.42
Ανοιγόμενο κούφωμα	Βόρειος	3.10	3.42
Ανοιγόμενο κούφωμα	Νότιος	3.10	3.42
Ανοιγόμενο κούφωμα	Νότιος	3.10	3.42
Ανοιγόμενο κούφωμα	Νότιος	3.10	3.42
ΣΥΝΟΛΟ			17.10

7.2.2 Βάψιμο

Αφού μελετήθηκαν διάφορα σενάρια στο λογισμικό του KENAK, διαπιστώθηκε πως μια πολύ αποδοτική και φτηνή επένδυση θα ήταν η λεύκανση και λείανση των εξωτερικών επιφανειών. Σίγουρα καλύτερο αποτέλεσμα θα είχαμε με θερμομόνωση, αλλά στο χαρακτήρα της αξιολόγησης παρεμβάσεων θεωρήθηκε σκόπιμο να «πειραματιστούμε» με διαφορετικές προσεγγίσεις σε κάθε σενάριο μελέτης ώστε να έχουμε μεγαλύτερο εύρος. Έτσι, τα υλικά, οι εργασίες βαψίματος και σοβατίσματος υπολογίστηκαν στα 1.000 ευρώ. (www.sotiropoulosgroup.gr)

7.2.3 Ανεμιστήρες οροφής

Λόγω του μικρού εμβαδού των χώρων του διαμερίσματος, προτιμήθηκε η εφαρμογή ανεμιστήρων οροφής για τις ανάγκες ψύξης. Το συγκεκριμένο μοντέλο που επιλέχθηκε από τα

διαθέσιμα του ηλεκτρονικού καταστήματος e-shop είναι διπλής ενέργειας, δηλαδή κατά την περίοδο του καλοκαιριού ρυθμίζεται να λειτουργεί αριστερόστροφα ώστε να δροσίζεται ο χώρος και το χειμώνα δεξιόστροφα ώστε να στέλνει τη ζέστη που παράγουν τα σώματα θέρμανσης, από τη οροφή προς τα χαμηλά. Συνολικά εισήχθησαν τέσσερις ανεμιστήρες οροφής (ένας για κάθε δωμάτιο, πλην του μπάνιου). Κόστος 400 ευρώ σύνολο. (www.e-shop.gr)

7.2.4 Αυτοματισμοί – Θερμικές Ζώνες

Επόμενη επέμβαση είναι η εισαγωγή καλύτερων και σύγχρονων αυτοματισμών και συστημάτων ελέγχου και διαχείρισης της ενέργειας, καθώς και ο χωρισμός του διαμερίσματος σε θερμικές ζώνες άνω της ενός.

Ο σχεδιασμός αφορά στο διαχωρισμό του διαμερίσματος σε θερμικές ζώνες, δηλαδή κάθε δωμάτιο και μια ζώνη (πιο συγκεκριμένα το ένα υπνοδωμάτιο μόνο του, το άλλο μαζί με το μπάνιο, σαλόνι και κουζίνα). Οι ενέργειες και τα υλικά που απαιτούνται είναι η τοποθέτηση ξεχωριστού θερμοστάτη σε κάθε θερμική ζώνη, με τις αντίστοιχες καλωδιώσεις, μία ηλεκτροβάνια για κάθε διακλάδωση του υδραυλικού συστήματος των σωμάτων του καλοριφέρ, τα εργατικά του υδραυλικού και τα μερεμέτια που θα πρέπει να γίνουν στο τέλος.

Πίνακας 7.8: Παρεμβάσεις και αντίστοιχα κόστη

Παρεμβάσεις	Κόστος (€)
Θερμοστάτες (x4) και καλωδιώσεις	400,00
Ηλεκτροβάνες (x4)	400,00
Εργατικά Υδραυλικού	300,00
Μερεμέτια	200,00
Σύνολο	1300,00

7.2.5 Ηλιακός Θερμοσίφωνας

Σύμφωνα με τις Τεχνικές Οδηγίες του ΤΕΕ, ο ηλιακός θερμοσίφωνας είναι η πλέον απαραίτητη παρέμβαση ενεργειακής αναβάθμισης και εξοικονόμησης..

Πιο συγκεκριμένα, για τη διαστασιολόγηση του ηλιακού ακολουθούμε τα βήματα της παραγράφου 5.2.4.

Άρα έχουμε::

Βήμα 1:

Η μέση μηνιαία ζήτηση ενέργειας για παραγωγή ζεστού νερού υπολογίζεται με βάση την κατανάλωση ζεστού νερού για κάθε νοικοκυριό, δηλαδή

$$L_w = (2 \text{ άτομα}) * (365 \text{ μέρες/έτος}) * (55 \text{ lt/άτομο*ημέρα}) * (1\text{kg/lt}) * (4,18 \text{ KJ/Kg } ^\circ\text{C}) * [(55 \text{ } ^\circ\text{C}) - (14,5 \text{ } ^\circ\text{C})] = 6.796.993 = 6,8 * 10^6 \text{ KJ/έτος}$$

Που είναι το μέσο ετήσιο θερμικό φορτίο για την παραγωγή ζεστού νερού

Βήμα 2:

Για να υπολογίσουμε το απαιτούμενο εμβαδό αρκεί να λύσουμε τη σχέση της παραγράφου 5.2.4 με άγνωστο την επιφάνεια του συλλέκτη.

Άρα

$$A_c = \frac{P_u}{n * \eta_{\tau}} = \frac{6,8 * 10^6}{0,35 * 5,35 * 10^6} = 3,63 \text{ m}^2$$

Έτσι, διαπιστώνουμε ότι για την κάλυψη των αναγκών οικογένειας δύο ατόμων σε ΖΝΧ απαιτούνται 3,63 τ.μ. συλλεκτική επιφάνεια.

Ο ηλιακός συλλέκτης που προτείνεται είναι τύπου κενού και επιφάνειας 4,00 m² και 100 Lt χωρητικότητας (<http://www.maltezos.gr/prices.html>), ενώ το ποσοστό κάλυψης των αναγκών σε ΖΝΧ καλύπτεται πλήρως από αυτή την εφαρμογή. Τέλος το κόστος αγοράς και εγκατάστασης του καζανιού και των συλλεκτών ανέρχεται στα 650,00 ευρώ.

7.2.6 Συστήματα Θέρμανσης

Όπως και στις προηγούμενες οικίες προς μελέτη η διαφοροποίηση των σεναρίων έγινε στα συστήματα θέρμανσης, έτσι και σε αυτή την περίπτωση ξεχωρίσαμε δύο σενάρια: αλλαγής καυσίμου και καυστήρα από πετρελαίου σε Φυσικού αερίου και εναλλακτικά χρήση τηλεθέρμανσης.

7.2.6.1 Αλλαγή καυσίμου καυστήρα

Για να υπολογίσουμε την απαιτούμενη ισχύ του συστήματός μας εργαζόμαστε όπως στη παράγραφο 5.2.3.1.

Οπότε έχουμε:

- $A_{\text{δαπέδου}} = 95.20 \text{ μ}^2$
- $A_{\text{οροφης}} = 95.20 \text{ μ}^2$
- $A_{\text{περ.τοιχων}} = 129.38 \text{ μ}^2$
- $\Delta T = 20$
- $U_m = 1,2$

$$\text{Άρα } P_{\text{gen}} = (95.20 + 95.20 + 129.38) \times 20 \times 1,2 \times 2,5 = 19.186,80 \text{ W} = 19,19 \text{ KW}.$$

Το προτεινόμενο μοντέλο λέβητα αερίου είναι το BAXI Slim 1490 iN. Πρόκειται για λέβητα αερίου, υψηλού βαθμού απόδοσης με ειδική προστασία κατά της βροχής και της υγρασίας

(IPX5D). Ιδανικός για εφαρμογές ατομικής θέρμανσης και άμεσης παραγωγής ζεστού νερού χρήσης (ZNX).

- Ισχύς: 15.0 – 45.0 kW
- Θάλαμος Καύσης: Ανοικτός
- Χρήση: Θέρμανση και ζεστό νερό χρήσης 13.7 ΔΤ 25°C
- Διαστάσεις ΥxΠxΒ : 730 × 400 × 299 mm

Επιπρόσθετα στοιχεία σύμφωνα με το εγχειρίδιο χρήσης του εν λόγω μοντέλου αποτελούν:

- Compact διαστάσεις
- Υψηλή απόδοση
- Ευκολία στη χρήση
- Νέος εργονομικός σχεδιασμός για εύκολη συντήρηση
- Αυτοδιάγνωση βλαβών
- Δυνατότητα αντιστάθμισης με πρόσθετο εξωτερικό αισθητήριο
- Δύο επίπεδα θερμοκρασίας λειτουργίας 30/85°C & 30/45°C
- Καθαριζόμενο φίλτρο κυκλώματος θέρμανσης
- Παροχή ZNX με INOX πλακοειδή εναλλάκτη
- Μέτρηση παροχής ZNX με αισθητήρα HALL για βελτιστοποίηση της άνεσης
- Σύστημα αποφυγής μπλοκαρίσματος
- Πίνακας ελέγχου με LCD οθόνη για εύκολη επιλογή θερμοκρασίας και διάγνωσης βλαβών
- Αντιπαγετική προστασία στο κύκλωμα θέρμανσης και ζεστού νερού χρήσης
- Δυνατότητα σύνδεσης με ηλιακό σύστημα της BAXI

Σε αυτό το σενάριο προτείνεται λοιπόν η αλλαγή του συμβατικού καυστήρα πετρελαίου, βαθμού απόδοσης 0,932 (στοιχεία από φύλλο συντήρησης λέβητα), με έναν καυστήρα φυσικού αερίου νέας τεχνολογίας και βαθμού απόδοσης 91,20.

(Πηγή: http://www.baxi.it/en/docs/fourtech_CAT_UK.pdf)

Η εταιρεία Φυσικό Αέριο Αττικής Α.Ε. είναι ο πάροχος φυσικού αερίου και σύμφωνα με τα στοιχεία που συλλέχτηκαν (τέλη σύνδεσης, αλλαγή καυστήρα κτλπ), το ποσό επένδυσης που χρειάζεται είναι 3.970,00 ευρώ.

(<http://www.aerioattikis.gr/default.aspx?pid=32&la=1&artid=11>)

Πίνακας 7.9: Παρεμβάσεις και αντίστοιχα κόστη

Παρεμβάσεις	Κόστος (€)
Καυστήρας Φ/Α	1.650,00
Εγκατάσταση Καυστήρα	500,00-
Εγκατάσταση Μετρητή	480,00
Σωληνώσεις (υλικά και εγκατάσταση)	800,00

Τέλη Σύνδεσης	540,00
Σύνολο	3.970,00

7.2.6.2 Τηλεθέρμανση

Αυτό το σενάριο πρόκειται για ουτοπιστικό καθώς δεν υπάρχει τέτοιο σύστημα στην περιοχή, αλλά το εξετάζουμε θεωρητικά, για να αξιολογήσουμε τα πιθανά οφέλη που θα προέκυπταν από τη χρήση του. Έτσι, για τον υπολογισμό χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από περιοχές της Βόρειας Ελλάδας, που διαθέτουν την εν λόγω τεχνολογία.

Σύμφωνα με ενημερωτικά φυλλάδια και τις ιστοσελίδες των δήμων Εορδαίας (Πτολεμαΐδα) και Κοζάνης, καθώς και της Δ.Ε.ΤΗ.Π. (Δημοτική Επιχείρηση Τηλεθέρμανσης Πτολεμαΐδας), τα τέλη σύνδεσης εναλλάκτη ανέρχονται τα 4.060 ευρώ για ένα σύστημα ισχύς 40 kW, όπως το διαμέρισμα προς μελέτη. (http://www.deyakozanis.gr/?page_id=29)

Επιπλέον, τα κόστη και διαδικασίες κατασκευής τα αναλαμβάνει εξ' ολοκλήρου ο δήμος.

7.3 Μελέτη νέας κατάστασης

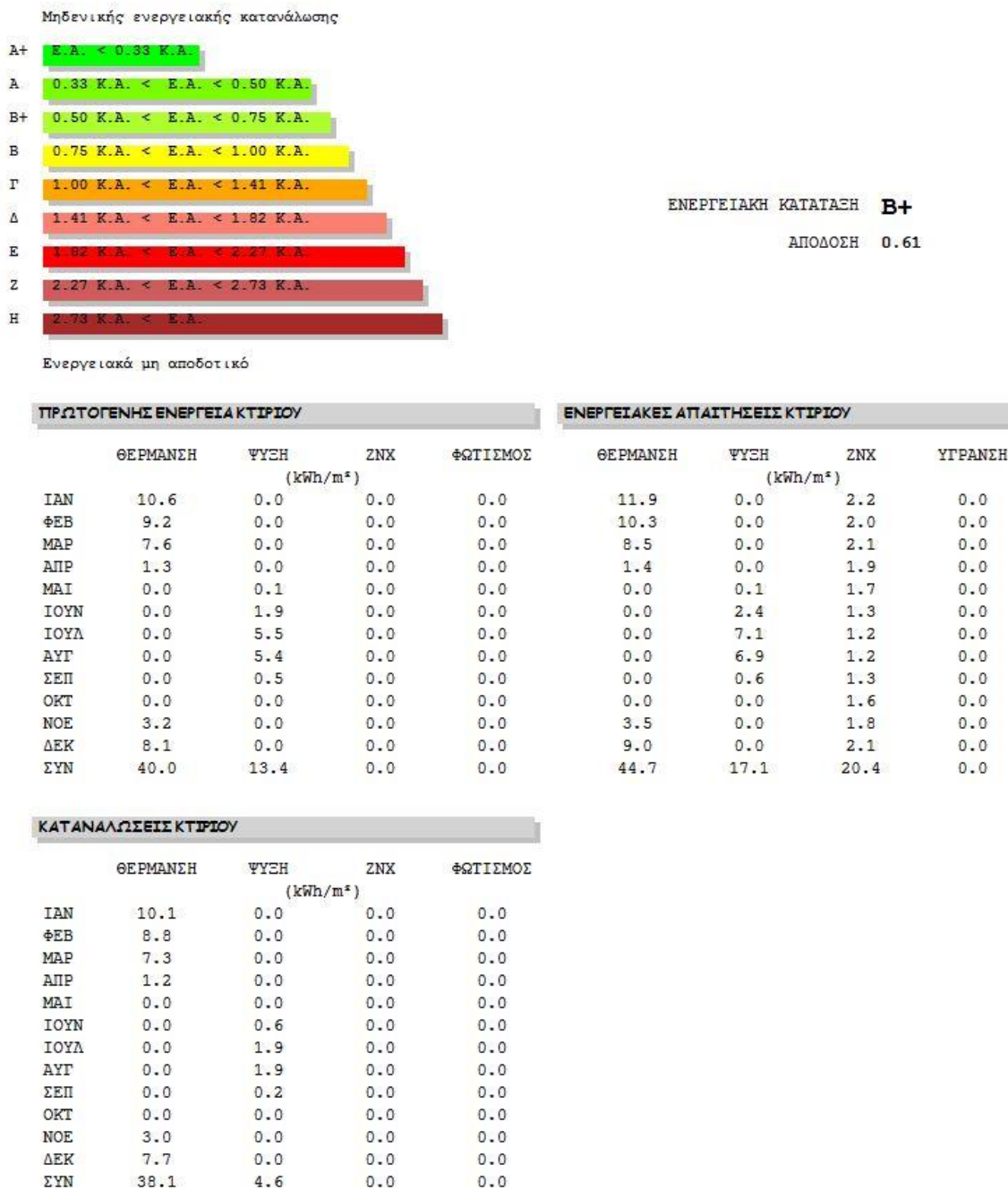
7.3.1 Σενάριο αλλαγής καυσίμου

Παρακάτω παραθέτουμε τα στοιχεία της κατοικίας, όπως έγιναν ύστερα των παρεμβάσεων, δηλαδή την νέα κατάσταση «1» του Σεναρίου 1. Οι παρεμβάσεις που έγιναν ήταν όλες οι προτεινόμενες με τη διαφορά στα δύο σενάρια να βρίσκεται στο σύστημα θέρμανσης.

Πίνακας 7.10: Βασικά στοιχεία κατοικίας

Χρήση κτιρίου	Πολυκατοικία	Αριθμός Ορόφων	1
Έτος Κατασκευής	1979	Θερμομόνωση	ΝΑΙ
Συνολική Επιφάνεια (m ²)	95,20	Συνολικός όγκος (m ³)	616
Θερμαινόμενη Επιφάνεια (m ²)	84,95	Θερμαινόμενος χώρος (m ³)	574
Έκθεση Κτιρίου	Ενδιάμεσο	Ύψος Τυπικού ορόφου	2.80
Αριθμός Θερμικών Ζωνών	4	Πηγή Ενέργειας	Φυσικό Αέριο
Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων	1		Ηλεκτρική
			Ηλιακή

Όπως και πριν, εκδόθηκε ένα νέο ενεργειακό πιστοποιητικό για τη κατοικία (ένα εικονικό δηλαδή σενάριο ενεργειακής βελτίωσης), η οποία κατηγοριοποιήθηκε στην κατάσταση ενεργειακής αποδοτικότητας B+ (Εικόνα 7.2), δηλαδή εντός των προδιαγραφών και με ενεργειακές καταναλώσεις οι οποίες ακολουθούν παρακάτω.



Εικόνα 7.2: Ενεργειακή κατάταξη νέας κατάστασης «1» Σεναρίου 1

Απαιτήσεις Κατανάλωσης νέας κατάστασης Σεναρίου 1**Πίνακας 7.11:** Ενεργειακές απαιτήσεις ανά μήνα

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	11.9	10.3	8.5	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	9.0	44.7
Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	2.4	7.1	6.9	0.6	0.0	0.0	0.0	17.1
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	0.0
ZNX	2.2	2.0	2.1	1.9	1.7	1.3	1.2	1.2	1.3	1.6	1.8	2.1	20.4

Πίνακας 7.12: Ενεργειακές καταναλώσεις ανά μήνα

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	10.1	8.8	7.3	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	7.7	38.1
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	0.0	0.6	1.9	1.9	0.2	0.0	0.0	0.0	4.6
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
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	2.6	2.8	3.5	4.1	4.7	4.9	5.2	5.1	4.4	3.7	2.9	2.5	46.4
Φωτισμός	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
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά ΣΗΘ	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
Σύνολο	10.1	8.8	7.3	1.2	0.0	0.6	1.9	1.9	0.2	0.0	3.0	7.7	42.7

Πίνακας 7.13: Κατανάλωση καυσίμων και εκπομπών CO₂ ανά πηγή ενέργειας

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)	Εκπομπές CO ₂ (kg/m ²)
Ηλεκτρισμός	4.6	4.5
Πετρέλαιο	0.0	0.0
Φυσικό αέριο	38.1	7.5
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0.0	0.0
Ηλιακή	46.4	0.0
Βιομάζα	0.0	0.0
Γεωθερμία	0.0	0.0
Άλλο ΑΠΕ	0.0	0.0
Σύνολο	42.7	12.0

7.3.1.1 Σύγκριση κατάστασης «0» και «1»

Συγκριτικά βλέπουμε τον παρακάτω πίνακα, όπου δίδονται οι καταναλώσεις της ενέργειας (σε πρωτογενή μορφή) και οι ενεργειακές κατατάξεις.

Πίνακας 7.14: Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση (kWh/m²)

Τελική χρήση	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
Θέρμανση	139.00	40.00
Ψύξη	22.10	13.40
ZNX	65.50	0.00
Φωτισμός	0.00	0.00
ΣΗΘ	0.00	0.00
Σύνολο	226.70	53.40
Κατάταξη	Z	B+

7.3.1.2 Οικονομική αξιολόγηση

Στον παρακάτω πίνακα δίδονται και τα στοιχεία που μας ενδιαφέρουν, για την αξιολόγηση της επένδυσής μας.

Πίνακας 7.15: Συγκριτικά οικονομικά στοιχεία

Εξοικονόμηση και κόστος	Υπάρχον Κτίριο	Σενάριο 1

Λειτουργικό κόστος (€)	1,264.70	279.40
Αρχικό κόστος επένδυσης (€)		11,140.00
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)		173.3
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)		76.5
Μείωση εκπομπών CO ₂ (Kg/m ²)		51.3
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)		11.31

Η εξοικονόμηση που επιτεύχθηκε είναι 985,30 ευρώ ετησίως ενώ το αρχικό κόστος επένδυσης υπολογίστηκε στα 11.140,00 ευρώ. Έτσι, προκύπτει απόσβεση στα 11,31 έτη.

7.3.2 Σενάριο χρήσης τηλεθέρμανσης

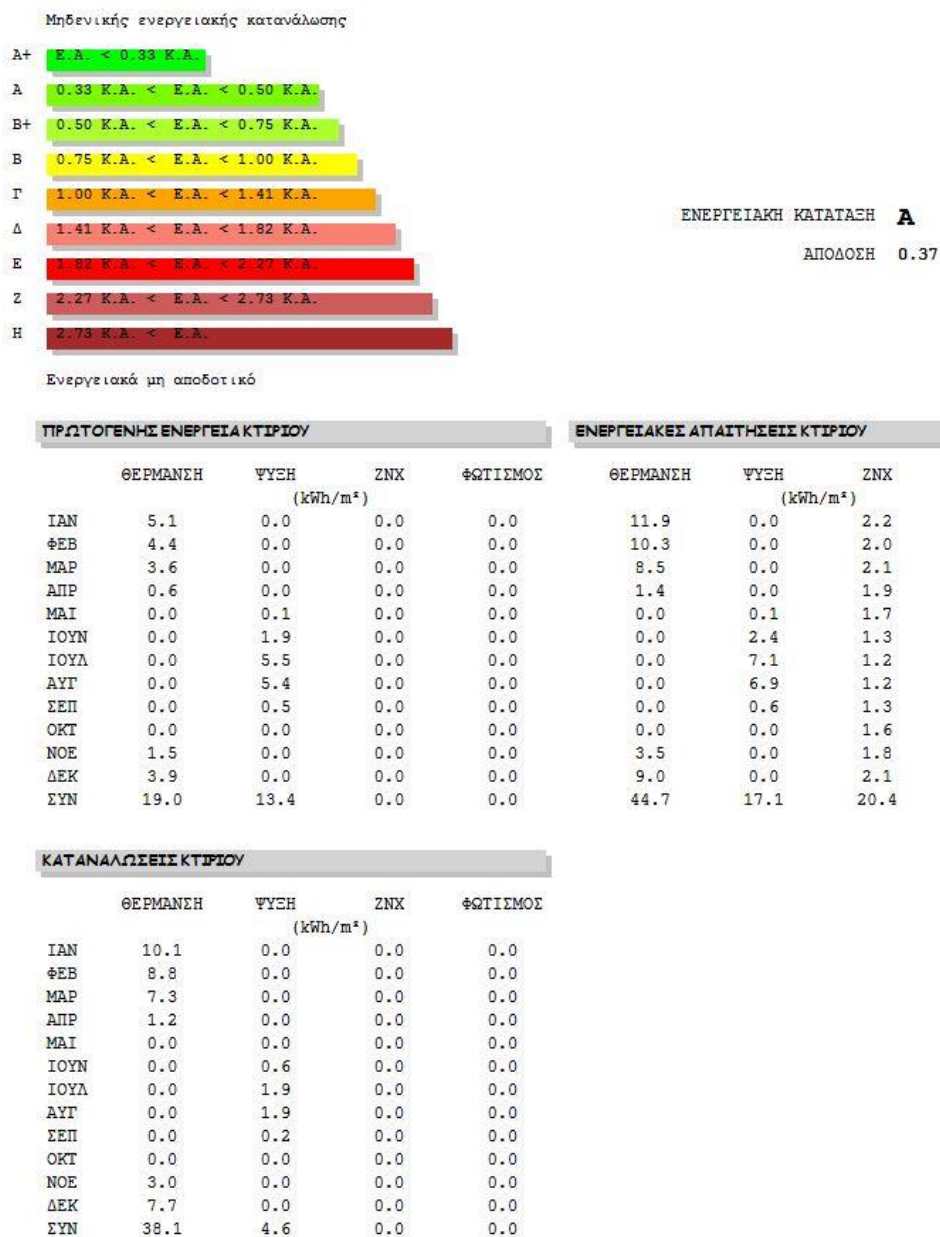
Αυτό το σενάριο είναι ίσως το πιο ουτοπιστικό καθώς δεν υπάρχει τέτοιο σύστημα στην περιοχή, αλλά το εξετάζουμε θεωρητικά, για να αξιολογήσουμε τα πιθανά οφέλη που θα προέκυπταν από τη χρήση του.

Όπως έγινε και στο προηγούμενο σενάριο, έτσι και εδώ έχουμε τα «νέα» χαρακτηριστικά του κτιρίου (Πίνακας 7.16), έπειτα δηλαδή από τη θεωρητική επέμβαση των προτεινόμενων παρεμβάσεων. Αυτά συνιστούν τη νέα κατάσταση του Σεναρίου 2. Οι παρεμβάσεις που έγιναν ήταν όλες οι προτεινόμενες με τη διαφορά στα δύο σενάρια να βρίσκεται στο σύστημα θέρμανσης.

Πίνακας 7.16: Βασικά στοιχεία κατοικίας

Χρήση κτιρίου	Πολυκατοικία	Αριθμός Ορόφων	1
Έτος Κατασκευής	1979	Θερμομόνωση	ΝΑΙ
Συνολική Επιφάνεια (m ²)	95,20	Συνολικός όγκος (m ³)	616
Θερμαινόμενη Επιφάνεια (m ²)	84,95	Θερμαινόμενος χώρος (m ³)	574
Έκθεση Κτιρίου	Ενδιάμεσο	Ύψος Τυπικού ορόφου	2.80
Αριθμός Θερμικών Ζωνών	4	Πηγή Ενέργειας	Τηλεθέρμανση
Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων	1		Ηλεκτρική
			Ηλιακή

Με αντίστοιχη διαδικασία όπως είδαμε στις παραπάνω παραγράφους, υπολογίζουμε για τις τιμές του δεύτερου σεναρίου για την κατοικία έχοντας υπόψιν τις προτεινόμενες παρεμβάσεις. Η κατοικία στη νέα της κατάσταση κατηγοριοποιήθηκε στη κλάση ενεργειακής αποδοτικότητας Α (Εικόνα 7.3).



Εικόνα 7.3: Ενεργειακή κατάταξη νέας κατάστασης «1» Σεναρίου 2

Ακολουθούν οι αντίστοιχοι πίνακες με τις ενεργειακές απαιτήσεις, καταναλώσεις και εκπομπές ρύπων.

Πίνακας 7.17: Ενεργειακές απαιτήσεις ανά μήνα

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	11.9	10.3	8.5	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	9.0	44.7
Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	2.4	7.1	6.9	0.6	0.0	0.0	0.0	17.1
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	0.0
ZNX	2.2	2.0	2.1	1.9	1.7	1.3	1.2	1.2	1.3	1.6	1.8	2.1	20.4

Πίνακας 7.18: Ενεργειακές καταναλώσεις ανά μήνα

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	10.1	8.8	7.3	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	7.7	38.1
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	0.0	0.6	1.9	1.9	0.2	0.0	0.0	0.0	4.6
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
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	2.6	2.8	3.5	4.1	4.7	4.9	5.2	5.1	4.4	3.7	2.9	2.5	46.4
Φωτισμός	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
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	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
Σύνολο	10.1	8.8	7.3	1.2	0.0	0.6	1.9	1.9	0.2	0.0	3.0	7.7	42.7

Πίνακας 7.19: Κατανάλωση καυσίμων και εκπομπών CO₂ ανά πηγή ενέργειας

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)	Εκπομπές CO ₂ (kg/m ²)
Ηλεκτρισμός	4.6	4.5
Πετρέλαιο	0.0	0.0
Φυσικό αέριο	0.0	0.0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0.0	0.0
Ηλιακή	46.4	0.0
Βιομάζα	0.0	0.0
Γεωθερμία	0.0	0.0
Άλλο ΑΠΕ	38.1	0.0
Σύνολο	42.7	4.5

7.3.2.1. Σύγκριση κατάστασης «0» και «1»

Συγκριτικά βλέπουμε τον παρακάτω πίνακα, όπου δίδονται οι καταναλώσεις της ενέργειας (σε πρωτογενή μορφή) και οι ενεργειακές κατατάξεις.

Πίνακας 7.20: Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση (kWh/m²)

Τελική χρήση	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 2
Θέρμανση	139.00	19.00
Ψύξη	22.10	13.40
ΖΝΧ	65.50	0.20
Φωτισμός	0.00	0.00
ΣΗΘ	0.00	0.00
Σύνολο	226.70	32.40
Κατάταξη	Z	A

7.3.2.2 Οικονομική αξιολόγηση

Στον παρακάτω πίνακα δίδονται και τα στοιχεία που μας ενδιαφέρουν, για την αξιολόγηση της επένδυσής μας.

Πίνακας 7.21: Συγκριτικά οικονομικά στοιχεία

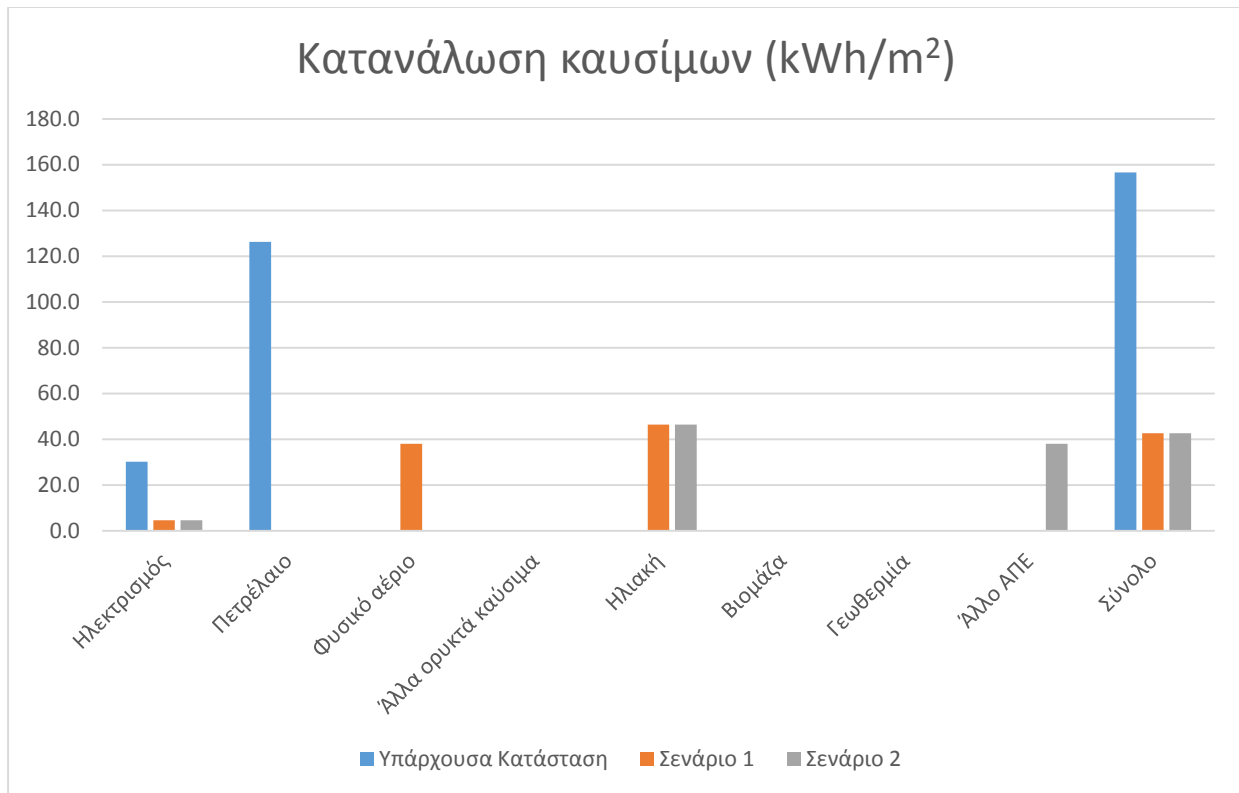
Εξοικονόμηση και κόστη	Υπάρχον Κτίριο	Σενάριο 2
Λειτουργικό κόστος (€)	1,264.70	191.10
Αρχικό κόστος επένδυσης (€)		12,030.00
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)		194.2
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)		85.7
Μείωση εκπομπών CO ₂ (Kg/m ²)		58.7
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)		11.20

Η εξοικονόμηση που επιτεύχθηκε είναι 1.073,60 ευρώ ετησίως ενώ το αρχικό κόστος επένδυσης υπολογίστηκε στα 12.030,00 ευρώ. Έτσι, προκύπτει απόσβεση στα 11.20 έτη, μία καλή απόσβεση για επενδύσεις τέτοιου τύπου.

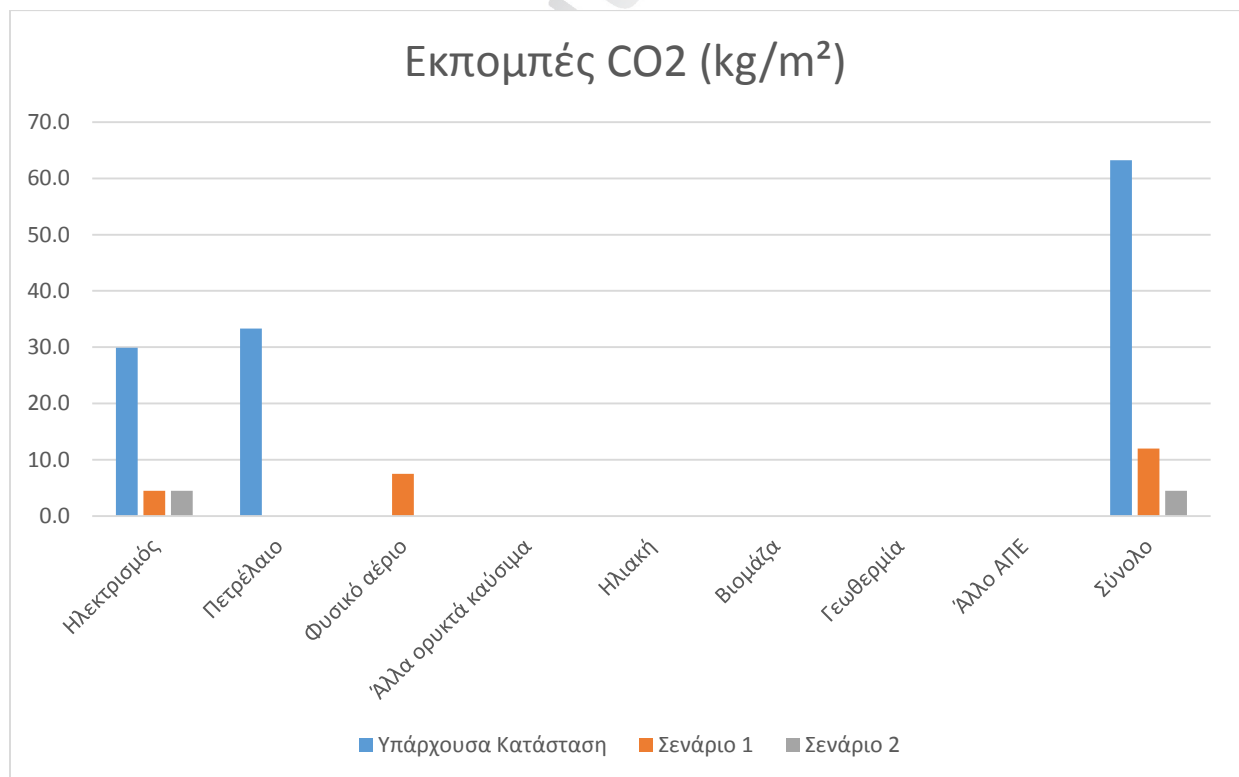
7.4 Αποτελέσματα – Συμπεράσματα – Αξιολόγηση

Σε αυτό το κτίριο κατοικίας, επικεντρωθήκαμε σε μικρές συμβατικές κτιριακές παρεμβάσεις σε συνδυασμό με έξυπνες λύσεις αντικατάστασης μηχανολογικού εξοπλισμού. Η ενεργειακή κατάσταση και οι καταναλώσεις αυτού του κτίσματος ήταν πολύ λογικές για τη κατάστασή του και αναμενόμενες. Έτσι, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, προτιμήθηκαν αρκετές και έξυπνες λύσεις ενεργειακής αναβάθμισης ώστε να κρατηθεί το κεφάλαιο όσο το δυνατό χαμηλότερα, στοχεύοντας πάντα στις χαμηλότερες εκπομπές CO₂. Συνολικά οι παρεμβάσεις εκτιμήθηκαν στην περιοχή των 10.000 ευρώ συνολικά.

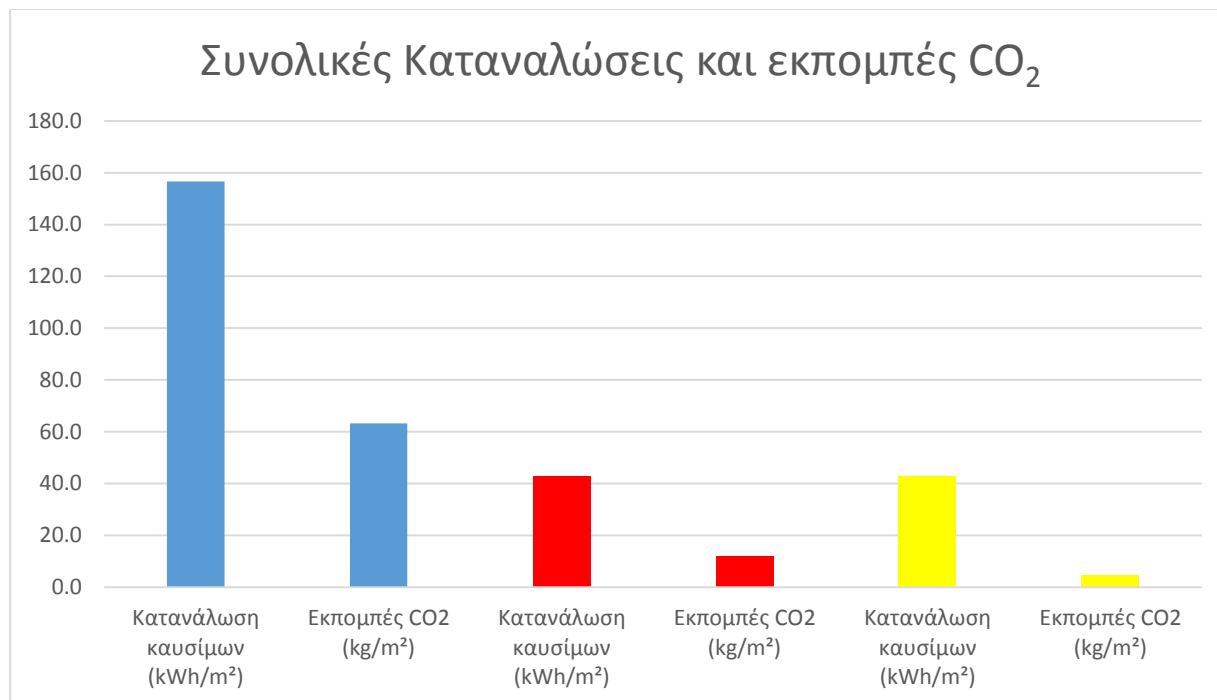
Στα παρακάτω διαγράμματα αναφέρονται συγκριτικά οι αναλυτικές καταναλώσεις ενέργειας ανά σενάριο εφαρμογής και ανά πηγή καυσίμου, όπως και συνολικά (σχήμα 7.5). Στο σχήμα 7.6 έχουμε τα ίδια δεδομένα με το σχήμα 7.5 αλλά για τις εκπομπές αέριων ρύπων.



Σχήμα 7.3: Διάγραμμα αναλυτικών καταναλώσεων ενέργειας



Σχήμα 7.4: Διάγραμμα αναλυτικών εκπομπών CO₂



Σχήμα 7.5: Διάγραμμα συνολικών καταναλώσεων καυσίμων και εκπομπών CO₂. Το μπλε χρώμα αντιπροσωπεύει τη παρούσα κατάσταση, το κόκκινο το σενάριο αλλαγής καυσίμου καυστήρα από πετρέλαιο σε φυσικό αέριο (σενάριο 1) και το κίτρινο το σενάριο χρήσης τηλεθέρμανσης (σενάριο 2).

Παραπάνω, εμφανίζονται συγκριτικά για το κάθε σενάριο τα σύνολα των καταναλώσεων ενέργειας και εκπομπών CO₂ (Σχήμα 7.7).

Η εξοικονόμηση που επιτεύχθηκε στο πρώτο σενάριο, αυτό δηλαδή της αλλαγής καυσίμου, είναι 985,30 ευρώ ετησίως. Το αρχικό κόστος επένδυσης υπολογίστηκε στα 11.140,00 ευρώ και έτσι προκύπτει απόσβεση στα 11,31 έτη, ενώ η ενεργειακή κατάσταση υπολογίστηκε Β+ κατηγορίας.

Αντίστοιχα στο δεύτερο σενάριο, αυτό δηλαδή της τηλεθέρμανσης, η εξοικονόμηση που επιτεύχθηκε είναι 1.073,60 ευρώ ετησίως ενώ το αρχικό κόστος επένδυσης υπολογίστηκε στα 12.030,00 ευρώ. Έτσι, προκύπτει απόσβεση στα 11,20 έτη ενώ η ενεργειακή κατάσταση υπολογίστηκε Α κατηγορίας.

Αναλυτικότερα ακολουθεί ο επόμενος πίνακας με τα συνοπτικά αποτελέσματα:

Πίνακας 7.21: Συνοπτικός πίνακας συγκριτικών αποτελεσμάτων

	Υπάρχουσα κατάσταση	Σενάριο χρήσης Φ/Α	Σενάριο Τηλεθέρμανσης

Λειτουργικό κόστος (€)	1.264,70	279,40	191,10
Κεφάλαιο επένδυσης (€)	-	11.140,00	12.030,00
Χρηματική εξοικονόμηση (€)	-	985,30	1.073,60
Χρηματική εξοικονόμηση (%)	-	77.91	84.89
Χρόνος αποπληρωμής (έτη)	-	11.31	11.20
Ενεργειακή κατανάλωση (kW/m ²)	226.70	53.40	32.40
Ενεργειακή εξοικονόμηση (kW/m ²)	-	173.30	194.20
Ενεργειακή εξοικονόμηση (%)	-	76.50	85.66
Εκπομπή CO ₂ (kg/m ²)	63.20	12.00	4.50
Εξοικονόμηση CO ₂ (kg/m ²)	-	51.30	58.70
Εξοικονόμηση CO ₂ (%)	-	81.17	92.88
Ενεργειακή κατάταξη	Z	B+	A

Διαπιστώνουμε λοιπόν ότι σε οικονομικούς όρους μας συμφέρει το Σενάριο 2, αυτό της τηλεθέρμανσης, καθώς απαιτεί μεν λίγο περισσότερο κεφάλαιο, έχει επίσης σχεδόν ισοδύναμο χρόνο απόσβεσης και η εξοικονόμηση είναι μεγαλύτερη από το Σενάριο 1. Παρά το γεγονός όμως ότι οικονομικά είμαστε πολύ κοντά και στα δύο σενάρια, στο Σενάριο 1 έχουμε ενεργειακή κατηγορία B+ ενώ στο δεύτερο A.

Συνεπώς, όπως και στη μελέτη περίπτωση της πρώτης οικίας, θα αποφασίσουμε με γνώμονα του περιβαλλοντικού κριτηρίου και στη θεωρητική λήψη απόφασης θα επιλέξουμε το σενάριο 2 ως επικρατέστερο.

8. Συμπεράσματα

Στις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες της Μεσογείου, υπάρχει υπερπροσφορά κτιρίων και σπιτιών, καθώς η οικονομική κρίση έχει δημιουργήσει μια σημαντική ανισορροπία μεταξύ προσφοράς και ζήτησης. Ο τομέας των κατασκευών έχει σχεδόν καταρρεύσει και η ανάγκη για την υιοθέτηση ενός νέου προσανατολισμού στον κατασκευαστικό τομέα είναι πιο επείγουσα από ποτέ. Ως εκ τούτου, η ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων αποτελεί πλέον βασικό πυλώνα του κατασκευαστικού τομέα. Τόσο σε βραχυπρόθεσμο όσο και σε μεσοπρόθεσμο ορίζοντα, το μέλλον της κατασκευής είναι πλέον η ανακαίνιση και η ενεργειακή θωράκιση των κτιρίων (Μανιάτης, 2013).

Ως εκ τούτου, και με γνώμονα την περιβαλλοντική προσέγγιση, αλλά και τα σημερινά οικονομικά δεδομένα, και το ρεύμα των ημερών μας που θέλει την ανακατασκευή κτιρίων να είναι το μέλλον του κατασκευαστικού τομέα, τόσο στη Δύση όσο και στην Ελλάδα, μελετήσαμε τις παρεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης σε υπάρχοντα κτίρια κατοικίας, έναντι της επιλογής του σχεδιασμού και κατασκευής κτιρίου εκ νέου.

Συγκεκριμένα, εξετάσθηκαν 3 χαρακτηριστικές κατοικίες στην Αττική που έχουν κατασκευασθεί τις δεκαετίες του 1970 και 1980 και αξιολογήθηκε η υφιστάμενη ενεργειακή τους συμπεριφορά καθώς και τα περιθώρια ενεργειακής τους αναβάθμισης. Και στις 3 περιπτώσεις καταγράφηκαν υψηλές ενεργειακές καταναλώσεις που απαιτούνται για την κάλυψη των βασικών ενεργειακών αναγκών των εξεταζόμενων κατοικιών. Οι κατοικίες κατατάχθηκαν στις ενεργειακές κλάσεις E, H, Z αντίστοιχα, γεγονός που φαίνεται να οδηγεί στη διαπίστωση ότι η πλειονότητα του κτιριακού αποθέματος της χώρας δεν θερμαίνεται σωστά και επαρκώς.

Η ριζική ενεργειακή αναβάθμιση του υφιστάμενου κτιριακού αποθέματος είναι και απαραίτητη και δυνατή. Η διερεύνηση σεναρίων ριζικής ενεργειακής αναβάθμισης στις 3 κατοικίες που εξετάσθηκαν στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας έδειξε ότι από τεχνολογικής σκοπιάς είναι εφικτή η μείωση των ενεργειακών καταναλώσεων κατά 70-80%. Μια τέτοια αναβάθμιση του κτιριακού αποθέματος απαιτεί επενδύσεις της τάξης των 130 Ευρώ ανά m². Αντίστοιχα οι χρόνοι αποπληρωμής που υπολογίσθηκαν είναι της τάξης των 11-12 ετών.

Στην πραγματικότητα οι χρόνοι αποπληρωμής αυτοί θα είναι μεγαλύτεροι γιατί οι πραγματικές ενεργειακές καταναλώσεις στα κτίρια είναι μικρότερες από αυτές που υπολογίζονται θεωρητικά μέσω του λογισμικού KENAK. Εντούτοις θα επιτευχθούν καλύτερες συνθήκες θερμικής άνεσης ενώ οι χρόνοι απόσβεσης θα μειωθούν δραματικά εάν αξιοποιηθούν κατάλληλα τα χρηματοδοτικά εργαλεία του ΕΣΠΑ και στη συνέχεια του ΣΕΣ (Σύμφωνο Εταιρικής Σχέσης – Partnership Agreement, σύμφωνα με τη 2^η εγκύκλιο Σχεδιασμού και Κατάρτισης Αναπτυξιακού Προγραμματισμού Περιόδου 2014-2020).

Συμπέρασμα της έρευνας είναι το γεγονός ότι το πακέτο ενεργειακών παρεμβάσεων που οδηγεί στη μεγαλύτερη μείωση των ενεργειακών δαπανών μιας κατοικίας δεν συνεπάγεται απαραίτητως ότι θα συμβάλλει και στη κατάταξη σε καλύτερη ενεργειακή κλάση ή στην επίτευξη καλύτερης περιβαλλοντικής συμπεριφοράς. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα της 1^{ης} οικίας που μελετήθηκε (παράγραφος 5). Αυτό οφείλεται στο γεγονός που αναφέρθηκε στη παράγραφο 5.4, ότι δηλαδή είναι προτιμότερη η χρήση Φυσικού Αερίου έναντι του

ηλεκτρισμού, καθώς είναι γνωστό (από πίνακα μετατροπής τελικής ενέργειας σε πρωτογενή) ότι ο ηλεκτρισμός εκπέμπει περισσότερους ρύπους λόγω μεγαλύτερων απωλειών (σύμφωνα με το τρέχων ενεργειακό μείγμα της Ελλάδος που βασίζεται σε λιγνιτικές μονάδες). Συνεπώς, κατά τη δημιουργία και μεταφορά του χάνονται περίπου τα 2/3 της ενέργειας, δηλαδή για κάθε 1 Watt που καταναλώνουμε έχουν παραχθεί 3 Watt. Παρόλο όμως αυτού του αρνητικού γεγονότος, με τη χρήση ηλεκτρισμού έχουμε τη δυνατότητα να μεταφέρουμε την εστία ρύπανσης όπου επιθυμούμε, δηλαδή στις περιοχές τοποθέτησης των εργοστασίων παραγωγής ενέργειας (όπως η Κοζάνη, η Πτολεμαΐδα κ.α.). Αντίθετα, με άλλες μορφές ενέργειας (όπως το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο ή άλλα ορυκτά καύσιμα) δεν έχουμε αυτή τη δυνατότητα και η ρύπανση είναι τοπική. Επιπλέον, με τις τρέχουσες τιμές η χρήση ηλεκτρισμού είναι οικονομικότερη λύση παρόλο που εμφανίζεται ως πιο ρυπογόνα τεχνολογία και αυτός φαίνεται να είναι ο λόγος για τον οποίο πολλοί συγχέουν την χρηματική εξοικονόμηση με τη περιβαλλοντική.

Θα πρέπει να λάβουμε υπόψη ότι η παραπάνω διαπίστωση αφορά στη παραγωγή ηλεκτρισμού από πηγές εκτός των ΑΠΕ, αφού στη περίπτωση ηλιακών συστημάτων για παράδειγμα δεν έχουμε καθόλου ρύπους. Αυτό μπορεί να φανεί στη μελέτη της 2^{ης} κατοικίας (σχήμα 8.1), καθώς σύμφωνα με τα αποτελέσματα της εν λόγω περίπτωσης επιτυγχάνονται μηδενικές εκπομπές CO₂ με αντίστοιχα χαμηλά ενεργειακά κόστη, αλλά αυξημένες καταναλώσεις. Μπορεί λόγω της «καθαρότητας» της πηγής ενέργειας (ΑΠΕ) να οδηγούμαστε σε αναβάθμιση τόσο περιβαλλοντικά, όσο και ενεργειακά/οικονομικά, αλλά οι καταναλώσεις να παραμένουν αυξημένες παρ' όλα αυτά.

Τέλος, ακολουθούν κάποια γενικά συμπεράσματα – παρατηρήσεις για το λογισμικό ενεργειακής κατάταξης KENAK που χρησιμοποιήθηκε για τους σκοπούς της έρευνας.

Αρχικά, ο φωτισμός δεν έχει υπολογιστεί καθώς το λογισμικό συνυπολογίζει το φωτισμό μόνο στα κτήρια του τριτογενή τομέα, άρα ένα σημαντικό μέρος εξοικονόμησης που θα μπορούσε να προκύψει από την αλλαγή των λαμπτήρων δεν υπάρχει.

Επιπλέον, για την εκτίμηση, της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου λαμβάνονται δεδομένα για το ωράριο λειτουργίας, τις εσωτερικές συνθήκες, την κατανάλωση ZNX κ.λπ. από τους αντίστοιχους πίνακες της TOTEE 20701/1-2010 ανάλογα με τη γενική χρήση του κτιρίου (κατοικία, ξενοδοχείο, γραφείο, κατάστημα κ.λπ.) και όχι σύμφωνα με την πραγματική χρήση του. Για παράδειγμα στις κατοικίες, η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση υπολογίζεται με 20 °C, όταν στην πράξη η θερμοκρασία αυτή είναι πολύ χαμηλότερη λόγω διακοπτόμενης λειτουργίας. Έτσι, η ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου γίνεται με τη θεωρητική εκτίμηση της κατανάλωσης ενέργειας, όπως προκύπτει από τη μεθοδολογία του KENAK, και όχι με τα πραγματικά στοιχεία κατανάλωσης (λογαριασμοί ηλεκτρικού ρεύματος και καυσίμων), δηλαδή τη συμπεριφορά του χρήστη.

Δεδομένου ότι το κομμάτι της ενεργειακής κατάταξης του κτιρίου εμπεριέχει, θεωρητικώς, τη συμπεριφορά του χρήστη, ενδιαφέρον θα είχε στα δεδομένα υπολογισμού του λογισμικού να συνυπολογίζονταν οι συνήθειες του χρήστη και η εμπλοκή του ή όχι με τις παραδοχές του KENAK. Τέτοιο παράδειγμα είναι η δυνατότητα επιλογής της ανακύκλωσης απορριμμάτων,

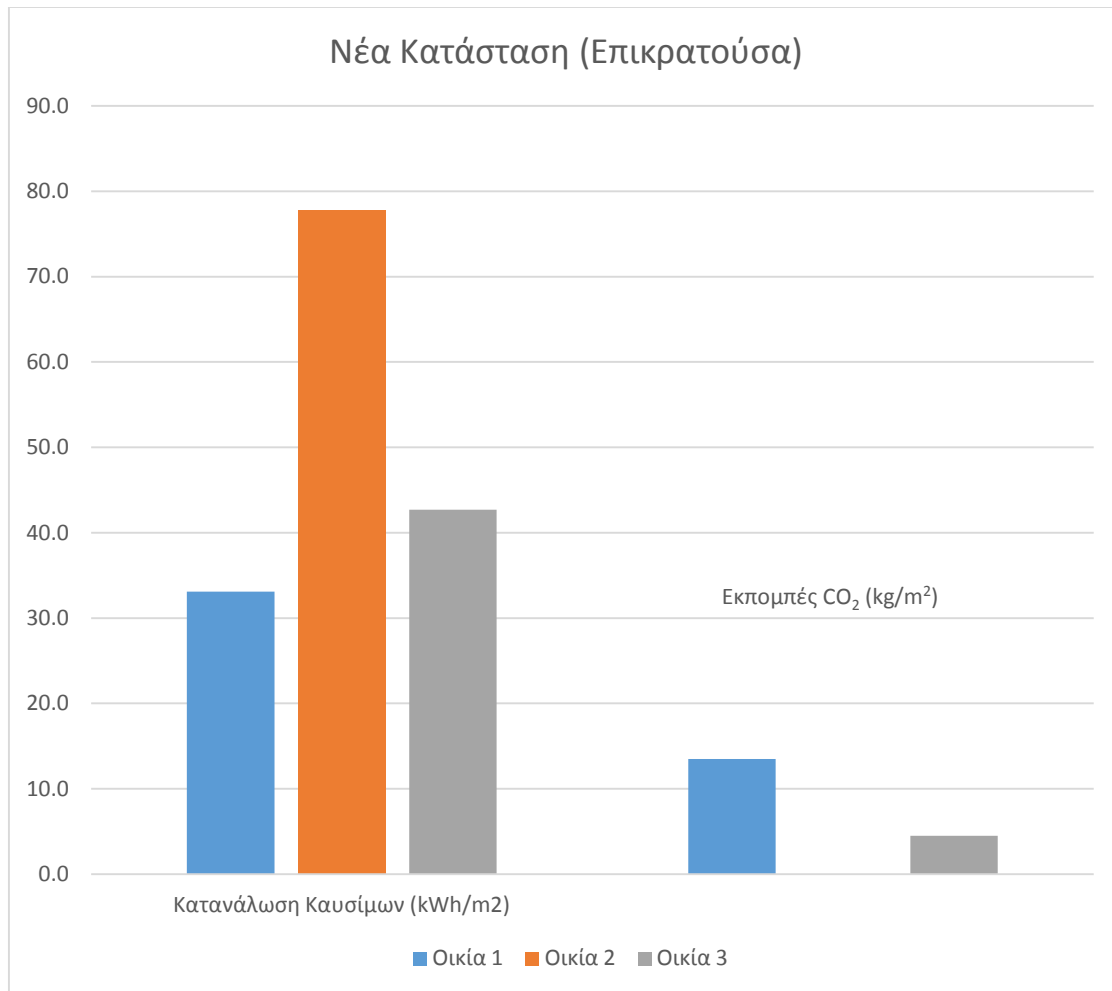
όπως υπάρχει δηλαδή και στο αντίστοιχο λογισμικό ενεργειακής επιθεώρησης και κατάταξης κτιρίων του Ηνωμένου Βασιλείου (www.breeam.org).

Συνεπώς, με το τρόπο αυτό θα μπορούσαμε να ασχοληθούμε εντατικότερα και να ερευνήσουμε αναλυτικότερα τον Κύκλο Ζωής ενός κτιρίου. Ακόμη περισσότερο, στα πρότυπα του λογισμικού του Ην. Βασιλείου, η αξιολόγηση και ενεργειακή κατάταξη κτιρίου θα μπορούσε να βασίζεται και να γίνεται βάση των εκπομπών ρύπων και όχι βάση της κατανάλωσης ενέργειας, γιατί όπως είδαμε στη μελέτη περίπτωσης της δεύτερης οικίας στη παράγραφο 6, δεν συνεπάγεται η αυξημένη κατανάλωση ενέργειας με αυξημένη εκπομπή ρύπων πάντοτε.

Τέλος, βάσει όλων των παραπάνω προκύπτουν δύο επιπλέον θέματα για περαιτέρω έρευνα. Πρώτον, αυτό της εκπαίδευσης και της εμπλοκής του χρήστη στην ορθότερη χρήση των ενεργειακών συστημάτων εξοικονόμησης, με στόχο την «αληθινή» αποτίμηση της εξοικονόμησης ενέργειας και όχι της αξιολόγησης με θεωρητική «καλή» χρήση.

Φαίνεται να είναι πρώτιστης σημασίας για τους ιδιοκτήτες πριν προχωρήσουν σε έξοδα ενεργειακής αναβάθμισης των ακινήτων τους να διερευνώνται και να μελετώνται διεξοδικά οι δυνατότητες αναβάθμισης των υπάρχοντων συστημάτων και να συνδυάζονται με μια αναλυτική Οικονομοτεχνική Μελέτη με κοστολογημένες προτάσεις Εξοικονόμησης ενέργειας (Ο.Μ.Ε.), κατάλληλα προσαρμοσμένες στο οικονομικό προφίλ τους και στην καθημερινή πρακτική τους, για την οποία συμπληρωματικά τους προτείνονται καλές πρακτικές διαχείρισης του ενεργειακού φορτίου τους.

Δεύτερο, θεωρώ ότι θα ήταν χρήσιμο να γίνει αξιολόγηση των παρεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισης σε χωροταξικό πλαίσιο. Τέτοιο πλαίσιο, όπως είναι το επίπεδο ενός οικοδομικού τετραγώνου, μίας γειτονιάς ή μίας κοινότητας, όπου εκτός του οικιστικού περιβάλλοντος θα μπορούσαν να μελετηθούν και οι χώροι εργασίας (είτε παροχής υπηρεσιών ή βιομηχανίας), όπως επίσης και οι κοινόχρηστοι χώροι. Έτσι, σε συνδυασμό με την προαναφερθείσα άποψη, θα είχαμε μεγαλύτερη εμπλοκή των πολιτών ως αποτέλεσμα του συνδυασμού της εκπαίδευσης του χρήστη και των οικονομικών μελετών.



Σχήμα 8.1: Συγκριτικό διάγραμμα συνολικών καταναλώσεων καυσίμων και εκπομπών CO₂ των νέων (τελικά επιλεγμένων) καταστάσεων των τριών κτισμάτων

Βιβλιογραφία

Αηδόνης Α, Δρόσου Β, Καράγιωργας Μ, "Θερμικά ηλιακά συστήματα combi για συνδυασμό θέρμανσης χώρων και ζεστού νερού χρήσης", 3ο Εθνικό συνέδριο για την εφαρμογή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας – ΕΜΠ – RENES, Αθήνα, 23 - 25 Φεβρ. 2005.

Άρθρου 382 του ΠΔ580/Δ/1999 (ΦΕΚ 210Α/1999) «Κώδικας Βασικής Πολεοδομικής Νομοθεσίας»

"Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας σε Οικιστικά Σύνολα", ΚΑΠΕ, Αθήνα

Γιαννιού Άννα, "Η χρήση βιομάζας για θέρμανση κτηρίων", Παρουσίαση, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά, Ιούνιος 2004

ΔΕΗ Α.Ε.

www.dei.gr, {accessed on 07/11/2013}

Ε. Δασκαλάκη, Κ.Α. Μπαλαράς, «Αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης σε κτίρια κατοικιών», Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, 2010

Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛ.ΣΤΑΤ), Απογραφή Κτιρίων, 2011

Ενεργειακό Ισοζύγιο του έτους 2009

Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων Κανονιστικές Διατάξεις για Εφαρμογή του Ν. 3661/08, Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιριακού Τομέα (ΚΕΝΑΚ), Αθήνα, 2008

"Εξοικονόμηση ενέργειας στον κτηριακό τομέα", Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ)

http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/ktiria_intro.htm {accessed on 19/05/2014}

Επτά Σημεία για την Εξοικονόμηση Ενέργειας και τη Στήριξη της Οικοδομής - Εισήγηση Υπουργού ΠΕΚΑ, Γιάννη Μανιάτη, στο Διεθνές Φόρουμ του Ατλαντικού Συμβουλίου, 2013

Εταιρεία Παροχής Αερίου Αττικής ΑΕ

www.aerioattikis.gr {accessed on 23/09/2014}

Ευρωπαϊκή Επιτροπή - Στρατηγική για την αναζωογόνηση της παγκόσμιας δράσης μετά την Κοπεγχάγη (09.03.2010)

Ευρωπαϊκή Οδηγία 2002/91/ΕΚ

Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος (ΕΟΠ), 2011

Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Επίσημη Εφημερίδα (ΕΕ 2014 C 131/04)

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:C:2014:131:FULL&from=EN>

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ GREENBUILDING, Τεχνικό Εγχειρίδιο για τον Φωτισμό

"Η ενεργειακή επιθεώρηση στα κτίρια και στη βιομηχανία και η προετοιμασία των μηχανικών στην Κρήτη", Τ.Ε.Ε., Τμήμα Ανατολικής και Δυτικής Κρήτης, Οκτώβριος 2005

"Θερμομόνωση κτιριακού κελύφους", Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ)

"Θερμική προστασία κελύφους - Ηλιοπροστασία", Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ)

http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/thermiki_prostasia_kelyfous_hlioprostasia.htm
{accessed on 19/05/2014}

"Θερμική προστασία κελύφους - Φυτεμένο δώμα", Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ)

http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/thermiki_prostasia_kelyfous_fytemeno_doma.htm
{accessed on 19/05/2014}

Κακαράς Εμμανουήλ, Καρέλλας Σωτήριος, Βουρλιώτης Παναγιώτης, Γραμμένης Παναγιώτης, Πάλλης Πλάτων, Καραμπίνης Εμμανουήλ, "Σύγκριση κόστους θέρμανσης από διάφορες τεχνολογίες", Εργαστήριο Ατμοκινητήρων & Λεβήτων, Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών, Τομέας Θερμότητας, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2013

ΚΑΠΕ, Οδηγός για τη διακίνηση καυσόξυλων, 2012

http://www.cres.gr/kape/Firewood_handbook.pdf

ΚΑΠΕ, «Οδηγός Ενεργειακής Διαχείρισης στα Κτίρια», Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Γενική Διεύθυνση V, Αθήνα, 1996

Καρυδογιάννης Η, «Οικονομική Ανάλυση Επεμβάσεων Εξοικονόμησης Ενέργειας», ΚΑΠΕ, Καινοτομικό Πιλοτικό Εκπαιδευτικό Πρόγραμμα «Ενεργειακή Διαχείριση στα Κτίρια», Αθήνα 1996

Κοντορούπης Γεώργιος, "Δίκτυα και εγκαταστάσεις τεχνικής υποδομής κτηρίων και πόλεων", Εκδόσεις Ε.Μ.Π, Αθήνα, 2000

Κοντορούπης Γεώργιος, "Ενεργειακός - βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων και οικισμών". Εκδόσεις Ε.Μ.Π, Αθήνα, 2005

Λόγος οφέλους - κόστους

<http://www.logistics.tuc.gr/contents/Lessons/TexnOik/K8.pdf>

Μαγείρου Ε.Φ, «Οικονομικά Μαθηματικά και Αξιολόγηση Επενδύσεων», Εκδόσεις Gutenberg, Αθήνα, 1993

Λάλας Δ, Μπαλαράς Κ.Α, Γαγλία Α, Μοιρασγεντής Σ, Σαραφίδης Ι, Γεωργοπούλου Ε. & Ψωμάς Σ, 'Διερεύνηση Υποστηρικτικών Πολιτικών για την Προώθηση των Μέτρων Πολιτικής του ΥΠΕΧΩΔΕ Σχετικά με την Μείωση των Εκπομπών CO2 στον Οικιακό – Τριτογενή Τομέα', Τελική Έκθεση. ΥΠΕΧΩΔΕ - (ΙΕΠΒΑ), Αθήνα, Μάιος 2003

Ομάδα Κτιριακού Περιβάλλοντος Παν. Αθηνών, "Για την Εξοικονόμηση Ενέργειας στα Κτίρια", 2008

Παπαδόπουλος Μιχάλης, "Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές", Εκδόσεις Ε.Μ.Π., Αθήνα, 1997

Περδίδος Σταμάτης Δ, «Οδηγός Εκπόνησης Ενεργειακής Επιθεώρησης Κτιρίου», ΤεκΔΟΤΙΚΗ, Αθήνα, 2011

Περδίδος Σταμάτης Δ, «Εξοικονόμηση Ενέργειας», ΤεκΔΟΤΙΚΗ, Αθήνα, 2005

Περδίδος Σταμάτης, «Επεμβάσεις Εξοικονόμησης ενέργειας», Τόμος Α, ΤεκΔΟΤΙΚΗ, Αθήνα, 2007

Πρόγραμμα ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΩ, "Οδηγός επιλέξιμων Δράσεων / Ενεργειών και υποβαλλόμενων στοιχείων ανά άξονα προτεραιοτήτων του"

"Στρατηγικές εξοικονόμησης ενέργειας από Ηλιασμό και Ηλιοπροστασία", Πρόγραμμα «Χτίζοντας το μέλλον»

Σχέδιο Κανονισμού για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων - ΚΕΝΑΚ, "Νόμος 3661 - Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων"

Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας, ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010, «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές Παραμέτρων για τον Υπολογισμό της Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων και την Έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης», Β' έκδοση, Αθήνα, 2012

Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας, ΤΟΤΕΕ 20701-2/2010, «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων», Β' έκδοση, Αθήνα, 2012

Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας, ΤΟΤΕΕ 20701-3/2010, «Κλιματικά Δεδομένα Ελληνικών Περιοχών», Β' έκδοση, Αθήνα, 2012

Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας, ΤΟΤΕΕ 20701-4/2010, «Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού», Β' έκδοση, Αθήνα, 2012

Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας ΤΟΤΕΕ 20702-5/2010, «Συμπαγωγή ηλεκτρισμού, θερμότητας & ψύξης: εγκαταστάσεις σε κτίρια», Α' Έκδοση, Αθήνα, 2011

"Τεχνολογίες Εξοικονόμησης Ενέργειας", Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ)

http://www.cres.gr/energy_saving/technologies_exikonomisis_ener.htm {accessed on 19/05/2014}

Τζανακάκη Εύη, "Περιβαλλοντικές παρεμβάσεις σε Υπαίθριους χώρους", Παρουσίαση, ΚΑΠΕ, Αθήνα, 9 Ιουνίου 2011

Τζαχάνης Άγγελος, "Διαχρονική Εξέλιξη και παρουσίαση των Γενικών Αρχών Κ.ΕΝ.Α.Κ.", 2010

Τηλεθέρμανση, <http://el.wikipedia.org/wiki/Τηλεθέρμανση> {accessed on 19/05/2014}

Τίγκας Κ, Ιατρίδης Μ, Βουγιουκλάκης Γ, Γιαννακίσης Γ, Ζαρκαδούρα Μ, Ζωίδης Γ, Καραμάνη Φ, Κορμά Ε, Σιακκής Φ, Τουρκολιάς Χ, «2ο Εθνικό Σχέδιο Δράσης Ενεργειακής Απόδοσης 2008-2016», 2011

Τσίγκας Ερωτόκριτος, "Ενεργειακός Σχεδιασμός - Εισαγωγή για Αρχιτέκτονες", Μάλλιαρης Α. - Παιδεία Α.Ε., Θεσσαλονίκη, 1994

ΥΠΕΚΑ, Πρόγραμμα «Εξοικονόμηση κατ' Οίκον»

Φ.Ε.Κ.362/Δ'/4.7.1979

"Φυσικός δροσισμός - Εξατμιστικός δροσισμός", Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ)

http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_drosismos_exatmistikos_drosismos.htm
{accessed on 19/05/2014}

"Φυσικός δροσισμός - Υβριδικός αερισμός", Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ)

http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_drosismos_ybridikos_aerismos.htm
{accessed on 19/05/2014}

Φυτίκας Μιχάλης, Ανδρίτσος Νικόλαος, "Γεωθερμία - Γεωθερμικοί πόροι, Γεωθερμικά ρευστά, Εφαρμογές, Περιβάλλον", Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη, 2004

Χασάπης Δ, Δρόσου Β, Παπαμιχαήλ Ι, Αηδόνης Α, "Υβριδικό σύστημα θέρμανσης ηλιακών / βιομάζας - Αποτελέσματα χρήσης", ΚΑΠΕ, Αθήνα, 2006

Χρήστος Αναγνώστου, Διευθυντής Ερευνών στο Ωκεανογραφικό Ινστιτούτο ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε, 2007

«Χτίζοντας το μέλλον», Πρόγραμμα για τα Βιώσιμα Κτίρια και την Πράσινη Ανάπτυξη", Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

C.A. Balaras, K. Droutsas, E. Dascalaki, S. Kontoyiannidis, Heating Energy Consumption and Resulting Environmental Impact of European Apartment Buildings, *Energy & Buildings*, 37, 429-442, (2005).

C.A. Balaras, Poel B. & van Cruchten G, 'Software for energy performance assessment of existing dwellings'. *The Journal of the International Building Performance Simulation Association - IBPSA*, 15 (1), 24-31, 2005

Caccavelli D. & Gugerli H, 'TOBUS—A European diagnosis and decision making tool for office building upgrading', *Energy & Buildings*, 34(2), 113-119, 2002

Dascalaki E. & Balaras C.A. 'XENIOS—A methodology for assessing refurbishment scenarios and the potential of application of RES and RUE in hotels', *Energy & Buildings*, 36 (11), 1091-1105, 2004

EC Green Paper – Towards a European strategy for the security of energy supply, Commission of the European Communities, COM 769, Brussels, November 2000

European Commission, Press Release Database, 22 January 2014

Eurostat, 2011

(<http://epp.eurostat.ec.europa.eu>)

IPPC, Press release, 13 April 2014

Jaggs M. & Palmer J, 'Energy performance indoor environmental quality retrofit – a European diagnosis and decision making method for building refurbishment', *Energy & Buildings*, 31(2), 97-101, 2000

Le Corbusier, "Towards a New Architecture", translated by John Goodman, Los Angeles: Getty Research Institute, 2007

Markvart Tomas, "Solar Electricity", John Wiley & Sons Ltd, Chicester, England, 1994

T.D. Eastop, D.R. Croft, "Energy Efficiency", Longman, London 1996

<http://www.4m.gr/4mkenak.html> {accessed on 19/11/2014}

http://www.ac-manual.com/manuals/midea/Midea_MTB-48HWN1-R.pdf {accessed on 20/10/2014}

<http://www.admie.gr/> {accessed on 06/11/2014}

<http://www.aerioattikis.gr/> {accessed on 17/09/2014}

<http://www.aerionenergy.gr/fysiko-aerio-kentriki-thermansis-kaystiras-aerioy.html> {accessed on 17/09/2014}

http://www.baxi.it/en/docs/fourtech_CAT_UK.pdf {accessed on 20/10/2014}

<http://www.breeam.org/> {accessed on 04/12/2014}

<http://www.civiltech.gr/Products/Energy/Energy.aspx> {accessed on 19/11/2014}

http://www.deyakozeanis.gr/?page_id=29 {accessed on 23/09/2014}

<http://www.elecnetsolar.gr/prosfora-fotovoltaiko-2/> {accessed on 14/06/2014}

<http://www.energomixaniki.gr/timologisi.php> {accessed on 14/06/2014}

<http://www.eshop-energy.gr/> {accessed on 14/06/2014}

<http://www.e-shop.gr/aircondition/> {accessed on 14/06/2014}

<http://www.espa.gr/el/pages/staticNewProgrammingPeriod.aspx> {accessed on 25/09/2014}

http://www.espa.gr/elibrary/2nd_Egkyklios_sxediasmou_2014_20.pdf {accessed on 10/11/2014}

[http://www.fujitsugeneral.com/PDF_06/OperationManual/\(OM\)AUU18-24-36-42RCLX.pdf](http://www.fujitsugeneral.com/PDF_06/OperationManual/(OM)AUU18-24-36-42RCLX.pdf) {accessed on 20/10/2014}

[http://www.fujitsugeneral.com/PDF_06/OperationManual/\(OM\)ASU9-12RLF1.pdf](http://www.fujitsugeneral.com/PDF_06/OperationManual/(OM)ASU9-12RLF1.pdf) {accessed on 20/10/2014}

<http://www.idealtherm.gr/egkatastaseis-thermansis-psyksis/endodapedia-thermansis-drosismos/syxnes-erotiseis/> {accessed on 23/09/2014}

<http://www.isomat.gr/kelyfos> {accessed on 04/09/2014}

<http://www.macon.gr/> {accessed on 19/05/2014}

<http://www.maltezos.gr/> {accessed on 14/06/2014}

<http://www.mecplan.gr/fysiko-aerio/telh-syndesis-eggyhsh-fysikou-aeriu> {accessed on 15/06/2014}

<http://www.moa.gov.cy> {accessed on 18/05/2014}

<https://www.myconstructor.gr/Jobs/windowJobForm> {accessed on 22/09/2014}

<http://www.rehau.com/gr-el/kataskeuastikos-klados/psyksh-kai-thermansi/endodapedia-thermansh-psyksh> {accessed on 23/09/2014}

<https://www.sotiropoulosgroup.gr> {accessed on 23/09/2014}

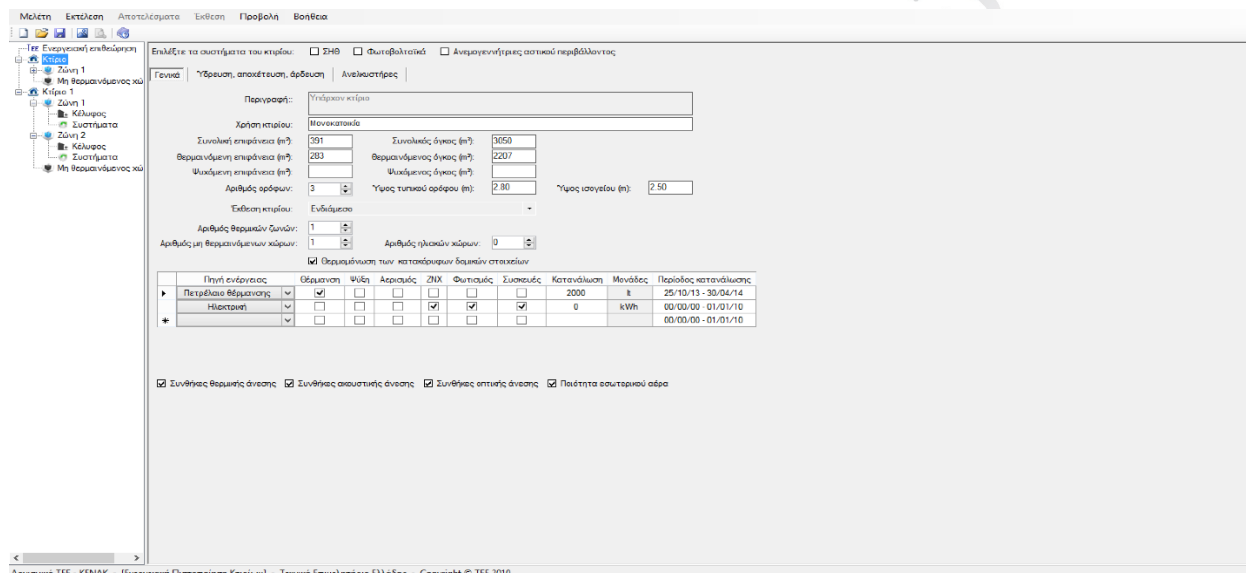
<http://www.windipedia.info> {accessed on 19/05/2014}

<http://www.ypeka.gr> {accessed on 18/05/2014}

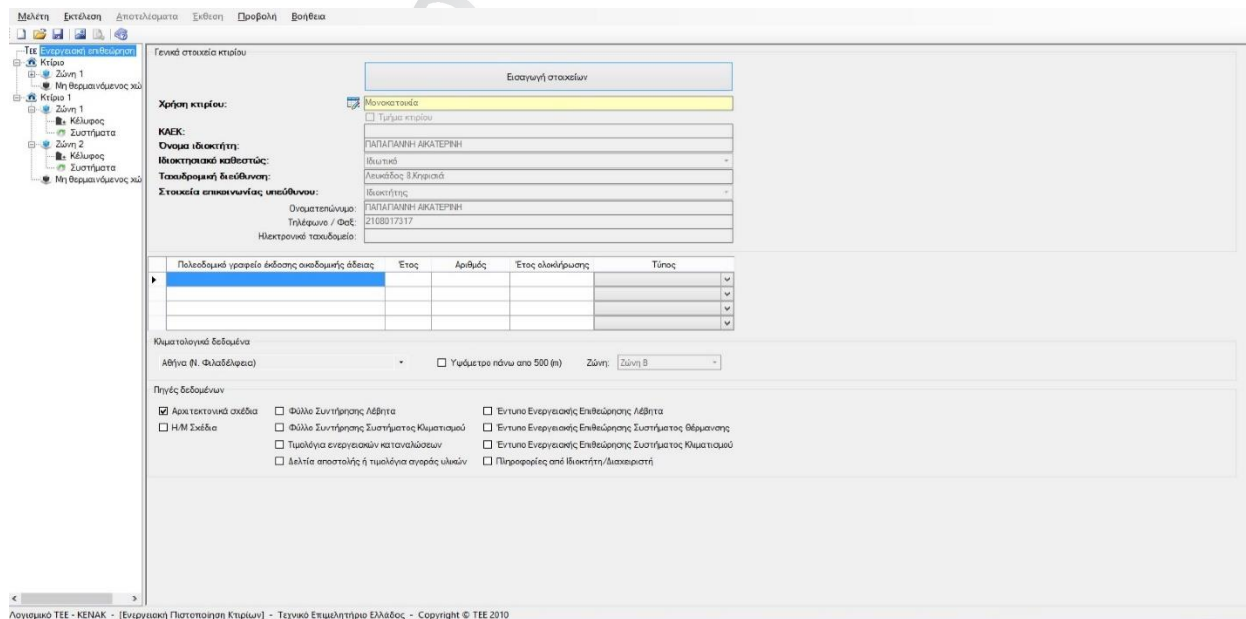
Πανεπιστήμιο Πειραιώς

Παράρτημα I

Παρακάτω ακολουθούν βήμα – βήμα οι εντολές εισαγωγής δεδομένων στο λογισμικό KENAK για τη διεξαγωγή των υπολογισμών που είδαμε στο Πειραματικό μέρος. Στο επάνω μέρος της οθόνης του λογισμικού (Σχήμα i) εμφανίζονται τα γενικά στοιχεία του κτιρίου. Με την επιλογή «Εισαγωγή στοιχείων» εισάγονται στην οθόνη τα στοιχεία του κτιρίου. Αν η χρήση είναι «Κατοικία – Μονοκατοικία» (όπως εδώ) ή «Κατοικία – Πολυκατοικία», το σύστημα φωτισμού δεν είναι ενεργό στο λογισμικό, δεδομένου ότι ο φωτισμός λαμβάνεται υπόψη μόνο στα κτίρια του τριτογενή τομέα.



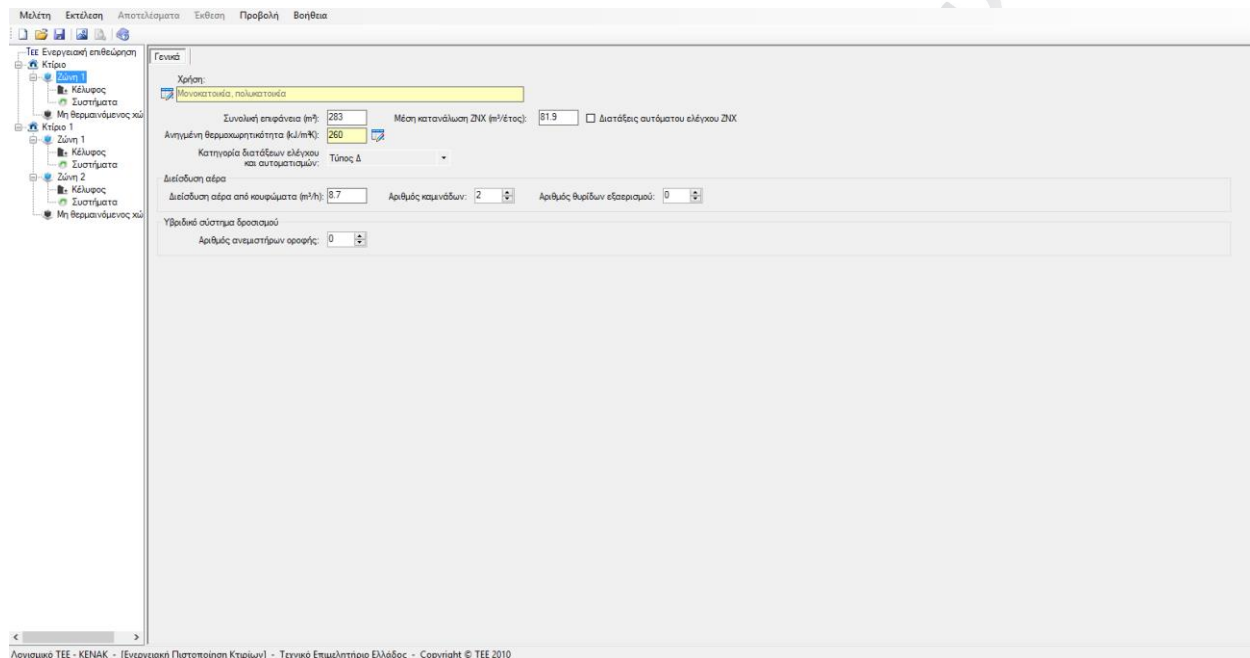
Σχήμα i: KENAK, εισαγωγή εμβαδού και χρήσης θερμικών ζωνών κτιρίου



Σχήμα ii: KENAK, γενικά στοιχεία κτιρίου

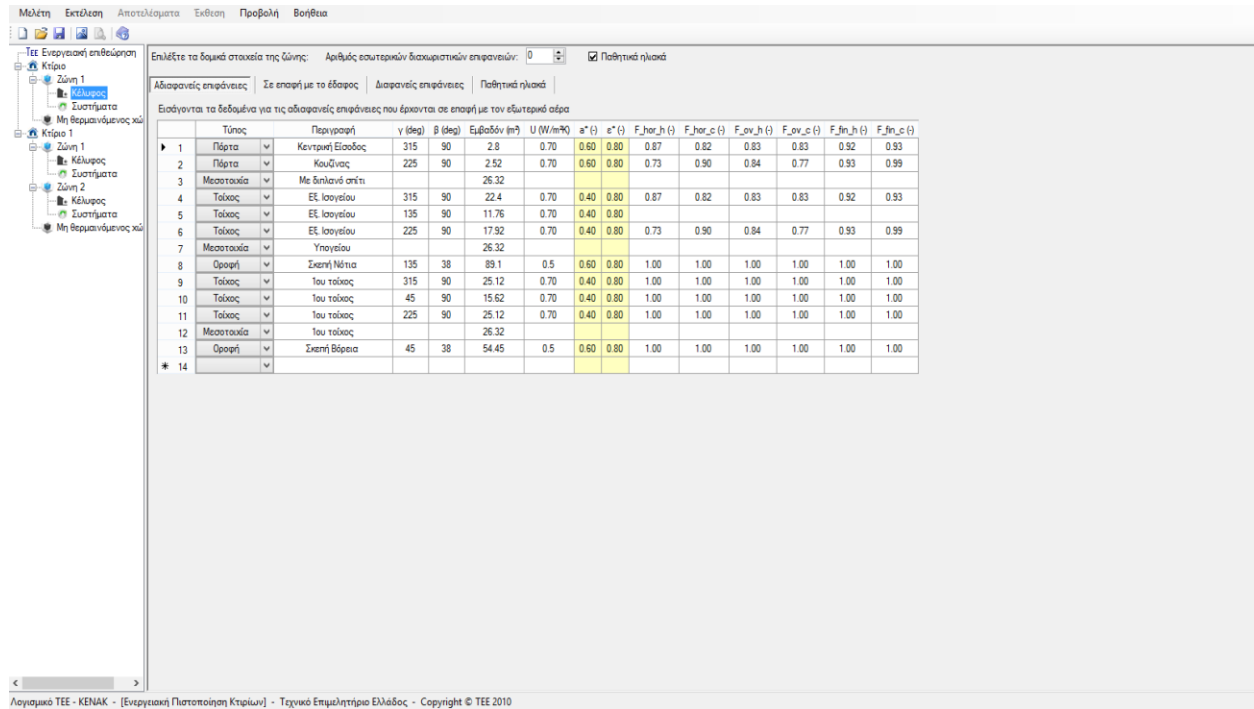
Στο μέσον της οθόνης (Σχήμα ii) εισάγονται τα κλιματολογικά δεδομένα, που χρησιμοποιούνται στους υπολογισμούς. Επιλέγουμε ένα από τα κλιματικά αρχεία που εμφανίζονται στον κατάλογο, έτσι ώστε να είναι το πλησιέστερο στην περιοχή όπου βρίσκεται το επιθεωρούμενο κτίριο. Επίσης, υπάρχει η δυνατότητα της επιλογής «υψόμετρο πάνω από 500 μέτρα». Αν το κτίριο βρίσκεται σε υψόμετρο πάνω από 500 μέτρα, εντάσσεται στην επόμενη κλιματική ζώνη από εκείνη στην οποία βρίσκεται.

Στην οθόνη «Ζώνη» του λογισμικού (Σχήμα iii) εισάγονται οι γενικές πληροφορίες χρήσης και λειτουργίας για την εκάστοτε θερμική ζώνη.

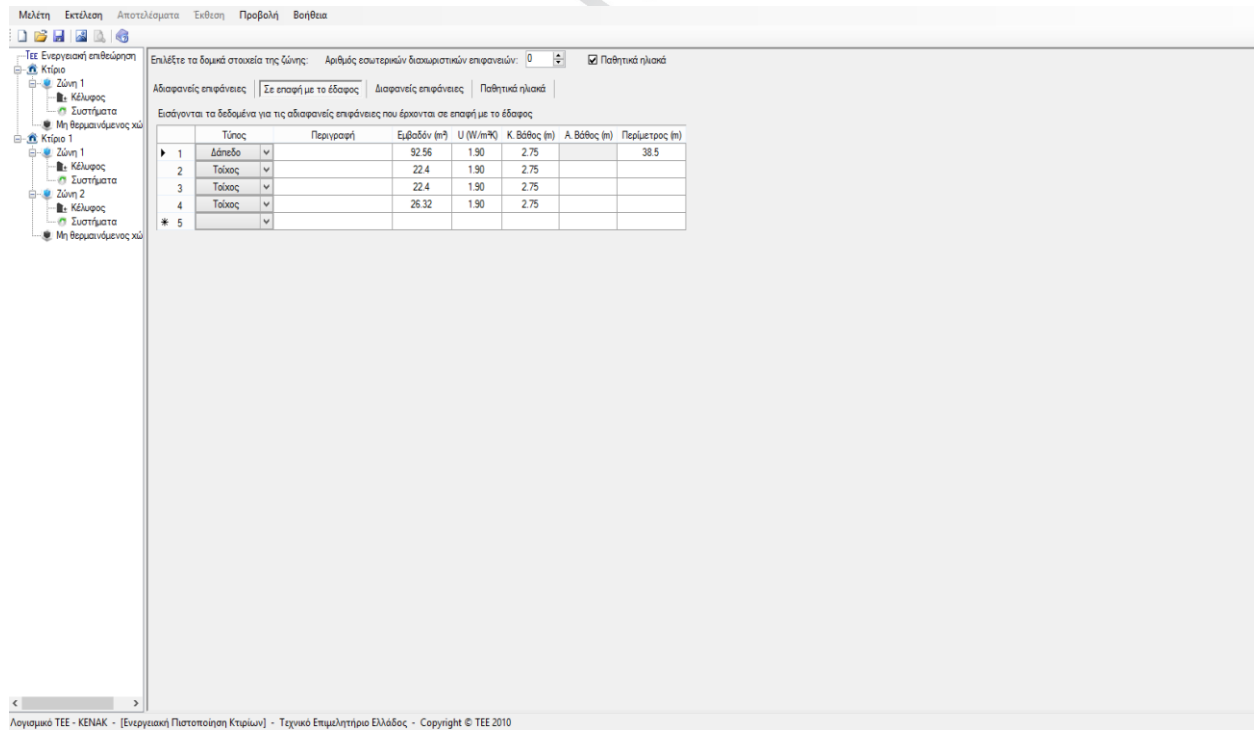


Σχήμα iii: KENAK, εισαγωγή βασικών στοιχείων κτιρίου

Παρακάτω, στο σχήμα iv και v βλέπουμε την εισαγωγή των δεδομένων του κτιρίου για τις αδιαφανείς επιφάνειες, δηλαδή του τοίχους που βρίσκονται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον, και τις αντίστοιχες πληροφορίες: τύπος, οριζόντιος προσανατολισμός (αζιμούθια γωνία) – δηλαδή την απόκλιση από το νότο ($\gamma=0^\circ$ για βόρειο προσανατολισμό, $\gamma=90^\circ$ για ανατολικό, $\gamma=180^\circ$ για νότιο και $\gamma=270^\circ$ για δυτικό), κατακόρυφος προσανατολισμός (ζενίθεια γωνία, έτσι για επίπεδη οροφή $\beta=0^\circ$, κατακόρυφος τοίχος $\beta=90^\circ$ και η πυλωτή $\beta=180^\circ$), εμβαδό (χωρίς τα ανοίγματα), συντελεστής θερμοπερατότητας υλικού (U value) που λαμβάνεται από τους αντίστοιχους πίνακες της TOTEE, τους συντελεστές α απορροφητικότητας στην ηλιακή ακτινοβολία, συντελεστές εκπομπής ε στην θερμική ακτινοβολία και οι συντελεστές F οριζόντιας, κάθετης και πλάγιας σκίασης.

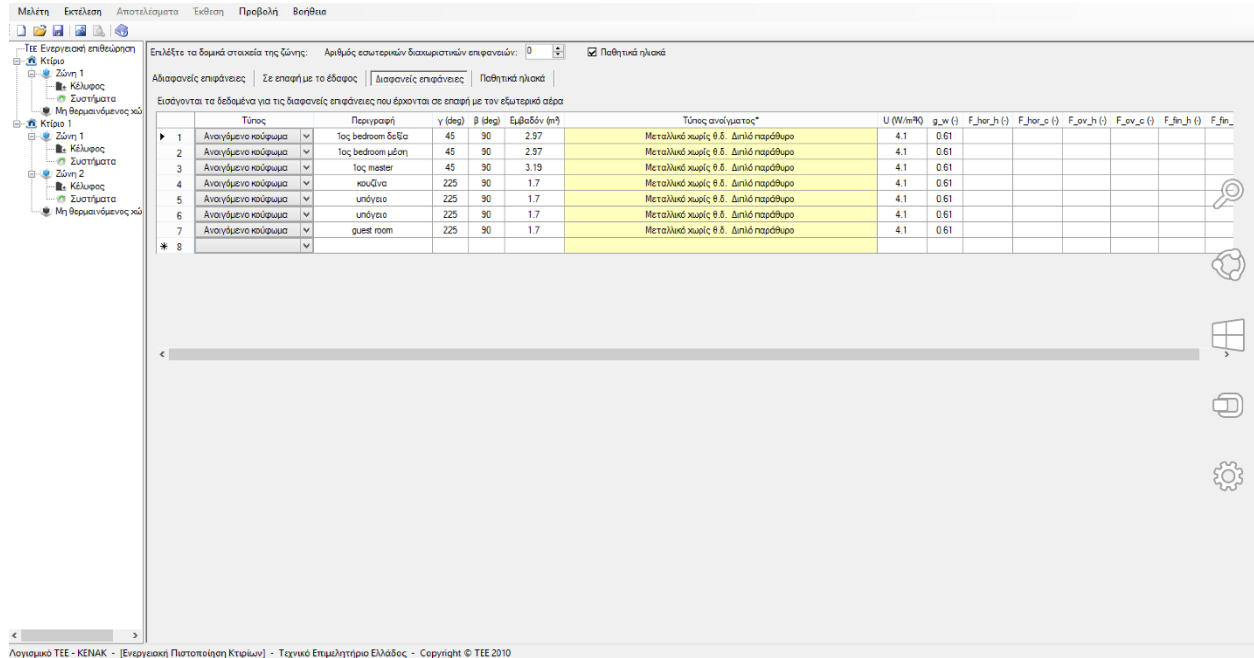


Σχήμα iv: KENAK, εισαγωγή δομικών στοιχείων κτιρίου

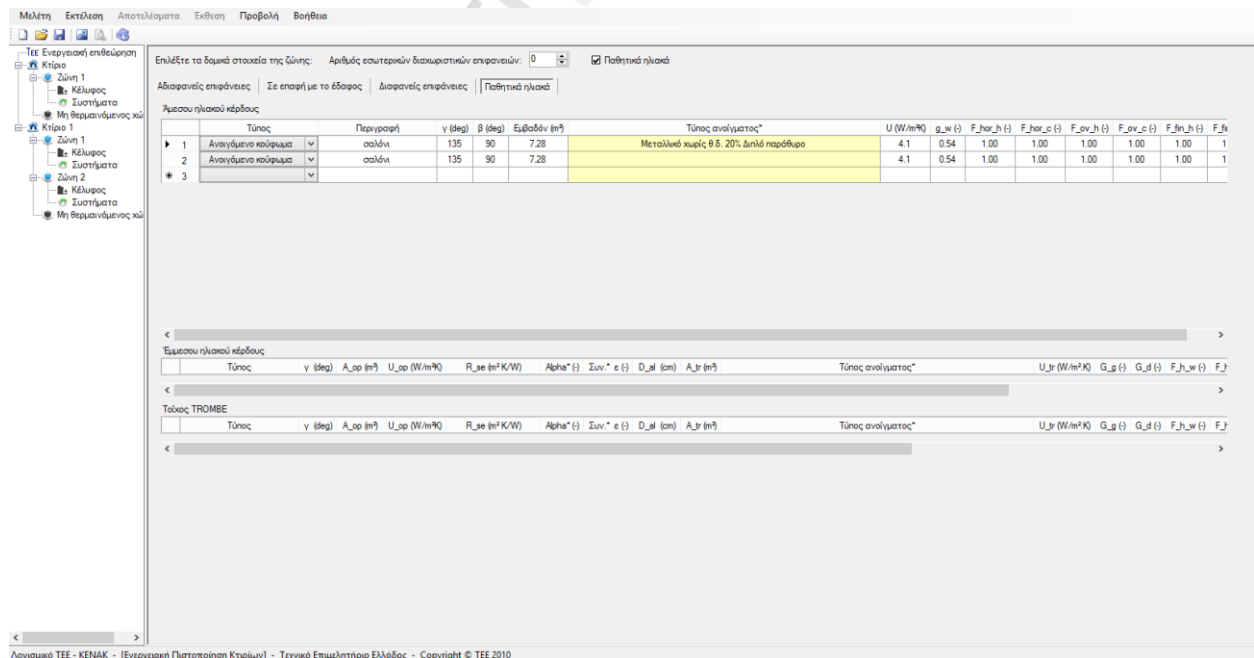


Σχήμα v: KENAK, εισαγωγή υπόγειων δομικών στοιχείων κτιρίου

Στη τρίτη υποοθόνη του λογισμικού (σχήμα vi) εισάγονται τα δεδομένα των διαφανών επιφανειών του κελύφους της θερμικής ζώνης, που βρίσκονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα. Η εισαγωγή δεδομένων γίνεται με αντίστοιχο τρόπο όπως στις αδιαφανείς επιφάνειες, με μόνη διαφορά ότι τα ανοίγματα με νότιο προσανατολισμό ή με απόκλιση +/- 30° από τον Νότο, καταγράφονται μόνο στα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα (Σχήμα vii).



Σχήμα vi: KENAK, εισαγωγή διαφανών στοιχείων κτιρίου



Σχήμα vii: KENAK, εισαγωγή παθητικών συστημάτων κτιρίου

Η εισαγωγή των στοιχείων για τα συστήματα, που είναι εγκατεστημένα σε κάθε θερμική ζώνη, γίνεται σταδιακά. Σε κάθε σύστημα αντιστοιχεί μία υποοθόνη του λογισμικού. Στην πρώτη υποοθόνη του λογισμικού (Σχήμα viii) εισάγονται τα δεδομένα θέρμανσης, το οποίο αποτελείται από την παραγωγή, το δίκτυο διανομής, τις τερματικές μονάδες (θερμαντικά σώματα, ενδοδαπέδιο σύστημα κ.τ.λ.) και τις βοηθητικές μονάδες (αντλία, κυκλοφορητής κ.τ.λ.).

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: Ύδραυση Μηχανικός αερισμός Ηλεκτρικός συλλέκτης Φωτισμός

Θέρμανση ψύξη ΖΝΧ

Παραγωγή

Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. An. (-)	COP (-)	Jan (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαϊ (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
1	Λέβητας	63	1.0	1.0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
2			1	1												

Δίκτυο διανομής

Τύπος	Ισχύς (kW)	Χάρος διέλευσης	B. An. (-)	Μόνωση
1	Δίκτυο διανομής θερμού μέσου		1	<input type="checkbox"/>
2	Αερισμοί			<input type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες

Τύπος	B. An. (-)
1	0.94

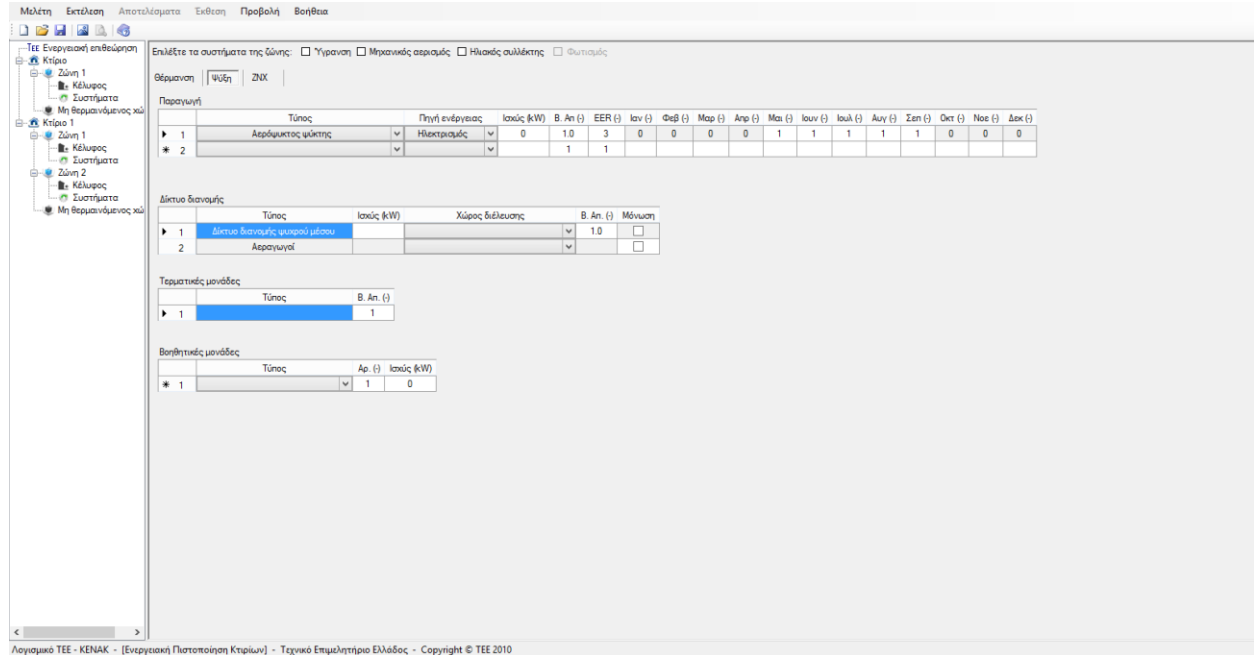
Βοηθητικές μονάδες

Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
1	1	0

Λογισμικό TEE - KENAK - [Ενεργειακή Πιστοποίηση Κτιρίων] - Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος - Copyright © TEE 2010

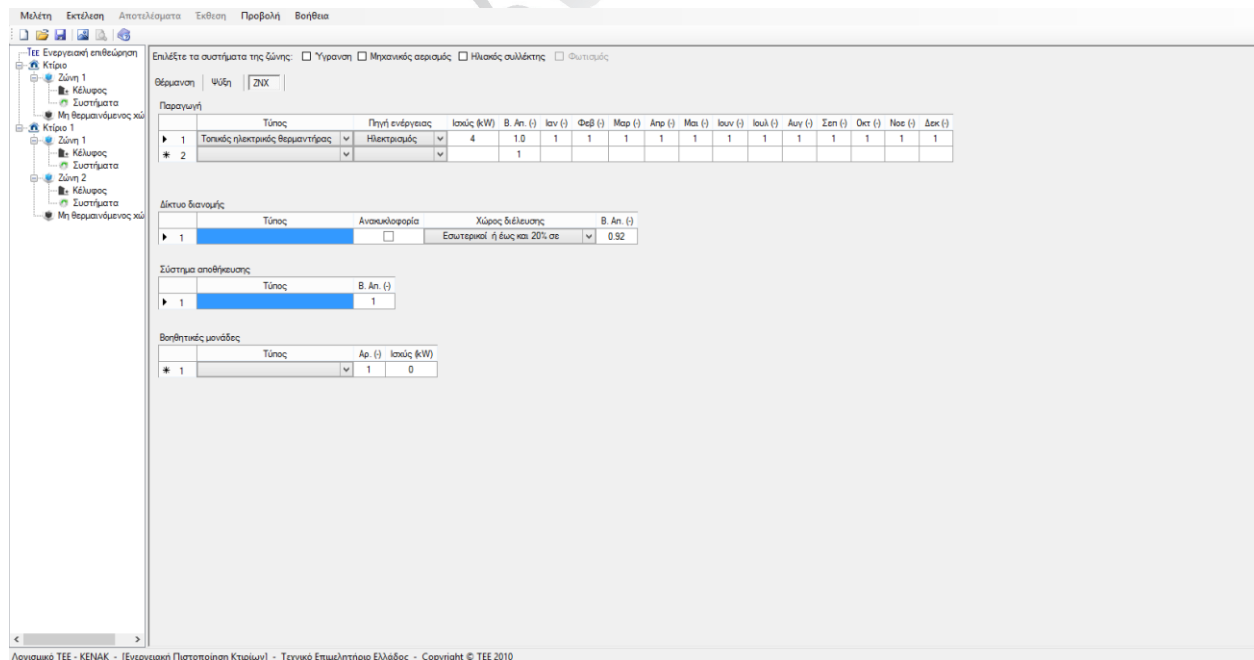
Σχήμα viii: KENAK, εισαγωγή θερμικών συστημάτων κτιρίου

Στη δεύτερη υποοθόνη του λογισμικού (Σχήμα ix) εισάγονται τα δεδομένα του συστήματος ψύξης, το οποίο είναι αντίστοιχο με το σύστημα θέρμανσης.



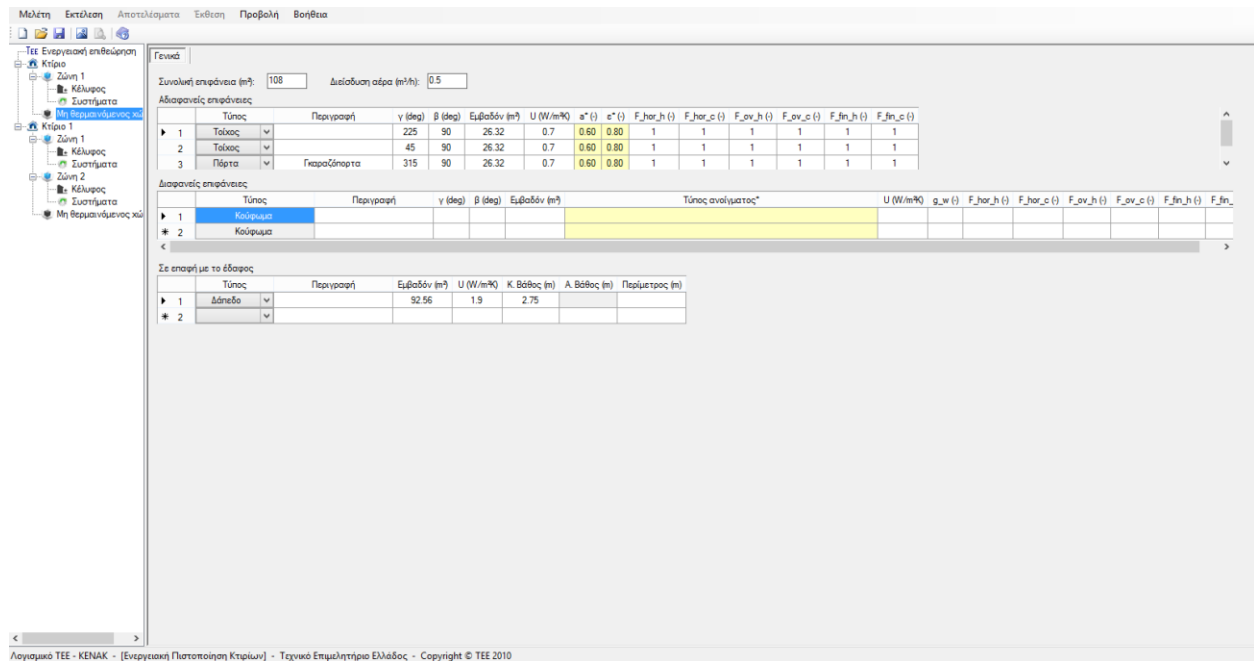
Σχήμα ix: KENAK, εισαγωγή ψυκτικών συστημάτων κτιρίου

Στη τελευταία υποοθόνη του λογισμικού για τα συστήματα (Σχήμα x) εισάγονται τα δεδομένα του συστήματος ζεστού νερού χρήσης (ZNX), το οποίο αποτελείται από την παραγωγή, το δίκτυο διανομής και το σύστημα αποθήκευσης.



Σχήμα x: KENAK, εισαγωγή ΖΝΧ συστημάτων κτιρίου

Εφόσον στο κτίριο έχει ορισθεί ένας τουλάχιστον μη θερμαινόμενος χώρος στην υποοθόνη που φαίνεται στο Σχήμα χί εισάγουμε τα αντίστοιχα στοιχεία που εισήγαμε και για τη θερμική ζώνη, πλην αυτών που αφορούν σε συστήματα θέρμανσης, ψύξης και ΖΝΧ.



Σχήμα χί: KENAK, εισαγωγή στοιχείων μη θερμαινόμενων χώρων κτιρίου

Τέλος, αφού ολοκληρωθούν αυτές οι διαδικασίες επιλέγουμε την επιλογή «εκτέλεση» από το μενού και ύστερα «εμφάνιση αποτελεσμάτων», και από εκεί ακολουθούμε τα βήματα που παρουσιάζονται αναλυτικότερα στο Πειραματικό μέρος της εργασίας.