



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΣΤΟ ΔΗΜΑΡΧΕΙΟ ΧΑΪΔΑΡΙΟΥ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Παπαευθυμίου Μάριος

Επιβλέπων: Χάρης Δούκας
Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Οκτώβριος 2015



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΣΤΟ ΔΗΜΑΡΧΕΙΟ ΧΑΪΔΑΡΙΟΥ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Παπαευθυμίου Μάριος

Επιβλέπων : Χάρης Δούκας
Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 14^η Οκτωβρίου 2015.

.....
Χάρης Δούκας
Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....

.....

Αθήνα, Οκτώβριος 2015

.....
Παπαευθυμίου Μάριος

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Μάριος, Παπαευθυμίου, 2015

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Χάρη Δούκα, Επίκουρο Καθηγητή του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου για την ανάθεση αυτής της διπλωματικής, για την βοήθεια και συμπαράσταση που μου παρείχε καθόλη την διάρκεια της εκπόνησης. Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στον κ. Δημήτρη Σταυρίδη, Ηλεκτρολόγο Μηχανικό, της τεχνικής υπηρεσίας του Δημαρχείου, για την πολύτιμη βοήθεια του στη συλλογή και καταγραφή των στοιχείων του κτιρίου. Την παρούσα διπλωματική εργασία αφιερώνω στην οικογένειά μου.

Αθήνα, 2015

Περίληψη

Η βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας και η μείωση των εκπομπών αερίων, τα οποία είναι υπεύθυνα για το φαινόμενο του θερμοκηπίου, είναι ένα μείζον ζήτημα που απασχολεί σύσσωμη την Παγκόσμια και Ευρωπαϊκή Κοινότητα. Ένας από τους τομείς με μεγάλες προοπτικές εφαρμογής δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας και αναβάθμισης της ενεργειακής αποδοτικότητας είναι ο κτιριακός, όπου στην Ελλάδα σε σύγκριση με άλλες Ευρωπαϊκές χώρες βρίθεται προβλημάτων.

Σύμφωνα με στοιχεία του ΚΑΠΕ ο κτιριακός τομέας αποτελεί περίπου το 40% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στην Ελλάδα. Το μεγαλύτερο ποσοστό των κτιρίων στην χώρα μας έχουν κατασκευαστεί πριν το 1980, με αποτέλεσμα να κρίνεται απαραίτητη η βελτιστοποίηση της ενεργειακής τους απόδοσης, καθώς ακολουθούν ενεργειακές προδιαγραφές παλαιού τύπου που δεν ενσωματώνουν σύγχρονες τεχνολογίες, ενώ η πλειοψηφία αυτών δεν κρίνονται θερμομονωτικά επαρκή.

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελείται από τρία κύρια μέρη. Στο πρώτο μέρος παρατίθεται τα κυριότερα χρηματοδοτικά εργαλεία και προγράμματα, τους όρους που πρέπει να πληρούνται αλλά και τις επιτρεπόμενες ενεργειακές επεμβάσεις που αφορούν τα δημόσια κτίρια της χώρας μας. Στο δεύτερο μέρος παρουσιάζεται η ενεργειακή επιθεώρηση που πραγματοποιήθηκε στο Δημαρχείο Χαϊδαρίου. Η διαδικασία της επιθεώρησης αφορά την καταγραφή του εξοπλισμού και των ενεργειακών καταναλώσεων του κτιρίου καθώς και τον υπολογισμό του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του κτιριακού κελύφους, ώστε να διαπιστωθεί η θερμομονωτική του επάρκεια. Επίσης, σύμφωνα με τα στοιχεία που συλλέχθηκαν, έγινε αξιολόγηση του κτιρίου με το πρόγραμμα Optimus – SCEAF, ώστε να διαπιστωθούν και οι επιπλέον ελλείψεις του κτιρίου σε πολλαπλούς άξονες και δείκτες. Στο τρίτο μέρος προτείνονται δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας και ενεργειακής αναβάθμισης του κτιρίου που αξιολογούνται με οικονομικά κριτήρια, όπως η καθαρή παρούσα αξία, ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης και η έντοκη περίοδος αποπληρωμής, ώστε να διαπιστωθεί αν αποτελούν βιώσιμες λύσεις.

Λέξεις κλειδιά: Ενεργειακή επιθεώρηση, Δημόσια κτίρια, Χρηματοδοτικά προγράμματα, Δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας, Πρόγραμμα SCEAF

Abstract

Improving energy efficiency and reducing greenhouse gas emissions, which are responsible for global warming, is a major issue that concerns the Global and the European Community. One sector with great potential for implementing energy-saving measures and improvement of energy efficiency is the building sector, where in Greece compared to other European countries rife with problems.

According to data from CRES, the building sector accounts for about 40% of total energy consumption in Greece. The majority of buildings in our country have been built before 1980, so it is necessary to optimize their energy performance, and follow energy standards that do not incorporate modern technologies and the majority of them do not have sufficient thermal insulation.

This thesis consists of three main parts. In the first part, the main financial tools and programs are presented, the conditions to be fulfilled and the allowed energy upgrading actions concerning municipal buildings in Greece. The second part presents the energy inspection conducted at City Hall of Haidari. So the equipment and energy consumption of the building were recorded and also we calculate the average U value of the building, in order to determine its thermal adequacy. Also, according to the collected data, an evaluation of the building with the program Optimus– SCEAF was conducted, in order to identify gaps with additional energy efficiency indicators. In the third part, energy saving and upgrading measures for the building were proposed, and also were assessed with economic criteria, such as net present value, internal rate of return and the interest-bearing repayment period to determine whether they represent viable solutions.

Keywords: Energy Inspection, Municipal buildings, Loan programs, Energy saving actions, SCEAF program

Περιεχόμενα

Περίληψη	2
Abstract.....	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εισαγωγή.....	11
1.1 Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας.....	11
1.2 Φάσεις Υλοποίησης.....	12
1.3 Δομή διπλωματικής εργασίας	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Χρηματοδοτικά προγράμματα ενεργειακής αναβάθμισης δημόσιων κτιρίων 14	
2.1 Εισαγωγή.....	14
2.2 Επισκόπηση κτιριακού τομέα	15
2.3 Καταγραφή και Αναβάθμιση Δημόσιας Περιουσίας	17
2.4 Αναδρομή προηγούμενων δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας.....	19
2.5 Οικονομική Αξιολόγηση Επενδύσεων	22
2.5.1 Πηγές χρηματοδότησης	22
2.6 Χρηματοδοτικά σχήματα.....	23
2.7 Χρηματοδότηση έργων πιλοτικών δημοσίων κτιρίων και με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας	25
2.7.1 Πρόγραμμα Εξοικονομώ	25
2.7.2 Πρόγραμμα Εξοικονομώ II.....	26
2.7.3 Βελτίωση Ενεργειακής Απόδοσης σε σχολικά κτίρια	28
2.7.4 Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε Δημόσια Κτίρια	29
2.7.5 Πράσινα Δώματα σε Δημόσια Κτήρια.....	30
2.7.6 Εφαρμογή συστήματος διαχείρισης σε δημόσια κτίρια	31
2.8 Χρηματοδοτικά προϊόντα	31
2.8.1 JESSICA	32
2.8.2 «ELENA» (European Local ENergy Assistance).....	34
2.8.3 Χρηματοδότηση από Τρίτους (X.A.T.)	37
2.9 Χρηματοδοτική περίοδος 2014- 2020	38
2.9.1 Πρωτοβουλίες Κράτους.....	39
2.9.2 Μείωση των επιτοκίων δανεισμού.....	40

2.9.3	Ταμείο Παρακαταθηκών και Δανείων (ΤΠΔ)	41
2.9.4	Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠΕΚΑ).....	42
2.9.5	Ελληνική Εταιρεία Τοπικής Ανάπτυξης και Αυτοδιοίκησης (ΕΕΤΑΑ)	42
2.9.6	Νέες επεμβάσεις σε Δημόσια κτίρια.....	42
2.9.7	Προβλήματα.....	44
2.9.8	Προοπτικές.....	44
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίου		46
3.1	Εισαγωγή.....	46
3.2	Περιγραφή του κτιρίου	46
3.3	Κατανομή χώρων κτιρίου.....	52
3.3.1	Λειτουργία κτιρίου.....	53
3.4	Ενεργειακή κατανάλωση κτιρίου	53
3.4.1	Καταγραφή ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού	53
3.4.2	Καταγραφή εξοπλισμού φωτισμού	57
3.4.3	Καταγραφή εξοπλισμού Η/Υ	60
3.5	Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας	60
3.5.1	Κατανάλωση Πετρελαίου Θέρμανσης.....	62
3.6	Κλιματικά Δεδομένα	63
3.7	Υπολογισμός Συντελεστή Θερμοπερατότητας Κτιρίου.....	64
3.7.1	Μεθοδολογία υπολογισμού.....	64
3.7.2	Υπολογισμός Συντελεστών Θερμοπερατότητας των Αδιαφανών Δομικών Στοιχείων του Κτιρίου.....	71
3.8	Υπολογισμός μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας κάθε ορόφου.....	90
3.8.1	Υπόγειο	90
3.8.2	Ισόγειο	92
3.8.3	Α΄ Όροφος.....	93
3.8.4	Β΄ Όροφος.....	94
3.8.5	Γ΄ Όροφος	95
3.8.6	Επιφάνειες τύπου D1	97
3.8.7	Επιφάνειες τύπου G	97
3.8.8	Επιφάνειες τύπου DL.....	98

3.9	Υπολογισμός μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του κτιρίου	98
3.10	Συμπεράσματα	99
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Αξιολόγηση κτιρίου με το πρόγραμμα e-SCEAF.....		101
4.1	Δεδομένα κτιρίου	102
4.2	Αποτελέσματα	103
4.3	Αραχνοειδή διαγράμματα	107
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Δράσεις βελτίωσης της ενεργειακής συμπεριφοράς του κτιρίου		109
5.1	Εισαγωγή.....	109
5.1.1	Κατανομή κατανάλωσης ενέργειας	109
5.2	Οικονομικοί Δείκτες.....	111
5.3	Γενικά μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας για κτίρια γραφείων.....	112
5.4	Δράσεις για αναβάθμιση της θερμομονωτικής επάρκειας.....	112
5.5	Δράση αναβάθμισης του τεχνητού φωτισμού.....	121
5.6	Δράσεις για το σύστημα θέρμανσης.....	128
5.7	Δράση αναβάθμισης του συστήματος ψύξης	131
5.8	Δράση αντικατάστασης και αναβάθμισης συστήματος ψύξης/θέρμανσης	136
5.9	Δράση εγκατάστασης φωτοβολταϊκού συστήματος	139
5.10	Εγκατάσταση συστήματος ενεργειακής διαχείρισης (BEMS)	148
5.11	Άλλες δράσεις	151
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Συμπεράσματα και Προοπτικές		154
6.1	Συμπεράσματα.....	154
6.2	Προοπτικές.....	156
Βιβλιογραφία		158
Παράρτημα Α΄		160
6.2.1	Ισόγειο	162
6.2.2	Α΄ Όροφος.....	165
6.2.3	Β΄ Όροφος.....	168
6.2.4	Γ΄ Όροφος	171

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 2.1: (α) Βαθμομημέρες θέρμανσης, (β) Κατανομή της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, (γ) Κατανομή της κατανάλωσης θερμικής ενέργειας (Στάθης Ραγκούσης 2014)	16
Εικόνα 2.2: Σχηματική απεικόνιση των μερών που απαρτίζουν το χρηματοδοτικό πρόγραμμα JESSICA (http://www.jessicafund.gr/index.php/jessica-in-greece/action-plan/background/)	33
Εικόνα 3.1: Πρόσοψη του δημαρχείου Χαϊδαρίου (www.haidari.gr)	47
Εικόνα 3.2: Εποπτικές φωτογραφίες του δημαρχείου Χαϊδαρίου (www.haidari.gr) ..	48
Εικόνα 3.3: Πλάγια όψη του δημαρχείου Χαϊδαρίου (www.haidari.gr)	49
Εικόνα 3.4: Τοπογραφικό διάγραμμα της θέσης του δημαρχείου Χαϊδαρίου (www.googlemaps.com)	49
Εικόνα 3.5: Κάτοψη του κτιρίου του Δημαρχείου Χαϊδαρίου	50
Εικόνα 3.6: Κάτοψη ισογείου	51
Εικόνα 3.7: Κατανομή επιφανειών και όγκων κτιρίου ΣΕΒ	52
Εικόνα 3.8: Κατανομή της εγκατεστημένης ισχύος ανάλογα με το είδος του φωτιστικού σώματος.....	59
Εικόνα 3.9: Ετήσια κατανάλωση ενέργειας για το 2012 και το 2013	61
Εικόνα 3.10: Μηνιαία κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το 2012 και το 2013 ..	62
Εικόνα 3.11: Κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα (www.marchona.gr)	63
Εικόνα 4.1: Αραχνοειδές διάγραμμα αποτελεσμάτων πεδίου δράσεων πολιτείας....	107
Εικόνα 4.2: Αραχνοειδές διάγραμμα αποτελεσμάτων ενεργειακού και περιβαλλοντικού προφίλ.....	108
Εικόνα 4.3: Αραχνοειδές διάγραμμα αποτελεσμάτων σχετικών υποδομών και συστημάτων επικοινωνίας και πληροφοριών	108
Εικόνα 5.1: Κατανάλωση ενέργειας ανά χρήση στον τριτογενή τομέα (Athina G. Gaglia 2007).....	110
Εικόνα 5.2: Τα κύρια μέρη ενός ενεργειακού υαλοπίνακα 3 ^{ης} γενιάς (Alotek)	114
Εικόνα 5.3: Πιστοποιητικό Uvalue των ενεργειακών υαλοπινάκων 3 ^{ης} γενιάς (Alotek)	115
Εικόνα 5.4: Σταδιακή απόσυρση των μη αποδοτικών ενεργειακά λαμπτήρων (www.eco-lamps.gr)	122
Εικόνα 5.5: Λάμπα led ισχύος 16W (http://www.lighting.philips.gr)	126
Εικόνα 5.6: LED ανακλαστήρας με ροοστάτη (http://www.lighting.philips.gr)	126

Εικόνα 5.7: Σχηματική αναπαράσταση λειτουργίας αντλίας θερμότητας (Athina Gaglía 2007).....	132
Εικόνα 5.8: Αντλίας θερμότητας WDA Μοντέλο 260 ονομαστικής ισχύος 68 kW και ψυκτικής ισχύος 285,7 kW (ERGON EQUIPMENT).....	133
Εικόνα 5.9: Διαστάσεις και μορφή του Φ/Β πλαισίου 240 Wp (www.eu-solar.panasonic.net).....	141
Εικόνα 5.10: Χωροθέτηση σειρών πάνελ (T.E.E. 2011).....	141
Εικόνα 5.11: Κάτοψη ταράτσας με την αντίστοιχη εγκατάσταση του φωτοβολταϊκού συστήματος με τον αντίστοιχο προσανατολισμό τους	142
Εικόνα 5.12: Σχηματική αναπαράσταση συστήματος ενεργειακής διαχείρισης κτιρίου (www.buildnet.gr).....	149
Εικόνα 5.13: Παράδειγμα εκμετάλλευσης του φυσικού φωτισμού και του φυσικού αερισμού σε ένα κτίριο (Athina Gaglía 2007)	152
Εικόνα 5.14: Διαφορά ενός κτιρίου το οποίο έχει βαφεί με θερμοανακλαστικό χρώμα (Pagliano Lorenzo,Dama Alessandro).....	153

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 2.1: Κατανομή πόρων ΕΣΠΑ 2014 – 2020 σχετικά με τον θεματικό στόχο 4 ενεργειακών έργων (ΕΣΠΑ 2014 – 2020)	23
Πίνακας 3.1: Πίνακας ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού δημαρχείου Χαϊδαρίου..	54
Πίνακας 3.2: Διάρθρωση Ηλ. Πινάκων του Δημαρχείου Χαϊδαρίου και των αντιστοίχων φορτίων τους	56
Πίνακας 3.3: Καταγραφή φωτιστικών σωμάτων του Δημαρχείου Χαϊδαρίου.....	57
Πίνακας 3.4: Κατανομή ηλεκτρονικών υπολογιστών ανά χώρο	60
Πίνακας 3.5: Κατανάλωση (kWh) ανά μήνα με βάση τιμολόγια ΔΕΗ για τη διετία 2012-2013	61
Πίνακας 3.6: Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας ενός κτιρίου ανά κλιματική ζώνη συναρτήσει του λόγου της περιβάλλουσας επιφάνειας του κτιρίου προς τον όγκο του	69
Πίνακας 3.7: Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας διαφόρων δομικών στοιχείων ανά κλιματική ζώνη	70
Πίνακας 3.8: Ειδικά στοιχεία κτιρίου	70
Πίνακας 3.9: Υπολογισμός μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας αδιαφανών στοιχείων υπογείου	91
Πίνακας 3.10: Υπολογισμός μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας διαφανών στοιχείων υπογείου	91
Πίνακας 3.11: Υπολογισμός μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας υπογείου.....	91
Πίνακας 3.12: Υπολογισμός μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας αδιαφανών στοιχείων ισογείου.....	92
Πίνακας 3.13: Υπολογισμός μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας διαφανών στοιχείων ισογείου.....	92
Πίνακας 3.14: Υπολογισμός μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας ισογείου.....	93
Πίνακας 3.15: Υπολογισμός μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας αδιαφανών στοιχείων Α΄ Ορόφου	93
Πίνακας 3.16: Υπολογισμός μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας διαφανών στοιχείων Α΄ Ορόφου	94
Πίνακας 3.17: Υπολογισμός μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας Α΄ Ορόφου.....	94
Πίνακας 3.18: Υπολογισμός μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας αδιαφανών στοιχείων Β΄ Ορόφου.....	94

Πίνακας 3.19: Υπολογισμός μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας διαφανών στοιχείων Β' Ορόφου.....	95
Πίνακας 3.20: Υπολογισμός μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας Β' Ορόφου	95
Πίνακας 3.21: Υπολογισμός μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας αδιαφανών στοιχείων Γ' Ορόφου.....	96
Πίνακας 3.22: Υπολογισμός μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας διαφανών στοιχείων Γ' Ορόφου.....	96
Πίνακας 3.23: Υπολογισμός μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας Γ' Ορόφου.....	96
Πίνακας 3.24: Υπολογισμός μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας επιφάνειας τύπου D1.....	97
Πίνακας 3.25: Υπολογισμός μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας επιφάνειας τύπου G.....	97
Πίνακας 3.26: Υπολογισμός μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας επιφάνειας τύπου DL.....	98
Πίνακας 3.27: Υπολογισμός μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας κτιρίου.....	98
Πίνακας 4.1: Δεδομένα που εισήχθησαν στο ερωτηματολόγιο του προγράμματος e-SCEAF	102
Πίνακας 5.1: Εκτιμώμενη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από το φωτοβολταϊκό σύστημα (http://photovoltaic-software.com/pvgis.php)	143
Πίνακας 5.2: Απόδοση Φ/Β και παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια σε ορίζοντα 20ετίας	144
Πίνακας 6.1: Συγκεντρωτικός πίνακας πιθανών δράσεων αναβάθμισης της ενεργειακής αποδοτικότητας του κτιρίου	154

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εισαγωγή

1.1 Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας

Η διαχείριση της παραγωγής και της κατανάλωσης ενέργειας αποτελεί στις μέρες μας κομβικό ζήτημα τόσο από οικονομική όσο και από οικολογική σκοπιά. Η ανησυχία για τα αποθέματα του πλανήτη σε πρωτογενείς πηγές παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, σε συνδυασμό με τις αυξανόμενες ενδείξεις για τις οικολογικές και οικονομικές συνέπειες από την υπάρχουσα διαχείριση ενέργειας, καθιστά το ζήτημα ένα από τα σημαντικότερα στη σύγχρονη ατζέντα των κρατών.

Ο κτιριακός τομέας στην Ελλάδα σύμφωνα με τα επίσημα στοιχεία του ΚΑΠΕ (Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας), καταναλώνει περίπου το 40% της παραγόμενης ενέργειας, με τα ελληνικά κτίρια να είναι από τα πλέον ενεργοβόρα στην Ευρώπη. Η εξοικονόμηση ενέργειας σε ένα κτίριο εξασφαλίζεται με τον κατάλληλο σχεδιασμό του και τη χρήση ενεργειακά αποδοτικών δομικών στοιχείων και συστημάτων, ενώ παράλληλα ο ενεργειακός εξοπλισμός ενός κτιρίου θα πρέπει να λειτουργεί όσο το δυνατόν πιο αποδοτικά και σύμφωνα με τους εκάστοτε ενεργειακούς κανονισμούς και τις μελέτες που τον προδιαγράφουν.

Ως αποτέλεσμα των παραπάνω, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή υιοθέτησε τον Οκτώβριο του 2006 το Σχέδιο Δράσης για την Εξοικονόμηση Ενέργειας (2007-2012), που στοχεύει στη μείωση κατά 20% της ενεργειακής κατανάλωσης μέχρι το 2020. Επιπρόσθετα, η νέα ευρωπαϊκή νομοθεσία καθιστά υψηλότερα πρότυπα ενεργειακής απόδοσης για τα νέα κτίρια από το τέλος του 2020, τα οποία θα πρέπει να είναι «Σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης».

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η Ενεργειακή Επιθεώρηση ενός δημόσιου κτιρίου, και συγκεκριμένα το Δημαρχείο Χαϊδαρίου, με κύριο στόχο τη βελτίωση της ενεργειακής του αποδοτικότητας.

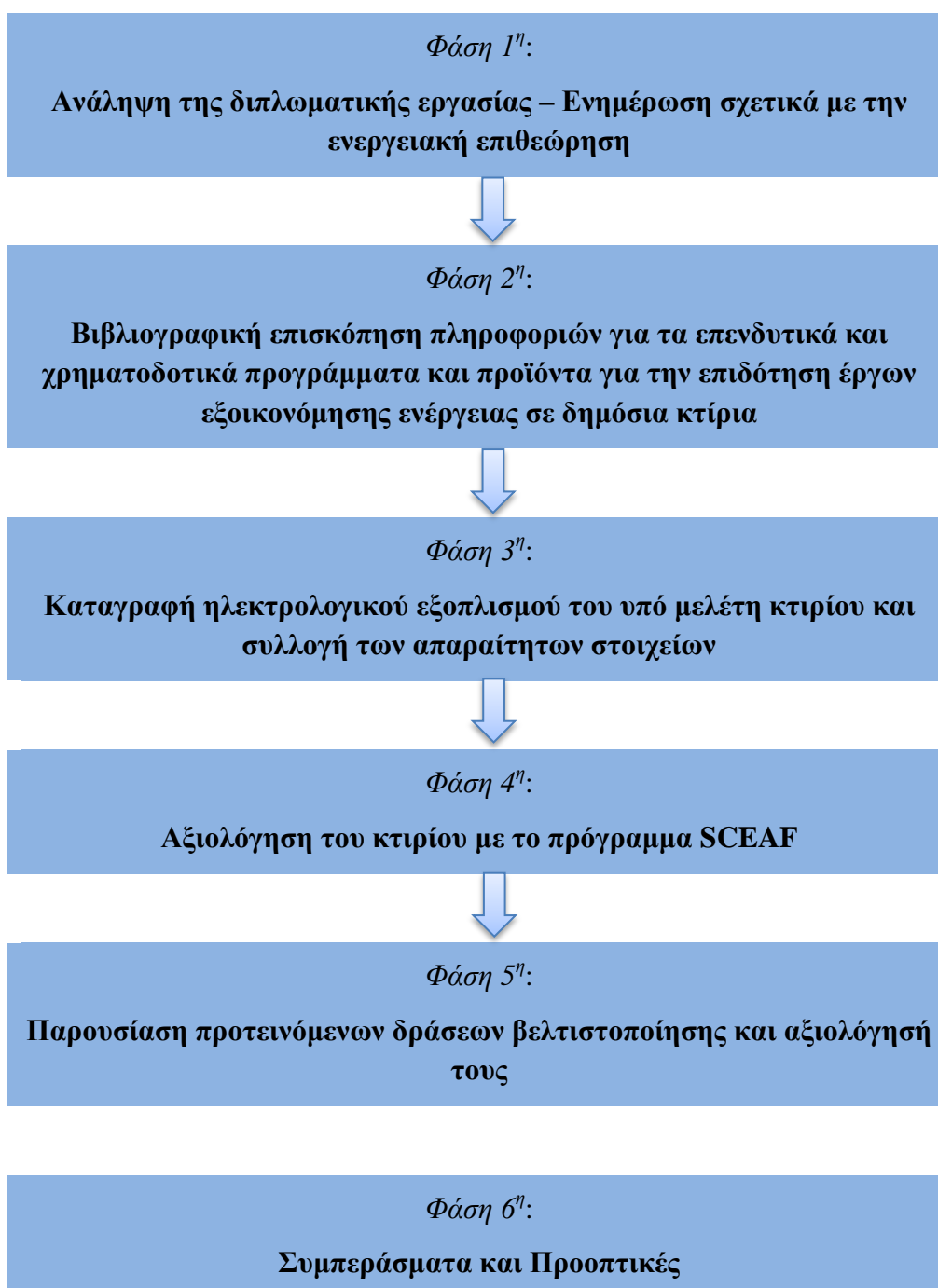
Στα πλαίσια της μελέτης πραγματοποιήθηκε πλήρης καταγραφή του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού του κτιρίου και στη συνέχεια έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2010.

Για την αξιολόγηση του κτιρίου χρησιμοποιήθηκε ένα νέο πρόγραμμα που δημιουργήθηκε από τον «Τομέα Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Αποφάσεων» της σχολής ΗΜΜΥ, το *Optimus SCEAF* (Smart City Energy Assessment Framework Tool), το οποίο κάνει αξιολόγηση κτιρίων σε 3 άξονες με τη χρήση 21 δεικτών. Το εν λόγω προγραμματιστικό εργαλείο αξιολογεί κάθε κτίριο με γνώμονα την ενεργειακή του βελτιστοποίηση, τη μείωση των εκπομπών CO₂ και τη μείωση του κόστους ενέργειας. Η αξιολόγηση εμφανίζεται τόσο σε ποσοτική κλίμακα στους δείκτες, όσο και υπό μορφή αραχνοειδών διαγραμμάτων.

Στη συνέχεια προτάθηκαν δράσεις για την εξοικονόμηση ενέργειας και τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας στο κτίριο, καθώς επίσης και δράσεις ΑΠΕ, οι οποίες αξιολογήθηκαν μέσω τεχνοοικονομικής ανάλυσης και ελέγχθηκε η βιωσιμότητά τους με κριτήριο την Καθαρή Παρούσα Αξία, την Έντοκη Περίοδο Αποπληρωμής και τον Εσωτερικό Βαθμό Απόδοσης.

1.2 Φάσεις Υλοποίησης

Φάσεις υλοποίησης διπλωματικής εργασίας



1.3 Δομή διπλωματικής εργασίας

Αρχικά παρατίθενται μία σύντομη περίληψη του περιεχομένου της διπλωματικής, η μετάφραση της περίληψης στα Αγγλικά και στη συνέχεια ο πίνακας περιεχομένων της εργασίας.

Το *Κεφάλαιο 1* του τόμου αποτελεί την εισαγωγή της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Αναφέρονται ο σκοπός της, οι φάσεις υλοποίησής της αναλυτικά καθώς και μια ανασκόπηση στη δομή της.

Το *Κεφάλαιο 2* αποτελεί το θεωρητικό κεφάλαιο της διπλωματικής όπου γίνεται αναφορά στα επενδυτικά και χρηματοδοτικά προγράμματα και προϊόντα για την επιδότηση έργων εξοικονόμησης ενέργειας σε δημόσια κτίρια. Πιο ειδικά δόθηκαν τα κύρια χαρακτηριστικά τους, το ύψος των διαθέσιμων κεφαλαίων, οι προϋποθέσεις ένταξης σε χρηματοδότηση, τα προβλήματα καθώς και οι προοπτικές που υπάρχουν στον εν λόγω τομέα με σκοπό την ενεργειακή αναβάθμιση των δημοσίων κτιρίων της Ελλάδας.

Στο *Κεφάλαιο 3* γίνεται αναλυτική παρουσίαση του κτιρίου που μελετήθηκε στα πλαίσια της εργασίας και ανάλυση του ενεργειακού του προφίλ (καταγραφή καταναλώσεων τόσο ανά είδος ενέργειας όσο και ανά όροφο) με βάση τα δεδομένα που συλλέχθηκαν με τη βοήθεια των εργαζομένων του κτιρίου. Τέλος το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας των δομικών στοιχείων και τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας του κτιρίου.

Στο *Κεφάλαιο 4* παρατίθενται τα αποτελέσματα των μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν με την βοήθεια του προγράμματος SCEAF. Αρχικά παρουσιάζονται τα δεδομένα που εισήχθησαν στο πρόγραμμα, τα ειδικά χαρακτηριστικά του, αλλά και τα αποτελέσματα αξιολόγησης του κτιρίου βάσει των διαθέσιμων δεικτών και αραχνοειδών διαγραμμάτων.

Στο *Κεφάλαιο 5* προτείνονται δράσεις ενεργειακής βελτίωσης για τη μείωση των λειτουργικών εξόδων του κτιρίου και κατόπιν αξιολογούνται βάσει των οικονομικών κριτηρίων της Καθαρής Παρούσας Αξίας (ΚΠΑ), του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης (EBA) και της Έντοκης Περιόδου Αποπληρωμής (EΠΑ) ώστε να διαπιστωθεί αν είναι υλοποιήσιμες και βιώσιμες.

Στο *Κεφάλαιο 6* που αποτελεί και το τελευταίο μέρος της παρούσας διπλωματικής, περιέχει τα γενικά συμπεράσματα που εξήχθησαν κατά τη διάρκεια της εκπόνησής της, καθώς και μια σκιαγράφηση των προοπτικών που μπορεί να έχει μελλοντικά το συγκεκριμένο αντικείμενο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Χρηματοδοτικά προγράμματα ενεργειακής αναβάθμισης δημόσιων κτιρίων

2.1 Εισαγωγή

Καθώς η ενεργειακή αποδοτικότητα στα κτίρια είναι κρίσιμη για την επίτευξη των αλλαγών στους στόχους για την ενέργεια και το κλίμα για το 2020 τόσο σε επίπεδο Ε.Ε. όσο και σε εθνικό επίπεδο, ο ΚΕΝΑΚ (Αναθεώρηση μέσω της Οδηγίας 2010/31/ΕΚ) έχει θέσει/θεσπίσει την υποχρέωση στα Κράτη Μέλη να εφαρμόζουν τις ελάχιστες απαιτήσεις, όσον αφορά στην ενεργειακή απόδοση των νέων και υφιστάμενων κτιρίων. Αυτό θέτει μία σημαντική πρόκληση για τον τομέα των κατασκευών, ο οποίος πρέπει να είναι έτοιμος να υλοποιεί ανακαινίσεις υψηλής ενεργειακής απόδοσης και να κατασκευάζει κτίρια «σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας». Επίσης, η Οδηγία για τις ΑΠΕ αναγνωρίζει τη σημασία της κατάρτισης και της πιστοποίησης για ορισμένες κατηγορίες εργατών που απασχολούνται στον κτιριακό τομέα, δηλαδή τους εγκαταστάτες συστημάτων ΑΠΕ μικρής κλίμακας. (www.ypeka.gr)

Πολλοί παράγοντες συνηγορούν στην εξεύρεση λύσεων για την ορθολογικότερη κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια και στην αξιοποίηση ήπιων μορφών ενέργειας, όπως οι ανανεώσιμες πηγές. Ιδίως με τη διαρκή βελτίωση του βιοτικού επιπέδου η κατανάλωση ενέργειας συνεχώς αυξάνει. Η αύξηση είναι τόσο ποσοτική, καθώς καταναλώνουμε περισσότερη ενέργεια σε απόλυτο μέγεθος, όσο και ποιοτική, επειδή χρησιμοποιούμε όλο και περισσότερο τον ηλεκτρισμό για την ψύξη των κτιρίων μας. Συγχρόνως, οι εκπομπές του CO₂, που αναπόφευκτα συνοδεύουν την κατανάλωση των ορυκτών καυσίμων και θεωρούνται υπεύθυνες για τη ρύπανση του περιβάλλοντος και για το «φαινόμενο του θερμοκηπίου», που τον αιώνα που διανύουμε ενδέχεται να επηρεάσει δυσμενώς τις κλιματολογικές συνθήκες σε ολόκληρο τον κόσμο, γίνονται ολοένα και πιο σημαντικές. Στην Ευρωπαϊκή ένωση, η χρήση συμβατικών καυσίμων στα συστήματα θέρμανσης των κτιρίων συμμετέχει σχεδόν κατά το ¼ στη συνολική παραγωγή του CO₂ στα κράτη-μέλη. (ΝΟΜΟΣ 4122, 2013)

Η διαχείριση της ενέργειας για την εξυπηρέτηση των κτιρίων παραμένει ένα πολυσύνθετο οικολογικό, τεχνικό και οικονομικό υπαρκτό πρόβλημα. Πιο ειδικά, στις ΗΠΑ τα εμπορικά κτίρια και τα κτίρια κατοικιών χρησιμοποιούν σχεδόν το 40% της πρωτογενούς ενέργειας και 70% της ηλεκτρικής ενέργειας της χώρας. Η κατανάλωση ενέργειας στον εμπορικό κτιριακό τομέα διπλασιάστηκε το διάστημα 1980 – 2000 και αναμένεται να αυξηθεί περαιτέρω κατά 50% μέχρι το 2025. Οι μελετητές των κτιρίων και όσοι ασχολούνται άμεσα ή έμμεσα με τον τομέα των κατασκευών, καλούνται να προτείνουν λύσεις για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας στα κτίρια, τεχνολογικά καινοτόμες και συγχρόνως συμβατές με τη

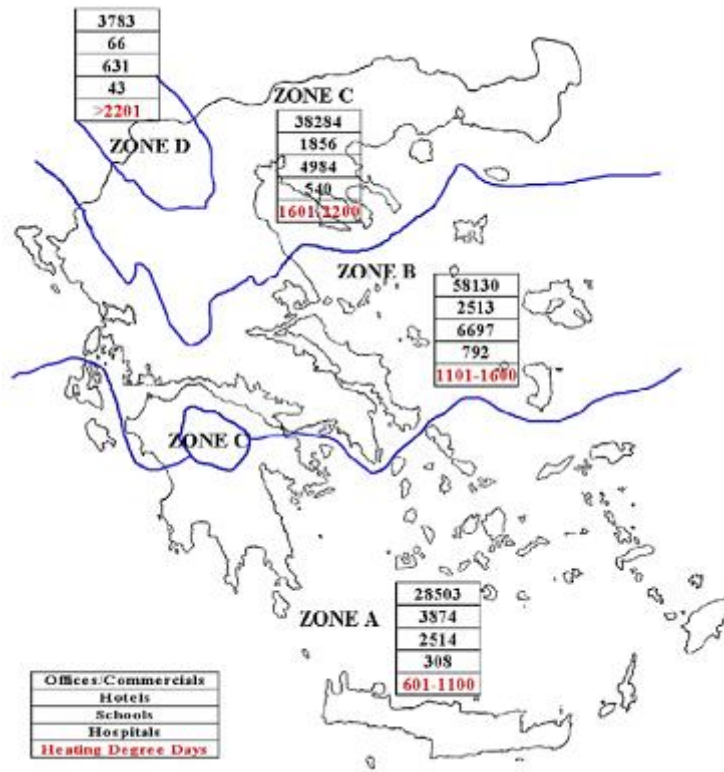
διατήρηση των φυσικών πόρων και την προστασία του περιβάλλοντος. (Torcellini 2010)

2.2 Επισκόπηση κτιριακού τομέα

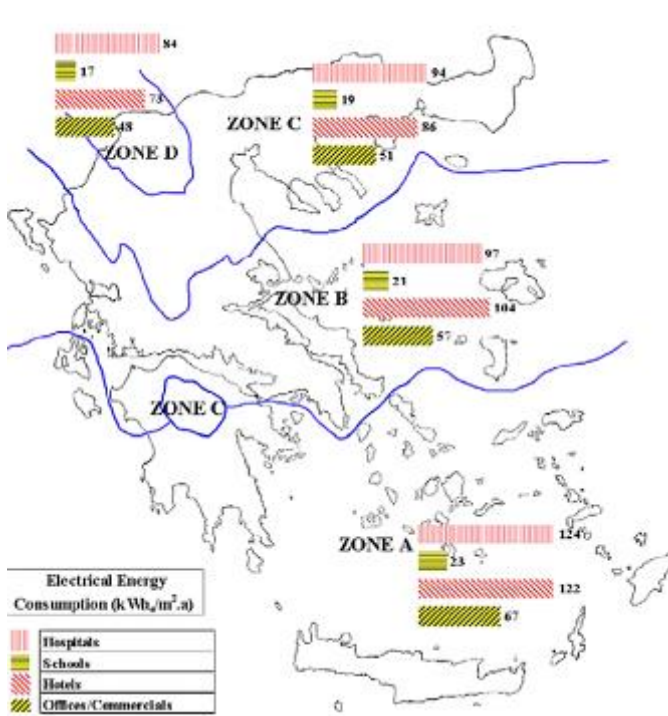
Ο κτιριακός τομέας απαιτεί σημαντική ποσότητα ενέργειας για τη λειτουργία του (θέρμανση, δροσισμός, φωτισμός, ζεστό νερό, λειτουργία συσκευών). Υπολογίζεται ότι στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, το 40% περίπου της συνολικής παραγόμενης ενέργειας δαπανάται στον κτιριακό τομέα. (Χάρης Ανδρεοστάτος ΚΑΠΕ)

Το εθνικό κτιριακό απόθεμα εμφανίζει σοβαρές ελλείψεις, που εν πολλοίς αποδίδονται στην ηλικία των κτιρίων. Σημαντικά περιθώρια εξοικονόμησης ενέργειας στον κτιριακό τομέα σε επίπεδο τελικής χρήσης ενέργειας, τόσο για κτίρια κατοικιών όσο και για κτίρια του τριτογενούς τομέα. Η σημαντική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας οφείλει να αντιμετωπιστεί και σε επίπεδο παραγωγής ενέργειας. Μερική βελτίωση του εθνικού συστήματος ηλεκτροπαραγωγής αναμένεται να επιφέρει πολλαπλάσια οφέλη σε όρους εξοικονόμησης ενέργειας. Αναδεικνύεται η σημασία χρήσης ΑΠΕ, τόσο σε επίπεδο τελικής χρήσης όσο και στον τομέα της παραγωγής.

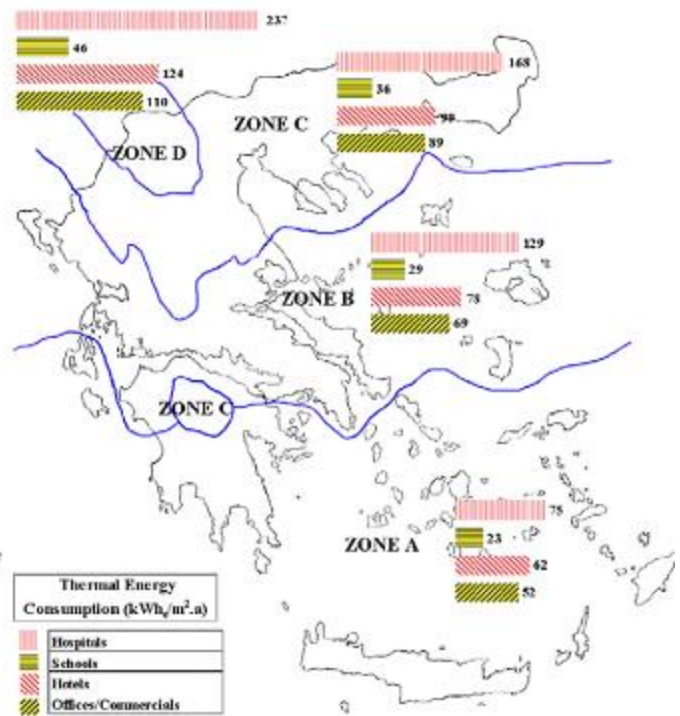
Πιο συγκεκριμένα η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση σε κτίρια γραφείων κυμαίνεται μεταξύ 52-110 kWh/m² και για ηλεκτρική ενέργεια από 48-67 kWh_e/m². Παρουσιάζονται επίσης σημαντικές ελλείψεις σε ενεργειακά αποδοτικό φωτισμό σχεδόν για το σύνολο των κτιρίων που έχουν κατασκευαστεί μέχρι το 2000. Αντίστοιχες ελλείψεις υφίστανται και σε συστήματα ελέγχου των κεντρικών συστημάτων θέρμανσης. Το δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας για θέρμανση και ηλεκτρική ενέργεια σε γραφεία εκτιμάται ίση με 33-604 GWh και 18-682 GWh_e, αντίστοιχα. (ΤΕΕ 2010)



(α)



(β)



(γ)

Εικόνα 2.1: (α) Βαθμομέρες θέρμανσης, (β) Κατανόμή της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, (γ) Κατανόμή της κατανάλωσης θερμικής ενέργειας (ΤΕΕ 2010)



Οι συνήθεις προτάσεις/δράσεις ενεργειακής αναβάθμισης των δημοτικών κτιρίων αφορούν κυρίως τη βελτίωση της αποδοτικότητας των συστημάτων θέρμανσης, φωτισμού, ψύξης, καθώς και η ενεργειακή αναβάθμιση κτιριακού κελύφους.



2.3 Καταγραφή και Αναβάθμιση Δημόσιας Περιουσίας

Η διαδικασία της καταγραφής της ακίνητης περιουσίας του ελληνικού δημοσίου βρίσκεται σε εξέλιξη, γι' αυτό και δεν είναι γνωστό το ακριβές μέγεθος και η ακριβής αξία της. Έχει ήδη ολοκληρωθεί η καταγραφή του 95% της δημόσιας περιουσίας δηλαδή 87.000 ακινήτων, εκ των οποίων τα 71.000 είναι ιδιοκτησίας του υπουργείου Οικονομικών. Από την μέχρι τώρα καταγραφή, από τα 87.000 ακίνητα, κτίρια είναι μόνο τα 15.000 και αυτό που ερευνάται είναι πόσα από αυτά είναι πάνω από 500 m², προκειμένου να μπορούν να ενταχθούν στην οδηγία για ενεργειακή αναβάθμιση. Ωστόσο το βασικότερο πρόβλημα για την υλοποίηση των έργων είναι ότι δεν έχει ακόμη ελεγχθεί η πιστότητα των στοιχείων των ακινήτων που έχουν δοθεί στη γενική γραμματεία δημόσιας περιουσίας, καθώς σε αρκετές περιπτώσεις οι πληροφορίες δεν είναι σαφείς τόσο για το εμβαδόν του ακινήτου, τη χρήση του ή ακόμη και την νομική του κατάσταση, και φυσικά την ενεργειακή του απόδοση. (ΤΕΕ 2013)

Οι εργοληπτικές οργανώσεις έχουν εστιάσει το ενδιαφέρον τους στην ενεργειακή αναβάθμιση των δημοσίων κτιρίων. Σύμφωνα με την Πανελλήνια Ένωση Διπλωματούχων Μηχανικών Δημοσίων Έργων (ΠΕΔΜΕ), ο κτιριακός τομέας ευθύνεται για πάνω από το 30% των εκπομπών CO₂ στη χώρα, κυρίως λόγω των

ορυκτών καυσίμων για τη θέρμανση ειδικά στις μεγάλες αστικές περιοχές. Πρέπει να γίνουν βήματα για την επίτευξη του εθνικού στόχου που αφορά στην εφαρμογή της Κοινοτικής Οδηγίας (ΕΕ 27/2012), που προβλέπει το δημόσιο να προβαίνει κάθε χρόνο σε εργασίες ενεργειακής αναβάθμισης, για τουλάχιστον το 3% των ιδιόκτητων κτιρίων του, άνω των 500 τετραγωνικών, που στεγάζουν δημόσιες υπηρεσίες.

Στο θέμα της χρηματοδότησης ο προϋπολογισμός δεν αφήνει αισιοδοξία ότι κάποια έργα ενεργειακής αναβάθμισης θα μπορούσαν να ενταχθούν στο Πρόγραμμα Δημοσίων Επενδύσεων, αλλά και τα προγράμματα ΕΣΠΑ δεν μπορούν να αποτελέσουν επιλογή, αφού το ζητούμενο δεν είναι απλώς η ένταξη αυτών των έργων σε ένα χρηματοδοτικό εργαλείο εις βάρος κάποιων άλλων έργων, αλλά η δυνατότητα χρηματοδότησης όσο περισσότερων δημοσίων έργων γίνεται με στόχο την κινητοποίηση της Εθνικής Οικονομίας. Έτσι, μένει το σύστημα παραχώρησης μέσω του οποίου θα προκύψουν περισσότερα έργα, τα οποία πρέπει να δημοπρατηθούν σε μικρά μεγέθη (π.χ. των 2 εκατομμυρίων €), ώστε η ανάληψή τους να γίνεται από μικρομεσαίες εργοληπτικές επιχειρήσεις. (ΤΕΕ 2013)



Η αρμόδια υπηρεσία του ΥΠΕΚΑ έχει αναρτήσει δύο υποδείγματα Σχεδίων Ενεργειακής Αναβάθμισης, χωρίς όμως να ορίζονται τα κριτήρια ανάθεσης, οι τεχνικές προδιαγραφές και ο τρόπος υπολογισμού της σχετικής δαπάνης, ενώ δεν καθορίζεται ποια στοιχεία πρέπει να παρέχονται από τον κύριο του έργου. Έχει επίσης τεθεί και θέμα αναθεώρησης του υφιστάμενου ΚΕΝΑΚ. Είναι απαραίτητη η ενεργειακή αναβάθμιση των δημοσίων κτιρίων με κανόνες και διαφάνεια. Απαιτείται ξεκάθαρο νομικό πλαίσιο, ενεργοποίηση της δημόσιας αρχής και συγκεκριμένης υπηρεσίας που θα ασχολείται κατ' εξοχήν με αυτό το αντικείμενο και δημοπράτηση των έργων που θα προκύψουν σε δημόσιους διαγωνισμούς. (ΤΕΕ 2013)



Το βασικό κριτήριο για την μίσθωση κτιρίων από το δημόσιο (υπουργεία, περιφέρειες, δήμους, οργανισμούς κ.λπ.), θα είναι, σύμφωνα με νόμο, όχι μόνον η υποχρεωτική έκδοση ενεργειακού πιστοποιητικού, αλλά και η υψηλή κατάταξη ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου. Η γενική γραμματεία Δημόσιας Περιουσίας έχει στείλει λίστα στο ΥΠΕΚΑ, με 645 κτίρια για τα οποία προκύπτει με σαφήνεια ότι εμπίπτουν στην Οδηγία, ώστε να προγραμματιστεί η αναβάθμισή τους. (ΤΕΕ 2013)

2.4 Αναδρομή προηγούμενων δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας

Στην Ελλάδα τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει διάφορες προσπάθειες από διάφορες πλευρές για τη μελέτη και εφαρμογή μέτρων ορθολογικής χρήσης και εξοικονόμησης ενέργειας στα δημόσια κτίρια. Ενδεικτικά αναφέρονται: (ΚΑΠΕ 2014)

- Η Ελληνική Πολιτεία με πρωτοβουλία του Υπουργείου Εσωτερικών Δημόσιας Διοίκησης και Αποκέντρωσης (ΥΠΕΣΔΔΑ) απέστειλε τον Ιούνιο του 1997, σχετική εγκύκλιο προς όλες τις Δημόσιες Υπηρεσίες «Α΄ πρόγραμμα ορθολογικής χρήσης και εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια των υπηρεσιών της Δημόσιας Διοίκησης: Ενεργειακή καταγραφή κτιρίων και αξιολόγηση για την συμμετοχή στο πρόγραμμα». Αυτή η εγκύκλιος αποσκοπούσε για πρώτη φορά να καταγράψει την ενεργειακή κατάσταση των δημοσίων κτιρίων, ώστε να διαφανούν οι προτεραιότητες παρεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας, με βάση σχετικό ερωτηματολόγιο. (ΤΕΕ 2010)

Στη συνέχεια ζητήθηκε από όλες τις δημόσιες υπηρεσίες να ορίσουν «ενεργειακό υπεύθυνο» για να εισαχθεί η έννοια της ενεργειακής διαχείρισης στα δημόσια κτίρια. Ορίστηκαν περίπου 700 ενεργειακοί υπεύθυνοι, συγκροτήθηκε διυπουργική επιτροπή με συντονισμό από το ΥΠΕΣΔΔΑ και πραγματοποιήθηκε μία πρώτη επιμορφωτική ημερίδα απευθυνόμενη σε 300 περίπου ενεργειακούς υπευθύνους. Προβλεπόταν ακόμη η σύσταση Γραφείου Ενεργειακής Διαχείρισης (ΓΕΔ) σε κάθε φορέα του δημοσίου τομέα, με συντονιστικό ρόλο σε επίπεδο φορέα. Στόχος του προγράμματος ήταν η δημιουργία «αποδοτικότερων ενεργειακά δημοσίων κτιρίων» τόσο υφισταμένων όσο και νέων. Βασικός επίσης

στόχος ήταν η διερεύνηση των πλέον αποδοτικών και αποτελεσματικών χρηματοδοτικών μηχανισμών, όπως η χρηματοδότηση από τρίτους (Third party financing). (TEE 2010)

- Το Ενεργειακό Κέντρο Περιφέρειας Κρήτης σε συνεργασία με το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας/Τμήμα Ανατολικής Κρήτης και το ΥΠΕΧΩΔΕ διοργάνωσαν την 17/4/1996 επιστημονική ημερίδα με τίτλο «Εξοικονόμηση Ενέργειας στα κτίρια». Ανάλογη πρωτοβουλία καταγραφής και εισαγωγής της ενεργειακής διαχείρισης στα δημόσια κτίρια πραγματοποίησε το Ενεργειακό Κέντρο Περιφέρειας Κρήτης (η οποία μάλιστα προηγείται χρονικά της ανάλογης πρωτοβουλίας του ΥΠΕΣΔΔΑ). Έτσι το 1997 εστάλησαν 360 επιστολές σε δημόσιες υπηρεσίες της Κρήτης, εκ των οποίων απαντήθηκαν οι 180 και αφορούσαν 580 δημόσια κτίρια στην Κρήτη. Έτσι διαπιστώθηκε ότι το 35% των κτιρίων είναι ενοικιαζόμενα, υπάρχει μεγάλη ενεργειακή σπατάλη στο δημόσιο τομέα με αναχρονιστικό διοικητικό και κανονιστικό πλαίσιο (π.χ. οι λογαριασμοί ηλεκτρικού των δημοσίων υπηρεσιών πληρώνονταν απευθείας από το Δημόσιο Ταμείο), δεν υπήρχε ακριβής εικόνα (στους διευθυντές, υπευθύνους κ.λπ.) για το κόστος των ενεργειακών δαπανών και τον επιμερισμό τους ώστε να διαμορφωθούν προτεραιότητες παρέμβασης, η συντριπτική πλειοψηφία των κτιρίων δεν είχε θερμομόνωση και διπλούς υαλοπίνακες, ενώ ήταν έντονη η χρήση ηλεκτρικών θερμαντικών σωμάτων, καθώς και αλόγιστη χρήση ηλεκτρισμού (φωτισμός) και θέρμανσης. Σε πολλά σχολεία και αστυνομικά τμήματα χρησιμοποιούνταν καυσόξυλα για θέρμανση, ο κλιματισμός εξασφαλιζόταν με αυτόνομες μονάδες, ενώ ο φωτισμός με λαμπτήρες πυρακτώσεως (πολύ μεγάλο ποσοστό) και φθορισμού. Δεν υφίστατο ενεργειακοί υπεύθυνοι και ως γενικό συμπέρασμα προέκυπτε ότι δεν υπάρχει «κουλτούρα» εξοικονόμησης ενέργειας και προστασίας περιβάλλοντος. (TEE 2010)
- Ανάλογη δραστηριότητα αποτελεί και το κοινοτικό έργο SAVE με τίτλο «Χρηματοδότηση από τρίτους στον τομέα της ενεργειακής αποδοτικότητας των δημοσίων κτιρίων» που υλοποιήθηκε από το Ενεργειακό Κέντρο Περιφέρειας Κρήτης, το ΤΕΙ Ηρακλείου και άλλους Ευρωπαίους εταίρους. Έγιναν ενεργειακές μελέτες και επιθεωρήσεις σε 10 δημόσια κτίρια του Νομού Ηρακλείου σύμφωνα με μία κοινή μεθοδολογία που υιοθετήθηκε από όλους τους ευρωπαίους εταίρους για να υπάρξει σύγκριση των αποτελεσμάτων. Προτάθηκαν 28 είδη παρεμβάσεων και απεδείχθη ότι υπάρχει περιθώριο εξοικονόμησης 34% στην θέρμανση και 16% στον ηλεκτρισμό, με 6,5 χρόνια μέσο χρόνο αποπληρωμής των προτεινόμενων επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας. Οι συνηθέστερες επεμβάσεις έχουν μέσο χρόνο αποπληρωμής 2,3 χρόνια, ενώ υπολογίστηκαν επίσης οι περιβαλλοντικές βελτιώσεις που προκύπτουν από την μείωση των εκπομπών του CO₂, NO_x, SO_x κ.λπ. Το έργο αυτό δημιούργησε «τοπική» εμπειρία και εξειδίκευσε τις κατευθύνσεις των παρεμβάσεων

εξοικονόμησης ενέργειας στα δημόσια κτίρια της Κρήτης σύμφωνα με τις επικρατούσες κλιματολογικές και κοινωνικές συνθήκες.

- Το έργο «Ανακαίνιση δημοσίων κτιρίων της Κεντρικής Μακεδονίας για την βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς», εξέδωσε τον «Οδηγό Εξοικονόμηση ενέργειας στα Δημόσια Κτίρια» (1996). Το έργο αυτό πραγματοποίησε ενεργειακούς ελέγχους στο 37% της επιφάνειας των δημοσίων κτιρίων στις πόλεις της Κεντρικής Μακεδονίας, παρακολούθησε την ενεργειακή συμπεριφορά 30 δημοσίων κτιρίων, ανέλυσε τις δυνατότητες βελτίωσης της ενεργειακής συμπεριφοράς και των συνθηκών άνεσης με επεμβάσεις στο κτιριακό τους κέλυφος και στις μηχανολογικές τους εγκαταστάσεις, επέλεξε τις τεχνικά εφικτές και οικονομικά σκόπιμες λύσεις και έγινε προμελέτη εφαρμογής των ενδεικνυομένων παρεμβάσεων σε 4 κτίρια. Αναλύθηκαν διεξοδικά οι τεχνικές παρεμβάσεις (στο κέλυφος και στις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις), οι διοικητικές επεμβάσεις (ενεργειακός διαχειριστής, ενημέρωση χρηστών κ.λπ.), οι θεσμικές παρεμβάσεις (νομοθετικό πλαίσιο και ειδικές διατάξεις για τα δημόσια κτίρια, ενεργειακά γραφεία και επιθεωρήσεις κ.λπ.) (ΤΕΕ 2010)
- Το έργο «Τεχνική και οικονομική μελέτη για την αποκατάσταση σχολικών κτιρίων με μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας για την βελτίωση των συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης» εξέδωσε τις «Οδηγίες για Θερμική-Οπτική Άνεση και Εξοικονόμηση Ενέργειας σε Δημόσια Σχολεία» (1996). Παρουσιάστηκαν οι κατηγορίες των σχολικών κτιρίων, εντοπίστηκαν τα σχετικά προβλήματα άνεσης και κατανάλωσης ενέργειας και προτάθηκαν επεμβάσεις για σωστή χωροθέτηση και προσανατολισμό, για βελτίωση των συνθηκών φωτισμού, για εξοικονόμηση ενέργειας στη θέρμανση, για ενσωμάτωση παθητικών ηλιακών συστημάτων για βελτίωση των συνθηκών δροσισμού κ.λπ.
- Συστηματική έρευνα και μελέτη για τον κτιριακό τομέα στην Ελλάδα γίνεται από το Κέντρο Ενεργειακής Εκπαίδευσης (ΚΕΝΕ) που λειτουργεί υπό την αιγίδα του Πανεπιστημίου Αθηνών. Το ΚΕΝΕ έχει εκδώσει σειρά βιβλίων που αναφέρονται στις σπουδαιότερες τεχνικές, τεχνολογίες κ.λπ. παρεμβάσεις ορθολογικής χρήσης και εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια. Συναφές με το θέμα αυτής της μελέτης είναι και το βιβλίο «Ανακαίνιση υφισταμένων κτιρίων γραφείων στην Ελλάδα με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας» που έγινε στα πλαίσια σχετικού προγράμματος SAVE. (ΤΕΕ 2010)

2.5 Οικονομική Αξιολόγηση Επενδύσεων

Για να είναι εφικτή η οικονομική αξιολόγηση και η οικονομική βιωσιμότητα μιας επένδυσης πρέπει να είναι γνωστές και να συνυπολογιστούν οι ακόλουθες παράμετροι: (Χάρης Ανδρεοστάτος)

- ύψος επένδυσης
- υφιστάμενο λειτουργικό κόστος
- εκτιμώμενη εξοικονόμηση ενέργειας από τις επενδύσεις
- εκτιμώμενη χρονική περίοδος ανάκτησης κεφαλαίων

Οι επενδύσεις στις δημοτικές δράσεις ενεργειακής αναβάθμισης είναι ανταποδοτικές επενδύσεις. Η εξοικονόμηση ενέργειας και κατά συνέπεια δαπανών χαρακτηρίζει την πλειοψηφία των δράσεων. Από την άλλη, η χρονική περίοδος ανάκτησης των κεφαλαίων ποικίλει ανάλογα με το είδος της επένδυσης. Σε αυτό το σημείο πρέπει να επισημανθεί η αυξημένη βαρύτητα των τεχνολογικών κινδύνων αναφορικά με τον σχεδιασμό, την υλοποίηση, αλλά και την μακροχρόνια απόδοση των εν λόγω συστημάτων / προτάσεων. Σε αυτά πρέπει να προστεθεί και η έλλειψη εμπειρίας δημοτικών υπηρεσιών στην μελέτη, δημοπράτηση και παρακολούθηση αυτής της κατηγορίας έργων. (Τζανακάκη Εύη 2011)

2.5.1 Πηγές χρηματοδότησης



Οι απαραίτητοι πόροι για την οικονομική χρηματοδότηση των επενδύσεων εξοικονόμησης ενέργειας μπορούν να προκύψουν από τις ακόλουθες χρηματοδοτικές πηγές:

- Ίδιοι πόροι
- Δανεισμός από το Δήμο (Τ.Π.Δ., JESSICA, ELENA)

- Επιχορήγηση από Εθνικούς και Ευρωπαϊκούς πόρους (ΕΣΠΑ, Πράσινο Ταμείο)
- Ιδιωτική χρηματοδότηση / χρηματοδότηση από τρίτους (Χ.Α.Τ.)

2.6 Χρηματοδοτικά σχήματα

Ο εκτιμώμενος προϋπολογισμός των επενδύσεων (περίπου 1,5 δις €) δεν είναι δυνατόν να καλυφθεί μόνο από μία πηγή χρηματοδότησης. Η επιλογή χρηματοδοτικών σχημάτων, στα οποία συμμετέχουν και συνεισφέρουν όλες οι πηγές χρηματοδότησης, είναι ικανή και αναγκαία συνθήκη για την κάλυψη του συνόλου των οικονομικών αναγκών. Η συνεισφορά της καθεμιάς πηγής χρηματοδότησης στο χρηματοδοτικό σχήμα, κρίνεται κατά περίπτωση και εξαρτάται κυρίως από την κατηγορία του έργου ενεργειακής αναβάθμισης. (ΕΣΠΑ 2014 – 2020)

Μία εκτίμηση της συνεισφοράς των διαφορετικών πηγών χρηματοδότησης στην κάλυψη του συνόλου των αναγκών είναι η ακόλουθη:

Πίνακας 2.1: Κατανομή πόρων ΕΣΠΑ 2014 – 2020 σχετικά με τον θεματικό στόχο 4 ενεργειακών έργων (ΕΣΠΑ 2014 – 2020)

ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΠΟΡΩΝ ΕΣΠΑ 2014 – 2020	
Περιφέρεια	Ύψος διατιθέμενου ποσού (€)
<i>Ανατολικής Μακεδονίας Θράκης</i>	30.979.311,00
<i>Κεντρικώς Μακεδονίας</i>	27.447.312,00
<i>Θεσσαλίας</i>	8.763.115,00
<i>Ηπείρου</i>	19.881.289,00
<i>Δυτικής Ελλάδας</i>	14.245.549,00
<i>Δυτικής Μακεδονίας</i>	22.796.748,00
<i>Στερεάς Ελλάδας</i>	7.617.234,00
<i>Πελοποννήσου</i>	6.188.578,00
<i>Ιονίων Νήσων</i>	9.547.795,00
<i>Βορείου Αιγαίου</i>	16.118.738,00

<i>Κρήτης</i>	21.388.991,00
<i>Αττικής</i>	65.617.103,00
<i>Νοτίου Αιγαίου</i>	6.153.745,00
<i>Σύνολο</i>	<i>256.745.508</i>

Προϋποθέσεις για την εξασφάλιση χρηματοδότησης

Εξασφάλιση πόρων για την κάλυψη του κόστους ωρίμανσης των έργων (μελέτες και δημοπρατήσεις)

- Εθνικοί πόροι (πχ Πράσινο Ταμείο)
- Κοινοτικοί πόροι (Τεχνική βοήθεια, ΕΣΠΑ, ELENA)
- Κρίσιμος ο ρόλος των Περιφερειών που διαχειρίζονται τους πόρους της Τεχνικής Βοήθειας μέσω των ΠΕΠ και που ενδείκνυται να διεκδικήσουν πόρους του ELENA για τους Δήμους της περιοχής τους. (Χάρης Ανδρεοστάτος)

Αξιοποίηση χρηματοδοτικών εργαλείων

Πρόσφατα ανακοινώθηκε το κοινό πρόγραμμα συνεργασίας του Ταμείου Παρακαταθηκών & Δανείων με την Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων για χρηματοδότηση δημοτικών έργων με ανταποδοτικό και αναπτυξιακό πρόσημο. Επιλέξιμα προς δανειοδότηση θεωρούνται και τα έργα εξοικονόμησης ενέργειας και οδοφωτισμού. Οι προκηρύξεις των δημοσίων φορέων στο πλαίσιο του προγράμματος αυτού, μπορούν να δώσουν τη δυνατότητα στους προσφέροντες να παρουσιάσουν ενεργειακά αποδοτικότερες λύσεις. Οι επαγγελματικοί φορείς μπορούν να ενημερώσουν τα μέλη τους ώστε να αξιοποιήσουν αυτές τις δυνατότητες και να συμμετέχουν σε τοπικές δράσεις/έργα/υπηρεσίες στο πλαίσιο αυτού του προγράμματος.

Σημαντικά κίνητρα και ευκαιρίες συγχρηματοδότησης αναμένεται να δημιουργηθούν μέσω του Συμφώνου Εταιρικής Σχέσης-ΣΕΣ 2014-2020 το οποίο βασίζεται στη Στρατηγική «Ευρώπη 2020» και περιλαμβάνει τις εξής κατευθύνσεις: (Τζανακάκη Εύη)

- Έξυπνη ανάπτυξη
- Βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη και
- Ανάπτυξη χωρίς αποκλεισμούς.

Στο πλαίσιο του νέου ευρωπαϊκού προγράμματος Ορίζοντας 2020, υπάρχει ανοικτή πρόσκληση για την υποβολή προτάσεων υπό τον άξονα «Εξυπνες πόλεις & κοινότητες» με αντικείμενο τις κοινές προμήθειες από δημόσιους φορείς. Πιο συγκεκριμένα προωθείται η ανάπτυξη δικτύου των δημόσιων αναθετουσών αρχών προκειμένου να ομαδοποιήσουν τις προμήθειές τους για καινοτόμα προϊόντα/εργασίες/υπηρεσίες και να βελτιώσουν τις συνθήκες για την υποδοχή καινοτόμων λύσεων. (Τζανακάκη Εύη, ΚΑΠΕ 2014)

Ανάπτυξη στρατηγικών συνεργασιών

Μελέτες σε ευρωπαϊκό επίπεδο συνιστούν την ανάπτυξη συνεργασιών τόσο στον ιδιωτικό τομέα (συνεργασία μεταξύ επιχειρήσεων), καθώς και μεταξύ του ιδιωτικού και του δημόσιου τομέα. Τέτοιες δράσεις μπορούν να συμβάλλουν σημαντικά στην ανάπτυξη παγκόσμιων προτύπων και κανονισμών αλλά και στην αναζήτηση λύσεων, προκειμένου να αντιμετωπιστούν θέματα που σχετίζονται με την αποδοχή και εφαρμογή των νέων ενεργειακά αποδοτικών λύσεων από το δημόσιο τομέα.

Επιπρόσθετα, η συνεργασία με πανεπιστήμια-ερευνητικούς φορείς σε τοπικό επίπεδο μπορεί να οδηγήσει σε ανάπτυξη καινοτόμων προϊόντων/λύσεων με άμεση εφαρμογή καθώς και την αντιμετώπιση τοπικών ιδιαιτεροτήτων. Οι συνεργασίες αυτές έχουν μεγάλη σημασία για τις ΜΜΕ οι οποίες δραστηριοποιούνται σε απομακρυσμένες ή νησιωτικές περιοχές και διευκολύνουν την συμμετοχή σε δημόσιους διαγωνισμούς σε περιπτώσεις που η επιχείρηση (εξαιτίας μεγέθους ή της φύσης της) δε δύναται να συμμετέχει σε διαγωνισμούς λόγω κόστους, χρόνου ή και έλλειψης τεχνογνωσίας. (ΚΑΠΕ 2014)

2.7 Χρηματοδότηση έργων πιλοτικών δημοσίων κτιρίων και με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας

2.7.1 Πρόγραμμα Εξοικονομώ

Αντικείμενο του προγράμματος είναι η εφαρμογή Δράσεων και αποδεδειγμένων καλών πρακτικών για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης στο αστικό περιβάλλον με έμφαση στον κτιριακό τομέα (δημοτικά κτίρια των ΟΤΑ 1ου βαθμού) και την αναβάθμιση των κοινόχρηστων χώρων και δευτερευόντως στον τομέα των δημοτικών και ιδιωτικών μεταφορών και στις ενεργοβόρες δημοτικές εγκαταστάσεις, μέσω της υλοποίησης τεχνικών παρεμβάσεων και δράσεων ευαισθητοποίησης και κινητοποίησης πολιτών, τοπικής αυτοδιοίκησης, εταιρειών και φορέων. Στο συγκεκριμένο πρόγραμμα έχουν ενταχθεί 104 Δήμοι με σκοπό την εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας 5,96 ktoe, η οποία θα προέλθει από επεμβάσεις στο δημοτικό φωτισμό και από δράσεις στις λοιπές τεχνικές δημοτικές υποδομές. (ΥΠΕΚΑ)

<i>Προϋπολογισμός Έργου</i>	100.000.000€
<i>Πηγή χρηματοδότησης</i>	<ul style="list-style-type: none"> • 70% μέσω ΕΣΠΑ 2007-2013 και μέσω του επιχειρησιακού προγράμματος «Ανταγωνιστικότητα και Επιχειρηματικότητα» • 30% από ίδια κεφάλαια ΚΑΠΕ
<i>Φορέας υλοποίησης</i>	ΥΠΕΚΑ
<i>Επιβλέπουσα Αρχή</i>	2011-2015
<i>Διάρκεια Υλοποίησης</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Δήμοι με πληθυσμό πάνω από 10.000 κατοίκους • Πρωτεύουσες νομών ανεξαρτήτως πληθυσμιακού κριτηρίου
<i>Ομάδα στόχευσης</i>	

Οι παρεμβάσεις που επιδοτούνται μέσω του προγράμματος χωρίζονται σε βασικές κατηγορίες αξόνων. Οι παρεμβάσεις που μας ενδιαφέρουν στην παρούσα διπλωματική εργασία είναι όσες αφορούν σε δημόσια κτίρια, οι οποίες είναι:

- Ενεργειακή αναβάθμιση του κτιριακού κελύφους (εξωτερική θερμομόνωση, αντικατάσταση υαλοπινάκων και κουφωμάτων, φύτευση οροφών, σκιάστρα και ειδικά επιχρίσματα για ηλιοπροστασία)
- Ενεργειακή αναβάθμιση των Η/Μ εγκαταστάσεων θέρμανσης/ψύξης
- Αναβάθμιση του συστήματος φυσικού/τεχνητού φωτισμού
- Εγκατάσταση συστήματος ενεργειακής διαχείρισης

Παράλληλα, υποστηρίζεται και προωθείται τόσο σε κεντρικό όσο και σε περιφερειακό επίπεδο η συμμετοχή ελληνικών δήμων στην ευρωπαϊκή πρωτοβουλία «Σύμφωνο των Δημάρχων» που έχει ως στόχο τον ολοκληρωμένο ενεργειακό σχεδιασμό σε τοπικό επίπεδο και την επίτευξη συγκεκριμένων περιβαλλοντικών στόχων. (ΥΠΕΚΑ)

2.7.2 Πρόγραμμα Εξοικονομώ II

Αντικείμενο του Προγράμματος είναι η χρηματοδότηση για την υλοποίηση παρεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας σε υφιστάμενα δημοτικά κτίρια και υποδομές των ΟΤΑ Α' βαθμού, συμπεριλαμβανομένων των ανοικτών κτιριακών υποδομών (κολυμβητικών δεξαμενών, αθλητικών εγκαταστάσεων κ.τ.λ.). Δεν δύνανται να

χρηματοδοτηθούν έργα Δήμων ή Δημοτικών Ενοτήτων (πρώην Καποδιστριακοί Δήμοι) που επιχορηγούνται από το Πρόγραμμα «ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΩ». Στο Πρόγραμμα έχουν ήδη ενταχθεί 15 Δήμοι, οι οποίοι αναμένεται να οδηγήσουν σε εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας της τάξεως των 0,76 ktoe λόγω των παρεμβάσεων που θα υλοποιηθούν σε υφιστάμενα δημοτικά κτίρια. (www.ypeka.gr)

<i>Προϋπολογισμός Έργου</i>	75.000.000€
<i>Πηγή χρηματοδότησης</i>	<ul style="list-style-type: none">• 70% μέσω ΕΣΠΑ 2007-2013 και μέσω του επιχειρησιακού προγράμματος «Ανταγωνιστικότητα και Επιχειρηματικότητα»• 30% από ίδια κεφάλαια
<i>Επιβλέπουσα Αρχή</i>	ΥΠΕΚΑ
<i>Διάρκεια Υλοποίησης</i>	2011-2015

Οι παρεμβάσεις που επιδοτούνται μέσω του προγράμματος είναι:

- Ενεργειακή αναβάθμιση του *κτιριακού κελύφους*, με προβλεπόμενες ενέργειες:
 - Προσθήκη θερμομόνωσης (κελύφους, φέροντος οργανισμού, δώματος, στέγης, δαπέδου, τοιχοποιίας)
 - Αντικατάσταση παλαιών παραθύρων, θυρών, κουφωμάτων και υαλοπινάκων
 - Χρήση ειδικών επιχρισμάτων («ψυχρών» υλικών) σε οροφές και όψεις
 - Εγκατάσταση εξωτερικών σκιάστρων
 - Φυσικός/Νυχτερινός αερισμός
 - Εγκατάσταση/ενσωμάτωση παθητικών ηλιακών συστημάτων
- Ενεργειακή αναβάθμιση Η/Μ εγκαταστάσεων, με προβλεπόμενες ενέργειες:
 - Αναβάθμιση συστήματος κεντρικής θέρμανσης σε συνδυασμό με μόνωση σωληνώσεων
 - Αναβάθμιση συστήματος κλιματισμού
 - Αναβάθμιση στους κυκλοφορητές - κινητήρες
 - Μηχανικός αερισμός
 - Υβριδικός αερισμός με ανεμιστήρες οροφής
 - Εγκατάσταση συστημάτων ΑΠΕ για κάλυψη θερμικών φορτίων (θερμικά ηλιακά συστήματα, αβαθής γεωθερμία, κ.λπ.)
- Αναβάθμιση συστήματος φυσικού/ τεχνητού φωτισμού
- Εγκατάσταση συστήματος ενεργειακής διαχείρισης
- Παρεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης τεχνικών υποδομών/ λοιπών εγκαταστάσεων των ΟΤΑ (www.ypeka.gr)

Επίσης δίνεται η δυνατότητα χρηματοδότησης εκπόνησης Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης, η διεξαγωγή ενεργειακής επιθεώρησης και η υλοποίηση δράσεων δημοσιότητας.

2.7.3 Βελτίωση Ενεργειακής Απόδοσης σε σχολικά κτίρια

Το Πρόγραμμα «Επιδεικτικά Βιοκλιματικά Σχολεία» αφορά συγκεκριμένες επεμβάσεις σε υφιστάμενα και νέα ή υπό ανέγερση σχολικά κτίρια (σε εθνικό επίπεδο) με σκοπό τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας. Έχουν ενταχθεί μέχρι τώρα 5 σχολεία με επιλέξιμο συνολικό Π/Υ 17 εκ.€. Παράλληλα υλοποιείται το πρόγραμμα αξιοποίησης ΑΠΕ σε δημόσια κτίρια στο οποίο έχουν ενταχθεί 73 σχολεία. (Χάρης Ανδρεοστάτος ΚΑΠΕ)

<i>Προϋπολογισμός Έργου</i>	40.000.000€
<i>Πηγή χρηματοδότησης</i>	<ul style="list-style-type: none">• ΕΣΠΑ• ΕΠΠΕΡΑΑ• Ο.Τ.Α.
<i>Φορέας υλοποίησης</i>	<ul style="list-style-type: none">• Υπουργείο Δια Βίου Μάθησης και Θρησκευμάτων• Οργανισμός Σχολικών Κτιρίων
<i>Επιβλέπουσα Αρχή</i>	ΥΠΕΚΑ
<i>Διάρκεια Υλοποίησης</i>	2011-2015

Μέσω του Προγράμματος προωθούνται επεμβάσεις βιοκλιματικού σχεδιασμού σε σχολεία πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας. Οι δράσεις που χρηματοδοτούνται περιλαμβάνουν:

- Κατασκευή σχολικών κτιρίων με ενσωματωμένες αρχές βιοκλιματικού σχεδιασμού
- Προμήθεια και εγκατάσταση παθητικών/ενεργειακών ηλιακών συστημάτων και συστημάτων ΑΠΕ
- Υποστηρικτικά συστήματα και συνδέσεις δικτύου συμπεριλαμβανομένων συστημάτων μέτρησης, καταγραφής και παρακολούθησης δεδομένων των ενεργειακών συστημάτων και κτιρίων και συστημάτων Η/Μ εγκαταστάσεων.

Σε υφιστάμενα δημόσια σχολικά κτίρια πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης δρομολογούνται έργα με στόχο την αύξηση της θερμικής ή/και ψυκτικής ενέργειας από ΑΠΕ και την εξοικονόμηση ενέργειας μέσω του περιορισμού των ενεργειακών απαιτήσεων για θέρμανση, ψύξη, φωτισμό και ζεστό νερό χρήσης. Οι δράσεις που χρηματοδοτούνται περιλαμβάνουν: (Χάρης Ανδρεοστάτος ΚΑΠΕ)

- Προσθήκη θερμομόνωσης κελύφους, σκιάστρων, και συστημάτων ηλιοπροστασίας
- Χρήση ειδικών επιχρισμάτων-ψυχρών υλικών- σε δώματα
- Αντικατάσταση κουφωμάτων και υαλοπινάκων με νέα πιστοποιημένα, υψηλής ενεργειακής απόδοσης
- Παθητικά συστήματα θέρμανσης
- Συστήματα φυσικού και τεχνητού φωτισμού
- Φύτευσης δωματίων
- Βιοκλιματικές παρεμβάσεις στον περιβάλλοντα χώρο
- Αναβάθμιση και τροποποίηση υφιστάμενων εγκαταστάσεων κεντρικής θέρμανσης ή/και κλιματισμού, χώρων και εγκαταστάσεων και ζεστό νερό χρήσης (ZNX)
- Συνδέσεις με δημόσιο δίκτυο διανομής φυσικού αερίου

2.7.4 Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε Δημόσια Κτίρια

Μέσω του Προγράμματος θα χρηματοδοτηθούν (μέσω επιδότησης) έργα παραγωγής θερμικής ή/και ψυκτικής ενέργειας από ΑΠΕ και έργα εξοικονόμησης ενέργειας προκειμένου να περιοριστούν οι ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση, Ψύξη, φωτισμό και ζεστό νερό χρήσης (ZNX). Στόχος είναι η επίτευξη εξοικονόμησης ενέργειας στο δημόσιο τομέα, η ενθάρρυνση και διάδοση της χρήσης ΑΠΕ μέσα από πρότυπα επιδεικτικά έργα και η μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Στο πρόγραμμα έχουν ενταχθεί 13 κτίρια με συνολικό προϋπολογισμός 30.500.00 €. Αναμένεται μέση εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 37%. (Χάρης Ανδρεοστάτος ΚΑΠΕ)

Περιγραφή μέτρων:

- Προσθήκη θερμομόνωσης
- Αντικατάσταση κουφωμάτων και υαλοπινάκων
- Παθητικά συστήματα θέρμανσης
- Συστήματα φυσικού και τεχνητού φωτισμού
- Συστήματα μηχανικού δροσισμού – αερισμού
- Φύτευση δώματος
- Αντικατάσταση συστήματος καυστήρα/λέβητα με σύστημα φυσικού αερίου ή υγραερίου
- Αντικατάσταση παλαιού τύπου συστήματος κλιματισμού με νέο κεντρικό σύστημα υψηλής απόδοσης
- Εγκατάσταση συστημάτων μέτρησης, καταγραφής και παρακολούθησης δεδομένων

Για τα υφιστάμενα κτήρια, ο Ν.3855/2010 «Μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική χρήση, ενεργειακές υπηρεσίες και άλλες διατάξεις», Άρθρο 8, παρ.2 καθίσταται υποχρεωτική η σταδιακή εγκατάσταση κεντρικών θερμικών ηλιακών συστημάτων ή άλλων τεχνολογιών ΑΠΕ για την κάλυψη του ΖΝΧ. Η διάταξη αυτή αφορά σε νέα και υφιστάμενα κτήρια δημοσίου τομέα σε εθνικό επίπεδο. Επιβλέπουσα αρχή για την εφαρμογή της διάταξης είναι το Υπουργείο Ανάπτυξης, ανταγωνιστικότητας & Ναυτιλίας και το ΥΠΕΚΑ.

Μέσω της Υ.Α.Δ5-ΗΛ/Β/ΟΙΚ.20168/2006 – ΦΕΚ 1554/Β'/24.10.2006 προβλέπεται η αντικατάσταση λαμπτήρων φωτισμού στα κτήρια του Δημόσιου τομέα, τοπικής αυτοδιοίκησης και εποπτευόμενων φορέων (ιδιόκτητα ή μισθωμένα). Ορίζεται η υποχρεωτική αντικατάσταση όλων των φωτιστικών σωμάτων με λαμπτήρες φθορισμού κλάσης ενεργειακής απόδοσης Α ή Β, εφοδιασμένους με ενσωματωμένο ή εξωτερικό στραγγαλιστικό, ηλεκτρικού τύπου.

Επιπρόσθετα, με την Υ.Α. Δ6/Β/14826/17.6.2008 «Μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και την εξοικονόμηση ενέργειας στο δημόσιο και ευρύτερο δημόσιο τομέα», Άρθρο 5, καθίσταται υποχρεωτική η σταδιακή αντικατάσταση όλων των φωτιστικών σωμάτων που αποτελούνται από λαμπτήρες πυρακτώσεως, μετά την εξάντληση των αποθεμάτων. Ορίζονται επίπεδα φωτεινότητας σύμφωνα με EN 12464-1. με άμεση εφαρμογή σε όλη την περίοδο 2008-2016 (μέγιστη ενεργειακή κλάση Α, Α+, Α++). (Χάρης Ανδρεοστάτος ΚΑΠΕ)

2.7.5 Πράσινα Δώματα σε Δημόσια Κτήρια

Το πρόγραμμα στοχεύει στη βελτίωση των θερμικών, οπτικών και περιβαλλοντικών συνθηκών των χρηστών των δημόσιων κτηρίων, τη γνωριμία των πολιτών με τις τεχνικές, τα προτερήματα και τα χαρακτηριστικά των πράσινων δωματίων, τον περιορισμό της κατανάλωσης ενέργειας και της έκλυσης των αερίων του θερμοκηπίου.

Μέσω του Προγράμματος καθορίζονται: (Χάρης Ανδρεοστάτος ΚΑΠΕ)

- οι προδιαγραφές του φυτεμένου δώματος για τις πιλοτικές εφαρμογές
- η μεθοδολογία εφαρμογής των κτιρίων του δημόσιου τομέα στα οποία θα υλοποιηθούν τα πιλοτικά έργα.

Προϋπολογισμός Έργου

20.000.000€

Πηγή χρηματοδότησης

- 85% μέσω Ταμείου Συνοχής
- 15% από Εθνικούς Πόρους

Φορέας υλοποίησης

ΚΑΠΕ

Επιβλέπουσα Αρχή

ΥΠΕΚΑ

Διάρκεια Υλοποίησης

Ιανουάριος 2012-Σεπτέμβριος 2015 (36

Ομάδα στόχευσης

μήνες από την πράξη ένταξης)
Δημόσια Κτίρια (ΝΠΔΔ, Υπουργεία,
Ο.Τ.Α., ΝΠΔ μη κερδοσκοπικού
χαρακτήρα)

2.7.6 Εφαρμογή συστήματος διαχείρισης σε δημόσια κτίρια

Το μέτρο αυτό αφορά στην εφαρμογή συστήματος διαχείρισης με βάση το πρότυπο ISO 50001 σε φορείς του Δημόσιου και του ευρύτερου δημόσιου τομέα (3.600 κτίρια). Στόχος του έργου είναι η διαχείριση, η μέτρηση και η συνεχής βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στα κτίρια. Η διάρκεια υλοποίησης του μέτρου είναι μεταξύ 2014-2020 και η υπολογιζόμενη εξοικονόμηση τελικής ενέργειας 25,2 ktoe.

2.8 Χρηματοδοτικά εργαλεία

Έχουν δημιουργηθεί συγκεκριμένα χρηματοδοτικά προϊόντα για τους ΟΤΑ στην Ελλάδα, από την Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων, που στοχεύουν στις ανάγκες των νέων δημοτικών και περιφερειακών αρχών. Όσον αφορά μεγάλους δήμους (όπως η Αθήνα, η Θεσσαλονίκη, το Ηράκλειο) η Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων μπορεί να προχωρήσει σε απευθείας χρηματοδότηση. Ήδη έχει ξεκινήσει συνεργασία με τους δήμους Αθηναίων και Ηρακλείου, ενώ εξετάζει πιθανή συνεργασία με το δήμο Θεσσαλονίκης.

Προκειμένου να ανταποκριθεί στις ανάγκες μικρότερων δήμων, η Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων (Ε.Τ.Επ.) έχει οργανώσει δυο πιστωτικές γραμμές με το Ταμείο Παρακαταθηκών & Δανείων (Τ.Π.Δ.) που ανέρχονται στα 100 εκατ. € συνολικά. Το Τ.Π.Δ. θα πρέπει να μεταφέρει τα χρήματα αυτά στους μικρότερους δήμους, προκειμένου να εκπληρώσουν έργα στους τομείς των μεταφορών, της αποκατάστασης δρόμων, βελτίωσης οδικής ασφάλειας, εκπαιδευτικές υποδομές, έργων που σχετίζονται με την πολιτιστική κληρονομιά, αποκατάστασης δημοσίων κτιρίων, περιβαλλοντικής αναβάθμισης, ενεργειακής αποδοτικότητας, ανάπτυξης τουριστικών υποδομών. (Τζανακάκη Εύη 2011)

Τα έργα που αφορούν δημοτικές αρχές μπορούν να χρηματοδοτηθούν έως 50% από την Ε.Τ.Επ. και το υπόλοιπο 50% από το Τ.Π.Δ. ή άλλους πιστωτικούς οργανισμούς ή από τους πόρους της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Η πιστωτική γραμμή του Τ.Π.Δ. είναι ένα καινοτόμο πρόγραμμα που φθάνει τα 50 εκατ. € για μικρότερους δήμους.

Ακολουθώς παρουσιάζονται και περιγράφονται τα χρηματοδοτικά προϊόντα για τους οργανισμούς τοπικής αυτοδιοίκησης, τα χαρακτηριστικά τους, το ύψους των διαθέσιμων κεφαλαίων και οι προϋποθέσεις παραγωγής σε χρηματοδότηση.

2.8.1 JESSICA

Τα αρχικά του σημαίνουν “*Joint European Support for Sustainable Investment in City Areas*”, δηλαδή «κοινή Ευρωπαϊκή υποστήριξη για βιώσιμες επενδύσεις σε αστικές περιοχές».

Το πρόγραμμα «JESSICA», είναι μια πρωτοβουλία που αναδείχθηκε από την Κομισιόν και την Ε.Τ.Επ., με στόχο να χρησιμοποιηθεί ένα μέρος των διαρθρωτικών πόρων προκειμένου να γίνουν αποδοτικές επενδύσεις σε σχέδια αειφόρου, αστικής ανάπτυξης. Αυτές οι επενδύσεις μπορούν να πάρουν τη μορφή είτε ιδίων κεφαλαίων, είτε δανείων, είτε εγγυήσεων. Τον Ιούλιο 2010 η Ελλάδα και η ΕΤΕπ σύναψαν χρηματοδοτική συμφωνία και δημιούργησαν την εταιρεία επενδύσεων «Τζέσικα Ελλάς» (με κεφάλαιο 258 εκατ. €) που υλοποιείται από πέντε αστικά ταμεία, που έχουν δημιουργηθεί σε πέντε ελληνικές τράπεζες. (<http://www.jessicafund.gr/index.php/jessica-in-greece/action-plan/background/>)

Το JESSICA προσφέρει τη δυνατότητα στις Διαχειριστικές Αρχές των Επιχειρησιακών Προγραμμάτων του ΕΣΠΑ να αξιοποιήσουν την εμπειρία και την τεχνογνωσία εξωτερικών φορέων, καθώς επίσης προσφέρει τη δυνατότητα άντλησης πρόσθετης ιδιωτικής χρηματοδότησης με στόχο την προαγωγή της αειφόρου αστικής ανάπτυξης. Στην περίπτωση που κάποια Διαχειριστική Αρχή επιθυμεί να αξιοποιήσει το χρηματοδοτικό μέσο JESSICA μπορεί να συνεισφέρει πόρους από το Επιχειρησιακό της Πρόγραμμα ενώ οι χρηματοπιστωτικοί οργανισμοί, τα τραπεζικά ιδρύματα και άλλοι επενδυτές μπορούν να συνεισφέρουν πρόσθετους πόρους.

Δεδομένου ότι τα έργα δεν θα χρηματοδοτηθούν με επιχορηγήσεις, η συνεισφορά του Επιχειρησιακού Προγράμματος στα Ταμεία Αστικής Ανάπτυξης θα είναι ανακυκλώσιμη (η χρηματοδότηση των έργων γίνεται είτε μέσω δανείων, παροχής εγγυήσεων ή ιδίων κεφαλαίων) ενισχύοντας με αυτό τον τρόπο την αειφορία της επενδυτικής δραστηριότητας. Οι συνεισφορές των Επιχειρησιακών Προγραμμάτων χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη χρηματοδοτικών προϊόντων (είτε με τη μορφή δανείων ή εγγυήσεων ή ιδίων κεφαλαίων) τα οποία θα παρέχονται από τα Ταμεία Αστικής Ανάπτυξης στους τελικούς δικαιούχους. Δεν δίνονται Κρατικές εγγυήσεις για την παροχή δανείων δεν θα δίνονται και κατά συνέπεια δεν υπάρχει καμία επίπτωση στη δημοσιονομική θέση και στο δημόσιο χρέος των κρατών μελών.

Πρακτικά παραδείγματα της εφαρμογής του προγράμματος είναι η αποκατάσταση παλιάς αποθήκης που μετατράπηκε σε ξενοδοχείο στη Δράμα, η σύσταση Συμπράξεων Δημοσίου και Ιδιωτικού Τομέα (Σ.Δ.Ι.Τ.) για ολοκληρωμένο σύστημα τηλεματικής στον ΟΑΣΑ για την διαχείριση του στόλου των λεωφορείων και των έξυπνων στάσεων και η δημιουργία Σ.Δ.Ι.Τ. για κατασκευή σχολικών συγκροτημάτων στην Αττικής. (<http://www.jessicafund.gr/index.php/jessica-in-greece/action-plan/background/>)



Εικόνα 2.2: Σχηματική απεικόνιση των μερών που απαρτίζουν το χρηματοδοτικό πρόγραμμα JESSICA (<http://www.jessicafund.gr/index.php/jessica-in-greece/action-plan/background/>)

Οι Διαχειριστικές Αρχές που θα αποφασίσουν να αξιοποιήσουν το JESSICA θα πρέπει προκηρύξουν μία ή περισσότερες προσκλήσεις εκδήλωσης ενδιαφέροντος για την επιλογή ταμείων αστικής ανάπτυξης. Τα κριτήρια αξιολόγησης θα πρέπει να περιλαμβάνουν την επενδυτική πολιτική και τα έργα που θα στοχεύουν, τους όρους και τις προϋποθέσεις με τις οποίες θα τα χρηματοδοτήσουν, τον τρόπο και το ποσοστό μόχλευσης από ιδιώτες επενδυτές, τεκμηρίωση της σκοπιμότητας αξιοποίησης των πόρων του ΕΤΠΑ, τους όρους εκκαθάρισης του Ταμείου κ.λπ. Ως αποτέλεσμα της αξιολόγησης μια επενδυτική συμφωνία θα υπογραφεί ανάμεσα στη Διαχειριστική, ή άλλη Αρχή (π.χ. το Ταμείο Χαρτοφυλακίου) και τα επιλεγμένα Ταμεία Αστικής Ανάπτυξης, η οποία θα εξειδικεύει τους όρους και τις προϋποθέσεις λειτουργίας του Ταμείου, τις στοχευόμενες επενδύσεις κ.λπ. (<http://www.jessicafund.gr/index.php/jessica-in-greece/action-plan/background/>)

Επίσης ιδρύθηκε το Ταμείο Χαρτοφυλακίου που είναι ένα ταμείο που δημιουργείται με σκοπό να επενδύει σε περισσότερα του ενός Ταμεία Αστικής Ανάπτυξης (ΤΑΑ). Αν και το Ταμείο Χαρτοφυλακίου δεν αποτελεί προϋπόθεση για την εφαρμογή του JESSICA, τα κράτη μέλη μπορούν να αποκομίσουν πολυάριθμα οφέλη από την ύπαρξη ενός τέτοιου ταμείου:

- Επιτρέπει στις Διαχειριστικές Αρχές να μεταβιβάσουν σε κατάλληλους επαγγελματίες ορισμένα από τα καθήκοντα που επιβάλλει η εφαρμογή του JESSICA. Στα καθήκοντα αυτά περιλαμβάνεται ο καθορισμός συγκεκριμένων

κριτηρίων για την πραγματοποίηση επενδύσεων σε ΤΑΑ, η αξιολόγηση των ΤΑΑ και η υπόδειξη αυτών που είναι κατάλληλα για επένδυση, η διαπραγμάτευση των συμβατικών ρυθμίσεων με τα ΤΑΑ και η παρακολούθηση και αναφορά των επιδόσεων των ΤΑΑ.

- Τα κράτη μέλη στα οποία ο τομέας των αστικών επενδύσεων είναι λιγότερο ανεπτυγμένος, αποκτούν και αυτά τη δυνατότητα να αξιοποιήσουν αμέσως τις χρηματοδοτήσεις του JESSICA, εν αναμονή της συγκρότησης ΤΑΑ και της κατάρτισης επιλέξιμων σχεδίων αστικών επενδύσεων.
- Τα Ταμεία Χαρτοφυλακίου επιτρέπουν να συνδυαστούν οι πόροι του JESSICA με άλλους δημόσιους και/ή ιδιωτικούς πόρους, για να επενδυθούν σε ΤΑΑ.

Στην περίπτωση αξιοποίησης της επιλογής του Ταμείου Χαρτοφυλακίου, θα πρέπει να υπογραφεί μία συμφωνία χρηματοδότησης ανάμεσα στο κράτος μέλος ή τη Διαχειριστική Αρχή και το Ταμείο Χαρτοφυλακίου, η οποία θα εξειδικεύει τους όρους και τις προϋποθέσεις λειτουργίας του Ταμείου, την επενδυτική στρατηγική κ.λπ. (<http://www.jessicafund.gr/index.php/jessica-in-greece/action-plan/background/>)

2.8.2 «ELENA» (European Local ENergy Assistance)

Το πρόγραμμα «ELENA» είναι ένα χρηματοδοτικό εργαλείο που στοχεύει στον ενεργειακό τομέα, το οποίο συμπληρώνει την Ε.Τ.Επ. και το Τ.Π.Δ. και προσπαθεί μέσα από τεχνική βοήθεια να βοηθήσει τους δήμους να υλοποιήσουν τα επενδυτικά τους προγράμματα, όπως: (ΚΑΠΕ 2014)

- ❖ Επενδύσεις στην αύξηση της ενεργειακής απόδοσης σε δημόσια και ιδιωτικά κτίρια, συμπεριλαμβανομένων των κατοικιών κοινωνικής στέγασης και του φωτισμού οδών και πλατειών.
- ❖ Ενσωμάτωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) στο δομημένο περιβάλλον.
- ❖ Επενδύσεις σε αναβάθμιση, επέκταση ή την κατασκευή νέων δικτύων τηλεθέρμανσης / τηλεψύξης.
- ❖ Αστικές μεταφορές προκειμένου να υποστηριχθεί η αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητας και της ενσωμάτωσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Όροι και Κριτήρια Χρηματοδότησης

Το ELENA χρηματοδοτεί μέχρι και το 90% των δράσεων που απαιτούνται για την ωρίμανση του έργου. **Επιλέξιμες Δαπάνες** για το ELENA είναι αυτές που είναι

αναγκαίες για την προετοιμασία, την εφαρμογή και τη χρηματοδότηση ενός επενδυτικού προγράμματος. Ενδεικτικά αναφέρονται:

- Κόστος επιπλέον προσωπικού αν απαιτείται για τις ανάγκες του έργου
- Έρευνες Αγοράς
- Τεχνοοικονομικές Μελέτες και Μελέτες Σκοπιμότητας
- Ενεργειακοί Έλεγχοι
- Τεύχη Δημοπράτησης
- Διαγωνιστική διαδικασία κ.ά.

Πρέπει να τονιστεί ότι το πρόγραμμα ELENA χρηματοδοτεί μόνο την τεχνική υποστήριξη. Τα επενδυτικά προγράμματα θα πρέπει να υλοποιηθούν μέσω άλλων μέσων (π.χ. Δάνεια, ίδιοι πόροι, διαρθρωτικά ταμεία κ.λπ.) Οι δικαιούχοι είναι οι τοπικές και περιφερειακές αρχές. Η μέγιστη διάρκεια ενός έργου που θα χρηματοδοτηθεί από το ELENA είναι 3 χρόνια. Το ύψος της επένδυσης θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 25 φορές του ύψους της αιτούμενης Τεχνικής Βοήθειας από το ELENA. Τα επενδυτικά σχέδια θα πρέπει να είναι άνω των 30 εκ €. (ΚΑΠΕ 2014)

Διαδικασία υποβολής αίτησης χρηματοδότησης

Στάδιο 1^ο Προκαταρκτική αίτηση (Pre-application) που περιλαμβάνει:

- Συνοπτική περιγραφή του προτεινόμενου επενδυτικού σχεδίου και της μεθόδου υλοποίησης
- Προβλεπόμενο κόστος επένδυσης και χρονοδιάγραμμα υλοποίησης
- Κόστος, πεδίο εφαρμογής και βασικές απαιτήσεις Τεχνικής Υποστήριξης

Εάν υπάρχει θετική έκβαση ο ενδιαφερόμενος υποβάλλει την πλήρη αίτηση (Στάδιο 2^ο) για έγκριση από την Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων και την Ευρωπαϊκή Επιτροπή.

Στάδιο 2^ο Πλήρης αίτηση (Application Form) που περιλαμβάνει:

Στοιχεία αιτούντα, Υφιστάμενη κατάσταση αιτούντα. Παρουσίαση του επενδυτικού σχεδίου, Κατανομή εργασιών έργου, Υπηρεσία Υλοποίησης / Τεχνική Υποστήριξη, Πίνακας επισκόπησης: Ορόσημα για την μέτρηση του Συντελεστή Μόχλευσης, Εκτιμώμενος Π/Υ και Χρηματοδότηση, Υπεύθυνη δήλωση του αιτούντα.

Προϋποθέσεις για την εξασφάλιση χρηματοδότησης

Οι δημοτικές ενεργειακές επενδύσεις είναι στην πλειοψηφία τους κοινές για όλους τους ΟΤΑ και κατά συνέπεια είναι σκόπιμο να επιδιωχθεί η **τυποποίησή** τους σε όλα τα στάδια της υλοποίησής τους:

- Αναγκαία η ανάληψη πρωτοβουλίας από ΥΠΕΚΑ για το συντονισμό της δράσης και την θεσμική επίλυση προβλημάτων που ανακύπτουν (τεχνικές προδιαγραφές, ΔΕΔΔΗΕ κλπ)
- Οι ενεργειακές επενδύσεις είναι ανταποδοτικές επενδύσεις και κατά συνέπεια είναι απαραίτητο να δοθεί η δυνατότητα σε όλους τους ΟΤΑ να μπορούν να προσφύγουν και σε δανεισμό για την χρηματοδότησή τους

Πρακτικά παραδείγματα εφαρμογής του «ELENA» είναι η χρηματοδότηση μελετών και επενδυτικών προγραμμάτων που προτείνονται από τη ΔΕΗ σε συνεργασία με την Εταιρεία Ενεργειακών Υπηρεσιών, για έξυπνα δίκτυα σε σταθμούς φόρτωσης ηλεκτρικών οχημάτων σε 5 νησιά – Λέσβος, Κύθνος, Λήμνος, Μήλος, Σαντορίνη.

(Αθηναϊκό Πρακτορείο Ειδήσεων, <http://www.amna.gr/>)

Σε ό,τι αφορά τη χρηματοδοτική περίοδο 2014- 2020, υπάρχει ένα πολύ ευρύτερο φάσμα χρηματοδοτικών ευκαιριών για να βοηθηθούν αστικά και μη αστικά προγραμματικά σχέδια. Υπάρχει πολύ σημαντική ζήτηση για έργα φωτισμού των δρόμων, διαχείριση απορριμμάτων, διαχείριση αποβλήτων με στόχο την παραγωγή ενέργειας.

Επίσης, υπάρχουν δυο δισ. € για προγράμματα και δάνεια που συγχρηματοδοτούνται 100% που αφορούν τη συγχρηματοδότηση για άνω των 100.000 μικρών και μεσαίων έργων σε όλη την Ελλάδα. Υπάρχει πολύ μεγάλη ζήτηση για τέτοια ποιοτικά έργα σε επίπεδο δήμων και Περιφερειών. Στις 16 Δεκεμβρίου η Ε.Τ.Επ. ενέκρινε άλλο ένα πρόγραμμα 1 δισ. ευρώ για έργα συγχρηματοδοτούμενα από την Ε.Ε. Πρόκειται για ένα πολυσχιδές πρόγραμμα, που έχει ως στόχο την ανάκαμψη και τη βιώσιμη ανάπτυξη της ελληνικής οικονομίας και υλοποιείται στο πλαίσιο της υποστήριξης του προγράμματος 2014-2020.

Για πρώτη φορά η σωρευτική αυτή χρηματοδότηση μπορεί να φθάσει μέχρι το 100% για να αντιμετωπίσει τα τρέχοντα προβλήματα και τις συνθήκες σήμερα στην Ελλάδα. Αποτελεί δέσμευση της ΕΤΕπ και της Ε.Ε. να βοηθήσει την Ελλάδα να ξεπεράσει την κρίση, καθώς εφαρμόζεται σε όλους τους τομείς της Τοπικής Αυτοδιοίκησης, όπως έρευνα και ανάπτυξη, μεταφορές, διαχείριση υδάτων, ενεργειακή αποδοτικότητα, αποκατάσταση αστικών κέντρων, υγεία, εκπαίδευση, πολιτισμός. Το πρόγραμμα θα στοχεύσει καταρχήν στη χρηματοδότηση μικρών και μεσαίων επενδυτικών σχεδίων έως 50 εκατ. ευρώ που είναι άρρηκτα συνδεδεμένα με τους δήμους.(Αθηναϊκό Πρακτορείο Ειδήσεων, <http://www.amna.gr/>)

Πηγή: ΑΜΠΕ

2.8.3 Χρηματοδότηση από Τρίτους (Χ.Α.Τ.)

Η χρηματοδότηση από Τρίτους έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Ο Ιδιωτικός Φορέας αναλαμβάνει να εξασφαλίσει την χρηματοδότηση του έργου με ίδια κεφάλαια και δανεισμό, ενώ παράλληλα εγγυάται την αποπληρωμή του έργου.
- Η χρηματοδότηση αποπληρώνεται από τα έσοδα που παράγει το έργο (Χρηματοδότηση έργου και όχι χρηματοδότηση φορέα). Οι εξασφαλίσεις που παρέχονται στον δανειστή συνδέονται αποκλειστικά με την απόδοση του έργου.
- Η αποπληρωμή εξαρτάται από την απόδοση του έργου (ενεργειακής υπηρεσίας) που σχεδιάζει, κατασκευάζει και λειτουργεί με ευθύνη του ο Ιδιωτικός Φορέας.
- Προϋπόθεση για την εξασφάλιση της χρηματοδότησης είναι η δυνατότητα του Οργανισμού Τοπικής Αυτοδιοίκησης (ΟΤΑ) να παρέχει εγγυήσεις για την καταβολή των αμοιβών του Ιδιωτικού Φορέα που αναλαμβάνει την εκτέλεση του έργου (π.χ. εκχώρηση ανταποδοτικών τελών)

Οι κρατικές και κοινοτικές επιχορηγήσεις πρέπει να λειτουργήσουν ως μηχανισμός μόχλευσης ιδιωτικών κεφαλαίων. Η χρηματοδότηση των επενδύσεων μέσω Χ.Α.Τ. είναι δυσκολότερη σε έργα με μακρές περιόδους αποπληρωμής. Σκοπός των κρατικών και κοινοτικών επιχορηγήσεων είναι η μείωση των κινδύνων που αναλαμβάνουν οι ιδιώτες και η βελτίωση της ανταποδοτικότητας των επενδύσεων. Πρέπει να υπάρχει συνεργασία μεταξύ των δήμων και ενιαία δημοπράτηση των έργων που ανήκουν στην ίδια κατηγορία, ώστε να είναι μεγαλύτεροι οι προϋπολογισμοί των διαγωνισμών και να επιτυγχάνεται οικονομία κλίμακας και όλους τους εμπλεκόμενους. Είναι επίσης απαραίτητο να αξιοποιούνται όλες οι σύγχρονες μέθοδοι προβολής των έργων προς δημοπράτηση, ώστε να προσελκύεται το ενδιαφέρον ιδιωτών και να αυξάνεται ο ανταγωνισμός. Όλα τα έργα πρέπει να καταχωρούνται στη διαδικτυακή πύλη *InvestOTA.gr*. (Χάρης Ανδρεοστάτος)

Παρουσιαση χρηματοδοτηση

Επιγραμματικά τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της χρηματοδότησης από τρίτους είναι τα ακόλουθα:

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- Μεταβίβαση του συνόλου σχεδόν των κινδύνων στον Ιδιωτικό Φορέα:
 - Σχεδιασμού

- Τεχνολογικοί
- Απόδοσης
- Οικονομικοί
- Χρονοδιαγράμματος
- Δεν εξαρτάται το έργο από την δανειοδοτική ικανότητα του ΟΤΑ
- Δεν αυξάνεται το ύψος του δανεισμού του ΟΤΑ

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- Δυσκολότερη η εξασφάλιση της χρηματοδότησης του έργου σε σχέση με τον δανεισμό του ΟΤΑ
- Υψηλότερο κόστος χρήματος για την χρηματοδότηση του έργου
- Μικρότερο όφελος στον προϋπολογισμό του ΟΤΑ
- Σύνθετες και μεγαλύτερης διάρκειας διαδικασίες δημοπράτησης και σύναψης σύμβασης
- Σύνθετες και πολύπλοκες συμβάσεις μεταξύ του ΟΤΑ, του Ιδιωτικού Φορέα και των Δανειστών (Χάρης Ανδρεοστάτος)

2.9 Χρηματοδοτική περίοδος 2014- 2020

Σε ό,τι αφορά τη χρηματοδοτική περίοδο 2014- 2020, υπάρχει πολύ μεγάλη ζήτηση για ποιοτικά έργα σε επίπεδο δήμων και Περιφερειών.

Στις 16 Δεκεμβρίου 2014, η ΕΤΕπ ενέκρινε άλλο ένα πρόγραμμα 1 δισ. ευρώ για έργα συγχρηματοδοτούμενα από την ΕΕ. Πρόκειται για ένα πολυσχιδές πρόγραμμα, που έχει ως στόχο την ανάκαμψη και τη βιώσιμη ανάπτυξη της ελληνικής οικονομίας και υλοποιείται στο πλαίσιο της υποστήριξης του προγράμματος 2014-2020.

Όπως τόνισε, για πρώτη φορά η σωρευτική αυτή χρηματοδότηση μπορεί να φθάσει μέχρι το 100% για να αντιμετωπίσει τα τρέχοντα προβλήματα και τις συνθήκες σήμερα στην Ελλάδα. Αποτελεί δέσμευση της ΕΤΕπ και της ΕΕ να βοηθήσει την Ελλάδα να ξεπεράσει την κρίση, τόνισε. Επιλέγονται όλοι οι τομείς της Τοπικής Αυτοδιοίκησης, έρευνα και ανάπτυξη, μεταφορές, διαχείριση υδάτων, ενεργειακή αποδοτικότητα, αποκατάσταση αστικών κέντρων, υγεία, εκπαίδευση, πολιτισμός. Το πρόγραμμα θα στοχεύσει καταρχήν στη χρηματοδότηση μικρών και μεσαίων επενδυτικών σχεδίων έως 50 εκατ. ευρώ που είναι άρρηκτα συνδεδεμένα με τους δήμους. (Τζανακάκη Εύη 2011)

2.9.1 Πρωτοβουλίες Κράτους

Στις 20 Οκτωβρίου 2014, πραγματοποιήθηκε σύσκεψη με εκπροσώπους των ελληνικών τραπεζών υπό τον τότε Υπουργό Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, Γιάννη Μανιάτη, σε συνέχεια επιστολής που απέστειλε στους επικεφαλής τους, με θέμα την αξιοποίηση του πλαισίου των Συμπράξεων Δημοσίου Ιδιωτικού Τομέα (ΣΔΙΤ) για τη χρηματοδότηση και την υλοποίηση έργων εξοικονόμησης ενέργειας.

Κατά τη σύσκεψη αποφασίστηκε η συγκρότηση Ομάδας Εργασίας, η οποία θα έφερνε προτάσεις για το πλέγμα των εναλλακτικών λύσεων που θα εξασφαλίσουν χρηματοδότηση για την υλοποίηση έργων που παράγουν μακροχρόνιο αποτέλεσμα εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια και τις υποδομές του δημοσίου τομέα, αξιοποιώντας το θεσμικό πλαίσιο των ΣΔΙΤ και των Επιχειρήσεων Ενεργειακών Υπηρεσιών (ΕΕΥ). Ταυτόχρονα, θα διερευνηθούν και θα εντοπιστούν οι τρόποι για μια μακροχρόνια διασφάλιση ικανής χρηματοδότησης από τρίτους. Η εξοικονόμηση ενέργειας αποτελεί μια πρόκληση σε πανευρωπαϊκό επίπεδο, για την οποία δεν έχουν ακόμα βρεθεί οι απαντήσεις που αποτελεσματικά θα κάνουν εξοικονόμηση ενέργειας, είτε στα κτίρια, είτε σε άλλες δράσεις. (<http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=389&snid=3362&language=el-GR>)

Το κονδύλι που προβλέφθηκε ήταν της τάξης των 220 εκ. ευρώ στα δημόσια κτίρια από την επόμενη Προγραμματική Περίοδο, ενώ υπάρχουν εκτιμήσεις ότι η συνολική μόχλευση χρημάτων που μπορεί να γίνει, μπορεί να είναι τετραπλάσια, δηλαδή να πλησιάσει το 1 δισ. ευρώ. Υπό αυτές τις προϋποθέσεις μπορεί να δημιουργηθεί μια νέα ενεργειακή αγορά, μια αγορά ενεργειακών υπηρεσιών, όπου στην πραγματικότητα η επένδυση θα αποπληρώνεται από την εξοικονόμηση ενέργειας.

Σύμφωνα με το σχεδιασμό που παρουσιάστηκε, μπορεί να δημιουργηθούν στο χώρο της οικοδομής περίπου 15.000 νέες θέσεις εργασίας και η εξοικονόμηση ενέργειας στα δημόσια κτίρια, στα οποία θα γίνουν επεμβάσεις, να πλησιάσει το 35%-40%. Πολύ σημαντικό ζήτημα είναι ότι οι πρώτες ύλες για να γίνουν αυτές οι δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας, σε ένα ποσοστό 70 με 75%, παράγονται σε ελληνικές βιομηχανίες. Κατά συνέπεια, στηρίζεται και ο ελληνικός κατασκευαστικός τομέας που παράγει πρώτη ύλη για την ενεργειακή αναβάθμιση κτιρίων. (<http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=389&snid=3362&language=el-GR>)

Πρόκειται λοιπόν για μια κατάσταση, κατά την οποία ο άμεσα ωφελημένος θα είναι το Ελληνικό Δημόσιο, η εθνική οικονομία, η μείωση των εκπομπών ρύπων του θερμοκηπίου και η αναζωογόνηση της οικοδομής, μέσα από τη δημιουργία χιλιάδων θέσεων εργασίας, αποκεντρωμένων σε όλη τη χώρα. Τα 220 εκατ. ευρώ είναι από τη νέα Προγραμματική Περίοδο και αυτό αφορά και χρήματα του Υπουργείου και χρήματα των Περιφερειών. Ο σχεδιασμός είναι οι δράσεις αυτές να γίνουν

συντονισμένα και οργανωμένα, έτσι ώστε να μεγιστοποιηθεί η συμμετοχή του ιδιωτικού τομέα και των τραπεζών.

Οι ιδιώτες, μέσω των ενεργειακών υπηρεσιών από τη μία και τις τράπεζες και το Ταμείο Παρακαταθηκών και Δανείων από την άλλη, που από μόνο του μπορεί να χρηματοδοτήσει την Αυτοδιοίκηση, όλοι μαζί μπορούν να διαμορφώσουν σχήματα, τα οποία θα είναι το καθένα κατάλληλο για την κάθε κατηγορία κτιρίου. Από την άλλη, υπάρχει και το ΥΠΕΚΑ που λειτουργεί ως ο εκπρόσωπος της Πολιτείας, η οποία έχει αποφασίσει ότι η εξοικονόμηση ενέργειας αποτελεί το μεγαλύτερο ενεργειακό στόχο της χώρας. Έτσι η Πολιτεία και το ΥΠΕΚΑ προτίθενται να διεκδικήσουν και άλλα χρήματα, από άλλες πηγές, εκτός των Διαρθρωτικών Ταμείων.

<http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=389&sni%5B524%5D=3362&language=el-GR>

Κατά συνέπεια, προκύπτει ένας ευρωπαϊκός στόχος εξοικονόμησης στο 30% έως το 2030 και το οποίο ανοίγει ένα ευρύτατο πλαίσιο δραστηριοποίησης. Και για το λόγο αυτό, έχει εκδηλωθεί ενδιαφέρον από τις χρηματοδοτικές πηγές της ΕΕ που είναι πέρα από τα γνωστά χρηματοδοτικά σχήματα.

Το δεύτερο σκέλος χρηματοδότησης αφορά τη συνέχιση του προγράμματος «Εξοικονόμηση Κατ' Οίκον», που είναι ένα επιτυχημένο πρόγραμμα και λόγω έλλειψης χρημάτων τους τελευταίους μήνες δεν προχωρά. Τέλος, το τρίτο σκέλος είναι η εξοικονόμηση ενέργειας στα επαγγελματικά κτίρια, όπου και εκεί υπάρχουν συγκεκριμένες ανάγκες εξοικονόμησης ενέργειας, προκειμένου να γίνουν επενδύσεις. Όλο αυτό το πλαίσιο, δημόσια κτίρια, επαγγελματικά κτίρια και κατοικίες αποτελούν στην πραγματικότητα έναν πολύ σπουδαίο πυλώνα για την αναζωογόνηση του συνόλου της εθνικής οικονομίας.

Μέσω νομοθετικής ρύθμισης προβλέπεται ο συμψηφισμός ενέργειας σε περιπτώσεις όπου ο καταναλωτής είναι ο ίδιος και παραγωγός ενέργειας, δηλαδή ο αυτοπαραγωγός είναι και αυτοκαταναλωτής. Αυτό είναι μια πολύ σπουδαία παρέμβαση εξοικονόμησης ενέργειας στον αγροτικό τομέα και τους Γενικούς Οργανισμούς Εγγείων Βελτιώσεων, καθώς μειώνεται το ενεργειακό κόστος στον πρωτογενή τομέα. Ταυτόχρονα, δίνεται η δυνατότητα και σε άλλες επαγγελματικές κατηγορίες να αξιοποιήσουν ρύθμιση αυτή. (<http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=389&sni%5B524%5D=3362&language=el-GR>)

2.9.2 Μείωση των επιτοκίων δανεισμού

Ο πρώην αναπληρωτής υπουργός Οικονομικών, Χρήστος Σταϊκούρας, ενέκρινε τον καθορισμό νέων χαμηλότερων επιτοκίων για τα υφιστάμενα δάνεια των ΟΤΑ. Επίσης, ανακοίνωσε τη δυνατότητα αναχρηματοδότησης των ήδη συναφθέντων

δανείων, ανάλογα με τη δυνατότητα των δήμων να εξυπηρετήσουν τις δανειακές τους ανάγκες. Ανάλογα με τη δυνατότητά τους, θα καθορίζονται οι ειδικότεροι όροι και οι προϋποθέσεις της αναχρηματοδότησης για κάθε ΟΤΑ, ώστε να εξασφαλίζεται τόσο η οικονομική του βιωσιμότητα όσο και η αποπληρωμή του δανείου. Επειδή δεν πρόκειται για νέο δανεισμό, οι αναχρηματοδοτήσεις των δανείων δεν θα επιβαρύνουν επιπλέον το έλλειμμα ή το χρέος των φορέων της γενικής κυβέρνησης. Όπως σημείωσε το Ταμείο Παρακαταθηκών και Δανείων, έχει ήδη προχωρήσει σε ρυθμίσεις στεγαστικών δανείων μέσα από ένα εύρος δυνατοτήτων και επιλογών, και δεν υπάρχουν εκκρεμείς αιτήσεις ρυθμίσεων υπαγωγής σε δόσεις. Επίσης, υπογράφηκε Πρωτόκολλο Συνεργασίας ανάμεσα στο Ελληνικό και στο Ιταλικό Ταμείο, που αποτελεί το μεγαλύτερο αναπτυξιακό χρηματοπιστωτικό ίδρυμα της Ιταλίας, με ενεργητικό άνω των 300 δις. ευρώ, με σκοπό τη χρηματοδότηση διασυνοριακών έργων κοινού ενδιαφέροντος. (Χάρης Ανδρεοστάτος)

2.9.3 Ταμείο Παρακαταθηκών και Δανείων (ΤΠΔ)

Το ΤΠΔ στο διάστημα της κρίσης υπήρξε το μοναδικό εγχώριο πιστωτικό ίδρυμα που συνέχισε απρόσκοπτα τη δραστηριότητά του στον τομέα αυτόν. Οι περιορισμένοι διαθέσιμοι πόροι θα διατεθούν για έργα των δήμων που κρίνονται ως απολύτως απαραίτητα και δεν έχουν κανένα περιθώριο οικονομικής ανταποδοτικότητας. Για τα υπόλοιπα έργα υπάρχει η λύση του δανεισμού, η λύση των ΣΔΙΤ (Συμπράξεις Δημοσίου – Ιδιωτικού Τομέα) και οι συνδυασμοί τους.

Ειδικά για τις ΣΔΙΤ ισχύει ότι υπό προϋποθέσεις είναι ένα μέσο που εξασφαλίζει πρόσθετους πόρους, απελευθερώνει πόρους για μη ανταποδοτικά έργα, συμβάλλει στην ταχύτερη ολοκλήρωση των έργων, διασφαλίζοντας ταυτόχρονα τον επιθυμητό επιμερισμό κινδύνου και τη βελτιστοποίηση του λόγου κόστους-ωφέλειας».

Επίσης πρέπει να επισημανθεί ότι το 2013 υπογράφηκε μεταξύ του ΤΠΔ και της ΕΤΕπ συμφωνία χρηματοδοτικής συνεργασίας για έργα Τοπικής Αυτοδιοίκησης με ευνοϊκούς όρους. Το 2014 υπογράφηκε μεταξύ ΤΠΔ και ΠΕΤΑ Α.Ε. (Πληροφόρηση, Επιμόρφωση, Τοπική Ανάπτυξη) προγραμματική σύμβαση για παροχή βοήθειας στους ΟΤΑ για την υλοποίηση προγράμματος χρηματοδότησης επενδύσεων, ύψους 200 εκατ. ευρώ, για τα έτη 2014-2015. Επίσης, το ΤΠΔ συνεργάζεται με το Πράσινο Ταμείο για τη χρηματοδότηση ΟΤΑ σε ό,τι αφορά την απόκτηση ελεύθερων χώρων στις πόλεις.

Τέλος, εφόσον ευοδωθεί η πρόθεση του Ταμείου να ορισθεί ως Ενδιάμεσος Φορέας Διαχείρισης (ΕΦΔ) στο νέο ΕΣΠΑ για ενεργειακά έργα των ΟΤΑ, τότε το ΤΠΔ θα είναι ο μοναδικός φορέας στην Ελλάδα που θα μπορεί να συνδυάσει την επιδότηση με τους πόρους της ΕΤΕ και δικούς του πόρους, παρέχοντας ολοκληρωμένη χρηματοδότηση. (Τζανακάκη Εύη, 2011)

2.9.4 Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠΕΚΑ)

Για την εξοικονόμηση ενέργειας διατίθεται 1,2 δισ. ευρώ. Για τη διαχείρισή του το ΥΠΕΚΑ θα συνεργασθεί με το ΤΠΔ, τους δήμους, το τραπεζικό σύστημα και τον ιδιωτικό τομέα. Το ΥΠΕΚΑ θα διαθέσει 200-220 εκατ. ευρώ από το νέο ΕΣΠΑ για εξοικονόμηση ενέργειας στον δημόσιο τομέα και στους δήμους. Επειδή, όμως, τα ποσά αυτά δεν επαρκούν, θα χρειασθεί μόχλευση κεφαλαίων από το ΤΠΔ, το τραπεζικό σύστημα και τους ιδιώτες.

Το ΤΠΔ και οι τράπεζες θα διαθέσουν τα τριπλάσια ποσά από το ΥΠΕΚΑ. Τα κεφάλαια από την ΕΤΕπ δεν θα συνυπολογισθούν στο δημόσιο χρέος. Όλα αυτά βέβαια, τόνισε, εξαρτώνται από τον ανθρώπινο παράγοντα, από τους ανθρώπους που θα κληθούν να το υλοποιήσουν. (www.ypeka.gr)

2.9.5 Ελληνική Εταιρεία Τοπικής Ανάπτυξης και Αυτοδιοίκησης (ΕΕΤΑΑ)

Σε ό,τι αφορά την αξιοποίηση του νέου ΕΣΠΑ προτεραιότητα έχουν τα έργα που ήταν ενταγμένα στο προηγούμενο ΕΣΠΑ (2007-2013), των οποίων η υλοποίηση καθυστέρησε λόγω της κρίσης. Τα έργα θα χρηματοδοτηθούν με τη ρητή προϋπόθεση ότι εναρμονίζονται με τις κοινοτικές και τις εθνικές προτεραιότητες του νέου ΕΣΠΑ (2014-2020) και ανταποκρίνονται στις προϋποθέσεις υπό τις οποίες επιτρέπεται η ένταξη ενός έργου ή δράσης. Υψηλή προτεραιότητα θα δοθεί, τα πρώτα έτη, στην υλοποίηση όσων νέων έργων και δράσεων συνδυάζουν ετοιμότητα υλοποίησης και στόχευση στις στρατηγικές επιλογές του νέου ΕΣΠΑ. (<http://www.aftodioikisi.gr/proto-thema/zesto-xrima-se-dimous-kai-perifereies-apo-programmata-jessica-elena-kai-alla-xrimatodotika-proionta>)

2.9.6 Νέες επεμβάσεις σε Δημόσια κτίρια

Επεμβάσεις σε κτίρια του Δήμου Κηφισιάς

Συνεχίζει τις σημαντικές παρεμβάσεις για την ενεργειακή αναβάθμιση κτηρίων στη Νέα Ερυθραία, αλλά και την εξοικονόμηση ενέργειας, ο Δήμος Κηφισιάς, στο πλαίσιο του προγράμματος «Εξοικονομώ», συνολικού προϋπολογισμού 762.000,00 ευρώ.

Οι παρεμβάσεις αυτές αφορούν σε μια σειρά έργων που ήδη υλοποιούνται σε πέντε δημοτικά κτήρια: το πρώην δημαρχείο, τα 2ο και 3ο Δημοτικά Σχολεία, το Γυμνάσιο, το Πνευματικό Κέντρο (ΚΕΜΜΕ) και το Κλειστό Δημοτικό Γυμναστήριο, προκειμένου να προστατευθεί το περιβάλλον, αλλά και να εξοικονομηθούν ακόμη περισσότεροι πόροι προς όφελος των δημοτών.

Μέχρι σήμερα έχουν ολοκληρωθεί οι ακόλουθες εργασίες:

- Αντικατάσταση παλαιών κουφωμάτων με νέα κουφώματα αλουμινίου και τοποθέτηση ειδικών θερμομονωτικών τζαμιών στα κτήρια των 2ου 3ου Δημοτικών Σχολείων και του πρώην δημαρχείου Ν. Ερυθραίας.
- Τοποθέτηση θερμοπρόσοψης στο κέλυφος των κτηρίων του Γυμνασίου και του πρώην δημαρχείου Νέας Ερυθραίας.

Οι υπόλοιπες εργασίες, όπως θερμομονώσεις δωμάτων, αντικαταστάσεις λεβήτων/καυστήρων με φυσικό αέριο και συνδέσεις με το δίκτυο Φ/Α, τοποθετήσεις αισθητήρων φωτισμού κ.ά., θα ολοκληρωθούν μέχρι το τέλος Σεπτεμβρίου. Με την ολοκλήρωση των έργων κάθε κτήριο θα αναβαθμιστεί ενεργειακά, πετυχαίνοντας εξοικονόμηση ενέργειας τουλάχιστον 32% σε σχέση με την κατανάλωση ενέργειας πριν τις παρεμβάσεις.

(<http://www.b2green.gr/main.php?pID=17&nID=25313&lang=el>)

ΚΑΠΕ

Με κονδύλια του ΕΣΠΑ θα χρηματοδοτηθεί το πρώτο πιλοτικό πρόγραμμα ενεργειακών παρεμβάσεων σε κτίρια του Δημοσίου, το οποίο συντονίζει το ΚΑΠΕ και αφορά 7 μεγάλα δημόσια κτίρια. Έτσι έχει υπογραφεί η ένταξη του προγράμματος στο ΕΣΠΑ, ενώ ο βασικός όγκος των εργασιών που απαιτούνται, έχει ήδη προχωρήσει.

Οι παρεμβάσεις αυτές θα πληρωθούν αποκλειστικά από τις εταιρείες καθετοποιημένων ενεργειακών υπηρεσιών (ESCO's), οι οποίες θα αποπληρωθούν στη συνέχεια από την εξοικονόμηση που θα προκύψει στην ηλεκτρική ενέργεια, στο πετρέλαιο θέρμανσης κ.λπ. Αυτό άλλωστε είναι το χαρακτηριστικό του μοντέλου που συναντάται συχνά στο εξωτερικό και ήδη έχει νομοθετηθεί στη χώρα μας. Ο κάτοχος του ακινήτου δεν βάζει καθόλου χρήματα, ενώ αντίθετα η εταιρεία ESCO διαθέτει τα κεφάλαιά της και κερδίζει σε βάθος χρόνου από την εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται.

Στην αρχική πρόσκληση ενδιαφέροντος που απεύθυνε το ΚΑΠΕ, είχαν δηλώσει την επιθυμία τους να συμμετάσχουν οι διοικήσεις 60 περίπου δημόσιων κτηρίων ανά τη χώρα. Τελικά έχουν επιλεγεί επτά, στα οποία συγκαταλέγονται το νοσοκομείο Σωτηρία, το Νοσοκομείο Γιαννιτσών, το κτίριο της Περιφέρειας Ηλείου, το κτίριο του ΓΕΕΘΑ, το Κολυμβητήριο Γλυφάδας κ.λπ. Αντίστοιχα, ενδιαφέρθηκαν να επιλεγούν ως εταιρείες ESCO's, μερικές δεκάδες επιχειρήσεων, μεταξύ των

οποίων εξειδικευμένες και έμπειρες εταιρείες από την Κίνα, τη Γερμανία, την Ολλανδία, αλλά και μεγάλες ελληνικές βιομηχανικές και κατασκευαστικές εταιρείες που «μπαίνουν», με τη δημιουργία θυγατρικών, στην παροχή τέτοιου είδους υπηρεσιών.

Το *KAIFE* εκτός της επιλογής των κτηρίων με βάση τα κριτήρια που έθεσε, έχει ήδη πραγματοποιήσει με τα κατάλληλα συνεργεία την καταγραφή της κατάστασης των κτηρίων, έχει κάνει τις απαραίτητες προσομοιώσεις, έχει εκπονήσει τις μελέτες για το δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας και βρίσκεται ένα βήμα πριν την οριστική κατάρτιση των φακέλων που θα αποτελέσουν το αντικείμενο της διαπραγμάτευσης ανάμεσα στους ιδιοκτήτες των κτηρίων και στις εταιρείες ESCO's για να οριστικοποιηθεί κάθε μία συνεργασία. (www.cres.gr)

2.9.7 Προβλήματα

Το μεγαλύτερο πρόβλημα στον εν λόγω τομέα είναι η τεκμηρίωση της υφιστάμενης κατάστασης, καθώς δεν υπάρχουν στοιχεία που να διαχωρίζουν τις δαπάνες και άρα να είναι μετρήσιμα τα περιθώρια που υπάρχουν σε κάθε τομέα και συνεπώς να μπορεί να υπολογιστεί από την εταιρεία ESCO ποιο είναι το προβλεπόμενο όφελος από τις παρεμβάσεις που θα γίνουν.

Παράλληλα, με το πιλοτικό αυτό έργο, διαπιστώνονται στην πράξη τα προβλήματα και δημιουργείται η βάση για την υπέρβασή τους. Επιπλέον, απαντώνται ζητήματα όπως το τι συμβόλαια πρέπει να υπογραφούν ανάμεσα στους ιδιοκτήτες των κτηρίων και στις εταιρείες ESCO's, ποια νομικά κείμενα πρέπει να υπάρξουν, τι πρέπει να περιλαμβάνει η προκήρυξη των διαγωνισμών κ.λπ. (www.cres.gr)

2.9.8 Προοπτικές

Παράγοντες του χώρου εκτιμούν ότι στο συγκεκριμένο τομέα δημιουργείται μια ιδιαίτερα ελπιδοφόρα αναπτυξιακή προοπτική. Για να πιάσει η χώρα τους στόχους του **20 – 20 – 20** όσον αφορά στην εξοικονόμηση ενέργειας, θα πρέπει να διατεθούν περί τα **20 δισ. ευρώ** για παρεμβάσεις σε κτίρια.

Αντίστοιχα, για να αναβαθμιστούν ενεργειακά τα κτήρια του ελληνικού Δημοσίου και μόνον, απαιτούνται κεφάλαια περίπου **40 – 50 δισ. ευρώ**. Από την άλλη, υπάρχουν στο εξωτερικό, στις εταιρείες του κλάδου, κεφάλαια, τα οποία αναζητούν επενδυτικές ευκαιρίες. Κατά κανόνα, στη χώρα μας οι παρεμβάσεις στα κτίρια αποτελούν πράγματι επενδυτικές ευκαιρίες για τον εξής λόγο: Επειδή βρίσκονται σε πολύ χαμηλή ενεργειακή κατάσταση, η εξοικονόμηση πόρων που μπορεί να επιτευχθεί μετά από μια επισκευή - παρέμβαση είναι πολύ μεγάλη και συνεπώς η απόσβεση της αρχικής επενδυτικής δαπάνης και η επίτευξη κέρδους έρχεται πολύ πιο γρήγορα από

ότι στα κτίρια προηγμένων κρατών, όπως εκείνα της Βόρειας και Κεντρικής Ευρώπης. Αναφέρεται για παράδειγμα ότι στη χώρα μας εύκολα είναι ο εφικτός ένας στόχος εξοικονόμησης 40%, ενώ εάν γίνουν παρεμβάσεις εκσυγχρονισμού, χρησιμοποιήσει νέες τεχνολογίες κ.λπ. μπορεί να φτάσει σε επίπεδα εξοικονόμησης 70%.

Βεβαίως, με δεδομένη την έλλειψη ρευστότητας, γίνεται πιο δύσκολο το να διαθέσει μια εταιρεία υψηλά κεφάλαια τα οποία να περιμένει να αποπληρωθεί σιγά – σιγά σε μακροχρόνια βάση. Φαίνεται όμως ότι το «ελληνικό μοντέλο» ESCO's θα στηριχθεί σε εταιρείες που θα παρέχουν τέτοιες υπηρεσίες όχι σε ολόκληρο το φάσμα των παρεμβάσεων αλλά σε εκείνες που ταιριάζουν στο αντικείμενο της κάθε μίας: Εταιρείες με μονωτικά υλικά, αλουμινίου, κλιματισμού, έχουν ήδη ενδιαφερθεί να προσφέρουν τα υλικά τους και να αποπληρώνονται σε μακροχρόνια βάση από την εξοικονόμηση που θα έχουν οι ιδιοκτήτες των κτηρίων. (<http://energypress.gr/news/apo-epta-ktiria-toy-dimosioy-xekina-i-epiheirisi-escos-gia-tin-energeiaki-exoikonomisi>)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίου

3.1 Εισαγωγή

Στα πλαίσια της ενεργειακής επιθεώρησης στο Δημαρχείο Χαϊδαρίου για την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής, πραγματοποιήθηκε καταγραφή του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού του κτιρίου, έτσι ώστε να εξαχθεί μία εικόνα της υπάρχουσας κατάστασης, όσον αφορά την κατανομή των διαφορετικών ηλεκτρικών φορτίων του συγκεκριμένου κτιρίου. Ακόμα, καταγράφηκαν οι διαστάσεις και το υλικό των τοίχων, δαπέδου, οροφής και εξωτερικών κουφωμάτων, έτσι ώστε να υπολογιστεί ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κτιρίου και να αξιολογηθεί η θερμομόνωση του κτιριακού κελύφους.

Επισημαίνεται ότι η κατανομή της κατανάλωσης ενέργειας ανά χρήση και η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας μπορούν να βοηθήσουν έως ένα βαθμό στον εντοπισμό των δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας για το κτίριο.

Τονίζεται ότι όλες οι οικοδομές (και κυρίως οι ιδιωτικές καθώς σε δημόσια κτίρια επιβάλλονταν κάποιες προδιαγραφές θερμομόνωσης) που έχουν κατασκευαστεί μέχρι και το έτος 1979 (όπου εγκρίθηκε ο κανονισμός θερμομόνωσης κτιρίων) δεν έχουν την κατάλληλη θερμομόνωση που επιβάλλεται από τον κανονισμό. Η μόνη πιθανότητα να έχει εφαρμοστεί κάποια μορφή θερμομόνωσης επαφίεται στην τεχνογνωσία των μηχανικών και εργοληπτών που τις ανέγειραν και στις οικονομικές δυνατότητες των ιδιοκτητών εφ' όσον κάποια θερμομόνωση προτεινόταν να εφαρμοστεί από τους κατασκευαστές.

Σήμερα, ο κανονισμός θερμομόνωσης έχει αντικατασταθεί από την TOTEE 20701-1/2010 και οι διατάξεις της είναι υποχρεωτικές για τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια. Σύμφωνα με την TOTEE 20701-1/2010, η διαπίστωση πλημμελούς ή ελλιπούς εφαρμογής των διατάξεων συνεπάγεται την άμεση διακοπή όλων ανεξαιρέτως των οικοδομικών εργασιών, έστω και εάν οι λοιπές εκτελούνται σύμφωνα με τις σχετικές διατάξεις.

3.2 Περιγραφή του κτιρίου

Το νέο Δημαρχείο Χαϊδαρίου βρίσκεται σε ένα από τα πιο κομβικά σημεία της πόλης. Έχει οπτική προβολή επί της Εθνικής Οδού Αθηνών – Κορίνθου και βρίσκεται σε άμεση γειτνίαση με τον Ιστορικό Πύργο Παλατάκι, όπου στεγάζονται οι υπηρεσίες του Πνευματικού Κέντρου του Δήμου Χαϊδαρίου. Το κτίριο βρίσκεται στην απόληξη του κεντρικού δρόμου της πόλης, της Στρατάρχου Καραϊσκάκη. (www.haidari.gr)

Ιστορικά, το έργο έχει περάσει από πολλές φάσεις για να φτάσει στη σημερινή του μορφή. Τον Ιανουάριο του 1983, αποτράπηκε η δημιουργία νεκροταφείου αυτοκινήτων που επιχειρήθηκε να γίνει στο εκεί οικόπεδο, με κατάληψη του χώρου που διήρκεσε για αρκετές εβδομάδες. Το 1990, διενεργήθηκε Πανελλήνιος Αρχιτεκτονικός Διαγωνισμός, για τη βέλτιστη αρχιτεκτονική επιλογή του νέου Δημαρχείου της πόλης. Το 1994 ολοκληρώθηκε και παραδόθηκε στο Δήμο η μελέτη εφαρμογής για το νέο Δημαρχείο.

Το 1999 το έργο εντάχθηκε προς χρηματοδότηση σε Πρόγραμμα του Ευρωπαϊκού Ταμείου Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και μετά τη δημοπράτησή του υπογράφηκε η πρώτη σύμβαση τον Οκτώβριο του 2000. Το 2004 υπήρξε αποβολή του αναδόχου του έργου, αφού είχε υλοποιηθεί το μεγαλύτερο μέρος του έργου. Τον Αύγουστο του 2006, και αφού το εργοτάξιο έμενε κλειστό για 2 χρόνια, υπογράφηκε νέα σύμβαση με νέο ανάδοχο, για την εκτέλεση του υπολειπόμενου έργου, αλλά και για την μερική ανακατασκευή τμημάτων του έργου. Το 2006 εντάχθηκε το έργο, κατά ένα μέρος του, στο Πρόγραμμα «ΘΗΣΕΑΣ» του Υπουργείου Εσωτερικών, ενώ το 2007 εξασφαλίστηκε η πλήρης χρηματοδότηση του έργου από το ίδιο Πρόγραμμα. (www.haidari.gr)

Σήμερα, το έργο έχει ολοκληρωθεί και μέσα στο κτίριο στεγάζονται όλες οι συσχετιζόμενες με την Διοίκηση του Δήμου υπηρεσίες. Το καλοκαίρι του 2010 ολοκληρώθηκε η εγκατάσταση όλων των υπηρεσιών Διοίκησης του Δήμου Χαϊδαρίου. (www.haidari.gr)



Εικόνα 3.1: Πρόσοψη του δημαρχείου Χαϊδαρίου (www.haidari.gr)



Εικόνα 3.2: Εποπτικές φωτογραφίες του δημαρχείου Χαϊδαρίου (www.haidari.gr)



Εικόνα 3.3: Πλάγια όψη του δημαρχείου Χαϊδαρίου (www.haidari.gr)

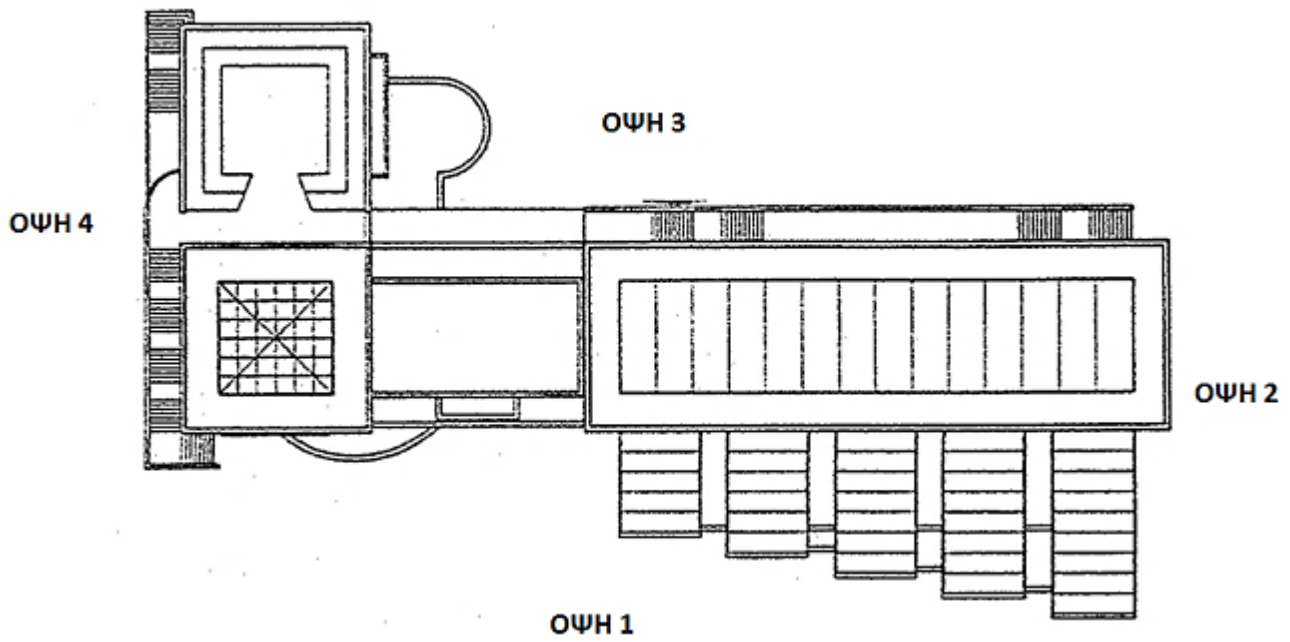
Η ακριβής θέση του κτιρίου είναι η εξής:

- Γεωγραφικό πλάτος φ: 38° 0'39" Βόρεια
- Γεωγραφικό μήκος λ: 23° 39'59" Ανατολικά



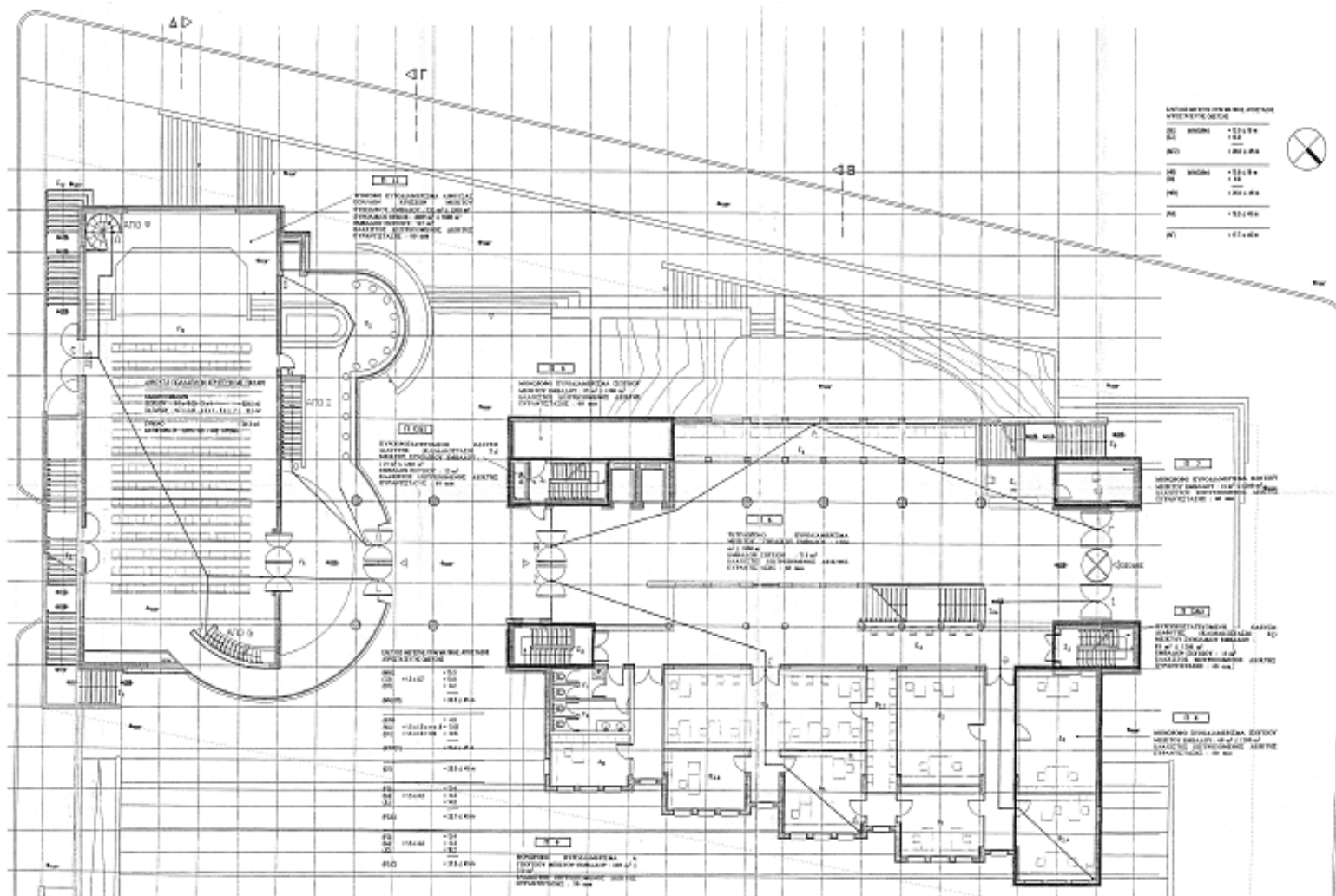
Εικόνα 3.4: Τοπογραφικό διάγραμμα της θέσης του δημαρχείου Χαϊδαρίου (www.googlemaps.com)

Στην Εικόνα 3.5 παρουσιάζεται η κάτοψη του κτιρίου του δημαρχείου Χαϊδαρίου.



Εικόνα 3.5: Κάτοψη του κτιρίου του Δημαρχείου Χαϊδαρίου

Στην Εικόνα 3.6 παρουσιάζεται το σχέδιο της κάτοψης του ισογείου.



Εικόνα 3.6: Κάτοψη ισογείου

3.3 Κατανομή χώρων κτιρίου

Το δημαρχείο Χαϊδαρίου έχει χτιστεί σε οικόπεδο έκτασης 2277 m². Το σύνολο του κτιρίου αποτελείται από δύο υπόγειους ορόφους, τον ισόγειο χώρο και τρεις ορόφους. Συνοπτικά, η χρήση του κάθε χώρου είναι η ακόλουθη:

- Υπόγειο Β' Ο χώρος αυτός περιλαμβάνει χώρους ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων, καθώς και χώρο στάθμευσης 41 αυτοκινήτων.
- Υπόγειο Α' Ο χώρος αυτός περιλαμβάνει αίθουσες, πολλαπλών χρήσεων και χώρους ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων, χώρους υγιεινής κοινού, καθώς και χώρους στάθμευσης 4 αυτοκινήτων.
- Ισόγειο Ο χώρος αυτός περιλαμβάνει τον κεντρικό χώρο εισόδου και αναμονής, τη διεύθυνση διοικητικών και οικονομικών υπηρεσιών, τη διεύθυνση προστασίας και ελέγχου περιβάλλοντος, καθώς και χώρους υγιεινής.
- Α' όροφος Ο χώρος αυτός περιλαμβάνει τη διεύθυνση τεχνικών υπηρεσιών, κυλικείο, αίθουσα πολλαπλών χρήσεων, καθώς και χώρους υγιεινής και βοηθητικούς, αποθηκευτικούς χώρους.
- Β' όροφος Ο χώρος αυτός περιλαμβάνει τη διεύθυνση διοικητικών και οικονομικών υπηρεσιών, την αίθουσα συνεδριάσεων του δημοτικού συμβουλίου, καθώς και χώρους υγιεινής.
- Γ' όροφος Ο χώρος αυτός περιλαμβάνει το γραφείο του δημάρχου και τα γραφεία των συμβούλων του, καθώς και χώρους υγιεινής.

Σύμφωνα με τα στοιχεία από τις κατόψεις του κτιρίου, το εμβαδόν του δαπέδου κάθε ορόφου είναι:

Εικόνα 3.7: Κατανομή επιφανειών και όγκων κτιρίου ΣΕΒ

Χώρος	Επιφάνεια (m ²)
Υπόγειο Β'	1528
Υπόγειο Α'	1459
Ισόγειο	1397
Α' Όροφος	605
Β' Όροφος	870
Γ' Όροφος	593
ΣΥΝΟΛΟ	6452

3.3.1 Λειτουργία κτιρίου

Από στοιχεία που συλλέχθηκαν κατά την επιθεώρηση του κτιρίου διαπιστώθηκαν τα ακόλουθα:

Αριθμός υπαλλήλων: 110

Ωράριο υπαλλήλων: 07:00 – 17:00

Επιπλέον του σταθερού ωραρίου των υπαλλήλων υπάρχουν συνεδριάσεις Δημοτικού Συμβουλίου, έκτακτες συνεδριάσεις Επιτροπών, καθώς και εκδηλώσεις στην Αίθουσα Πολλαπλών Χρήσεων.

3.4 Ενεργειακή κατανάλωση κτιρίου

Για την ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου υπάρχουν στοιχεία τιμολογίων της ΔΕΗ για τα έτη 2012 και 2013. Οι μορφές ενέργειας που καταναλώνονται στο κτίριο είναι η ηλεκτρική ενέργεια και το πετρέλαιο.

Η ηλεκτρική ενέργεια στο κτίριο αυτό του τριτογενή τομέα χρησιμοποιείται για φωτισμό, χρήση Η/Υ και ηλεκτρικών συσκευών όπως τηλεοράσεις, εκτυπωτές και φωτοτυπικά μηχανήματα. Στο κτίριο αυτό υπάρχει σύστημα κλιματισμού. Επιπλέον, στα τιμολόγια της ΔΕΗ περιλαμβάνεται και η κατανάλωση του κυλικείου που υπάρχει στον Α΄ Όροφο.

Το πετρέλαιο, χρησιμοποιείται μόνο για την θέρμανση των χώρων μέσω του λέβητα και του θερμαντικού μέσου (νερού) που διανέμεται μέσω κυκλοφορητών στις σωληνώσεις οι οποίες καταλήγουν στα τυπικά θερμαντικά σώματα (καλοριφέρ).

3.4.1 Καταγραφή ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού

Ο Πίνακας 3.1 παρουσιάζει τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό που υπάρχει στο δημαρχείο Χαϊδαρίου, όπως καταγράφηκε κατά την επιθεώρηση που διενεργήθηκε.

Πίνακας 3.1: Πίνακας ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού δημοαρχείου Χαϊδαρίου

A/A	Είδος - Τύπος Μηχανήματος	Ηλεκτρική Ισχύς (W)	Τάση (V)
1	ΚΚΜ1	18.500	380
2	ΚΚΜ2	7.500	380
3	ΚΚΜ3	4.000	380
4	ΚΚΜ5	5.500	380
5	ΚΚΜ4	11.000	380
6	Κλιματιστική Μονάδα Electrical Supply	176.800	380
7	Κλιματιστική Μονάδα Electrical Supply	35.000	380
8	A1B Κυκλοφορητής Δίδυμος	6.300	380
9	A1A Κυκλοφορητής Δίδυμος	6.300	380
10	K1B WILO Κυκλοφορητής	1.720	380
11	K1A WILO Κυκλοφορητής	1.720	380
12	K4 WILO Κυκλοφορητής	1.700	380
13	K5 WILO Κυκλοφορητής	370	380
14	K6 WILO Κυκλοφορητής	410	230
15	K8 WILO Κυκλοφορητής	370	380
16	K7 WILO Κυκλοφορητής	1.720	380
17	K14 WILO Κυκλοφορητής	2.200	380
18	K15 WILO Κυκλοφορητής	195	230
19	K11 WILO Κυκλοφορητής	195	230
20	K13 WILO Κυκλοφορητής	550	380
21	K12 WILO Κυκλοφορητής	1.270	380
22	K16 WILO Κυκλοφορητής	1.700	230
23	K9 WILO Κυκλοφορητής	2.200	380

24	Κ10 WILO Κυκλοφορητής	195	230
25	Εξαερισμός RPM	368	230
26	Εξαερισμός RPM	368	230
27	Εξαερισμός RPM	368	230
28	Εξαερισμός RPM	368	230
29	Εξαερισμός RPM	368	230
30	Εξαερισμός RPM	368	230
31	Εξαερισμός RPM	368	230
32	Εξαερισμός RPM	368	230
33	Εξαερισμός RPM	368	230
34	Εξαερισμός AN	2.200	380
35	Εξαερισμός AN	2.200	380
36	Εξαερισμός AN	2.200	380
37	Εξαερισμός AN	2.200	380
38	Κινητήρας Πυροσβεστικού Συγκροτήματος	30.000	380
39	Αντλία Λυμάτων	5.000	380
40	Αντλία Λυμάτων	5.000	380
	Συνολική Ηλεκτρική Ισχύς Η/Μ Εξοπλισμού	339.527	

Όπως παρατηρούμε ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός του δημαρχείου περιλαμβάνει κλιματιστικές μονάδες υψηλής ισχύος για την κάλυψη των ψυκτικών φορτίων ιδιαίτερος κατά τους θερινούς μήνες, οι οποίες επίσης διαθέτουν και τοπικά στοιχεία εξαερισμού για τον κλιματισμό όλων των χώρων του κτιρίου. Επίσης, αναφέρονται οι κυκλοφορητές που εντάσσονται στο σύστημα θέρμανσης, καθώς και

η ισχύς της αντλίας του πυροσβεστικού συγκροτήματος. Το εν λόγω κτίριο επίσης έχει και δυο αντλίες λυμάτων.

Επίσης, κατά τη διάρκεια της επιθεώρησης του Δημαρχείου Χαϊδαρίου δόθηκαν στοιχεία σχετικά με τα φορτία κάθε ηλεκτρολογικού πίνακα της εγκατάστασης, καθώς και ο χώρος κάθε ορόφου τον οποίο αφορούσαν (Πίνακας 3.2).

Πίνακας 3.2: Διάθροση Ηλ. Πινάκων του Δημαρχείου Χαϊδαρίου και των αντιστοίχων φορτίων τους

Κωδικός	Χωροθέτηση Ηλεκτρολογικού Πίνακα	Συνολικό Εγκατεστημένο Φορτίο (W)
A1	Πίνακας Υπογείου	23.790
A2	Πίνακας Υπογείου	11.745
A3	Πίνακας Υπογείου	104.265
A4	Πίνακας Υπογείου	13.085
B1	Πίνακας Υπογείου	47.890
B2	Πίνακας Υπογείου	13.570
I	Πίνακας Ισογείου	32.065
1	Πίνακας Ισογείου	8.610
A	Πίνακας Α΄ Ορόφου	43.945
A1	Πίνακας Α΄ Ορόφου	20.655
B	Πίνακας Β΄ Ορόφου	33.500
B1	Πίνακας Β΄ Ορόφου	19.750
Γ	Πίνακας Γ΄ Ορόφου	32.770
Γ1	Πίνακας Γ΄ Ορόφου	12.435
ΠΧ	Πίνακας Αίθουσας Πολλαπλών Χρήσεων	40.455

ΠΧ1	Πίνακας Αίθουσας Πολλαπλών Χρήσεων	17.210
ΕΞ	Πίνακας Εξωτερικού Χώρου	5.520

3.4.2 Καταγραφή εξοπλισμού φωτισμού

Ο φωτισμός αποτελεί μια από τις σημαντικότερες παραμέτρους για την εξασφάλιση συνθηκών άνεσης στους εσωτερικούς χώρους των κτιρίων. Στόχος του σχεδιασμού των συστημάτων φωτισμού είναι η εξασφάλιση οπτικής άνεσης μέσω της παροχής της απαιτούμενης ποσότητας φωτισμού, βάσει της χρήσης και των λειτουργικών απαιτήσεων κάθε χώρου, και της ποιότητας του φωτισμού, η οποία εξασφαλίζεται με καλή κατανομή και αποφυγή φαινομένων θάμβωσης.

Από την καταγραφή του πλήθους των φωτιστικών σωμάτων και της ισχύος τους προκύπτει η συνολική εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού. Τα φωτιστικά σώματα που καταγράφηκαν στο εξεταζόμενο κτίριο είναι λαμπτήρες πυρακτώσεως, λαμπτήρες φθορισμού και μεταλλικών αλογονιδίων

Στους περισσότερους χώρους υπάρχουν βέβαια φωτιστικά σώματα με λαμπτήρες φθορισμού.

Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση που πραγματοποιήθηκε στο κτίριο καταγράφηκαν οι ακόλουθοι λαμπτήρες με την αντίστοιχη ισχύ και την ποσότητά τους, όπως τις παρουσιάζει συνοπτικά ο Πίνακας 3.3.

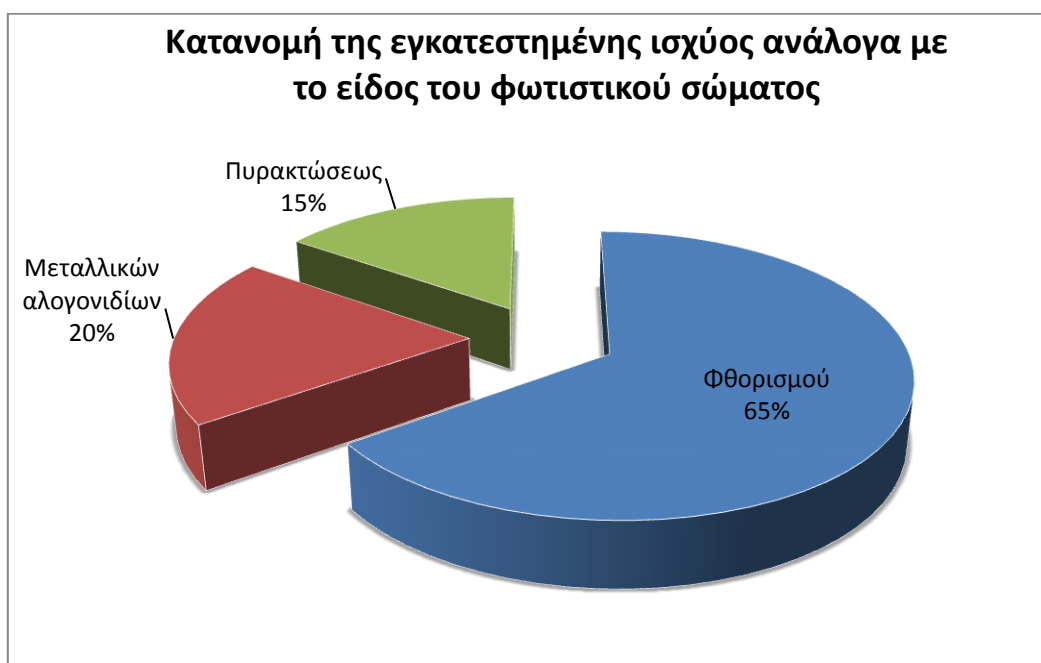
Πίνακας 3.3: Καταγραφή φωτιστικών σωμάτων του Δημαρχείου Χαϊδαρίου

Τύπος φωτιστικού σώματος	Ισχύς λυχνίας (W)	Ποσότητα	Συνολική ισχύς (W)
Φθορισμού, με λυχνίες στεγασμένων χώρων, απλό χωρίς αντανακστήρα, οροφής, IP 20	1 x 65	168	10920
Φθορισμού, με λυχνίες τύπου TCW, στεγανό	1 x 18	8	144
Φθορισμού, με λυχνίες τύπου TCW, στεγανό	1 x 36	17	612
Φθορισμού, οροφής, με λυχνίες τύπου TLD Philips, στεγανό	2 x 36	72	5184

Φθορισμού, ψευδοροφής, με λυχνίες τύπου TLD Philips, με παραβολικές περσίδες αντανάκλασεως από αλουμίνιο	4 x 18	165	11880
Φθορισμού, οροφής, με λυχνίες τύπου H με ανταυγαστήρα	2 x 36	2	144
Φθορισμού, τύπου LEGRAND	1 x 6	44	264
Φθορισμού, ψευδοροφής, με λυχνίες τύπου TBS Philips, προστασίας IP 40, με κάλυμμα λευκής οπαλίνας	2 x 18	15	540
Φθορισμού, οροφής, με λυχνίες τύπου spot, οικονομικός λαμπτήρας	1 x 26	160	4160
Φθορισμού, οροφής, με λυχνίες τύπου spot, οικονομικός λαμπτήρας	1 x 13	11	143
Μεταλλικών αλογονιδίων, προβολέας με ασύμμετρη δέσμη, στεγανό	1 x 150	14	2100
Μεταλλικών αλογονιδίων, χωνευτό, στεγανό	1 x 300	27	8100
Πυρακτώσεως, τοίχου ή οροφής, προστασία IP 44, με κώδωνα στεγανό	1 x 60	2	120
Πυρακτώσεως, τοίχου ή οροφής, στεγανό	1 x 100	34	3400
Ηλεκτρονικό, τύπου Bebilux της Legrand, με μεταλλικό προστατευτικό κάλυμμα (χελώνα), στεγανό	1 x 11	5	55

Πυρακτώσεως, χωνευτό spot	1 x 100	5	500
Πυρακτώσεως, επίτοιχο spot, τύπου downlight από αλουμίνιο	2 x 100	16	3200
Πυρακτώσεως, επίτοιχο spot, τύπου downlight από αλουμίνιο	1 x 100	7	700
Σύνολο		772	52166 W

Η κατανομή της εγκατεστημένης ισχύος για φωτισμό ανάλογα με το είδος του φωτιστικού σώματος που χρησιμοποιείται είναι η ακόλουθη:



Εικόνα 3.8: Κατανομή της εγκατεστημένης ισχύος ανάλογα με το είδος του φωτιστικού σώματος

Παρατηρείται ότι η συντριπτική πλειοψηφία των 772 φωτιστικών σωμάτων που χρησιμοποιούνται για το φωτισμό του εξεταζόμενου κτιρίου (εσωτερικά και εξωτερικά) είναι λαμπτήρες φθορισμού. Γενικά, οι λαμπτήρες φθορισμού υπερτερούν έναντι των κοινών λαμπτήρων πυρακτώσεως σε διάρκεια ζωής και ενεργειακή οικονομία κατά τη χρήση. Επίσης, παρατηρούμε την ύπαρξη λαμπτήρων μεταλλικών αλογονιδίων, οι οποίοι έχουν σημαντική συμμετοχή στην εγκατεστημένη ισχύ του εξοπλισμού φωτισμού, λόγω της υψηλής ισχύος των λαμπτήρων που φέρουν τα αντίστοιχα φωτιστικά σώματα.

3.4.3 Καταγραφή εξοπλισμού Η/Υ

Ο Πίνακας 3.4 περιλαμβάνει την κατανομή των ηλεκτρονικών υπολογιστών σε κάθε χώρο του Δημαρχείου Χαϊδαρίου, όπως καταγράφηκαν κατά την επιθεώρηση του κτιρίου.

Πίνακας 3.4: Κατανομή ηλεκτρονικών υπολογιστών ανά χώρο

Χώρος	Αριθμός υπολογιστών
Α΄ Υπόγειο	11
Ισόγειο	25
Α΄ Όροφος	22
Β΄ Όροφος	21
Γ΄ Όροφος	12
Σύνολο	91

Όλοι οι ηλ. υπολογιστές είναι συνδεδεμένοι στο δίκτυο του Δημαρχείου, το οποίο υποστηρίζεται από 6 server.

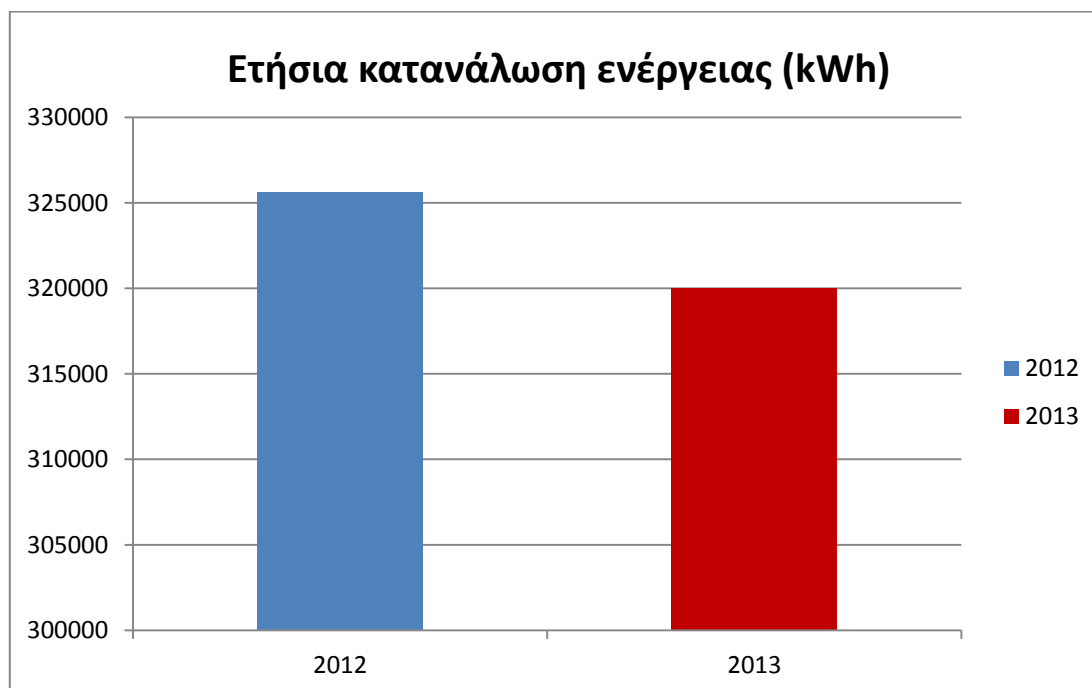
3.5 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας

Η ετήσια συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας δε χρειάζεται να βασίζεται σε εκτιμήσεις κατανάλωσης με βάση την καταγραφή ηλεκτρικών συσκευών και εξοπλισμού που πραγματοποιήθηκε, καθώς βασίζεται στα τιμολόγια της Δ.Ε.Η. Από τα αρχεία του δημαρχείου αντλήθηκαν στοιχεία για την κατανάλωση των δύο τελευταίων ετών σε μηνιαία βάση και συγκεκριμένα από το 2012 ως το 2013.

Η κατανάλωση ανά μήνα για την περίοδο 2012-2013 παρουσιάζεται αναλυτικά ακολούθως (Πίνακας 3.5). Επίσης φαίνεται και ένα γράφημα με τη σύγκριση της συνολικής ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας (Εικόνα 3.9).

Πίνακας 3.5: Κατανάλωση (kWh) ανά μήνα με βάση τιμολόγια ΔΕΗ για τη διετία 2012-2013

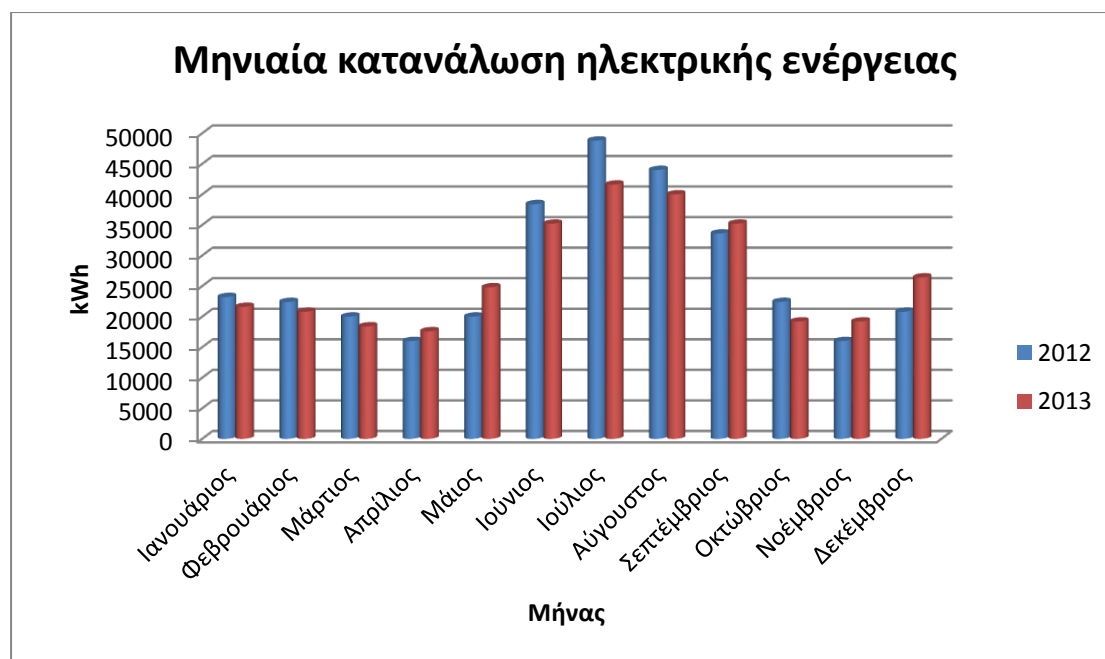
Μήνας	Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh)	
	2012	2013
Ιανουάριος	23200	21600
Φεβρουάριος	22400	20800
Μάρτιος	20000	18400
Απρίλιος	16000	17600
Μάιος	20000	24800
Ιούνιος	38400	35200
Ιούλιος	48800	41600
Αύγουστος	44000	40000
Σεπτέμβριος	33600	35200
Οκτώβριος	22400	19200
Νοέμβριος	16000	19200
Δεκέμβριος	20800	26400
Σύνολο	325600	320000



Εικόνα 3.9: Ετήσια κατανάλωση ενέργειας για το 2012 και το 2013

Παρατηρούμε ότι οι καταναλώσεις ηλεκτρικής ενέργειας για το έτος 2013 είναι σχετικά μειωμένες αναφορικά με την ηλεκτρική κατανάλωση του 2012. Βαθμομέρες θέρμανσης του κτιρίου είναι 210, ενώ για την ψύξη είναι 120 ημέρες.

Η μηνιαία κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για τα έτη 2012 και 2013, παρουσιάζεται συγκριτικά στο ακόλουθο διάγραμμα.



Εικόνα 3.10: Μηνιαία κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το 2012 και το 2013

Παρατηρούμε ότι τους περισσότερους μήνες του έτους, η κατανάλωση του 2013 είναι μικρότερη από την κατανάλωση του 2012, πράγμα το οποίο μπορεί να οφείλεται σε προσπάθεια μείωσης των δαπανών του δημαρχείου.

Παρατηρούμε πως το 2012 η κατανάλωση είναι ελαφρώς μεγαλύτερη κατά 5600 KWh από το 2013.

3.5.1 Κατανάλωση Πετρελαίου Θέρμανσης

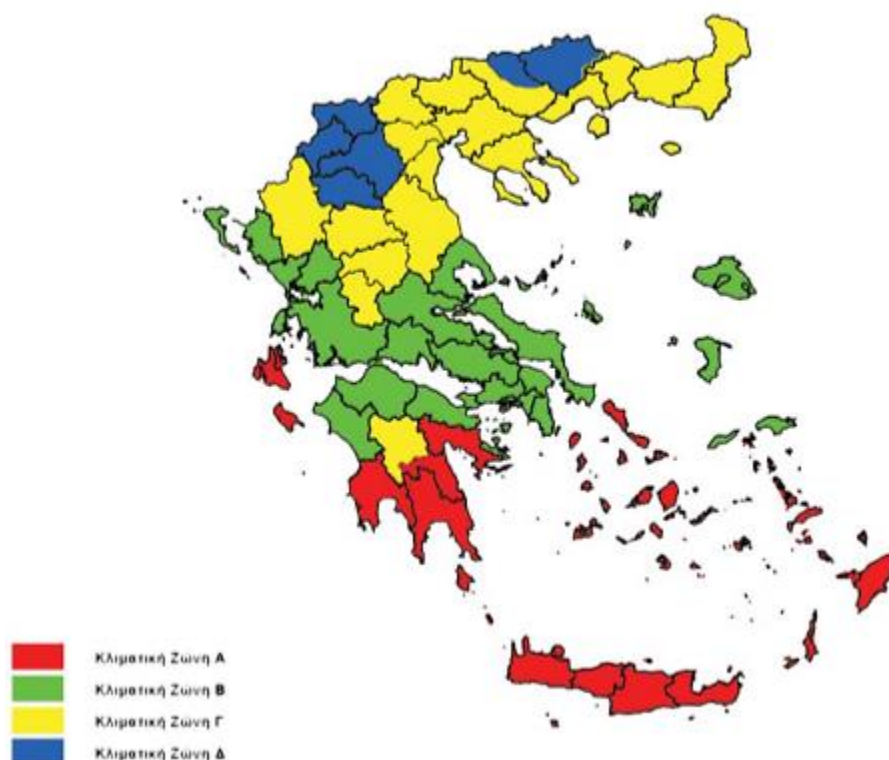
Το πετρέλαιο, χρησιμοποιείται μόνο για την θέρμανση των χώρων μέσω του λέβητα και του θερμαντικού μέσου (νερού) που διανέμεται μέσω των σωληνώσεων και των τυπικών θερμαντικών σωμάτων (καλοριφέρ).

Η κατανάλωση πετρελαίου έχει υπολογιστεί ίση με **18.000 lt/έτος**.

3.6 Κλιματικά Δεδομένα

✓ Κατανομή Ελλάδας σε κλιματικές ζώνες

Για την πραγματοποίηση της μελέτης θερμομόνωσης και τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας του κτιρίου, είναι απαραίτητο να είναι γνωστή η κλιματική ζώνη που βρίσκεται το υπό μελέτη κτίριο. Η ζώνη αυτή βρίσκεται μέσα από έναν σχετικό χάρτη που παρουσιάζει την Ελλάδα διαιρεμένη σε τέσσερες ζώνες διαφορετικών θερμομονωτικών απαιτήσεων, τις ζώνες Α, Β, Γ, Δ με βάση τις βαθμομέρες θέρμανσης. Για τις ζώνες αυτές, ισχύει ότι η ζώνη Α έχει ήπιο κλίμα με τα κτίρια να έχουν μικρότερες ανάγκες θέρμανσης από ψύξης. Η ζώνη Β έχει κτίρια με παραπλήσιες ανάγκες θέρμανσης και ψύξης. Έπειτα, η ζώνη Γ έχει μεγαλύτερες ανάγκες θέρμανσης από αυτές που απαιτούνται για ψύξη, και τέλος η ζώνη Δ έχει ακόμα μεγαλύτερες ανάγκες θέρμανσης. Οι περιοχές της Ελλάδας που βρίσκονται σε κάθε μια από τις αναφερθείσες ζώνες φαίνονται στην Εικόνα 3.11.



Εικόνα 3.11: Κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα (www.marchona.gr)

Χαϊδάρι

Η περιοχή του Χαϊδαρίου ανήκει στην κλιματική ζώνη Β (νομός Αττικής). Για τους υπολογισμούς λαμβάνονται υπ' όψη η μέση μηνιαία θερμοκρασία, η μέση μηνιαία ειδική υγρασία, καθώς και η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιες

επιφάνειες και σε κατακόρυφες επιφάνειες για όλους τους προσανατολισμούς για την περιοχή.

3.7 Υπολογισμός Συντελεστή Θερμοπερατότητας Κτιρίου

3.7.1 Μεθοδολογία υπολογισμού

Με τη θερμομονωτική προστασία των δομικών στοιχείων των κτηριακών κατασκευών επιδιώκεται ο περιορισμός στο ελάχιστο δυνατό των ανταλλαγών θερμότητας μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος και η επίτευξη ενός ευχάριστου εσωκλίματος στο εσωτερικό των κτιρίων με τη μικρότερη δυνατή κατανάλωση ενέργειας. Έτσι, κατά μεν τη χειμερινή (ψυχρή) περίοδο περιορίζονται οι θερμικές απώλειες προς το εξωτερικό περιβάλλον, κατά δε τη θερινή (θερμή) περίοδο περιορίζεται η υπερθέρμανση λόγω θερμικών προσόδων από την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας.

Ταυτόχρονα με τη θερμομονωτική προστασία των κτιρίων ελαχιστοποιείται και ο κίνδυνος εκδήλωσης του φαινομένου της επιφανειακής συμπύκνωσης των υδρατμών (δρόσου) και προστατεύονται οι κατασκευές από φαινόμενα υγρασίας εσωτερικού χώρου. Σε γενικότερο επίπεδο περιορίζεται η απαίτηση για κατανάλωση ενέργειας και κατά συνέπεια μειώνεται η κατανάλωση των διαθέσιμων ενεργειακών πόρων και η ρύπανση του περιβάλλοντος από την παραγωγή αέριων ρύπων.

Με βάση τον κανονισμό θερμομονώσεων Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 2010 (Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος) θα υπολογιστεί ο ζητούμενος συντελεστής θερμοπερατότητας. Τα βασικά μεγέθη που παρατηρούνται σε μια τέτοια μελέτη είναι τα ακόλουθα:

- **Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας (λ):** Είναι η ποσότητα θερμότητας που περνά στη μονάδα του χρόνου μέσα από τις απέναντι πλευρές ενός κύβου με πλευρά 1m από ομογενές υλικό και ενώ η θερμοκρασία των επιφανειών αυτών διατηρείται σταθερή 1° C. Μονάδα μέτρησης είναι W/mK.
- **Συντελεστής θερμοδιαφυγής (Λ):** Είναι η ποσότητα θερμότητας που περνά στη μονάδα του χρόνου από επιφάνεια 1m² ενός δομικού υλικού πάχους d, όταν η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ δύο απέναντι πλευρών είναι σταθερή και ίση με 1° C. Μονάδα μέτρησης είναι W/m²K.
- **Θερμική αντίσταση (R_{ss}):** Όπου $R_{ss} = 1/\Lambda$.
- **Συντελεστής θερμικής μετάβασης ή επιφανειακής αγωγιμότητας του αέρα (α):** Είναι η ποσότητα θερμότητας που μεταβιβάζεται στη μονάδα του χρόνου από την επιφάνεια 1m² ενός δομικού στοιχείου στον αέρα και αντίστροφα που ακίνητος εφάπτεται πάνω του ενώ η διαφορά θερμοκρασίας

μεταξύ του στοιχείου και του αέρα διατηρείται σταθερή στον 1° C. Μονάδα μέτρησης είναι: W/m²K.

- **Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερική) (R_i)**, που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο R_i. Μονάδα μέτρησης είναι: W/m²K.
- **Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερική) (R_a)**, που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς τον εσωτερικό χώρο το R_a. Θεωρείται ως το αντίστροφο μέγεθος του συντελεστή θερμικής μετάβασης ή επιφανειακής αγωγιμότητας του αέρα (α). Μονάδα μέτρησης είναι: W/m²K.
- **Θερμική αντίσταση διάκενου αέρα (R_{ai})**: Είναι η θερμική αντίσταση του στρώματος αέρα σε τυχόν υφιστάμενο διάκενο ανάμεσα στις στρώσεις του δομικού στοιχείου, με την προϋπόθεση το διάκενο αέρα να παραμείνει πρακτικά ακίνητο. Μονάδα μέτρησης είναι: W/m²K.
- **Συντελεστής θερμοπερατότητας (U)**: είναι η ποσότητα θερμότητας που περνά στη μονάδα του χρόνου μέσα από 1 m² δομικού στοιχείου πάχους d όταν η διαφορά θερμοκρασίας του ακίνητου αέρα που εφάπτεται στις δύο πλευρές του διατηρείται σταθερή 1° C. Δηλαδή, ορίζει τις θερμικές απώλειες μέσω του δομικού στοιχείου. Η μονάδα μέτρησης είναι W/m²K.
- **Αντίσταση θερμοπερατότητας (1/U)**

Οι απαιτήσεις για την θερμομονωτική προστασία των κτιριακών κατασκευών επιβάλλεται από τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ) και καθορίζει τον έλεγχο επάρκειας της θερμομονωτικής ικανότητας των κτιρίων σε δύο στάδια τα οποία επιγραμματικά είναι: (Κ.Εν.Α.Κ, 2010)

- Στο πρώτο στάδιο ελέγχεται η θερμική επάρκεια κάθε ενός από τα επί μέρους δομικά στοιχεία του κτιρίου. Για να ικανοποιεί ένα δομικό στοιχείο τις απαιτήσεις θερμομονωτικής προστασίας του κανονισμού, θα πρέπει η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας U_{εξεταζ} αυτού του δομικού στοιχείου να μην υπερβαίνει την τιμή του μέγιστου επιτρεπόμενου συντελεστή θερμοπερατότητας U_{max} που ορίζει ο κανονισμός ανά κλιματική ζώνη για κάθε κατηγορία δομικών στοιχείων, δηλαδή θα πρέπει να ισχύει:

$$U_{εξετ} \leq U_{max} \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$

- Κατά το δεύτερο στάδιο ελέγχεται η θερμική επάρκεια του συνόλου του κτιρίου. Για να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις του κανονισμού θα πρέπει η μέση τιμή θερμοπερατότητας του εξεταζόμενου κτιρίου (U_m) να μην υπερβαίνει τα όρια που θέτει ο κανονισμός για κάθε κτίριο (U_{m,max}), εντασσόμενο σε μια από τις κλιματικές ζώνες του ελλαδικού χώρου. Η

μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη τον λόγο της συνολικής παραμετρικής επιφάνειας του κτιρίου προς τον όγκο του (F/V). Πρέπει δηλαδή να ισχύει:

$$U_m \leq U_{m, \max} \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$

Με βάση τα παραπάνω, τα βήματα που θα ακολουθηθούν για τον υπολογισμό αυτού του συντελεστή είναι τα παρακάτω:

1^ο βήμα:

Στο βήμα αυτό υπολογίζεται και ελέγχεται η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή U_{\max} , ο συντελεστής θερμοπερατότητας U , για κάθε διαφορετικό δομικό στοιχείο του κτιριακού κελύφους. Οι θερμομονωτικές ιδιότητες των δομικών στοιχείων είναι τόσο τα υλικά που αποτελούνται και τα πάχη των στρώσεων όσο ο προσανατολισμός του και το μέσο που έρχεται σε επαφή όπως περιβάλλον, έδαφος κτλ)

Για τον υπολογισμό του U δεν υπήρχαν αρχιτεκτονικά σχέδια τομών των δομικών στοιχείων και έτσι τα υλικά και τα πάχη των στρώσεων υπολογίστηκαν με βάση στοιχεία που δόθηκαν από δασκάλους έχουν δει κομμάτι του τοίχου εσωτερικά. Επίσης, μια και όλο το κτίριο κατασκευάστηκε ταυτόχρονα δεν υπάρχει διαφορά στα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν. Με βάση μετρήσεις στο κτίριο και τυποποιημένες τιμές στις διαστάσεις των τοίχων, πατωμάτων και ταβανιού αποκτώνται τα ζητούμενα μεγέθη όπως το πάχος της κάθε στρώσης (d). Ενώ, για τον υπολογισμό του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας (λ) χρησιμοποιούνται δεδομένες τιμές από πίνακες. Το πηλίκο d/λ δίνει το συντελεστή θερμικής αντίστασης.

Η αντίσταση της θερμοδιαφυγής υπολογίζεται ως άθροισμα των επιμέρους θερμικών αντιστάσεων:

$$R_{ss} = \sum \frac{d_i}{\lambda_i} = \frac{1}{\Lambda}$$

Στην παραπάνω Θερμική αντίσταση, προστίθενται και οι δύο αντιστάσεις θερμικής μετάβασης, τόσο η εσωτερική (εξωτερική) όσο και η εξωτερική (εσωτερική). Με βάση αυτά, η αντίσταση θερμοπερατότητας του στοιχείου, υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{\Lambda} + R_i + R_a + R_{al}$$

Και ο ζητούμενος συντελεστής θερμοπερατότητας) του εκάστοτε στοιχείου υπολογίζεται με την αντιστροφή της παραπάνω αντίστασης. Ελέγχοντας την τιμή αυτή με την U_{\max} , θα πρέπει να ισχύει ότι $U \leq U_{\max}$

Τιμές για το U_{\max} λαμβάνονται από πίνακες που δίνονται από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. Επίσης, οι ζητούμενες τιμές για τα κουφώματα λαμβάνονται και αυτές από ειδικούς πίνακες.

2^ο βήμα:

Στο βήμα αυτό καταγράφονται τα δομικά στοιχεία που συναποτελούν το κατακόρυφο κέλυφος του κάθε ορόφου, όπου για κάθε ένα από αυτά τα στοιχεία χρησιμοποιείται ο συντελεστής θερμοπερατότητας που υπολογίστηκε στο προηγούμενο ερώτημα και την επιφάνεια του κάθε στοιχείου.

Για την εύρεση του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας όλου του κτιρίου (U_m) πρέπει να υπολογιστούν ορισμένα γεωμετρικά μεγέθη του κτιρίου και συγκεκριμένα:

- Ο υπολογισμός των εμβαδών όλων των επί μέρους δομικών στοιχείων.
- Ο όγκος του κτιρίου

Τα μεγέθη αυτά υπολογίζονται κατά όροφο στο κτίριο.

Κατά τον υπολογισμό του λόγου A/V λαμβάνονται υπόψη όλες οι εξωτερικές επιφάνειες που διαμορφώνουν το κέλυφος του κτιρίου είτε έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα είτε έρχονται σε επαφή με το έδαφος είτε σε χώρο με χαμηλότερη θερμοκρασία.

Συγκεκριμένα, για την εύρεση της εξωτερικής επιφάνειας A , λαμβάνεται το άθροισμα όλων των εξωτερικών επιφανειών των θερμαινόμενων χώρων. Αντίστοιχα, ο όγκος V είναι ο όγκος του κτιρίου που περικλείεται από όλες τις θερμαινόμενες επιφάνειες του κτιρίου.

Τέλος, η εύρεση του λόγου A/V οδηγεί στον προσδιορισμό της μέγιστης επιτρεπόμενης τιμής του συντελεστή θερμοπερατότητας του κτιρίου όπως αυτή ορίζεται για κάθε ζώνη.

Για να επιτευχθεί ο παραπάνω στόχος, καταγράφονται τα δομικά στοιχεία του κελύφους του κάθε ορόφου και ως συντελεστής θερμοπερατότητας χρησιμοποιείται η τιμή που υπολογίστηκε στο προηγούμενο βήμα. Ταυτόχρονα, υπολογίζεται η επιφάνεια του κάθε στοιχείου στον υπό μελέτη όροφο. Για τα κουφώματα του ορόφου αυτού ακολουθείται η ίδια διαδικασία μόνο όπου οι χρησιμοποιούμενες τιμές λαμβάνονται από πίνακες.

3^ο βήμα:

Υπολογισμός του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του κτιρίου

Στο βήμα αυτό θα υπολογισθεί ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κτιρίου. Ο συντελεστής αυτός προκύπτει από τον συνυπολογισμό των συντελεστών όλων των επί μέρους δομικών στοιχείων του περιβλήματος του θερμαινόμενου χώρου

του κτιρίου σε αναλογία με το αντίστοιχο εμβαδόν τους. Ο υπολογισμός του U_m δίνεται με βάση τον τύπο:

$$U_m = \frac{\sum_{i=1}^n A_i * U_i * b}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Όπου U_m : ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κελύφους του κτιρίου

n: το πλήθος των επί μέρους δομικών στοιχείων στο κέλυφος του κτιρίου

b: μειωτικός συντελεστής που αναπτύσσεται στο περίβλημα του κτιρίου.

Η τιμή U_m που βρέθηκε, συγκρίνεται με το μέγιστο επιτρεπόμενο $U_{m, \max}$ που λαμβάνεται από τον πίνακά για κάθε κλιματική ζώνη με βάση τον λόγο A/V , ισχύοντας πάντα η ανίσωση:

$$U_m \leq U_{m, \max}$$

Σημείωση: Ο μειωτικός συντελεστής (b) προσαρμόζει τις υπολογισθείσες θερμικές απώλειες από κάθε επιφάνεια του κτιριακού κελύφους στις πραγματικές συνθήκες θερμοκρασίας. Κάθε ποσότητα A (συντελεστής μεταφοράς θερμότητας) ορίζει τη μεταφερόμενη ποσότητα θερμότητας προς το εξωτερικό περιβάλλον μέσω των επί μέρους δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους στη μονάδα του χρόνου για διαφορά εσωτερική με εξωτερική θερμοκρασία 1 °C. Σε ορισμένες περιπτώσεις η ποσότητα αυτή είναι υπερεκτιμημένη και με τη χρήση του συντελεστού αυτού επιχειρείται η επαναφορά της σε πιο πραγματικά μεγέθη. Οι τιμές που λαμβάνει είναι συνήθως 1 με εξαίρεση επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με θερμαινόμενους χώρους του ίδιου κτιρίου όπου $b=0,5$.

✓ Υπολογισμός A/V

Επίσης οι τιμές των αντιστάσεων θερμικής μετάβασης των επιφανειακών στρωμάτων αέρα εκατέρωθεν των όψεων του δομικού στοιχείου λαμβάνονται από τον ακόλουθο πίνακα (Πίνακας 3.6) της ίδιας τεχνικής οδηγίας:

Πίνακας 3.6: Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας ενός κτιρίου ανά κλιματική ζώνη συναρτήσει του λόγου της περιβάλλουσας επιφάνειας του κτιρίου προς τον όγκο του

Λόγος A/V	Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U_m [W/(m ² ·K)]			
	Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
$\leq 0,2$	1,26	1,14	1,05	0,96
0,3	1,20	1,09	1,00	0,92
0,4	1,15	1,03	0,95	0,87
0,5	1,09	0,98	0,90	0,83
0,6	1,03	0,93	0,86	0,78
0,7	0,98	0,88	0,81	0,73
0,8	0,92	0,83	0,76	0,69
0,9	0,86	0,78	0,71	0,64
$\geq 1,0$	0,81	0,73	0,66	0,60

Για τον υπολογισμό του εμβαδού A υπεισέρχονται στον υπολογισμό οι εξωτερικές επιφάνειες του κελύφους στο σύνολό τους που διαμορφώνουν το κέλυφος του κτιρίου είτε έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα, είτε έρχονται σε επαφή με το έδαφος, είτε με χώρο χαμηλότερης θερμοκρασίας, είτε με εξωτερική επιφάνεια άλλου κτιρίου είτε αυτό βρίσκεται εντός του ίδιου οικοπέδου είτε στο όμορο παρακολουθώντας απόλυτα τη γεωμετρία του κτιρίου.

Αντίστοιχα ο όγκος V είναι ο όγκος του κτιρίου που περικλείεται από όλες αυτές τις επιφάνειες. Στο συνολικό όγκο συνυπολογίζονται οι χώροι που είναι θερμαινόμενοι.

Η υπολογιζόμενη τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας κάθε δομικού στοιχείου, αναλόγως της θέσης του στο κτίριο, θα πρέπει να προκύπτει μικρότερη ή ίση της μέγιστης επιτρεπόμενης τιμής, όπως αυτή ορίζεται στον πίνακα 6 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2010 για κάθε κλιματική ζώνη του Ελλαδικού χώρου.

Πίνακας 3.7: Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας διαφόρων δομικών στοιχείων ανά κλιματική ζώνη

Δομικό στοιχείο	Σύμβολο	Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας $W/(m^2 \cdot K)$			
		Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές)	U_R	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	U_T	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πilotές)	U_{FA}	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους	U_{TU}	1,50	1,00	0,80	0,70
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με το έδαφος	U_{TB}	1,50	1,00	0,80	0,70
Δάπεδα σε επαφή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους	U_{FU}	1,20	0,90	0,75	0,70
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος	U_{FB}	1,20	0,90	0,75	0,70
Κουφώματα ανοιγμάτων	U_W	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινες προσόψεις κτιρίων μη ανοιγόμενες ή μερικώς ανοιγόμενες	U_{GF}	2,20	2,00	1,80	1,80

Ο ακόλουθος Πίνακας 3.8 παρουσιάζει ορισμένα ειδικά στοιχεία που αφορούν τις διάφορες επιφάνεια και τον συνολικό όγκο του κτιρίου. Επίσης φαίνεται και ο λόγος A/V που θα μας χρειαστεί στη συνέχεια των υπολογισμών.

Πίνακας 3.8: Ειδικά στοιχεία κτιρίου

Επιφάνεια εξωτερικών τοίχων	2759,43 m^2
Επιφάνεια εξωτερικών τοίχων	905,26 m^2
Επιφάνεια εξωτερικών τοίχων	1221,00 m^2
Επιφάνεια εξωτερικών τοίχων	1507,00 m^2
Επιφάνεια εξωτερικών τοίχων	95,00 m^2
Ολική επιφάνεια οικοδομής (A)	6487,69 m^2
Όγκος οικοδομής (V)	20069,00 m^3
Λόγος A/V	0,323 1/m

3.7.2 Υπολογισμός Συντελεστών Θερμοπερατότητας των Αδιαφανών Δομικών Στοιχείων του Κτιρίου

Εξετάζεται ο κάθε τύπος δομικού στοιχείου ξεχωριστά. Πρώτα προσδιορίζονται οι συντελεστές θερμοπερατότητας για κάθε τύπο επιφάνειας του κτιρίου.

Στους πίνακες κάθε δομικού στοιχείου δίνονται τα είδη των διαφόρων δομικών υλικών, η φαινόμενη πυκνότητά τους, τα πάχη των δομικών υλικών, ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητάς τους και υπολογίζοντας την θερμική αντίσταση, έτσι προσδιορίζεται έπειτα ο συντελεστής θερμοπερατότητας. Στο τέλος ο συντελεστής που υπολογίστηκε συγκρίνεται με τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή που δίνεται από το ΤΕΕ ώστε να εξεταστεί αν το δομικό στοιχείο που εξετάζεται πληροί τις προδιαγραφές θερμομόνωσης.

Στο σημείο αυτό υπολογίζονται οι συντελεστές θερμοπερατότητας U για κάθε δομικό στοιχείο του κτιρίου.

➤ Μονωμένη εξωτερική δοκός

Υπολογισμός θερμικής αντίστασης της μονωμένης εξωτερικής δοκού

a/a	Στρώσεις υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη πυκνότητα ρ (kg/m ³)	Θερμική αγωγιμότητα λ (W/mK)	Πάχος στρώσης d (m)	Θερμική αντίσταση d/λ (m ² K/W)
1	Ασβεστοτσιμεντοκονία	1900	0,750	0,020	0,027
2	Σκυρόδεμα B>160	1200	1,750	0,300	0,171
3	Wallmate cw	35	0,025	0,040	1,600
4	Οπτοπλ. πλήρεις 1200	1200	0,450	0,090	0,200
Θερμική αντίσταση όλων των στρώσεων					$R_{\Lambda} = 1,998$

Υπολογισμός αντιστάσεων θερμικής μετάβασης και συντελεστή θερμοπερατότητας

Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης (m ² K/W)	$R_i = 0,13$
Συντελεστής θερμοπερατότητας (W/m ² K)	$R_a = 0,04$
	$U = 0,461$
Ολικό πάχος στοιχείο (cm)	45,0

Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για κτίρια της Ζώνης Β είναι $U_{\max} = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$. Άρα το συγκεκριμένο δομικό στοιχείο πληροί τις προδιαγραφές, μιας και ισχύει η ζητούμενη ανισότητα $U < U_{\max}$, οπότε ο αντίστοιχος συντελεστή θερμοπερατότητας είναι εντός των επιτρεπτών ορίων.

➤ **Εξωτερική δοκός με μαρμάρινη επένδυση**

Ακολουθώς παρουσιάζονται τα είδη των υλικών, τα πάχη των στρώσεων τους, η θερμική αγωγιμότητά τους, ώστε να προκύψει τελικά η θερμική αντίσταση των επιμέρους και τελικά του συνολικού δομικού στοιχείου.

Υπολογισμός θερμικής αντίστασης της εξωτερικής δοκού με μαρμάρινη επένδυση

a/a	Στρώσεις υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη πυκνότητα ρ (kg/m ³)	Θερμική αγωγιμότητα λ (W/mK)	Πάχος στρώσης d (m)	Θερμική αντίσταση d/ λ (m ² K/W)
1	Ασβεστοτσιμεντοκονία	1900	0,750	0,020	0,027
2	Μεταλλικό πλέγμα			0,001	
3	Wallmate cw	35	0,025	0,040	1,600
4	Σκυρόδεμα B>160	2400	1,750	0,300	0,171
5	Ασβεστοτσιμεντοκονία	1900	0,750	0,020	0,027
6	Μαρμαρόπλακες	3000	3,000	0,020	0,007
Θερμική αντίσταση όλων των στρώσεων (m ² K/W)					$R_{\Lambda} = 1,831$

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω στοιχεία, καθώς και την εξωτερική και εσωτερική αντίσταση θερμικής μετάβασης μπορούμε να υπολογίσουμε το συντελεστή θερμοπερατότητας της εξωτερικής δοκού με μαρμάρινη επένδυση.

Υπολογισμός αντιστάσεων θερμικής μετάβασης και συντελεστή θερμοπερατότητας

Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης (m ² K/W)	$R_i = 0,14$
	$R_{\alpha} = 0,05$
Συντελεστής θερμοπερατότητας (W/m ² K)	$U = 0,499$
Ολικό πάχος στοιχείου (cm)	40,1

Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για κτίρια της Ζώνης Β είναι $U_{max} = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$. Άρα το συγκεκριμένο δομικό στοιχείο πληροί, έστω και οριακά, τις προδιαγραφές, μιας και ισχύει η ζητούμενη ανισότητα $U < U_{max}$, οπότε ο αντίστοιχος συντελεστή θερμοπερατότητας είναι εντός των επιτρεπτών ορίων.

➤ **Εξωτερική δοκός με εμφανές σκυρόδεμα**

Ακολουθώς παρουσιάζονται τα είδη των υλικών, τα πάχη των στρώσεων τους, η θερμική αγωγιμότητά τους, ώστε να προκύψει τελικά η θερμική αντίσταση των επιμέρους και τελικά του συνολικού δομικού στοιχείου.

Υπολογισμός θερμικής αντίστασης της εξωτερικής δοκού με εμφανές σκυρόδεμα

a/a	Στρώσεις υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη πυκνότητα ρ (kg/m ³)	Θερμική αγωγιμότητα λ (W/mK)	Πάχος στρώσης d (m)	Θερμική αντίσταση d/ λ (m ² K/W)
1	Ασβεστοτσιμεντοκονία	1900	0,750	0,020	0,027
2	Μεταλλικό πλέγμα			0,001	
3	Wallmate cw	35	0,025	0,040	1,600
4	Σκυρόδεμα B>160	2400	1,750	0,300	0,171
Θερμική αντίσταση όλων των στρώσεων (m ² K/W)					$R_{\Lambda} = 1,798$

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω στοιχεία, καθώς και την εξωτερική και εσωτερική αντίσταση θερμικής μετάβασης μπορούμε να υπολογίσουμε το συντελεστή θερμοπερατότητας της εξωτερικής δοκού με εμφανές σκυρόδεμα.

Υπολογισμός αντιστάσεων θερμικής μετάβασης και συντελεστή θερμοπερατότητας

Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης (m ² K/W)	$R_i = 0,13$
	$R_{\alpha} = 0,04$
Συντελεστής θερμοπερατότητας (W/m ² K)	$U = 0,508$
Ολικό πάχος στοιχείου (cm)	36,1

Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για κτίρια της Ζώνης Β είναι $U_{\max} = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$. Άρα το συγκεκριμένο δομικό στοιχείο οριακά δεν πληροί τις προδιαγραφές, μιας και είναι οριακά εκτός των επιτρεπτών ορίων.

➤ **Εξωτερικός τοίχος με μαρμάρινη επένδυση**

Ακολουθώς παρουσιάζονται τα είδη των υλικών, τα πάχη των στρώσεων τους, η θερμική αγωγιμότητά τους, ώστε να προκύψει τελικά η θερμική αντίσταση των επιμέρους και τελικά του συνολικού δομικού στοιχείου.

Υπολογισμός θερμικής αντίστασης του εξωτερικού τοίχου με μαρμάρινη επένδυση

a/a	Στρώσεις υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη πυκνότητα ρ (kg/m ³)	Θερμική αγωγιμότητα λ (W/mK)	Πάχος στρώσης d (m)	Θερμική αντίσταση d/ λ (m ² K/W)
1	Ασβεστοτσιμεντοκονία	1900	0,750	0,020	0,027
2	Σκυρόδεμα B>160	2400	1,750	0,300	0,171
3	Wallmate cw	35	0,025	0,040	1,600
4	Οπτόπλινθοι διάτρητ.	1200	0,450	0,090	0,200
5	Ασβεστοτσιμεντοκονία	1900	0,750	0,020	0,027
6	Μαρμαρόπλακες	3000	3,000	0,030	0,010
Θερμική αντίσταση όλων των στρώσεων (m ² K/W)					$R_L = 2,035$

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω στοιχεία, καθώς και την εξωτερική και εσωτερική αντίσταση θερμικής μετάβασης μπορούμε να υπολογίσουμε το συντελεστή θερμοπερατότητας του εξωτερικού τοίχου με μαρμάρινη επένδυση.

Υπολογισμός αντιστάσεων θερμικής μετάβασης και συντελεστή θερμοπερατότητας

Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης (m ² K/W)	$R_i = 0,13$
	$R_a = 0,04$
Συντελεστής θερμοπερατότητας (W/m ² K)	$U = 0,454$
Ολικό πάχος στοιχείου (cm)	50,0

Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για κτίρια της Ζώνης Β είναι $U_{max} = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$. Άρα το συγκεκριμένο δομικό στοιχείο πληροί τις προδιαγραφές, μιας και ισχύει η ζητούμενη ανισότητα $U < U_{max}$, οπότε ο αντίστοιχος συντελεστή θερμοπερατότητας είναι εντός των επιτρεπτών ορίων.

➤ **Εξωτερικός τοίχος με εσωτερική-εξωτερική οπτοπλινθοδομή**

Ακολουθώς παρουσιάζονται τα είδη των υλικών, τα πάχη των στρώσεων τους, η θερμική αγωγιμότητά τους, ώστε να προκύψει τελικά η θερμική αντίσταση των επιμέρους και τελικά του συνολικού δομικού στοιχείου.

Υπολογισμός θερμικής αντίστασης του εξωτερικού τοίχου με εσωτερική-εξωτερική οπτοπλινθοδομή

α/α	Στρώσεις υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη πυκνότητα ρ (kg/m ³)	Θερμική αγωγιμότητα λ (W/mK)	Πάχος στρώσης d (m)	Θερμική αντίσταση d/λ (m ² K/W)
1	Οπτόπλ. πλήρεις 1200	1200	0,450	0,090	0,200
2	Σκυρόδεμα B>160	2400	1,750	0,300	0,171
3	Wallmate cw	35	0,025	0,040	1,600
4	Οπτόπλ. πλήρεις 1200	1200	0,450	0,090	0,200
Θερμική αντίσταση όλων των στρώσεων (m ² K/W)					$R_{\Lambda} = 2,171$

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω στοιχεία, καθώς και την εξωτερική και εσωτερική αντίσταση θερμικής μετάβασης μπορούμε να υπολογίσουμε το συντελεστή θερμοπερατότητας του εξωτερικού τοίχου με εσωτερική-εξωτερική οπτοπλινθοδομή.

Υπολογισμός αντιστάσεων θερμικής μετάβασης και συντελεστή θερμοπερατότητας

Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης (m ² K/W)	$R_i = 0,13$
	$R_{\alpha} = 0,04$
Συντελεστής θερμοπερατότητας (W/m ² K)	$U = 0,427$
Ολικό πάχος στοιχείου (cm)	52,0

Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για κτίρια της Ζώνης Β είναι $U_{max} = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$. Άρα το συγκεκριμένο δομικό στοιχείο πληροί τις προδιαγραφές, μιας και ισχύει η ζητούμενη ανισότητα $U < U_{max}$, οπότε ο αντίστοιχος συντελεστή θερμοπερατότητας είναι εντός των επιτρεπτών ορίων.

➤ **Εξωτερικός τοίχος με εξωτερική οπτοπλινθοδομή**

Ακολουθώς παρουσιάζονται τα είδη των υλικών, τα πάχη των στρώσεων τους, η θερμική αγωγιμότητά τους, ώστε να προκύψει τελικά η θερμική αντίσταση των επιμέρους και τελικά του συνολικού δομικού στοιχείου.

Υπολογισμός θερμικής αντίστασης του εξωτερικού τοίχου με εξωτερική οπτοπλινθοδομή

a/a	Στρώσεις υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη πυκνότητα ρ (kg/m ³)	Θερμική αγωγιμότητα λ (W/mK)	Πάχος στρώσης d (m)	Θερμική αντίσταση d/ λ (m ² K/W)
1	Ασβεστοτσιμεντοκονία	1900	0,750	0,020	0,027
2	Σκυρόδεμα B>160	2400	1,750	0,300	0,171
3	Wallmate cw	35	0,025	0,040	1,600
4	Οπτόπλ. πλήρεις 1200	1200	0,450	0,090	0,200
Θερμική αντίσταση όλων των στρώσεων (m ² K/W)					$R_{\Lambda} = 1,998$

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω στοιχεία, καθώς και την εξωτερική και εσωτερική αντίσταση θερμικής μετάβασης μπορούμε να υπολογίσουμε το συντελεστή θερμοπερατότητας του εξωτερικού τοίχου με εξωτερική οπτοπλινθοδομή.

Υπολογισμός αντιστάσεων θερμικής μετάβασης και συντελεστή θερμοπερατότητας

Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης (m ² K/W)	$R_i = 0,13$
	$R_{\alpha} = 0,04$
Συντελεστής θερμοπερατότητας (W/m ² K)	$U = 0,461$
Ολικό πάχος στοιχείου (cm)	45,0

Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για κτίρια της Ζώνης Β είναι $U_{max} = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$. Άρα το συγκεκριμένο δομικό στοιχείο πληροί τις προδιαγραφές, μιας και ισχύει η

ζητούμενη ανισότητα $U < U_{max}$, οπότε ο αντίστοιχος συντελεστή θερμοπερατότητας είναι εντός των επιτρεπτών ορίων.

➤ **Εξωτερικός τοίχος με εμφανές σκυρόδεμα**

Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται τα είδη των υλικών, τα πάχη των στρώσεων τους, η θερμική αγωγιμότητά τους, ώστε να προκύψει τελικά η θερμική αντίσταση των επιμέρους και τελικά του συνολικού δομικού στοιχείου.

Υπολογισμός θερμικής αντίστασης του εξωτερικού τοίχου με εμφανές σκυρόδεμα

a/a	Στρώσεις υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη πυκνότητα ρ (kg/m ³)	Θερμική αγωγιμότητα λ (W/mK)	Πάχος στρώσης d (m)	Θερμική αντίσταση d/λ (m ² K/W)
1	Ασβεστοτσιμεντοκονία	1900	0,750	0,020	0,027
2	Οπτόπλινθοι διάτρητ.	1200	0,450	0,090	0,200
3	Wallmate cw	35	0,025	0,040	1,600
4	Σκυρόδεμα B>160	2400	1,750	0,300	0,171
Θερμική αντίσταση όλων των στρώσεων (m ² K/W)					$R_{\Lambda} = 1,998$

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω στοιχεία, καθώς και την εξωτερική και εσωτερική αντίσταση θερμικής μετάβασης μπορούμε να υπολογίσουμε το συντελεστή θερμοπερατότητας του εξωτερικού τοίχου με εμφανές σκυρόδεμα.

Υπολογισμός αντιστάσεων θερμικής μετάβασης και συντελεστή θερμοπερατότητας

Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης (m ² K/W)	$R_i = 0,13$
	$R_a = 0,04$
Συντελεστής θερμοπερατότητας (W/m ² K)	$U = 0,461$
Ολικό πάχος στοιχείου (cm)	45,0

Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για κτίρια της Ζώνης B είναι $U_{max} = 0,5$ W/m²K. Άρα το συγκεκριμένο δομικό στοιχείο πληροί τις προδιαγραφές, μιας και ισχύει η ζητούμενη ανισότητα $U < U_{max}$, οπότε ο αντίστοιχος συντελεστή θερμοπερατότητας είναι εντός των επιτρεπτών ορίων.

➤ Εξωτερικός τοίχος με εμφανές σκυρόδεμα χωρίς οπτοπλινθοδομή

Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται τα είδη των υλικών, τα πάχη των στρώσεων τους, η θερμική αγωγιμότητά τους, ώστε να προκύψει τελικά η θερμική αντίσταση των επιμέρους και τελικά του συνολικού δομικού στοιχείου.

Υπολογισμός θερμικής αντίστασης του εξωτερικού τοίχου με εμφανές σκυρόδεμα χωρίς οπτοπλινθοδομή

α/α	Στρώσεις υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη πυκνότητα ρ (kg/m ³)	Θερμική αγωγιμότητα λ (W/mK)	Πάχος στρώσης d (m)	Θερμική αντίσταση d/λ (m ² K/W)
1	Ασβεστοτσιμεντοκονία	1900	0,750	0,020	0,027
2	Μεταλλικό πλέγμα			0,001	
3	Wallmate cw	35	0,025	0,040	1,600
4	Σκυρόδεμα B>160	2400	1,750	0,300	0,171
Θερμική αντίσταση όλων των στρώσεων (m ² K/W)					$R_{\Lambda} = 1,798$

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω στοιχεία, καθώς και την εξωτερική και εσωτερική αντίσταση θερμικής μετάβασης μπορούμε να υπολογίσουμε το συντελεστή θερμοπερατότητας του εξωτερικού τοίχου με εμφανές σκυρόδεμα χωρίς οπτοπλινθοδομή.

Υπολογισμός αντιστάσεων θερμικής μετάβασης και συντελεστή θερμοπερατότητας

Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης (m ² K/W)	$R_i = 0,13$
	$R_{\alpha} = 0,04$
Συντελεστής θερμοπερατότητας (W/m ² K)	$U = 0,508$
Ολικό πάχος στοιχείου (cm)	36,1

Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για κτίρια της Ζώνης Β είναι $U_{\max} = 0,5$ W/m²K. Άρα το συγκεκριμένο δομικό στοιχείο οριακά δεν πληροί τις προδιαγραφές, μιας και είναι οριακά εκτός των επιτρεπτών ορίων.

➤ Εξωτερικός τοίχος σε χώρο υγιεινής με επένδυση από κεραμικά πλακάκια

Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται τα είδη των υλικών, τα πάχη των στρώσεων τους, η θερμική αγωγιμότητά τους, ώστε να προκύψει τελικά η θερμική αντίσταση των επιμέρους και τελικά του συνολικού δομικού στοιχείου.

Υπολογισμός θερμικής αντίστασης του εξωτερικού τοίχου σε χώρο υγιεινής με επένδυση από κεραμικά πλακάκια

α/α	Στρώσεις υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη πυκνότητα ρ (kg/m ³)	Θερμική αγωγιμότητα λ (W/mK)	Πάχος στρώσης d (m)	Θερμική αντίσταση d/λ (m ² K/W)
1	Πλακίδια κεραμικά	2000	0,900	0,020	0,022
2	Ασβεστοτσιμεντοκονία	1900	0,750	0,020	0,027
3	Οπτόπλινθοι διάτρητ.	1200	0,450	0,090	0,200
4	Στρώμα αέρα 5		0,210	0,050	0,238
5	Σκυρόδεμα B>160	2400	1,750	0,300	0,171
6	Wallmate cw	35	0,025	0,030	1,200
7	Οπτόπλινθοι πλήρεις 1200	1200	0,450	0,090	0,200
Θερμική αντίσταση όλων των στρώσεων (m ² K/W)					$R_{\Lambda} = 2,058$

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω στοιχεία, καθώς και την εξωτερική και εσωτερική αντίσταση θερμικής μετάβασης μπορούμε να υπολογίσουμε το συντελεστή θερμοπερατότητας του εξωτερικού τοίχου σε χώρο υγιεινής με επένδυση από κεραμικά πλακάκια.

Υπολογισμός αντιστάσεων θερμικής μετάβασης και συντελεστή θερμοπερατότητας

Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης (m ² K/W)	$R_i = 0,13$
	$R_a = 0,04$
Συντελεστής θερμοπερατότητας (W/m ² K)	$U = 0,448$
Ολικό πάχος στοιχείου (cm)	60,0

Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για κτίρια της Ζώνης Β είναι $U_{max} = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$. Άρα το συγκεκριμένο δομικό στοιχείο πληροί τις προδιαγραφές, μιας και ισχύει η ζητούμενη ανισότητα $U < U_{max}$, οπότε ο αντίστοιχος συντελεστή θερμοπερατότητας είναι εντός των επιτρεπτών ορίων.

➤ **Εξωτερικός τοίχος**

Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται τα είδη των υλικών, τα πάχη των στρώσεων τους, η θερμική αγωγιμότητά τους, ώστε να προκύψει τελικά η θερμική αντίσταση των επιμέρους και τελικά του συνολικού δομικού στοιχείου.

Υπολογισμός θερμικής αντίστασης του εξωτερικού τοίχου

a/a	Στρώσεις υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη πυκνότητα ρ (kg/m ³)	Θερμική αγωγιμότητα λ (W/mK)	Πάχος στρώσης d (m)	Θερμική αντίσταση d/ λ (m ² K/W)
1	Ασβεστοτσιμεντοκονία	1900	0,750	0,020	0,027
2	Οπτόπλινθοι διάτρητ.	1200	0,450	0,200	0,444
3	Στρώμα αέρα 15		0,190	0,100	0,526
4	Wallmate cw	35	0,025	0,040	1,600
5	Οπτόπλινθοι πλήρεις 1200	1200	0,450	0,090	0,200
Θερμική αντίσταση όλων των στρώσεων (m ² K/W)					$R_{\Lambda} = 2,797$

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω στοιχεία, καθώς και την εξωτερική και εσωτερική αντίσταση θερμικής μετάβασης μπορούμε να υπολογίσουμε το συντελεστή θερμοπερατότητας του εξωτερικού τοίχου.

Υπολογισμός αντιστάσεων θερμικής μετάβασης και συντελεστή θερμοπερατότητας

Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης (m ² K/W)	$R_i = 0,13$
	$R_{\alpha} = 0,04$
Συντελεστής θερμοπερατότητας (W/m ² K)	$U = 0,337$
Ολικό πάχος στοιχείου (cm)	45,0

Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για κτίρια της Ζώνης Β είναι $U_{max} = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$. Άρα το συγκεκριμένο δομικό στοιχείο πληροί τις προδιαγραφές, μιας και ισχύει η ζητούμενη ανισότητα $U < U_{max}$, οπότε ο αντίστοιχος συντελεστή θερμοπερατότητας είναι εντός των επιτρεπτών ορίων.

➤ **Οροφή με πλάκες και μόνωση**

Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται τα είδη των υλικών, τα πάχη των στρώσεων τους, η θερμική αγωγιμότητά τους, ώστε να προκύψει τελικά η θερμική αντίσταση των επιμέρους και τελικά του συνολικού δομικού στοιχείου.

Υπολογισμός θερμικής αντίστασης οροφής με πλάκες και μόνωση

a/a	Στρώσεις υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη πυκνότητα ρ (kg/m^3)	Θερμική αγωγιμότητα λ (W/mK)	Πάχος στρώσης d (m)	Θερμική αντίσταση d/λ ($\text{m}^2\text{K/W}$)
1	Πλάκες ταρατσών	1400	0,500	0,020	0,040
2	Τσιμεντοκονία	1900	1,200	0,020	0,017
3	Γαμπριλοσκυρ/μα-1500	1500	0,550	0,150	0,273
4	Roofmate SL	35	0,023	0,050	2,174
5	Στεγανωτικό	1050	0,150	0,001	0,007
6	Σκυρόδεμα $B > 160$	2400	1,750	0,300	0,071
Θερμική αντίσταση όλων των στρώσεων ($\text{m}^2\text{K/W}$)					$R_{\Lambda} = 2,681$

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω στοιχεία, καθώς και την εξωτερική και εσωτερική αντίσταση θερμικής μετάβασης μπορούμε να υπολογίσουμε το συντελεστή θερμοπερατότητας της οροφής με πλάκες και μόνωση.

Υπολογισμός αντιστάσεων θερμικής μετάβασης και συντελεστή θερμοπερατότητας

Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης ($\text{m}^2\text{K/W}$)	$R_i = 0,13$
	$R_{\alpha} = 0,04$
Συντελεστής θερμοπερατότητας ($\text{W/m}^2\text{K}$)	$U = 0,351$
Ολικό πάχος στοιχείου (cm)	54,1

Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για κτίρια της Ζώνης Β είναι $U_{max} = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$. Άρα το συγκεκριμένο δομικό στοιχείο πληροί τις προδιαγραφές, μιας και ισχύει η

ζητούμενη ανισότητα $U < U_{max}$, οπότε ο αντίστοιχος συντελεστή θερμοπερατότητας είναι εντός των επιτρεπτών ορίων.

➤ **Οροφή θόλου με alucobond**

Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται τα είδη των υλικών, τα πάχη των στρώσεων τους, η θερμική αγωγιμότητά τους, ώστε να προκύψει τελικά η θερμική αντίσταση των επιμέρους και τελικά του συνολικού δομικού στοιχείου.

Υπολογισμός θερμικής αντίστασης οροφής θόλου με alucobond

a/a	Στρώσεις υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη πυκνότητα ρ (kg/m ³)	Θερμική αγωγιμότητα λ (W/mK)	Πάχος στρώσης d (m)	Θερμική αντίσταση d/ λ (m ² K/W)
1	Alucobond		180,000	0,004	0,000
2	Στρώμα αέρα 2		0,190	0,020	0,105
3	Roofmate SL	35	0,023	0,050	2,174
4	Στεγανωτικό	1050	0,150	0,010	0,067
5	Τσιμεντοκονία	1900	1,200	0,020	0,017
6	Σκυρόδεμα B>160	2400	1,750	0,170	0,097
7	Ασβεστοτσιμεντοκονία	1900	0,750	0,020	0,027
Θερμική αντίσταση όλων των στρώσεων (m ² K/W)					$R_{\Lambda} = 2,486$

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω στοιχεία, καθώς και την εξωτερική και εσωτερική αντίσταση θερμικής μετάβασης μπορούμε να υπολογίσουμε το συντελεστή θερμοπερατότητας της οροφής θόλου με alucobond.

Υπολογισμός αντιστάσεων θερμικής μετάβασης και συντελεστή θερμοπερατότητας

Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης (m ² K/W)	$R_i = 0,14$
	$R_a = 0,05$
Συντελεστής θερμοπερατότητας (W/m ² K)	$U = 0,376$
Ολικό πάχος στοιχείου (cm)	29,4

Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για κτίρια της Ζώνης Β είναι $U_{max} = 0,5$ W/m²K. Άρα το συγκεκριμένο δομικό στοιχείο πληροί τις προδιαγραφές, μιας και ισχύει η ζητούμενη ανισότητα $U < U_{max}$, οπότε ο αντίστοιχος συντελεστή θερμοπερατότητας είναι εντός των επιτρεπτών ορίων.

➤ Μαρμάρινο δάπεδο μονωμένο προς μη θερμαινόμενο χώρο

Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται τα είδη των υλικών, τα πάχη των στρώσεων τους, η θερμική αγωγιμότητά τους, ώστε να προκύψει τελικά η θερμική αντίσταση των επιμέρους και τελικά του συνολικού δομικού στοιχείου.

Υπολογισμός θερμικής αντίστασης μαρμαρίνου δαπέδου μονωμένου προς μη θερμαινόμενο χώρο

a/a	Στρώσεις υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη πυκνότητα ρ (kg/m ³)	Θερμική αγωγιμότητα λ (W/mK)	Πάχος στρώσης d (m)	Θερμική αντίσταση d/ λ (m ² K/W)
1	Μαρμαρόπλακες	3000	3,000	0,020	0,007
2	Ασβεστοτσιμεντοκονία	1900	0,750	0,020	0,027
3	Roofmate SL	35	0,023	0,020	0,870
4	Σκυρόδεμα B>160	2400	1,750	0,200	0,114
5	Ασβεστοτσιμεντοκονία	1900	0,750	0,020	0,027
Θερμική αντίσταση όλων των στρώσεων (m ² K/W)					R _Λ = 1,044

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω στοιχεία, καθώς και την εξωτερική και εσωτερική αντίσταση θερμικής μετάβασης μπορούμε να υπολογίσουμε το συντελεστή θερμοπερατότητας του μαρμαρίνου δαπέδου μονωμένου που οδηγεί σε μη θερμαινόμενο χώρο.

Υπολογισμός αντιστάσεων θερμικής μετάβασης και συντελεστή θερμοπερατότητας

Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης (m ² K/W)	R _i = 0,17
	R _α = 0,17
Συντελεστής θερμοπερατότητας (W/m ² K)	U = 0,722
Ολικό πάχος στοιχείου (cm)	28,0

Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για κτίρια της Ζώνης Β είναι U_{max}= 0,5 W/m²K. Άρα το συγκεκριμένο δομικό στοιχείο δεν πληροί τις προδιαγραφές.

➤ Δάπεδο χώρου υγιεινής με κεραμικά πλακίδια προς μη θερμαινόμενο χώρο

Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται τα είδη των υλικών, τα πάχη των στρώσεων τους, η θερμική αγωγιμότητά τους, ώστε να προκύψει τελικά η θερμική αντίσταση των επιμέρους και τελικά του συνολικού δομικού στοιχείου.

Υπολογισμός θερμικής αντίστασης δαπέδου χώρου υγιεινής με κεραμικά πλακίδια προς μη θερμαινόμενο χώρο

a/a	Στρώσεις υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη πυκνότητα ρ (kg/m ³)	Θερμική αγωγιμότητα λ (W/mK)	Πάχος στρώσης d (m)	Θερμική αντίσταση d/λ (m ² K/W)
1	Πλακίδια κεραμικά	2000	0,900	0,020	0,022
2	Ασβεστοτσιμεντοκονία	1900	0,750	0,020	0,027
3	Roofmate SL	35	0,023	0,020	0,870
4	Σκυρόδεμα B>160	2400	1,750	0,200	0,114
5	Ασβεστοτσιμεντοκονία	1900	0,750	0,020	0,027
Θερμική αντίσταση όλων των στρώσεων (m ² K/W)					$R_{\Delta} = 1,059$

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω στοιχεία, καθώς και την εξωτερική και εσωτερική αντίσταση θερμικής μετάβασης μπορούμε να υπολογίσουμε το συντελεστή θερμοπερατότητας του δαπέδου χώρου υγιεινής με κεραμικά πλακίδια που οδηγεί σε μη θερμαινόμενο χώρο.

Υπολογισμός αντιστάσεων θερμικής μετάβασης και συντελεστή θερμοπερατότητας

Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης (m ² K/W)	$R_i = 0,17$
	$R_{\alpha} = 0,17$
Συντελεστής θερμοπερατότητας (W/m ² K)	$U = 0,715$
Ολικό πάχος στοιχείου (cm)	28,0

Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για κτίρια της Ζώνης Β είναι $U_{\max} = 0,5$ W/m²K. Άρα το συγκεκριμένο δομικό στοιχείο δεν πληροί τις προδιαγραφές.

➤ Δάπεδο με μωσαϊκό προς μη θερμαινόμενο χώρο

Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται τα είδη των υλικών, τα πάχη των στρώσεων τους, η θερμική αγωγιμότητά τους, ώστε να προκύψει τελικά η θερμική αντίσταση των επιμέρους και τελικά του συνολικού δομικού στοιχείου.

Υπολογισμός θερμικής αντίστασης δαπέδου με μωσαϊκό προς μη θερμαινόμενο χώρο

α/α	Στρώσεις υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη πυκνότητα ρ (kg/m ³)	Θερμική αγωγιμότητα λ (W/mK)	Πάχος στρώσης d (m)	Θερμική αντίσταση d/λ (m ² K/W)
1	Μωσαϊκό	2300	1,000	0,050	0,050
2	Roofmate SL	35	0,023	0,020	0,870
3	Σκυρόδεμα B>160	2400	1,750	0,200	0,114
4	Ασβεστοτσιμεντοκονία	1900	0,750	0,020	0,027
Θερμική αντίσταση όλων των στρώσεων (m ² K/W)					$R_{\Lambda} = 1,061$

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω στοιχεία, καθώς και την εξωτερική και εσωτερική αντίσταση θερμικής μετάβασης μπορούμε να υπολογίσουμε το συντελεστή θερμοπερατότητας του δαπέδου με μωσαϊκό που οδηγεί σε μη θερμαινόμενο χώρο.

Υπολογισμός αντιστάσεων θερμικής μετάβασης και συντελεστή θερμοπερατότητας

Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης (m ² K/W)	$R_i = 0,17$
	$R_{\alpha} = 0,17$
Συντελεστής θερμοπερατότητας (W/m ² K)	$U = 0,713$
Ολικό πάχος στοιχείου (cm)	29,0

Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για κτίρια της Ζώνης Β είναι $U_{\max} = 0,5$ W/m²K. Άρα το συγκεκριμένο δομικό στοιχείο δεν πληροί τις προδιαγραφές.

➤ Μαρμάρινο Δάπεδο προς Pilotis με οπλισμένο σκυρόδεμα

Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται τα είδη των υλικών, τα πάχη των στρώσεων τους, η θερμική αγωγιμότητά τους, ώστε να προκύψει τελικά η θερμική αντίσταση των επιμέρους και τελικά του συνολικού δομικού στοιχείου.

Υπολογισμός θερμικής αντίστασης μαρμάρινου δαπέδου προς Pilotis με οπλισμένο σκυρόδεμα

α/α	Στρώσεις υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη πυκνότητα ρ (kg/m ³)	Θερμική αγωγιμότητα λ (W/mK)	Πάχος στρώσης d (m)	Θερμική αντίσταση d/λ (m ² K/W)
1	Μαρμαρόπλακες	3000	3,000	0,020	0,007
2	Ασβεστοτσιμεντοκονία	1900	0,750	0,020	0,027
3	Roofmate SL	35	0,023	0,020	0,870
4	Σκυρόδεμα B>160	2400	1,750	0,090	0,051
5	Στρώμα αέρα 15		0,190	0,250	1,316
6	Σκυρόδεμα B>160	2400	1,750	0,060	0,034
7	Ασβεστοτσιμεντοκονία	1900	0,750	0,020	0,027
Θερμική αντίσταση όλων των στρώσεων (m ² K/W)					$R_{\Lambda} = 2,331$

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω στοιχεία, καθώς και την εξωτερική και εσωτερική αντίσταση θερμικής μετάβασης μπορούμε να υπολογίσουμε το συντελεστή θερμοπερατότητας του μαρμάρινου δαπέδου προς Pilotis με οπλισμένο σκυρόδεμα.

Υπολογισμός αντιστάσεων θερμικής μετάβασης και συντελεστή θερμοπερατότητας

Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης (m ² K/W)	$R_i = 0,17$
	$R_{\alpha} = 0,04$
Συντελεστής θερμοπερατότητας (W/m ² K)	$U = 0,393$
Ολικό πάχος στοιχείου (cm)	48,0

Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για κτίρια της Ζώνης Β είναι $U_{\max} = 0,5$ W/m²K. Άρα το συγκεκριμένο δομικό στοιχείο πληροί τις προδιαγραφές.

➤ Υπόγειος Τοίχος προς χώμα

Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται τα είδη των υλικών, τα πάχη των στρώσεων τους, η θερμική αγωγιμότητά τους, ώστε να προκύψει τελικά η θερμική αντίσταση των επιμέρους και τελικά του συνολικού δομικού στοιχείου.

Υπολογισμός θερμικής αντίστασης υπόγειου τοίχου προς χώμα

α/α	Στρώσεις υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη πυκνότητα ρ (kg/m ³)	Θερμική αγωγιμότητα λ (W/mK)	Πάχος στρώσης d (m)	Θερμική αντίσταση d/λ (m ² K/W)
1	Ασβεστοτσιμεντοκονία	1900	0,750	0,020	0,027
2	Μεταλλικό πλέγμα			0,001	
3	Roofmate SL	35	0,023	0,020	0,870
4	Σκυρόδεμα B>160	2400	1,750	0,300	0,171
Θερμική αντίσταση όλων των στρώσεων (m ² K/W)					$R_{\Lambda} = 1,068$

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω στοιχεία, καθώς και την εξωτερική και εσωτερική αντίσταση θερμικής μετάβασης μπορούμε να υπολογίσουμε το συντελεστή θερμοπερατότητας του υπόγειου τοίχου που είναι σε επαφή με χώμα.

Υπολογισμός αντιστάσεων θερμικής μετάβασης και συντελεστή θερμοπερατότητας

Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης (m ² K/W)	$R_i = 0,13$
	$R_{\alpha} = 0,04$
Συντελεστής θερμοπερατότητας (W/m ² K)	$U = 0,808$
Ολικό πάχος στοιχείου (cm)	34,1

Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για κτίρια της Ζώνης Β είναι $U_{\max} = 0,5$ W/m²K. Άρα το συγκεκριμένο δομικό στοιχείο δεν πληροί τις προδιαγραφές.

➤ Υπόγειος χώρος υγιεινής με κεραμικά πλακίδια προς χώμα

Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται τα είδη των υλικών, τα πάχη των στρώσεων τους, η θερμική αγωγιμότητά τους, ώστε να προκύψει τελικά η θερμική αντίσταση των επιμέρους και τελικά του συνολικού δομικού στοιχείου.

Υπολογισμός θερμικής αντίστασης υπόγειου χώρου υγιεινής με κεραμικά πλακίδια προς χώμα

α/α	Στρώσεις υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη πυκνότητα ρ (kg/m ³)	Θερμική αγωγιμότητα λ (W/mK)	Πάχος στρώσης d (m)	Θερμική αντίσταση d/λ (m ² K/W)
1	Πλακίδια κεραμικά	2000	0,900	0,020	0,022
2	Ασβεστοτσιμεντοκονία	1900	0,750	0,020	0,027
3	Οπτόπλινθοι διάτρητ.	1200	0,450	0,090	0,200
4	Στρώμα αέρα 5		0,210	0,050	0,238
5	Σκυρόδεμα B>160	2400	1,750	0,300	0,171
Θερμική αντίσταση όλων των στρώσεων (m ² K/W)					$R_{\Lambda} = 0,658$

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω στοιχεία, καθώς και την εξωτερική και εσωτερική αντίσταση θερμικής μετάβασης μπορούμε να υπολογίσουμε το συντελεστή θερμοπερατότητας του υπόγειου χώρου υγιεινής με κεραμικά πλακίδια που είναι σε επαφή με χώμα.

Υπολογισμός αντιστάσεων θερμικής μετάβασης και συντελεστή θερμοπερατότητας

Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης (m ² K/W)	$R_i = 0,13$
	$R_{\alpha} = 0,04$
Συντελεστής θερμοπερατότητας (W/m ² K)	$U = 1,208$
Ολικό πάχος στοιχείου (cm)	48,0

Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για κτίρια της Ζώνης Β είναι $U_{\max} = 0,5$ W/m²K. Άρα το συγκεκριμένο δομικό στοιχείο δεν πληροί τις προδιαγραφές.

➤ Εσωτερικός διπλός ορθοδρομικός τοίχος

Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται τα είδη των υλικών, τα πάχη των στρώσεων τους, η θερμική αγωγιμότητά τους, ώστε να προκύψει τελικά η θερμική αντίσταση των επιμέρους και τελικά του συνολικού δομικού στοιχείου.

Υπολογισμός θερμικής αντίστασης εσωτερικού διπλού ορθοδρομικού τοίχου

a/a	Στρώσεις υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη πυκνότητα ρ (kg/m ³)	Θερμική αγωγιμότητα λ (W/mK)	Πάχος στρώσης d (m)	Θερμική αντίσταση d/λ (m ² K/W)
1	Ασβεστοτσιμεντοκονία	1900	0,750	0,020	0,027
2	Οπτόπλινθοι διάτρητ.	1200	0,450	0,060	0,133
3	Wallmate cw	35	0,025	0,020	0,800
4	Οπτόπλινθοι διάτρητ.	1200	0,450	0,060	0,133
5	Ασβεστοτσιμεντοκονία	1900	0,750	0,020	0,027
Θερμική αντίσταση όλων των στρώσεων (m ² K/W)					$R_{\Lambda} = 1,120$

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω στοιχεία, καθώς και την εξωτερική και εσωτερική αντίσταση θερμικής μετάβασης μπορούμε να υπολογίσουμε το συντελεστή θερμοπερατότητας του εσωτερικού διπλού ορθοδρομικού τοίχου.

Υπολογισμός αντιστάσεων θερμικής μετάβασης και συντελεστή θερμοπερατότητας

Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης (m ² K/W)	$R_i = 0,13$
Συντελεστής θερμοπερατότητας (W/m ² K)	$R_{\alpha} = 0,13$
Ολικό πάχος στοιχείου (cm)	$U = 0,725$
	18,0

Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για κτίρια της Ζώνης Β είναι $U_{max} = 0,5$ W/m²K. Άρα το συγκεκριμένο δομικό στοιχείο δεν πληροί τις προδιαγραφές, μιας και είναι εκτός των επιτρεπτών ορίων.

➤ Εσωτερικός τοίχος στοιχείο πυραμίδας

Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται τα είδη των υλικών, τα πάχη των στρώσεων τους, η θερμική αγωγιμότητά τους, ώστε να προκύψει τελικά η θερμική αντίσταση των επιμέρους και τελικά του συνολικού δομικού στοιχείου.

Υπολογισμός θερμικής αντίστασης εσωτερικού τοίχου στοιχείου πυραμίδας

a/a	Στρώσεις υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη πυκνότητα ρ (kg/m ³)	Θερμική αγωγιμότητα λ (W/mK)	Πάχος στρώσης d_1 (m)	Θερμική αντίσταση D_1/λ (m ² K/W)	Πάχος στρώσης d_2 (m)	Θερμική αντίσταση d_2/λ (m ² K/W)
1	Λαμαρίνα	7870	50,000	0,005	0,000		
2	Πολυουρεθάνη	35	0,020	0,050	2,500	0,020	0,029
3	Λαμαρίνα	7870	50,000	0,005	0,000		
4	Τζαμαρία		0,700				
Θερμική αντίσταση όλων των στρώσεων (m ² K/W)					$R_1 = 2,500$		$R_2=0,029$

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω στοιχεία, καθώς και την εξωτερική και εσωτερική αντίσταση θερμικής μετάβασης μπορούμε να υπολογίσουμε το συντελεστή θερμοπερατότητας του εσωτερικού τοίχου στοιχείου πυραμίδας.

Υπολογισμός αντιστάσεων θερμικής μετάβασης και συντελεστή θερμοπερατότητας

Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης (m ² K/W)	$R_i = 0,13$
	$R_a = 0,04$
Συντελεστής θερμοπερατότητας (W/m ² K)	$U_1 = 0,375$
	$U_2 = 5,025$
	$U = 1,893$

Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για κτίρια της Ζώνης Β είναι $U_{max} = 0,5$ W/m²K. Άρα το συγκεκριμένο δομικό στοιχείο δεν πληροί τις προδιαγραφές, μιας και είναι εκτός των επιτρεπτών ορίων.

3.8 Υπολογισμός μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας κάθε ορόφου

Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας του συνόλου των αδιαφανών και διαφανών στοιχείων κάθε όψης

Αρχικά υπολογίζονται αναλυτικά όλες οι εξωτερικές επιφάνειες του κτιρίου, οριζόντιες και κάθετες. Ο υπολογισμός των επιφανειών κατηγοριοποιείται με βάση το είδος του δομικού στοιχείου.

3.8.1 Υπόγειο

Ο Πίνακας 3.9 και ο Πίνακας 3.10 παρουσιάζει αναλυτικά τον υπολογισμό θερμοπερατότητας του υπογείου με βάση τα διάφορα δομικά στοιχεία και το εμβαδόν

που καταλαμβάνουν μέσα στο χώρο. Τα δομικά στοιχεία χωρίστηκαν σε αδιαφανή, δηλαδή τους εξωτερικούς τοίχους, και διαφανή, δηλαδή τα ανοίγματα του κτιρίου.

Πίνακας 3.9: Υπολογισμός μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας αδιαφανών στοιχείων υπογείου

Εξωτερικοί τοίχοι Υπογείου		Επιφάνεια A	Συντελεστής	A×U
		(m ²)	θερμοπερατότητας U (W/m ² K)	
	Όψη 1	145,12	0,401	58,138
	Όψη 2	122,60	0,418	51,307
	Όψη 3	180,26	0,461	83,126
	Όψη 4	158,68	0,404	64,177
Άθροισμα		606,66	Άθροισμα	256,75
			ΣA×U	256,75
Σύνολα εξωτερικών τοίχων υπογείου			ΣA	606,66
			U _{m,w}	0,423

Πίνακας 3.10: Υπολογισμός μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας διαφανών στοιχείων υπογείου

Ανοίγματα Υπογείου		Επιφάνεια A	Συντελεστής	A×U
		(m ²)	θερμοπερατότητας U (W/m ² K)	
	Όψη 1	5,28	1,250	6,600
	Όψη 2	25,60	3,200	81,920
	Όψη 3	5,94	1,250	7,425
	Όψη 4	3,96	1,250	4,950
Άθροισμα		40,78	Άθροισμα	100,89
			ΣA×U	100,89
Σύνολα ανοιγμάτων υπογείου			ΣA	40,78
			U _{m,f}	2,474

Ο Πίνακας 3.11 περιλαμβάνει τον υπολογισμό του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του υπογείου, όπως προέκυψε από τα επιμέρους δομικά στοιχεία που το απαρτίζουν.

Πίνακας 3.11: Υπολογισμός μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας υπογείου

Σύνολα υπογείου προς μεταφορά στο φύλλο μόνωσης κτιρίου	ΣA×U	357,64
	ΣA	647,44
	U _m	0,552

3.8.2 Ισόγειο

Ο Πίνακας 3.12 και ο Πίνακας 3.13 παρουσιάζει αναλυτικά τον υπολογισμό θερμοπερατότητας του υπογείου με βάση τα διάφορα δομικά στοιχεία και το εμβαδόν που καταλαμβάνουν μέσα στο χώρο. Τα δομικά στοιχεία χωρίστηκαν σε αδιαφανή, δηλαδή τους εξωτερικούς τοίχους, και διαφανή, δηλαδή τα ανοίγματα του κτιρίου.

Πίνακας 3.12: Υπολογισμός μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας αδιαφανών στοιχείων ισογείου

		Επιφάνεια A (m ²)	Συντελεστής θερμοπερατότητας U (W/m ² K)	A×U
Εξωτερικοί τοίχοι Ισογείου	Όψη 1	413,45	0,393	162,317
	Όψη 2	77,98	0,440	34,284
	Όψη 3	120,04	0,458	54,971
	Όψη 4	84,10	0,444	37,306
	Όψη 5	102,20	0,438	44,798
Άθροισμα		797,77	Άθροισμα	333,68
			ΣA×U	333,68
Σύνολα εξωτερικών τοίχων υπογείου			ΣA	797,77
			U _{m,w}	0,418

Πίνακας 3.13: Υπολογισμός μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας διαφανών στοιχείων ισογείου

		Επιφάνεια A (m ²)	Συντελεστής θερμοπερατότητας U (W/m ² K)	A×U
Ανοίγματα Ισογείου	Όψη 1	217,05	3,200	694,560
	Όψη 2	18,02	3,200	57,664
	Όψη 3	22,99	3,200	73,568
	Όψη 4	21,50	3,200	68,816
	Όψη 5	30,60	3,200	97,920
Άθροισμα		310,16	Άθροισμα	992,53
			ΣA×U	992,53
Σύνολα ανοιγμάτων ισογείου			ΣA	310,16
			U _{m,f}	3,200

Ο Πίνακας 3.14 περιλαμβάνει τον υπολογισμό του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του ισογείου, όπως προέκυψε από τα επιμέρους δομικά στοιχεία που το απαρτίζουν.

Πίνακας 3.14: Υπολογισμός μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας ισογείου

Σύνολα υπογείου προς μεταφορά στο φύλλο μόνωσης κτιρίου	$\Sigma A \times U$	1326,20
	ΣA	1107,94
	U_m	1,197

3.8.3 Α΄ Όροφος

Ο Πίνακας 3.15 και ο Πίνακας 3.16 παρουσιάζει αναλυτικά τον υπολογισμό θερμοπερατότητας του Α΄ Ορόφου με βάση τα διάφορα δομικά στοιχεία και το εμβαδόν που καταλαμβάνουν μέσα στο χώρο. Τα δομικά στοιχεία χωρίστηκαν σε αδιαφανή, δηλαδή τους εξωτερικούς τοίχους, και διαφανή, δηλαδή τα ανοίγματα του κτιρίου.

Πίνακας 3.15: Υπολογισμός μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας αδιαφανών στοιχείων Α΄ Ορόφου

Εξωτερικοί τοίχοι Α΄ Ορόφου	Επιφάνεια A (m ²)	Συντελεστής θερμοπερατότητας U (W/m ² K)	A×U
Όψη 1	62,16	0,454	28,250
Όψη 2	122,77	0,471	57,776
Όψη 3	81,69	0,447	36,514
Όψη 4	118,80	0,423	50,309
Άθροισμα	385,42	Άθροισμα	172,85
Σύνολα εξωτερικών τοίχων Α΄ Ορόφου		$\Sigma A \times U$	172,85
		ΣA	385,42
		$U_{m,w}$	0,448

Πίνακας 3.16: Υπολογισμός μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας διαφανών στοιχείων Α' Ορόφου

Ανοίγματα Α' Ορόφου	Επιφάνεια Α (m ²)	Συντελεστής θερμοπερατότητας U (W/m ² K)	A×U
Όψη 1	16,24	3,200	51,979
Όψη 2	77,55	3,358	260,416
Όψη 3	23,91	3,200	76,501
Όψη 4	6,00	3,920	23,520
Άθροισμα	123,70	Άθροισμα	412,42
Σύνολα ανοιγμάτων Α' Ορόφου		ΣΑ×U	412,42
		ΣΑ	123,70
		U _{m,f}	3,334

Ο Πίνακας 3.17 περιλαμβάνει τον υπολογισμό του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του Α' Ορόφου, όπως προέκυψε από τα επιμέρους δομικά στοιχεία που το απαρτίζουν.

Πίνακας 3.17: Υπολογισμός μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας Α' Ορόφου

Σύνολα υπογείου προς μεταφορά στο φύλλο μόνωσης κτιρίου	ΣΑ×U	585,26
	ΣΑ	509,12
	U _m	1,150

3.8.4 Β' Όροφος

Ο Πίνακας 3.18 και ο Πίνακας 3.19 παρουσιάζει αναλυτικά τον υπολογισμό θερμοπερατότητας του Β' Ορόφου με βάση τα διάφορα δομικά στοιχεία και το εμβαδόν που καταλαμβάνουν μέσα στο χώρο. Τα δομικά στοιχεία χωρίστηκαν σε αδιαφανή, δηλαδή τους εξωτερικούς τοίχους, και διαφανή, δηλαδή τα ανοίγματα του κτιρίου.

Πίνακας 3.18: Υπολογισμός μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας αδιαφανών στοιχείων Β' Ορόφου

Εξωτερικοί τοίχοι Β' Ορόφου	Επιφάνεια Α (m ²)	Συντελεστής θερμοπερατότητας U (W/m ² K)	A×U
Όψη 1	122,77	0,471	57,776
Όψη 2	66,82	0,452	30,218
Όψη 3	110,49	0,435	48,041

	Όψη 4	264,36	0,427	112,806
	Όψη 5	42,60	0,436	18,593
	Άθροισμα	607,04	Άθροισμα	267,43
			$\Sigma A \times U$	267,43
Σύνολα εξωτερικών τοίχων Β' Ορόφου			ΣA	607,04
			$U_{m,w}$	0,441

Πίνακας 3.19: Υπολογισμός μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας διαφανών στοιχείων Β' Ορόφου

		Επιφάνεια A (m ²)	Συντελεστής θερμοπερατότητας U (W/m ² K)	A×U
Ανοίγματα Β' Ορόφου	Όψη 1	90,36	3,335	301,394
	Όψη 2	22,77	3,200	72,880
	Όψη 3	22,31	3,200	71,400
	Όψη 4	80,14	3,200	184,290
	Όψη 5	63,00	3,200	201,600
	Άθροισμα	278,59	Άθροισμα	831,56
			$\Sigma A \times U$	831,56
Σύνολα ανοιγμάτων Β' Ορόφου			ΣA	278,59
			$U_{m,f}$	2,985

Ο Πίνακας 3.20 περιλαμβάνει τον υπολογισμό του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του Β' Ορόφου, όπως προέκυψε από τα επιμέρους δομικά στοιχεία που το απαρτίζουν.

Πίνακας 3.20: Υπολογισμός μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας Β' Ορόφου

Σύνολα υπογείου προς μεταφορά στο φύλλο μόνωσης κτιρίου	$\Sigma A \times U$	1099,00
	ΣA	885,63
	U_m	1,241

3.8.5 Γ' Όροφος

Ο Πίνακας 3.21 και ο Πίνακας 3.22 παρουσιάζει αναλυτικά τον υπολογισμό θερμοπερατότητας του Γ' Ορόφου με βάση τα διάφορα δομικά στοιχεία και το εμβαδόν που καταλαμβάνουν μέσα στο χώρο. Τα δομικά στοιχεία χωρίστηκαν σε

αδιαφανή, δηλαδή τους εξωτερικούς τοίχους, και διαφανή, δηλαδή τα ανοίγματα του κτιρίου.

Πίνακας 3.21: Υπολογισμός μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας αδιαφανών στοιχείων Γ' Ορόφου

Εξωτερικοί τοίχοι Γ' Ορόφου		Επιφάνεια A	Συντελεστής	A×U
		(m ²)	θερμοπερατότητας U (W/m ² K)	
	Όψη 1	146,16	0,430	62,831
	Όψη 2	38,24	0,429	16,402
	Όψη 3	124,2	0,430	53,474
	Όψη 4	53,90	0,423	22,825
Άθροισμα		362,55	Άθροισμα	155,53
Σύνολα εξωτερικών τοίχων Γ' Ορόφου		ΣA×U		155,53
		ΣA		362,55
		U _{m,w}		0,429

Πίνακας 3.22: Υπολογισμός μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας διαφανών στοιχείων Γ' Ορόφου

Ανοίγματα Γ' Ορόφου		Επιφάνεια A	Συντελεστής	A×U
		(m ²)	θερμοπερατότητας U (W/m ² K)	
	Όψη 1	49,14	3,200	157,248
	Όψη 2	5,51	3,200	17,640
	Όψη 3	88,55	3,200	283,368
	Όψη 4	8,82	3,200	28,222
Άθροισμα		152,02	Άθροισμα	486,48
Σύνολα ανοιγμάτων Γ' Ορόφου		ΣA×U		486,48
		ΣA		152,02
		U _{m,f}		3,200

Ο Πίνακας 3.23 περιλαμβάνει τον υπολογισμό του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του Γ' Ορόφου, όπως προέκυψε από τα επιμέρους δομικά στοιχεία που το απαρτίζουν.

Πίνακας 3.23: Υπολογισμός μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας Γ' Ορόφου

Σύνολα υπογείου προς μεταφορά στο φύλλο μόνωσης κτιρίου	ΣA×U	642,01
	ΣA	514,57
	U _m	1,248

Στους παρακάτω πίνακες απεικονίζονται συγκεντρωτικά όλα τα δομικά στοιχεία, οι επιφάνειες αυτών, καθώς και ο συντελεστής θερμοπερατότητας του αντίστοιχου δομικού στοιχείου. Τέλος η τέταρτη στήλη απεικονίζει το γινόμενο $A_j \cdot U_j$ που χρησιμοποιείται στον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας

3.8.6 Επιφάνειες τύπου D1

Πίνακας 3.24: Υπολογισμός μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας επιφάνειας τύπου D1

Στοιχείο	Επιφάνεια A (m ²)	Συντελεστής θερμοπερατότητας U (W/m ² K)	A×U
Οροφή θόλου	567,00	0,374	211,86
Οροφή με πλάκες	654,00	0,348	227,76
Άθροισμα	1221,00	Άθροισμα	439,62
Σύνολα προς μεταφορά στο φύλλο μόνωσης κτιρίου		ΣA×U	439,62
		ΣA	1221,00
		U _m	0,360

3.8.7 Επιφάνειες τύπου G

Πίνακας 3.25: Υπολογισμός μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας επιφάνειας τύπου G

Στοιχείο	Επιφάνεια A (m ²)	Συντελεστής θερμοπερατότητας U (W/m ² K)	A×U
Μαρμάρινο δάπεδο	527,00	0,693	365,00
Δάπεδο χ. υγιεινής	220,00	0,685	150,75
Δάπεδο με μωσαϊκό	760,00	0,685	520,36
Άθροισμα	1507,00	Άθροισμα	1036,11
Σύνολα προς μεταφορά στο φύλλο μόνωσης κτιρίου		ΣA×U	1036,11
		ΣA	1507,00
		U _m	0,688

3.8.8 Επιφάνειες τύπου DL

Πίνακας 3.26: Υπολογισμός μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας επιφάνειας τύπου DL

Στοιχείο	Επιφάνεια A (m ²)	Συντελεστής θερμοπερατότητας U (W/m ² K)	A×U
Δάπεδο μαρμ. Pilotis	95,00	0,387	36,81
Άθροισμα	95,00	Άθροισμα	36,81
Σύνολα προς μεταφορά στο φύλλο μόνωσης κτιρίου		ΣΑ×U	36,81
		ΣΑ	95,00
		U _m	0,387

3.9 Υπολογισμός μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του κτιρίου

Ως τελευταίο βήμα για τον υπολογισμό θερμοπερατότητας αυτού του κτιρίου είναι η εύρεση της συνολικής τιμής θερμοπερατότητας με την χρήση εκτός από τον οριζόντια τόσο και για τα κατακόρυφα στοιχεία, δηλαδή την οροφή, το δάπεδο σε επαφή με το έδαφος ή με μη θερμαινόμενο χώρο.

Πίνακας 3.27: Υπολογισμός μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας κτιρίου

1	3	4	5	6
Στοιχείο	Επιφάνεια A (m ²)	Συντ. Θερμ. U _m (W/m ² K)	Παράγ. b	A × U _m × b
Υπόγειο	647,44	0,552	1	357,39
Ισόγειο	1107,94	1,197	1	1326,20
A' Όροφος	509,12	1,150	1	585,49
B' Όροφος	885,63	1,241	1	1099,07
Γ' Όροφος	514,57	1,248	1	642,18
Οροφή – Στέγη	1221,00	0,360	1	439,56
Δάπεδο επί εδάφους – Οροφή υπογείου	1507,00	0,688	0,5	518,41
Δάπεδο πάνω από Pilotis	95,00	0,387	1	36,77
Άθροισμα				5005,06

Τώρα πρέπει να βρεθεί η ανώτατη επιτρεπόμενη τιμή του συντελεστή για το συγκεκριμένο κτίριο. Με τη βοήθεια του πίνακα 7 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2010 (Πίνακας 3.5 της παρούσας διπλωματικής εργασίας) και αφού προσδιοριστεί ο λόγος A/V βρίσκεται η μέγιστη τιμή του μέσου συντελεστή.

Προηγουμένως έχει υπολογιστεί η συνολική επιφάνεια του κελύφους του κτιρίου ίση με 6487.69 m^2 . Ο συνολικός όγκος που περικλείεται από τις επιφάνειες αυτές έχει υπολογιστεί ίσος με 20069.00 m^3 . Οπότε ο λόγος ισούται με

$$\frac{A}{V} = \frac{6487.69}{20069.00} = 0.323 \text{ 1/m}$$

Με τη βοήθεια της γραμμικής παρεμβολής και δεδομένου πως το κτίριο ανήκει στη Β κλιματική ζώνη ο μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας βρίσκεται πως είναι ίσος με $U_{m, \max} = 1,07$.

Με βάση τα αποτελέσματα των υπολογισμών των επιμέρους στοιχείων του κτιρίου μπορούμε να υπολογίσουμε τον μέσο συντελεστή θερμοπερατότητας U_m του Δημαρχείου Χαϊδαρίου:

$$U_m = \frac{\sum_{j=1}^n A_j U_j b}{\sum_{j=1}^n A_j} = \frac{5005,06}{6487,69} = 0.77$$

Έτσι σύμφωνα με τα παραπάνω ισχύει η συνθήκη:

$$U_m \leq U_{m, \max}$$

3.10 Συμπεράσματα

Προκύπτει λοιπόν το συμπέρασμα πως η ευρισκόμενη τιμή του συντελεστή είναι μικρότερη από το επιτρεπόμενο όριο. Οπότε το κτίριο του νέου Δημαρχείου Χαϊδαρίου κρίνεται θερμομονωτικά επαρκές.

Το αποτέλεσμα είναι αναμενόμενο, αφού το κτίριο κατασκευάστηκε μετά την έναρξη ισχύος του κανονισμού θερμομόνωσης που πραγματοποιήθηκε το 1979, συγκεκριμένα η μελέτη και η κατασκευή θερμομόνωσης του εν λόγω κτιρίου αποπερατώθηκε το 2004.

Το αποτέλεσμα είναι ότι υπάρχει επαρκής θερμομόνωση χωρίς να υπάρχουν ενεργειακές απώλειες, καθώς και η δυνατότητα διατήρησης συνθηκών θερμικής άνεσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Αξιολόγηση κτιρίου με το πρόγραμμα e-SCEAF

Στο παρόν κεφάλαιο για την αξιολόγηση του κτιρίου χρησιμοποιήθηκε ένα νέο πρόγραμμα που δημιουργήθηκε από τον «Τομέα Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Αποφάσεων» της σχολής ΗΜΜΥ, το *Optimus SCEAF* (Smart City Energy Assessment Framework Tool), το οποίο κάνει αξιολόγηση κτιρίων σε 3 άξονες με τη χρήση 21 δεικτών. Το εν λόγω προγραμματιστικό εργαλείο αξιολογεί κάθε κτίριο με γνώμονα την ενεργειακή του βελτιστοποίηση, τη μείωση των εκπομπών CO₂ και τη μείωση του κόστους ενέργειας. Η αξιολόγηση εμφανίζεται τόσο σε ποσοτική κλίμακα στους δείκτες, όσο και υπό μορφή αραχνοειδών διαγραμμάτων. (<http://sceaf.optimus-smartcity.eu/>)

Γενικότερα το συγκεκριμένο προγραμματιστικό εργαλείο αξιολογεί την απόδοση μιας πόλης αναφορικά με την ενεργειακή βελτιστοποίηση της, τη μείωση των εκπομπών CO₂ και τη μείωση του ενεργειακού κόστους της. Με τη χρήση των κατάλληλων δεικτών, μπορεί να διαπιστωθεί η πρόοδος και η εξέλιξη προς μια κατεύθυνση, αναλύοντας και αποτιμώντας την κατάσταση των δεικτών σε τρεις βασικούς άξονες: «Πεδίο Δράσεων Πολιτείας» «Ενεργειακό και Περιβαλλοντικό Προφίλ» και «Σχετικές Υποδομές Πληροφοριών και Επικοινωνίας». Από την άλλη, αν και το πλαίσιο του προγράμματος αφορά την αξιολόγηση του συνόλου μιας πόλης, μπορεί με τις κατάλληλες επιλογές να χρησιμοποιηθεί για την ενεργειακή αξιολόγηση τομέα της πόλης, ή ειδικών κτιρίων, όπως τα δημοτικά κτίρια, παρέχοντας πιο εστιασμένες πληροφορίες. Έτσι ταιριάζει και στην περίπτωση του κτιρίου μας, το Δημαρχείο Χαϊδαρίου.

Το εργαλείο e-SCEAF δέχεται ως δεδομένα εισόδου διάφορους αριθμητικούς και λεκτικούς δείκτες, ώστε να δώσει τα κατάλληλα αποτελέσματα. (<http://sceaf.optimus-smartcity.eu/>)

4.1 Δεδομένα κτιρίου

Ο Πίνακας 4.1 παρουσιάζει τα δεδομένα που ζητούνται από το ερωτηματολόγιο του προγράμματος e-SCEAF.

Πίνακας 4.1: Δεδομένα που εισήχθησαν στο ερωτηματολόγιο του προγράμματος e-SCEAF

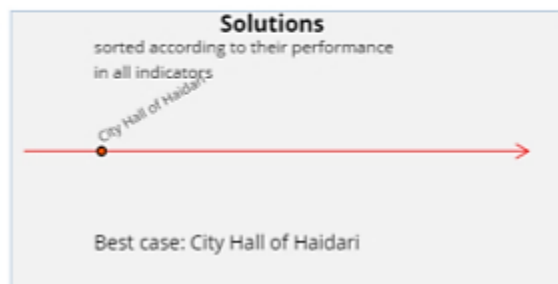
<u>Στοιχεία ερωτηματολογίου e-SCEAF</u>	
Χρόνος	2014
Κτίριο	City Hall of Haidari
Επιφάνεια	12940 m ²
Βαθμομέρες θέρμανσης (2014)	210
Βαθμομέρες ψύξης (2014)	120
Απομονωμένοι χώροι	0 m ²
Ώρες λειτουργίας	10
Πηγές ενέργειας	Ηλεκτρισμός/Πετρέλαιο
Στόχος μείωσης εκπομπών CO₂	20%
Στόχος μείωσης κατανάλωσης ενέργειας	20%
Στόχος συμμετοχής ΑΠΕ	30%
Κατανάλωση ενέργειας (σήμερα)	320000 kWh
Κατανάλωση πετρελαίου (σήμερα)	220000 kWh
Κεφάλαια για ηλεκτρισμό	54075 €
Κεφάλαια για πετρέλαιο	21600 €
Ενεργειακή απόδοση	F
Αποθήκευση ενέργειας	0
Συμπαγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας	0

Συστήματα παρακολούθησης περιβάλλοντος	0
Συστήματα παρακολούθησης ενέργειας	0
Αυτοματισμοί και συστήματα επικοινωνίας	0
Μετεωρολογικά συστήματα	0
Χρήση μέσων κοινωνικής δικτύωσης	0
Αριθμός παρόχων ηλεκτρικής ενέργειας	1 (ΔΕΗ)
Αριθμός προμηθευτών πετρελαίου	1

4.2 Αποτελέσματα

Με την εισαγωγή των παραπάνω δεδομένων προέκυψαν τα ακόλουθα αποτελέσματα για κάθε έναν από τους 21 δείκτες. Σαν γενική παρατήρηση πρέπει να αναφερθεί ότι ιδανική τιμή για κάθε δείκτη είναι το 1. Έτσι κάθε δείκτης εμφανίζει την απόδοση ή επίδοση του κτιρίου μας σε κάθε μέγεθος που υπολογίζει ο εκάστοτε δείκτης

City Hall of Haidari	Very Low	0.14	1.14
----------------------	----------	------	------



➤ Πεδίο Δράσεων Πολιτείας

Political field of action

Indicator	City Hall of Haidari
1.1	0.2
1.2	0.2
1.3	0.3
1.4	0.75
1.5	0
1.6	0
1.7	0

Αντιστοίχιση δεικτών

1.1 Στόχος μείωσης εκπομπών CO₂ στα δημοτικά κτίρια μέχρι το 2020
1.2 Στόχος μείωσης κατανάλωσης ενέργειας στα δημοτικά κτίρια μέχρι το 2020
1.3 Στόχος υιοθέτησης ΑΠΕ για τελική χρήση στα δημοτικά κτίρια μέχρι το 2020
1.4 Μεσοπρόθεσμα αποτελέσματα μείωσης CO₂ στα δημοτικά κτίρια
1.5 Μεσοπρόθεσμα αποτελέσματα μείωσης κατανάλωσης ενέργειας στα δημοτικά κτίρια
1.6 Μεσοπρόθεσμα αποτελέσματα υιοθέτησης ΑΠΕ για τελική χρήση στα δημοτικά κτίρια
1.7 Κεφάλαια που διατέθηκαν για ΑΠΕ και ενεργειακή αποδοτικότητα

Όπως φαίνεται από τα παραπάνω αποτελέσματα, το δημαρχείο Χαϊδαρίου υστερεί σημαντικά αναφορικά με τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, την ενσωμάτωση ΑΠΕ στη λειτουργία του, καθώς και στις εκπομπές CO₂. Όπως περιγράφηκε και προηγούμενα, αν και το κτίριο είναι σχετικά νέας κατασκευής, δεν έχουν τεθεί κάποιοι στόχοι σχετικά με τη μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας, ούτε και να ενσωματωθούν κάποια μορφή ΑΠΕ στη λειτουργία του, καθιστώντας το εν λόγω κτίριο πιο ενεργειακά αποδοτικό και φιλικό προς το περιβάλλον.

Από τους δείκτες φαίνεται ότι πρέπει να ληφθούν μέτρα και πρωτοβουλίες ώστε να καταστεί το κτίριο πιο «πράσινο», θέτοντας στόχους εξοικονόμησης ενέργειας και αναβάθμισης της ενεργειακής του απόδοσης.

Ενεργειακό και Περιβαλλοντικό Προφίλ

Energy and Environmental Profile

Indicator	City Hall of Haidari
2.1	0,41
2.2	0
2.3	0
2.4	0
2.5	0
2.6	0
2.7	Insignificant

Αντιστοίχιση δεικτών

2.1 Μείωση κατανάλωσης ενέργειας στα δημοτικά κτίρια
2.2 Ποσοστό μείωσης των ορυκτών καυσίμων
2.3 Μέση εκπομπή CO₂ ανά καταναλισκόμενη kWh του ενεργειακού μίγματος
2.4 Πυκνότητα παραγωγής ΑΠΕ
2.5 Δυνατότητα αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας (θερμική, ηλεκτρική αποθήκευση)
2.6 Συμπαράγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού
2.7 Ενεργειακή απόδοση του κτιρίου

Σχετικά με τους δείκτες του ενεργειακού και περιβαλλοντικού προφίλ του κτιρίου μας, τα αποτελέσματα δείχνουν τις σημαντικές ελλείψεις και λάθος επιλογές που έχουν γίνει. Σε πρώτη φάση πρέπει να ληφθούν πρωτοβουλίες σχετικά με τη μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας, με τη χρήση ενεργειακά αποδοτικότερων συσκευών, αλλά και μέσω εξοικονόμησης ενέργειας. Επίσης, αρνητικό αντίκτυπο στο προφίλ του κτιρίου έχει η χρήση πετρελαίου για τη θέρμανση του κτιρίου, το οποίο συνιστά μια κοστοβόρα επιλογή. Ακόμη αναφορικά με την καύση του πετρελαίου είναι δυνατός ο υπολογισμός των εκπομπών CO₂ / kWh του ενεργειακού μίγματος. Έτσι θεωρώντας 0,316 kg CO₂ ανά kWh και με ετήσια κατανάλωση πετρελαίου θέρμανσης 220.000 kWh, οι εκπομπές CO₂ προκύπτουν ίσες με 69.520 kg CO₂.

Από την άλλη, δεν έχουν διατεθεί κεφάλαια σχετικά με την εγκατάσταση ΑΠΕ, μονάδων ΣΗΘ ή να υπάρχει κάποια δυνατότητα αποθήκευσης ενέργειας. Οι δράσεις που θα

προταθούν στο επόμενο κεφάλαιο θα στοχεύουν να αυξήσουν την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου και να βελτιώσουν και σε πρακτικό επίπεδο το προφίλ του κτιρίου, καθιστώντας το παράλληλα φιλικότερο προς το περιβάλλον.

Σχετικές Υποδομές Πληροφοριών και Επικοινωνίας

Related Infrastructures and ICT

Indicator	City Hall of Haidari
3.1	Insignificant
3.2	0
3.3	Insignificant
3.4	0
3.5	0
3.6	Insignificant
3.7	Insignificant

Αντιστοίχιση δεικτών

3.1 Συστήματα παρακολούθησης και BEMS
3.2 Συστήματα παρακολούθησης ενέργειας
3.3 Μετεωρολογικά συστήματα
3.4 Επίπεδο αλλαγής προμηθευτών ενέργειας
3.5 Μείωση κόστους ενεργειακών αναγκών (αέριο, πετρέλαιο και ηλεκτρισμός) στα δημοτικά κτίρια
3.6 Ύπαρξη μέσων κοινωνικής δικτύωσης (Facebook, Twitter)
3.7 Ενέργειες διαχείρισης του κτιρίου που επηρεάζονται από τις προτιμήσεις πολιτών/κατοίκων/απασχολούμενων

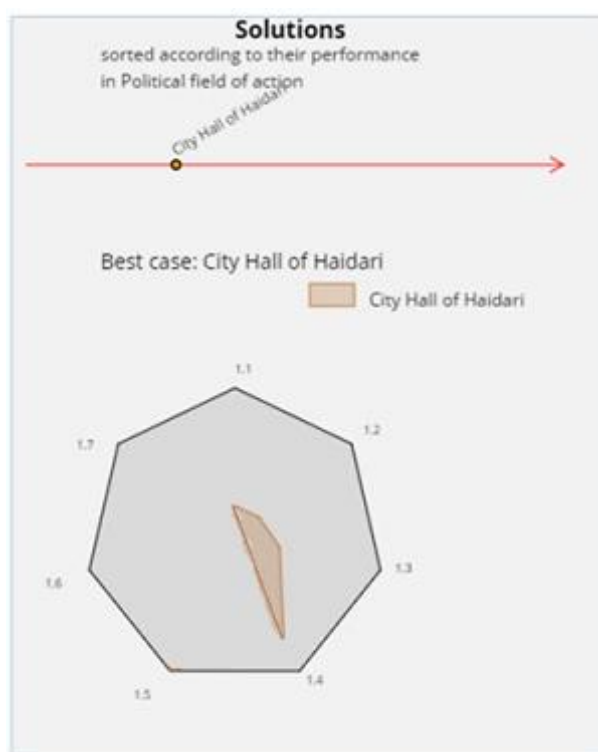
Από τα παραπάνω αποτελέσματα και τους αντίστοιχους δείκτες του συγκεκριμένου άξονα διαπιστώνεται ότι το δημαρχείο Χαϊδαρίου έχει σημαντικές ελλείψεις στο τομέα συστημάτων πληροφοριών και επικοινωνίας. Τα αποτελέσματα είναι αναμενόμενα μιας και δεν υπάρχει κάποιος αυτοματισμός BEMS ή άλλο εγκατεστημένο σύστημα σχετικά με την ενεργειακή επιτήρηση του κτιρίου και τις μετεωρολογικές συνθήκες. Επίσης, λόγω συμφωνιών με προμηθευτές πετρελαίου δεν γίνεται κάποια αναθεώρηση των τιμών προμήθειας του καυσίμου θέρμανσης, ώστε να

επιτυγχάνονται πιθανώς και καλύτερες συμφωνίες και τιμές, μειώνοντας έτσι και το ετήσιο κόστος θέρμανσης. Επίσης, σχετικά με την προμήθεια ηλεκτρικής ενέργειας, δεν έχουν γίνει ενέργειες για την αναθεώρηση ή διαπραγμάτευση κάποιου συμβολαίου, οπότε το δημαρχείο προμηθεύεται από τη ΔΕΗ.

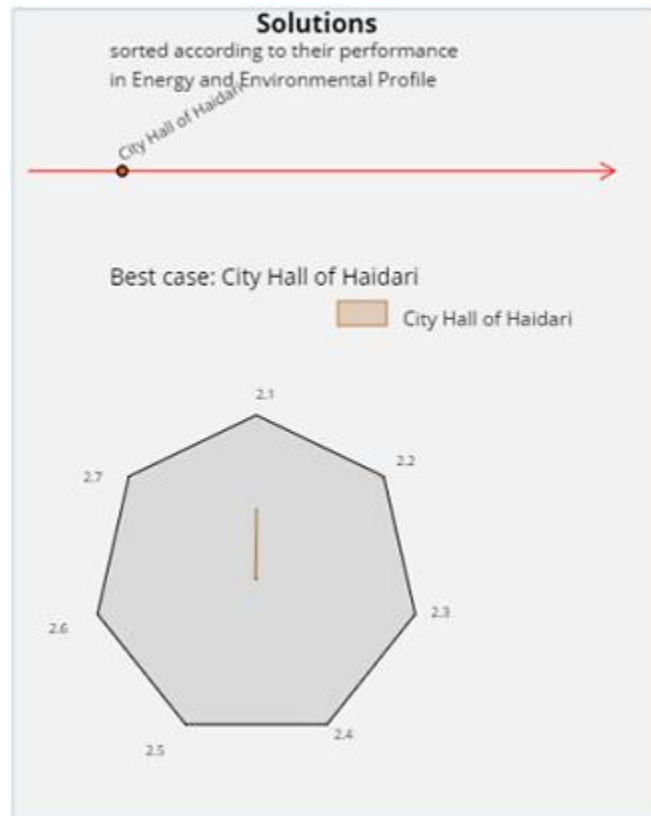
Επίσης, σε επίπεδο ενημέρωσης και διεξαγωγής προγραμμάτων για ενέργειες και δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας, καθώς και ημερίδων ή εκδηλώσεων ενημέρωσης, υστερεί σημαντικά. Από τα στοιχεία που συλλέχθηκαν, δεν είχε αναληφθεί κάποια πρωτοβουλία για την εκπαίδευση και ευαισθητοποίηση των πολιτών σχετικά με ενέργειες εξοικονόμησης ενέργειας και υιοθέτησης «πράσινων» πρακτικών διαβίωσης.

4.3 Αραχνοειδή διαγράμματα

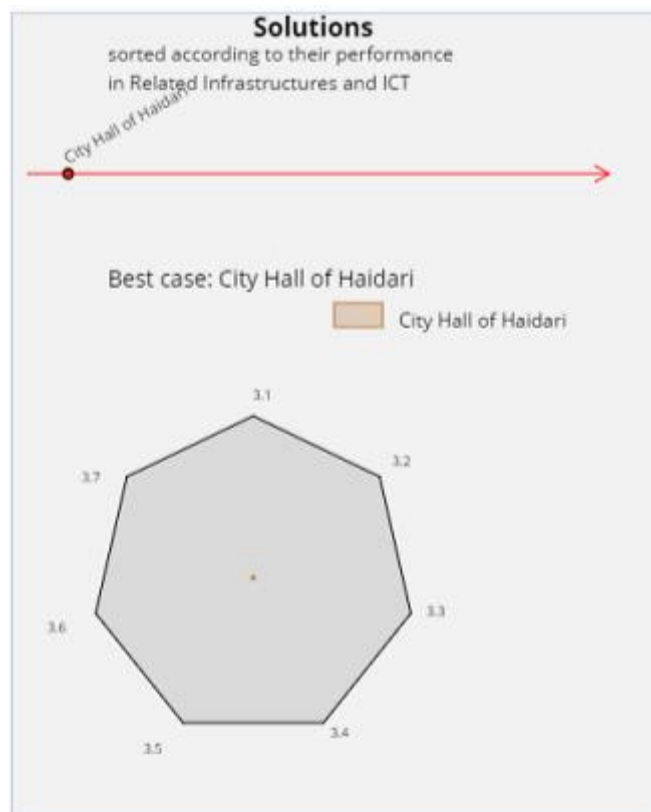
Στην παρούσα ενότητα θα παρουσιαστούν τα αραχνοειδή διαγράμματα των δεικτών κάθε κατηγορίας που έγινε αξιολόγηση του κτιρίου.



Εικόνα 4.1: Αραχνοειδές διάγραμμα αποτελεσμάτων πεδίου δράσεων πολιτείας



Εικόνα 4.2: Αραγοειδές διάγραμμα αποτελεσμάτων ενεργειακού και περιβαλλοντικού προφίλ



Εικόνα 4.3: Αραγοειδές διάγραμμα αποτελεσμάτων σχετικών υποδομών και συστημάτων επικοινωνίας και πληροφοριών

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Δράσεις βελτίωσης της ενεργειακής συμπεριφοράς του κτιρίου

5.1 Εισαγωγή

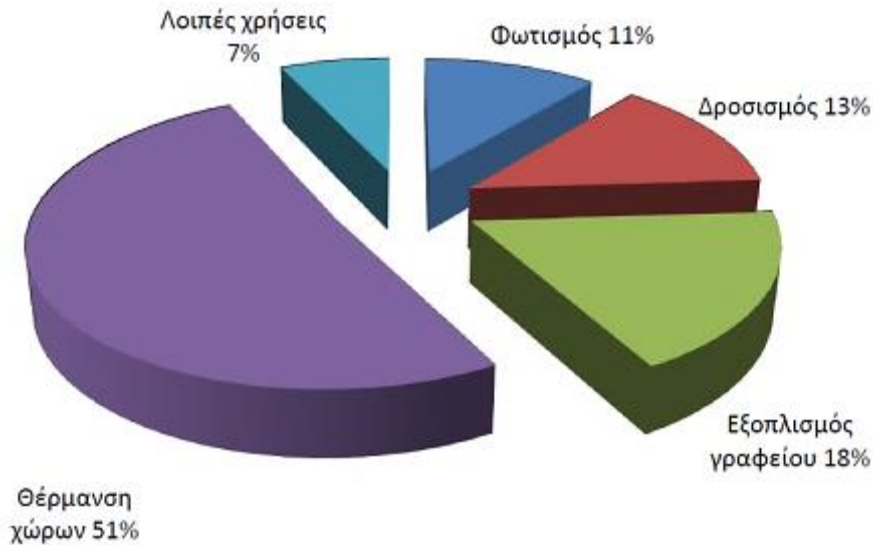
Το τελευταίο και ίσως σημαντικότερο στάδιο μιας ενεργειακής επιθεώρησης είναι η διαμόρφωση ολοκληρωμένων προτάσεων και λύσεων είτε για την αντιμετώπιση των υπαρχόντων ενεργειακών προβλημάτων είτε για την περαιτέρω βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας του κτιρίου.

Στον παρόν κεφάλαιο, με βάση την καταγραφή της υπάρχουσας κατάστασης του δημαρχείου Χαϊδαρίου, τα αποτελέσματα της ενεργειακής επιθεώρησης που διενεργήθηκε, και την αξιολόγηση με το πρόγραμμα e-SCEAF, θα προταθούν δράσεις βελτίωσης του ενεργειακού προφίλ του υπό εξέταση κτιρίου. Οι δράσεις θα επικεντρωθούν μείωση των ενεργειακών καταναλώσεων και κατά συνέπεια του λειτουργικού κόστους, όπως βελτιωτικών παρεμβάσεων στο φωτισμό, στη θέρμανση και ψύξη του κτιρίου, στο κτιριακό κέλυφος, καθώς και η προοπτική εγκατάστασης φωτοβολταϊκού συστήματος, αλλά και αυτοματισμών που θα βοηθήσουν προς την κατεύθυνση εξοικονόμησης ενέργειας.

Κύριο μέλημα στο σχεδιασμό των δράσεων είναι η όσο το δυνατόν καλύτερη εκμετάλλευση των διαθέσιμων φυσικών πόρων με σκοπό την εξασφάλιση ιδανικών θερμικών και οπτικών συνθηκών με το μικρότερο δυνατό κόστος (βιοκλιματικός σχεδιασμός) αλλά και η ελαχιστοποίηση των μη αναγκαίων καταναλώσεων, τομέας στον οποίο είναι απαραίτητη η ευαισθητοποίηση και η συνεισφορά του ανθρώπινου παράγοντα.

5.1.1 Κατανομή κατανάλωσης ενέργειας

Στην Εικόνα 5.1 παρουσιάζεται η κατανομή των καταναλώσεων ενέργειας στα κτίρια του τριτογενούς τομέα γενικότερα, ο οποίος μας αφορά στην παρούσα εργασία. Είναι εμφανές ότι το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας δαπανάται για ανάγκες θέρμανσης και κλιματισμού. Είναι σημαντική επίσης η κατανάλωση του ηλεκτρικού εξοπλισμού, αλλά εξίσου ενεργοβόρος είναι και ο φωτισμός κτίρια του τριτογενούς τομέα γενικότερα, και πιο ειδικά για τους χώρους γραφείων. (Athina G. Gaglia 2007)



Εικόνα 5.1: Κατανάλωση ενέργειας ανά χρήση για κτίρια του τριτογενούς τομέα (Athina G. Gaglia 2007)

Με βάση τα στοιχεία αυτά, θα προταθούν λύσεις εξοικονόμησης ενέργειας για την ενεργειακή αναβάθμιση του κτιρίου ανά τομέα κατανάλωσης, έτσι ώστε ύστερα από την επιθεώρηση του κτιρίου, να μπορεί να καταταγεί σε όσο το δυνατόν υψηλότερη ενεργειακή κατηγορία.

Η αξιολόγηση και η επιλογή των προτάσεων γίνεται μέσω διεξοδικής ανάλυσης των ελλείψεων και των αναγκών του κτιρίου βάσει της μελέτης που προηγήθηκε στα προηγούμενα κεφάλαια. Λαμβάνοντας κάθε φορά υπόψη ποικίλους παράγοντες όπως η τοποθεσία του κτιρίου, οι βιοκλιματικές συνθήκες της περιοχής, οι δυνατότητες εφαρμογής των μέτρων αλλά και οι εργασιακές συνθήκες με γνώμονα πάντα τη βέλτιστη κάλυψη των αναγκών των εργαζομένων. Η επιλογή του εκάστοτε εξοπλισμού γίνεται βάσει συγκεκριμένων τεχνικών προδιαγραφών (ειδικά χαρακτηριστικά, παρεχόμενη εγγύηση, έξοδα συντήρησης κλπ) και πάντα κατόπιν συμβουλής εξειδικευμένου προσωπικού σε κάθε τομέα εφαρμογής με στόχο τον καλύτερο δυνατό συνδυασμό αξιοπιστίας, απόδοσης και τιμής. Σε κάθε περίπτωση, υπολογίζεται η εκτιμώμενη ενεργειακή εξοικονόμηση και το άμεσο οικονομικό όφελος που θα προκύψει σε ετήσια βάση, συνυπολογίζοντας και τη βελτίωση των εργασιακών συνθηκών (πχ. καλύτερα επίπεδα φωτισμού, θέρμανσης κλπ.). (Athina G. Gaglia 2007)

Για την καλύτερη αξιολόγηση των επενδύσεων και για την επιλογή των περισσότερο συμφερούσων δράσεων, υπολογίζεται σε κάθε μία ξεχωριστά η εκτιμώμενη ενεργειακή εξοικονόμηση και το άμεσο οικονομικό όφελος σε ετήσια βάση. Η διαδικασία της επιλογής βασίζεται κυρίως σε τρία οικονομικά κριτήρια για κάθε επένδυση: την Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ), τον Εσωτερικό Βαθμό Απόδοσης (ΕΒΑ) και την Έντοκη Περίοδο Αποπληρωμής (ΕΠΑ).

5.2 Οικονομικοί Δείκτες

Κάθε επένδυση θα αξιολογηθεί με διάφορα οικονομικά κριτήρια, και συγκεκριμένα με το κριτήριο της Καθαρής Παρούσας Αξίας (ΚΠΑ), το κριτήριο του εσωτερικού βαθμού απόδοσης (ΕΒΑ) και το κριτήριο της περιόδου αποπληρωμής.

Η **Καθαρή Παρούσα Αξία (NPV)** μίας επένδυσης είναι η αξία αυτής ανηγμένη στη χρονική στιγμή έναρξης της εμπορικής της λειτουργίας και δίνεται από τη σχέση:

$$NPV = -K_o + \sum_{t=1}^N \frac{KTP_t}{(1+k)^t} + \frac{YA_N}{(1+k)^N} \quad (4.1)$$

όπου

K_o το κόστος της επένδυσης,

KTP_t η καθαρή ταμειακή ροή του έτους t ,

k η ελάχιστη απαιτούμενη απόδοση των κεφαλαίων που επενδύονται (επιτόκιο αναγωγής),

N η διάρκεια της επένδυσης σε έτη,

YA_N η υπολειμματική αξία της επένδυσης στο N -οστό έτος.

- Αν $NPV > 0$ έχουμε επιλογή του επενδυτικού σχεδίου
- Αν $NPV < 0$ έχουμε απόρριψη του επενδυτικού σχεδίου
- Εάν $NPV = 0$ υπάρχει αδιαφορία του επενδυτή ως προς την αποδοχή ή την απόρριψη του επενδυτικού σχεδίου (οριακή κατάσταση). (Στ. Παπαθανασίου 2012)

Αντίστοιχα ο δείκτης **IRR (Internal Rate of Return – Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης)** είναι η τιμή του επιτοκίου αναγωγής, που κάνει την NPV της επένδυσης, για τη διάρκεια της οικονομικής αξιολόγησης, ίση με το μηδέν. Ειδικότερα, ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης εκφράζει την απόδοση κεφαλαίου της αρχικής επένδυσης κατά τη διάρκεια του οικονομικού κύκλου ζωής της. Συνεπώς, ο IRR της επένδυσης προσδιορίζεται από τη λύση της εξίσωσης: (Στ. Παπαθανασίου 2012)

$$-K_o + \sum_{t=1}^N \frac{KTP_t}{(1+IRR)^t} = 0 \quad (4.2)$$

Μία τρίτη μέθοδος αξιολόγησης της επένδυσης είναι η **Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής (ΕΠΑ, DPP)** δηλαδή η περίοδος επάνακτησης του κόστους της επένδυσης (K_o) από τις KTP . Ειδικότερα είναι ο αριθμός των ετών που απαιτούνται

ώστε να καλυφθεί η αρχική δαπάνη με την θεώρηση ότι η υπολειμματική αξία της επένδυσης είναι μηδενική:

$$-K_o + \sum_{t=1}^x \frac{KTP_t}{(1+k)^t} = 0 \quad (4.3)$$

Για την εφαρμογή των προαναφερθέντων κριτηρίων, απαιτείται σε κάθε περίπτωση να είναι γνωστά τα έξοδα του επενδυτή, καθώς και τα έσοδά του από την πώληση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, στο χρονικό ορίζοντα αξιολόγησης της επένδυσης. (Στ. Παπαθανασίου 2012)

5.3 Γενικά μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας για κτίρια γραφείων

Στα κτίρια του τριτογενούς τομέα οι προτάσεις εξοικονόμησης ενέργειας αφορούν σε:

- ❖ Μέτρα βελτίωσης της θερμομονωτικής επάρκειας (αντικατάσταση κουφωμάτων)
- ❖ Αναβάθμιση του συστήματος τεχνητού φωτισμού
- ❖ Αναβάθμιση συστημάτων και δικτύων θέρμανσης-ψύξης
- ❖ Χρήση εξοπλισμού υψηλής ενεργειακής απόδοσης
- ❖ Εγκατάσταση επιμέρους αυτοματισμών στα συστήματα κλιματισμού και θέρμανσης κεντρικών συστημάτων ελέγχου (BEMS)
- ❖ Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος
- ❖ Εφαρμογή οργανωτικών προγραμμάτων διαχείρισης και εξοικονόμησης ενέργειας (www.eu-greenbuilding.org)

Κατά συνέπεια στις ακόλουθες ενότητες θα παρουσιαστούν συνοπτικά οι τρόποι ενεργειακής αναβάθμισης του υφιστάμενου κτιρίου μας, όπου θα αναλυθούν τα επιμέρους στοιχεία της κάθε κατηγορίας παρεμβάσεων και θα αξιολογηθούν με τα 3 οικονομικά κριτήρια που παρουσιάστηκαν προηγουμένως.

5.4 Δράσεις για αναβάθμιση της θερμομονωτικής επάρκειας

Όπως φάνηκε και κατά τον υπολογισμό του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας, το κτίριο είναι εντός των επιτρεπόμενων ορίων που ορίζει η Τ.Ο.Τ.Ε.Ε, έτσι κρίθηκε θερμομονωτικά επαρκές. (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010)

Το αποτέλεσμα είναι αναμενόμενο, αφού το κτίριο κατασκευάστηκε μετά την έναρξη ισχύος του κανονισμού θερμομόνωσης που πραγματοποιήθηκε το 1979, συγκεκριμένα η μελέτη και η κατασκευή θερμομόνωσης του εν λόγω κτιρίου αποπερατώθηκε το 1995.

Το αποτέλεσμα είναι ότι υπάρχει επαρκής θερμομόνωση χωρίς να υπάρχουν ενεργειακές απώλειες, καθώς και η δυνατότητα διατήρησης συνθηκών θερμικής άνεσης.

Παρόλα αυτά, υπάρχουν περιθώρια βελτίωσης, κατά κύριο λόγο στον υψηλό συντελεστή θερμοπερατότητας των υαλοπινάκων του κτιρίου, δεδομένου ότι η μόνωση των υπόλοιπων δομικών στοιχείων είναι στο μεγαλύτερο κομμάτι του κτιρίου αρκετά ισχυρή.

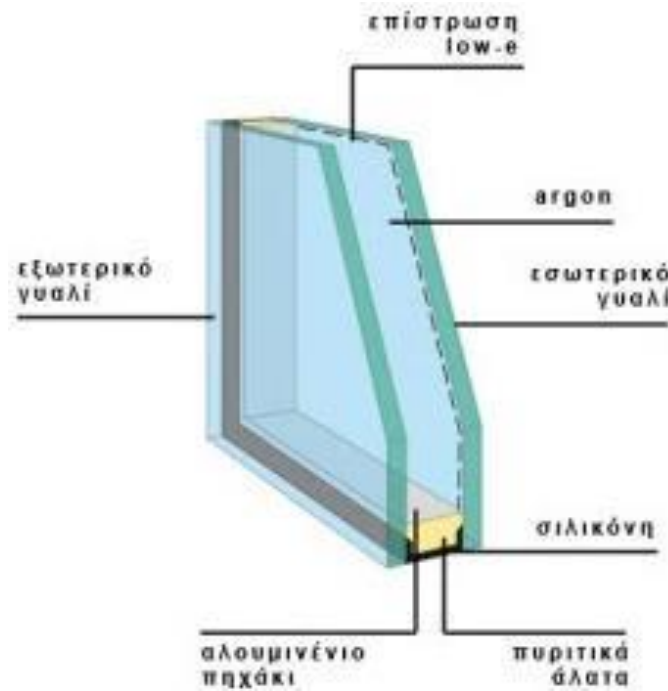
Οι υπάρχοντες δίδυμοι υαλοπίνακες, έχουν συνολικό συντελεστή θερμοπερατότητας μαζί με το πλαίσιο ίσο με $3,2 \text{ W}/(\text{m}^2/\text{K})$. Η αντικατάστασή τους με νέους σύγχρονους «Ενεργειακούς Υαλοπινάκες» Low-E 3^{ης} γενιάς με κατάλληλα πλαίσια αλουμινίου με θερμοδιακοπή ώστε ο συντελεστής του ανοίγματος να είναι περίπου $U_w = 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2/\text{K})$, εκτιμάται ότι θα μειώσει σημαντικά την κατανάλωση ενέργειας τόσο για θέρμανση τους χειμερινούς μήνες, όσο και για ψύξη τους καλοκαιρινούς. Έτσι η απόσβεση της εν λόγω επένδυσης θα γίνει μέσω της εξοικονόμησης ενέργειας και τελικά χρημάτων. (Alotek)

➤ Η τεχνολογία των ενεργειακών υαλοπινάκων

Η απλούστερη εφαρμογή υαλοπινάκων, η οποία κυριάρχησε μέχρι και τη δεκαετία του 1980, ήταν οι μονοί απλοί υαλοπίνακες, οι οποίοι ουσιαστικά δεν προσέφεραν τίποτα περισσότερο από αυτό που προσέφεραν οι υαλοπίνακες από την πρώτη στιγμή που εμφανίστηκαν στις ανθρώπινες κατασκευές από τον 10ο π.Χ. αιώνα για: (Γεώργιος Ηλιάδης)

- προστασία από τα καιρικά φαινόμενα
- επαφή με το φυσικό περιβάλλον / είσοδο του φυσικού φωτός
- υποτυπώδη θερμομόνωση (Συντελεστής θερμοπερατότητας: $U_g = 5,7 \text{ W}/\text{m}^2/\text{K}$).

Η εξέλιξη της τεχνολογίας έδωσε τους διπλούς απλούς υαλοπίνακες, οι οποίοι βελτίωσαν τη θερμομόνωση κατά 80% περίπου (Συντελεστής θερμοπερατότητας: $U_g = 3,2 \text{ W}/\text{m}^2/\text{K}$). Παρόλα αυτά, η παγκόσμια ενεργειακή κρίση σε συνδυασμό με τις δυσμενείς παγκόσμιες οικολογικές εξελίξεις, κατέστησαν τους διπλούς απλούς υαλοπίνακες παρωχημένους μέσα σε δύο μόλις δεκαετίες (σε σχέση με τις τρεις χιλιετίες που χρειάστηκαν για τους μονούς απλούς). (Γεώργιος Ηλιάδης)



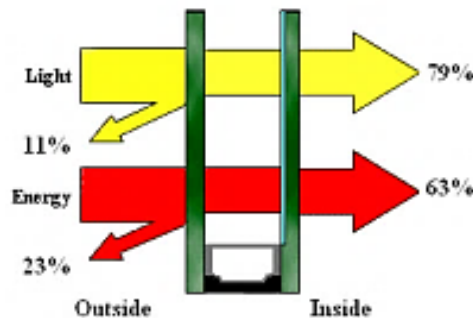
Εικόνα 5.2: Τα κύρια μέρη ενός ενεργειακού υαλοπίνακα 3^{ης} γενιάς (Alotek)

Η σύγχρονη ανάγκη βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων οδήγησε την παγκόσμια βιομηχανία παραγωγής υαλοπινάκων στην κατασκευή των σύγχρονων διπλών ενεργειακών υαλοπινάκων ελέγχου ηλιακής ακτινοβολίας (Low-e Solar Control) (Εικόνα 5.2). Οι υαλοπίνακες αυτοί κατόρθωσαν να βελτιώσουν τη θερμομόνωση σε σχέση με τους απλούς διπλούς κατά 200% περίπου (Συντελεστής θερμοπερατότητας: $U_g = 1,1 \text{ W/m}^2 \text{ K}$) και κατά 400% περίπου σε σχέση με τους απλούς μονούς (Εικόνα 5.3).



U= 1.1W/m²K

PILKINGTON



DESCRIPTION

Position out/in	Product name and type of gas	Thickness mm	Weight kg/m²
Glass 1	Optifloat™ Clear 4mm	4	10
Cavity 1	100% Argon 16mm	16	
Glass 2	Optithem™ SN 4mm	4	10
Cavity 2			
Glass 3			
Cavity 3			
Glass 4			
Product code		Unit	Thickness mm
4-16Ar-SN4		2	24
		Weight kg/m²	20

PERFORMANCE

Light	Transmittance LT	79%	Sound reduction Rw dB	31	
	UV	29%		Rtra dB	25
	Reflectance out LR out	11%			
	Reflectance in LR in	12%			
Energy	Direct transmittance ET	53%	Thermal transmittance		
	Reflectance ER	23%	Center value U W/m²K	1.1	
	Absorptance EA	24%	Performance code		
	Total Transmittance TET:	63%	U-value/Light/Energy 1.1/ 79/ 63		
	Shading coefficient, total	0.73			
	Shading coefficient, short wave	0.62			

Εικόνα 5.3: Πιστοποιητικό Uvalue των ενεργειακών υαλοπινάκων 3^{ης} γενιάς (Alotek)

Η χρήση βελτιωμένων ειδικών υαλοπινάκων μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας για τη θέρμανση, ψύξη και φωτισμό των κτηρίων και στη βελτίωση των συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης που διαμορφώνονται στους εσωτερικούς χώρους. Οι ιδιότητες αυτές μπορεί να είναι σταθερές, μεταβαλλόμενες (ανάλογα με τις εξωτερικές συνθήκες) ή ρυθμιζόμενες.

Αξίζει, τέλος, να τονιστεί ότι τα οφέλη από την υιοθέτηση των νέων ενεργειακών τζαμιών σε περιβαλλοντολογικό επίπεδο είναι ιδιαίτερα σημαντικά. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι, κατά την παραγωγή 1 m² διπλού ενεργειακού υαλοπίνακα Low-e απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα 25 kg CO₂, ενώ ο ίδιος υαλοπίνακας εξοικονομεί τουλάχιστον 90 kg CO₂ ετησίως καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του,

λόγω της εξοικονόμησης ενέργειας στην οποία συμβάλλει. (Alotek, Γεώργιος Ηλιάδης)

Οι «Ενεργειακοί Υαλοπίνακες» έχουν κατ' αρχήν την «ικανότητα» να δυσχεραίνουν την εκπομπή της θερμότητας από την θερμότερη προς την ψυχρότερη πλευρά (γι' αυτό αποκαλούνται υαλοπίνακες χαμηλής εκπομπής (Low-E). Η ικανότητά τους αυτή μας βοηθά να διατηρούμε την θερμότητα του σπιτιού μας τον χειμώνα μέσα και το καλοκαίρι την ζέστη του εξωτερικού περιβάλλοντος έξω, εξοικονομώντας ενέργεια (για την θέρμανση ή τον κλιματισμό του χώρου, αντίστοιχα).

Η ιδιότητα αυτή των «Ενεργειακών Υαλοπινάκων» λειτουργεί με όλες τις καιρικές συνθήκες (συννεφιά ή λιακάδα), όλες τις ώρες (ημέρα και νύκτα), όλες τις ημέρες του χρόνου (χειμώνα – καλοκαίρι), εφόσον δεν εκτίθενται απ' ευθείας στην ηλιακή ακτινοβολία.

Ανάλογη λοιπόν της του τύπου των τοποθετημένων υαλοπινάκων είναι και η διαφορά της θερμομονωτικής ικανότητάς τους σε σύγκριση με αυτήν των σύγχρονων «Ενεργειακών Υαλοπινάκων» Low-E 3^{ης} γενιάς. (Γεώργιος Ηλιάδης)

Τα ανοίγματα στους χώρους των γραφείων του κτιρίου είναι συνολικά 896,43 m². Το κόστος αγοράς των νέων υαλοπινάκων μαζί με το κόστος των πλαισίων και της εγκατάστασης είναι περίπου 80 €/ m², όποτε το συνολικό κόστος ανέρχεται περίπου στα 71714 €. (Alotek)

Για τον υπολογισμό της εξοικονόμησης ενέργειας από την αντικατάσταση των υαλοπινάκων και των πλαισίων είναι απαραίτητο να υπολογιστούν οι απώλειες θερμότητας τόσο με τα παλιά όσο και με τα νέα πλαίσια. Οι υπολογισμοί παρουσιάζονται αναλυτικά στους ακόλουθους πίνακες. Οι μηνιαίες θερμοκρασίες της ατμόσφαιρας προέρχονται από στατιστικές της ΕΜΥ (Μετεωρολογικός σταθμός - http://www.hnms.gr/hnms/english/climatology/climatology_region_diagrams.html?dr_city=Athens_Hellinikon&dr_region=ClimAttiki). Τέλος, σαν ώρες λειτουργίας της θέρμανσης τους ψυχρούς και της ψύξης τους θερμούς μήνες, έχει θεωρηθεί συμβατικά το 10ωρο λειτουργίας των γραφείων επί 22 εργάσιμες μέρες το μήνα (συνολικά 220 ώρες/μήνα).

Για τον υπολογισμό των απωλειών ανά μήνα χρησιμοποιήθηκε ο τύπος

$$Q = U * A * \Delta T \text{ όπου:}$$

$U = 3,2 \text{ W} / (\text{m}^2 \text{ K})$ Συντελεστής θερμοπερατότητας παλαιών υαλοπινάκων

$A = 97,24$ Επιφάνεια ανοιγμάτων (m²)

ΔT Διαφορά θερμοκρασίας εσωτερικού και εξωτερικού χώρου

Επιφάνεια υαλοπινάκων	U παλιών υαλοπινάκων	U νέων υαλοπινάκων	Σ UxA (παλιό)	Σ UxA (νέο)
865,25 (m ²)	3,2 W/m ² K		2768,8	
16 (m ²)	5 W/m ² K	1,1 W/m ² K	80	986,073
15,18 (m ²)	2,5 W/m ² K		37,95	
Συνολικά			2886,75	986,073

Έτσι και ο ακόλουθος πίνακας παρουσιάζει το σύνολο των απωλειών θερμότητας, αφού πρώτα γίνουν οι υπολογισμοί για κάθε μήνα του έτους και με βάση τις εξωτερικές θερμοκρασίες που κυριαρχούν. Αρχικά εξετάζουμε την περίπτωση της υφιστάμενης κατάστασης.

Μήνας	Εσωτερική θερμοκρασία	Εξωτερική θερμοκρασία	Θερμότητα/ώρα $Q = U \times A \times \Delta T$	Απώλειες θερμότητας /μήνα
Ιανουάριος	297	283,3	39548,48	8700,665
Φεβρουάριος	297	283,6	38682,45	7736,49
Μάρτιος	297	285,3	33774,98	7430,494
Απρίλης	297	288,9	23382,68	5144,189
Μάιος	297	293,7	9526,275	2095,781
Ιούνιος	297	298,2	3464,1	762,102
Ιούλιος	297	301	11547	2540,34
Αύγουστος	297	300,8	10969,65	2413,323
Σεπτέμβριος	297	292,5	12990,38	2857,883
Οκτώβριος	297	288,4	24826,05	5461,731
Νοέμβριος	297	287,2	28290,15	6223,833
Δεκέμβριος	297	285	34641	7621,02
Συνολικά				58987,85

Ο ακόλουθος πίνακας παρουσιάζει τους αναλυτικούς υπολογισμούς που προκύπτουν με την τοποθέτηση των ενεργειακών υαλοπινάκων αναφορικά με τις νέες απώλειες θερμότητας ανά μήνα.

Μήνας	Εσωτερική θερμοκρασία	Εξωτερική θερμοκρασία	Θερμότητα/ώρα $Q = U \times A \times \Delta T$	Απώλειες θερμότητας /μήνα
Ιανουάριος	297	283,3	13509,2	2972,024
Φεβρουάριος	297	283,6	13213,38	2642,676
Μάρτιος	297	285,3	11537,05	2538,152
Απρίλης	297	288,9	7987,191	1757,182
Μάιος	297	293,7	3254,041	715,889
Ιούνιος	297	298,2	-1183,29	260,323
Ιούλιος	297	301	-3944,29	867,744
Αύγουστος	297	300,8	-3747,08	824,357
Σεπτέμβριος	297	292,5	4437,329	976,2123
Οκτώβριος	297	288,4	8480,228	1865,65
Νοέμβριος	297	287,2	9663,515	2125,973
Δεκέμβριος	297	285	11832,88	2603,233
Συνολικά				20149,42

Η εξοικονομούμενη ενέργεια που προκύπτει από την αντικατάσταση αντιστοιχεί πρακτικά σε μείωση της ενέργειας που ξοδεύεται για θέρμανση (πετρέλαιο θέρμανσης και κλιματιστικά) τους μήνες Οκτώβριο μέχρι Απρίλη και της ενέργειας για την ψύξη των ορόφων τους μήνες Μάιο μέχρι Σεπτέμβρη. Έτσι η συνολική εξοικονόμηση εκτιμάται στις 38838,43 KWh.

Πολλαπλασιάζοντας με τα αντίστοιχα κόστη υπολογίζεται το ετήσιο οικονομικό όφελος της επένδυσης:

- Αναμενόμενη εξοικονόμηση από μείωση αναγκών θέρμανσης

- Αναμενόμενη εξοικονόμηση από μείωση αναγκών ψύξης

Τα προηγούμενα φαίνονται αναλυτικά στον πίνακα που ακολουθεί

	Εξοικονόμηση ενέργειας	Κόστος ενέργειας	Εξοικονόμηση χρημάτων	Συνολικά
Θέρμανση	33193,42 kWh _f = 2718,77 lt πετρέλαιο	1,2 €/lt	3262,52 €	3728,74 €
Ψύξη	5645,01 kWh	0,08259 €/kWh	466,22 €	

Αρά συνολικά το ετήσιο κέρδος εξοικονόμησης είναι 3728,74 € σε ετήσια βάση. Ο ακόλουθος πίνακας παρουσιάζει την χρηματοοικονομική ανάλυση της επένδυσης για την αντικατάσταση των υπαρχόντων υαλοπινάκων με σύγχρονους ενεργειακούς υαλοπίνακες.

Έτος	ΚΤΡ (€)	ΠΑ (€)	ΚΠΑ (€)	ΕΠΑ (€)
1	3728,74	3728,74	-32176,32	-67985,66
2	3728,74	3452,54		-64533,12
3	3728,74	3196,79		-61336,33
4	3728,74	2960,00		-58376,33
5	3728,74	2740,74		-55635,59
6	3728,74	2537,72		-53097,87
7	3728,74	2349,74		-50748,14
8	3728,74	2175,68		-48572,45
9	3728,74	2014,52		-46557,93
10	3728,74	1865,30		-44692,63
11	3728,74	1727,13		-42965,50
12	3728,74	1599,19		-41366,31

13	3728,74	1480,73	-39885,57
14	3728,74	1371,05	-38514,52
15	3728,74	1269,49	-37245,03
16	3728,74	1175,45	-36069,57
17	3728,74	1088,38	-34981,19
18	3728,74	1007,76	-33973,43
19	3728,74	933,11	-33040,31
20	3728,74	863,99	-32176,32
		39538,08	

Με βάση τα στοιχεία αυτά τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τους τρεις οικονομικούς δείκτες είναι τα ακόλουθα:

➤ *Καθαρή παρούσα αξία*

$KΠΑ = -32176,32€$ Η ΚΠΑ έχει αρνητική τιμή οπότε η επένδυση κρίνεται μη βιώσιμη και οικονομικά ασύμφορη, κυρίως λόγω του υψηλού αρχικού κόστους, το οποίο οφείλεται στην πολύ μεγάλη επιφάνεια των ανοιγμάτων του κτιρίου.

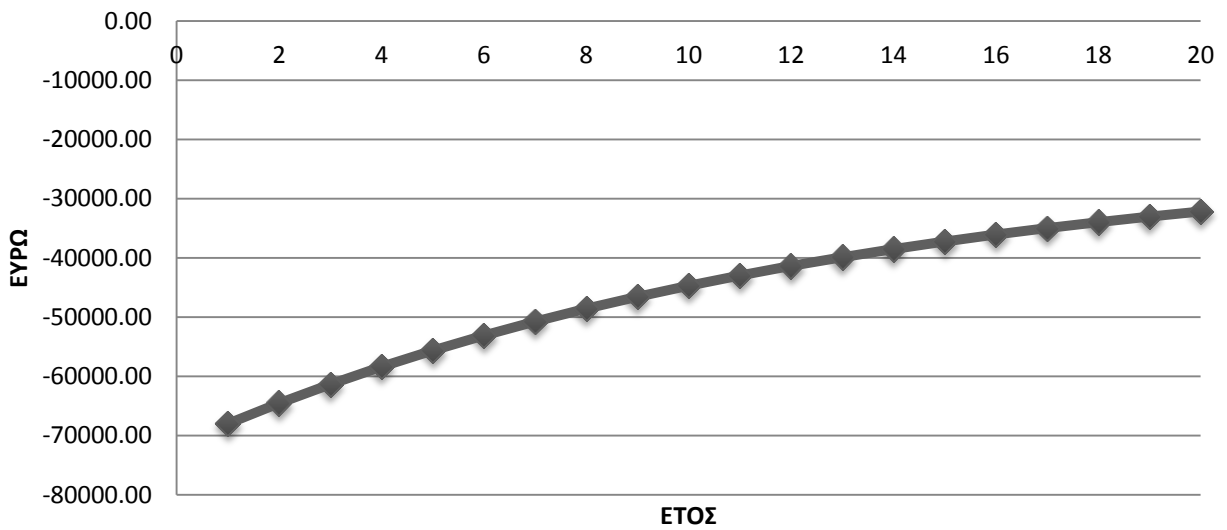
❖ *Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης*

EBA είναι χαμηλότερος από το επιτόκιο αναγωγής και ίσος με 0,4% , γεγονός που δικαιολογείται και από την ΚΠΑ που έχει αρνητική τιμή και η επένδυση δεν αποσβένεται κατά τη διάρκεια ζωής της επένδυσης.

❖ *Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής*

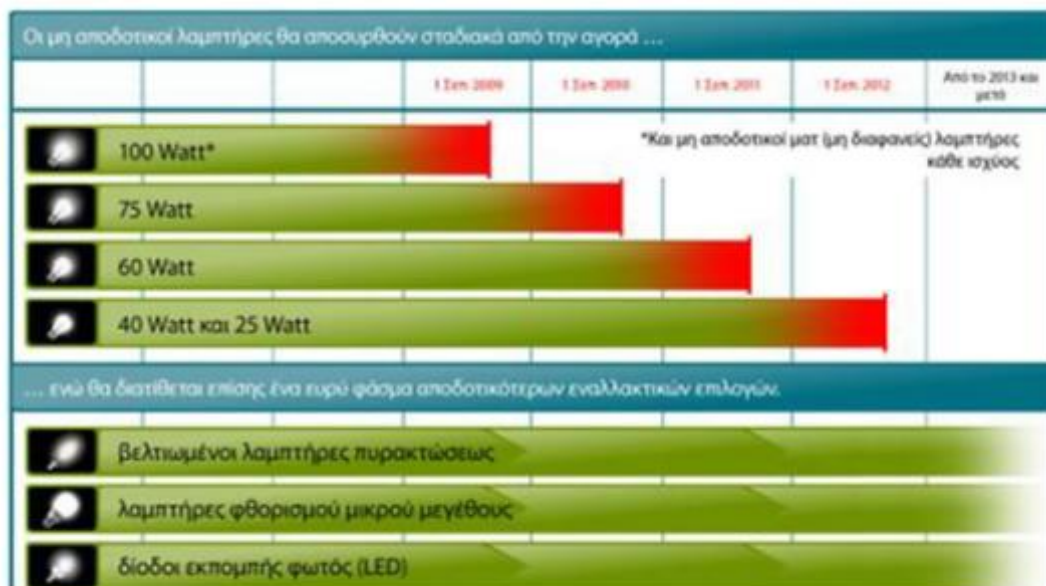
$EΠΑ > 20$ χρόνια Η ΕΠΑ έχει τιμή μικρότερη από 20 χρόνια με αποτέλεσμα η επένδυση να κρίνεται μη βιώσιμη.

Έντοκη περίοδος αποπληρωμής τοποθέτησης ενεργειακών υαλοπινάκων



5.5 Δράση αναβάθμισης του τεχνητού φωτισμού

Ο τομέας του φωτισμού αποτελεί ένα από τα κύρια πεδία εξέτασης πιθανών μελλοντικών βελτιωτικών επεμβάσεων που μπορούν να λάβουν χώρα σε κτίρια του τριτογενούς τομέα. Το 2009, η Ευρωπαϊκή Ένωση θέσπισε τη σταδιακή κατάργηση των μη αποδοτικών ενεργειακά λαμπτήρων σε νοικοκυριά βιομηχανίες και δημόσια κτίρια με σκοπό τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας των κτιρίων και τη μείωση των εκπομπών CO₂. (www.eco-lamps.gr)



Εικόνα 5.4: Σταδιακή απόσυρση των μη αποδοτικών ενεργειακά λαμπτήρων (www.eco-lamps.gr)

- Αντικατάσταση λαμπτήρων πυρακτώσεως και μεταλλικών αλογονιδίων με λαμπτήρες LED
 - ✓ Αντικατάσταση λαμπτήρων πυρακτώσεως 60 W με λαμπτήρες τεχνολογίας LED ισχύος 6 W με κόστος 18,7€ (+Φ.Π.Α.) για τον καθένα.
 - ✓ Αντικατάσταση λαμπτήρων πυρακτώσεως 100 W με λαμπτήρες τεχνολογίας LED ισχύος 16 W με κόστος 23€ (+Φ.Π.Α.) για τον καθένα.
 - ✓ Αντικατάσταση προβολέα μεταλλικών αλογονιδίων 150 W με προβολέα τεχνολογίας LED ισχύος 20 W με κόστος 67,93€ (+Φ.Π.Α.) για τον καθένα.
 - ✓ Αντικατάσταση προβολέα μεταλλικών αλογονιδίων 250 W με προβολέα τεχνολογίας LED ισχύος 40 W με κόστος 77€ (+Φ.Π.Α.) για τον καθένα (www.eco-lamps.gr)

Η εξοικονόμηση ενέργειας που προκύπτει από την αντικατάσταση των λαμπτήρων πυρακτώσεως υπολογίζεται θεωρώντας ότι καθημερινά λειτουργούν για 10 ώρες.

Ο ακόλουθος πίνακας παρουσιάζει τους λαμπτήρες πυρακτώσεως που υπάρχουν στην υφιστάμενη εγκατάσταση και την εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται με αντίστοιχης φωτεινότητας λαμπτήρες LED.

Παλαιοί λαμπτήρες	Ισχύς λυχνίας (W)	Ποσότητα	Συνολική ισχύς (W)	Αντικατάσταση	Ισχύς λυχνίας (W)	Ποσότητα	Συνολική ισχύς (W)
Πυρακτώσεως τοιχου ή οροφής	1×60	2	120	LED	1×6	2	12
Πυρακτώσεως τοιχου ή οροφής	1×100	34	3400	LED	1×16	34	544
Πυρακτώσεως spot	1×100	12	1200	LED	1×16	12	192
Πυρακτώσεως spot	2×100	16	3200	LED	2×16	16	512
Προβολέας μεταλλικών αλογονιδίων	1×150	14	2100	LED	1×20	14	280
Προβολέας μεταλλικών αλογονιδίων	1×300	27	8100	LED	1×40	27	1080
Αρχική Συνολική κατανάλωση ενέργειας λαμπτήρων πυρακτώσεως (kWh/year)		47112		Νέα Συνολική κατανάλωση ενέργειας λαμπτήρων LED (kWh/year)			6812

- Αντικατάσταση των μαγνητικών στραγγαλιστικών πηνίων (ballast) των λαμπτήρων φθορισμού με ηλεκτρονικά ballast

Η αντικατάσταση των συμβατικών στραγγαλιστικών πηνίων με νέα ηλεκτρονικού τύπου, προσδίδει σημαντικές βελτιώσεις στην εγκατάσταση φωτισμού, εκτός της δυνατότητας εξοικονόμησης ενέργειας μέχρι και 25%, υπό ονομαστική φωτεινή ροή. Οι ηλεκτρονικές στραγγαλιστικές διατάξεις έχουν επιπλέον τη δυνατότητα αυτόματης διακοπής της ροής ηλεκτρισμού διαμέσου νεκρού λαμπτήρα, ώστε να μην υπάρχει άσκοπη χρέωση ηλεκτρισμού. Η φωτεινή ροή των συνδεδεμένων σε αυτές λαμπτήρων παραμένει σταθερή και ανεξάρτητη από τις διακυμάνσεις της τάσης χωρίς να

παρατηρείται το φαινόμενο "flicker". Επίσης οι ηλεκτρονικές στραγγαλιστικές διατάξεις έχουν κατά 50% μεγαλύτερη διάρκεια ζωής σε σχέση με τα συμβατικά στραγγαλιστικά πηνία. (<http://www.lighting.philips.gr>)

Η μειωμένη κατανάλωση αποδίδεται κυρίως στους εξής λόγους:

- Καλύτερη απόδοση του λαμπτήρα,
- Χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας στο λαμπτήρα,
- Μικρότερες απώλειες ενέργειας στο ballast.

Η αρχική ετήσια κατανάλωση των λαμπτήρων φθορισμού με βάση την ισχύ τους και τις ώρες λειτουργίας ανά ημέρα (10 ώρες) και θεωρώντας ότι το κτίριο λειτουργεί 5 ημέρες την εβδομάδα για 52 εβδομάδες το έτος προκύπτει ίση με :

**Αρχική Ετήσια κατανάλωση ενέργειας των λαμπτήρων φθορισμού:
88.376,6 kWh/year**

Η χρήση των ballast επιτυγχάνει εξοικονόμηση ενέργειας ίση με 25%, συνεπώς η κατανάλωση των λαμπτήρων φθορισμού μετά την αντικατάσταση των μαγνητικών ballast με ηλεκτρονικό είναι ίση με:

**Τελική Ετήσια κατανάλωση ενέργειας των λαμπτήρων φθορισμού:
66282,45 kWh/year**

Συνολικά η ετήσια κατανάλωση του συστήματος φωτισμού είναι:
 $47.112+88.376,6=135488,6$ kWh/year.

Η ενεργειακή κατανάλωση αυτή αντιστοιχεί στην περίπτωση όπου όλα τα φωτιστικά του κτιρίου λειτουργούν συνεχώς επί 10 ώρες για 260 ημέρες το χρόνο. Επειδή αυτό δεν ανταποκρίνεται με ακρίβεια στην πραγματικότητα, λαμβάνεται υπόψη ένας συντελεστής ταυτοχρονισμού του φορτίου, συνεπώς:

Συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας λόγω φωτισμού	kWh/year
<i>Αρχική κατανάλωση</i>	94.842,02
<i>Τελική κατανάλωση</i>	51.166,12
Ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας	43.675,91
Ετήσιο κόστος φωτισμού	
<i>Τιμή ηλεκτρικής kWh (€/kWh)</i>	0,08259

Αρχικό κόστος φωτισμού (€/year)	7.833
Τελικό κόστος φωτισμού (€/year)	4.226
Ετήσια εξοικονόμηση χρημάτων (€/year)	3.607

Για να είναι εφικτή η οικονομική αξιολόγηση της επένδυσης είναι απαραίτητο να προσδιοριστεί το αρχικό κόστος της. Το κόστος της επένδυσης προκύπτει από το κόστος των λαμπτήρων LED και από το κόστος των ηλεκτρονικών ballast. (<http://www.lighting.philips.gr>)

Επένδυση	Ποσότητα	Συνολικό κόστος (€)
Λαμπτήρες LED 6 W	2	46
Λαμπτήρες LED 16 W	78	2206,6
Λαμπτήρες LED 20 W	14	1170
Λαμπτήρες LED 40 W	27	2557
Ηλεκτρονικό ballast (1×65 W)	168	1219
Ηλεκτρονικό ballast (1×18 W)	8	78,6
Ηλεκτρονικό ballast (1×36 W)	17	90
Ηλεκτρονικό ballast (2×36 W)	74	546
Ηλεκτρονικό ballast (4×18 W)	165	1320
Ηλεκτρονικό ballast (1×6 W)	44	220
Ηλεκτρονικό ballast (2×18 W)	15	92,25
Ηλεκτρονικό ballast	160	905,6

<i>(1×26 W)</i>		
<i>Ηλεκτρονικό ballast (1×13 W)</i>	11	58,2
<i>Συνολικό κόστος επένδυσης</i>		10510



Εικόνα 5.5: Λάμπα led ισχύος 16W (<http://www.lighting.philips.gr>)



Εικόνα 5.6: LED ανακλαστήρας με ροοστάτη (<http://www.lighting.philips.gr>)

Για την οικονομική ανάλυση της εγκατάστασης το επιτόκιο αναγωγής θεωρήθηκε ίσο με 8% και η διάρκεια ζωής της επένδυσης 7 χρόνια. Ο ακόλουθος πίνακας παρουσιάζει όλα τα απαραίτητα στοιχεία για την οικονομική ανάλυση της επένδυσης.

Έτος	ΚΤΡ	ΠΑ	ΚΠΑ	ΕΠΑ
1	3607,19299	3607,193	9772,936	-6902,68
2	3607,19299	3339,994		-3562,69
3	3607,19299	3092,587		-470,104
4	3607,19299	2863,506		2393,403

5	3607,19299	2651,395	5044,797
6	3607,19299	2454,995	7499,792
7	3607,19299	2273,143	9772,936

Με βάση τα στοιχεία αυτά τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τους τρεις οικονομικούς δείκτες είναι τα ακόλουθα:

➤ *Καθαρή παρούσα αξία*

$KPA = 9772,936 \text{ €}$ Η ΚΠΑ έχει θετική τιμή οπότε η επένδυση κρίνεται βιώσιμη.

❖ *Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης*

EBA είναι πολύ υψηλός, μιας και η ΚΠΑ έχει υψηλή τιμή και η επένδυση αποσβένεται μετά το 1^ο έτος. Έτσι ο *EBA* έχει τιμή μεγαλύτερη από το επιτόκιο αναγωγής με αποτέλεσμα η επένδυση να κρίνεται βιώσιμη.

❖ *Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής*

$EPA = 3,3 \text{ χρόνια} < 7 \text{ χρόνια}$ Η *EPA* έχει τιμή μικρότερη από 7 χρόνια με αποτέλεσμα η επένδυση να κρίνεται βιώσιμη.



5.6 Δράσεις για το σύστημα θέρμανσης

Η εγκατάσταση φυσικού αερίου για τη θέρμανση του κτιρίου είναι η πρώτη λύση που προτείνεται καθώς απαιτεί το μικρότερο δυνατό αρχικό κεφάλαιο και είναι εύκολα υλοποιήσιμη. Η πρόσβαση στο φυσικό αέριο είναι εφικτή στην περιοχή που βρίσκεται το κτίριο ωστόσο απαιτείται αλλαγή λέβητα και καυστήρα καθώς ο υπάρχων λέβητας δεν είναι συμβατός για χρήση φυσικού αερίου.

Ο καυστήρας και ο λέβητας του κτιρίου είναι 20 ετών και χρίζει αντικατάστασης σύντομα για τη βελτίωση της απόδοσης του. Οπότε μπορεί να μελετηθεί η αντικατάσταση του καυστήρα και του λέβητα με καυστήρα και λέβητα Φ.Α. Τα πλεονεκτήματα του Φ.Α έναντι του πετρελαίου φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα: (ERGON EQUIPMENT - <http://www.ergon.com.gr/>)

Πίνακας 5.9 Πλεονεκτήματα Φ.Α έναντι πετρελαίου (<http://www.aerioattikis.gr>)

<i>Οικονομία έναντι του πετρελαίου θέρμανσης</i>	Σε περίπτωση κτιρίων που η βασική χρήση του φυσικού αερίου είναι για θέρμανση (όπως κτίρια γραφείων, δημόσια κτίρια, εκπαιδευτικά ιδρύματα), το τιμολόγιο του φυσικού αερίου αποτελεί την πιο οικονομική επιλογή, προσφέροντας σημαντική εξοικονόμηση σε σχέση με το πετρέλαιο θέρμανσης.
<i>Ευκολία - Άνεση</i>	Το φυσικό αέριο προσφέρει αφάνταστη ευκολία καθώς: 1) Δε χρειάζεται αποθήκευση, είναι διαθέσιμο κάθε στιγμή μέσα από το δίκτυο 2) Δε χρειάζεται να το παραγγείλετε ή να είστε σε ετοιμότητα για την παραλαβή του η μέτρηση της κατανάλωσης γίνεται με ακρίβεια και πληρώνετε μόνο όσο καταναλώνετε και πάντα μετά την κατανάλωση
<i>Διάρκεια ζωής εξοπλισμού</i>	Ο εξοπλισμός έχει μεγαλύτερη διάρκεια ζωής όταν λειτουργεί με φυσικό αέριο

Το κόστος αντικατάστασης του καυστήρα αναμένεται 3300 € και του λέβητα 3000 €, και το κόστος εγκατάστασης είναι 900 €. Επιπλέον απαιτείται και η καταβολή ενός ποσού 440 € που ονομάζεται τέλος σύνδεσης Φ.Α. Συνεπώς συνολικά έχουμε 7640 €.

Η τιμή αγοράς τους Φ.Α υπολογίζεται με τη σχέση: (<http://www.aerioattikis.gr>)

Τιμή Πώλησης Φυσικού Αερίου = Κόστος προμήθειας Φ.Α. + Περιθώριο Διανομής ΕΠΑ Αττικής + Φόροι

Κόστος εγκατάστασης φυσικού αερίου	
Λέβητας	3000
Καυστήρας	3300
Εγκατάσταση	900
Τέλος σύνδεσης	440
Σύνολο	7640

Η ελάχιστη αποδεκτή απόδοση ενός καυστήρα Φ.Α είναι 80% και κατά την αρχική εγκατάσταση τους η απόδοση εκτιμάται στο 90- 94%.

	Κατανάλωση	Τιμή	Ετήσιο κόστος
Πετρέλαιο	18000 lt	1,2 €/lt	21600
Φυσικό αέριο	220000	0,068 €/kWh	14960
Εξοικονόμηση χρημάτων			6640€

Η μέση κατανάλωση πετρελαίου ανά έτος για το δημορχείο Χαϊδαρίου είναι 18000 lt και το κόστος του 21600€. η ετήσια εξοικονόμηση με τη χρήση Φ.Α θα είναι $2.600 \cdot 35\% = 910\text{€}$. Επίσης, με βάση τα παραπάνω, το αρχικό κόστος αντικατάστασης μαζί με το τέλος σύνδεσης είναι 3.140€, ενώ η διάρκεια ζωής αυτού του έργου είναι 15 χρόνια.

Η θερμογόνος δύναμη του φυσικού αερίου είναι περίπου ίδια με αυτή του πετρελαίου, δηλαδή ένα lt πετρελαίου παράγει ίδια θερμότητα με ένα m^3 φυσικού αερίου ενώ το κόστος αγοράς του τελευταίου είναι σημαντικά χαμηλότερο. Για τιμή του πετρελαίου στα 1,2€/lt, το κόστος του φυσικού αερίου ανέρχεται στα 0,068 €/kWh.

Για την οικονομική ανάλυση της εγκατάστασης το επιτόκιο αναγωγής θεωρήθηκε ίσο με 8% και η διάρκεια ζωής της επένδυσης 15 χρόνια.

Ο ακόλουθος πίνακας παρουσιάζει όλα τα απαραίτητα στοιχεία για την οικονομική ανάλυση της επένδυσης

Έτος	ΚΤΡ	ΠΑ	ΚΠΑ	ΕΠΑ
1	6640	6640	53741,73	-1000
2	6640	6148,148		5148,148
3	6640	5692,73		10840,88
4	6640	5271,046		16111,92
5	6640	4880,598		20992,52
6	6640	4519,072		25511,59
7	6640	4184,326		29695,92
8	6640	3874,376		33570,3
9	6640	3587,385		37157,68
10	6640	3321,653		40479,34
11	6640	3075,605		43554,94
12	6640	2847,782		46402,72
13	6640	2636,835		49039,56
14	6640	2441,514		51481,07
15	6640	2260,661		53741,73
		61381,73		

Με βάση τα στοιχεία αυτά τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τους τρεις οικονομικούς δείκτες είναι τα ακόλουθα:

➤ *Καθαρή παρούσα αξία*

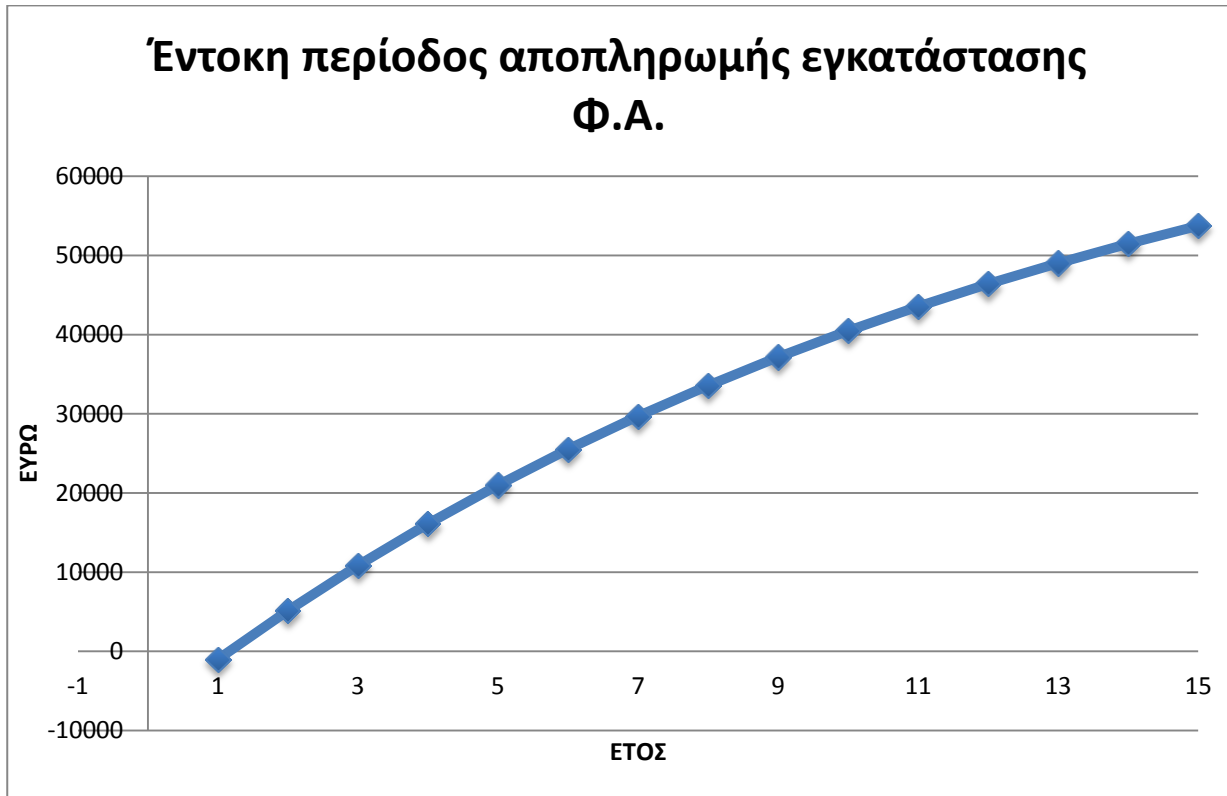
$KPA = 53741,73 \text{ €}$ Η ΚΠΑ έχει θετική τιμή οπότε η επένδυση κρίνεται βιώσιμη.

❖ *Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης*

ΕΒΑ είναι πάρα πολύ υψηλός, μιας και η ΚΠΑ έχει υψηλή τιμή και η επένδυση αποσβένεται μετά το 1^ο έτος. Έτσι ο ΕΒΑ έχει τιμή μεγαλύτερη από το επιτόκιο αναγωγής με αποτέλεσμα η επένδυση να κρίνεται βιώσιμη.

❖ Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής

ΕΠΑ = 2 χρόνια < 15 χρόνια Η ΕΠΑ έχει τιμή μικρότερη από 15 χρόνια με αποτέλεσμα η επένδυση να κρίνεται βιώσιμη.



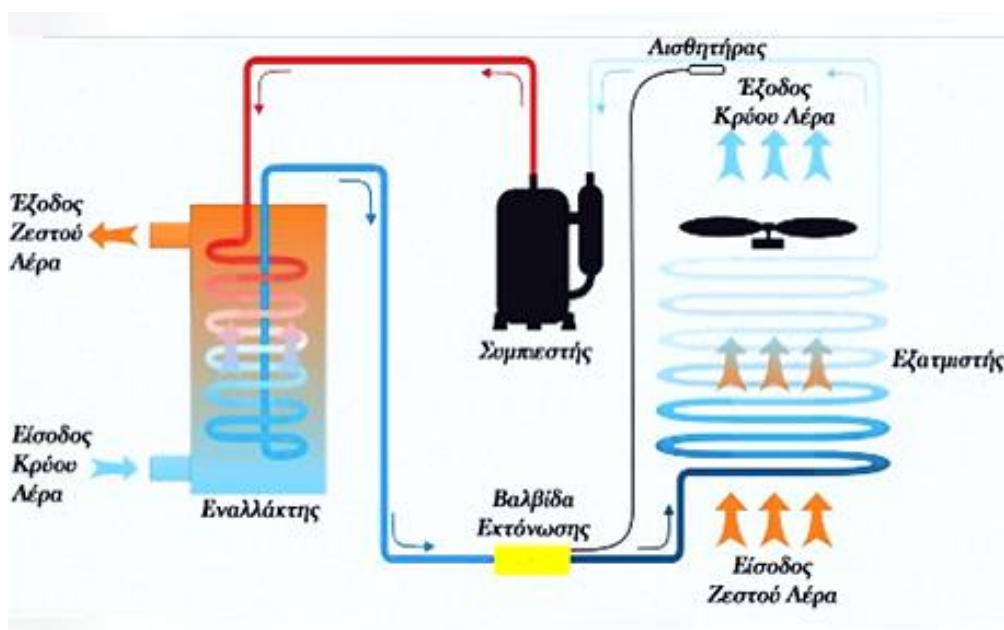
5.7 Δράση αναβάθμισης του συστήματος ψύξης

Η αντλία θερμότητας είναι ένα σύστημα θέρμανσης που το χειμώνα μεταφέρει θερμίδες/ενέργεια από μια ψυχρή πηγή, δηλαδή τον εξωτερικό αέρα, σε μια θερμή περιοχή, δηλαδή το εσωτερικό περιβάλλον του κτιρίου. Εκτελώντας την αντίστροφη μεταφορά, μπορεί το καλοκαίρι να δώσει ψύξη στο εσωτερικό. Αυτή η διαδικασία γίνεται χωρίς καμία καύση, χωρίς δηλαδή έκλυση βλαβερών ρύπων στο περιβάλλον διαβίωσης. Η βασική ιδιότητα αυτής της "μηχανής" είναι ότι μεταφέρει θερμότητα αντί να την παράγει. Η ποσότητα ενέργειας που μεταφέρει είναι 3 έως 4 φορές περισσότερη από την ποσότητα ενέργειας που καταναλώνεται για τη λειτουργία της μεταφοράς αυτής.

Τα βασικά μέρη μιας αντλίας θερμότητας είναι τα ακόλουθα:

1. Ο συμπιεστής που συμπιέζει το αέριο και του αυξάνει τη θερμότητα λόγω συμπίεσης

2. Ο συμπυκνωτής που συμπυκνώνει το συμπιεσμένο αέριο και το μετατρέπει ξανά σε υγρό, ενώ παράλληλα του αφαιρεί την πρόσθετη θερμοκρασία και τη μεταφέρει στο νερό που τον περιβάλλει (εναλλάκτης θερμότητας).
3. Η βαλβίδα εκτόνωσης η οποία εκτονώνει το υγρό και το μετατρέπει σε αέριο με παράλληλη, δραματική μείωση της θερμοκρασίας του.
4. Ο εξατμιστής, όπου ολοκληρώνεται η εξάτμιση του εκτονωμένου υγρού.
5. Ο ανεμιστήρας που μεταφέρει το ζεστό αέρα δια μέσου του εξατμιστή (εναλλάκτης θερμότητας) και τον ψύχει. (Athina Gaglia 2007, Torcellini P. 2010)



Εικόνα 5.7: Σχηματική αναπαράσταση λειτουργίας αντλίας θερμότητας (Athina Gaglia 2007)

Για την αντικατάσταση του υπάρχοντος συστήματος επιλέχθηκαν 2 αντλίες θερμότητας που παράγουν ψύξη, έτσι ώστε να καλύπτουν πλήρως την προηγούμενη εγκατεστημένη ισχύ ψύξης και αντίστοιχα της θερμικές ανάγκες του κτιρίου σε ψύξη. Η ονομαστική ισχύς κάθε αντλίας υψηλής απόδοσης είναι 68 kW και η ψυκτική ισχύς 285,7 kW, με EER ίσο με 4,2. Το μοντέλο που επιλέχθηκε είναι το WDA/HP 260 (Εικόνα 5.8). (ERGON EQUIPMENT - <http://www.ergon.com.gr/>)



Εικόνα 5.8: Αντλίας θερμότητας WDA Μοντέλο 260 ονομαστικής ισχύος 68 kW και ψυκτικής ισχύος 285,7 kW (ERGON EQUIPMENT - <http://www.ergon.com.gr/>)

Ο ακόλουθος πίνακας αναλύει τα επιμέρους κόστη της εγκατάσταση αντλιών θερμότητας στο κτίριο μας. (ERGON EQUIPMENT - <http://www.ergon.com.gr/>)

Κόστος εγκατάστασης αντλίας θερμότητας	
Αντλία θερμότητας	2 * 24000 = 40000€
Εγκατάσταση	2000€
Σύνολο	50000€

Η υπάρχουσα κατάσταση αναφορικά με την κάλυψη των αναγκών ψύξης γινόταν αποκλειστικά με κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Η ετήσια ηλεκτρική κατανάλωση του δημαρχείου Χαϊδαρίου είναι 320000 kWh. Από αυτές περίπου οι 95000kWh αφορούν το φωτισμό, ενώ άλλες 95000 kWh αφορούν την κατανάλωση του ηλεκτρονικού και ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού του κτιρίου, ο οποίος αφορά Η/Υ, εκτυπωτικά μηχανήματα, εξοπλισμό κυλικείου, ανελκυστήρες, αντλίες λυμάτων κ.λπ.

Ο ακόλουθος πίνακας παρουσιάζει την εξοικονόμηση χρημάτων και ενέργειας που επιτυγχάνεται με τη νέα εγκατάσταση ψύξης.
(<http://www.dei.gr/Default.aspx?id=37405&nt=18&lang=1>)

Ηλεκτρική ενέργεια		Κόστος ηλεκτρικής ενέργειας	Ετήσιο κόστος
Υπάρχουσα κατανάλωση	130000 kWh	0,08259 €/kWh	10737 €
Νέα κατανάλωση	71190 kWh	0,08259 €/kWh	5880 €
Εξοικονόμηση χρημάτων			4857 €

Για την οικονομική ανάλυση της εγκατάστασης το επιτόκιο αναγωγής θεωρήθηκε ίσο με 8% και η διάρκεια ζωής της επένδυσης 25 χρόνια.

Έτος	ΚΤΡ (€)	ΠΑ (€)	ΚΠΑ (€)	ΕΠΑ (€)
1	4857,118	4857,118	5996,538	-45142,9
2	4857,118	4497,331		-40645,6
3	4857,118	4164,196		-36481,4
4	4857,118	3855,737		-32625,6
5	4857,118	3570,127		-29055,5
6	4857,118	3305,673		-25749,8
7	4857,118	3060,808		-22689
8	4857,118	2834,082		-19854,9
9	4857,118	2624,15		-17230,8
10	4857,118	2429,768		-14801
11	4857,118	2249,785		-12551,2
12	4857,118	2083,135		-10468,1
13	4857,118	1928,828		-8539,26

14	4857,118	1785,952	-6753,31
15	4857,118	1653,659	-5099,65
16	4857,118	1531,166	-3568,48
17	4857,118	1417,746	-2150,74
18	4857,118	1312,728	-838,01
19	4857,118	1215,489	377,4787
20	4857,118	1125,453	1502,931
21	4857,118	1042,086	
22	4857,118	964,894	
23	4857,118	893,421	
24	4857,118	827,241	
25	4857,118	765,964	
		55996,53822	

Με βάση τα στοιχεία αυτά τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τους τρεις οικονομικούς δείκτες είναι τα ακόλουθα:

➤ *Καθαρή παρούσα αξία*

$KΠΑ = 5996,538 \text{ €}$ Η ΚΠΑ έχει θετική τιμή οπότε η επένδυση κρίνεται βιώσιμη.

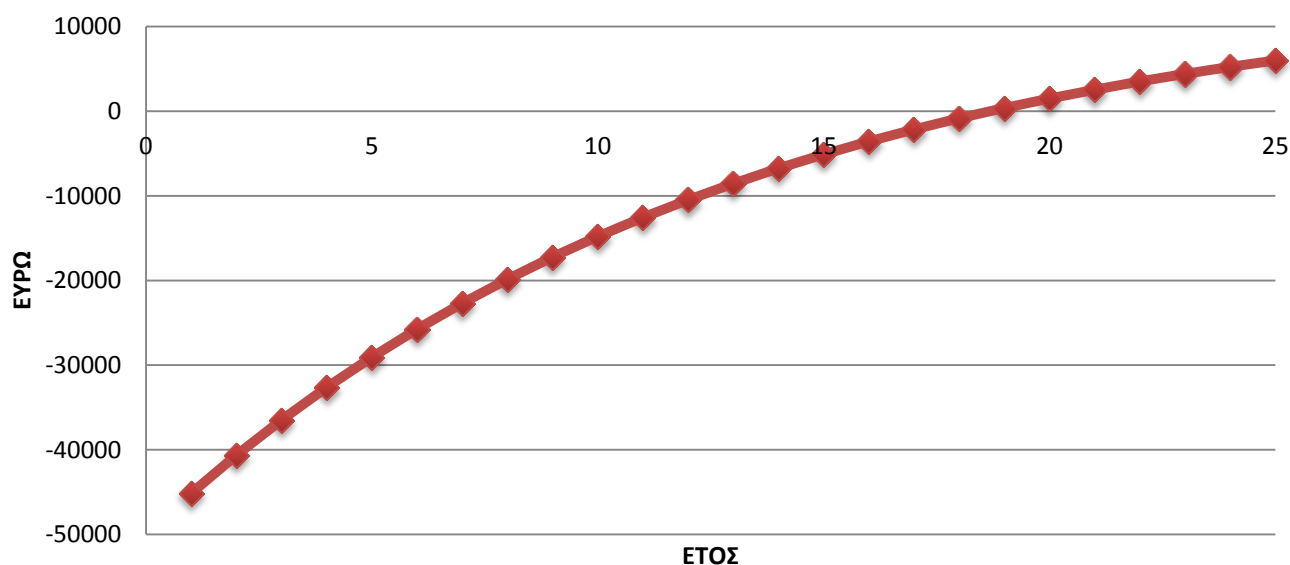
❖ *Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης*

EBA είναι 9,5%. Ο EBA είναι ελάχιστα μεγαλύτερος από το επιτόκιο αναγωγής με αποτέλεσμα η επένδυση να κρίνεται βιώσιμη.

❖ *Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής*

$EΠΑ = 18,4 \text{ χρόνια} < 25 \text{ χρόνια}$ Η $EΠΑ$ έχει τιμή μικρότερη από 25 χρόνια με αποτέλεσμα η επένδυση να κρίνεται βιώσιμη.

Έντοκη περίοδος αποπληρωμής αντλίας θερμότητας



5.8 Δράση αντικατάστασης και αναβάθμισης συστήματος ψύξης/θέρμανσης

Με βάση και τα προηγούμενα στοιχεία και την έρευνα που έγινε σε συστήματα αντλιών θερμότητας είναι εφικτή η πλήρης κάλυψη των θερμικών αναγκών του κτιρίου για όλες τις εποχές του χρόνου. Έτσι μια αντλία θερμότητας εκτός από τις ανάγκες ψύξης που μπορεί να καλύψει, μπορεί με αντίστοιχη λειτουργία να παρέχει θέρμανση στο κτίριο μας. Έτσι επιλέχθηκαν αντλίες θερμότητας με διπλή λειτουργία. (ERGON EQUIPMENT - <http://www.ergon.com.gr/>)

Κόστος νέας εγκατάστασης αντλίας θερμότητας	
Αντλία θερμότητας	2 * 33500 = 67000€
Εγκατάσταση	3000€
Σύνολο	70000€

Για την αντικατάσταση του υπάρχοντος συστήματος επιλέχθηκαν 2 αντλίες θερμότητας που παράγουν ψύξη και θέρμανση, έτσι ώστε να καλύπτουν πλήρως την

προηγούμενη εγκατεστημένη ισχύ ψύξης και αντίστοιχα της θερμικές ανάγκες του κτιρίου σε ψύξη, αλλά και τις ανάγκες θέρμανσης που προηγούμενα καλύπτονταν με πετρέλαιο.. Η ονομαστική ισχύς κάθε αντλίας υψηλής απόδοσης είναι 68 kW και η ψυκτική ισχύς 285,7 kW, με EER ίσο με 4,2, ενώ η θερμική ισχύς που μπορεί να παρέχει κάθε αντλία είναι 325,9 kW με COP ίσο με 4,8. Το μοντέλο που επιλέχθηκε είναι το WDA/HP 260. (ERGON EQUIPMENT - <http://www.ergon.com.gr/>)

Με βάση τα νέα στοιχεία της εγκατάστασης υπολογίζεται στον ακόλουθο πίνακα η εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων που επιτυγχάνεται.

Ψύξη			Θέρμανση			
Ηλεκτρική ενέργεια	Κόστος ηλεκτρικής ενέργειας	Ετήσιο κόστος	Πετρέλαιο	Κόστος	Ετήσιο κόστος	
Υπάρχουσα κατανάλωση	130000 kWh	0,08259 €/kWh	10737 €	220000 kWh	1,2 €/lt	21600 €
Νέα κατανάλωση	71190 kWh	0,08259 €/kWh	5880 €	45834 kWh (ηλ. ενέργεια)	0,08259 €/kWh	3786 €
Εξοικονόμηση χρημάτων		4857 €	Εξοικονόμηση χρημάτων		17814 €	

Ο ακόλουθος πίνακας όλα τα απαραίτητα στοιχεία για την χρηματοοικονομική ανάλυση της νέας επένδυσης για την εγκατάσταση αντλιών θερμότητας που θα καλύπτουν τις ανάγκες θέρμανσης και ψύξης του κτιρίου μας. Το επιτόκιο αναγωγής θεωρήθηκε ίσο με 8% και η διάρκεια ζωής της επένδυσης 25 χρόνια.

	ΚΤΡ 1 (€)	ΚΤΡ 2 (€)	ΠΑ 1 (€)	ΠΑ 2 (€)	ΚΠΑ (€)	ΕΠΑ
1	4857,118	17814,63	4857,118	17814,63	191377	-47328,3
2	4857,118	17814,63	4497,331	16495,02		-26335,9
3	4857,118	17814,63	4164,196	15273,17		-6898,54
4	4857,118	17814,63	3855,737	14141,82		-3042,8
5	4857,118	17814,63	3570,127	13094,28		13621,61

6	4857,118	17814,63	3305,673	12124,33	16927,28
7	4857,118	17814,63	3060,808	11226,24	31214,32
8	4857,118	17814,63	2834,082	10394,66	44443,07
9	4857,118	17814,63	2624,15	9624,688	56691,91
10	4857,118	17814,63	2429,768	8911,748	68033,42
11	4857,118	17814,63	2249,785	8251,618	78534,83
12	4857,118	17814,63	2083,135	7640,387	88258,35
13	4857,118	17814,63	1928,828	7074,433	97261,61
14	4857,118	17814,63	1785,952	6550,401	105598
15	4857,118	17814,63	1653,659	6065,186	113316,8
16	4857,118	17814,63	1531,166	5615,913	120463,9
17	4857,118	17814,63	1417,746	5199,919	127081,6
18	4857,118	17814,63	1312,728	4814,74	133209
19	4857,118	17814,63	1215,489	4458,093	138882,6
20	4857,118	17814,63	1125,453	4127,864	144135,9
21	4857,118	17814,63	1042,086	3822,096	149000,1
22	4857,118	17814,63	964,8944	3538,978	153504
23	4857,118	17814,63	893,4207	3276,831	157674,2
24	4857,118	17814,63	827,2414	3034,103	161535,6
25	4857,118	17814,63	765,9643	2809,355	165110,9
			55996,54	205380,5	

Με βάση τα στοιχεία αυτά τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τους τρεις οικονομικούς δείκτες είναι τα ακόλουθα:

➤ *Καθαρή παρούσα αξία*

ΚΠΑ = 191377 € Η ΚΠΑ έχει θετική και αρκετά υψηλή, οπότε η επένδυση κρίνεται βιώσιμη.

❖ *Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης*

EBA είναι 48%. Ο *EBA* είναι αρκετά υψηλός, σημαντικά μεγαλύτερος από το επιτόκιο αναγωγής με αποτέλεσμα η επένδυση να κρίνεται βιώσιμη.

❖ *Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής*

EΠΑ = 4,2 χρόνια < 25 χρόνια Η *EΠΑ* έχει τιμή σημαντικά μικρότερη από 25 χρόνια με αποτέλεσμα η επένδυση να κρίνεται βιώσιμη.



5.9 Δράση εγκατάστασης φωτοβολταϊκού συστήματος

Η εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος στην οροφή ενός κτιρίου είναι πολλές φορές ένας τρόπος αποδοτικής αξιοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας, ειδικά σε μια χώρα όπως η Ελλάδα με συχνή ηλιοφάνεια.

Ο αναξιποίητος χώρος του δώματος σε συνδυασμό με τον ευνοϊκό προσανατολισμό του κτιρίου και τα υψηλά ετήσια ποσοστά ηλιοφάνειας της περιοχής καθιστούν ελκυστική μια επένδυση σε παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας μέσω φωτοβολταϊκών στοιχείων με στόχο όχι μόνο τη μείωση της κατανάλωσης αλλά και την πώληση της πλεονάζουσας ενέργειας στη ΔΕΗ. (Energy Market Authority 2009)

Στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής έγινε μια διεξοδική προσομοίωση εγκατάστασης φωτοβολταϊκού εξοπλισμού η οποία αξιολογείται με βάση την απόδοση και τη βιωσιμότητα της επένδυσης. Από την κάτοψη του κτιρίου του δημαρχείου παρατηρούμε ότι στην οροφή του υπάρχει επαρκής χώρος για την εγκατάσταση του φωτοβολταϊκού συστήματος. Οι διαστάσεις του χώρου στον οποίο μπορεί να εγκατασταθούν φωτοβολταϊκά πλαίσια έχει διαστάσεις:

$$13,8 \text{ m} \times 6,8 \text{ m} = 93,8 \text{ m}^2$$

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια που επιλέγονται είναι μονοκρυσταλλικά πάνελ πυριτίου από πολύ λεπτά στρώματα άμορφου πυριτίου, με διαστάσεις $1580 \text{ mm} \times 798 \text{ mm} = 1,26 \text{ m}^2$ και ονομαστική ισχύ 240 W_p . Με βάση τις διαστάσεις του κάθε πλαισίου και τις διαστάσεις του διαθέσιμου χώρου γίνεται η χωροθέτηση των πάνελ στην οροφή. Κατά τη χωροθέτηση είναι απαραίτητο να τηρούνται ορισμένοι βασικοί κανόνες ώστε να μεγιστοποιείται η απόδοση των φωτοβολταϊκών και αποφεύγεται η σκίαση, η οποία προφανώς οδηγεί σε μείωση της απόδοσής τους. Για τη μέγιστη απολαβή ενέργειας, τα πάνελ είναι απαραίτητο να τοποθετούνται με νότιο προσανατολισμό με κλίση η οποία εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής. (<http://eu-solar.panasonic.net/en/products/n-240-n-245/>)

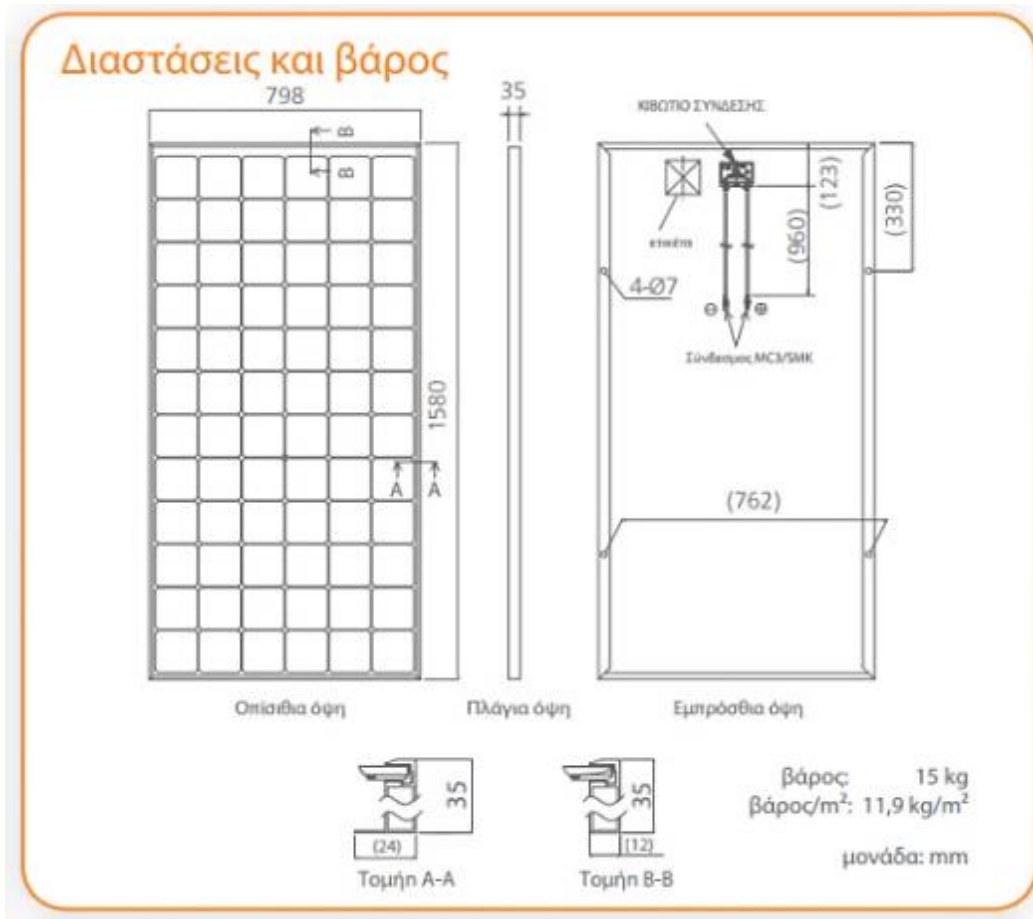
Χαρακτηριστικά των επιλεγθέντων Φ/Β γεννητριών

Είδος: Μονοκρυσταλλικά Panel Πυριτίου που περικλείεται από πολύ λεπτά στρώματα άμορφου πυριτίου

Κατασκευαστής: Panasonic

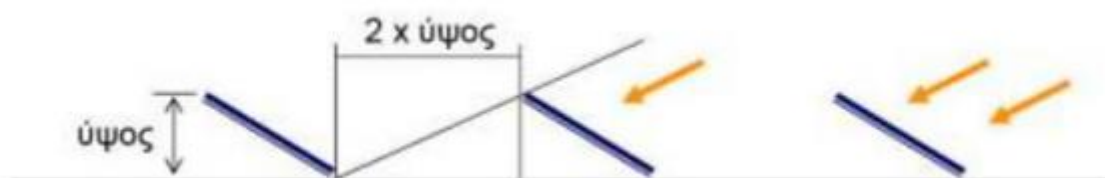
Τύπος: VBHN240SE10

Μέγιστη ισχύς εξόδου (W_p) 240

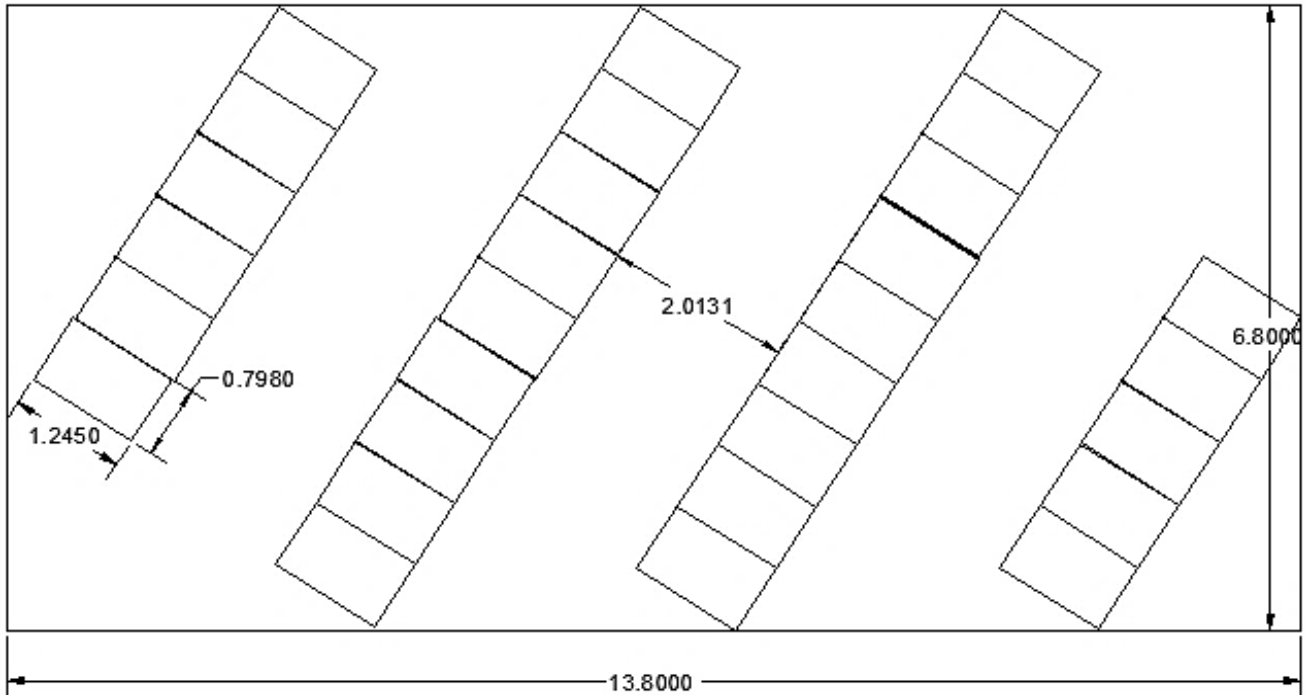


Εικόνα 5.9: Διαστάσεις και μορφή του Φ/Β πλαισίου 240 Wp (<http://eu-solar.panasonic.net/en/products/n-240-n-245/>)

Αναφορικά με τη σκίαση, θα πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα ώστε η εγκατάσταση να βρίσκεται σε χώρο στον οποίο απουσιάζουν εμπόδια. Επιπλέον, για την αποφυγή σκιάσεων σειρών φωτοβολταϊκών πάνελ μεταξύ τους, ένας πρακτικός κανόνας τοποθέτησης είναι ότι η απόσταση μεταξύ διαδοχικών σειρών θα πρέπει να είναι τουλάχιστον διπλάσια του ύψους της εγκατάστασης, όπως φαίνεται στην



Εικόνα 5.10: Χωροθέτηση σειρών πάνελ (Τ.Ε.Ε. 2011)



Εικόνα 5.11: Κάτοψη ταράτσας με την αντίστοιχη εγκατάσταση του φωτοβολταϊκού συστήματος με τον αντίστοιχο προσανατολισμό τους

Σύμφωνα με όσα προαναφέρθηκαν , στην οροφή θα εγκατασταθούν 29 πάνελ ισχύος 240 W_p το καθένα και θα έχουν τη διάταξη που παρουσιάζεται στην Εικόνα 5.11.

❖ *Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από το φωτοβολταϊκό σύστημα*

Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από το φωτοβολταϊκό σύστημα υπολογίζεται με τη βοήθεια του διαδικτυακού εργαλείου PVGIS , με βάση την τοποθεσία εγκατάστασης, τον προσανατολισμό των πάνελ και την κλίση τους. Το πρόγραμμα έχει δυνατότητα επιλογής της βέλτιστης κλίσης κατά περίπτωση, ώστε να μεγιστοποιείται η απόδοση. Οι απώλειες του συστήματος λαμβάνονται ίσες με 14%. Τα αποτελέσματα του υπολογιστικού εργαλείου παρουσιάζονται ακολούθως: (<http://photovoltaic-software.com/pvgis.php>)

Πίνακας 5.1: Εκτιμώμενη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από το φωτοβολταϊκό σύστημα (<http://photovoltaic-software.com/pvgis.php>)

Μήνας	Μέση ημερήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας E_d (kWh)	Μέση μηνιαία παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας E_m (kWh)	Άθροισμα μέσης ημερήσιας ακτινοβολίας ανά m^2 που λαμβάνεται από τα πάνελ (kWh/m^2)	Μέσο άθροισμα της ολικής ακτινοβολίας ανά m^2 που λαμβάνεται από τα πάνελ (kWh/m^2)
Ιανουάριος	20,60	638	3,69	115
Φεβρουάριος	24,70	691	4,49	126
Μάρτιος	32,90	1020	6,10	189
Απρίλιος	35,00	1050	6,63	199
Μάιος	36,10	1120	6,98	217
Ιούνιος	37,90	1140	7,49	225
Ιούλιος	36,90	1140	7,40	229
Αύγουστος	36,10	1120	7,23	224
Σεπτέμβριος	34,70	1040	6,80	204
Οκτώβριος	29,30	909	5,58	173
Νοέμβριος	23,10	694	4,27	128
Δεκέμβριος	18,20	563	3,28	102
Σύνολο ετήσιας παραγωγής		11100		

Για τα επόμενα έτη όμως η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας δεν είναι σταθερή. Αυτό οφείλεται στη γήρανση των φωτοβολταϊκών, η οποία εκφράζεται μέσω του συντελεστή γήρανσης, ο οποίος με βάση τη βιβλιογραφία (Παπαθανασίου Στ., 2012) θεωρήθηκε ίσος με 0,9%. Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζεται σε ορίζοντα 20ετίας ο βαθμός απόδοσης των Φ/Β, καθώς και η παραγόμενη ενέργεια.

Πίνακας 5.2: Απόδοση Φ/Β και παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια σε ορίζοντα 20ετίας

Έτος	Απόδοση Φ/Β	Παραγωγή Φ/Β (kWh)
1	100%	11100
2	99%	11000,1
3	98%	10901,1
4	97%	10803,0
5	96%	10705,8
6	96%	10609,4
7	95%	10513,9
8	94%	10419,3
9	93%	10325,5
10	92%	10232,6
11	91%	10140,5
12	90%	10049,2
13	89%	9958,8
14	88%	9869,2
15	87%	9780,3
16	87%	9692,3
17	86%	9605,1
18	85%	9518,6
19	84%	9433,0
20	83%	9348,1
Σύνολο		692304,43

❖ *Κοστολόγηση φωτοβολταϊκού συστήματος*

Τα πιο σημαντικά τμήματα μιας εγκατάστασης φωτοβολταϊκού συστήματος είναι τα φωτοβολταϊκά πάνελ, οι αντιστροφέες για τη μετατροπή του DC ρεύματος σε AC, οι βάσεις στήριξης και οι καλωδιώσεις. Στο κόστος των καλωδιώσεων υπολογίζεται και το κόστος των εργατικών για τη σύνδεση. Για 29 φωτοβολταϊκά πάνελ απαιτούνται 15 αντιστροφέες. (<http://eu-solar.panasonic.net/en/products/n-240-n-245/>, TEE 2011)

Κόστος φωτοβολταϊκών πάνελ (€)	7447
Κόστος αντιστροφέων (€)	2383
Κόστος βάσεων στήριξης	1800
Κόστος καλωδίωσης	2400
Συνολικό κόστος επένδυσης	14000

Τα έσοδα από την επένδυση προκύπτουν ως εξής:

$$\text{Έσοδα} = \text{Παραγωγή ενέργειας [kWh]} * \text{Τιμή πώλησης [€/kWh]} * (1 + 25\% \Delta.Τ.Κ.)^{t-1}, \text{ όπου ο } \Delta.Τ.Κ. \text{ θεωρείται ίσος με } 1,3\%.$$

Έτος	Τιμές πώλησης (€/kWh)	Έσοδα (€)
1	0,20	2197,8
2	0,199	2186,51
3	0,199	2172,47
4	0,200	2159,91
5	0,201	2147,43
6	0,201	2135,02
7	0,202	2122,68
8	0,203	2110,42

9	0,203	2098,22
10	0,204	2086,09
11	0,205	2074,04
12	0,205	2062,05
13	0,206	2050,13
14	0,207	2038,28
15	0,207	2026,51
16	0,208	2014,79
17	0,209	2003,15
18	0,209	1991,57
19	0,210	1980,06
20	0,211	1968,62
Σύνολο		692304,43

Τα έξοδα συντήρησης της επένδυσης ανέρχονται στο 0,5% του αρχικού κόστους.

Αφού έχουν υπολογιστεί τα έσοδα από την πώληση, τα έξοδα συντήρησης και το αρχικό κόστος του συστήματος, μπορεί να υπολογιστούν οι καθαρές ταμιακές ροές και να αξιολογηθεί η βιωσιμότητα της επένδυσης.

Το επιτόκιο αναγωγής θεωρήθηκε ίσο με 8% και η διάρκεια ζωής της επένδυσης 20 χρόνια.

➤ *Καθαρή Παρούσα Αξία*

Έτος	ΚΤΡ	ΚΤΡ ΠΑΡΟΥΣΑ	ΚΠΑ	Ε.Π.Α.
1	2127,64	2127,64	10343,05	-9098,12
2	2115,44	1958,74		-7139,38
3	2100,47	1800,82		-5338,56

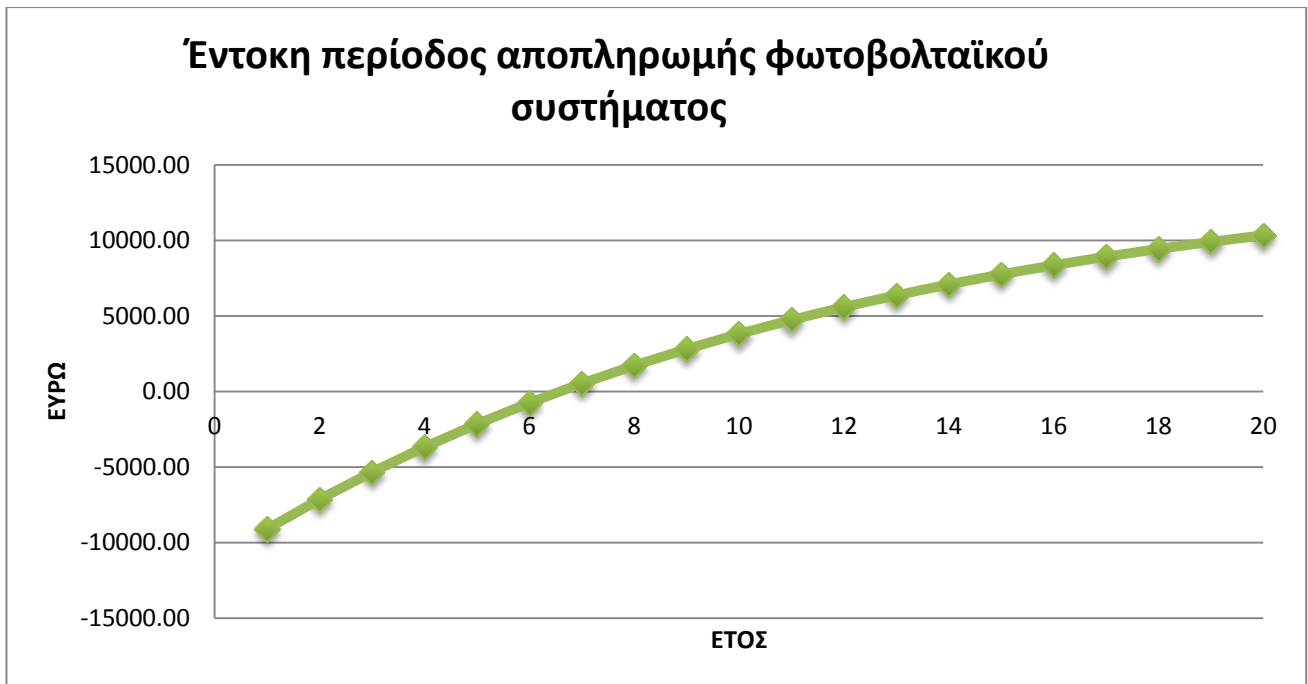
4	2086,98	1656,71	-3681,85
5	2073,55	1524,12	-2157,73
6	2060,18	1402,12	-755,60
7	2046,87	1289,87	534,27
8	2033,62	1186,59	1720,87
9	2020,42	1091,57	2812,44
10	2007,28	1004,14	3816,58
11	1994,20	923,70	4740,28
12	1981,18	849,69	5589,97
13	1968,21	781,60	6371,58
14	1955,30	718,96	7090,53
15	1942,44	661,32	7751,86
16	1929,63	608,30	8360,16
17	1916,88	559,52	8919,68
18	1904,18	514,64	9434,32
19	1891,54	473,36	9907,68
20	1878,94	435,37	10343,05

Η ΚΠΑ της επένδυσης είναι θετική και ίση με 10343,05 €, συνεπώς η επένδυση είναι συμφέρουσα.

➤ *Κριτήριο Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης*

Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης της επένδυσης είναι 22%, πράγμα το οποίο επιβεβαιώνει ότι η επένδυση είναι συμφέρουσα.

➤ *Έντοκη περίοδος αποπληρωμής: 6,5 χρόνια < 20 χρόνια της διάρκειας ζωής της επένδυσης. Συνεπώς η επένδυση κρίνεται συμφέρουσα.*



5.10 Εγκατάσταση συστήματος ενεργειακής διαχείρισης (BEMS)

Σε όλα τα σύγχρονα μεγάλα κτίρια είναι απαραίτητος ο αυτόματος κεντρικός έλεγχος για την ποιοτική αναβάθμιση των συνθηκών διαβίωσης και εργασίας καθώς και στην ορθολογική κατανομή της ενέργειας. Για το σκοπό αυτό υπάρχουν εξειδικευμένα ηλεκτρονικά συστήματα αυτοματισμού που αναλαμβάνουν τη διαχείριση των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων του κτιρίου. (www.buildnet.gr, <http://www.zeroenergybuildings.org>)

Ένα σύστημα ενεργειακής διαχείρισης κτιρίου (Building Energy Management System – BEMS) αποτελείται από τα εξής τμήματα:

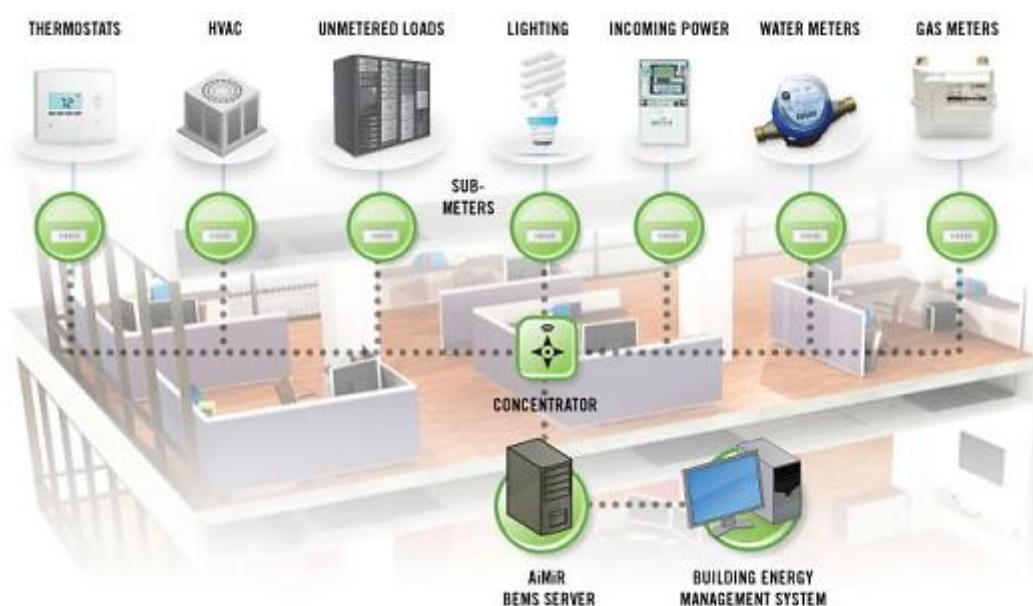
- Κεντρικό σταθμό παρακολούθησης και ελέγχου, όπου επιτελεί τον προγραμματισμό και το χειρισμό του συστήματος.
- Αισθητήρια όργανα, όπου μετρούν τις τιμές των παραμέτρων ελέγχου όπως, για παράδειγμα, τη θερμοκρασία, την υγρασία, την ταχύτητα αέρα, τη στάθμη φωτισμού και λοιπά.
- Ενεργοποιητές – συσκευές εκτέλεσης εντολών, όπου μεταβάλλουν τον τρόπο λειτουργίας των διαφόρων εγκαταστάσεων όπως, για παράδειγμα, τη θέρμανση, τον κλιματισμό τα οποία είναι συνδεδεμένα με το σύστημα BEMS.
- Ελεγκτές, όπου καθορίζουν τον τρόπο λειτουργίας και συντονίζουν όλες τις εγκαταστάσεις και αποτελούν, ουσιαστικώς, τον «εγκέφαλο» του συστήματος.
- Συνδετήριες καλωδιώσεις.

Τα σημαντικότερα συστήματα που μπορεί να παρακολουθεί και να ελέγχει ένα σύστημα ενεργειακής διαχείρισης σε ένα κτίριο είναι τα εξής :

Συστήματα θέρμανσης ή / και κλιματισμού.

- Εγκατάσταση φωτισμού
- Συστήματα δροσισμού
- Ηλεκτρικές καταναλώσεις
- Ποιότητα αέρα
- Εγκαταστάσεις ασφαλείας (www.buildnet.gr, Torcellini P. et al. 2010)

Ένα παράδειγμα τέτοιου συστήματος παρουσιάζεται στην Εικόνα 5.12.



Εικόνα 5.12: Σχηματική αναπαράσταση συστήματος ενεργειακής διαχείρισης κτιρίου (www.buildnet.gr)

Σκοπός είναι να δημιουργηθεί ένα έξυπνο σύστημα ενεργειακής διαχείρισης (BEMS) που θα ρυθμίζει τη λειτουργία του λέβητα θέρμανσης και της ψυκτικής μονάδας, ώστε αυτοί να λειτουργούν με μέγιστη απόδοση, σύμφωνα με τη ζήτηση σε κάθε χώρο του δημαρχείου και σύμφωνα με τους θερμοστάτες που είναι εγκατεστημένοι σε κάθε χώρο. Μπορεί έτσι να επιτευχθεί εξοικονόμηση έως και 10% στην ηλεκτρική ενέργεια και 30% στη θερμική.

Το Κόστος εγκατάστασης είναι **12€** ανά επιφάνεια και υπολογίζεται ότι θα εφαρμοστεί σε επιφάνεια 3755 m², η επιφάνεια αυτή αφορά μια αίθουσα του υπογείου, το ισόγειο, τον 1^ο Όροφο, τον 2^ο Όροφο και τον 3^ο Όροφο.

Ο ακόλουθος πίνακας παρουσιάζει συνοπτικά τα κυριότερα στοιχεία της επένδυσης.
(www.buildnet.gr)

Συνολική θερμαινόμενη/ψυχόμενη επιφάνεια	<i>3755 m²</i>	
Συνολικό κόστος επένδυσης	<i>45060 €</i>	
Εξοικονόμηση από την θέρμανση	<i>5405,9lt πετρελαίου</i>	<i>6487 €</i>
Εξοικονόμηση από την ψύξη	<i>13000 kWh</i>	<i>1073,7 €</i>

Για την χρηματοοικονομική ανάλυση της συγκεκριμένης επένδυσης, το επιτόκιο αναγωγής θεωρήθηκε ίσο με 8% και η διάρκεια ζωής της επένδυσης 15 χρόνια.

Έτος	ΚΤΡ (€)	ΠΑ (€)	ΚΠΑ (€)	ΕΠΑ (€)
1	7560,688	7560,688	24832,79	-37499,3
2	7560,688	7000,637		-30498,7
3	7560,688	6482,071		-24016,6
4	7560,688	6001,918		-18014,7
5	7560,688	5557,331		-12457,4
6	7560,688	5145,677		-7311,68
7	7560,688	4764,516		-2547,16
8	7560,688	4411,589		1864,426
9	7560,688	4084,804		5949,231
10	7560,688	3782,226		9731,457
11	7560,688	3502,061		13233,52
12	7560,688	3242,649		16476,17
13	7560,688	3002,453		19478,62
14	7560,688	2780,049		22258,67
15	7560,688	2574,12		24832,79
		69892,79		

Με βάση τα στοιχεία αυτά τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τους τρεις οικονομικούς δείκτες είναι τα ακόλουθα:

➤ *Καθαρή παρούσα αξία*

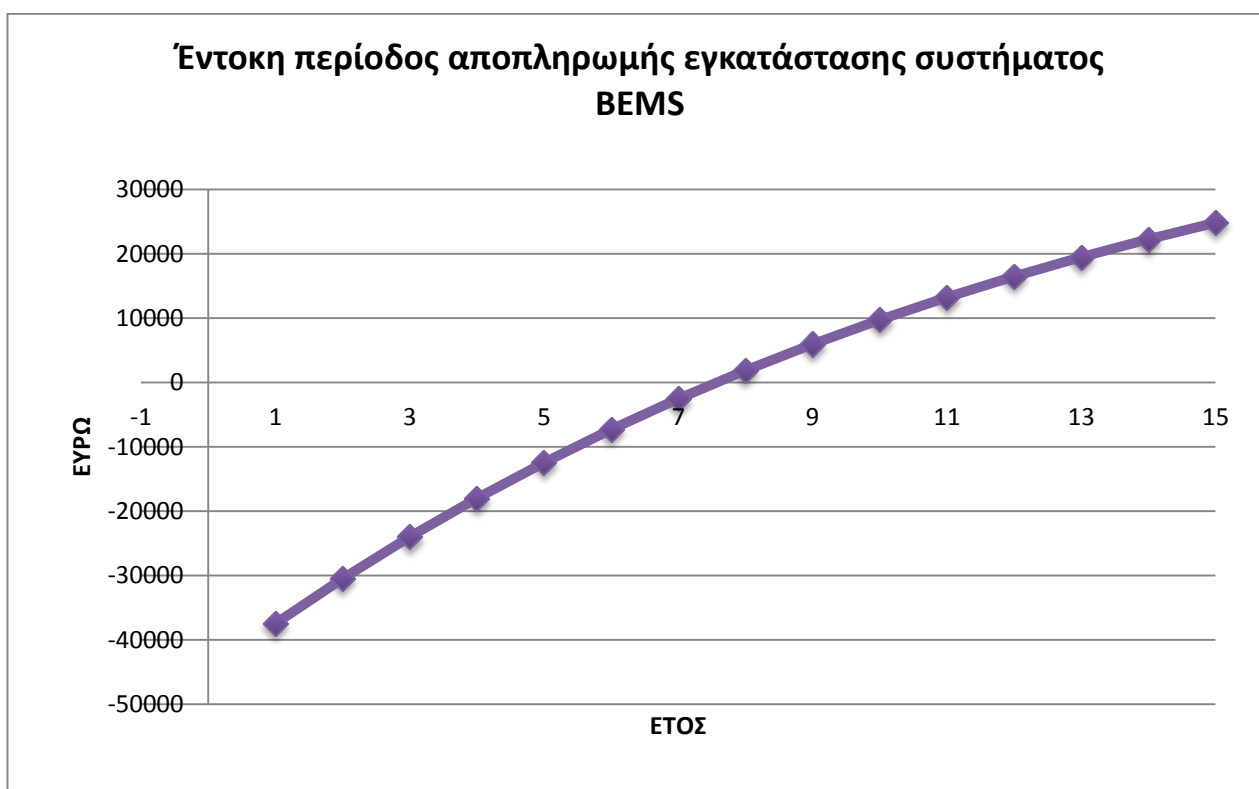
ΚΠΑ = 24832,79 €, Η ΚΠΑ έχει θετική, οπότε η επένδυση κρίνεται βιώσιμη.

❖ *Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης*

ΕΒΑ είναι 18,3%. Ο ΕΒΑ είναι υψηλός και μεγαλύτερος από το επιτόκιο αναγωγής (8%) με αποτέλεσμα η επένδυση να κρίνεται βιώσιμη.

❖ *Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής*

ΕΠΑ = 7,6 χρόνια < 15 χρόνια Η ΕΠΑ έχει τιμή μικρότερη από τα 15 χρόνια με αποτέλεσμα η επένδυση να κρίνεται βιώσιμη.



5.11 Άλλες δράσεις

Οι επεμβάσεις που προτάθηκαν για κτίρια του τριτογενούς τομέα διαφέρουν σε κόστος και μέγεθος, αλλά και την ενεργειακή αναβάθμιση που επιτυγχάνουν.

Υπάρχουν και άλλες που μπορεί να μειώσουν την κατανάλωση ενέργειας με χαμηλό ή μηδενικό κόστος. Ορισμένες από τις προτάσεις αυτές αποτελούν επεμβάσεις που αφορούν στην καθημερινή λειτουργία και συντήρηση του κτιρίου χωρίς ιδιαίτερο κόστος και χωρίς διακοπή της λειτουργίας του, όπως: (Pagliano Lorenzo, Dama Alessandro, National Energy Efficiency 2007, <http://www.zeroenergybuildings.org>)

- ✓ **Φυσικός Φωτισμός:** Λόγω της θέσης του στο χώρο και της απόστασης του από τα γύρω κτίρια, ο φυσικός φωτισμός (Εικόνα 5.13: Παράδειγμα εκμετάλλευσης του φυσικού φωτισμού και του φυσικού αερισμού σε ένα κτίριο) δεν εμποδίζεται από άλλο κτίριο (φαίνεται και στις αντίστοιχες εικόνες στο Κεφάλαιο 3), με αποτέλεσμα η ορθολογιστική του χρήση να οδηγήσει σε μείωση της κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό. Όλοι οι όροφοι έχουν μεγάλα παράθυρα και ανοίγματα, ενώ μιας και το δημαρχείο λειτουργεί καθημερινά από το πρωί μέχρι το απόγευμα (10 ώρες λειτουργίας), έτσι αρκετές ώρες του χρόνου δεν είναι αναγκαία η χρήση των φωτιστικών σωμάτων.

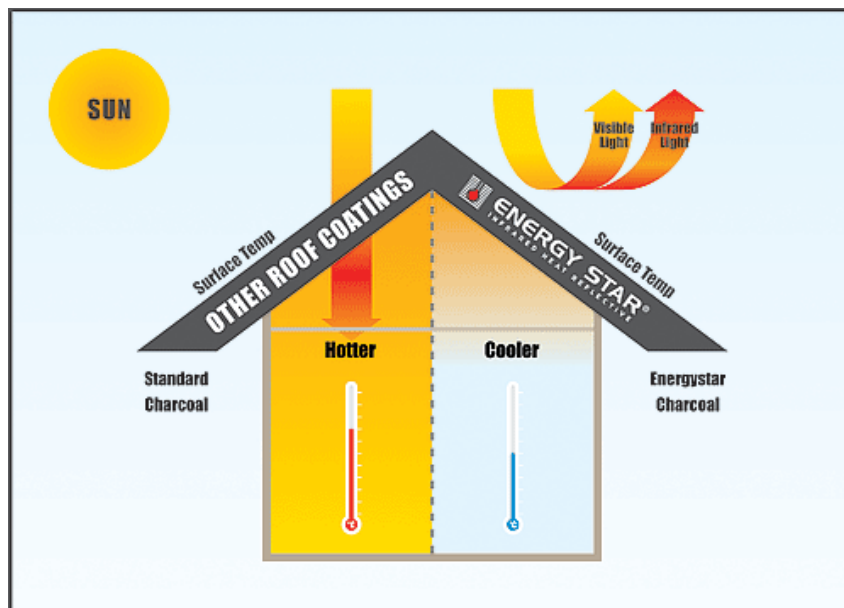


Εικόνα 5.13: Παράδειγμα εκμετάλλευσης του φυσικού φωτισμού και του φυσικού αερισμού σε ένα κτίριο (Athina Gaglia 2007)

- ✓ **Ηλιοπροστασία:** οι υφιστάμενοι μέθοδοι σκίασης όπως οι κουρτίνες μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατάλληλα ώστε να βελτιστοποιηθούν οι συνθήκες άνεσης και εργασίας σε αυτό το κτίριο με αντίστοιχη μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας. Επίσης, τα παράθυρα και οι πόρτες, όταν υπάρχει θέρμανση πρέπει να μένουν κλειστά ώστε να υπάρχουν μικρότερες θερμικές απώλειες. Αυτό, μπορεί να επιτευχθεί με ενημέρωση του προσωπικού και των απασχολούμενων ώστε να κλείνουν τα παράθυρα.
- ✓ **Λέβητας και λεβητοστάσιο:** Η βελτίωση της λειτουργίας του καυστήρα επιτυγχάνεται μέσω της συντήρησης του. Προτείνεται, συντήρηση του καυστήρα δύο φορές το χρόνο, μια στην αρχή της περιόδου λειτουργίας του

και μια ακόμα στη μέση της περιόδου. Οι εργασίες που πραγματοποιούνται αφορούν τον καθαρισμό του φλογοβόλου, τον καθαρισμό και ρύθμιση των μπεκ του καυστήρα, τον καθαρισμό των σωλήνων (τούμπα), των καθορισμό της καπνοδόχου και τέλος τον έλεγχο αντλιών καυσίμου και τροφοδοσίας νερού.

- ✓ **Βαφή στο εξωτερικό κτιριακό κέλυφος:** Η βαφή του κτιρίου με λευκό και θερμοαντακλαστικό χρώμα έχει τη δυνατότητα μείωσης της απορροφούμενης θερμότητας (Εικόνα 5.14) και κατ'επέκταση των απωλειών θερμότητας του κτιρίου.



Εικόνα 5.14: Διαφορά ενός κτιρίου το οποίο έχει βαφεί με θερμοαντακλαστικό χρώμα (Pagliano Lorenzo, Dama Alessandro)

- ✓ **Ενημέρωση:** Τα άτομα που χρησιμοποιούν το κτίριο αυτό και κυρίως τα μικρά παιδιά θα πρέπει να ενημερωθούν ώστε να καταλάβουν τη σημασία της μείωσης την ενεργειακής κατανάλωσης αλλά και πως θα την πετύχουν.
- ✓ **Έλεγχος και επισκευή ρωγμών:** Ο έλεγχος και επισκευή ρωγμών πλαισίων ανοιγμάτων, ρηγμάτων τοιχοποιίας, χαλασμένων μηχανισμών, φθαρμένων στοιχείων θερμομόνωσης και σφραγίσματος αρμών.
(Pagliano Lorenzo, Dama Alessandro, National Energy Efficiency 2007, <http://www.zeroenergybuildings.org>)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Συμπεράσματα και Προοπτικές

6.1 Συμπεράσματα

Πίνακας 6.1: Συγκεντρωτικός πίνακας πιθανών δράσεων αναβάθμισης της ενεργειακής αποδοτικότητας του κτιρίου

Δράση	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)	Καθαρή Παρούσα Αξία (€)	Βιωσιμότητα επένδυσης	Περίοδος αποπληρωμής επένδυσης (έτη)	Διάρκεια ζωής επένδυσης (έτη)
Αντικατάσταση υαλοπινάκων	71.714	-32.176<0	Μη βιώσιμη	Δεν αποπληρώνεται εντός της διάρκειας ζωής	20
Εγκατάσταση θέρμανσης με φυσικό αέριο αντί για πετρέλαιο	7.640	53.741>0	Βιώσιμη	2	15
Εγκατάσταση αντλίας θερμότητας για την ψύξη	50.000	5.997>0	Βιώσιμη	18,4	25
Εγκατάσταση κάλυψης θέρμανσης και ψύξης με αντλία θερμότητας	70.000	191.377>0	Βιώσιμη	4,2	25
Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος	14.000	10.343>0	Βιώσιμη	6,5	20
Αντικατάσταση φωτιστικών σωμάτων	10.510	9.773>0	Βιώσιμη	3,3	7
Εγκατάσταση BEMS	45.060	24.833>0	Βιώσιμη	7,6	15

Στα πλαίσια της ενεργειακής επιθεώρησης στο Δημαρχείο Χαϊδαρίου για την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής, πραγματοποιήθηκε καταγραφή του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού του κτιρίου, έτσι ώστε να εξαχθεί μία εικόνα της υπάρχουσας κατάστασης, όσον αφορά την κατανομή των διαφορετικών ηλεκτρικών φορτίων του συγκεκριμένου κτιρίου. Ακόμα, καταγράφηκαν οι διαστάσεις και το υλικό των τοίχων, δαπέδου, οροφής και εξωτερικών κουφωμάτων, έτσι ώστε να υπολογιστεί ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κτιρίου και να αξιολογηθεί η θερμομόνωση του κτιριακού κελύφους.

Έτσι από τους υπολογισμούς αναφορικά με την θερμομονωτική επάρκεια, η ευρεθείσα τιμή του συντελεστή απωλειών ήταν μικρότερη από το επιτρεπόμενο όριο. Οπότε το κτίριο του νέου Δημαρχείου Χαϊδαρίου κρίθηκε θερμομονωτικά επαρκές. Το αποτέλεσμα ήταν αναμενόμενο, αφού το κτίριο κατασκευάστηκε μετά την έναρξη ισχύος του κανονισμού θερμομόνωσης που πραγματοποιήθηκε το 1979, συγκεκριμένα η μελέτη και η κατασκευή θερμομόνωσης του εν λόγω κτιρίου αποπερατώθηκε το 1995. Το αποτέλεσμα είναι ότι υπάρχει επαρκής θερμομόνωση χωρίς να υπάρχουν ενεργειακές απώλειες, καθώς και η δυνατότητα διατήρησης συνθηκών θερμικής άνεσης.

Από τις 6 δράσεις που εξετάστηκαν οι 5 επιλέχθηκαν ως συμφέρουσες και βιώσιμες επεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης. Λαμβάνοντας υπόψη το αρχικό κόστος επένδυσης και τη διάρκεια αποπληρωμής της κάθε επένδυσης φαίνεται ότι από τις πιο συμφέρουσες δράσης αντικατάστασης είναι η εγκατάσταση μονάδας θέρμανσης με φυσικό αέριο για αντικατάσταση του καυστήρα πετρελαίου. Η συγκεκριμένη δράση παρουσιάζει το χαμηλότερο κόστος αρχικής επένδυσης και εμφανίζει πολύ μικρή περίοδο αποπληρωμής, περίπου 2 έτη, καθώς είναι πολύ μεγάλη η εξοικονόμηση ενέργειας που προκύπτει κατά τους μήνες ζήτησης θέρμανσης, και άρα και η εξοικονόμηση χρημάτων.

Η δράση της κάλυψης των αναγκών ψύξης με αντλία θερμότητας κρίνεται βιώσιμη, αλλά η περίοδος αποπληρωμής της επένδυσης είναι αρκετά μεγάλη (18,4 έτη) σε σύγκριση με τη διάρκεια ζωής της, ενώ και το κόστος της αρχικής επένδυσης είναι σημαντικό (50.000 €). Αν κάποιος επιλέξει όμως να εγκαταστήσει αντλία θερμότητας που θα καλύπτει τις ανάγκες ψύξης κατά τους θερινούς μήνες, αλλά και τις ανάγκες θέρμανσης κατά τους χειμερινούς μήνες μέσω αντλίας θερμότητας, προκύπτει βιώσιμη επένδυση και με περίοδο αποπληρωμής μόλις 4,2 έτη, διάστημα πολύ μικρό σε σύγκριση με τη διάρκεια ζωής της επένδυσης που είναι 25 έτη. Το γεγονός αυτό οφείλεται στην μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας που προκύπτει μέσω της κάλυψης των θερμικών αναγκών με την αντλία θερμότητας, καθώς η θέρμανση μέσω του πετρελαίου είναι ιδιαίτερα κοστοβόρα.

Εξαιρετικά σημαντική είναι η αναβάθμιση του συστήματος φωτισμού. Η αντικατάσταση των λαμπτήρων πυρακτώσεως και των προβολέων μεταλλικών αλογονιδίων με λαμπτήρες LED και η αντικατάσταση των μαγνητικών ballast των λαμπτήρων φθορισμού με ηλεκτρονικά οδηγεί σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων, καθώς η επένδυση αποπληρώνεται εντός 3,5 ετών, ενώ η συνολική

διάρκεια ζωής της επένδυσης είναι 7 έτη. Το αρχικό κόστος μιας τέτοιας δράσης δεν είναι ιδιαίτερα υψηλό συγκριτικά με άλλες προτεινόμενες δράσεις, καθώς ανέρχεται στα 10.510€. Μια περαιτέρω δράση που μπορεί να αποφέρει έσοδα στο Δήμο είναι η εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος στην οροφή του κτιρίου, με σκοπό την πώληση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο. Το κόστος μιας τέτοιας επένδυσης ανέρχεται σε 14.000€, ενώ αποπληρώνεται εντός 6,5 ετών.

Η εγκατάσταση συστημάτων ενεργειακής διαχείρισης του κτιρίου (BEMS) κρίνεται βιώσιμη, αλλά το κόστος της αρχικής επένδυσης είναι αρκετά υψηλό (45.060 €), και παράλληλα η περίοδος αποπληρωμής είναι 7,6 έτη, με συνολική διάρκεια ζωής 15 έτη. Για το λόγο αυτό δεν προτείνεται ως πρωτεύουσα δράση αναβάθμισης του κτιρίου. Όσον αφορά τη θερμομόνωση του κτιρίου, δεν προτάθηκε κάποια δράση διότι, όπως προέκυψε από την ενεργειακή επιθεώρηση, το κτίριο καλύπτει τις απαραίτητες προδιαγραφές. Το γεγονός αυτό ήταν αναμενόμενο, διότι πρόκειται για κτίριο που ανεγέρθη μετά το 1979, και άρα κατασκευάστηκε σύμφωνα με τον κανονισμό Θερμομόνωσης. Η δράση που προτάθηκε, σε περίπτωση που ήταν επιθυμητή η περαιτέρω αναβάθμιση της ενεργειακής αποδοτικότητας του κτιρίου, ήταν η αντικατάσταση των διπλών υαλοπινάκων του κτιρίου με ενεργειακούς υαλοπίνακες τρίτης γενιάς. Το αρχικό κόστος μιας τέτοιας ενέργειας είναι αρκετά υψηλό, ενώ η εξοικονόμηση ενέργειας που προέκυψε δεν ήταν τόσο μεγάλη, ώστε να προκύψει βιώσιμη επένδυση. Ωστόσο, πρέπει να σημειωθεί ότι κατά την έρευνα σχετικά με το κόστος επένδυσης, βρέθηκαν και ορισμένες προσφορές με χαμηλότερο κόστος, οι οποίες θα οδηγούσαν σε βιώσιμη επένδυση, αν είχαν προτιμηθεί. Η αντικατάσταση των υαλοπινάκων πάντως δεν εμπίπτει στις κυρίαρχες δράσεις αναβάθμισης του κτιρίου.

Καθοριστικής σημασίας στη μείωση των καταναλώσεων και στην ορθολογική χρήση των ηλεκτρικών συσκευών και των συστημάτων θέρμανσης είναι η ευαισθητοποίηση του προσωπικού για αυτά τα ζητήματα. Συνίσταται η αποφυγή άσκοπης χρήσης του φωτισμού σε περιπτώσεις που ο φυσικός φωτισμός είναι επαρκής, η σύνεση στη χρήση ηλεκτρικών συσκευών και κλιματιστικών (π.χ. απενεργοποίηση τους όταν δεν χρησιμοποιούνται) και τέλος η λήψη δράσεων με στόχο τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας όπως τα προαναφερθέντα προτεινόμενα μέτρα.

6.2 Προοπτικές

Η σωστή ενεργειακή διαχείριση με στόχο την ελαχιστοποίηση των ενεργειακών απαιτήσεων και συνεπώς την ενεργειακά-και κατ' επέκταση οικονομικά-αποδοτικότερη λειτουργία των κτιρίων είναι αναγκαία. Προς αυτή την κατεύθυνση συμβάλλει καταρχάς ο βιοκλιματικός σχεδιασμός των νέων κτιρίων, ο οποίος αποτελεί στη βάση για την εξοικονόμηση ενέργειας σε ένα κτίριο. Στα υφιστάμενα, όμως κτίρια, η Ενεργειακή Επιθεώρηση μπορεί να δράσει επικουρικά στον εντοπισμό των «ενεργειακών αδυναμιών» τους και με σωστή μελέτη να προταθούν δράσεις που

θα βοηθήσουν ουσιαστικά στην ενεργειακή αναβάθμιση της λειτουργίας τους, με οφέλη τόσο για τον ιδιοκτήτη, όσο και για το περιβάλλον. Οι εφαρμογές των δράσεων που προτάθηκαν στοχεύουν σε αυτόν το σκοπό.

Ο σχεδιασμός, η κατασκευή και ο τρόπος χρήσης των κτιρίων πρέπει να βασίζονται στις αρχές της ορθολογικής χρήσης και διαχείρισης των φυσικών πόρων. Συγχρόνως πρέπει να συνεισφέρουν στην υγιεινή και ασφαλή διαβίωση των ενοίκων, χωρίς να προκαλούνται επιπτώσεις στο περιβάλλον. Ανάλογα με τις διαθέσιμες υποδομές, η εκμετάλλευση των ήπιων και ανανεώσιμων μορφών ενέργειας- της βιομάζας, της γεωθερμίας, της αιολικής ενέργειας και της ηλιακής ενέργειας με φωτοβολταϊκά και ηλιακούς συλλέκτες θέρμανσης νερού- μπορεί να συμβάλει στην εξοικονόμηση ενέργειας και στη δημιουργία πιο καθαρού περιβάλλοντος. (<http://www.zeroenergybuildings.org>)

Ο ενεργειακός σχεδιασμός των κτιρίων, η προσαρμογή στις κλιματικές και τοπικές συνθήκες, η χρησιμοποίηση οικοδομικών υλικών με οικολογική συμπεριφορά και δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης και η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του εξοπλισμού, μπορούν να συμβάλουν στη βελτίωση του περιβάλλοντος και στην ενσωμάτωση της λογικής που οδηγεί στην «αειφόρο και βιώσιμη ανάπτυξη» των πόλεων και των οικισμών μας.

Οι λύσεις που μπορούν να εφαρμοσθούν είναι πολλές. Μπορούν να εφαρμοσθούν λύσεις τεχνικές, για τη βελτιστοποίηση της ενεργειακής συμπεριφοράς σε νέα και υφιστάμενα κτίρια με επεμβάσεις για την μείωση των θερμικών απωλειών, την εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας και την αύξηση του φυσικού δροσισμού το καλοκαίρι. Υπάρχουν επίσης λύσεις τεχνολογικές, με ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας και ενεργειακής διαχείρισης, καθώς και λύσεις μη τεχνολογικές- ανθρώπινης συμπεριφοράς και νοοτροπίας, ώστε να περιοριστεί η κατανάλωση ενέργειας, χωρίς να μειωθεί το επίπεδο της θερμικής και οπτικής άνεσης και εν γένει της διαβίωσης στα κτίρια. Με την συνεπικουρία των θεσμικών και οικονομικών κινήτρων που θα συμβάλουν στη στροφή της κοινωνίας προς τη βιώσιμη διαχείριση της ενέργειας στα κτίρια, είναι εφικτή η λειτουργία κτιρίου, αν όχι μηδενικής, τουλάχιστον χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας. (Torcellini P. et al. 2010)

Βιβλιογραφία

Alotek, Ενεργειακοί Υαλοπίνακες.

Athina G. Gaglia, Constantinos A. Balaras, Sevastianos Mirasgedis, Elena Georgopoulou, Yiannis Sarafidis, Dimitris P. Lalas. Empirical assessment of the Hellenic non-residential building stock, energy consumption, emissions and potential energy savings. Energy Conversion and Management, Volume 48, Issue 4, April 2007, Pages 1160-1175

BEMS: www.buildnet.gr

Energy Market Authority (EMA) & the Building and Construction Authority (BCA), «Handbook for Solar Photovoltaic (PV) Systems», 2009.

<http://eu-solar.panasonic.net/en/products/n-240-n-245/>

<http://energypress.gr/news/apo-epta-ktiria-toy-dimosioy-xekina-i-epiheirisi-escos-gia-tin-energeiaki-exoikonomisi>

<http://sceaf.optimus-smartcity.eu/>

<http://web.tee.gr/energeiakh-anabaumish-dhmosivn-ktirivn-me-kanonew-kai-diafaneia/>

<http://www.aerioattikis.gr>

<http://www.aftodioikisi.gr/proto-thema/zesto-xrima-se-dimous-kai-perifereies-apo-programmata-jessica-elena-kai-alla-xrimatodotika-proionta>

<http://www.b2green.gr/main.php?pID=17&nID=25313&lang=el>

<http://www.capital.gr/story/2135421>

<http://www.jessicafund.gr/index.php/jessica-in-greece/action-plan/background/>

<http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=389&sni%5B524%5D=3362&language=el-GR>

National Energy Efficiency Action Plan MALTA 2007 (As required by Direction 2006/32/EC).

Pagliano Lorenzo, Dama Alessandro, “Κτιριακό κέλυφος – τεχνικό εγχειρίδιο”, European GreenBuilding Programme (GBP), www.eu-greenbuilding.org.

Torcellini P., Pless S. (2010), Net-Zero Energy Buildings: A Classification System Based on renewable Energy Supply Options, National Renewable Energy Laboratory.

www.cres.gr

www.googlemaps.com

www.haidari.gr

www.marchona.gr

www.ypeka.gr

Zero energy buildings: <http://www.zeroenergybuildings.org>

Αθηναϊκό Πρακτορείο Ειδήσεων, <http://www.amna.gr/>.

Γενικό Τιμολόγιο της ΔΕΗ κατηγορίας Γ22
<http://www.dei.gr/Default.aspx?id=37405&nt=18&lang=1>

Γεώργιος Ηλιάδης, Οι Ενεργειακοί Υαλοπίνακες ως μέσο εξοικονόμησης Ενέργειας στα Κτίρια.

ΕΜΥ:

http://www.hnms.gr/hnms/english/climatology/climatology_region_diagrams_html?dr_city=Athens_Hellinikon&dr_region=ClimAttiki

Επίσημη ιστοσελίδα Philips
Ελλάδος: http://www.lighting.philips.gr/pwc_li/gr_el/connect/Assets/pdf/tools_pdf/Cc_at_GrEl_20101206T085749.pdf

Εταιρία HidROS, ERGON EQUIPMENT:
<http://www.ergon.com.gr/download/3/20110412135816.pdf>.

ΚΑΠΕ, Επιχειρησιακό Σχέδιο για τις Ενεργειακά Αποδοτικές Δημόσιες Προμήθειες (ΕΑΔΠ), Φεβρουάριος 2014.

ΝΟΜΟΣ ΥΠ' ΑΡΙΘ. 4122, 2013.

Παπαδόπουλος Μ. Άγις, Επίκουρος καθηγητής, «Οικονομική ανάλυση ενεργειακών συστημάτων», ΑΠΘ, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Θεσσαλονίκη 2002.

Στ. Παπαθανασίου, Σημειώσεις Οικονομικής Αξιολόγησης Επενδύσεων Ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ, Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, 9ο εξάμηνο, Ιανουάριος 2012.

Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, Β' Έκδοση.

ΤΕΕ, Αίτημα Των Εργοληπτών Για Την Εφαρμογή Της Οδηγίας ΕΕ27/2012, 2013.

ΤΕΕ, Ενεργειακές Κατασκευές Σε Δημόσια Έργα, 2010.

Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος, Τμήμα Κεντρικής Μακεδονίας, «Οδηγός Μελέτης και Υλοποίησης Φωτοβολταϊκών Έργων», Συλλογική Έρευνα, Θεσσαλονίκη, Απρίλιος 2011.

Τζανακάκη Εύη, 2011, Χρηματοδοτήσεις Βιώσιμης Ενέργειας Για Δήμους, ΚΑΠΕ.

ΥΠΕΚΑ, «Οδηγός Εφαρμογής προγράμματος Εξοικονόμησης κατ'οίκον».

Χάρης Ανδρεοστάτος, Χρηματοδότηση έργων πιλοτικών δημόσιων κτηρίων και αστικών αναβαθμίσεων με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας, ΚΑΠΕ.

Παράρτημα Α΄

Υπόγειο

Όψη 1 Υπογείου

Εξωτερικοί τοίχοι όψης 1 Υπογείου

Στοιχείο	Επιφάνεια A_i (m^2)	Συντ. Θερμ. U_i (W/m^2K)	Παράγ. b	$A \times U_i \times b$
Τοίχος σε χώρο υγιεινής	27,20	0,445	1,0	12,10
Οπτοπλινθοδομή εμφ.	59,20	0,423	1,0	25,07
Τοίχος διπλός ορθοδρ.	58,72	0,714	0,5	20,97
Σύνολα προς μεταφορά εξωτερικού τοίχου όψης			$\Sigma A \times U_i \times b$	58,14
			ΣA	145,12
			U_w	0,401

Ανοίγματα όψης 1 Υπογείου

Είδος ανοίγματος	Επιφάνεια A_i (m^2)	Συντ. Θερμ. U_i (W/m^2K)	Παράγ. b	$A \times U_i \times b$
Πόρτα εσωτ.μεταλ.	5,28	2,500	0,5	6,60
Σύνολα προς μεταφορά από ανοίγματα όψης			$\Sigma A \times U_i \times b$	6,60
			ΣA	2,28
			U_f	1,250

Όψη 2 Υπογείου

Εξωτερικοί τοίχοι όψης 2 Υπογείου

Στοιχείο	Επιφάνεια A_i (m^2)	Συντ. Θερμ. U_i (W/m^2K)	Παράγ. b	$A \times U_i \times b$
Τοιχίο υπόγειο	64,60	0,828	0,5	26,75
Οπτοπλινθοδομή εμφ.	58,00	0,423	1,0	24,56
Σύνολα προς μεταφορά εξωτερικού τοίχου όψης			$\Sigma A \times U_i \times b$	51,31
			ΣA	122,60
			U_w	0,418

Ανοίγματα όψης 2 Υπογείου

Είδος ανοίγματος	Επιφάνεια A_i (m^2)	Συντ. Θερμ. U_i (W/m^2K)	Παράγ. b	$A \times U_i \times b$
Παράθυρο δίδυμο 6 mm.	25,60	3,200	1,0	81,92
			$\Sigma A \times U_i \times b$	81,92
Σύνολα προς μεταφορά από ανοίγματα όψης			ΣA	25,60
			U_f	3,200

Όψη 3 Υπογείου

Εξωτερικοί τοίχοι όψης 3 Υπογείου

Στοιχείο	Επιφάνεια A_i (m^2)	Συντ. Θερμ. U_i (W/m^2K)	Παράγ. b	$A \times U_i \times b$
Τοίχος διπλός ορθοδρ	49,16	0,714	0,5	17,56
Τοιχίο υπόγειο	77,90	0,828	0,5	32,25
Τοίχος χώρου υγιεινής	53,20	1,252	0,5	33,32
			$\Sigma A \times U_i \times b$	83,13
Σύνολα προς μεταφορά εξωτερικού τοίχου όψης			ΣA	180,26
			U_w	0,461

Ανοίγματα όψης 3 Υπογείου

Είδος ανοίγματος	Επιφάνεια A_i (m^2)	Συντ. Θερμ. U_i (W/m^2K)	Παράγ. b	$A \times U_i \times b$
Πόρτα εσωτ. μεταλ.	5,94	2,500	0,5	7,42
			$\Sigma A \times U_i \times b$	7,42
Σύνολα προς μεταφορά από ανοίγματα όψης			ΣA	5,94
			U_f	1,250

Όψη 4 Υπογείου

Εξωτερικοί τοίχοι όψης 4 Υπογείου

Στοιχείο	Επιφάνεια A_i (m^2)	Συντ. Θερμ. U_i (W/m^2K)	Παράγ. b	$A \times U_i \times b$
Τοίχος διπλός ορθοδρ	83,44	0,714	0,5	29,80
Τοιχίο υπόγειο	60,04	0,828	0,5	24,86
Τοίχος χώρου υγιεινής	15,20	1,252	0,5	9,52
			$\Sigma A \times U_i \times b$	64,18
Σύνολα προς μεταφορά εξωτερικού τοίχου όψης			ΣA	158,68
			U_w	0,404

Ανοίγματα όψης 4 Υπογείου

Είδος ανοίγματος	Επιφάνεια A_i (m^2)	Συντ. Θερμ. U_i (W/m^2K)	Παράγ. b	$A \times U_i \times b$
Πόρτα εσωτ. μεταλ.	3,96	2,500	0,5	4,95
			$\Sigma A \times U_i \times b$	4,95
Σύνολα προς μεταφορά από ανοίγματα όψης			ΣA	3,96
			U_f	1,250

6.2.1 Ισόγειο

Όψη 1 Ισογείου

Εξωτερικοί τοίχοι όψης 1 Ισογείου

Στοιχείο	Επιφάνεια A_i (m^2)	Συντ. Θερμ. U_i (W/m^2K)	Παράγ. b	$A \times U_i \times b$
Τοίχος	171,10	0,335	1,0	57,27
Οπτοπλινθοδομή εμφ.	149,50	0,423	1,0	63,31
Τοίχος με μάρμαρο	92,85	0,449	1,0	41,73
			$\Sigma A \times U_i \times b$	162,32
Σύνολα προς μεταφορά εξωτερικού τοίχου όψης			ΣA	413,45
			U_w	0,393

Ανοίγματα όψης 1 Ισογείου

Είδος ανοίγματος	Επιφάνεια A_i (m^2)	Συντ. Θερμ. U_i (W/m^2K)	Παράγ. b	$A \times U_i \times b$
Εξώθυρα δίδυμο 6 mm.	14,28	3,200	1,0	45,70
Παράθυρο δίδυμο 6 mm	202,77	3,200	1,0	648,86
			$\Sigma A \times U_i \times b$	694,56
Σύνολα προς μεταφορά από ανοίγματα όψης			ΣA	217,05
			U_f	3,200

Όψη 2 Ισογείου

Εξωτερικοί τοίχοι όψης 2 Ισογείου

Στοιχείο	Επιφάνεια A_i (m^2)	Συντ. Θερμ. U_i (W/m^2K)	Παράγ. b	$A \times U_i \times b$
Τοίχος με μάρμαρο	40,03	0,449	1,0	17,99
Τοίχος	12,15	0,335	1,0	4,07
Δοκός με μάρμαρο	15,00	0,495	1,0	7,42
Τοίχος σε χώρο υγιεινής	10,80	0,445	1,0	4,80
Σύνολα προς μεταφορά εξωτερικού τοίχου όψης			$\Sigma A \times U_i \times b$	34,28
			ΣA	77,98
			U_w	0,440

Ανοίγματα όψης 2 Ισογείου

Είδος ανοίγματος	Επιφάνεια A_i (m^2)	Συντ. Θερμ. U_i (W/m^2K)	Παράγ. b	$A \times U_i \times b$
Εξώθυρα δίδυμα 6 mm.	15,60	3,200	1,0	49,92
Παράθυρο δίδυμο 6 mm	2,42	3,200	1,0	7,74
Σύνολα προς μεταφορά από ανοίγματα όψης			$\Sigma A \times U_i \times b$	57,66
			ΣA	18,02
			U_f	3,200

Όψη 3 Ισογείου

Εξωτερικοί τοίχοι όψης 3 Ισογείου

Στοιχείο	Επιφάνεια A_i (m^2)	Συντ. Θερμ. U_i (W/m^2K)	Παράγ. b	$A \times U_i \times b$
Τοίχος με μάρμαρο	97,70	0,449	1,0	43,91
Δοκός με μάρμαρο	22,35	0,495	1,0	11,06
Σύνολα προς μεταφορά εξωτερικού τοίχου όψης			$\Sigma A \times U_i \times b$	54,97
			ΣA	120,05
			U_w	0,458

Ανοίγματα όψης 3 Ισογείου

Είδος ανοίγματος	Επιφάνεια A_i (m^2)	Συντ. Θερμ. U_i (W/m^2K)	Παράγ. b	$A \times U_i \times b$
Παράθυρο δίδυμο 6 mm	22,99	3,200	1,0	73,57
Σύνολα προς μεταφορά από ανοίγματα όψης			$\Sigma A \times U_i \times b$	73,57
			ΣA	22,99
			U_f	3,200

Όψη 4 Ισογείου

Εξωτερικοί τοίχοι όψης 4 Ισογείου

Στοιχείο	Επιφάνεια A_i (m^2)	Συντ. Θερμ. U_i (W/m^2K)	Παράγ. b	$A \times U_i \times b$
Τοίχος με μάρμαρο	56,80	0,449	1,0	25,53
Δοκός με μάρμαρο	16,50	0,495	1,0	8,16
Τοίχος	10,80	0,335	1,0	3,62
Σύνολα προς μεταφορά εξωτερικού τοίχου όψης			$\Sigma A \times U_i \times b$	37,31
			ΣA	84,10
			U_w	0,444

Ανοίγματα όψης 4 Ισογείου

Είδος ανοίγματος	Επιφάνεια A_i (m^2)	Συντ. Θερμ. U_i (W/m^2K)	Παράγ. b	$A \times U_i \times b$
Παράθυρο δίδυμο 6 mm	4,63	3,200	1,0	14,82
Εξώθυρα δίδυμη 6 mm	16,88	3,200	1,0	54,00
Σύνολα προς μεταφορά από ανοίγματα όψης			$\Sigma A \times U_i \times b$	68,82
			ΣA	21,50
			U_f	3,200

Όψη 5 Ισογείου

Εξωτερικοί τοίχοι όψης 5 Ισογείου

Στοιχείο	Επιφάνεια A_i (m^2)	Συντ. Θερμ. U_i (W/m^2K)	Παράγ. b	$A \times U_i \times b$
Οπτοπλινθοδομή εμφ.	33,60	0,423	1,0	14,23
Τοίχος	6,40	0,335	1,0	2,14
Τοίχος με εμφ. σκυρ.	62,20	0,457	1,0	28,43
			$\Sigma A \times U_i \times b$	14,80
Σύνολα προς μεταφορά εξωτερικού τοίχου όψης			ΣA	102,20
			U_w	0,438

Ανοίγματα όψης 5 Ισογείου

Είδος ανοίγματος	Επιφάνεια A_i (m^2)	Συντ. Θερμ. U_i (W/m^2K)	Παράγ. b	$A \times U_i \times b$
Παράθυρο δίδυμο 6 mm	30,60	3,200	1,0	97,92
			$\Sigma A \times U_i \times b$	97,92
Σύνολα προς μεταφορά από ανοίγματα όψης			ΣA	30,60
			U_f	3,200

6.2.2 Α΄ Όροφος

Όψη 1 Α΄ Ορόφου

Εξωτερικοί τοίχοι όψης 1 Α΄ Ορόφου

Στοιχείο	Επιφάνεια A_i (m^2)	Συντ. Θερμ. U_i (W/m^2K)	Παράγ. b	$A \times U_i \times b$
Τοίχος με εμφ. σκυρ.	49,36	0,457	1,0	22,56
Τοίχος σε χώρο υγιεινής	12,80	0,445	1,0	5,69
			$\Sigma A \times U_i \times b$	28,25
Σύνολα προς μεταφορά εξωτερικού τοίχου όψης			ΣA	62,16
			U_w	0,454

Ανοίγματα όψης 1 Α΄ Ορόφου

Είδος ανοίγματος	Επιφάνεια A_i (m^2)	Συντ. Θερμ. U_i (W/m^2K)	Παράγ. b	$A \times U_i \times b$
Παράθυρο δίδυμο 6 mm	16,24	3,200	1,0	51,98
			$\Sigma A \times U_i \times b$	51,98
Σύνολα προς μεταφορά από ανοίγματα όψης			ΣA	16,24
			U_f	3,200

Όψη 2 Α΄ Ορόφου

Εξωτερικοί τοίχοι όψης 2 Α΄ Ορόφου

Στοιχείο	Επιφάνεια A_i (m^2)	Συντ. Θερμ. U_i (W/m^2K)	Παράγ. b	$A \times U_i \times b$
Τοίχος με εμφ. σκυρ.	86,44	0,457	1,0	39,50
Τοίχος με εμφ. σκυρ.	36,32	0,503	1,0	18,27
			$\Sigma A \times U_i \times b$	57,79
Σύνολα προς μεταφορά εξωτερικού τοίχου όψης			ΣA	122,77
			U_w	0,471

Ανοίγματα όψης 2 Α΄ Ορόφου

Είδος ανοίγματος	Επιφάνεια A_i (m^2)	Συντ. Θερμ. U_i (W/m^2K)	Παράγ. b	$A \times U_i \times b$
Παράθυρο δίδυμο 6 mm	51,67	3,200	1,0	165,36
Εξώθυρα δίδυμη 6 mm	19,08	3,200	1,0	61,06
Παράθυρο μεταλλικό	6,80	5,000	1,0	34,00
			$\Sigma A \times U_i \times b$	260,42
Σύνολα προς μεταφορά από ανοίγματα όψης			ΣA	77,55
			U_f	3,358

Όψη 3 Α΄ Ορόφου

Εξωτερικοί τοίχοι όψης 3 Α΄ Ορόφου

Στοιχείο	Επιφάνεια A_i (m^2)	Συντ. Θερμ. U_i (W/m^2K)	Παράγ. b	$A \times U_i \times b$
Τοίχος με εμφ. σκυρ.	57,20	0,457	1,0	26,14
Οπτοπλινθοδομή εμφ.	24,50	0,423	1,0	10,37
Σύνολα προς μεταφορά εξωτερικού τοίχου όψης			$\Sigma A \times U_i \times b$	36,51
			ΣA	81,69
			U_w	0,447

Ανοίγματα όψης 3 Α΄ Ορόφου

Είδος ανοίγματος	Επιφάνεια A_i (m^2)	Συντ. Θερμ. U_i (W/m^2K)	Παράγ. b	$A \times U_i \times b$
Παράθυρο δίδυμο 6 mm	6,41	3,200	1,0	20,50
Εξώθυρα δίδυμη 6 mm	17,50	3,200	1,0	56,00
Σύνολα προς μεταφορά από ανοίγματα όψης			$\Sigma A \times U_i \times b$	76,50
			ΣA	23,91
			U_f	3,200

Όψη 4 Α΄ Ορόφου

Εξωτερικοί τοίχοι όψης 4 Α΄ Ορόφου

Στοιχείο	Επιφάνεια A_i (m^2)	Συντ. Θερμ. U_i (W/m^2K)	Παράγ. b	$A \times U_i \times b$
Οπτοπλινθοδομή εμφ.	118,80	0,423	1,0	50,31
Σύνολα προς μεταφορά εξωτερικού τοίχου όψης			$\Sigma A \times U_i \times b$	50,31
			ΣA	118,80
			U_w	0,423

Ανοίγματα όψης 4 Α΄ Ορόφου

Είδος ανοίγματος	Επιφάνεια A_i (m^2)	Συντ. Θερμ. U_i (W/m^2K)	Παράγ. b	$A \times U_i \times b$
Παράθυρο δίδυμο 6 mm	3,60	3,200	1,0	11,52
Εξώθυρα μεταλλική	2,40	5,000	1,0	12,00
Σύνολα προς μεταφορά από ανοίγματα όψης			$\Sigma A \times U_i \times b$	23,52
			ΣA	6,00
			U_f	3,920

6.2.3 Β΄ Όροφος

Όψη 1 Β΄ Ορόφου

Εξωτερικοί τοίχοι όψης 1 Β΄ Ορόφου

Στοιχείο	Επιφάνεια A_i (m^2)	Συντ. Θερμ. U_i (W/m^2K)	Παράγ. b	$A \times U_i \times b$
Τοίχος με εμφ. σκυρ.	86,44	0,457	1,0	39,50
Τοίχος με εμφ. σκυρ.	36,32	0,503	1,0	18,27
			$\Sigma A \times U_i \times b$	27,78
Σύνολα προς μεταφορά εξωτερικού τοίχου όψης			ΣA	122,77
			U_w	0,471

Ανοίγματα όψης 1 Β΄ Ορόφου

Είδος ανοίγματος	Επιφάνεια A_i (m^2)	Συντ. Θερμ. U_i (W/m^2K)	Παράγ. b	$A \times U_i \times b$
Παράθυρο δίδυμο 6 mm	64,48	3,200	1,0	206,34
Εξώθυρα δίδυμη 6 mm	19,08	3,200	1,0	61,06
Παράθυρο μεταλλικό	6,80	5,000	1,0	34,00
			$\Sigma A \times U_i \times b$	301,39
Σύνολα προς μεταφορά από ανοίγματα όψης			ΣA	90,36
			U_f	3,335

Όψη 2 Β΄ Ορόφου

Εξωτερικοί τοίχοι όψης 2 Β΄ Ορόφου

Στοιχείο	Επιφάνεια A_i (m^2)	Συντ. Θερμ. U_i (W/m^2K)	Παράγ. b	$A \times U_i \times b$
Τοίχος με εμφ. σκυρ.	57,22	0,457	1,0	26,15
Οπτοπλινθοδομή	9,60	0,423	1,0	4,07
			$\Sigma A \times U_i \times b$	30,22
Σύνολα προς μεταφορά εξωτερικού τοίχου όψης			ΣA	66,82
			U_w	0,452

Ανοίγματα όψης 2 Β' Ορόφου

Είδος ανοίγματος	Επιφάνεια A_i (m^2)	Συντ. Θερμ. U_i (W/m^2K)	Παράγ. b	$A \times U_i \times b$
Παράθυρο δίδυμο 6 mm	22,77	3,200	1,0	72,88
Σύνολα προς μεταφορά από ανοίγματα όψης			$\Sigma A \times U_i \times b$	72,88
			ΣA	22,77
			U_f	3,200

Όψη 3 Β' Ορόφου

Εξωτερικοί τοίχοι όψης 3 Β' Ορόφου

Στοιχείο	Επιφάνεια A_i (m^2)	Συντ. Θερμ. U_i (W/m^2K)	Παράγ. b	$A \times U_i \times b$
Οπτοπλινθοδομή εμφ.	73,14	0,423	1,0	30,97
Δοκός εξωτερική	37,35	0,457	1,0	17,07
Σύνολα προς μεταφορά εξωτερικού τοίχου όψης			$\Sigma A \times U_i \times b$	48,04
			ΣA	110,49
			U_w	0,435

Ανοίγματα όψης 3 Β' Ορόφου

Είδος ανοίγματος	Επιφάνεια A_i (m^2)	Συντ. Θερμ. U_i (W/m^2K)	Παράγ. b	$A \times U_i \times b$
Παράθυρο δίδυμο 6 mm	22,31	3,200	1,0	71,40
Σύνολα προς μεταφορά από ανοίγματα όψης			$\Sigma A \times U_i \times b$	71,40
			ΣA	22,31
			U_f	3,200

Όψη 4 Β' Ορόφου

Εξωτερικοί τοίχοι όψης 4 Β' Ορόφου

Στοιχείο	Επιφάνεια A_i (m^2)	Συντ. Θερμ. U_i (W/m^2K)	Παράγ. b	$A \times U_i \times b$
Οπτοπλινθοδομή εμφ.	238,86	0,423	1,0	101,15
Δοκός εξωτερική	25,50	0,457	1,0	11,65
Σύνολα προς μεταφορά εξωτερικού τοίχου όψης			$\Sigma A \times U_i \times b$	112,81
			ΣA	264,36
			U_w	0,427

Ανοίγματα όψης 4 Β' Ορόφου

Είδος ανοίγματος	Επιφάνεια A_i (m^2)	Συντ. Θερμ. U_i (W/m^2K)	Παράγ. b	$A \times U_i \times b$
Παράθυρο δίδυμο 6 mm	24,64	3,200	1,0	78,84
Πυραμίδα μεταλλ- φεγγ.	55,50	1,900	1,0	105,45
			$\Sigma A \times U_i \times b$	184,29
Σύνολα προς μεταφορά από ανοίγματα όψης			ΣA	80,14
			U_f	2,300

Όψη 5 Β' Ορόφου

Εξωτερικοί τοίχοι όψης 5 Β' Ορόφου

Στοιχείο	Επιφάνεια A_i (m^2)	Συντ. Θερμ. U_i (W/m^2K)	Παράγ. b	$A \times U_i \times b$
Οπτοπλινθοδομή εμφ.	26,10	0,423	1,0	11,05
Δοκός εξωτερική	16,50	0,457	1,0	7,54
			$\Sigma A \times U_i \times b$	18,59
Σύνολα προς μεταφορά εξωτερικού τοίχου όψης			ΣA	42,60
			U_w	0,436

Ανοίγματα όψης 5 Β' Ορόφου

Είδος ανοίγματος	Επιφάνεια A_i (m^2)	Συντ. Θερμ. U_i (W/m^2K)	Παράγ. b	$A \times U_i \times b$
Παράθυρο δίδυμο 6 mm	42,84	3,200	1,0	137,09
Εξώθυρα δίδυμη 6 mm	20,16	3,200	1,0	64,51
			$\Sigma A \times U_i \times b$	201,60
Σύνολα προς μεταφορά από ανοίγματα όψης			ΣA	63,00
			U_f	2,300

6.2.4 Γ΄ Όροφος

Όψη 1 Γ΄ Ορόφου

Εξωτερικοί τοίχοι όψης 1 Γ΄ Ορόφου

Στοιχείο	Επιφάνεια A_i (m^2)	Συντ. Θερμ. U_i (W/m^2K)	Παράγ. b	$A \times U_i \times b$
Οπτοπλινθοδομή εμφ.	118,26	0,423	1,0	50,08
Δοκός εξωτερική	27,90	0,457	1,0	12,75
			$\Sigma A \times U_i \times b$	62,83
Σύνολα προς μεταφορά εξωτερικού τοίχου όψης			ΣA	146,16
			U_w	0,430

Ανοίγματα όψης 1 Γ΄ Ορόφου

Είδος ανοίγματος	Επιφάνεια A_i (m^2)	Συντ. Θερμ. U_i (W/m^2K)	Παράγ. b	$A \times U_i \times b$
Παράθυρο δίδυμο 6 mm	39,06	3,200	1,0	124,99
Εξώθυρα δίδυμη 6 mm	10,08	3,200	1,0	32,26
			$\Sigma A \times U_i \times b$	157,25
Σύνολα προς μεταφορά από ανοίγματα όψης			ΣA	49,14
			U_f	3,200

Όψη 2 Γ΄ Ορόφου

Εξωτερικοί τοίχοι όψης 2 Γ΄ Ορόφου

Στοιχείο	Επιφάνεια A_i (m^2)	Συντ. Θερμ. U_i (W/m^2K)	Παράγ. b	$A \times U_i \times b$
Οπτοπλινθοδομή εμφ.	31,99	0,423	1,0	13,55
Δοκός εξωτερική	6,25	0,457	1,0	2,86
			$\Sigma A \times U_i \times b$	16,40
Σύνολα προς μεταφορά εξωτερικού τοίχου όψης			ΣA	38,24
			U_w	0,429

Ανοίγματα όψης 2 Γ' Ορόφου

Είδος ανοίγματος	Επιφάνεια A_i (m^2)	Συντ. Θερμ. U_i (W/m^2K)	Παράγ. b	$A \times U_i \times b$
Παράθυρο δίδυμο 6 mm	5,51	3,200	1,0	17,64
			$\Sigma A \times U_i \times b$	17,64
Σύνολα προς μεταφορά από ανοίγματα όψης			ΣA	5,51
			U_f	3,200

Όψη 3 Γ' Ορόφου

Εξωτερικοί τοίχοι όψης 3 Γ' Ορόφου

Στοιχείο	Επιφάνεια A_i (m^2)	Συντ. Θερμ. U_i (W/m^2K)	Παράγ. b	$A \times U_i \times b$
Οπτοπλινθοδομή εμφ.	98,65	0,423	1,0	41,77
Δοκός εξωτερική	25,60	0,457	1,0	11,70
			$\Sigma A \times U_i \times b$	53,47
Σύνολα προς μεταφορά εξωτερικού τοίχου όψης			ΣA	124,25
			U_w	0,430

Ανοίγματα όψης 3 Γ' Ορόφου

Είδος ανοίγματος	Επιφάνεια A_i (m^2)	Συντ. Θερμ. U_i (W/m^2K)	Παράγ. b	$A \times U_i \times b$
Παράθυρο δίδυμο 6 mm	88,55	3,200	1,0	283,37
			$\Sigma A \times U_i \times b$	283,37
Σύνολα προς μεταφορά από ανοίγματα όψης			ΣA	88,55
			U_f	3,200