

“ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΡΑΦΕΙΩΝ”



Επιβλέπων Καθηγητής: Γεώργιος Ιωαννίδης
Σπουδαστές: Κούβελας Ηλίας
Βασιλόπουλος Διονύσιος

ΑΜ: 38949
36512

Αιγάλεω

Μάρτιος 2017

Copyright© Ανώτατο Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πειραιά Τεχνολογικού Τομέα

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή της 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 το συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Ανώτατου Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πειραιά Τεχνολογικού Τομέα.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τους γονείς μου για την αδιάλυπη υπομονή τους και την στήριξη που μου προσφέρουν τόσα χρόνια. Θα ήθελα να ευχαριστήσω επίσης τους φίλους και συναργάτες μου, που στάθηκαν δίπλα μου, με παρότρυναν και βοήθησαν ο καθένας με τον τρόπο του, στην υλοποίηση αυτού της εργασίας.

Κούβελας Ηλίας

Με την ευκαιρία ολοκλήρωσης της πτυχιακής εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου και όλους τους ανθρώπους που σταθήκαν δίπλα μου και με στήριξαν για να ολοκληρώσω τις σπουδές μου.

Διονύσιος Βασιλόπουλος

Τέλος από κοινού θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τους καθηγητές μας Γ. Ιωαννίδη και τον Σ. Τσιώλη αλλά και την Ελένη Μαρκάκη για την σημαντική βοήθεια που μας προσέφεραν όταν την χρειαζόμασταν για την εκπόνηση της πτυχιακής μας εργασίας Επίσης θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε την εταιρία 4M για την παραχώρηση του λογισμικού 4M KENAK και του σχεδιαστικού λογισμικού GCAD όπου βοήθησαν σημαντικά. Εν κατακλείδι να ευχαριστήσουμε και τις εταιρίες ETEM, Κοτσόβολο και όσες ακόμα συνεργάστηκαν μαζί μας για την παροχή προσφορών.

Από Κοινού

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ευχαριστίες	iii
Περιεχόμενα	iv
Λίστασχημάτων	vi
Λίστα πινάκων	vii
Summary	viii
Πρόλογος	ix
1^ο Κεφάλαιο “Εισαγωγή”	1
1.1 Εξοικονόμηση Ενέργειας	1
1.2 Οδηγίες Κτιριακού Τομέα	1
1.2.1 Κτιριακός Τομέας στην Ευρώπη	2
1.2.2 Κτιριακός Τομέας στην Ελλάδα	2
1.3 Κτίρια Σχεδόν Μηδενικής Κατανάλωσης (Zero Emission Buildings)	3
1.4 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	4
2^ο Κεφάλαιο “Κανονισμοί Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων”	6
2.1 Ενεργειακή Επιθεώρηση	6
2.1.1 Γενικά Στοιχεία	6
2.1.2 Συλλογή Στοιχείων και Δεδομένων Κτιρίου	7
2.2 Θεσμικό Πλαίσιο Ενεργειακών Επιθεωρήσεων	8
2.3 Κλιματικές Ζώνες	10
2.4 Θερμικές Ζώνες	11
2.5 Συνθήκες λειτουργίας Κτιρίου	13
2.6 Κέλυφος	13
2.6.1 Αδιαφανή Δομικά Στοιχεία	14
2.6.2 Διαφανή Στοιχεία (Ανοίγματα)	15
2.6.3 Θερμογέφυρες	16
2.7 Συστήματα Σκίασης	17
2.8 Εγκαταστάσεις Η/Μ	18
2.8.1 Σύστημα Θέρμανσης	18
2.8.2 Σύστημα Ψύξης	20
2.8.3 Σύστημα Μηχανικού Αερισμού	21
2.8.4 Σύστημα Ύγρανσης Χώρων	21
2.8.5 Σύστημα Παραγωγής Ζεστού Νερού Χρήσης (ZNX)	22
2.8.6 Σύστημα Φωτισμού	22
3^ο Κεφάλαιο “Στοιχεία και Δεδομένα Κτιρίου”	24
3.1 Γενικά Στοιχεία Κτιρίου	24
3.2 Δομικά Στοιχεία Κτιρίου	28
3.2.1 Αδιαφανείς Επιφάνειες	28
3.2.2 Διαφανείς Επιφάνειες	34
3.3 Γωνίες Σκίασης	36
3.4 Ηλεκτρομηχανολογικά Συστήματα	40
3.4.1 Θέρμανση – Ψύξη	40
3.4.2 Φωτισμός	42
3.5 Ενεργειακή Κατάταξη Κτιρίου	44
4^ο Κεφάλαιο “Προτάσεις για Ενεργειακή Αναβάθμιση Κτιρίου”	47
4.1 Σενάριο 1 ^ο Επέμβαση στα Ηλεκτρομηχανολογικά Συστήματα	47
4.1.1 Φωτισμός	47
4.1.2 Θέρμανση – Ψύξη	49
4.1.3 Βαθμολόγηση Ενεργειακής Απόδοσης 1 ^ο Σεναρίου	51
4.2 Σενάριο 2 ^ο Επέμβαση στις Διαφανείς Επιφάνειες	53

4.2.1	Διαφανείς Επιφάνειες	54
4.2.2	Βαθμολόγηση Ενεργειακής Απόδοσης 2 ^ο Σεναρίου	55
4.3	Σενάριο 3 ^ο Επέμβαση στις Αδιαφανείς Επιφάνειες	56
4.3.1	Κτιριακό Κέλυφος.....	56
4.3.2	Βαθμολόγηση Ενεργειακής Απόδοσης 3 ^ο Σεναρίου	58
4.4	Σενάριο 4 ^ο Μελέτη και Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών Μονάδων	60
4.4.1	Γενικά Στοιχεία	60
4.4.2	Μελέτη Εγκατάστασης Φωτοβολταϊκών.....	61
4.4.3	Βαθμολόγηση Ενεργειακής Απόδοσης 4 ^ο Σεναρίου	67
4.5	Συμπεράσματα / Σχόλια / Παρατηρήσεις	70
	Βιβλιογραφία.....	75
	Παράρτημα 1.....	76
	Παράρτημα 2.....	87

ΛΙΣΤΑΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1.1 Κτίριο σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης.....	4
Σχήμα 2.1 Κατηγορίες ενεργειακών κτιρίων.	7
Σχήμα 2.2 Απεικόνιση Κλιματικών ζωνών Ελληνικής Επικράτειας.	11
Σχήμα 2.3 Θερμογέφυρες κτιρίου με χρήση θερμικής κάμερας.	17
Σχήμα 3.1 Απεικόνιση κάτοψης του κτιρίου που επιθεωρούμε.	24
Σχήμα 3.2 Κάτοψη υπό μελέτη κτιρίου.....	25
Σχήμα 3.3 Πλάγια όψη Βορειο-Ανατολικών ανοιγμάτων.....	35
Σχήμα 3.4 Πλάγια όψη Νοτιο-Ανατολικών ανοιγμάτων.....	35
Σχήμα 3.5 Πλάγια όψη Νοτιο-Δυτικών ανοιγμάτων.....	35
Σχήμα 3.6 Εισαγωγή Παραμέτρων στο πρόγραμμα KENAK.....	36
Σχήμα 3.7 Μέγιστη γωνία σκίασης ΝΔ2.....	37
Σχήμα 3.8 Γωνίες Σκίασης ανοίγματος ΒΑ2.....	38
Σχήμα 3.9 Γωνίες Σκίασης ανοίγματος ΝΑ1.....	39
Σχήμα 3.10 Γωνίες Σκίασης ανοιγμάτων ΝΔ1 και ΝΔ2.....	39
Σχήμα 3.11 Πινακίδα Κλιματιστικής Μονάδας 18.000 btu.	40
Σχήμα 3.12 Πινακίδα Κλιματιστικής Μονάδας 9.000 btu.	40
Σχήμα 3.13 Εισαγωγή Δεδομένων φωτισμού στο λογισμικό.....	44
Σχήμα 3.14 Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου.....	45
Σχήμα 4.1 Εισαγωγή δεδομένων φωτισμού στο λογισμικό.	48
Σχήμα 4.2 Ενεργειακή ετικέτα για την αναγραφή της ενεργειακή κλάσης.....	50
Σχήμα 4.3 Πιστοποιητικό Ενεργειακή Απόδοσης 1ου Σεναρίου.....	52
Σχήμα 4.4 Πιστοποιητικό Ενεργειακή Απόδοσης 2ου Σεναρίου.....	55
Σχήμα 4.5 Θερμομονωτικό υλικό FIBRANeco.....	57
Σχήμα 4.6 Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης 3ου Σεναρίου.....	59
Σχήμα 4.7 Τύποι Φωτοβολταϊκών.....	61
Σχήμα 4.8 Ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.....	62
Σχήμα 4.9 Γραφική παράσταση του λόγου r σε συνάρτηση με το γεωγραφικό πλάτος του τόπου	64
Σχήμα 4.10 Αποστάσεις και κλίση Φ/Β πλαισίων.....	65
Σχήμα 4.11 Σκαρίφημα κάτοψης οροφής κτιρίου με εγκατεστημένο το σύστημα φωτοβολταϊκών	65
Σχήμα 4.12 Εισαγωγή παραμέτρων των Φ/Β στο λογισμικό KENAK της 4Μ.....	67
Σχήμα 4.13 Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης 4ου Σεναρίου.....	68
Σχήμα 4.14 Βαθμιδωτό κόστος εγκατάστασης σεναρίων.	73

ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2.1 Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα.	15
Πίνακας 3.1 Δεδομένα κτιρίου	26
Πίνακας 3.2 Κλιματικών ζωνών	27
Πίνακας 3.3 Γωνιών αζιμούθιων επιφανειών ανάλογα με τον προσανατολισμό τους.....	27
Πίνακας 3.4 Τυπικού ωραρίου λειτουργίας ανα χρήση	27
Πίνακας 3.5 Ανοιγμένης θερμοχωρητικότητας για τυπικές κατασκευές ανα m^2 δαπέδου	28
Πίνακας 3.6 Στοιχεία Ανοιγμάτων	34
Πίνακας 3.7 Βασικά στοιχεία των ανοιγμάτων	34
Πίνακας 3.8 Σκιάσεων οριζόντιων προεξοχών	37
Πίνακας 3.9 Σκιάσεων κατακόρυφων προεξοχών	37
Πίνακας 3.10 Στοιχεία Σκιάσεων.....	38
Πίνακας 3.11 Εισαγωγή Δεδομένων Θέρμανσης στο λογισμικό.....	41
Πίνακας 3.12 Εισαγωγή Δεδομένων Ψύξης στο λογισμικό	42
Πίνακας 3.13 Απαιτούμενη στάθμη φωτισμού βάση οδηγίας KENAK.	42
Πίνακας 3.14 Τυπικές τιμές πυκνότητας ισχύος φωτισμού ανα 100 lx για επιθεώρηση κτιρίων	42
Πίνακας 3.15 Συνολικές Ενεργειακές καταναλώσεις Κτιρίου	45
Πίνακας 4.1 Οδηγία TOTEE για τον συντελεστή επίδρασης παρουσίας η απουσίας χρηστών ..	49
Πίνακας 4.2 Συνολικές Ενεργειακές καταναλώσεις Κτιρίου 1 ^{ου} Σεναρίου	53
Πίνακας 4.3 Στοιχεία Ανοιγμάτων	54
Πίνακας 4.4 Συνολικές Ενεργειακές καταναλώσεις Κτιρίου 2 ^{ου} Σεναρίου	56
Πίνακας 4.5 Βελτιωμένοι συντελεστές θερμοπερατότητας U τοιχοποιίας	58
Πίνακας 4.6 Συνολικές Ενεργειακές καταναλώσεις Κτιρίου 3 ^{ου} Σεναρίου	59
Πίνακας 4.7 Συνολικές Ενεργειακές καταναλώσεις Κτιρίου 4 ^{ου} Σεναρίου	69
Πίνακας 4.8 Συγκεντρωτικός πίνακας στοιχείων όλων των σεναρίων.....	71
Πίνακας 4.9 Συνολικές δαπάνες σεναρίων.....	72
Πίνακας 4.10 Συγκεντρωτικός πίνακας εξοικονόμησης ενέργειας όλων των σεναρίων.....	73
Πίνακας 4.11 Χρόνος απόσβεσης κάθε σεναρίου	74

SUMMARY

The aim of this thesis is the demonstration of the procession of energy savings of a building of the tertiary sector that is located in Heraklion, Crete, and houses offices. The implementation of this study will be based on the guidelines offered according to the Rules for the Energy Performance of the Buildings (K.En.A.K) and the Technical Guidelines of the Technical Chamber of Greece (T.O.T.E.E). What is more, along with the use of the AutoCad Program of 2007 and the Certificated Program of KENAK of the company 4M, we will introduce and calculate the consumed and produced (in some cases) amounts of energy. The purpose of this study is the presentation of different ways towards the energy improvement of an already existent building along with the financial benefits that are to be gained in the long run. Right after our suggestions, we will focus on a comparison between the initial building and its improved models.

Keywords: Energy Buildings, Zero Emission Buildings, Performance, Ecological, Natural Resources, KENAK, Energy Consumption

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στόχος αυτής της πτυχιακής εργασίας είναι η παρουσίαση της διαδικασίας ενεργειακής επιθεώρησης κτιρίων και η εφαρμογή της σε ένα κτίριο του τριτογενή τομέα που βρίσκεται στο Ηράκλειο της Κρήτης και στεγάζει γραφεία. Η υλοποίηση της εργασίας αυτής θα γίνει βάση των οδηγιών του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ), τις Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε). Επιπρόσθετα με τη χρήση του προγράμματος Autocad 2007 και του πιστοποιημένου προγράμματος KENAK της εταιρίας 4M θα εισάγουμε και θα υπολογίζουμε τα καταναλισκόμενα και παραγόμενα (σε κάποιες περιπτώσεις) ποσά ενέργειας. Σκοπός της μελέτης αυτής είναι η παρουσίαση τρόπων για την ενεργειακή βελτίωση ενός υπαρκτού κτηρίου καθώς και τα οικονομικά οφέλη που θα έχουμε μακροπρόθεσμα από αυτή. Αμέσως μετά τις προτάσεις μας θα εστιάζουμε στη σύγκριση του αρχικού κτηρίου με τα βελτιωμένα μοντέλα του.

Λέξεις κλειδιά: Ενεργειακή απόδοση, 4M, Κτίριο, Ενεργειακή Αναβάθμιση, KENAK, Οικολογία, Φωτοβολταϊκά , Κατανάλωση Ενέργειας

1^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ΕΙΣΑΓΩΓΗ ”

1.1 Εξοικονόμηση Ενέργειας

Εξοικονόμηση ενέργειας ονομάζεται οποιαδήποτε προσπάθεια με την οποία επιτυγχάνεται περιορισμός της σπατάλης των ενεργειακών αποθεμάτων. Η εξοικονόμηση ενέργειας είναι πλέον απαραίτητη, επειδή συνεχώς αυξάνονται οι απαιτήσεις ενέργειας τόσο σε βιομηχανικό επίπεδο, όσο και σε οικιακές κατοικίες. Ο οικονομικότερος και ο πιο αποτελεσματικός τρόπος για τη μείωση των ορυκτών καυσίμων είναι η βελτιστοποίηση των καταναλώσεων και η μείωση απωλειών ενέργειας. Επίσης, με αυτό τον τρόπο οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μειώνονται και έχουμε καθαρότερο περιβάλλον και περισσότερα ενεργειακά αποθέματα.

Οι λόγοι που μας οδηγούν στην εξοικονόμηση ενέργειας συνοπτικά είναι οι εξής:

- Μείωση καταναλώσεων ορυκτών καυσίμων που δεν είναι ανανεώσιμα και τείνουν να εξαντληθούν.
- Μείωση της εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα
- Μείωση ρύπανσης του περιβάλλοντος.
- Εξοικονόμηση χρημάτων και μείωση κατασπατάλησης ενέργειας.
- Προώθηση οικολογικής συνείδησης.

1.2 Οδηγίες Κτιριακού Τομέα

Λόγω της αυξανόμενης ενεργειακής ζήτησης η Ευρωπαϊκή Επιτροπή αποφάσισε μια δέσμη μέτρων με την ονομασία «σχέδιο 20-20-20 για την κλιματική αλλαγή». Το σχέδιο αυτό στοχεύει στην επίτευξη βασικών ενεργειακών στόχων μέχρι το 2020. Οι στόχοι αυτοί είναι οι εξής:

- Μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου κατά 20%,
- Αύξηση των ανανεώσιμων ενεργειών στην κατανάλωση ενέργειας σε 20%
- Βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας κατά 20%,

Για την επίτευξη αυτών των στόχων, η Επιτροπή προτείνει ένα σχέδιο δράσης για την ενεργειακή ασφάλεια. Το σχέδιο αυτό περιλαμβάνει την προώθηση των βασικών υποδομών για τις ενεργειακές ανάγκες της ΕΕ, περισσότερη μέριμνα για την ενέργεια στις διεθνείς σχέσεις των χωρών μελών, βελτίωση των αποθεμάτων πετρελαίου και φυσικού αερίου, ένα νέο πακέτο μέτρων για την ενεργειακή αποδοτικότητα εστιασμένο στις βελτιώσεις της νομοθεσίας και καλύτερη χρήση της γηγενούς ενεργειακής παραγωγής η οποία παράγει 46% της ενέργειας που χρησιμοποιείται στην Ευρώπη.

1.2.1 Κτιριακός Τομέας στην Ευρώπη

Ο βασικότερος στόχος της Ευρωπαϊκής πολιτικής στον κτιριακό τομέα είναι η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, καθώς σχεδόν το 45% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας και το 36% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου αναλογεί στον οικιακό και τριτογενή τομέα.

Η οδηγία 2010/31/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων είναι η κύρια νομοθετική πράξη σε Ευρωπαϊκό επίπεδο, για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων στην Ευρώπη. Βασικό στοιχείο της οδηγίας για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων είναι η κατασκευή ή η ανακαίνιση κτιρίων σε κτίρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας (ΚΣΜΚΕ).

Σύμφωνα με το άρθρο 9 παράγραφος 3 της ΟΕΑΚ τα κράτη μέλη μεριμνούν ώστε:

- έως τις 31 Δεκεμβρίου 2020 όλα τα νέα κτίρια να αποτελούν κτίρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας.
- μετά τις 31 Δεκεμβρίου 2018 τα νέα κτίρια που στεγάζουν δημόσιες αρχές ή είναι ιδιοκτησίας τους να αποτελούν κτίρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας (ΚΣΜΚΕ).

Αναλυτικά όλες οι τροποποιήσεις και τα μακροπρόθεσμα σχέδια που αφορούν τον κτιριακό τομέα για την ΕΕ υπάρχουν στην οδηγία 2009/28/ΕΚ.

1.2.2 Κτιριακός Τομέας στην Ελλάδα

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει θεσπίσει τα τελευταία χρόνια την Οδηγία 2010/31/ΕΕ για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων (αναδιατύπωση της οδηγίας 2009/91/ΕΕ) και την Οδηγία 2012/27/ΕΕ για την Ενεργειακή Αποδοτικότητα. Οι δύο αυτές Οδηγίες υπογραμμίζουν τη σπουδαιότητα του τομέα της ενεργειακής αναβάθμισης των κτιρίων και μάλιστα τη σημασία της μακροπρόθεσμης θεώρησης των επενδύσεων για την ανακαίνιση του κτιριακού

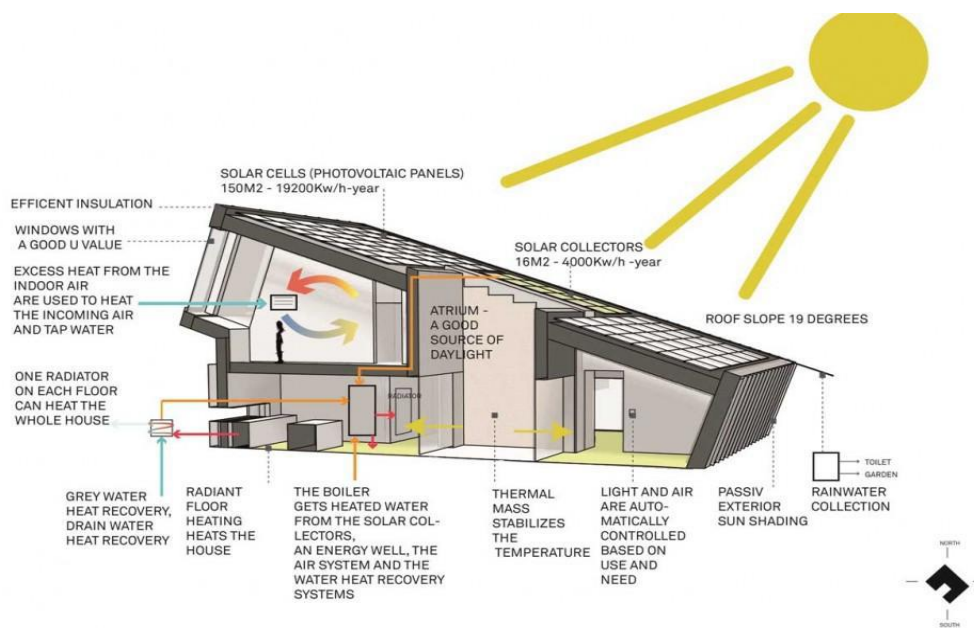
αποθέματος. Στην ανακοίνωση της Επιτροπής του Ιουλίου 2014, η ΕΕ προτείνει τελικά τη θέσπιση ενός αντίστοιχου στόχου 30% εξοικονόμησης ενέργειας έως το 2030 και ο γενικότερος στόχος της για το 2050 προβλέπει μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου κατά 80-95% σε σχέση με τα επίπεδα εκπομπών του έτους 1990, με τα κτίρια να έχουν ζωτική σημασία για την επίτευξη του στόχου αυτού. Στην Ελλάδα δεν υπάρχει κάποιο επίσημο πρότυπο για τα ΚΣΜΚΕ. Τα νέα κτίρια πρέπει να καλύπτουν το σύνολο της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας με συστήματα παροχής ενέργειας που βασίζονται σε ανανεώσιμες πηγές.

1.3 Κτίρια Σχεδόν Μηδενικής Κατανάλωσης (Zero Emission Buildings)

Τα κτίρια πολύ υψηλής ενεργειακής απόδοσης ή αλλιώς και κτίρια σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης (ΚΣΜΚΕ), είναι αυτά όπου τα ποσά ενέργειας που απαιτούνται για την κάλυψη των ενεργειακών τους απαιτήσεων προέρχονται κατά κύριο λόγο από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Ένα κτίριο σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης έχει μια βέλτιστη εξοικονόμηση ενέργειας και δεν απαιτεί κάποιο συμβατικό σύστημα θέρμανσης. Κατά το σχεδιασμό ενός τέτοιου Κτιρίου, όπου η χρήση ενέργειας περιορίζεται στις 15 kWh/m² έτος, θα πρέπει να εφαρμόζονται με πλήρη ακρίβεια οι τεχνικές οδηγίες κατασκευής του κτηρίου. Έτσι λοιπόν λαμβάνουμε υπόψη τη θέση, το γεωμετρικό σχήμα, τον προσανατολισμό του κτηρίου, την σκίαση, την αεροστεγανότητα, την ανάκτηση του εξερχόμενου αέρα, κλπ. Όλα τα κτήρια αυτού του είδους απαιτούν υψηλό πάχος θερμομόνωσης. Η θερμομόνωση θα πρέπει να τοποθετηθεί στο σύνολο του κτηριακού περιβλήματος χωρίς ασυνέχειες και θερμογέφυρες, ακόμη και κάτω από τα θεμέλια του κτηρίου με την κατασκευή μια πλάκας θεμελίωσης. Οι διαφανείς επιφάνειες θα πρέπει να έχουν ηλιοπροστασίες για τους ζεστούς μήνες και παρεμπόδιση του ψύχους ώστε να μην εισέλθει στο κτίριο κατά τους ψυχρούς μήνες. Με τον τρόπο αυτό δε σπαταλάμε ενέργεια και έχουμε ένα ιδανικό κλίμα στον εσωτερικό χώρο. Αυτό το πετυχαίνουμε με το να εγκαταστήσουμε διπλά ή και τριπλά τζάμια με αέρα ή με άλλο ειδικό «θερμομονωτικό» αέριο στον ενδιάμεσο χώρο από τα τζάμια. Σκοπός ουσιαστικά των κουφωμάτων τέτοιου τύπου είναι η διατήρηση της θερμοκρασίας στον εσωτερικό χώρο. Ο ρυθμός εισροής της θερμοκρασίας από τον εξωτερικό στον εσωτερικό χώρο γίνεται έτσι με ρυθμό 1,1 Watt/m², σε σύγκριση με κάποια συμβατικά κουφώματα που ο ρυθμός εισροής τους είναι 5,9 Watt/m². Συνεπώς η βελτίωση που επιτυγχάνεται είναι περίπου 400% πιο αποτελεσματική.

Με την πλήρη εκμετάλλευση των ΑΠΕ και με διάφορα άλλα Η/Μ βοηθητικά συστήματα είναι ουσιαστικά εφικτή μια αυτονομία της τάξεως του 85% - 90% σε μια ζεστή χώρα όπως η Ελλάδα. Το κόστος βέβαια για κτίρια τέτοιου τύπου είναι πολύ υψηλότερο, αλλά χρόνο με τον χρόνο παρουσιάζεται σημαντική απόσβεση των χρήματων που δαπανήθηκαν για την κατασκευή.

Στο παρακάτω σχήμα 1.1 απεικονίζεται ένα παράδειγμα κτιρίου σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης, με σύντομες και απλές περιγραφές, όσον αφορά τον τρόπο σχεδιασμού του κτιρίου και των συστημάτων που είναι εγκατεστημένα.



Σχήμα 1.1 Κτίριο σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης

1.4 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας ή ήπιες μορφές ενέργειας είναι μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που προέρχονται από διάφορες φυσικές διαδικασίες, όπως ο άνεμος, ο ήλιος, η γεωθερμία, η κυκλοφορία του νερού και άλλες. Πιο συγκεκριμένα τα σημαντικότερα από αυτά συστήματα, είναι τα παρακάτω:

- Φωτοβολταϊκά συστήματα
- Ανεμογεννήτριες
- Υδροηλεκτρικά συστήματα
- Γεωθερμικά συστήματα

Αυτές οι πηγές ενέργειας δεν απαιτούν εξόρυξη, άντληση ή καύση ενεργειακών αποθεμάτων, δεν επιβαρύνουν το περιβάλλον όπως με τις μέχρι τώρα χρησιμοποιούμενες πηγές ενέργειας, αλλά εκμεταλλεύονται απλώς την ήδη υπάρχουσα ροή ενέργειας στη φύση. Πρόκειται για «καθαρές» μορφές ενέργειας, φιλικές προς το περιβάλλον, που δεν εκπέμπουν υδρογονάνθρακες, διοξείδιο του άνθρακα και δεν αποδεσμεύουν τοξικά και ραδιενεργά απόβλητα, όπως οι υπόλοιπες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα. Συνεπώς τα ΑΠΕ αποτελούν μία αφετηρία για την επίλυση των οικολογικών προβλημάτων που αντιμετωπίζει η Γη. Με τη χρήση τεχνολογιών ΑΠΕ μπορεί να καλλιεργηθεί περιβαλλοντική συνείδηση στους πολίτες με σκοπό την ευαισθητοποίηση σε θέματα εξοικονόμησης ενέργειας και την αλλαγή του τρόπου συμπεριφοράς τους.

Πλεονεκτήματα :

- Μηδενικά κατάλοιπα και απόβλητα στο περιβάλλον
- Ανεξάντλητη πηγή ενέργειας
- Προσφορά αυτονομίας και παραγωγή ανάλογης με τις ανάγκες του τοπικού πληθυσμού ενέργειας, καταργώντας την ανάγκη μεταφοράς ενέργειας σε μεγάλες αποστάσεις.
- Πολύ μεγάλη διάρκεια ζωής, με τη σωστή συντήρηση.
- Επιδοτούμενα από τις περισσότερες κυβερνήσεις.

Μειονεκτήματα:

- Έχουν αρκετά μικρό συντελεστή απόδοσης, της τάξεως του 30%, συνεπώς δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κάλυψη μεγάλων αστικών κέντρων.
- Η απόδοση της αιολικής, της ηλιακής και της υδροηλεκτρικής εξαρτάται από την εποχή του έτους, τις καιρικές συνθήκες, το κλίμα και το γεωγραφικό πλάτος όπου βρίσκεται η κάθε εγκατάσταση.
- Μεγάλο αρχικό κόστος εγκατάστασης.

2^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ”

2.1 Ενεργειακή Επιθεώρηση

2.1.1 Γενικά Στοιχεία

Η ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίων είναι μία τυποποιημένη διαδικασία που σε ευρωπαϊκό επίπεδο έχει θεσμοθετηθεί στο πλαίσιο της ενεργειακής πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης και εντάσσεται σε δέσμη μέτρων που στοχεύουν στον περιορισμό της ενεργειακής κατανάλωσης στον τομέα των κτιρίων.

Η ενεργειακή επιθεώρηση των κτιρίων εφαρμόζεται και στη χώρα μας σύμφωνα με τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων (Κ.Ε.Ν.Α.Κ.) και με τη σύσταση της Ειδικής Υπηρεσίας Επιθεωρητών Ενέργειας. Με το συγκεκριμένο πλαίσιο θεσμοθετείται ένας νέος ενεργειακός κανονισμός, που δίνει σαφείς οδηγίες για την σωστή, γρήγορη και μη δαπανηρή ενεργειακή μελέτη κτιρίων.

Η διαδικασία αυτή αφορά τόσο τον τριτογενή τομέα, όσο και τον κτιριακό τομέα, με στόχο τον περιορισμό απωλειών ενέργειας και τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσής τους.

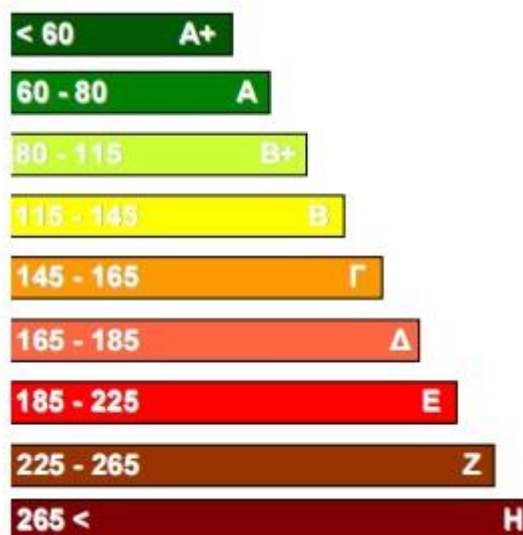
Στην Ελλάδα, καθώς ο κτιριακός τομέας καταναλώνει περίπου το 35% της παραγόμενης ενέργειας και οι κτηριακές εγκαταστάσεις είναι από τις πιο ενεργοβόρες στην Ευρώπη, υπάρχουν σημαντικά περιθώρια εξοικονόμησης ενέργειας στην ψύξη, στη θέρμανση και στον φωτισμό.

Την τελευταία πενταετία στη χώρα μας η οικονομική ύφεση έχει επηρεάσει τον κατασκευαστικό κλάδο, ωστόσο η διαδικασία των ενεργειακών επιθεωρήσεων δημιουργεί συνεχώς νέες θέσεις εργασίας και συμβάλει στην ανταγωνιστικότητα των «καθαρών» τεχνολογιών.

Σύμφωνα με το ΦΕΚ 407/9.4.2010 του Κ.Ε.Ν.Α.Κ. καθορίζονται οι ελάχιστες τεχνικές προδιαγραφές και απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης των νέων και ριζικά ανακαινιζόμενων

κτιρίων, καθώς και η μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής τους απόδοσης. Ουσιαστικά είναι μια διαδικασία ενεργειακής κατηγοριοποίησης ενός κτιρίου, συγκρινόμενο με ένα κτίριο αναφοράς, το οποίο πληρεί τις ελάχιστες απαιτούμενες προδιαγραφές που ορίζονται από το νομικό πλαίσιο. Το εν λόγω κτίριο πρέπει να διαθέτει τα ίδια τεχνικά χαρακτηριστικά ως προς το κέλυφος και τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις.

Έχοντας ολοκληρώσει τους υπολογισμούς των καταναλώσεων πρωτογενούς ενέργειας για το κτίριο, μπορούμε να το κατατάξουμε σε ενεργειακή κατηγορία, συγκρίνοντας την κατανάλωση ενέργειας με αυτή του κτιρίου αναφοράς. Για να είναι αποδεκτό το υπό μελέτη κτίριο θα πρέπει να έχει ενεργειακή απόδοση μικρότερη ή ίση με την κατηγορία Β.



Σχήμα 2.1 Κατηγορίες ενεργειακών κτιρίων.

2.1.2 Συλλογή Στοιχείων και Δεδομένων Κτιρίου

Το πρώτο βήμα για την συλλογή στοιχείων είναι οι μελέτες, τα σχέδια και τα δεδομένα για τις εγκαταστάσεις του κτιρίου όπως η αρχιτεκτονική μελέτη, η μελέτη θερμομόνωσης, η μελέτη Η/Μ συστημάτων, τα αρχιτεκτονικά σχέδια, τα σχέδια Η/Μ εγκαταστάσεων. Επίσης λογαριασμοί ηλεκτρικού ρεύματος (αν υπάρχουν), μπορούν να δώσουν σημαντικά στοιχεία για την κατανάλωση ενέργειας του κτιρίου. Δεδομένα ακόμα μπορούν τα συλλεγούν από τις διαδικασίες συντήρησης και ελέγχου των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων, καθώς και από τη συχνότητα διενέργειάς τους (σχετικά φύλλα ελέγχου).

Επίσης μπορούμε να πάρουμε στοιχεία από τις ανάγκες και επιθυμίες του ιδιοκτήτη/διαχειριστή, που σχετίζονται με τη λειτουργία του κτιρίου και τις υποδείξεις του για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και των συνθηκών άνεσης. Συγκεκριμένα, ο ιδιοκτήτης/διαχειριστής μπορεί να έχει ήδη εντοπίσει τις ανάγκες και τα προβλήματα λειτουργίας που σχετίζονται με την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου, στα οποία ο επιθεωρητής μπορεί να προτείνει κατάλληλους τρόπους αντιμετώπισής τους. Ως παράδειγμα αναφέρονται προβλήματα εσωτερικού περιβάλλοντος (υψηλές ή χαμηλές θερμοκρασίες εσωτερικών χώρων, εμφάνιση υγρασίας, οσμές κ.τ.λ.) που μπορεί να προέρχονται από την κακή λειτουργία των Η/Μ εγκαταστάσεων του κτιρίου.

Τα Σχέδια ανακαίνισης ή επέκτασης των κτιριακών εγκαταστάσεων περιλαμβανομένης και της εγκατάστασης συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, συμπαραγωγής και άλλων τεχνολογιών υψηλής απόδοσης βοηθούν στην συλλογή δεδομένων.

2.2 Θεσμικό Πλαίσιο Ενεργειακών Επιθεωρήσεων

1. Σύμφωνα με τον Νόμο 3661/2008 «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α' 89), ενσωματώνεται στο εθνικό μας δίκαιο η Οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 16ης Δεκεμβρίου 2002, για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (ΕΕ L1/4-1-2003).

Πεδίο εφαρμογής αποτελούν τα κτίρια του τριτογενούς, τομέα καθώς και τα κτίρια κατοικίας.

Βασικότερες ρυθμίσεις:

- Θέσπιση ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης για όλα τα νέα κτίρια και τα υφιστάμενα άνω των 1000 m², που ανακαινίζονται ριζικά και υποχρέωση εκπόνησης μελέτης ενεργειακής απόδοσης.
 - Έκδοση Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης (Π.Ε.Α.) κτιρίου για όλα τα νέα και τα ριζικά ανακαινιζόμενα, καθώς και σε περίπτωση αγοραπωλησίας, μίσθωσης ή μεταβίβασης υφισταμένων.
 - Τακτική επιθεώρηση Λεβήτων, Εγκαταστάσεων Θέρμανση, Ψύξης και Κλιματισμού.
2. Σύμφωνα με το Νόμο 3851/2010 «Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις

σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής» (ΦΕΚ Α' 85).

Με το άρθρο 10 τροποποιούνται ρυθμίσεις του Ν 3661/2008. Βασικότερη τροποποίηση αποτελεί η κατάργηση του ορίου των 1000 m² για την τήρηση των ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης υφισταμένων κτιρίων που ανακαινίζονται ριζικά.

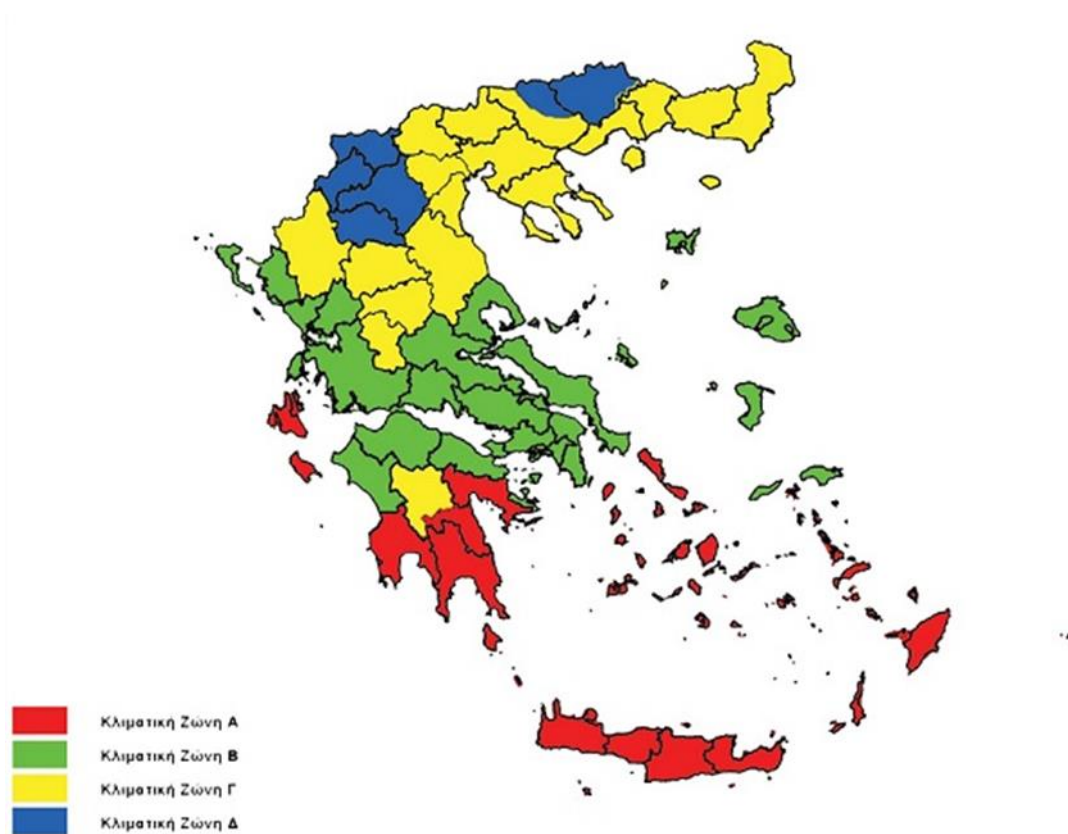
Επίσης, προστίθεται η υποχρέωση κάλυψης του 60% των αναγκών για ζεστό νερό χρήσης (ZNX) από ηλιοθερμικά συστήματα, καθώς και η πρόβλεψη για κτίρια σχεδόν «μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης».

3. Σύμφωνα με το Προεδρικό Διάταγμα 100/2010 «Ενεργειακοί Επιθεωρητές κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού» (ΦΕΚ Α' 177), προβλέπονται θέματα που σχετίζονται με τα απαιτούμενα προσόντα των Ενεργειακών Επιθεωρητών, τη διαδικασία εγγραφής στα σχετικά μητρώα, τις αμοιβές τους και τις κυρώσεις σε περίπτωση παραβάσεων.
4. Σύμφωνα με την Κοινή Υπουργική Απόφαση Αριθμ. Δ6/Β/οικ.5825/2010 «Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.ΕΝ.Α.Κ.)» (ΦΕΚ Β' 407), οι βασικότερες ρυθμίσεις είναι οι εξής:
 - Ορίζεται μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.
 - Καθορίζονται ελάχιστες απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοση και κατηγορίες για την ενεργειακή κατάταξη των κτιρίων.
 - Καθορίζονται οι ελάχιστες προδιαγραφές για τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό, τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους και οι προδιαγραφές των Η/Μ εγκαταστάσεων των υπό μελέτη νέων κτιρίων, καθώς και των ριζικά ανακαινιζόμενων.
 - Ορίζεται το περιεχόμενο της μελέτης ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.
 - Καθορίζεται η μορφή του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου, καθώς και τα στοιχεία που αυτό θα περιλαμβάνει.
 - Καθορίζεται η διαδικασία των ενεργειακών επιθεωρήσεων των κτιρίων, καθώς και η διαδικασία των επιθεωρήσεων λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού.

5. Σύμφωνα με την Υπουργική Απόφαση Αριθ. οικ.17178/2010 «Έγκριση και εφαρμογή των Τεχνικών Οδηγιών ΤΕΕ για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων» (ΦΕΚ Β' 1387), για την πλήρη εφαρμογή του Κ.ΕΝ.Α.Κ. εγκρίνονται και ορίζονται υποχρεωτικές οι παρακάτω Τεχνικές Οδηγίες ΤΕΕ (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.):
- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης». Η οδηγία αυτή καθοδηγεί τον επιθεωρητή για την επιλογή των κατάλληλων παραμέτρων και δεδομένων που θα χρησιμοποιήσει για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου
 - Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων». Η οδηγία αυτή καθοδηγεί τον επιθεωρητή για τον υπολογισμό των θερμοφυσικών ιδιοτήτων των δομικών υλικών και στοιχείων του εξωτερικού κτιριακού κελύφους (τοίχοι, οροφές, κουφώματα, κ.τ.λ.)
 - Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010 «Κλιματικά δεδομένα Ελληνικών Περιοχών». Η οδηγία αυτή περιλαμβάνει τα κλιματικά δεδομένα (συνθήκες σχεδιασμού) για την διαστασιολόγηση των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων ενός κτιρίου, καθώς και τα κλιματικά δεδομένα (θερμοκρασία, υγρασία, ηλιακή ακτινοβολία, κ.τ.λ.) για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.
 - Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010 «Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων & εγκαταστάσεων θέρμανσης, και εγκαταστάσεων κλιματισμού». Η οδηγία αυτή καθοδηγεί τον επιθεωρητή για την συλλογή των απαραίτητων δεδομένων και παραμέτρων κατά την ενεργειακή επιθεώρηση του κτιρίου, καθώς και των εγκαταστάσεων θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού. Δίνονται αναλυτικά τα έντυπα επιθεωρήσεων και επεξηγήσεις για την συμπλήρωσή τους.

2.3 Κλιματικές Ζώνες

Η Ελληνική Επικράτεια χωρίζεται σε 4 κλιματικές ζώνες. Τα στοιχεία που καθορίζουν τις κλιματικές ζώνες είναι το γεωγραφικό πλάτος, το υψόμετρο, η θερμοκρασία και τα ποσοστά υγρασίας της κάθε περιοχής.



Σχήμα 2.2 Απεικόνιση Κλιματικών ζωνών Ελληνικής Επικράτειας.

Οι ελάχιστοι συντελεστές θερμοπερατότητας αλλάζουν σύμφωνα με την ζώνη στην οποία βρίσκεται το κάθε κτίριο.

2.4 Θερμικές Ζώνες

Για την καταγραφή των δεδομένων και τεχνικών χαρακτηριστικών ενός κτιρίου θα πρέπει να χωριστεί το κτίριο σε θερμικές ζώνες. Όλα τα δεδομένα συλλέγονται ανά θερμική ζώνη, όπως απαιτείται και στη μεθοδολογία υπολογισμών για τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης.

Οι θερμικές ζώνες είναι χώροι με παρόμοια χρήση και ίδιες συνθήκες λειτουργίας. Ο καθορισμός ανεξάρτητων διαφορετικών θερμικών ζωνών, σύμφωνα με τον Κ.ΕΝ.Α.Κ. εφαρμόζεται στις περιπτώσεις κατά τις οποίες:

- Η επιθυμητή θερμοκρασία των εσωτερικών χώρων διαφέρει περισσότερο από 4° C σε σχέση με τα άλλα τμήματα του κτιρίου κατά τη χειμερινή ή/και τη θερινή περίοδο.
- Υπάρχουν χώροι με διαφορετική χρήση και προφίλ λειτουργίας. Για παράδειγμα, σε ένα νοσοκομείο υπάρχουν αίθουσες νοσηλείας, γραφείων, χειρουργείων, ειδικών

ιατρικών μηχανημάτων, εργαστήρια κ.ά. Οι χώροι διαφορετικών χρήσεων συνήθως έχουν διαφορετικές εσωτερικές συνθήκες σχεδιασμού (θερμοκρασία, σχετική υγρασία, νωπό αέρα κ.ά.).

- Υπάρχουν χώροι στο κτίριο, που εξυπηρετούνται από διαφορετικά συστήματα θέρμανσης ή/και ψύξης ή/και κλιματισμού.
- Υπάρχουν χώροι στο κτίριο που παρουσιάζουν πολύ μεγάλες (σε σχέση με το υπόλοιπο κτίριο) ανταλλαγές ενέργειας (π.χ. εσωτερικά ή/και ηλιακά κέρδη, θερμικές απώλειες). Για παράδειγμα, οι χώροι με νότιο προσανατολισμό σε ένα κτίριο έχουν σημαντικά ηλιακά κέρδη σε σχέση με τους υπόλοιπους χώρους.
- Υπάρχουν χώροι που καλύπτονται από ενιαίο σύστημα μηχανικού αερισμού (παροχής νωπού αέρα ή κλιματισμού), των οποίων η επιφάνεια είναι μικρότερη από το 80% της συνολικής επιφάνειας του κτιρίου.

Χώροι που καταλαμβάνουν όγκο μικρότερο του 10% του συνολικού όγκου του κτιρίου ή/και έχουν χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση συγκριτικά με την συνολική κατανάλωση του κτιρίου δεν μπορούν να χαρακτηριστούν ως αυτόνομες θερμικές ζώνες. Ο διαχωρισμός του κτιρίου σε θερμικές ζώνες εναπόκειται στην ευχέρεια του μελετητή .

Η ακρίβεια των υπολογισμών για την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου δεν επηρεάζεται σημαντικά από το διαχωρισμό του κτιρίου σε περισσότερες θερμικές ζώνες από αυτές που προκύπτουν από την εφαρμογή των παραπάνω κριτηρίων. Ως εκ τούτου, καλό είναι ο διαχωρισμός του κτιρίου σε ζώνες να είναι κατά το δυνατόν μικρότερος. Αν το κτίριο δεν παρουσιάζει ιδιαίτερες διαφορές μεταξύ των τμημάτων του, η βέλτιστη προσέγγιση είναι να αντιμετωπιστεί ως μία ενιαία θερμική ζώνη. Για το διαχωρισμό του κτιρίου σε ζώνες συνιστάται:

- Ο καθορισμός του μικρότερου δυνατού αριθμού θερμικών ζωνών στο κτίριο για ευκολία και συντομία στην εκπόνηση της μελέτης.
- Καθορισμός των θερμικών ζωνών από τον επιθεωρητή, αφού πρώτα αποκτήσει μια ολοκληρωμένη εικόνα των κτιριακών εγκαταστάσεων.
- Επιφάνεια θερμικής ζώνης μικρότερη από 10% της συνολικής επιφάνειας άλλων ζωνών με παρόμοιες συνθήκες να κατανέμεται σε αυτές τις ζώνες.

Ο διαχωρισμός σε θερμικές ζώνες αφορά κυρίως στα κτίρια του **τριτογενούς τομέα**, νοσοκομεία, ξενοδοχεία κ.ά. που αποτελούνται από χώρους με διαφορετικές συνθήκες και

ωράριο λειτουργίας. Για τα κτίρια κατοικιών και για μικρά κτίρια του τριτογενή τομέα, όπως τα κτίρια γραφείων, ο διαχωρισμός σε θερμικές ζώνες δεν επιφέρει σημαντικές αλλαγές στους υπολογισμούς και για το λόγο αυτό δεν συνιστάται ο περαιτέρω διαχωρισμός κατά τους υπολογισμούς.

2.5 Συνθήκες λειτουργίας Κτιρίου

Οι πραγματικές συνθήκες λειτουργίας ενός κτιρίου μπορεί να διαφέρουν κατά περίπτωση, ανάλογα τη χρήση ή/και τους χρήστες του κτιρίου. Για το λόγο αυτό καθορίζονται σε εθνικό επίπεδο συγκεκριμένες τιμές για τις συνθήκες λειτουργίας ανά χρήση κτιρίου ή θερμικής ζώνης και σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά πρότυπα. Με την παραδοχή και χρήση καθορισμένων τιμών για τις συνθήκες λειτουργίας ανά χρήση κτιρίου ή θερμικής ζώνης, προσδιορίζεται κατά τους υπολογισμούς η εκτιμώμενη κατανάλωση ενέργειας, η οποία και τελικά θα χαρακτηρίζει την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου. Οι συνθήκες λειτουργίας του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης που επηρεάζουν την ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου είναι οι εξής:

- η χρονική περίοδος και ωράριο λειτουργίας κτιρίου,
- η επιθυμητή θερμοκρασία του χώρου για την θερινή και χειμερινή περίοδο,
- η επιθυμητή υγρασία του χώρου για την θερινή και χειμερινή περίοδο,
- ο απαιτούμενος νωπός αέρας του χώρου,
- η στάθμη γενικού φωτισμού του χώρου,
- η τυπική κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης ανά τύπο κτιρίου.

2.6 Κέλυφος

Σαν κέλυφος ορίζουμε το εξωτερικό περίβλημα του κτιρίου που έρχεται σε επαφή με το περιβάλλον. Για το σχεδιασμό και την κατασκευή ενός ενεργειακά αποδοτικού κτιρίου απαιτείται ένα κέλυφος με ελάχιστες θερμικές απώλειες.

Το άρθρο 8 του Κ.ΕΝ.Α.Κ. παρέχει βασικούς κανόνες και πρότυπα για τον σχεδιασμό και την κατασκευή του κελύφους του κτιρίου.

Η τοποθέτηση του κτιρίου θα πρέπει να είναι τέτοια που να επιτρέπει, την μέγιστη δυνατή εκμετάλλευση του μικροκλίματος του οικοπέδου βάσει των γεωμετρικών χαρακτηριστικών

του. Τα ανοίγματα του κτιρίου πρέπει να είναι σωστά και έξυπνα μελετημένα, ώστε να εξασφαλίζουν συνθήκες άνεσης στον εσωτερικό χώρο του κτιρίου, ανάλογα με τη χρήση του.

Ο κατάλληλος σχεδιασμός και η χωροθέτηση των ανοιγμάτων γίνεται σύμφωνα με τον προσανατολισμό και τις απαιτήσεις ηλιασμού, φυσικού φωτισμού και αερισμού.

Θα πρέπει παράλληλα να γίνει εφαρμογή τουλάχιστον ενός εκ των πολλών παθητικών ηλιακών συστημάτων, να υπάρχει αρκετός φυσικός αερισμός, ενώ ταυτόχρονα το κέλυφος να είναι προστατευμένο από τον θερινό ήλιο, χωρίς όμως να θυσιάζεται ο φυσικός φωτισμός κατά την υπόλοιπη διάρκεια του έτους.

Ο σημαντικότερος παράγοντας για ένα ενεργειακά αποδοτικό κέλυφος είναι η σωστή επιλογή των δομικών του στοιχείων. Σε κάθε δομικό στοιχείο που έρχεται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα ή διαχωρίζεται σε θερμικές ζώνες, θα πρέπει να υπολογίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας U-value. Ο τρόπος υπολογισμού ορίζεται από την τεχνική οδηγία Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2010 για Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων.

2.6.1 Αδιαφανή Δομικά Στοιχεία

Ο Συντελεστής Θερμοπερατότητας “U” ενός δομικού στοιχείου υπολογίζεται ως εξής :

- Επιλέγουμε τον τύπο του δομικού στοιχείου (κολώνα, τοίχος, δοκάρι, κ.α.) και ορίζουμε τα πάχη του, όπως αποτυπώνονται στην αρχιτεκτονική μελέτη.
- Η επιλογή των θερμομονωτικών υλικών και των τιμών του συντελεστή «λ» (συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας), παρέχονται από τα τεχνικά φυλλάδια του κατασκευαστή ή από πίνακες που υπάρχουν μέσα στον κανονισμό.
- Επιλέγουμε τις τιμές Ri & Ra (Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης, εσωτερικά και εξωτερικά αντίστοιχα), καθώς και την τιμή Rδ, εφόσον υπάρχει στρώση αέρα στη διατομή του δομικού υλικού.

Χρησιμοποιώντας τη σχέση:

$$\frac{1}{U} = R_i + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + R_d + R_a$$

υπολογίζουμε τον συντελεστή θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου, όπου πρέπει να είναι πάντα μικρότερος ή ίσος του μέγιστου επιτρεπόμενου από τον κανονισμό, σύμφωνα με την κλιματική ζώνη στην οποία βρίσκεται το κτίριο, δηλαδή $U \leq U_{max}$, (επιτρεπτό).

Εάν δεν πληρείται η παραπάνω συνθήκη πρέπει ή να αυξήσουμε το πάχος του μονωτικού υλικού, (εφόσον είναι αυτό εφικτό από την αρχιτεκτονική μελέτη), ή να επιλέξουμε ένα υλικό με καλύτερη τιμή του «λ».

Πίνακας 2.1 Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα.

Δομικό στοιχείο	Σύμβολο	Συντελεστής θερμοπερατότητας [W/(m ² .K)]			
		Κλιματική ζώνη			
		A	B	Γ	Δ
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές).	U _{V_D}	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.	U _{V_W}	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πυλωτή).	U _{V_DL}	0,50	0,45	0,40	0,35
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους.	U _{V_G}	1,20	0,90	0,75	0,70
Τοίχοι σε επαφή με το έδαφος ή με μη θερμαινόμενους χώρους.	U _{V_WE}	1,50	1,00	0,80	0,70
Ανοίγματα (παράθυρα, μπαλκονόπορτες κ.ά.)	U _{V_F}	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινες προσόψεις κτηρίων μη ανοιγόμενες και μερικώς ανοιγόμενες.	U _{V_GF}	2,20	2,00	1,80	1,80

2.6.2 Διαφανή Στοιχεία (Ανοίγματα)

Εκτός από τα σταθερά δομικά στοιχεία υπάρχουν αυτά που ορίζονται ως διαφανή, τα οποία δεν είναι άλλα από τα κουφώματα. Ο Κ.ΕΝ.Α.Κ ορίζει τις μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή U_w ανάλογα με την κλιματική ζώνη. Για τον υπολογισμό μάλιστα του U_w υπάρχουν δύο τρόποι. Γίνεται, είτε με τον αναλυτικό υπολογισμό χρησιμοποιώντας όλα τα επιμέρους τμήματα ενός κουφώματος, είτε με αποδοχή της πιστοποιημένης τιμής που ορίζει ο κατασκευαστής. Φυσικά, και εδώ αν δεν πληρείται η σχέση $U_w \leq U_{max}$ (επιτρεπτό), θα πρέπει είτε να αλλάξει ο τύπος του κουφώματος, είτε να αλλάξει το μέγεθός τους.

2.6.3 Θερμογέφυρες

Θερμογέφυρα ορίζεται το τμήμα εκείνο του περιβλήματος του κτιρίου το οποίο παρουσιάζει μειωμένη θερμική αντίσταση συγκριτικά με το υπόλοιπο κέλυφος. Συνεπώς, στο σημείο που υπάρχει θερμογέφυρα, η θερμική ροή εμφανίζεται αυξημένη. Οι θερμογέφυρες είναι ένας νέος τρόπος υπολογισμού της θερμικής συμπεριφοράς του κτιρίου, ο οποίος έλλειπε από τον Κ.Θ.Κ.

Η επαφή δυο διαφορετικών δομικών υλικών του κτιρίου δημιουργεί θερμογέφυρα. Εμφανίζονται δε κατεξοχήν στην επιφάνεια δύο διαφορετικών δομικών στοιχείων ή δύο ίδιων δομικών στοιχείων διαφορετικού πάχους, σε συνδέσεις εξωτερικών δομικών στοιχείων και πλευρικά γύρω από ανοίγματα.

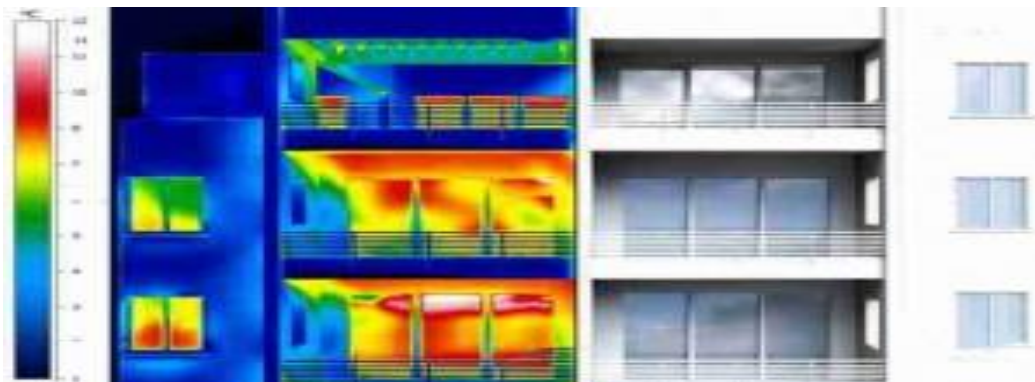
Οι θερμογέφυρες διακρίνονται σε δυο κατηγορίες, κατασκευαστικές και γεωμετρικές.

- Οι κατασκευαστικές αφορούν σημεία επαφής υλικών με διαφορετική θερμική αγωγιμότητα. Παραδείγματα τέτοιων θερμογεφυρών είναι οι ενώσεις, η διακοπή της θερμομόνωσης του κτιρίου από άλλα δομικά στοιχεία, κουφώματα, προβόλους και άλλα. Οι κατασκευαστικές θερμογέφυρες διακρίνονται με τη σειρά τους σε σημειακές ή γραμμικές, αναλόγως με το αν είναι επαναλαμβανόμενες ή αναφέρονται σε ένα συγκεκριμένο σημείο.
- Οι γεωμετρικές οφείλονται στη διαφορά εσωτερικού και εξωτερικού εμβαδού θερμομονωμένης επιφάνειας. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι μια θερμομονωμένη γωνία κτιρίου, όπου η επιφάνεια εξωτερικά είναι πάντα μεγαλύτερη από την εσωτερική, με αποτέλεσμα τη διαφοροποίηση της θερμικής αγωγιμότητας και τη δημιουργία θερμογέφυρας.

Ο Κ.ΕΝ.Α.Κ. προκειμένου να διευκολύνει τους υπολογισμούς διακρίνει τις θερμογέφυρες σε 3 τύπους. Στις κατακόρυφες θερμογέφυρες, που εμφανίζονται στη συναρμογή των κατακόρυφων δομικών στοιχείων, στις οριζόντιες θερμογέφυρες, που εμφανίζονται στη συναρμογή οριζοντίων δομικών στοιχείων με κατακόρυφα και στις θερμογέφυρες κουφωμάτων, που εντοπίζονται στη περίμετρο συναρμογής των κουφωμάτων με τα δομικά στοιχεία.

Η κάθε θερμογέφυρα ορίζεται από τον πίνακα του ΚΕΝΑΚ, γραμμικής θερμοπερατότητας όπου μετριέται σε (W/m^2K) και συμβολίζεται με το γράμμα Ψ. Ο υπολογισμός τους γίνεται

με το άθροισμα των γινομένων που δίνει το μήκος της κάθε θερμογέφυρας ℓ επί του αντίστοιχο συντελεστή «Ψ» και υπεισέρχεται ως παράγοντας του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας όλου του κτιρίου U_m .



Σχήμα 2.3 Θερμογέφυρες κτιρίου με χρήση θερμικής κάμερας.

2.7 Συστήματα Σκίασης

Ο βέλτιστος σχεδιασμός ενός κτιρίου πρέπει να εξασφαλίζει τον ηλιασμό κατά τη χειμερινή περίοδο και την ηλιοπροστασία (σκιασμό) κατά τη θερινή περίοδο. Με τον τρόπο αυτό περιορίζεται η ζήτηση για θερμική και ψυκτική ενέργεια αντίστοιχα. Η σκίαση των επιφανειών του κτιρίου λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης μέσω των εποχικών συντελεστών σκίασης (χειμερινή, θερινή περίοδος).

Τρεις είναι οι βασικοί συντελεστές σκίασης μιας επιφάνειας:

- Ο συντελεστής σκίασης λόγω περιβάλλοντα χώρου, ο οποίος εξαρτάται από τη γωνία θέασης του γειτονικού εμποδίου.
- Ο συντελεστής σκίασης λόγω οριζόντιων εξωτερικών σκιάστρων, ο οποίος εξαρτάται από τη γωνία θέασης του οριζόντιου σταθερού σκιάστρου (πρόβολος, τέντα, κ.τ.λ.).
- Ο συντελεστής σκίασης λόγω των πλευρικών εξωτερικών σκιάστρων, ο οποίος εξαρτάται από τη γωνία θέασης της πλευρικής προεξοχής.

Ως εξωτερικά σκιάστρα λαμβάνονται μόνο οι σταθερές διατάξεις που διαθέτει ένα κτίριο ανά προσανατολισμό επιφάνειας, οι εξωτερικές περσίδες και οι τέντες. Ειδικά στην τελευταία περίπτωση, ο συντελεστής σκίασης αφορά μόνο στην περίοδο ψύξης. Τα εσωτερικά σκιάστρα ή τα προστατευτικά φύλλα των ανοιγμάτων δεν λαμβάνονται υπόψη στον προσδιορισμό των συντελεστών σκίασμού.

Ο υπολογισμός των παραπάνω συντελεστών γίνεται ανά δομικό στοιχείο και προσανατολισμό. Για λόγους απλοποίησης, στην περίπτωση δομικών στοιχείων με συντελεστή θερμοπερατότητας μικρότερο από 0,6 (W/m²K), ο συντελεστής σκίασης μπορεί να θεωρηθεί ίσος με 0,9.

2.8 Εγκαταστάσεις Η/Μ

Εφόσον έχουμε πετύχει καλή θερμομονωτική επάρκεια, προχωράμε στην μελέτη των ηλεκτρομηχανολογικών Εγκαταστάσεων.

Με τον όρο Ηλεκτρομηχανολογικά (Η/Μ) αναφερόμαστε στα συστήματα Θέρμανσης, Ψύξης, Ζεστού Νερού Χρήσης, Διανομής, Φωτισμού, καθώς και στον εξοπλισμού του υπόλοιπου κτιρίου.

Σύμφωνα με τις απαιτήσεις του κάθε κτιρίου, κατά τον σχεδιασμό, θα πρέπει τα Η/Μ συστήματα να διαφοροποιούνται με τέτοιο τρόπο, ώστε να καλύπτουν κάποιες ανάγκες (όπως διαφορετικά φορτία, επίπεδα θερμοκρασίας, υγρασίας, αερισμού, ωράρια λειτουργίας, κ.α). Αποδοτικότερο είναι να χρησιμοποιούνται συστήματα τελευταίας τεχνολογίας, χαμηλής κατανάλωσης και υψηλής απόδοσης.

Τα τελευταία χρόνια ο τεχνολογικός τομέας κάνει πιο συχνή χρήση εναλλακτικών μορφών ενέργειας. Κατά συνέπεια χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο φωτοβολταϊκά συστήματα και αντλίες θερμότητας σε κάθε είδους κτιριακής εγκατάστασης, λόγω του ότι μειώνουν τα λειτουργικά έξοδα και σε βάθος χρόνου κάνουν απόσβεση των χρημάτων που δαπανήθηκαν για την εγκατάσταση τους.

2.8.1 Σύστημα Θέρμανσης

Το σύστημα θέρμανσης είναι ίσως το πιο βασικό όλων των Η/Μ συστημάτων.

Η χρησιμότητα του συστήματος αυτού είναι να διατηρεί την εσωτερική θερμοκρασία στα επίπεδα που οι χρήστες ορίζουν και να αντισταθμίζει τα ποσά θερμότητας που διαφεύγουν μέσω των θερμογεφυρών και των ανοιγμάτων.

Ένα σύστημα θέρμανσης μπορεί να αποτελείται από λέβητες πετρελαίου, φυσικού αερίου, κ.α., που μεταφέρουν τη θερμική τους ισχύ σε θερμαντικά σώματα. Συστήματα

τηλεθέρμανσης επίσης εμφανίζονται στα ελληνικά κτίρια, αλλά όπως είναι λογικό περιορίζονται σε περιοχές κοντά σε μεγάλες βιομηχανικές μονάδες. Οι κύριοι παράγοντες για την επιλογή του είδους του συστήματος θέρμανσης έχει να κάνει κυρίως με οικονομικούς και γεωγραφικούς λόγους.

Το σύστημα θέρμανσης του κτιρίου χωρίζεται σε τρεις τομείς, οι οποίοι αναλύονται παρακάτω, καταγράφοντας παράλληλα για τον καθένα ορισμένες παραμέτρους:

- Μονάδες παραγωγής θερμότητας: κεντρικά συστήματα παραγωγής θερμότητας, όπως λέβητες ή αντλίες θερμότητας, τοπικές μονάδες παραγωγής θερμότητας, όπως αερίου, ηλεκτρικά σώματα, τοπικές αντλίες θερμότητας, κ.τ.λ.
- Δίκτυο διανομής θερμότητας: οι σωληνώσεις μεταφοράς θερμού μέσου (νερό, κ.ά.), αεραγωγοί διανομής κλιματιζόμενου αέρα κ.α.
- Μονάδες εκπομπής θερμότητας: θερμαντικά σώματα, στοιχείο μονάδας ανεμιστήρα, ενδοδαπέδιο σύστημα, επιτοίχιο σύστημα κ.α.

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, από τη μονάδα παραγωγής θερμότητας χρησιμοποιούνται τα δεδομένα για το συντελεστή θερμικής απόδοσης της μονάδας (π.χ. για λέβητας (η_g), αντλία θερμότητας (COP), εστίες καύσης, κ.α.), το είδος καυσίμου, τα βοηθητικά ηλεκτρικά συστήματα, τις ώρες λειτουργίας των βοηθητικών συστημάτων, το ποσοστό του θερμικού φορτίου για το κτίριο ή τη θερμική ζώνη που καλύπτει κάθε μονάδα παραγωγής θέρμανσης, ενώ συνυπολογίζεται και η ενδεχόμενη χρήση ηλιακών συλλεκτών για θέρμανση των χώρων. Ιδιαίτερα για μονάδες λέβητα-καυστήρα, για τον προσδιορισμό της θερμικής απόδοσης πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και οι μετρήσεις από την ανάλυση καυσαερίων που επιβάλλεται για όλες τις σταθερές εστίες καύσης κλειστού τύπου.

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, από το δίκτυο διανομής θερμότητας χρησιμοποιούνται τα δεδομένα για τους συντελεστές θερμικής απόδοσης του δικτύου διανομής, οι οποίοι εκτιμώνται λαμβάνοντας υπόψη τις απώλειες από σωληνώσεις και αεραγωγούς, τη θερμοκρασία του ρευστού μέσου διανομής, το μήκος του δικτύου θέρμανσης, το σύστημα ελέγχου (θερμοστάτης κ.α.), τη θέση στο χώρο και τη θερμοκρασία λειτουργίας.

Στις παραγράφους 4.1.2.1 έως 4.1.2.7 της TOTEE 20701-1 παρέχονται αναλυτικές οδηγίες για τον καθορισμό του βαθμού απόδοσης ανάλογα με το χρησιμοποιούμενο σύστημα.

2.8.2 Σύστημα Ψύξης

Ως σύστημα ψύξης χώρων νοείται κάθε σύστημα που παράγει και διανέμει ψυκτική ενέργεια μέσα στο κτίριο. Το σύστημα ψύξης του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης χωρίζεται σε τρεις τομείς, οι οποίοι αναλύονται παρακάτω, καταγράφοντας παράλληλα για τον καθένα ορισμένες παραμέτρους:

- Μονάδες παραγωγής ψύξης: κεντρικά συστήματα παραγωγής ψύξης, όπως ψύκτες ή αντλίες θερμότητας, τοπικές μονάδες παραγωγής ψύξης (τοπικές αντλίες θερμότητας).
- Δίκτυο διανομής ψύξης: οι σωληνώσεις μεταφοράς ψυχρού μέσου (νερό, κ.ά.), αεραγωγοί διανομής κλιματιζόμενου αέρα, κ.τ.λ.
- Μονάδες εκπομπής ψύξης: στοιχείο μονάδας ανεμιστήρα, ενδοδαπέδιο σύστημα, επιτοίχιο σύστημα κ.α.

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, από τη μονάδα παραγωγής ψύξης, χρησιμοποιούνται τα δεδομένα για το δείκτη ενεργειακής απόδοσης EER της μονάδας, το είδος καυσίμου, τα βοηθητικά ηλεκτρικά συστήματα, τις ώρες λειτουργίας των βοηθητικών συστημάτων ψύξης, το ποσοστό του ψυκτικού φορτίου για το κτίριο ή τη θερμική ζώνη που καλύπτει κάθε μονάδα παραγωγής ψύξης.

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, από το δίκτυο διανομής ψύξης χρησιμοποιούνται τα δεδομένα για τους συντελεστές ψυκτικής απόδοσης του δικτύου διανομής, οι οποίοι εκτιμώνται λαμβάνοντας υπόψη τις ψυκτικές απώλειες από σωληνώσεις και αεραγωγούς, τη θερμοκρασία του ρευστού μέσου διανομής, το μήκος του δικτύου διανομής ψύξης.

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, από τις τερματικές μονάδες ψύξης χρησιμοποιούνται τα δεδομένα για το συντελεστή ψυκτικής απόδοσης των τερματικών μονάδων ψύξης, ανάλογα τον τύπο, το σύστημα ελέγχου (θερμοστάτης κ.α.), τη θέση στο χώρο και τη θερμοκρασία λειτουργίας.

Στις παραγράφους 4.2.2.1 και 4.2.2.2 της ΤΟΤΕΕ 20701-1 γίνεται αναλυτική παρουσίαση του τρόπου υπολογισμού του βαθμού απόδοσης αντλιών θερμότητας και ψυκτών, καθώς και των αντλιών θερμότητας απορρόφησης και προσρόφησης.

2.8.3 Σύστημα Μηχανικού Αερισμού

Τα συστήματα μηχανικού αερισμού εξυπηρετούν τις ανάγκες παροχής νωπού αέρα, ιδίως κτιρίων του τριτογενούς τομέα. Τα κτίρια κατοικίας καλύπτουν τις ανάγκες για νωπό αέρα μέσω φυσικού αερισμού.

Ο αερισμός ενός κτιρίου μπορεί να γίνει μέσω ενός αυτόνομου τοπικού ή κεντρικού συστήματος αερισμού (προσαγωγή νωπού αέρα χωρίς άλλη επεξεργασία εκτός από φιλτράρισμα του αέρα) ή και με σύστημα εξερισμού (απαγωγή και απόρριψη εσωτερικού αέρα) ή και μέσω δικτύου αερισμού με κεντρική κλιματιστική μονάδα (Κ.Κ.Μ.) διαχείρισης αέρα (θέρμανσης, ψύξης, ύγρανσης, αφύγρανσης και φιλτράρισμα αέρα), δηλαδή πλήρης κλιματισμός και προσαγωγή του απαιτούμενου νωπού αέρα για το κτίριο ή την θερμική ζώνη.

2.8.4 Σύστημα Ύγρανσης Χώρων

Το σύστημα ύγρανσης του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης καλύπτει τις ανάγκες για ύγρανση του εσωτερικού αέρα, σε συνδυασμό με το σύστημα μηχανικού αερισμού. Οι ανάγκες για ύγρανση του αέρα των χώρων ενός κτιρίου προκύπτουν σε σχέση με την υγρασία του αέρα της περιοχής που βρίσκεται το κτίριο και τις επιθυμητές εσωτερικές συνθήκες υγρασίας

Το σύστημα παραγωγής υγρασίας αποτελείται από δύο τομείς:

- Μονάδα παραγωγής υγρασίας (ατμού): Χρειάζεται ο προσδιορισμός του συντελεστή θερμικής απόδοσης της μονάδας παραγωγής, το είδος καυσίμου και η απαιτούμενη παροχή υγρασίας στους χώρους.
- Δίκτυο διανομής ατμού: Χρειάζεται ο προσδιορισμός του συντελεστή θερμικής απόδοσης του δικτύου διανομής, ο οποίος προσδιορίζεται σε σχέση με τη θερμοκρασία του δικτύου και την ποιότητα της θερμομόνωσης.

2.8.5 Σύστημα Παραγωγής Ζεστού Νερού Χρήσης (ZNX)

Το σύστημα ZNX του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης χωρίζεται σε τρεις τομείς, οι οποίοι αναλύονται στη συνέχεια, καταγράφοντας για καθένα ορισμένες παραμέτρους:

- Μονάδα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης: κεντρικά συστήματα παραγωγής ZNX όπως λέβητες ή αντλίες θερμότητας, τοπικές μονάδες παραγωγής ZNX όπως μονάδες αερίου, ηλεκτρικοί θερμοαντήρες, ταχυθερμοαντήρες, κ.ά.
- Δίκτυο διανομής θερμότητας: οι σωληνώσεις μεταφοράς θερμού μέσου (νερό, κ.ά.).
- Τερματική μονάδας απόδοσης θερμότητας για ZNX: θερμοαντήρες με εναλλάκτη ή με ηλεκτρική αντίσταση ή άλλο σύστημα αποθήκευσης.

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, από το σύστημα παραγωγής ZNX χρησιμοποιούνται τα δεδομένα για το συντελεστή θερμικής απόδοσης της μονάδας παραγωγής ZNX, το είδος καυσίμου (ηλεκτρικό, πετρέλαιο, κ.ά.), το ποσοστό του θερμικού φορτίου για ZNX που καλύπτει το σύστημα, τη θερμική απόδοση του δικτύου διανομής ZNX, τη θερμική απόδοση των τερματικών μονάδων απόδοσης θερμότητας (αποθήκευσης) για ZNX.

2.8.6 Σύστημα Φωτισμού

Κατά τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου (που δεν χρησιμοποιείται ως κατοικία) λαμβάνονται υπόψη τα συστήματα φωτισμού, τόσο για την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης (εκτός των κατοικιών), όσο και για τη συνεισφορά τους στα εσωτερικά θερμικά φορτία του κτιρίου, για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης:

- Εγκατεστημένη ισχύς των φωτιστικών λαμπτήρων. Από τα τεχνικά χαρακτηριστικά των λαμπτήρων αποτυπώνεται αναλυτικά, η ηλεκτρική ισχύς τους και η φωτιστική τους απόδοση (φωτεινή δραστηριότητα ή φωτεινή απόδοση) σε lumen/W.
- Ποσοστό του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης που λαμβάνεται ως ζώνη φυσικού φωτισμού.
- Διατάξεις αυτόματου ελέγχου του συστήματος φωτισμού, περιλαμβανομένων και των διατάξεων ελέγχου φυσικού φωτισμού χώρων: λουξόμετρα (στάθμη φωτισμού), χρονοδιακόπτες κ.ά.

- Σύστημα απομάκρυνσης της εκλυόμενης θερμότητας από τα φωτιστικά, σε περίπτωση που υπάρχει στο κτίριο.
- Ύπαρξη συστήματος φωτισμού ασφαλείας στο κτίριο ή την θερμική ζώνη.
- Η ύπαρξη συστήματος εφεδρείας για την κάλυψη των αναγκών φωτισμού των χώρων.

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, λαμβάνεται υπόψη και η περίοδος αξιοποίησης του φυσικού φωτισμού και η περίοδος χρήσης του τεχνητού φωτισμού.

3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΤΙΡΙΟΥ”

3.1 Γενικά Στοιχεία Κτιρίου

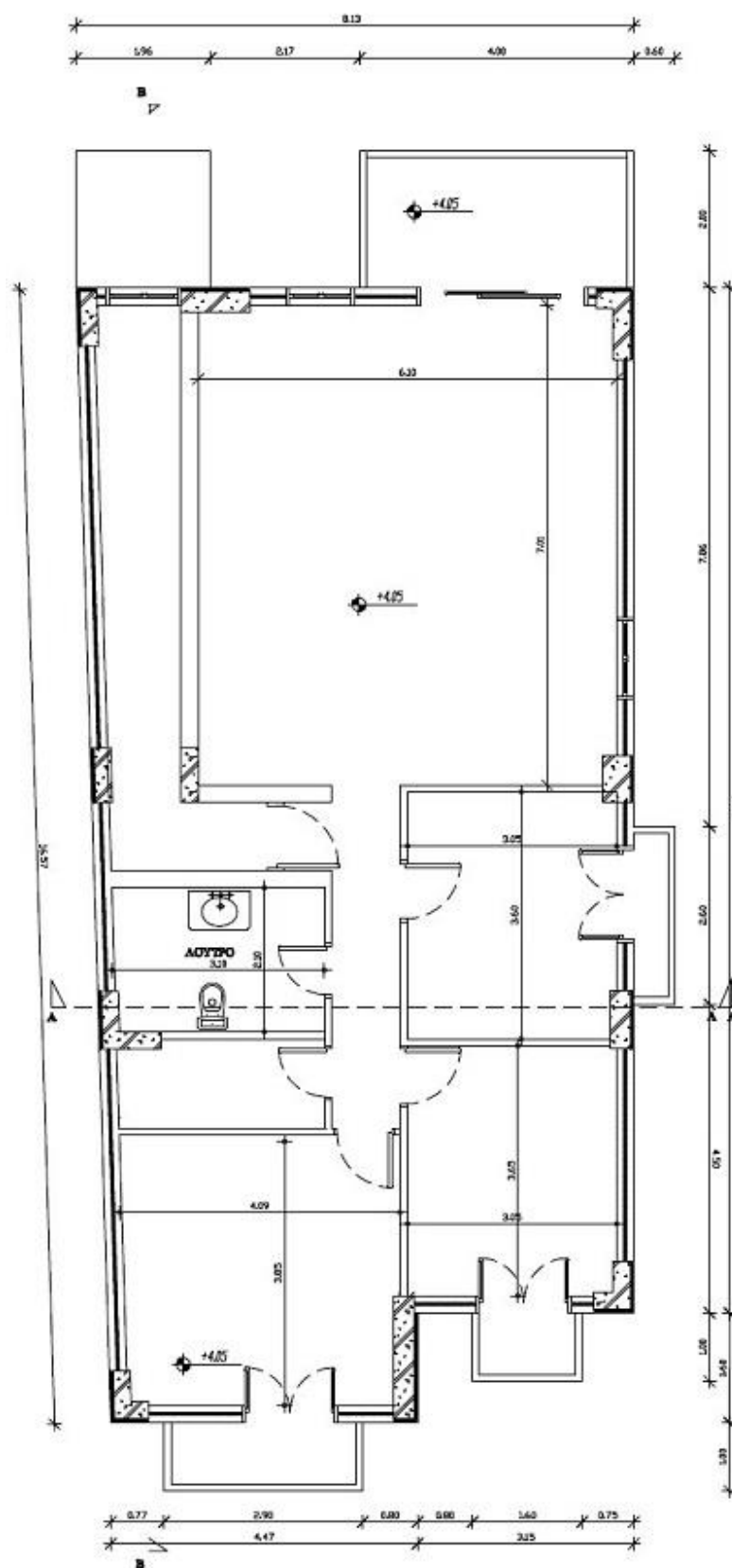
Το υπό μελέτη κτίριο βρίσκεται στην περιοχή του Ηρακλείου Κρήτης στην οδό Μηλιαρά 12 και αποτελείται από 2 ορόφους. Το ισόγειο του κτηρίου αποτελείται εξ’ ολοκλήρου από μία πυλωτή η οποία έχει ύψος 4,0 μέτρα. Στον πρώτο όροφο στεγάζονται γραφεία, όπου είναι και ο χώρος που επιθεωρούμε. Η οροφή βρίσκεται σε ύψος 7,05 μέτρα από το έδαφος. Τα γειτονικά κτίρια ανέρχονται σε ύψος έως και 10 μέτρα, δεν υπάρχει επαφή με άλλα κτίρια, και πιο κοντινό απέχει 2 μέτρα. Από το έτος κατασκευής του κτιρίου δεν έχουν γίνει επεμβάσεις στο κτιριακό κέλυφος.

Κάνοντας χρήση του προγράμματος της google, “Google Earth” μπορούμε να παρουσιάσουμε παρακάτω το υπο μελέτη κτίριο.



Σχήμα 3.1 Απεικόνιση κάτοψης του κτιρίου που επιθεωρούμε.

Το αρχιτεκτονικό σχέδιο του κτιρίου φαίνεται παρακάτω.



Σχήμα 3.2 Κάτοψη υπό μελέτη κτιρίου

Αφού λοιπόν παρουσιάσαμε το κτίριο είμαστε σε θέση να εισάγουμε τα δεδομένα του στο πρόγραμμα της 4M ώστε να αξιολογήσουμε και στη συνέχεια να προτείνουμε τρόπους για την βελτιστοποίησή του. Η Ενεργειακή επιθεώρηση θα γίνει με τη χρήση προγράμματος KENAK 4M.

Το εν λόγω κτίριο που θα μελετηθεί ανήκει στον τριτογενή τομέα και στεγάζει γραφεία.

Πίνακας 3.1 Δεδομένα κτιρίου

Παράμετρος	Τύπος	Μείζον
Πόλη	Κείμενο	Ηράκλειο
Αριθμός Θερμικών Ζωνών	Αριθμός	1
Αριθμός Επιπέδων Κτιρίου (1 - 15)	Αριθμός	3
Τυπικό Ύψος Επιπέδου (m)	Αριθμός	3
Κλιματική Ζώνη	Κατάσταση	ΖΩΝΗ Α
Υψόμετρο μεγαλύτερο των 500m	Επιλογή	<input type="checkbox"/>
Γωνία Περιστροφής	Αριθμός	0
Χρήση κτιρίου	Κατάσταση	Γραφεία
Τύπος κατασκευής	Κατάσταση	Φέρων οργ. από σκυρόδεμα και στοιχεία πλήρωσης
Επίπεδο στη Στάθμη του Εδάφους	Αριθμός	1
Βάθος δαπέδου στο έδαφος (m)	Αριθμός	
Περίμετρος κτιρίου (m)	Αριθμός	53
Νέο ή ριζικά ανακαινιζόμενο κτίριο	Επιλογή	<input checked="" type="checkbox"/>
Περίοδος έκδοσης οικοδομικής άδειας	Κατάσταση	Με εφαρμογή KENAK
Θερμομονωτική προστασία	Κατάσταση	Πλήρης εφαρμογή KENAK
Υπολογισμοί με χρήση μηχανής TEE	Επιλογή	<input type="checkbox"/>
Αρχείο μηχανής υπολογισμών TEE	Κατάσταση	C:\Program Files (x86)\TEE\TEE_KENAK_1.29\Nomis.exe
Τμήμα κτιρίου	Επιλογή	<input type="checkbox"/>
Επιθυμητό συνολικό εμβαδό (m²)	Αριθμός	111
Επιθυμητός συνολικός όγκος (m³)	Αριθμός	333
Αυτόματη εκτέλεση υπολογισμών	Επιλογή	<input checked="" type="checkbox"/>
Εμφάνιση σκαριφημάτων στην εκτύπωση θερμογεφυρών	Επιλογή	<input type="checkbox"/>
Έκδοση κοινού πιστοποιητικού για διαφορετικές βασικές χρήσεις	Επιλογή	<input type="checkbox"/>
Επιλογή κανονισμού	Κατάσταση	TOTEE 2014

Χρησιμοποιώντας το λογισμικό, κάνουμε εισαγωγή όλων των στοιχείων του κτιρίου.

- Το κτίριο βρίσκεται στο Ηράκλειο Κρήτης, στην οδό Μηλιαράς 12. (Σχήμα 3.1)
- Στο συγκεκριμένο κτίριο έχουμε μια θερμική ζώνη.
- Ανήκει στην κλιματική ζώνη Α. (πίνακας 3.4)
- Το υψόμετρο είναι κάτω των 500 μέτρων.
- Για γωνία περιστροφής επιλέξαμε της 0 μοίρες. (πίνακας 3.5)

- Ο χώρος χρήσης είναι γραφεία (πίνακας 3.6).
- Τύπος κατασκευής: Φέρων οργανισμός από σκυρόδεμα και στοιχεία πλήρωσης από διάτρητες οπτόπλινθους. (πίνακας 3.7)
- Για την θερμομονωτική προστασία θα γίνει πλήρης εφαρμογή των οδηγιών του Κ.Εν.Α.Κ.
- Η περίμετρος του κτιρίου είναι 53 μέτρα.
- Το εμβαδόν του κτιρίου είναι 111 m²
- Ο συνολικός όγκος του κτιρίου είναι 333 m³

Η επιθεώρηση θα πραγματοποιηθεί σύμφωνα με το TOTEE 2014 και τις 5 οδηγίες του Κ.Εν.Α.Κ.

Πίνακας 3.2 Κλιματικών ζωνών

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

Πίνακας 3.3 Γωνιών αζιμουθίων επιφανειών ανάλογα με τον προσανατολισμό τους

Προσανατολισμός	Βόρειος	Ανατολικός	Νότιος	Δυτικός
Γωνία αζιμουθίου [°]	0	90	180	270

Πίνακας 3.4 Τυπικού ωραρίου λειτουργίας ανα χρήση

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ώρες λειτουργίας	Ημέρες λειτουργίας ανά εβδομάδα	Περίοδος λειτουργίας σε μήνες
Γραφείων	Γραφείο	10	5	12
	Βιβλιοθήκη	6	5	12

Πίνακας 3.5 Ανοιγμένης θερμοχωρητικότητας για τυπικές κατασκευές ανα m^2 δαπέδου

Κατηγορία	Περιγραφή	Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα [kJ/(m ² .K)]
1	Ελαφριά κατασκευή με ξύλινο σκελετό και στοιχεία πλήρωσης από γυψοσανίδα ή ξύλο και εσωτερική θερμομόνωση σε όλα τα δομικά στοιχεία (τοιχοποιία, οροφή, δάπεδο).	80
2	Φέρων οργανισμός από ελαφριά μεταλλική κατασκευή, πλήρωση από υαλοπετάσματα ή ελαφριά πετάσματα με θερμομόνωση.	110
3	Φέρων οργανισμός από σκυρόδεμα, στοιχεία πλήρωσης από ελαφροβαρείς τιμεντόλιθους ή γυψοσανίδα και ύπαρξη ψευδοροφών.	165
4	Φέρων οργανισμός από σκυρόδεμα και στοιχεία πλήρωσης από διάτρητες οπτόπλινθους.	260
5	Φέρων οργανισμός από σκυρόδεμα και στοιχεία πλήρωσης από βαριά υλικά, όπως πέτρα, συμπαγείς οπτόπλινθους, ωμόπλινθους ή σκυρόδεμα.	370

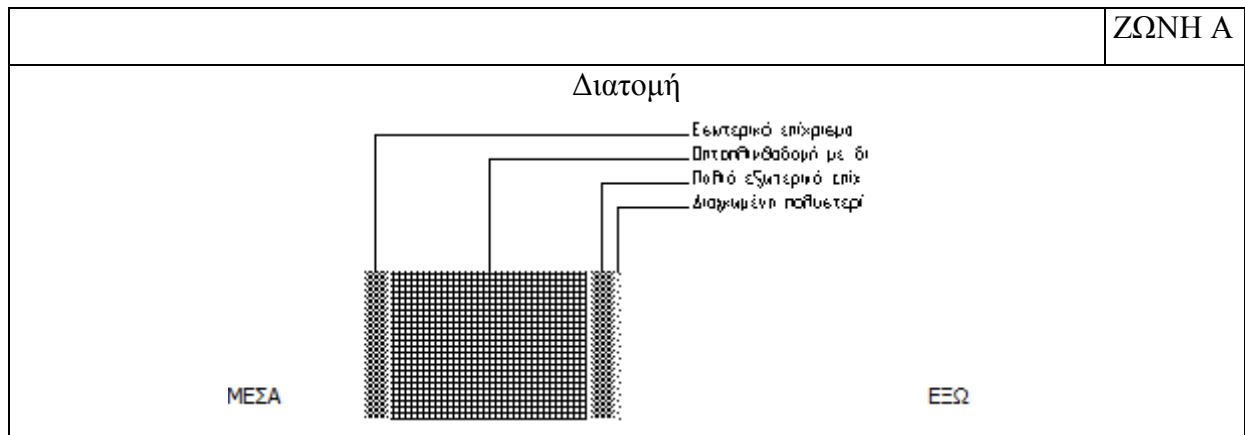
3.2 Δομικά Στοιχεία Κτιρίου

Στα δομικά στοιχεία του κτιρίου περιλαμβάνονται τα αδιαφανή και τα διαφανή στοιχεία, δηλαδή τα ανοίγματα και τα δομικά υλικά.

3.2.1 Αδιαφανείς Επιφάνειες

Οι αδιαφανείς επιφάνειες του κτιρίου περιλαμβάνουν το δάπεδο, την οροφή, την τοιχοποιία του κτιρίου και τις κολώνες με τα δοκάρια. Παρακάτω θα παρουσιάσουμε αναλυτικά τα δομικά υλικά και στοιχεία για κάθε τύπο τοίχου που υπάρχει στο κτίριο και αμέσως μετά θα συγκρίνουμε τις τιμές των συντελεστών θερμοπερατότητας U για ένα μπορέσουμε μετέπειτα να πραγματοποιήσουμε τυχόν αλλαγές στις περιπτώσεις που ο συντελεστής θερμοπερατότητας U ξεπερνάει τα επιθυμητά επίπεδα σύμφωνα με τον KENAK.

1. Διπλή εξωτερική τοιχοποιία (Τύπος Τ2)



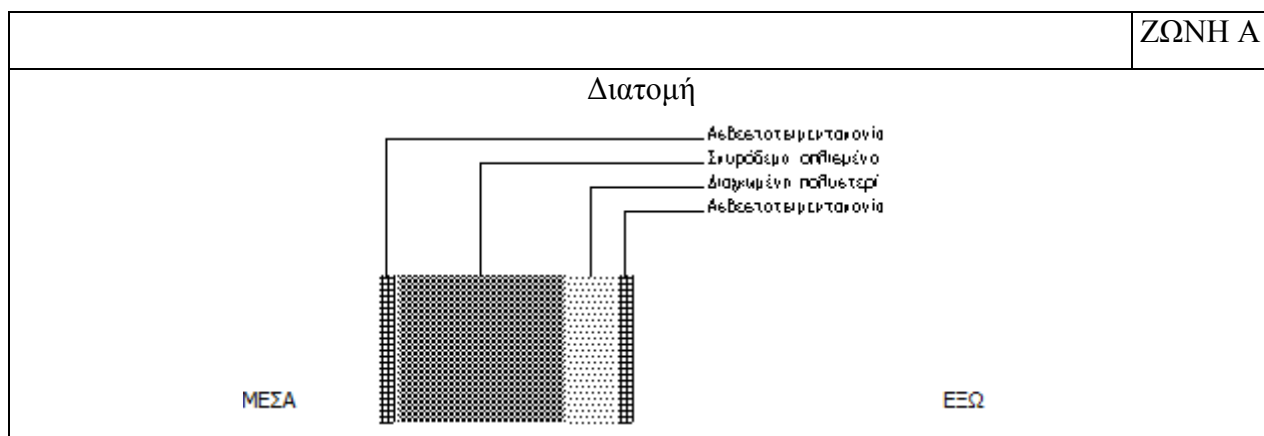
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_Λ)

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα ρ	Πάχοςστρ. d	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ	Θερμ. αντίστ. d/λ
		kg/m ³	m	W/(mK)	(m ² K)/W
1	Εσωτερικό επίχρισμα	1800	0.020	0.872	0.023
2	Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπ	1500	0.180	0.510	0.353
3	Παλιό εξωτερικό επίχρισμα	1800	0.020	0.872	0.023
4	Ασβεστοκονίαμα	1900	0.005	0.870	0.006
	Συνολικά		Σd=0.225		R _Λ =0.405

Συντελεστής θερμοπερατότητας	U	W/(m ² K)	1.740
Μέγιστος επιτρ. Συντελεστής θερμοπερατότητας	U _{max}	W/(m ² K)	0.6

Το U ξεπερνάει τα επιθυμητά επίπεδα σύμφωνα με τον κανονισμό.

2. Εξωτερική δοκός/υποστύλωμα (Τύπος Τ7)



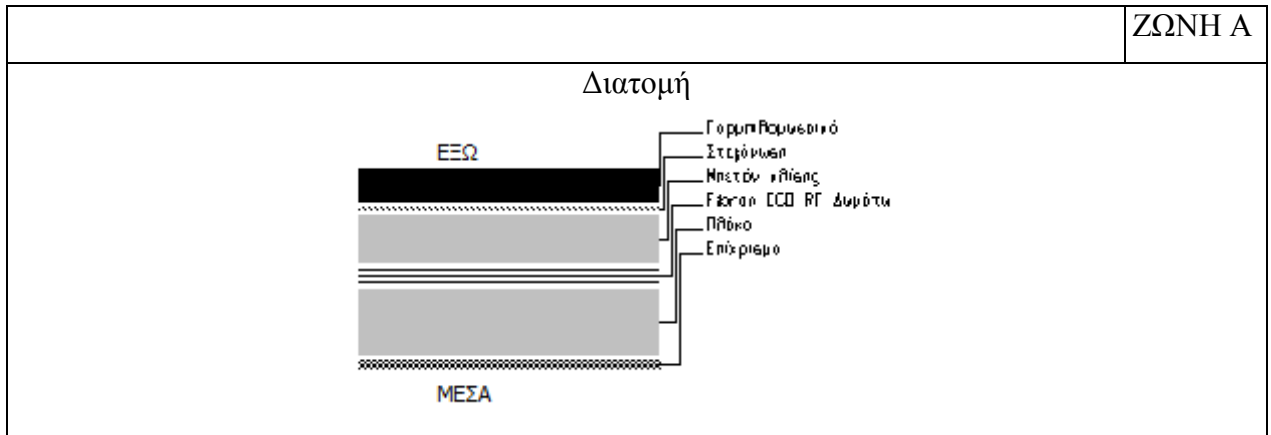
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_Λ)

α/ α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα ρ	Πάχοςστρ. d	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ	Θερμ. αντίστ. d/λ
		kg/m ³	m	W/(mK)	(m ² K)/W
1	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1800	0.020	0.870	0.023
2	Σκυρόδεμα οπλισμένο με 2% χάλυ	2400	0.250	2.500	0.100
3	Διογκωμένη πολυστερίνη σε πλάκ	12-30	0.030	0.035	0.850
4	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1800	0.020	0.870	0.023
	Συνολικά		Σd=0.320		R _Λ =0.996

Συντελεστής θερμοπερατότητας	U	W/(m ² K)	0.682
Μέγιστος επιτρ. Συντελεστής θερμοπερατότητας	U _{max}	W/(m ² K)	0.6

Το U ξεπερνάει τα επιθυμητά επίπεδα σύμφωνα με τον κανονισμό.

3. Οροφή (Τύπος Ο1)



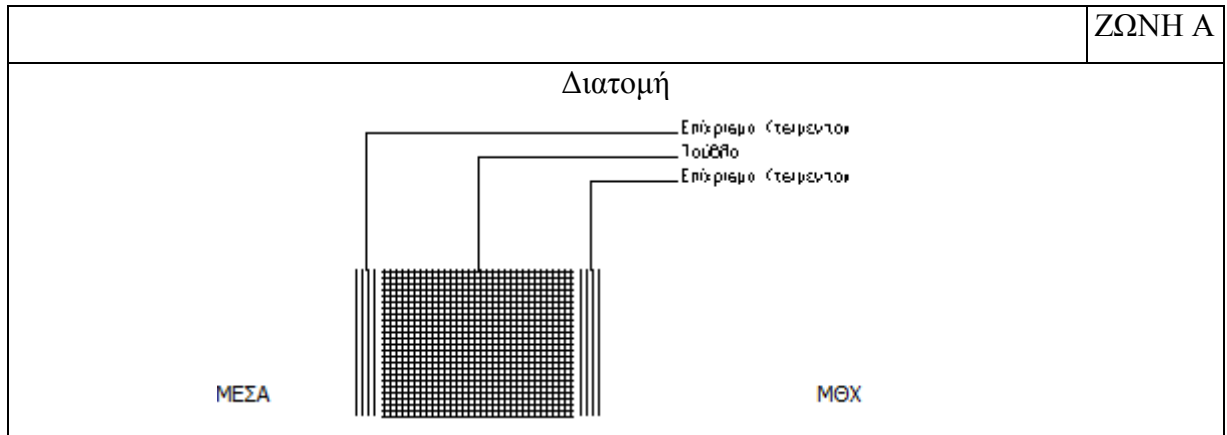
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_Λ)

α/ α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα ρ	Πάχοςστρ. d	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ	Θερμ. αντίστ. d/λ
		kg/m ³	m	W/(mK)	(m ² K)/W
1	Επίχρισμα	1900	0.020	0.872	0.023
2	Πλάκα	2400	0.140	2.035	0.069
3	Fibran ECO RF Δωμάτων	32	0.030	0.030	1.033
4	Μπετόν κλίσης	800	0.100	0.349	0.287
5	Στεγάνωση	1050	0.010	0.174	0.057
6	Γαρμπιλομοσασικό	1500	0.070	0.640	0.109
	Συνολικά		Σd=0.370		R _Λ =1.678

Συντελεστής θερμοπερατότητας	U	W/(m ² K)	0.655
Μέγιστος επιτρ. Συντελεστής θερμοπερατότητας	U _{max}	W/(m ² K)	0.5

Το U ξεπερνάει τα επιθυμητά επίπεδα σύμφωνα με τον κανονισμό.

4. Εσωτερικός τοίχος αμόνωντος προς ΜΘΧ, πάχους 25cm (Τύπος Ε1)



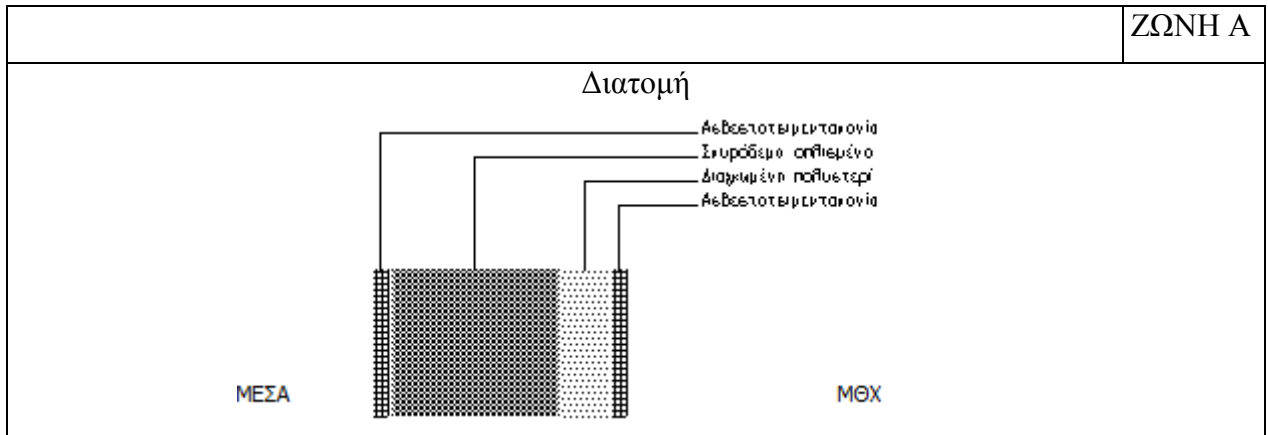
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_Λ)

α/ α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα ρ	Πάχοςστρ. d	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ	Θερμ. αντίστ. d/λ
		kg/m ³	m	W/(mK)	(m ² K)/W
1	Επίχρισμα (τσιμεντοκονίαμα)		0.025	1.697	0.018
2	Τούβλο		0.200	0.4	0.500
3	Επίχρισμα (τσιμεντοκονίαμα)		0.025	1.697	0.018
	Συνολικά		Σd=0.250		R _Λ =0.536

Συντελεστής θερμοπερατότητας	U	W/(m ² K)	1.697
Μέγιστος επιτρ. Συντελεστής θερμοπερατότητας	U _{max}	W/(m ² K)	1.5

Το U ξεπερνάει τα επιθυμητά επίπεδα σύμφωνα με τον κανονισμό.

5. Δοκός/υποστύλωμα προς ΜΘΧ (Τύπος Ε7)



ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_Λ)

α/ α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα ρ	Πάχοςστρ. d	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ	Θερμ. αντίστ. d/λ
		kg/m ³	m	W/(mK)	(m ² K)/W
1	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1800	0.020	0.870	0.023
2	Σκυρόδεμα οπλισμένο με 2% χάλυ	2400	0.250	2.500	0.100
3	Διογκωμένη πολυστερίνη σε πλάκ	12-30	0.030	0.035	0.850
4	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1800	0.020	0.870	0.023
	Συνολικά		Σd=0.320		R _Λ =0.996

Συντελεστής θερμοπερατότητας	U	W/(m ² K)	1.532
Μέγιστος επιτρ. Συντελεστής θερμοπερατότητας	U _{max}	W/(m ² K)	1.5

Το U ξεπερνάει τα επιθυμητά επίπεδα σύμφωνα με τον κανονισμό.

Παρατηρούμε ότι όλοι οι συντελεστές θερμοπερατότητας των τοίχων του κτιρίου που έχουν κατασκευαστεί είναι εκτός ορίων σύμφωνα με τον κανονισμό του ΚΕΝΑΚ, οπότε θα πρέπει να γίνουν επεμβάσεις ώστε να βελτιωθούν, δηλαδή να ελαχιστοποιήσουμε τις απώλειες.

3.2.2 Διαφανείς Επιφάνειες

Το υπάρχον κτίριο αποτελείται από 7 ανοίγματα, εκ των οποίων η μια είναι η κύρια είσοδος (A5). Ο τύπος πλαισίου των κουφωμάτων είναι μεταλλικός χωρίς θερμοδιακοπή. Το U_f των πλαισίων ισούται με $7 \text{ W/m}^2\text{K}$ για όλα τα ανοίγματα, ενώ το U_g του υαλοπίνακα ισούται με $5.7 \text{ W/m}^2\text{K}$. Ο τύπος του υαλοπίνακα είναι απλό κοινό τζάμι (μεταλλικού πλαισίου με πλάτος 10cm).

Η γραμμική θερμοπερατότητα συναρμογής υαλοπίνακα και πλαισίου $\Psi_g: 0.02 \text{ W/mK}$.

Παρακάτω φαίνονται οι πίνακες με όλα απαραίτητα στοιχεία για τα ανοίγματα του κτιρίου

Πίνακας 3.6 Στοιχεία Ανοιγμάτων

	Ανοίγμ	Περιγραφή	Πλάτ. (m)	Ύψος (m)	Συντ. θερμικών ηλιακών απολαβών	Πλάτος πλαισίου (m)	Συντ. Θερμοπ. πλαισίου U_f	Συντ. Θερμοπ. υαλοπίνακα U_g	Συντ. γραμμικής Θερμοπ. υαλοπίνακα	Αριθμός φύλλων
1	A1	Απλό κοινό τζάμι (μεταλλικό ισ.πλαίσιο 10cm)	1.40	2.30	0.77	0.10	7	5.7	0.02	2
2	A2	Απλό κοινό τζάμι (μεταλλικό ισ.πλαίσιο 10cm)	1.40	2.30	0.77	0.10	7	5.7	0.02	2
3	A3	Απλό κοινό τζάμι (μεταλλικό ισ.πλαίσιο 10cm)	1.00	1.30	0.77	0.10	7	5.7	0.02	2
4	A4	Απλό κοινό τζάμι (μεταλλικό ισ.πλαίσιο 10cm)	2.50	2.30	0.77	0.10	7	5.7	0.02	2
5	A5	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (μεταλλικό πλαίσιο)	1.00	2.30			5.81	5.81		1
6	A6	Απλό κοινό τζάμι (μεταλλικό ισ.πλαίσιο 10cm)	1.40	2.30	0.77	0.10	7	5.7	0.02	2
7	A7	Απλό κοινό τζάμι (μεταλλικό ισ.πλαίσιο 10cm)	1.20	1.30	0.77	0.10	7	5.7	0.02	2

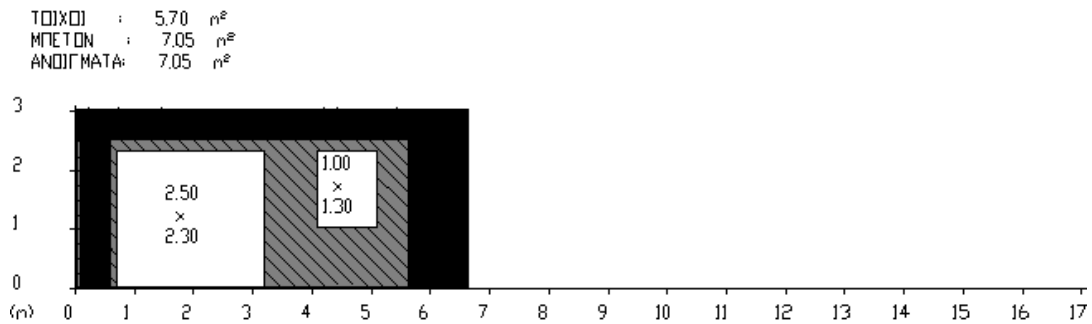
Ανοίγμ	Περιγραφή	Υπολογιζόμενο μήκος θερμογέφυρας l_a	Επιθ. Συντ. U ($\text{W/m}^2\text{K}$)	Υπολ. Συντ. U ($\text{W/m}^2\text{K}$)	Τιμή αερισμού λόγω χαραμάδων	Είδος ανοίγματος
A1	Απλό κοινό τζάμι (μεταλλικό ισ.πλαίσιο 10cm)	10.40		6.217	8.7	Πόρτα
A2	Απλό κοινό τζάμι (μεταλλικό ισ.πλαίσιο 10cm)	10.40		6.217	8.7	Πόρτα
A3	Απλό κοινό τζάμι (μεταλλικό ισ.πλαίσιο 10cm)	5.600		6.426	8.7	Παράθυρο
A4	Απλό κοινό τζάμι (μεταλλικό ισ.πλαίσιο 10cm)	12.60		6.047	8.7	Πόρτα
A5	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (μεταλλικό πλαίσιο)	5.800		6.00	4.8	Πόρτα
A6	Απλό κοινό τζάμι (μεταλλικό ισ.πλαίσιο 10cm)	10.40		6.217	8.7	Πόρτα
A7	Απλό κοινό τζάμι (μεταλλικό ισ.πλαίσιο 10cm)	6.000		6.344	8.7	Παράθυρο

Πίνακας 3.7 Βασικά στοιχεία των ανοιγμάτων

Τύπος κουφώματος	Εμβαδό πλαισίου [m^2]	Εμβαδό υαλοπίνακα [m^2]	Ποσοστό πλαισίου	Μήκος L_g [m]	U κουφώματος [$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$]	g_w κουφώματος
A1	1.12	2.10	35%	10.40	6.217	0.50
A2	1.12	2.10	35%	10.40	6.217	0.50
A3	0.64	0.66	49%	5.600	6.426	0.39
A4	1.34	4.41	23%	12.60	6.047	0.59
A5	2.3	2.2	100%	5.800	6	0.5
A6	1.12	2.10	35%	10.40	6.217	0.50
A7	0.68	0.88	44%	6.000	6.344	0.43

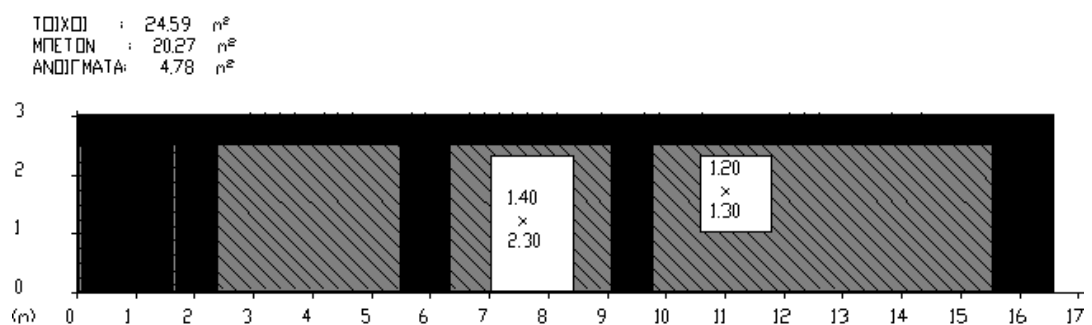
Παρακάτω παρουσιάζουμε τον προσανατολισμό όπου βρίσκεται το κάθε άνοιγμα και το εμβαδό που καταλαμβάνει το κάθε ένα στον τοίχο που είναι τοποθετημένο. Με την απεικόνιση των ανοιγμάτων μπορούμε να κατανοήσουμε καλύτερα τις αλλαγές που θα ακολουθήσουν στα σενάρια βελτίωσης.

- Προσανατολισμός: ΒΑ



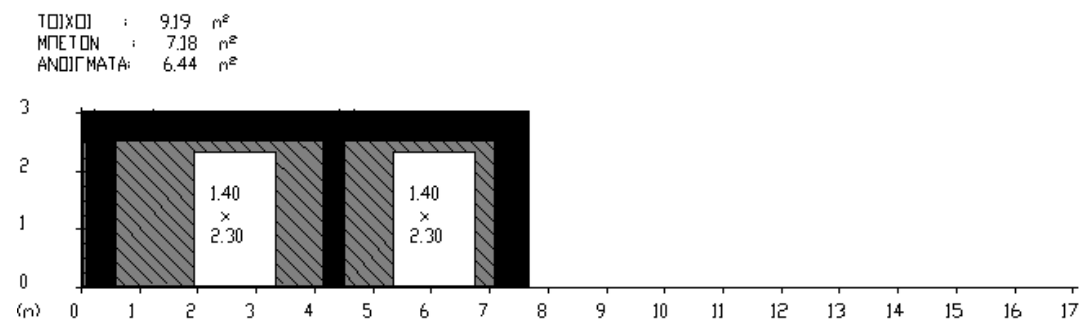
Σχήμα 3.3 Πλάγια όψη Βορειο-Ανατολικών ανοιγμάτων

- Προσανατολισμός: ΝΑ



Σχήμα 3.4 Πλάγια όψη Νοτιο-Ανατολικών ανοιγμάτων

- Προσανατολισμός: ΝΔ



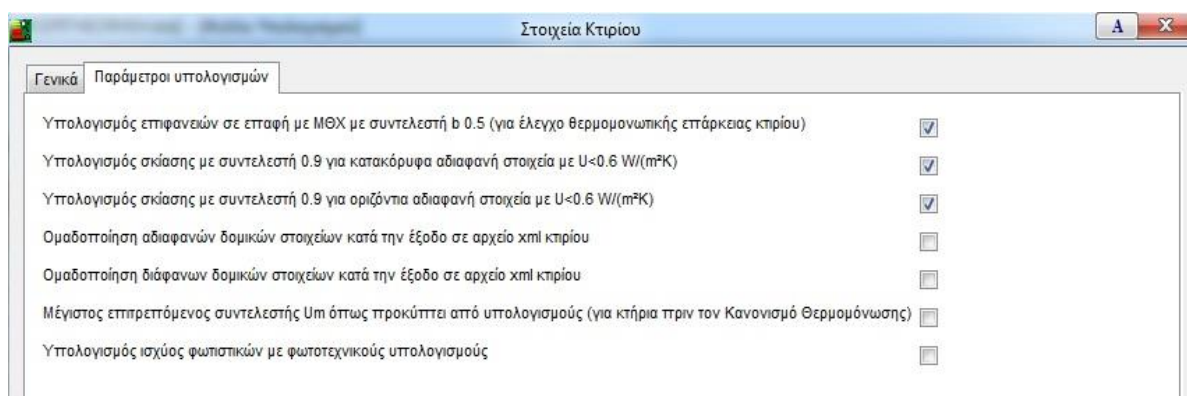
Σχήμα 3.5 Πλάγια όψη Νοτιο-Δυτικών ανοιγμάτων

Η κύρια είσοδος του κτιρίου δεν παρουσιάζεται στα παραπάνω σχήματα γιατί είναι εσωτερική. Τα σχήματα όλα δημιουργήθηκαν με την βοήθεια του σχεδιαστικού προγράμματος GCAD της 4M.

3.3 Γωνίες Σκίασης

Το υπό μελέτη κτίριο περιβάλλεται από άλλα κτίρια όπου τα ύψη τους είναι από 9 έως 10 μέτρα. Το κτίριο από ορίζοντα δεν έχει σκιάσεις διότι δεν υπάρχει κάποιο φυσικό εμπόδιο.

Αφού εισαγάγαμε τα δομικά υλικά προχωράμε στα συστήματα σκίασης. Στα γενικά στοιχεία του προγράμματος επιλέγουμε ότι θέλουμε ο υπολογισμός του συντελεστή σκίασης (0.9) , να γίνει για τα κατακόρυφα και οριζόντια στοιχεία με $U < 0.6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ για λόγους απλοποίησης. Αναλυτικότερα τα συστήματα σκίασης περιγράφονται στο κεφάλαιο 2.7.



Σχήμα 3.6 Εισαγωγή Παραμέτρων στο πρόγραμμα KENAK

Ορίζοντας τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά κατά προσέγγιση των γειτονικών κτιρίων στο πρόγραμμα GCAD της 4M (μήκος, πλάτος, ύψος) μας υπολογίζει και μας αναπαριστά σχηματικά τις γωνίες σκίασης για όλους τους προβόλους (κάθετους, οριζόντιους).

Παρακάτω παρουσιάζουμε τους ανάλογους πίνακες και σχήματα για όλα τα ανοίγματα.

Ο συντελεστής σκίασης ($F_{\text{ον}}$) προσδιορίζει τη σκίαση των επιφανειών του κτιρίου λόγω ύπαρξης οριζόντιων προεξοχών. Στην περίπτωση που δεν υπάρχει οριζόντια προεξοχή ο συντελεστής ισούται με μονάδα, ενώ όταν η σκίαση είναι πλήρης ο συντελεστής ισούται με μηδέν.

Πίνακας 3.8 Σκιάσεων οριζόντιων προεξοχών

Κούφωμα	Προσανατολισμός ($^{\circ}$)	Γωνία προβόλου	Φον θέρμανσης	Φον ψύξης
NΔ1	221	34	0,78	0,67
NΔ2	221	34	0,78	0,67
NA1	131	24	0,85	0,78
NA2	131	0	1	1
BA1	41	0	1	1
BA2	41	52	0,63	0,62

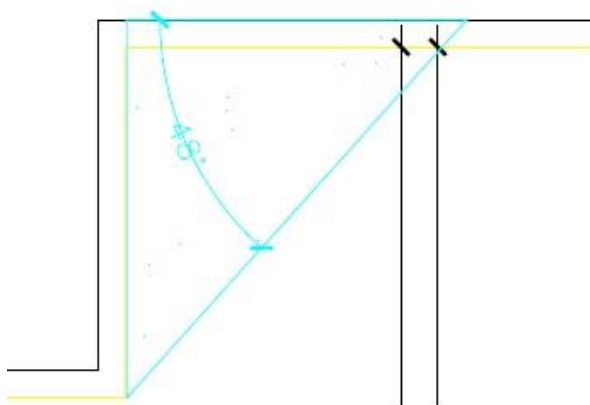
Από τις τιμές των πινάκων παρατηρούμε λοιπόν ότι έχουμε μερική σκίαση από οριζόντιες προεξοχές σε κάποια ανοίγματα όπως στο NΔ1, NΔ2, NA1 και BA2.

Παρακάτω θα παρατηρήσουμε και τις σκιάσεις από τις κατακόρυφες προεξοχές γιατί και αυτές μας επηρεάζουν.

Πίνακας 3.9 Σκιάσεων κατακόρυφων προεξοχών

Κούφωμα	Προσανατολισμός ($^{\circ}$)	Γωνία προβόλου	Φον θέρμανσης	Φον ψύξης
NΔ1	221	0	1	1
NΔ2	221	48	0,95	0,83
NA1	131	0	1	1
NA2	131	0	1	1
BA1	41	0	1	1
BA2	41	0	1	1

Για το άνοιγμα NΔ2 που βρίσκεται νοτιοδυτικά, η μέγιστη γωνία σκίασης είναι 48° από οριζόντιο πρόβολο.



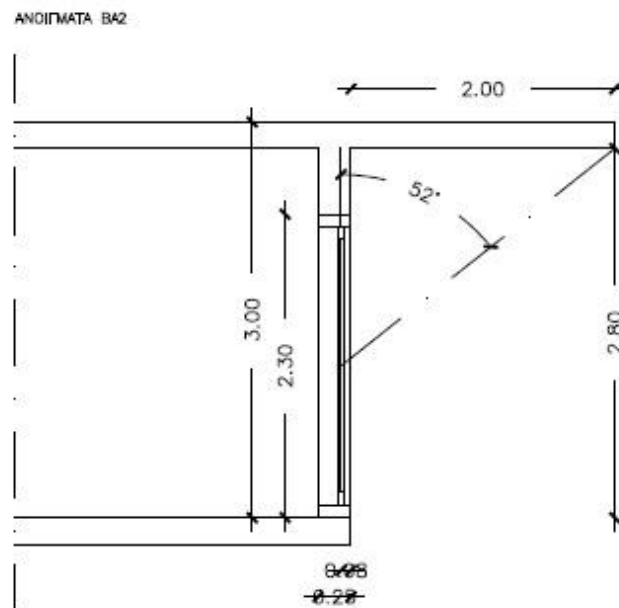
Σχήμα 3.7 Μέγιστη γωνία σκίασης NΔ2

Ο συντελεστής (F_{in}) προσδιορίζει την σκίαση από την ύπαρξη κατακόρυφων προεξοχών. Στην περίπτωση που δεν υπάρχει κατακόρυφη προεξοχή ο συντελεστής ισούται με μονάδα, ενώ όταν η σκίαση είναι πλήρης ο συντελεστής ισούται με μηδέν.

Πίνακας 3.10 Στοιχεία Σκιάσεων

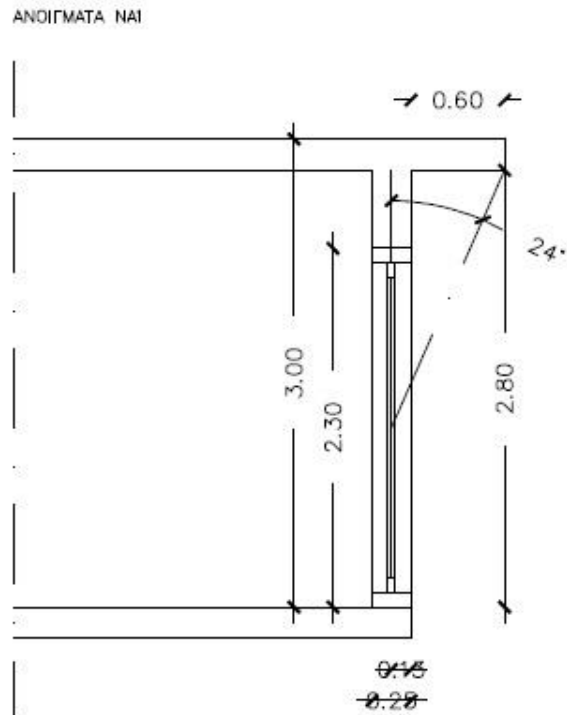
Κούφωμα	Προσανατολισμός (°)	Γωνία προβόλου	$F_{in,θέρμανσης}$	$F_{in,ψύξης}$	F_{in} θέρμανσης	F_{in} ψύξης
ΝΔ1	221	0	1	1	1	1
ΝΔ2	221	0	1	1	0,95	0,83
ΝΑ1	131	0	1	1	1	1
ΝΑ2	131	0	1	1	1	1
ΒΑ1	41	0	1	1	1	1
ΒΑ2	41	0	1	1	1	1

Για το άνοιγμα ΒΑ2 που βρίσκεται βορειοανατολικά καταλαβαίνουμε ότι η μέγιστη γωνία σκίασης είναι 52° .



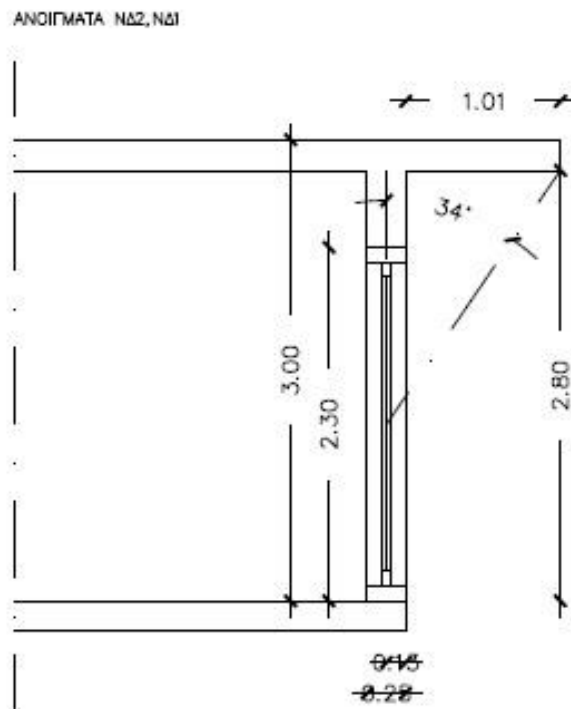
Σχήμα 3.8 Γωνίες Σκίασης ανοίγματος ΒΑ2

Για το άνοιγμα ΝΑ1 που βρίσκεται Νοτιοανατολικά καταλαβαίνουμε ότι η μέγιστη γωνία σκίασης θα ισούται με 24° .



Σχήμα 3.9 Γωνίες Σκίασης ανοίγματος ΝΑ1

Τα ανοίγματα ΝΔ1 και ΝΔ2 βρίσκονται στη Νοτιοδυτική πλευρά του κτιρίου και έχουν μέγιστη γωνία σκίασης 34°.



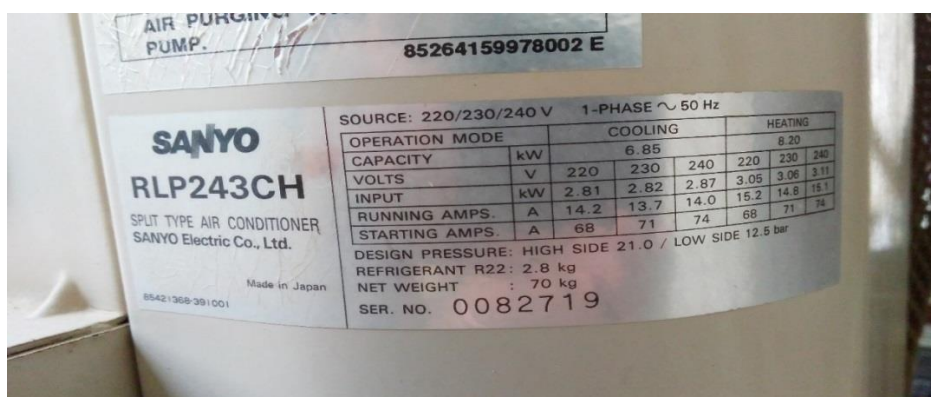
Σχήμα 3.10 Γωνίες Σκίασης ανοιγμάτων ΝΔ1 και ΝΔ2

3.4 Ηλεκτρομηχανολογικά Συστήματα

3.4.1 Θέρμανση – Ψύξη

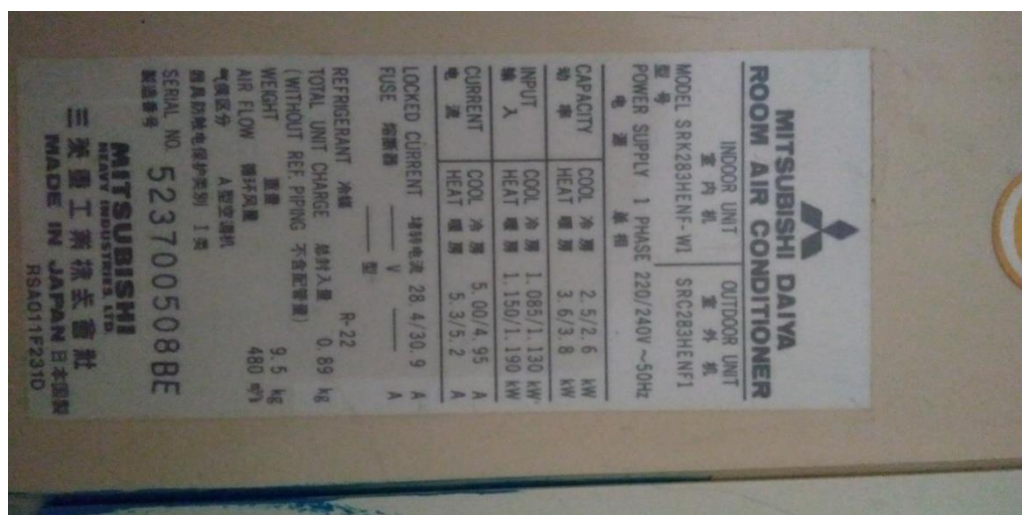
Η θερμαινόμενη - ψυχόμενη επιφάνεια του κτιρίου είναι 111.31 m² και ο θερμαινόμενος όγκος θα είναι 333.900 m³. Η θέρμανση-ψύξη επιτυγχάνεται με 4 αερόψυκτες μονάδες με στοιχεία :

- 1 κλιματιστικό 18.000 btu/h με πραγματική ισχύ θέρμανσης 8,2 kW και πραγματική ισχύ ψύξης 6,85 kW



Σχήμα 3.11 Πινακίδα Κλιματιστικής Μονάδας 18.000 btu.

- 3 κλιματιστικά 9.000 btu/h με συνολική πραγματική ισχύ θέρμανσης 11,4 kW και συνολική πραγματική ισχύ ψύξης 7,8 kW (Και τα 3 κλιματιστικά είναι του ίδιου τύπου).



Σχήμα 3.12 Πινακίδα Κλιματιστικής Μονάδας 9.000 btu.

Ο συντελεστής επίδοσης υπολογίζεται βάση την ικανότητα της μονάδας σε θέρμανση/ψύξη διά την ισχύ που καταναλώνει σε θέρμανση/ψύξη αντίστοιχα (π.χ. Heatcapacity/Heatinput). Για τις τοπικές αερόψυκτες μονάδες αντλιών θερμότητας, για τις οποίες δεν υπάρχουν

διαθέσιμα στοιχεία ο βαθμός επίδοσης COP και EER για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του προς επιθεώρηση κτιρίου λαμβάνεται:

- 1,7 COP και 1,5 EER για συστήματα 20-ετίας
- 2,2 COP και 2 EER για συστήματα 10-ετίας

Από τη στιγμή που έχουμε τα στοιχεία των αερόψυκτων μονάδων υπολογίζουμε την επίδοση τους σε θέρμανση και ψύξη. Ο υπολογισμός φαίνεται παρακάτω :

Για το 18.000 btu/h έχουμε:

$$EER = \frac{68500W}{28100W} \cong 2.4$$

$$COP = \frac{8200W}{3050W} \cong 2.7$$

Για τα 9.000 btu/h έχουμε:

$$EER = \frac{2600W}{1130W} \cong 2.3$$

$$COP = \frac{3800W}{1190W} \cong 3.2$$

Ο **Βαθμός απόδοσης** για τις τοπικές ηλεκτρικές μονάδες θεωρείται 100% (δηλαδή 1) και δεν μεταβάλλεται λόγω γήρανσης, εκτός και εάν υπάρχουν σοβαρές φθορές, βάση του κανονισμού TOTEE 20701-1.

Αφού καταγράψαμε τα συστήματα θέρμανσης και ψύξης περνάμε στην εισαγωγή των δεδομένων στο πρόγραμμα.

Έτσι λοιπόν για θέρμανση έχουμε συνολική ισχύ 19.60 kW.

Πίνακας 3.11 Εισαγωγή Δεδομένων Θέρμανσης στο λογισμικό

Στοιχεία συστημάτων παραγωγής θέρμανσης													
	Τύπος	Πραγματ ισχύς (KW)	Τύπος λέβητα (μόνο για	Κατάστασ μόνωσης λέβητα (μόνο	Καύσιμο	Ισχύς μελέτης (KW)	Υπολογιζ ισχύς (KW)	Πραγματ βαθμός απόδοσι ngm	Υπολογιζ βαθμός απόδοσι ngm	Υπολογιζ βαθμός απόδοσι ng1	Συντελεσ μόνωση ng2 (μόνο	Πραγματικ βαθμός απόδοσης	Υπολογιζ βαθμός απόδοσης
1	Τοπική αερόψυκτη A.Ε	8.20	Χωρίς λέβητα	Χωρίς λέβητα	Ηλεκτρισμός		8.37					2.700	2.700
2	Τοπική αερόψυκτη A.Ε	11.40	Χωρίς λέβητα	Χωρίς λέβητα	Ηλεκτρισμός		11.63					3.200	3.200
3													

Και για ψύξη έχουμε συνολική ισχύ 14.65 kW.

Πίνακας 3.12 Εισαγωγή Δεδομένων Ψύξης στο λογισμικό

Στοιχεία συστημάτων παραγωγής ψύξης						
	Τύπος	Βαθμός ενεργειακής απόδοσης EER	Ονομαστική ψυκτική ισχύς (KW)	Καύσιμο	Κόστος (€)	Μέσοι μηνιαίοι βαθμοί κάλυψης
1	Αερόψυκτη Α.Θ.	2.400	6.85	Ηλεκτρισμός		
2	Αερόψυκτη Α.Θ.	2.300	7.80	Ηλεκτρισμός		
3						

3.4.2 Φωτισμός

Για τους υπολογισμούς κατανάλωσης ενέργειας, απαιτούμενης στάθμης φωτισμού και οπτικής άνεσης χώρου για τα συστήματα φωτισμού ακολουθούμε τους κανονισμούς του Κ.Εν.Α.Κ. Για τα κτίρια γραφείων η απαιτούμενη στάθμη φωτισμού είναι 500 lx, σύμφωνα με τον πίνακα 2.4 της TOTEE 20701-1.

Πίνακας 3.13 Απαιτούμενη στάθμη φωτισμού βάση οδηγίας KENAK.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Στάθμη φωτισμού [lx]*	Ισχύς για κτήριο αναφοράς [W/m ²]	Επίπεδο αναφοράς μέτρησης [m]
Γραφείο	500	16,0	0,8

Ο παρακάτω πίνακας χρησιμοποιείται εφόσον δεν έχουμε στοιχεία για τον φωτισμό του κτιρίου.

Πίνακας 3.14 Τυπικές τιμές πυκνότητας ισχύος φωτισμού ανα 100 lx για επιθεώρηση κτιρίων

Φωτιστικά με λαμπτήρες	Πυκνότητα ισχύος ανά 100 lx [W/m ² /100lx]
Πυράκτωσης	27,0
Αλογόνου	16,6
Υδραργύρου	7,0
Υψηλής πίεσης νατρίου	4,2
Συμπαγής φθορισμού (συμπεριλαμβανομένου του στραγγαλιστικού πηνίου (ballast))	4,5
Γραμμικός φθορισμού T8 (halophosphate συμπεριλαμβανομένου του μαγνητικού στραγγαλιστικού πηνίου (ballast))	4,2
Γραμμικός φθορισμού T8 (triphosphor συμπεριλαμβανομένου του ηλεκτρονικού ballast)	3,4
Γραμμικός φθορισμού T5 (συμπεριλαμβανομένου του στραγγαλιστικού πηνίου (ballast))	3,2
Αλογονιδίων μετάλλων (συμπεριλαμβανομένου του στραγγαλιστικού πηνίου (ballast))	5,2

Στην συλλογή στοιχείων για τον φωτισμό παρατηρήσαμε ότι οι εγκατεστημένοι λαμπτήρες του κτιρίου σε ποσότητα είναι 16 και είναι γραμμικοί φθορισμού τύπου T8, ισχύος 36 W με ballast 4W έκαστος και ονομαστικής φωτεινής ροής 1400 lm. Η απόδοση του κάθε λαμπτήρα είναι 39 lm/W και η συνολική εγκατεστημένη ισχύς των λαμπτήρων ανέρχεται σε 576W. Με τον συνυπολογισμό των ballast η ισχύ των φωτιστικών θα είναι ίση με 640W.

Συνεπώς αλλάζει η συνολική ισχύς του φωτιστικού σε 40W και η φωτιστική απόδοση σε 35lm/W.

- $36 + 4 = 40W$
- $1400 \text{ lm} / 40W = 35 \text{ lm/W}$ (Απόδοση φωτιστικού)
- $16 \text{ W/m}^2 (55[\text{lm/W}]/35[\text{lm/W}]) = 25,14 \text{ W/m}^2$ (Υπολογιζόμενη ισχύ φωτισμού)
- $25,14 \text{ W/m}^2 \times 111 \text{ m}^2 = 2.790,54 \text{ W}$

Όπου 111 είναι το συνολικό εμβαδό του κτιρίου και 25,14 είναι η ισχύς φωτισμού. Έτσι λοιπόν υπολογίσαμε 2.790,54 W ενώ στην πραγματικότητα η συνολική εγκατεστημένη ισχύς είναι 640 W.

Στο σημείο αυτό θα κάνουμε έλεγχο για την στάθμη φωτισμού μέσω τύπου της εντάσεως φωτισμού για το υπό μελέτη κτίριο με τον παρακάτω τύπο:

$$\bar{E} = E_{average} = \frac{\Phi}{S} = \frac{\frac{35 \text{ lm}}{W} * 40W * 16 \text{ λαμπτήρες}}{111 \text{ m}^2} = 201,8 \text{ Lux}$$

Όπου E είναι η ένταση φωτισμού και εκφράζει την φωτεινή ροή Φ ανα μονάδα φωτιζόμενης επιφάνειας.

Συμπεραίνουμε ότι στον χώρο δεν υπάρχει οπτική άνεση διότι η απαιτούμενη στάθμη φωτισμού δεν είναι επαρκής αφού είναι μικρότερη των 500 lux.

Προχωράμε κάνοντας εισαγωγή των δεδομένων του φωτισμού στο λογισμικό και μας υπολογίζει κάποια στοιχεία αυτόματα (όπως την εγκατεστημένη ισχύ, την περιοχή φυσικού φωτισμού, βάσει κάποιων παραμέτρων που έχουμε εισαγάγει στο λογισμικό πιο πριν κτλ), βάσει τη χρήση του κτιρίου, τη φωτεινή δραστηρότητα του λαμπτήρα, την επιθυμητή ισχύ φωτισμού, γεωμετρία του κτιρίου κτλ.

Συνεπώς το λογισμικό υπολογίζει σύμφωνα με τα στοιχεία που εισάγουμε πόση εγκατεστημένη ισχύ θα έπρεπε να έχει το κτίριο ώστε να καλύψει την ελάχιστη απαίτηση των 500 lux.

Φωτισμός	
Χρήση	Γραφεία
Φωτεινή δραστηριότητα λαμπτήρα (lm/W)	35.00
Επιθυμητή ισχύς φωτισμού (W)	640.00
Υπολογιζόμενη ισχύς φωτισμού (W/m ²)	25.14
Αυτοματισμοί ελέγχου φυσικού φωτισμού	Χαροκίνητος έλεγχος φωτισμού
Αυτοματισμοί ανίχνευσης κίνησης	Χαροκίνητος διακόπτης (αφή/σβέσης)
Σύστημα απομάκρυνσης θερμότητας φωτιστικών	ΟΧΙ
Φωτισμός ασφαλείας	ΝΑΙ
Εφεδρικό σύστημα	ΟΧΙ
Εγκατεστημένη ισχύς (kW)	2.7986
Επιθυμητή περιοχή Φυσικού Φωτισμού (%)	0
Περιοχή Φυσικού Φωτισμού (%)	86
Κόστος (€)	0.00

Σχήμα 3.13 Εισαγωγή Δεδομένων φωτισμού στο λογισμικό

Να επισημάνουμε ότι το κτίριο δεν διαθέτει αυτοματισμούς και οι διακόπτες λειτουργίας είναι χειροκίνητοι και συνεπώς ανήκει στην κατηγορία Δ'.

3.5 Ενεργειακή Κατάταξη Κτιρίου

Μετά την εισαγωγή όλων των δεδομένων του κτιρίου όπως αναφέρθηκαν, πραγματοποιούνται οι απαραίτητοι υπολογισμοί από το λογισμικό KENAK 4M.

Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζεται η ενεργειακή κατηγορία του κτιρίου, βάση της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση, για θέρμανση, ψύξη, φωτισμό καθώς και την συνεισφορά από ΑΠΕ. (Για τα κτίρια τριτογενούς τομέα δεν υπολογίζεται η κατανάλωση ZNX και η συνεισφορά από ΣΗΘ). Στο σχήμα 3.14 παρουσιάζεται το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης του υφιστάμενου κτιρίου γραφείων.

ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗ ενεργειακής απόδοσης	
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ [kWh/(m ² *έτος)]
ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	
A+ EP ≤ 0.33	
A 0.33 R_R < EP ≤ 0.50 R_R	
B+ 0.50 R_R < EP ≤ 0.75 R_R	
B 0.75 R_R < EP ≤ 1.00 R_R	
Γ 1.00 R_R < EP ≤ 1.41 R_R	
Δ 1.41 R_R < EP ≤ 1.82 R_R	300.39
E 1.82 R_R < EP ≤ 2.27 R_R	
Z 2.27 R_R < EP ≤ 2.73 R_R	
H 2.73 R_R < EP	
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ	
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου αναφοράς [kWh/m ²]: 190.22	Δ
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]: 300.39	
Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO ₂ [KgCO ₂ /m ²] 102.55	

Σχήμα 3.14 Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου

Το Κτίριο ανήκει στην κατηγορία Δ και δεν είναι ενεργειακά αποδοτικό. Αυτό διότι η υπολογιζόμενη κατανάλωση ανέρχεται σε 300.39 (kWh/m² ανά Έτος) και οι υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) ανέρχονται σε 102.55 (KgCO₂/m²).

Παρακάτω παρουσιάζονται οι καταναλώσεις του κτιρίου ανά μήνα και οι συνολικές ετήσιες.

Πίνακας 3.15 Συνολικές Ενεργειακές καταναλώσεις Κτιρίου

	Ιανουάριος (kWh/m ²)	Φεβρουάριος (kWh/m ²)	Μάρτιος (kWh/m ²)	Απρίλιος (kWh/m ²)	Μάιος (kWh/m ²)	Ιούνιος (kWh/m ²)	Ιούλιος (kWh/m ²)	Αύγουστος (kWh/m ²)	Σεπτέμβριος (kWh/m ²)	Οκτώβριος (kWh/m ²)	Νοέμβριος (kWh/m ²)	Δεκέμβριος (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh/m ²)
Θέρμανση	2.50	1.92	1.50	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.41	1.55	8.08
-Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	0.62	3.89	8.90	8.49	1.32	0.00	0.00	0.00	23.22
Υγραση	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZNX	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-Ηλιακή ενέργεια για ZNX	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Φωτισμός	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	59.67
Βοηθητικά συστήματα	0.37	0.33	0.37	0.36	0.37	0.36	0.37	0.37	0.36	0.37	0.36	0.37	4.35
-Φωτοβολταϊκά	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	7.84	7.22	6.85	5.52	5.96	9.22	14.24	13.83	6.65	5.34	5.74	6.89	95.32

Μετά τους υπολογισμούς από το πρόγραμμα για το συνολικό ποσό καταναλώσεων προχωράμε στον υπολογισμό του κόστους και επιλέγουμε από τον τιμοκατάλογο της ΔΕΗ το τιμολόγιο Γ21 γενικής χρήσης οπότε ανατρέχουμε στις χρεώσεις της συγκεκριμένης κατηγορίας. Έτσι λοιπόν θα έχουμε χρέωση 0,14002 €/kWh. Άρα:

$$111\text{m}^2 \times 95,32\text{kWh}/\text{m}^2 = 10580,52\text{kWh}/\text{έτος}$$

$$10580,52/3 = 3526,84\text{kWh}/4\text{μηνο}$$

$$3526,86 \times 0,14002 = 493,83 \text{ € ανά τετράμηνο.}$$

Τα πάγια έξοδα ανέρχονται σε 10,3 € /4μηνο , άρα στην τετραμηνία το συνολικό κόστος θα ανέρχεται σε 503,83 € όπου είναι αρκετά υψηλό. Στόχος μας είναι η ελαχιστοποίηση αυτού του ποσού με τις βελτιώσεις που θα κάνουμε στο επόμενο κεφάλαιο.

4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ”

4.1 Σενάριο 1^ο Επέμβαση στα Ηλεκτρομηχανολογικά Συστήματα

Στο Κεφάλαιο αυτό θα ασχοληθούμε με κάποιες βασικές επεμβάσεις που αφορούν τα Η/Μ συστήματα του κτιρίου όπως είναι ο φωτισμός, η θέρμανση και η ψύξη. Η αλλαγή μόνο τέτοιων συστημάτων είναι η πιο οικονομική και μπορεί να βελτιώσει οποιοδήποτε κτίριο αισθητά.

4.1.1 Φωτισμός

Στον τριτογενή τομέα, για τα κτίρια γραφείων, οι απαιτήσεις φωτισμού είναι ιδιαίτερα υψηλές. Πιο συγκεκριμένα η ελάχιστη απαίτηση σε χώρους γραφείων είναι 500 lux σύμφωνα με τις οδηγίες του ΚΕΝΑΚ. Το υφιστάμενο κτίριο διαθέτει 16 λαμπτήρες γραμμικού φθορισμού τύπου T8 με ισχύ 36W έκαστος, οι οποίοι δεν καλύπτουν τις ανάγκες του κτιρίου. Η πρότασή μας είναι η αντικατάσταση των λαμπτήρων αυτών με τους MasterLEDtubeUO 25W840 της Phillips. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνουμε την κάλυψη των αναγκών του φωτισμού χωρίς να χρειάζεται αντικατάσταση ή επέκταση των φωτιστικών σωμάτων ή αντικατάσταση των σκαφιδίων το οποίο συνεπάγεται επιπλέον κόστος. Ο έλεγχος της στάθμης φωτισμού μπορεί να γίνει με τον ακόλουθο τύπο.

$$\frac{148 \frac{Lm}{W} * 25 W * 16 \text{ Λαμπτήρες}}{111 m^2} = 533 lux$$

Τα 533 lx είναι εντός ορίων σύμφωνα με την οδηγία του ΚΕΝΑΚ.

Μετά την αλλαγή των λαμπτήρων προτείνουμε εγκατάσταση ανιχνευτών κίνησης στην οροφή κάθε δωματίου. Έτσι λοιπόν θα τοποθετήσουμε 4 ανιχνευτές κίνησης για χειροκίνητη

έναυση και αυτόματη σβέση σε περίπτωση και δεν υπάρχει κάποιος στο χώρο. Τα πλεονεκτήματα από την επέμβαση αυτή στον φωτισμό, είναι:

- Υψηλή ποιότητα φωτισμού και οπτικής άνεσης
- Μεγαλύτερη διάρκεια ζωής των λαμπτήρων
- Αυτόματη σβέση λαμπτήρων λόγω ανίχνευσης κίνησης
- Μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας

Στη συνέχεια περνάμε στην εισαγωγή των δεδομένων στο λογισμικό. Εισάγουμε την φωτεινή δραστικότητα του λαμπτήρα όπου το υπολογίζουμε από τα τεχνικά φυλλάδια που έχουμε από τον κατασκευαστή με τον τύπο \mathbf{Im} (λαμπτήρα)/ \mathbf{W} (ισχύ λαμπτήρα) και την επιθυμητή ισχύ φωτισμού όπου εδώ εισάγουμε την συνολική ισχύ των λαμπτήρων της εγκατάστασης. Επίσης επιλέγουμε αυτόματο έλεγχο φωτισμού αφού προτείνουμε ανιχνευτές κίνησης ενώ παράλληλα επιλέγουμε και χειροκίνητη έναυση/αυτόματη σβέση για λόγους μεγαλύτερης εξοικονόμησης ενέργειας.

Φωτισμός	
Χρήση	Γραφεία
Φωτεινή δραστικότητα λαμπτήρα (lm/W)	148.0
Επιθυμητή ισχύς φωτισμού (W)	660.00
Υπολογιζόμενη ισχύς φωτισμού (W/m ²)	5.95
Αυτοματισμοί ελέγχου φυσικού φωτισμού	Αυτόματος έλεγχος φωτισμού
Αυτοματισμοί ανίχνευσης κίνησης	Χειροκίνητη έναυση/αυτόματη σβέση
Σύστημα ατμομάκρυνσης θερμότητας φωτιστικών	ΝΑΙ
Φωτισμός ασφαλείας	ΝΑΙ
Εφεδρικό σύστημα	ΟΧΙ
Εγκατεστημένη ισχύς (kW)	0.6618
Επιθυμητή περιοχή Φυσικού Φωτισμού (%)	0
Περιοχή Φυσικού Φωτισμού (%)	86
Κόστος (€)	1036.00

Σχήμα 4.1 Εισαγωγή δεδομένων φωτισμού στο λογισμικό.

Με την εγκατάσταση ανιχνευτών κίνησης και την δυνατότητα αυτόματης σβέσης φωτιστικών αλλάζει ο συντελεστής επίδρασης παρουσίας ή απουσίας χρηστών σύμφωνα με τον πίνακα 5.4 της TOTEE 20701-1.

Πίνακας 4.1 Οδηγία TOTEE για τον συντελεστή επίδρασης παρουσίας ή απουσίας χρηστών

Συστήματα χωρίς αισθητήρες ανίχνευσης παρουσίας ή απουσίας	F₀
Χειροκίνητος διακόπτης (αφής / σβέσης)	1,00
Χειροκίνητος διακόπτης (αφής/σβέσης) και πρόσθετη αυτόματη ένδειξη για συνολική σβέση	0,95
Συστήματα με αισθητήρες ανίχνευσης παρουσίας ή απουσίας	F₀
Αυτόματη έναυση / ρύθμιση φωτεινής ροής	0,95
Αυτόματη έναυση και σβέση	0,90
Χειροκίνητη έναυση / ρύθμιση φωτεινής ροής	0,90
Χειροκίνητη έναυση / αυτόματη σβέση	0,80

Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς υπολογίζεται μέσω του τύπου $16 \text{ W/m}^2 \times 55/148 = 5,95 \text{ W/m}^2$, όπου όλες αυτές οι τιμές αφορούν το κτίριο αναφοράς. Για τους προτεινόμενους λαμπτήρες λοιπόν θα έχουμε $5,95 \text{ W/m}^2 \times 111 \text{ m}^2 = 660 \text{ W}$.

Το κόστος λαμπτήρων ανέρχεται στα 39€/τεμάχιο, των ανιχνευτών κίνησης και διακοπών λειτουργίας 74.39€/τεμάχιο και των χειριστηρίων ανιχνευτών 28€. Συνολικά για τον 1^ο όροφο όπου στεγάζονται και τα γραφεία θα χρειαστούμε 16 λαμπτήρες, ενώ θα χρειαστούν 4 ανιχνευτές κίνησης, διακόπτες λειτουργίας και χειριστήρια ανιχνευτών, οπότε το συνολικό κόστος ανέρχεται στα 1036€. (Στο Παράρτημα 1 φαίνονται αναλυτικά τα στοιχεία του λαμπτήρα που χρησιμοποιήσαμε).

4.1.2 Θέρμανση – Ψύξη

Οι αντλίες θερμότητας καθώς και όλες οι ηλεκτρικές συσκευές πλέον είναι υποχρεωτικό να συνοδεύονται από την ενεργειακή τους ετικέτα και να αναγράφουν την ενεργειακή κλάση στην οποία ανήκουν, σύμφωνα με οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η ενεργειακή κλάση ορίζεται από τους συντελεστές EER για την λειτουργία της ψύξης και COP για την λειτουργία της θέρμανσης και προσδιορίζει την κατηγορία ενεργειακής κλάσης της συσκευής. Στο σχήμα 4.2 απεικονίζονται τα όρια της κάθε ενεργειακής κλάσης.

	SEER	SCOP
A+++	SEER \geq 8.5	SCOP \geq 5.1
A++	6.1 \leq SEER < 8.5	4.6 \leq SCOP < 5.1
A+	5.6 \leq SEER < 6.1	4.0 \leq SCOP < 4.6
A	5.1 \leq SEER < 5.6	3.4 \leq SCOP < 4.0
B	4.6 \leq SEER < 5.1	3.4 \leq SCOP < 4.0
C	4.1 \leq SEER < 4.6	2.8 \leq SCOP < 3.1
D	3.6 \leq SEER < 4.1	2.5 \leq SCOP < 2.8
E	3.1 \leq SEER < 3.6	2.2 \leq SCOP < 2.5
F	2.6 \leq SEER < 3.1	2.2 \leq SCOP < 2.5
G	SEER < 2.6	SCOP < 1.9

Σχήμα 4.2 Ενεργειακή ετικέτα για την αναγραφή της ενεργειακή κλάσης.

Όλα τα συστήματα τελευταίας τεχνολογίας, αερόψυκτων αντλιών θερμότητας (Air Condition), είναι εφοδιασμένα με σύστημα inverter. Το σύστημα αυτό μεταβάλλει την θερμική/ψυκτική απόδοση του μηχανήματος ανάλογα με τα φορτία και τη διαφορά θερμοκρασίας του χώρου. Όταν η θερμοκρασία αποκλίνει πολύ από την επιθυμητή, λειτουργεί σε υψηλές συχνότητες, ενώ όταν η διαφορά είναι μικρή λειτουργεί σε χαμηλές.

Τα βασικότερα πλεονεκτήματα ενός aircondition με inverter σε σύγκριση με ένα συμβατικό σύστημα παλαιού τύπου on/off είναι:

- Ταχύτερη επίτευξη της επιθυμητής θερμοκρασίας και μείωση του χρόνου έναρξης κατά 1/3.
- Ακριβής διατήρηση επιθυμητής θερμοκρασίας λόγω της συνεχής λειτουργίας σε χαμηλότερη ισχύ σε σύγκριση με την πολλαπλή εκκίνηση των συμβατικών on/off. Συνεπώς και βέλτιστες συνθήκες άνεσης στον χώρο.
- Εξοικονόμηση ενέργειας
- Μειωμένα επίπεδα θορύβου

Για την επέμβαση στα συστήματα θέρμανσης/ψύξης προτείνεται αντικατάσταση των τοπικών αερόψυκτων αντλιών θερμότητας συμβατικής λειτουργίας on/off, με μηχανήματα τελευταίας τεχνολογίας και σύστημα inverter.

Χρησιμοποιώντας τεχνολογία inverter, αλλάζει η κατηγορία διατάξεων ελέγχου και αυτοματισμών και από Δ γίνεται Β, σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-1.

Το κτίριο όπως έχουμε προαναφέρει έχει 4 αερόψυκτες μονάδες Α.Θ. οι οποίες θα αντικατασταθούν από 4 σύγχρονες μονάδες με inverter. Τα στοιχεία των μονάδων αυτών είναι:

- Η 1η αερόψυκτη μονάδα είναι 18.000 btu/h, της Mitsubishi MSZ SF50VE PLUS με ενδεικτική τιμή 1100 €

Θέρμανση	Ψύξη
Ενεργειακή Κλάση: A+	Ενεργειακή Κλάση: A++
Μέγιστη Ισχύς: 24.908 Btu/h	Μέγιστη Ισχύς: 18.425 Btu/h
COP: 4,4	EER: 7,2

- Οι 3 αερόψυκτες μονάδες είναι 9000 btu/h, της Toyotomi TRNTRG 528ZR με ενδεικτική τιμή τα 1500€ (και για τις 3 ΑΘ τα οποία είναι ίδιου τύπου).

Θέρμανση	Ψύξη
Ενεργειακή Κλάση: A+	Ενεργειακή Κλάση: A++
Μέγιστη Ισχύς: 14.000 Btu/h	Μέγιστη Ισχύς: 11.020 Btu/h
COP: 5,1	EER: 6,1

Στο Παράρτημα 1 φαίνονται αναλυτικά τα στοιχεία των ΑΘ. που χρησιμοποιήσαμε.

4.1.3 Βαθμολόγηση Ενεργειακής Απόδοσης 1^{ου} Σεναρίου

Με βάση τα αποτελέσματα του λογισμικού η ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου βελτιώνεται από κατηγορία Δ σε Β+ . Παρατηρούμε ότι η ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας μειώνεται από 300,39 σε 103,27 kWh/m² Ανά Έτος και οι εκπομπές ρύπων μειώνονται επίσης από 102,55 σε 35,26 CO₂ (Kg CO₂/m²).

Με τις παραπάνω βελτιώσεις στα Η/Μ συστήματα η ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας ανέρχεται σε 65.6%. Παρακάτω παρουσιάζουμε το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου για το σενάριο αυτό.

ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗ ενεργειακής απόδοσης	
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ [kWh/(m ² ·έτος)]
ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	
A+ EP ≤ 0.33	
A 0.33 R_R < EP ≤ 0.50 R_R	
B+ 0.50 R_R < EP ≤ 0.75 R_R	← 103.27
B 0.75 R_R < EP ≤ 1.00 R_R	
Γ 1.00 R_R < EP ≤ 1.41 R_R	
Δ 1.41 R_R < EP ≤ 1.82 R_R	
Ε 1.82 R_R < EP ≤ 2.27 R_R	
Ζ 2.27 R_R < EP ≤ 2.73 R_R	
Η 2.73 R_R < EP	
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ	
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου αναφοράς [kWh/m ²]: 171.56	B+
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]: 103.27	
Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO ₂ [KgCO ₂ /m ²] 35.26	

Σχήμα 4.3 Πιστοποιητικό Ενεργειακή Απόδοσης 1ου Σεναρίου

Το κόστος για την πρόταση αυτή προκύπτει από το κόστος εγκατάστασης φωτισμού όπου ανέρχεται σε 1036 € και το κόστος αντικατάστασης κλιματιστικών μονάδων όπου ανέρχεται σε 2600 €. Συνεπώς το συνολικό κόστος του πρώτου σεναρίου θα είναι 3636 €. Στο ποσό αυτό συμπεριλαμβάνονται όλα τα υλικά και η εργασία για την εγκατάσταση.

Οι συνολικές καταναλώσεις για την πρόταση που έχουμε κάνει φαίνονται παρακάτω στο πίνακα 4.1.2 ανά μήνα και ανά κατηγορία.

Πίνακας 4.2 Συνολικές Ενεργειακές καταναλώσεις Κτιρίου 1^ο Σεναρίου

	Ιανουάριος (kWh/m ²)	Φεβρουάριος (kWh/m ²)	Μάρτιος (kWh/m ²)	Απρίλιος (kWh/m ²)	Μάιος (kWh/m ²)	Ιούνιος (kWh/m ²)	Ιούλιος (kWh/m ²)	Αύγουστος (kWh/m ²)	Σεπτέμβριος (kWh/m ²)	Οκτώβριος (kWh/m ²)	Νοέμβριος (kWh/m ²)	Δεκέμβριος (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh/m ²)
Θέρμανση	4.29	3.56	2.34	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.52	2.89	13.83
-Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.66	2.09	1.94	0.16	0.00	0.00	0.00	4.92
Υγραση	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZNX	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-Ηλιακή ενέργεια για ZNX	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Φωτισμός	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	12.52
Βοηθητικά συστήματα	0.37	0.33	0.37	0.36	0.37	0.36	0.37	0.36	0.36	0.37	0.36	0.37	4.35
-Φωτοβολταικά	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	5.71	4.93	3.75	1.63	1.47	2.06	3.50	3.35	1.56	1.41	1.92	4.30	35.61

Αφού λοιπόν έχουμε τις συνολικές ενεργειακές καταναλώσεις του κτιρίου του 1^ο Σεναρίου είμαστε σε θέση τώρα να υπολογίσουμε και το κέρδος που μας αποφέρει αυτή η πρόταση. Με βάση τον ισχύοντα τιμοκατάλογο της ΔΕΗ Γ21 αναζητούμε την τιμή της kWh. Ο Αναλυτικός τιμοκατάλογος της ΔΕΗ παρατίθεται στο παράρτημα 2. Έτσι λοιπόν πάμε να υπολογίσουμε για τις 35.61 kWh, πιο θα είναι το τετραμηνιαίο κόστος και έχουμε:

$$111\text{m}^2 \times 35,61 \text{ kWh/m}^2 = 3952,71\text{kWh/ έτος}$$

$$3952,71/3 = 1371,57 \text{ kWh/ 4μηνο}$$

$$1371,57 \times 0,14002 = 192,05 \text{ € / 4μηνο}$$

Τα πάγια έξοδα ανέρχονται σε 10,3 € /4μηνο , άρα το συνολικό τετραμηνιαίο κόστος θα ανέρχεται σε 202,05 €.

4.2 Σενάριο 2^ο Επέμβαση στις Διαφανείς Επιφάνειες

Στο σενάριο αυτό βελτιώνουμε ενεργειακά το κτίριο κάνοντας ολική αλλαγή των ανοιγμάτων ενώ παράλληλα διατηρούμε τις επεμβάσεις που έχουν ήδη γίνει στο κτίριο από το σενάριο 1. Συγκεντρωτικά δηλαδή, για το σενάριο 2 θα γίνουν βελτιώσεις στα Η/Μ (Ψύξη, Θέρμανση και Φωτισμός) και στα ανοίγματα του κτιρίου. Για τα ανοίγματα προμηθευτήκαμε κάποιους καταλόγους της εταιρίας όπου και παραθέτουμε στο παράρτημα 1. Τα κουφώματα που επιλέχθηκαν είναι όλα με διπλό τζάμι και θερμοδιακοπόμενα ενώ περιέχουν και το αέριο Argon ως μέσο θερμοδιακοπής για την καλύτερη αποφυγή θερμικών απωλειών.

4.2.1 Διαφανείς Επιφάνειες

Σε αυτό το σενάριο γίνεται επέμβαση στα ανοίγματα του κτιρίου βελτιώνοντας τους συντελεστές U_f (U_{frame}) όπου αναφερόμαστε στις ιδιότητες του πλαισίου και U_g (U_{glass}) όπου αναφερόμαστε στις ιδιότητες του υαλοπίνακα, συνεπώς το U των ανοιγμάτων θα γίνει αποδεκτό όπως προβλέπει ο κανονισμός μετά τις παρεμβάσεις μας.

Το γυαλί από μόνο του σαν υλικό έχει μεγάλο συντελεστή θερμοπερατότητας για να καταφέρουμε να μειώσουμε τον συντελεστή αυτό χρησιμοποιούμε τζάμια διπλής επίστρωσης με Argon. Έτσι λοιπόν γίνεται αντικατάσταση των μεταλλικών κουφωμάτων με σύγχρονα κουφώματα διπλού διακένου. Με αυτόν τον τρόπο παρατηρούμε βελτίωση του U_g από $5.7W/m^2K$ σε $1.1W/m^2K$, ενώ για το $U_{fαπό}$ $7 W/m^2K$ σε $1.9 W/m^2K$.

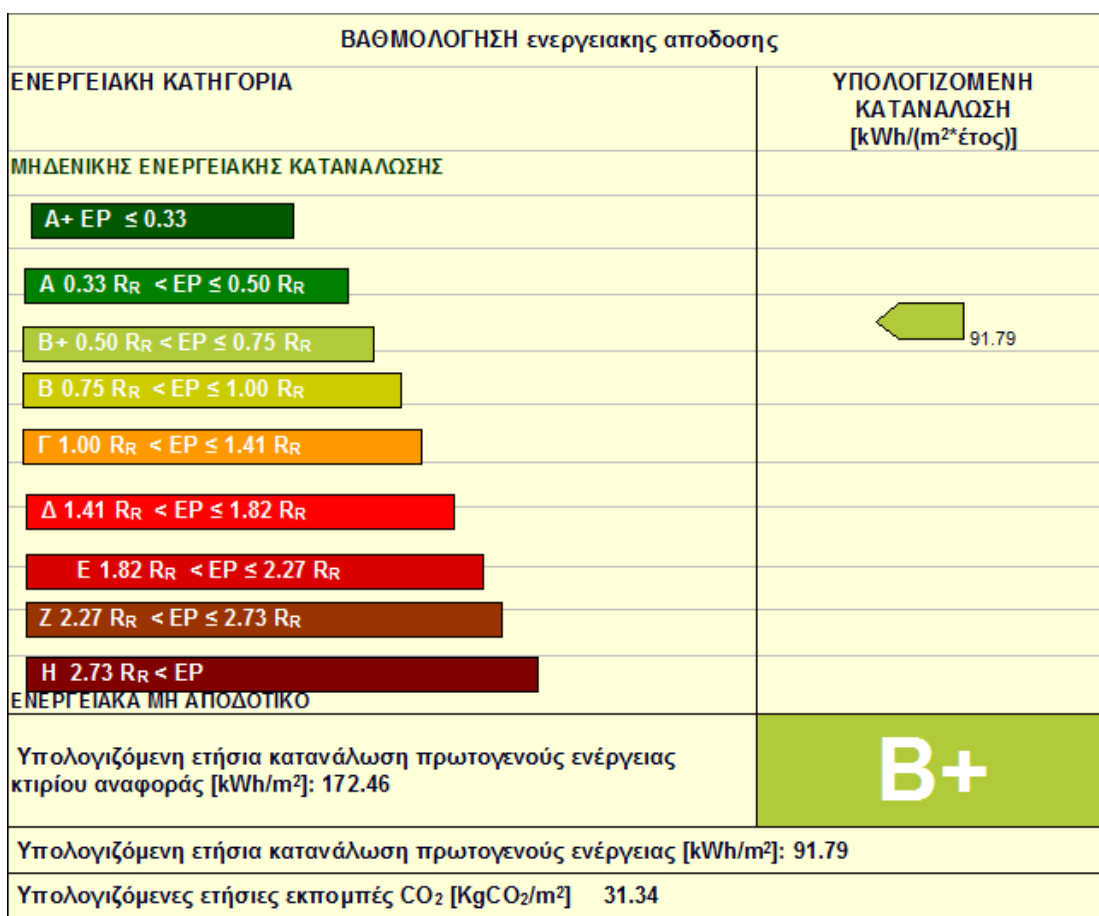
Πίνακας 4.3 Στοιχεία Ανοιγμάτων

	Ανοίγμ.	Περιγραφή	Πλάτ. (m)	Ύψος (m)	Συντ. θερμικών ηλιακών απολαβών	Πλάτος πλαισίου (m)	Συντ. Θερμοπ. πλαισίου U_f	Συντ. Θερμοπ. υαλοπίνακα U_g	Συντ. γραμμικής Θερμοπ. υαλοπίνακα	Αριθμός φύλλων
1	A1	Διπλό διακένου 6mm (μεταλλικό ισ.πλ. 10cm)	1.40	2.30	0.68	0.100	1.9	1.1	0.08	2
2	A2	Διπλό διακένου 6mm (μεταλλικό ισ.πλ. 10cm)	1.40	2.30	0.68	0.100	1.9	1.1	0.08	2
3	A3	Διπλό διακένου 6mm (μεταλλικό ισ.πλ. 10cm)	1.00	1.30	0.68	0.100	1.9	1.1	0.08	2
4	A4	Διπλό διακένου 6mm (μεταλλικό ισ.πλ. 10cm)	2.50	2.30	0.68	0.100	3	1.1	0.08	2
5	A5	Ανοίγμα χωρίς τζάμι (συνθετικό πλαίσιο)	1.00	2.30			1.9	1.1		1
6	A6	Διπλό διακένου 6mm (μεταλλικό ισ.πλ. 10cm)	1.40	2.30	0.68	0.100	1.9	1.1	0.08	2
7	A7	Διπλό διακένου 6mm (μεταλλικό ισ.πλ. 10cm)	1.20	1.30	0.68	0.100	1.9	1.1	0.08	2
	Ανοίγμ.	Περιγραφή	Υπολογιζόμενο μήκος θερμογέφυρας l_a	Επιθ. Συντ. U (W/m^2K)	Υπολ. Συντ. U (W/m^2K)	Τιμή αερισμού λόγω χαρσαμάδων	Είδος ανοίγματος	Απορροφη πόρτας as,c	Ικανότητα εκπομπής πόρτας ϵ	Κόστος (€/m ²)
1	A1	Διπλό διακένου 6mm (μεταλλικό ισ.πλ. 10cm)	10.40		1.637	6.2	Πόρτα			288.54
2	A2	Διπλό διακένου 6mm (μεταλλικό ισ.πλ. 10cm)	10.40		1.637	6.2	Πόρτα			288.54
3	A3	Διπλό διακένου 6mm (μεταλλικό ισ.πλ. 10cm)	5.600		1.838	6.2	Παράθυρο			402.91
4	A4	Διπλό διακένου 6mm (μεταλλικό ισ.πλ. 10cm)	12.60		1.718	6.2	Πόρτα			206.17
5	A5	Ανοίγμα χωρίς τζάμι (συνθετικό πλαίσιο)	5.800		1.32		Πόρτα			291.07
6	A6	Διπλό διακένου 6mm (μεταλλικό ισ.πλ. 10cm)	10.40		1.637	6.2	Πόρτα			288.54
7	A7	Διπλό διακένου 6mm (μεταλλικό ισ.πλ. 10cm)	6.000		1.756	6.2	Παράθυρο			414.57

Οι βελτιώσεις και εδώ είναι σημαντικές όπως παρατηρούμε. Στους υπολογισμούς για την αποπληρωμή όλων αυτών των στοιχείων που αντικαταστάθηκαν θα δούμε αν όντως συμφέρει η αντικατάσταση των διάφανων επιφανειών στο βάθος χρόνου και πιο είναι το τετραμηνιαίο κέρδος χρηματικά. Στο Πρόγραμμα το κόστος των ανοιγμάτων το καταχωρούμε όπως φαίνεται παραπάνω στον πίνακα, δηλαδή €/m² ανάλογα με το εμβαδό που καταλαμβάνει το κάθε ένα στοιχείο. Το συνολικό κόστος της εγκατάστασης λοιπόν θα ανέρχεται σε 5812.8 €

4.2.2 Βαθμολόγηση Ενεργειακής Απόδοσης 2^ο Σεναρίου

Με βάση τα αποτελέσματα του λογισμικού η ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου δεν βελτιώνεται κατηγορία. Παρατηρούμε όμως ότι η ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας μειώνεται από 103.27 σε 91.79 kWh/m²*Έτος και οι εκπομπές ρύπων μειώνονται επίσης από 35.26 σε 31.34 CO₂ (KgCO₂/m²). Με τις βελτιώσεις που κάναμε στο 1^ο σενάριο η ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας άγγιξε το 65.6% ενώ με την αντικατάσταση των κουφωμάτων ανέρχεται στο 69.4% σε σύγκριση με το αρχικό μας κτίριο. Η διαφορά δηλαδή είναι αρκετά μικρή και ανέρχεται στο 3.8%.



Σχήμα 4.4 Πιστοποιητικό Ενεργειακή Απόδοσης 2ου Σεναρίου

Κατά την αξιολόγηση της επέμβασης σύμφωνα με την οικονομική ανάλυση του λογισμικού παρατηρείται ότι η αντικατάσταση κουφωμάτων προσφέρει μικρή εξοικονόμηση ενέργειας, παρά τη βέλτιστη ενεργειακή συμπεριφορά που παρουσιάζουν, σε σχέση με τα κουφώματα που υπήρχαν.

Ανοίγουμε πάλι την καρτέλα των συγκεντρωτικών συνολικών καταναλώσεων για να ξεκινήσουμε τους υπολογισμούς για την εύρεση του κέρδους.

Πίνακας 4.4 Συνολικές Ενεργειακές καταναλώσεις Κτιρίου2^ο Σεναρίου

	Ιανουάριος (kWh/m ²)	Φεβρουάριος (kWh/m ²)	Μάρτιος (kWh/m ²)	Απρίλιος (kWh/m ²)	Μάιος (kWh/m ²)	Ιούνιος (kWh/m ²)	Ιούλιος (kWh/m ²)	Αύγουστος (kWh/m ²)	Σεπτέμβριος (kWh/m ²)	Οκτώβριος (kWh/m ²)	Νοέμβριος (kWh/m ²)	Δεκέμβριος (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh/m ²)
Θέρμανση	3.12	2.57	1.64	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32	2.06	9.84
-Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.75	2.03	1.90	0.20	0.00	0.00	0.00	4.95
Υγραση	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZNX	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-Ηλιακή ενέργεια για ZNX	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Φωτισμός	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	12.52
Βοηθητικά συστήματα	0.37	0.33	0.37	0.36	0.37	0.36	0.37	0.37	0.36	0.37	0.36	0.37	4.35
-Φωτοβολταικά	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	4.53	3.94	3.05	1.54	1.48	2.15	3.45	3.31	1.60	1.41	1.72	3.47	31.65

Έτσι λοιπόν βλέπουμε ότι η κατανάλωση ανέρχεται σε 31,65kWh/m² το έτος. Ανατρέχουμε στον τιμοκατάλογο της ΔΕΗ και συνεπώς θα έχουμε:

$$111\text{m}^2 \times 31,65\text{kWh}/\text{m}^2 = 3513,15\text{kWh}/\text{έτος}$$

$$3513,15/3 = 1171,05 \text{ kWh}/4\text{μηνο}$$

$$1171,05 \times 0,14002 = 163,97 \text{ €}/4\text{μηνο}$$

Τα πάγια έξοδα ανέρχονται σε 10,3 € /4μηνο , άρα το συνολικό τετραμηνιαίο κόστος θα ισούται με 174,27 €.

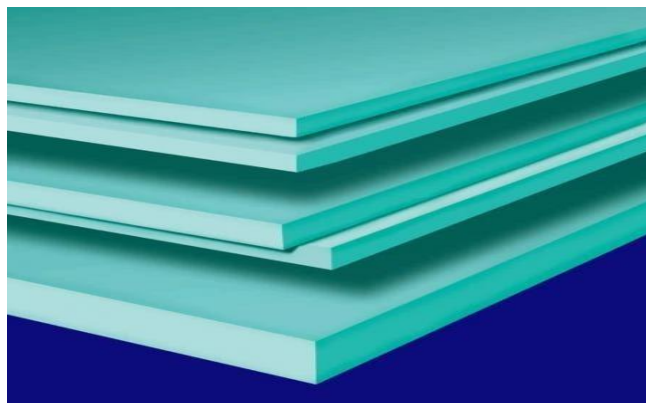
4.3 Σενάριο 3^ο Επέμβαση στις Αδιαφανείς Επιφάνειες

Στο σενάριο αυτό θα βελτιώσουμε ακόμα πιο αποτελεσματικά το κτίριο προσθέτοντας μονώσεις στην εξωτερική τοιχοποιία ή αλλιώς στο κτιριακό κέλυφος. Με τον τρόπο αυτό θα εξασφαλίσουμε ακόμα λιγότερες ενεργειακές απώλειες και συνεπώς βοηθάμε και το περιβάλλον. Οι επεμβάσεις που έχουν γίνει στα προηγούμενα σενάρια παραμένουν ενώ για το 3^ο σενάριο θα προσθέσουμε και τις μετατροπές που θα γίνουν στα δομικά υλικά.

4.3.1 Κτιριακό Κέλυφος

Κάθε τοίχος του κτιρίου που αποτελείται από κάποια συγκεκριμένα δομικά υλικά. Κάθε υλικό που έχει χρησιμοποιηθεί στην τοιχοποιία έχει κάποιες ιδιότητες, μια από αυτές ίσως και η σημαντικότερη είναι η μεταφορά θερμικών ποσών ενέργειας δια μέσω των υλικών. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας είναι αυτός που μας δείχνει αυτή τη μεταφορά και

συμβολίζεται με U. Για την διόρθωση του U θα χρησιμοποιήσουμε μονώσεις μεγαλύτερου πάχους. Αυτό θα το πετύχουμε τοποθετώντας εξηλασμένη πολυστερίνη ή αλλιώς FIBRAN. Το υλικό αυτό χρησιμοποιείται διότι προσφέρει προστασία ενάντια στον παγετό, έχει χαμηλό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας, έχει χαμηλή απορρόφηση υγρασίας, έχει άψογη θερμομονωτική και μηχανική συμπεριφορά και έχει άριστη πρόσφυση με το σκυρόδεμα ή με τα συγκολλητικά κονιάματα. Το FIBRAN φαίνεται και παρακάτω στο σχήμα και αποτελεί το βασικό υλικό για τις επεμβάσεις μας στο σενάριο αυτό.



Σχήμα 4.5 Θερμομονωτικό υλικό FIBRANeco

Για να εντοπίσουμε ακριβώς την περιοχή που θα επέμβουμε τοποθετώντας επιπλέον μόνωση θα μετρήσουμε το εμβαδόν του κάθε εξωτερικού τοίχου και θα αφαιρέσουμε τα ανοίγματα. Έτσι λοιπόν το συνολικό εμβαδό ανέρχεται σε 96 m^2 . Επεμβάσεις επίσης θα γίνουν και στην οροφή όπου το κομμάτι της οροφής που μας ενδιαφέρει ισούται με 104 m^2 , συνεπώς η συνολική επιφάνεια θα είναι ίση με 225 m^2 .

Το FIBRAN που επιλέξαμε έχει διαστάσεις $1.25\text{m} \times 0.60\text{m} \times 5\text{cm}$ και η τιμή του κάθε κομματιού ανέρχεται σε 5 €. Άρα λοιπόν θα χρειαστούμε $225/0.75=300$ κομμάτια Fibran, με κόστος 1500 € μόνο για αυτό το υλικό. Αν συνυπολογίσουμε όλα τα υλικά και την εργασία των τεχνικών το κόστος ανέρχεται περίπου σε 5240 €.

Οι νέες τιμές των συντελεστών θερμοπερατότητας U των τοίχων, των δοκών και της οροφής φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 4.5 Βελτιωμένοι συντελεστές θερμοπερατότητας U τοιχοποιίας

α/α	Τύπος Τοίχοποιιας	Υπαλιό W/(m ² K)	Υνέο W/(m ² K)	U _{max} Επιτρ. W/(m ² K)
1	Διπλή εξωτερική τοιχοποιία (Τύπος T2)	1.740	0.499	0.6
2	Εξωτερική δοκός/υποστύλωμα (Τύπος T7)	0.682	0.432	0.6
3	Οροφή (Τύπος O1)	0.655	0.495	0.5
4	Εσωτερικός τοίχος αμόνωτος προς ΜΘΧ, πάχους 25cm (Τύπος E1)	1.697	1.397	1.5
5	Δοκός/υποστύλωμα προς ΜΘΧ (Τύπος E7)	1.532	0.432	1.5

Τα U_{max} είναι οι μέγιστες επιτρεπτές τιμές για τις αδιαφανείς επιφάνειες σύμφωνα με τον κανονισμό του ΚΕΝΑΚ.

Το Υνέο είναι ο συντελεστής θερμοπερατότητας μετά τις επεμβάσεις μας στα δομικά υλικά δηλαδή μετά την προσθήκη της θερμομόωσης.

4.3.2 Βαθμολόγηση Ενεργειακής Απόδοσης 3^ο Σεναρίου

Τα αποτελέσματα του λογισμικού δείχνουν την ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου να βελτιώνεται και να αλλάζει κατηγορία το κτίριο. Παρατηρούμε λοιπόν την ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας να μειώνεται από 91.79kWh/m²*Ετος σε 71.72kWh/m²*Ετος και οι εκπομπές ρύπων μειώνονται επίσης από 31.34 CO₂ (KgCO₂/m²) σε 24.48CO₂ (KgCO₂/m²).

Με τις βελτιώσεις που κάναμε στα δύο προηγούμενα σενάρια η ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας άγγιζε το 69.4% ενώ με την προσθήκη της μόνωσης στην εξωτερική τοιχοποιία και την οροφή ανέρχεται στο 76.1% σε σύγκριση με το αρχικό μας κτίριο. Η διαφορά είναι της τάξεως του 6.7%.

ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗ ενεργειακής απόδοσης	
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ [kWh/(m ² *έτος)]
ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	
A+ EP ≤ 0.33	
A 0.33 R_R < EP ≤ 0.50 R_R	71.72
B+ 0.50 R_R < EP ≤ 0.75 R_R	
B 0.75 R_R < EP ≤ 1.00 R_R	
Γ 1.00 R_R < EP ≤ 1.41 R_R	
Δ 1.41 R_R < EP ≤ 1.82 R_R	
Ε 1.82 R_R < EP ≤ 2.27 R_R	
Ζ 2.27 R_R < EP ≤ 2.73 R_R	
Η 2.73 R_R < EP	
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ	
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου αναφοράς [kWh/m ²]: 166.33	A
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]: 71.72	
Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO ₂ [KgCO ₂ /m ²] 24.48	

Σχήμα 4.6 Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης 3ου Σεναρίου

Πίνακας 4.6 Συνολικές Ενεργειακές καταναλώσεις Κτιρίου 3^{ου} Σεναρίου

	Ιανουάριος (kWh/m ²)	Φεβρουάριος (kWh/m ²)	Μάρτιος (kWh/m ²)	Απρίλιος (kWh/m ²)	Μάιος (kWh/m ²)	Ιούνιος (kWh/m ²)	Ιούλιος (kWh/m ²)	Αύγουστος (kWh/m ²)	Σεπτέμβριος (kWh/m ²)	Οκτώβριος (kWh/m ²)	Νοέμβριος (kWh/m ²)	Δεκέμβριος (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh/m ²)
Θέρμανση	1.22	1.00	0.63	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.79	3.79
-Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.66	1.64	1.54	0.18	0.00	0.00	0.00	4.08
Υγραση	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZNX	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-Ηλιακή ενέργεια για ZNX	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Φωτισμός	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	12.52
Βοηθητικά συστήματα	0.37	0.33	0.37	0.36	0.37	0.36	0.37	0.37	0.36	0.37	0.36	0.37	4.35
-Φωτοβολταϊκά	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	2.64	2.38	2.04	1.44	1.47	2.06	3.05	2.95	1.58	1.41	1.50	2.20	24.73

Έτσι λοιπόν βλέπουμε ότι η κατανάλωση ανέρχεται σε 24.73 kWh/m² το έτος. Ανατρέχουμε στον τιμοκατάλογο της ΔΕΗ γενικής χρήσης Γ21 και συνεπώς θα έχουμε:

$$111\text{m}^2 \times 24,73\text{kWh}/\text{m}^2 = 24745,03\text{kWh}/\text{έτος}$$

$$24745,03/3 = 912,01\text{kWh}/4\text{μηνο}$$

$$912,01 \times 0,14002 = 127,7 \text{ €}/4\text{μηνο}$$

Τα πάγια έξοδα ανέρχονται σε 10,3 € /4μηνο , άρα το συνολικό τετραμηνιαίο κόστος θα ισούται με 138 €.

4.4 Σενάριο 4^ο Μελέτη και Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών Μονάδων

Αφού έχουμε μειώσει τις ενεργειακές ανάγκες του κτιρίου στα παραπάνω σενάρια καλύπτουμε τις υπολειπόμενες ενεργειακές απαιτήσεις του, με την χρήση φωτοβολταϊκών μονάδων ώστε το κτίριο να έχει μηδενική κατανάλωση ενέργειας.

Το 4^ο σενάριο αφορά την εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος ώστε το κτίριο να γίνει ενεργειακά αυτόνομο. Όλες οι καταναλώσεις του κτιρίου είναι καθαρά ηλεκτρικές. Για την εισαγωγή των Φ/Β μονάδων θα κάνουμε μια μελέτη για την επαρκή κάλυψη όλων των ενεργειακών αναγκών ενώ θα προσπαθήσουμε να μην έχουμε περίσσειμα ενέργειας και συνεπώς μεγαλύτερο κόστος εγκατάστασης.

4.4.1 Γενικά Στοιχεία

Φωτοβολταϊκό φαινόμενο ονομάζεται η άμεση μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική τάση. Για ευκολία, συνήθως χρησιμοποιούμε τη συντόμευση Φ/Β για τη λέξη “φωτοβολταϊκό” (Photovoltaic - PV). Τα φωτοβολταϊκά ή Φ/Β κύτταρο ή αλλιώς Φ/Β κυψέλες (PVCells) είναι η ηλεκτρονική διάταξη που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια όταν δέχονται ακτινοβολία και αποτελούνται από τα Φ/Β πλαίσια, ένα σύστημα inverter και κάποιες φορές από μια συστοιχία μπαταριών. Όταν υπάρχουν συστοιχίες μπαταριών υπάρχει και ένας ρυθμιστής φόρτισης για να φορτίζει τις μπαταρίες. Το σύστημα inverter βοηθάει στην μετατροπή του συνεχούς ρεύματος (DC) που μας παρέχει η συστοιχία των Φ/Β, σε εναλλασσόμενο ρεύμα (AC) ώστε να μπορεί να συνδεθεί με το δίκτυο τροφοδοσίας για λόγους ασφαλείας ή ενίοτε για λόγους τροφοδοσίας ή αυτονομίας. Όταν τα φωτοβολταϊκά εκτεθούν στην ηλιακή ακτινοβολία, μετατρέπουν ένα 5-19% της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική και διαχωρίζονται σε 3 τύπους που φαίνονται παρακάτω.

ΤΥΠΟΣ	'Λεπτού υμενίου' ή 'Thin Film'	Πολυκρυσταλλικά	Μονοκρυσταλλικά
Εμφάνιση			

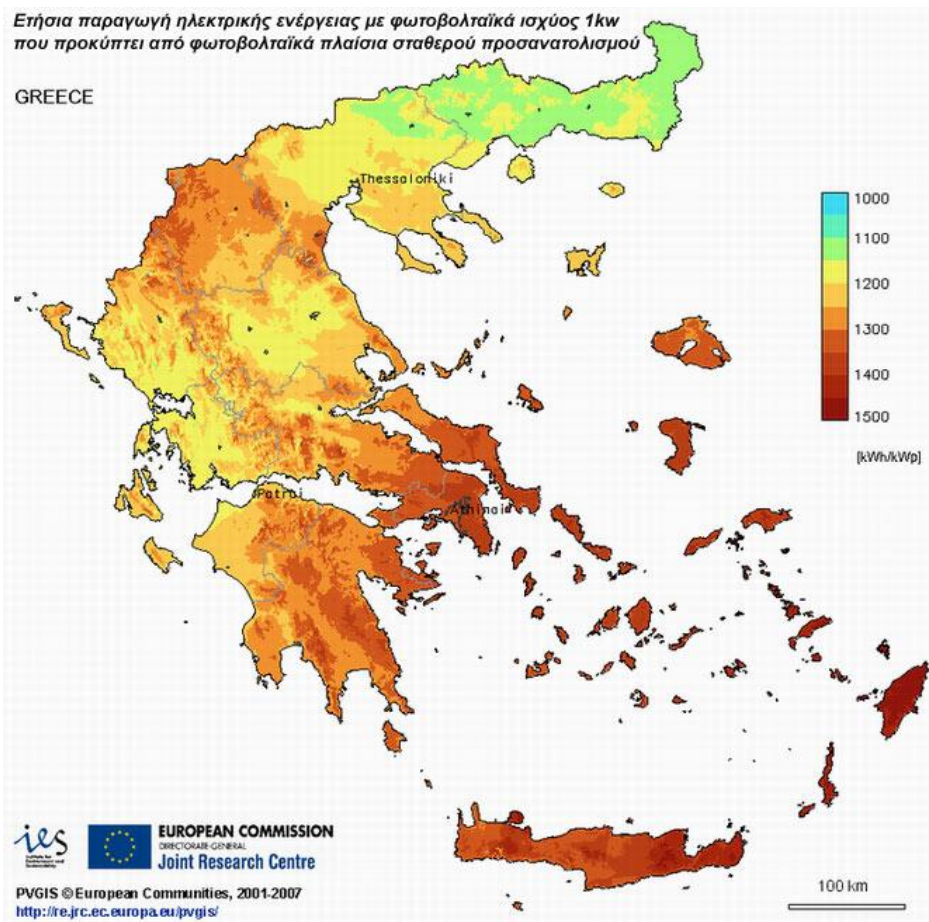
Σχήμα 4.7 Τύποι Φωτοβολταϊκών

Η τεχνολογία συνεχώς εξελίσσεται και υπάρχουν και άλλοι τύποι φωτοβολταϊκών πλέον όπως είναι τα Οργανικά φωτοβολταϊκά κελιά (OPV).

4.4.2 Μελέτη Εγκατάστασης Φωτοβολταϊκών

Για να ξεκινήσουμε να μελετάμε-σχεδιάζουμε το σύστημα που θέλουμε να εγκαταστήσουμε στο κτίριο θα πρέπει να ξέρουμε τον αριθμό των καταναλώσεων που θέλουμε να καλύψουμε όπως επίσης και την ετήσια ηλιοφάνεια για την περιοχή του Ηρακλείου Κρήτης. Για την εύρεση της ακριβούς ηλιοφάνειας στην Κρήτη ανατρέχουμε στο λογισμικό PVGIS όπου υπάρχουν οι τιμές που αναζητάμε για την κατάλληλη επιλογή της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης.

Αφού ανατρέξουμε πρώτα στον πίνακα των συνολικών καταναλώσεων του 3^{ου} Σεναρίου (Πίνακας 4.3.3) για να δούμε αρχικά την ετήσια κατανάλωση του κτιρίου που πρέπει να καλύψουμε, θα παρατηρούμε ότι πρέπει να σχεδιάσουμε ένα σύστημα που να μας καλύπτει $24,73 \times 111 = 2.745,03 \text{ kWh}$, όπου 111 τα τετραγωνικά (m^2) του κτιρίου και 24,73 ($\text{kWh}/\text{έτος}$) η ετήσια κατανάλωση. Στη συνέχεια θα προχωρήσουμε με τα στοιχεία της ηλιοφάνειας, τα οποία παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα 4.4.2. όπου μας δείχνει την ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για ένα σύστημα φωτοβολταϊκών εγκατεστημένης ισχύος 1kW. Στην δικιά μας περίπτωση θέλουμε να καλύψουμε τα 2745kWh. Η Κρήτη παρατηρούμε ότι παράγει περίπου 1350 [kWh/kWp] και συνεπώς θα έχουμε $2745/1350 = 2,03 \text{ kWp}$.



Σχήμα 4.8 Ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας

Για τη μελέτη αυτή θα χρειαστούμε 8 κελιά μονοκρυσταλλικού πυριτίου υψηλής απόδοσης της εταιρίας aleo και πιο συγκεκριμένα το μοντέλο S79L285 με ονομαστική ισχύ το καθένα 285 Watt κατά (Standard Test Conditions - STC) για να καλύψουμε τις ανάγκες μας ενεργειακά. Έτσι λοιπόν $285 \times 8 = 2280 \text{ Watt}$ θα είναι η ονομαστική ισχύς που αποδίδουν τα φωτοβολταϊκά, ενώ για αντιστροφή θα επιλέξουμε τον SunnyBoy 3800 της εταιρίας SMA με ονομαστική ισχύ στην πλευρά του εναλλασσομένου ρεύματος 4040 Watt. Η επιλογή των φωτοβολταϊκών πλαισίων και του Inverter έγινε βάση του αρκετά καλού βαθμού απόδοσής τους και αντίστοιχα έχουν 17,3% και 95,6% ενώ ακόμα η επιλογή των συγκεκριμένων Φ/Β στοιχείων έγινε και για πρακτικούς λόγους για μην έχουμε πολλά κελιά στην οροφή και καταλαμβάνουν πολύ χώρο από την οροφή του κτιρίου αλλά ακόμα και για λόγους ευκολότερης συντήρησης και λιγότερων ανεπιθύμητων σκιάσεων. Στο παράρτημα 1 φαίνονται αναλυτικά όλα τα τεχνικά χαρακτηριστικά των Φ/Β πλαισίων και του inverter.

Κατά τη σχεδίαση του Φ/Β απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στη συνεργασία μεταξύ της Φ/Β συστοιχίας και του αντιστροφέα (Inverter). Ο αντιστροφέας απαιτεί στην είσοδο του ένα

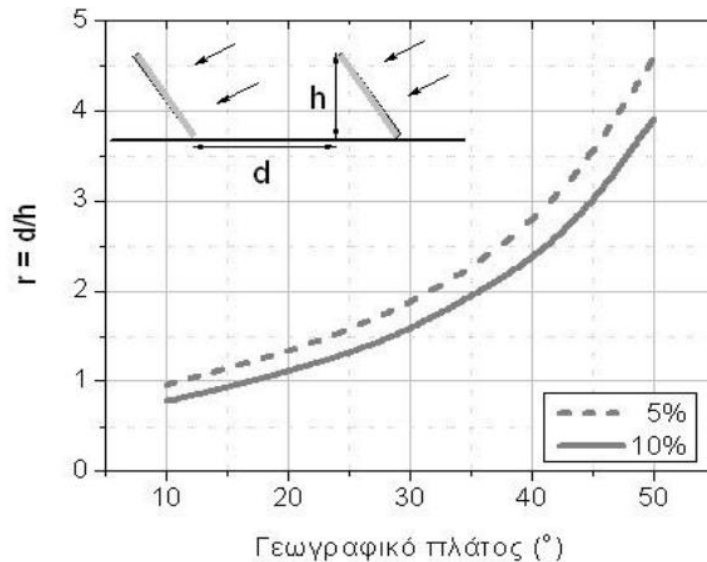
συγκεκριμένο εύρος τιμών για την τάση λειτουργίας, έχοντας ένα ανώτατο όριο τάσης εισόδου. Το ανώτατο όριο δεν θα πρέπει να υπερβεί για να μην υπάρξει κίνδυνος καταστροφής του μετατροπέα. Οι στοιχειοσειρές (Strings) υπολογίζονται ώστε να μην ξεπερνούν τα όρια, σε όλες τις συνθήκες λειτουργίας.

Αφού τελειώσαμε με την επιλογή των Φ/Β στοιχείων και του inverter συνεχίζουμε με την σωστή τοποθέτηση των φωτοβολταϊκών στην οροφή του κτιρίου.

Στη χωροθέτηση των Φ/Β πρέπει να είμαστε πολύ προσεκτικοί σε ότι αφορά την **κλίση** της τοποθέτησής τους, τις **σκιάσεις** που δημιουργούνται από διάφορες γωνίες από τις θέσεις του ηλίου και τέλος τις **αποστάσεις** μεταξύ των Φ/Β κελιών ώστε να μην δημιουργείται αθέμητη σκίαση.

Για να είναι εφικτή η μεγιστοποίηση της ενεργειακής παραγωγικότητας των Φ/Β πλαισίων, θα πρέπει να επιτυγχάνεται η βέλτιστη εκμετάλλευση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας. Η επίτευξη αυτού του στόχου έγκειται στη σωστή επιλογή της κλίσης (β_{βελτ.}) και της αζιμούθιας γωνίας του πλαισίου (ΑΣ). Η κλίση του Φ/Β πλαισίου εκφράζεται με τη γωνία (β) που σχηματίζεται ανάμεσα στο επίπεδο της επιφάνειας του Φ/Β πλαισίου και στο οριζόντιο επίπεδο.

Έτσι λοιπόν οι επιφάνειες των φωτοβολταϊκών θα είναι στραμμένες προς το Νότο και θα έχουν κλίση 29° καθώς προσπαθούμε να ελαχιστοποιήσουμε τον αριθμό των απωλειών με την βελτιστοποίηση των παραμέτρων. Η επιλογή των 29° δεν είναι τυχαία αλλά την υπολογίζουμε μέσω του τύπου $r = \frac{d}{h}$ και του σχήματος 4.9 όπου ο λόγος **r** εκφράζει τη σκίαση μιας Φ/Β συστοιχίας από την αμέσως νοτιότερη της, **d** η απόσταση μεταξύ συστοιχιών και **h** το ύψος της συστοιχίας.



Σχήμα 4.9 Γραφική παράσταση του λόγου r σε συνάρτηση με το γεωγραφικό πλάτος του τόπου

Οι γεωγραφικές συντεταγμένες του κτιρίου που μελετάμε είναι οι παρακάτω:

Γεωγραφικό πλάτος $35^{\circ}33'57''$ και γεωγραφικό μήκος $25^{\circ}13'49''$ σύμφωνα με το GoogleMaps.

Για τον υπολογισμό της απόστασης μεταξύ των Φ/Β συστοιχιών (τραπέζια) θα χρησιμοποιήσουμε τον ακόλουθο τύπο:

$$\frac{Soe}{b} = r * h + \sin\beta + \cos\beta \text{ ή } Soe = \mathbf{r * h + b * \cos\beta} \text{ (Σχέση 1)}$$

Όπου: d : η απόσταση μεταξύ των Φ/Β συστοιχιών, β : η γωνία κλίσης της Φ/Β συστοιχίας

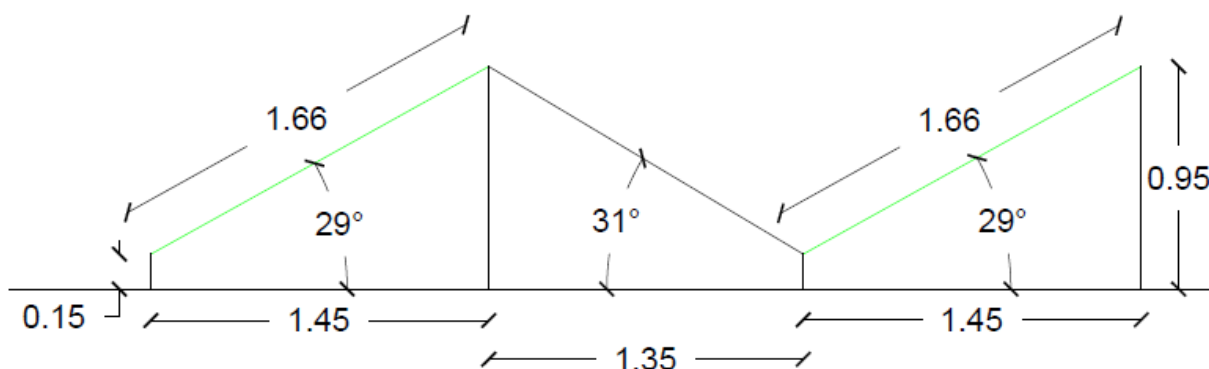
b : το πλάτος της Φ/Β συστοιχίας, h : το ύψος της Φ/Β συστοιχίας

Για τον υπολογισμό της βέλτιστης γωνίας χρησιμοποιούμε τον τύπο $\beta_{βελ} = 0,764 * \varphi + 2,14^{\circ}$.

Στον παραπάνω τύπο αντικαθιστούμε το φ με το γεωγραφικό πλάτος του κτιρίου δηλαδή $\varphi = 35^{\circ}$. Άρα η βέλτιστη γωνία κλίσης θα ισούται με $28,8^{\circ}$ ή αλλιώς 29° .

Άρα για $\beta_{βελ} = 28,88^{\circ}$ έχουμε $r = 4,4$ σύμφωνα με τους παραπάνω τύπους και το σχήμα 4.9.

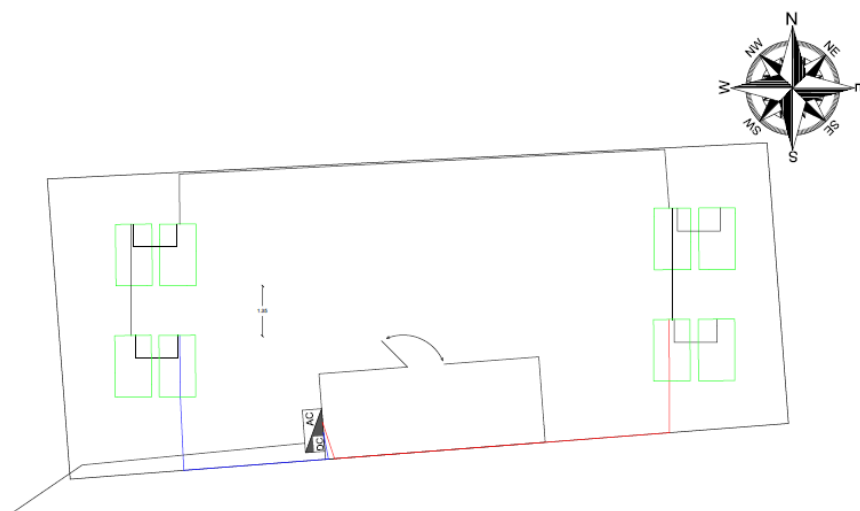
Παρακάτω φαίνονται αναλυτικά και όλες οι αποστάσεις από πλαίσιο σε πλαίσιο καθώς και η κλίση αυτών. Με πράσινο χρώμα αποτυπώνεται η επιφάνεια των Φ/Β πλαισίων.



Σχήμα 4.10 Αποστάσεις και κλίση Φ/Β πλαισίων

Μια από τις βασικότερες παραμέτρους που μας απασχολούν είναι οι σκιάσεις από ορίζοντα, από κοντινά κτίρια ή ακόμα και από τα ίδια τα φωτοβολταϊκά ανάλογα με την θέση που βρίσκεται ο ήλιος κάποιες συγκεκριμένες ώρες της μέρας. Έτσι λοιπόν η απόσταση μεταξύ δυο Φ/Β πλαισίων θα είναι τα 2,68 μέτρα όπου την υπολογίσαμε από τη σχέση (1) και την καμπύλη στο σχήμα 4.9, το μέγιστο ύψος ανάρτησης των Φ/Β πλαισίων θα είναι το 0,8 μέτρα και το πλάτος θα ισούται με 1.454 μέτρα όπως αυτά φαίνονται στην κάτοψη. Η τοποθέτησή της διάταξής τους θα γίνει καθ' ύψος (Portraits). Αρχικό σημείο ορίζω το χαμηλότερο σημείο του Φ/Β πλαισίου και τελικό το ψηλότερο σημείο του πλαισίου (σχήμα 4.10)

Το κτίριο παρουσιάζει αζιμούθια γωνία περίπου 3° ως προς το νότιο προσανατολισμό. Αυτό επηρεάζει τον προσανατολισμό των Φ/Β κελιών γιατί πρέπει να είναι στραμμένα προς το νότο για την μέγιστη πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας. Κατά συνέπεια και τα Φ/Β θα είναι ευθυγραμμισμένα να «κοιτάζουν» νότο.



Σχήμα 4.11 Σκαρίφημα κάτοψης οροφής κτιρίου με εγκατεστημένο το σύστημα φωτοβολταϊκών

Παραπάνω παραθέτουμε την κάτοψη από την οροφή του κτιρίου για να είμαστε σε θέση να καταλάβουμε καλύτερα όλη την μελέτη.

Με πράσινο χρώμα στο σχήμα 4.11 φαίνονται οι θέσεις των Φ/Β πλαισίων ενώ οι θέσεις που επιλέξαμε για την εγκατάσταση των πλαισίων πληρούν τους κανονισμούς χωροθέτησης. Ακριβώς στην μέση της ταράτσας υπάρχει ένα δώμα όπου εκεί δεν επιτρέπεται να τοποθετήσουμε Φ/Β κελιά βάση των κανονισμών. Στην αριστερή εξωτερική τοιχοποιία του δώματος θα εγκατασταθεί και ο αντιστροφέας (inverter) όπως παρουσιάζεται στο σχήμα 4.11. Η εγκατάσταση του αντιστροφέα σε εξωτερικό χώρο δεν μας ενοχλεί ιδιαίτερα γιατί η προστασία του πλαισίου του είναι IP65. (Αναλυτικότερα τα τεχνικά χαρακτηριστικά του inverter στο παράρτημα 1). Επίσης με κόκκινο και μπλέ χρώμα παρουσιάζουμε την όδευση των θετικών και αρνητικών καλωδίων προς τον αντιστροφέα.

Αφού τελειώσουμε την χωροθέτηση περνάμε αμέσως μετά στην καλωδίωση όλων των Φ/Β ενώ παράλληλα ασφαλίζουμε τις γραμμές, τα καλώδια και τον εξοπλισμό, όχι μόνο για την προστασία του εξοπλισμού αλλά και για τη δική μας ασφάλεια.

Η καλωδίωση θα πληροί το πρότυπο του ΕΛΟΤ HD 384 ενώ και τα καλώδια θα είναι πιστοποιημένα βάση του IEC 60228. Τα καλώδια που θα χρησιμοποιήσουμε από τα κελιά μας μέχρι τον inverter θα είναι Χαλκού (CU) διατομής 4mm² και τύπου E1VV-U από τη εταιρία Nexans. Η επιλογή του συγκεκριμένου καλωδίου διατομής 4mm² για να μην έχουμε μεγάλη πτώση τάσης ώστε να είμαστε στα επιτρεπτά όρια. Από τον Inverter θα αναχωρεί παροχικό καλώδιο με διατομή 10mm² τριπολικό τύπου GV1VV-R 5X10 PVC (NYY) και θα καταλήγει στον μετρητή της εταιρίας παροχής ηλεκτρικού ρεύματος. Αφού τελειώσουμε και με την καλωδίωση θα περάσουμε στην κοστολόγηση των υλικών που χρησιμοποιήσαμε και αυτά είναι τα εξής:

- Φ/Β πλαίσια (PV Modules) με κόστος 246 Ευρώ το κάθε πάνελ, άρα 246x8 = 1968€.
- Αντιστροφέας (Inverter) με κόστος 1850 €.
- Βάσεις, λαπάτσες, τεγίδες, βίδες κτλ που απαιτούνται για την στήριξη των Φ/Β κελιών με συνολικό κόστος των υλικών τα 500 €.
- Καλώδια, σύστημα γείωσης και εσχάρες καλωδίων με τελικό κόστος τα 200 €.
- Και τέλος η εργασία των τεχνικών κοστολογείται στα 200 €.

Άρα λοιπόν συνολικά το κόστος ανέρχεται σε 4718 €.

Στη συνέχεια κάνουμε εισαγωγή όλων των απαραίτητων παραμέτρων στο λογισμικό KENAK της 4M για τον υπολογισμό της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας του κτιρίου συμψηφίζοντας και την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας των φωτοβολταϊκών πλαισίων που έχουμε εγκαταστήσει. Παρακάτω παρουσιάζουμε ένα σχήμα από το λογισμικό και εξηγούμε όλα τα δεδομένα που θα εισάγουμε.

Σύστημα Θέρμανσης		Σύστημα Κλιματισμού		Κεντρικές Κλιματιστικές μονάδες		Σύστημα Ζεστού Νερού Χρήσης		Ηλιακός Συλλέκτης		Φωτοβολταϊκά		Ενεργειακή Κατανάλωση		
											Φωτοβολταϊκά			
Επιφάνεια συλλέκτη (m ²)												13.12		
Ισχύς (kW)												2.28		
Βαθμός απόδοσης												0.17		
Προσανατολισμός (°)												180		
Προσανατολισμός												N		
Κλίση (°)												29.00		
Συντελεστής διόρθωσης σκίασης												0.85		
Κόστος (€/m ²)												0.00		

Σχήμα 4.12 Εισαγωγή παραμέτρων των Φ/Β στο λογισμικό KENAK της 4M

- Επιφάνεια συλλέκτη (m²) : Συνολικό εμβαδό που καταλαμβάνουν τα Φ/Β πλαίσια
- Ισχύς (KW): Συνολική ονομαστική εγκατεστημένη ισχύς Φ/Β πανέλων
- Βαθμός απόδοσης: Βαθμός απόδοσης των Φ/Β πλαισίων σύμφωνα με τον κατασκευαστή
- Προσανατολισμός (°): Εισαγωγή συγκεκριμένων μοιρών σύμφωνα με τον προσανατολισμό και του σημείου αναφοράς που έχουμε ορίσει εμείς.
- Προσανατολισμός: Αυτόματη επιλογή του λογισμικού σύμφωνα με τις μοίρες που επιλέξαμε
- Κλίση (°): Κλίση των εγκατεστημένων Φ/Β πλαισίων στις βάσεις στήριξης
- Συντελεστής διόρθωσης σκίασης: Συντελεστής ανεπιθυμητών σκιάσεων από διάφορους παράγοντες (πχ γειτονικά κτίρια, δώμα κτλ)
- Κόστος (€/m²): Συνολικό κόστος εγκατάστασης ανα τετραγωνικό μέτρο

4.4.3 Βαθμολόγηση Ενεργειακής Απόδοσης 4^ο Σεναρίου

Τα αποτελέσματα του λογισμικού δείχνουν την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου να έχει μηδενιστεί και να έχουμε και ένα πολύ μικρό περίσυμα ενέργειας.

Παρατηρούμε λοιπόν στο πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης την ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας να μειώνεται από 71,72 kWh/m²*Έτος σε 0,0kWh/m²*Έτος και οι εκπομπές ρύπων μειώνονται επίσης από 24,48CO₂ (KgCO₂/m²) σε 0 CO₂ (KgCO₂/m²). Το κτίριο πλέον κατατάσσεται στην κατηγορία A+ και θεωρείται ΚΣΜΚΕ (κτίριο σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας).

Με τις βελτιώσεις που κάναμε στα προηγούμενα σενάρια η ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας άγγιξε το 76,1% ενώ με την εγκατάσταση του Φ/Β συστήματος 2,3kW ηλεκτρικής ενέργειας ανέρχεται θεωρητικά στο -3,08% σε σύγκριση με το αρχικό μας κτίριο. Παρατηρούμε λοιπόν ότι η διαφορά είναι αρκετά μεγάλη δηλαδή της τάξεως του 40,7%.

ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗ ενεργειακής απόδοσης	
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ [kWh/(m ² *έτος)]
ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	
A+ EP ≤ 0.33	0.00
A 0.33 R_R < EP ≤ 0.50 R_R	
B+ 0.50 R_R < EP ≤ 0.75 R_R	
B 0.75 R_R < EP ≤ 1.00 R_R	
Γ 1.00 R_R < EP ≤ 1.41 R_R	
Δ 1.41 R_R < EP ≤ 1.82 R_R	
Ε 1.82 R_R < EP ≤ 2.27 R_R	
Ζ 2.27 R_R < EP ≤ 2.73 R_R	
Η 2.73 R_R < EP	
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ	
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου αναφοράς [kWh/m ²]: 166.12	A+
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]: 0.00	
Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO ₂ [KgCO ₂ /m ²] 0.00	

Σχήμα 4.13 Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης 4ου Σεναρίου

Πίνακας 4.7 Συνολικές Ενεργειακές καταναλώσεις Κτιρίου 4^ο Σεναρίου

	Ιανουάριος (kWh/m ²)	Φεβρουάριος (kWh/m ²)	Μάρτιος (kWh/m ²)	Απρίλιος (kWh/m ²)	Μάιος (kWh/m ²)	Ιούνιος (kWh/m ²)	Ιούλιος (kWh/m ²)	Αύγουστος (kWh/m ²)	Σεπτέμβριος (kWh/m ²)	Οκτώβριος (kWh/m ²)	Νοέμβριος (kWh/m ²)	Δεκέμβριος (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh/m ²)
Θέρμανση	1.26	1.03	0.65	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.81	3.90
-Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.66	1.66	1.55	0.18	0.00	0.00	0.00	4.11
Υγρανση	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZNX	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-Ηλιακή ενέργεια για ZNX	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Φωτισμός	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	14.68
Βοηθητικά συστήματα	0.37	0.33	0.37	0.36	0.37	0.36	0.37	0.37	0.36	0.37	0.36	0.37	4.35
-Φωτοβολταϊκά	1.51	1.66	2.29	2.76	3.21	3.33	3.45	3.33	2.91	2.38	1.80	1.48	30.11
Σύνολο	1.34	0.93	-0.05	-1.14	-1.56	-1.09	-0.20	-0.18	-1.15	-0.79	-0.12	0.92	-3.08

Η ετήσια κατανάλωση ενέργειας πλέον ανέρχεται σε -3,08% ,έχουμε δηλαδή ένα ενεργειακό πλεόνασμα το οποίο θα αξιοποιηθεί από διάφορα λοιπά ηλεκτρικά φορτία (υπολογιστές κ.α.) ενώ παράλληλα έχουμε συμπεριλάβει τις απώλειες (λόγω γήρανσης των υλικών, ωμικές απώλειες καλωδίων, κ.α.), ώστε να μας καλύπτει η φωτοβολταϊκή εγκατάσταση εξίσου καλά και σε μια πάροδο 10 ετών (όλες οι απώλειες αναλυτικά μπορούν να υπολογιστούν με ακρίβεια με τη βοήθεια του λογισμικού PVsyst). Το ενεργειακό αυτό πλεόνασμα θα επιστρέφεται στον πάροχο ηλεκτρικής ενέργειας και θα ύπαρχει μία επιπρόσθετη μείωση στη χρέωση του ηλεκτρικού ρεύματος από το Φ/Β σύστημα αφού θα είναι (Net-Metering) καθώς είναι μόνη επιδοτούμενη λύση αυτή τη στιγμή.

Μετά την χρήση των Φ/Β η ηλεκτρική ενέργεια που δαπανάται στο σενάριο αυτό παρατηρούμε ότι είναι μηδενική (0,0 kWh/m² το έτος). Άρα λοιπόν για τον υπολογισμό των χρεώσεων συμψηφίζεται λόγω του Net-Metering η ενέργεια που καναλίσκεται και η ενέργεια που παράγεται. Στη δική μας περίπτωση η παραγόμενη ενέργεια υπερκαλύπτει την καταναλισκόμενη άρα και το κόστος της ενέργειας θα είναι μηδενικό, αλλά ο λογαριασμός της ηλεκτρικής ενέργειας περιλαμβάνει διάφορες ακόμα χρεώσεις, όπως τέλη και φόρους τα οποία δεν παύουν να ισχύουν και τα οποία δεν τα συνυπολογίζουμε (Χρεώσεις ΥΚΩ δηλαδή Υπηρεσίες Κοινής Ωφέλειας, Υπόλοιπες ρυθμιζόμενες μονοπωλιακές χρεώσεις, ΕΤΜΕΑΡ, Ειδικός φόρος κατανάλωσης, Ειδικό τέλος 5%, ΦΠΑ κτλ) εκτός των παγίων τα οποία τα προσμετράμε.

Έτσι λοιπόν η κατανάλωση ενέργειας ανέρχεται σε 0,0kWh/ έτος

Άρα θεωρητικά θα πληρώσουμε μόνο το πάγιο το οποίο ανέρχεται σύμφωνα με το γενικό τιμολόγιο Γ21 της ΔΕΗ σε 10,3 €/4μηνο άρα το συνολικό τετραμηνιαίο κόστος θα ισούται με 10,3 €.

4.5 Συμπεράσματα / Σχόλια / Παρατηρήσεις

Η ενεργειακή επιθεώρηση που πραγματοποιήσαμε στο κτίριο μας βοήθησε να εκτιμήσουμε τις πραγματικές καταναλώσεις ενέργειας ενός κτιρίου, να αξιολογήσουμε τα μέτρα βελτίωσης που προτείνουμε για την εξοικονόμηση ενέργειας ακολουθώντας τις οδηγίες του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων.

Για την αξιολόγηση της ενεργειακής συμπεριφοράς του κτιρίου χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό KENAK της 4M και από τα αποτελέσματα της επιθεώρησης το κτίριο κατατάχθηκε στην κατηγορία Δ' και θεωρείται, ενεργειακά μη αποδοτικό για τα σημερινά δεδομένα που οφείλεται κυρίως σε ηλεκτρομηχανολογικούς παράγοντες (όπως στους ενεργοβόρους λαμπτήρες και στα συστήματα θέρμανσης/ψύξης παλαιάς τεχνολογίας).

Φωτισμός

Όπως προέκυψε από την ενεργειακή επιθεώρηση που υλοποιήσαμε το 62.5% των ενεργειακών καταναλώσεων προέρχεται από τον φωτισμό, έτσι λοιπόν η πρώτη επέμβαση που προτείνεται στο κτίριο είναι η αντικατάσταση των λαμπτήρων με πιο σύγχρονους νέας τεχνολογίας, υψηλής ενεργειακής κλάσης. Σημαντική βελτίωση στην εξοικονόμηση ενέργειας παρουσιάζουν και τα συστήματα ανίχνευσης κίνησης και αυτόματης σβέσης φωτισμού.

Συστήματα θέρμανσης- ψύξης

Κατά την αξιολόγηση συστημάτων θέρμανσης-ψύξης του κτιρίου οι τοπικές αντλίες θερμότητας τύπου συμβατικής λειτουργίας on/off και χαμηλών συντελεστών COP και EER, παρουσιάζουν υψηλές ενεργειακές καταναλώσεις. Με την αντικατάστασή τους με αντλίες θερμότητας τύπου inverter, οι ενεργειακές καταναλώσεις σε μεγάλο ποσοστό μειώνονται. Επιπλέον επιτυγχάνονται βελτιωμένες συνθήκες χώρου και άνεσης, λόγω της σταθερής διατήρησης επιθυμητής θερμοκρασίας και του μειωμένου επιπέδου θορύβου.

Κτιριακό κέλυφος

Όσο αναφορά το κτιριακό κέλυφος, παρά την πλημμελή εφαρμογή Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίων όταν κατασκευάστηκε, οι επεμβάσεις σε εξωτερική θερμομόνωση τοιχοποιίας ήταν η προσθήκη εξηλασμένης πολυστερίνης (Fibran). Παρατηρήσαμε βέβαια ότι τιμές των U των θερμομονωτικών υλικών της τοιχοποιίας που ήταν ήδη εγκατεστημένα στο

κτίριο δεν ξεπερνούσαν κατά πολύ τις τιμές που ορίζουν οι κανονισμοί του ΚΕΝΑΚ αλλά για να είμαστε εντός ορίων κάναμε τις επεμβάσεις αυτές. Τα ήδη εγκατεστημένα κουφώματα του κτιρίου παρουσίαζαν μεγάλες απώλειες και αντικαταστάθηκαν με πιο σύγχρονα διπλού υαλοπίνακα με μονωτικό αέριο που η ενεργειακή τους συμπεριφορά είναι υψηλών προδιαγραφών και πληρούν τις οδηγίες κατά ΚΕΝΑΚ.

Φωτοβολταϊκά συστήματα

Στην επιφάνεια της οροφής του κτιρίου υπολογίστηκε ότι υπάρχει η δυνατότητα εγκατάστασης φωτοβολταϊκών συστημάτων με νότιο προσανατολισμό, χωρίς δημιουργία σκιάσεων και ονομαστικής ισχύος 2,3kW. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας εκτιμήθηκε ιδιαίτερα αξιόλογη και οδηγεί σε σημαντική μείωση των ενεργειακών καταναλώσεων αλλά και σε ένα μικρό περίσυμα ενέργειας που θα μπορούσε θεωρητικά να εξυπηρετήσει και κάποια επιπλέον ηλεκτρικά φορτία στο μέλλον μικρής κατανάλωσης, ενώ παράλληλα έχουμε συμπεριλάβει και τις απώλειες από την γήρανση των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν.

Για να κατανοήσουμε καλύτερα τις επεμβάσεις που κάναμε σε κάθε σενάριο παραθέτουμε έναν συγκεντρωτικό πίνακα (πίνακας 4.5.1) παρακάτω όπου φαίνονται τα συνολικές δαπάνες (υλικά, τεχνικές εργασίες εγκατάστασης, κτλ.) όλων των σεναρίων, οι ετήσιες καταναλώσεις, οι υπολογιζόμενες ετήσιες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και οι υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO₂.

Με όλα αυτά τα στοιχεία συγκεντρωμένα είμαστε σε θέση να συγκρίνουμε τα σενάρια και να βρούμε πιο είναι πιο συμφέρον για τον ιδιοκτήτη-χρήστη του κτιρίου, πιο είναι πιο φιλικό προς το περιβάλλον, πιο είναι λιγότερο κοστοβόρο, αλλά επίσης και το χρόνο που απαιτείται για της απόσβεση όλων των εγκατεστημένων συστημάτων-μονάδων.

Άρα λοιπόν συμφωνα με τα δεδομένα μας θα έχουμε:

Πίνακας 4.8 Συγκεντρωτικός πίνακας στοιχείων όλων των σεναρίων

A/A	Αρχικό Κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3	Σενάριο 4
Συνολικά κόστη όλων των Σεναρίων [€]		3.636,00 €	5.812,80 €	5.237,00 €	4.718,00 €
Εξοικονόμηση [%]		65,60%	69,40%	76,10%	103%
Ετήσιες Καταναλώσεις [kw]	95,32	35,61	31,65	24,73	0
Υπολογιζόμενη Ετήσια Κατανάλωση Πρωτογενούς ενέργειας [kwh/m ² *Ετος]	300,39	103,27	91,79	71,72	-3,08
Υπολογιζόμενες Ετήσιες Εκπομπές CO ₂ [KgCO ₂ /m ²]	102,55	35,26	31,34	24,48	0

Παρακάτω παρουσιάζουμε κάποιους πίνακες όσον αφορά το κόστος εγκατάστασης και εργασίας των σεναρίων. Συμπεραίνουμε ότι το πιο δαπανηρό σενάριο είναι το 4^ο, δηλαδή η εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών, αλλά έχουμε τη μικρότερη κατανάλωση ενέργειας σε σχέση με κάθε άλλο σενάριο.

Πίνακας 4.9 Συνολικές δαπάνες σεναρίων

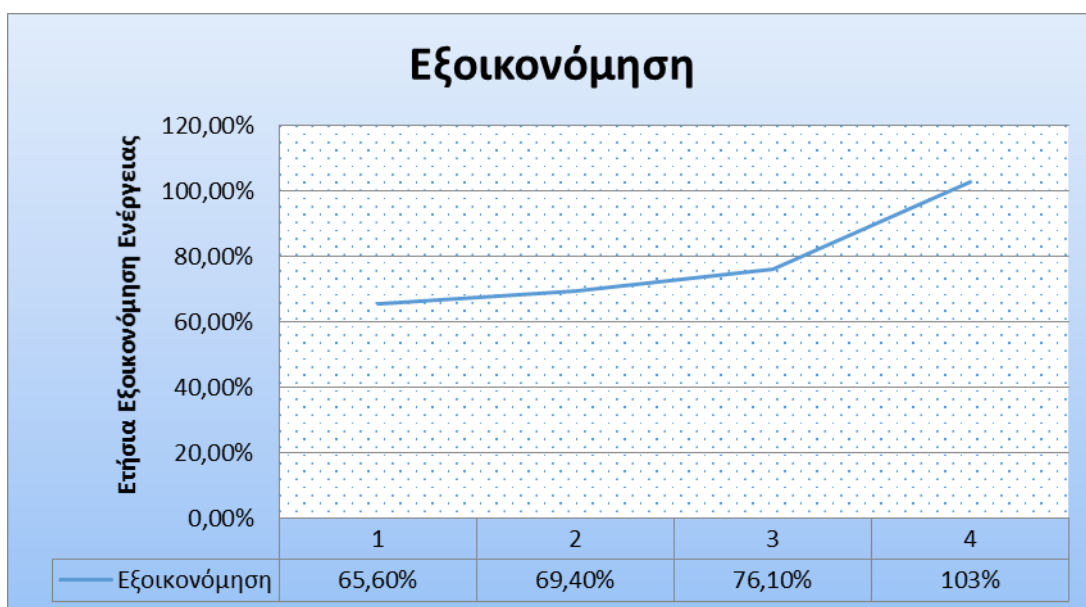


Παραθέτουμε παρακάτω πίνακα ο οποίος παρουσιάζει επίσης τα συνολικά κόστη του κάθε σεναρίου απλά προσθέτοντας κάθε φορά τα κόστη των προηγούμενων σεναρίων. Αυτό μας βοηθάει να υπολογίσουμε το βάθος χρόνου όπου θα γίνει οικονομική απόσβεση των χρήματων που δαπανήθηκαν και από ποιά περίοδο και μετέπειτα θα έχουμε κέρδος η όφελος από την εγκατάσταση όλων των αυτών των συστημάτων.



Σχήμα 4.14 Βαθμιδωτό κόστος εγκατάστασης σεναρίων.

Πίνακας 4.10 Συγκεντρωτικός πίνακας εξοικονόμησης ενέργειας όλων των σεναρίων



Παρατηρούμε σημαντική ενεργειακή εξοικονόμηση με την εγκατάσταση του Φ/Β συστήματος. (Το 3% που ξεπερνάει το μέγιστο δεν είναι κάτι άλλο από το ενεργειακό πλεόνασμα που έχουμε προαναφέρει)

Με τις επεμβάσεις που προτείνουμε στο κτίριο, επιτυγχάνεται βελτιωμένη ενεργειακή συμπεριφορά, με μηδενική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και μηδενική εκπομπή CO₂ ετησίως. Το κτίριο εν κατακλείδι κατατάσσεται στην ενεργειακή κατηγορία A+ σχεδόν

μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας και πληρεί της προδιαγραφές του εθνικού σχεδίου δράσης για την ανακαίνιση του κτιριακού αποθέματος σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή οδηγία.

Πίνακας 4.11 Χρόνος απόσβεσης κάθε σεναρίου



Σύμφωνα με την ανάλυση του σεναρίου 1 που έχει προηγηθεί με την αντικατάσταση των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων, η προβλεπόμενη απόσβεση θα διαρκέσει 4 έτη. Στην πράξη με τη συγκεκριμένη επέμβαση το συνολικό κόστος δικαιολογείται από την μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας σε συνδυασμό με την 4ετή απόσβεση του σεναρίου αυτού. Αναλογικά με την προσθήκη κουφωμάτων το κόστος εγκατάστασης και ο χρόνος απόσβεσης για το δεύτερο σενάριο αυξάνονται αλλά η κατανάλωση ενέργειας μειώνεται ακόμα περισσότερο. Ακολουθώντας την ίδια λογική, παρατήρουμε μια αύξηση προβλεπόμενης επένδυσης με πλεονέκτημα σχεδόν τον ίδιο χρόνο απόσβεσης χρημάτων στα δύο σενάρια που ακολουθούν. Το τελικό αποτέλεσμα είναι η μηδενική κατανάλωση ενέργειας συνδυασμένη με μια σημαντική μείωση του χρόνου απόσβεσης της επένδυσης για το τελευταίο σενάριο.

Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι από την στιγμή που η απόσβεση των χρημάτων του 3^{ου} και 4^{ου} σεναρίου είναι παρόμοια θα ήταν πιο συμφέρουσα η υλοποίηση του όλων των προτάσεών μας με συνολικό κόστος 19.403,80 ευρώ.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] **Τεχνική Οδηγία του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010**, Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης (Β' έκδοση), Αθήνα 2012
- [2] **Τεχνική Οδηγία του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010**, Θερμοφυσικές ιδιότητες θερμικών δομικών υλικών και έλεγχος της Θερμομονωτικής Επάρκειας των Κτηρίων, (Α' Έκδοση), Ιούλιος 2010
- [3] Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτηρίων του ΥΠΕΚΑ (Έκδοση 1.0), Αθήνα, Ιανουάριος 2011
- [4] **Οδηγός Θερμομόνωσης και Στεγανοποίησης** σύμφωνα με τις προδιαγραφές του Κ.Εν.Α.Κ του Αραβαντίνου Δημήτρη, Απρίλιος 2011
- [5] **Πτυχιακή Εργασία του Μαθιουδάκη Γεώργιου**, Ενεργειακή Εκτίμηση και Αξιολόγηση κτιρίου Γραφείων / Εργαστηρίων, Ηράκλειο 2015
- [6] **Πτυχιακή Εργασία της Αναστασίας Ξημεράκη**, Εκτίμηση της καταναλισκόμενης ενέργειας σε κτίρια κατοικιών κατά ΚΕΝΑΚ σε 60 ελληνικές πόλεις, Ηράκλειο 2014
- [7] **Πτυχιακή Εργασία του Αναστάσιου Ζερίτη**, Μελέτη Εγκατάστασης φωτοβολταϊκού σταθμού μικρής και μεγάλης κλίμακας, Ηράκλειο 2012
- [8] <http://www.ypeka.gr/?tabid=525>
- [9] **Τεχνικό Εγχειρίδιο Κτιριακού Κελύφους** του Προγράμματος της Ευρωπαϊκής Ένωσης “GreenBuilding” των Pagliano Lorenzo και Dama Alessandro, 2007
- [10] Σχεδιασμός για την Επίτευξη των στόχων του 20-20-20, Επιτροπή 20-20-20, Ιούνιος 2010
- [11] **Εγχειρίδιο Ενεργειακών Επιθεωρήσεων Κτιρίου Αναφοράς** της εταιρίας 4M (Για την ορθή χρήση του προγράμματος)
- [12] <http://www.cres.gr/kape/index.htm>
- [13] **Φωτοτεχνία** του Α. Τσακίρης, Αθήνα 2004

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

1 ΘΕΡΜΑΝΣΗ - ΨΥΞΗ



MITSUBISHI ELECTRIC MSZ/MUZ-SF50VE 18000BTU

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ		
ΑΠΟΔΟΣΗ (Btu/h)	ΨΥΞΗ	ΘΕΡΜΑΝΣΗ
ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΕΛΑΧΙΣΤΗ - ΜΕΓΙΣΤΗ	17060 4776 - 18424	19789 4776 - 24907
ΕΠΟΧΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΛΑΣΗ	A++	A+
ΒΑΘΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	EER 3.01	COP 3.41
ΕΠΟΧΙΑΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	SEER 7.20	SCOP 4.40
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (Watt)	1660	1700
ΣΤΑΘΜΗ ΘΟΡΥΒΟΥ db(A)	30/33/36/40/45	30/33/38/43/49
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΣ. mm (Υ-Π-Β)	299 - 798 - 195	
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΞ. mm (Υ-Π-Β)	880 - 840 - 330	
ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	<ul style="list-style-type: none"> • INVERTER HIGH EFFICIENCY ENERGY PLUS • ΦΙΛΤΡΟ NANO PLATINUM • ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ «I SAVE» 	



ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ		
Τύπος Προϊόντος		ALL DC Inverter
ΨΥΚΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ		
Btu/h(Ελάχισ./Ονομαστική/Μέγ.)		1.530-8.870-11.020
ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ		
Btu/h(Ελάχισ./Ονομαστική/Μέγ.)		1530-9.560-14.000
ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ(S.E.E.R)		
Ψύξη		6.1
ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ(SCOP)		
Θέρμανση		5.1
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΛΑΣΗ		
Ψύξη		A++
Θέρμανση		A+++
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΙΣΧΥΟΣ		
Ψύξη(kWh/a)		149
Θέρμανση(kWh/a)		769
ΕΠΙΠΕΔΟ ΘΟΡΥΒΟΥ		
Εσωτερική Μονάδα(Lo/Med/Hi) dB(A)±3		26-32-36
Εξωτερική Μονάδα (dB(A)±3)		52

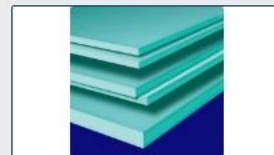
2 ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

Εξηλασμένη Πολυστερίνη FIBRAN 1,25 m x 0.60 m x 5 cm

- > Άριστη θερμομονωτική και μηχανική συμπεριφορά
- > Άριστη πρόσφυση με το σκυρόδεμα ή με τα συγκολλητικά κονιάματα.
- > Υψηλή θλιπτική αντοχή, χαμηλή απορρόφηση υγρασίας, ελαστικότητα.
- > Χαμηλός συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας.
- > Προστασία έναντι του παγετού.

ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ: 1,25 m x 0,60 m x 5 cm

ΚΩΔΙΚΟΣ: 55-03-0002



Διαθεσιμότητα: Άμεσα διαθέσιμο

4,99 €

*Συμπεριλαμβάνεται ο ΦΠΑ

3 ΦΩΤΙΣΜΟΣ

MASTER LEDtube EM/Mains



MASTER LEDtube 1800mm 25W 840 T8 ROT

The Philips MASTER LEDtube integrates a LED light source into a traditional fluorescent form factor. Its unique design creates a perfectly uniform visual appearance which cannot be distinguished from traditional fluorescent. For those that are looking for value for money within limited budget and re-lamping efforts for better light effect and lifetime.

Product data

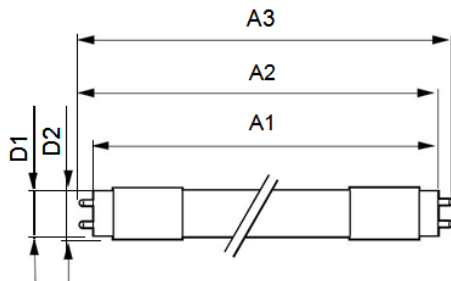
General Information		Operating and Electrical	
Cap-Base	G13 [Medium Bi-Pin Fluorescent]	Input Frequency	50 to 60 Hz
Main Application	Industrial	Power (Rated) (Nom)	25 W
Nominal Lifetime (Nom)	50000 h	Starting Time (Nom)	0.5 s
Switching Cycle	50000X	Warm Up Time To 60% Light (Nom)	instant full light
B50L70	50000 h	Power Factor (Nom)	0.9
Voltage (Nom)		220-240 V	
Light Technical		Temperature	
Color Code	840 [CCT of 4000K (841)]	T-Ambient (Max)	30 °C
Beam Angle (Nom)	160 °	T-Ambient (Min)	-5 °C
Luminous Flux (Nom)	3700 lm	T-Storage (Max)	65 °C
Luminous Flux (Rated) (Nom)	3700 lm	T-Storage (Min)	-40 °C
Rated Beam Angle	160 °	T-Case Maximum (Nom)	61 °C
Correlated Color Temperature (Nom)	4000 K	Controls and Dimming	
Color Consistency	<6	Dimmable	No
Color Rendering Index (Nom)	83		
LLMF At End Of Nominal Lifetime (Nom)	70 %		

MASTER LEDtube EM/Mains

Mechanical and Housing	
Product Length	1800 mm
Approval and Application	
Energy Saving Product	Yes
Suitable For Accent Lighting	No
Energy Efficiency Label (EEL)	A++
Approval Marks	CE marking RoHS compliance KEMA <small>Κεμ</small> certificate
Energy Consumption kWh/1000 h	25 kWh
Product Data	
Full product code	871869648037300

Order product name	MASTER LEDtube 1800mm 25W 840 T8 ROT
EAN/UPC - Product	8718696480373
Order code	929001161102
Numerator - Quantity Per Pack	1
Numerator - Packs per outer box	10
Material Nr. (12NC)	929001161102
Net Weight (Piece)	0.500 kg

Dimensional drawing



LEDtube 1800mm 25W/840 T8 ROT

Product	D1	D2	A1	A2	A3
MASTER LEDtube 1800mm 25W 840 T8 ROT	25.68 mm	28 mm	1762.5 mm	1770 mm	1776.7 mm

Suitable For Accent Lighting	No
Energy Efficiency Label (EEL)	A++
Approval Marks	CE marking RoHS compliance KEMA <small>Κεμ</small> certificate
Energy Consumption kWh/1000 h	25 kWh
Product Data	
Full product code	871869648037300

Material Nr. (12NC)	929001161102
Net Weight (Piece)	0.500 kg



4 ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ

Inoxal by Etem | Κουφώματα Αλουμινίου

- Factory: 7ο χλμ Ν.Ε.Ο. Λαμίας - Αθηνών, 35100
Λαμία τηλ.: 22310 93270 & fax: 22310 93471
- Athens Store: Λεωφόρος Κηφισίας 118, 15125
Μαρούσι τηλ. & fax: 210 6120828
- Facebook: Inoxal by Etem - E-mail: inoxal@otenet.gr



Αρ. Προσφοράς: P160113

-ΠΕΛΑΤΗΣ-

Ημερομηνία: 16 Ιούνιος 2016

test

Πληρωμή: Μετρητά

-0

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΠΡΟΣΦΟΡΑ

E45 Ανοιγόμενα Θερμοδιακοπτόμενα

Πλάτος διατομής φύλλο: 58mm
Ελάχισ. Ύψος διατομής φύλλο: 8mm
Ελάχισ. Ύψος κάσας: 58mm
Μεγ. Βάρος φύλλου: 140kg
Θερμοπερατότητα: Uf=από 1,9 W/m2K
 Με προσθήκη αργού : Uf=1,1



Α/Α	Εικόνα	Περιγραφή	Τιμή Μον.	Ποσότητα	Σύνολο
1		E45- 2φ Ανοιγόμενο ΠΧΥ: 1400 x 2300 Χρώμα : 9010 RAL Φύλλο : Δίφυλλο Υάλωση : Planistar 4mm-κενό-5mm Άνοιγμα : Δεξιά Ανακλινόμενο	877,26	1,00	877,26
			708,87		
			118,39		
			50,00		
2		E45 - 1φ Κύρια Είσοδος ΠΧΥ 1000 x 2300 Χρώμα : 9010 RAL Φύλλο : Μονόφυλλο Πάνελ : Πάνελ επίπεδο λευκό Εξάρτημα Εισόδου : Κύλινδρος απλός Άνοιγμα : Μέσα Αριστερά	643,03	1,00	643,03
			509,40		
			133,63		
4		E45 - 1φ Ανοιγόμενο ΠΧΥ: 1000 x 1300 Χρώμα : 9010 RAL Φύλλο : Μονόφυλλο Υάλωση : Planistar 4mm-κενό-5mm Άνοιγμα : Μέσα Αριστερά και Ανακλινόμενο	515,34	1,00	515,34
			418,21		
			47,14		
			50,00		



5		E45 - 2φ Ανοιγόμενο ΠΧΥ: 1200 x 1300 Φύλλο : Δίφυλλο Χρώμα : 9010 RAL Υάλωση : Planistar 4mm-κενό-5mm Άνοιγμα : Μέσα Αριστερά	634,66	τιμ	1,00	634,66
			533,92			
			50,74			
			50,00			
Σύνολο E45 Ανοιγόμενα θερμοδιακοπόμενα						2.670,29

E52 Συρόμενα Θερμοδιακοπόμενα

Πλάτος διατομής φύλλου :38mm
 Ελαγ. ύψος διατομής φύλλου :100mm
 Ελαγ. ύψος διατομής οδηγού :25mm
 Θερμοπερατότητα: $U_f = \text{από } 1,9 \text{ W/m}^2\text{K}$



A/A	Εικόνα	Περιγραφή	Τιμή Μοχ.	Ποσότητα	Σύνολο	
3		E52 - 2φ-Επάληλο τζάμι ΠΧΥ: 2500 x 2300 Φύλλο : Δίφυλλο Χρώμα : 9010 RAL Υάλωση : Planistar 4mm-κενό-5mm Κλειδαριά : 1 Διπλού Σημείου	1.120	τιμ	1,00	1.120
			886,34			
			233,86			
Σύνολο E52 Συρόμενα θερμοδιακοπόμενα						1.120,20

Σύνολο Στοιχείων:	3.790,49
Έκπτωση 20 %:	758,10
Γενικό σύνολο (προ ΦΠΑ):	3.032,39

Ανακεφαλαίωση Φωνών
-

Πληρωμή: Μετρητά

5 ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΕΑΣ (INVERTER)



Sunny Boy 3300 / 3800



Powerful

- Efficiency of up to 95.6%
- OptiCool active temperature management
- The best tracking efficiency with OptiTrac MPP tracking

Safe

- Galvanic isolation
- Integrated ESS DC switch-disconnector (optional)

Flexible

- For outdoor and indoor installation
- Suitable for PV array grounding
- Integrated grid management functions with reactive power provision

Simple

- SUNCLIX DC plug-in system

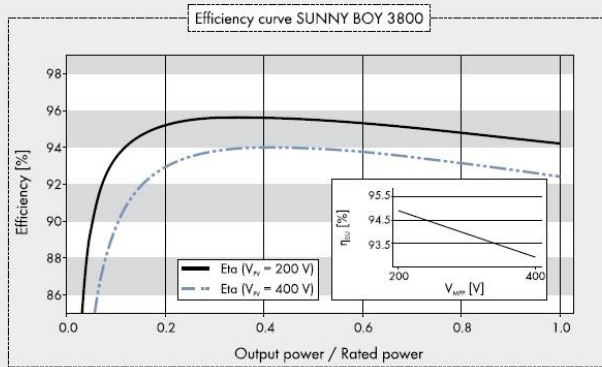
SUNNY BOY 3300 / 3800

The All-rounder with Integrated Grid Management Functions

It is robust, easy-to-handle, and, thanks to its galvanic isolation, it can be used in all kinds of AC grids: the Sunny Boy 3300/3800. Due to its suitability for PV array grounding, it can be combined with all module types. The die-cast aluminum enclosure, with the OptiCool active cooling system, guarantees the highest yields and a long service life, even under extreme conditions. Thanks to reactive power provision, it supports grid stability, and it is flexible and can be applied to different plant sizes.

Sunny Boy 3300 / 3800





Accessories



RS485 interface
485PB-NR



Bluetooth Piggy-Back
BTBINV-NR



Grounding set "positive"
ESHV-P-NR



Grounding set "negative"
ESHV-N-NR

- * Does not apply to all national appendices of EN 50438
 - ** If ESS is deselected, the number of string inputs is reduced to 2
 - Standard features ○ Optional features – Not available
- Data at nominal conditions

Technical data	Sunny Boy 3300	Sunny Boy 3800
Input (DC)		
Max. DC power (@ $\cos \varphi = 1$)	3 820 W	4 040 W
Max. input voltage	500 V	500 V
MPP voltage range / rated input voltage	200 V - 400 V / 200 V	200 V - 400 V / 200 V
Min. input voltage / start input voltage	200 V / 250 V	200 V / 250 V
Max. input current	20 A	20 A
Max. input current per string	16 A	16 A
Number of independent MPP inputs / strings per MPP input	1 / 3**	1 / 3**
Output (AC)		
Rated power (@ 230 V, 50 Hz)	3 300 W	3 800 W
Max. apparent AC power	3 600 VA	3 800 VA
Nominal AC voltage / range	220 V, 230 V, 240 V / 180 V - 265 V	220 V, 230 V, 240 V / 180 V - 265 V
AC power frequency / range	50 Hz, 60 Hz / -4.5 Hz ... +4.5 Hz	50 Hz, 60 Hz / -4.5 Hz ... +4.5 Hz
Rated power frequency / rated grid voltage	50 Hz / 230 V	50 Hz / 230 V
Max. output current	18 A	18 A
Power factor at rated power	1	1
Displacement power factor, adjustable	0.8 overexcited ... 0.8 underexcited	0.8 overexcited ... 0.8 underexcited
Feed-in phases / connection phases	1 / 1	1 / 1
Efficiency		
Max. efficiency / European efficiency	95.2 % / 94.4 %	95.6 % / 94.7 %
Protective devices		
Input-side disconnection device	○	○
Ground fault monitoring / grid monitoring	● / ●	● / ●
DC surge arrester (type II), can be integrated	–	–
DC reverse polarity protection / AC short-circuit current capability / galvanically isolated	● / ● / ●	● / ● / ●
All-pole sensitive residual-current monitoring unit	–	–
Protection class (as per IEC 62103) / overvoltage category (as per IEC 60664-1)	I / III	I / III
General data		
Dimensions (W / H / D)	450 / 352 / 236 mm (17.7 / 13.9 / 9.3 inches)	450 / 352 / 236 mm (17.7 / 13.9 / 9.3 inches)
Weight	38 kg / 83.6 lb	38 kg / 83.6 lb
Operating temperature range	-25°C ... +60°C / -13°F ... +140°F	-25°C ... +60°C / -13°F ... +140°F
Noise emission (typical)	40 dB(A)	42 dB(A)
Self-consumption (at night)	0.1 W	0.1 W
Topology	LF transformer	LF transformer
Cooling concept	OptiCool	OptiCool
Degree of protection (as per IEC 60529)	IP65	IP65
Degree of protection of connection area (as per IEC 60529)	IP65	IP65
Climatic category (as per IEC 60721-3-4)	4K4H	4K4H
Maximum permissible value for relative humidity (non-condensing)	100%	100%
Features		
DC connection	SUNCLIX	SUNCLIX
AC connection	Connector	Connector
Display	Text line	Text line
Interface: RS485 / Bluetooth	○ / ○	○ / ○
Warranty: 5 / 10 / 15 / 20 / 25 years	● / ○ / ○ / ○ / ○	● / ○ / ○ / ○ / ○
Multi-function relay	–	–
Certificates and approvals (more available on request)	CE, VDE0126-1-1, VDE-AR-N 4105	
Certificates and approvals (planned)	G83 / 1-1, CER / 06 / 190, RD 1663 / 2000, RD 661 / 2007, PPC, AS4777, EN 50438*, PPDS, UTE C15-712-1, C10 / 11	
Type designation	SB 3300-11	SB 3800-11

6 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ (MODULES)

EL | GR | GR 275 - 285 W
Φωτοβολταϊκά πάνελ aleo S79



More power due to High Efficiency

Ισχυρή απόδοση

Χάρη σε ένα μοναδικό συνδυασμό υλικών, τα High Efficiency Φ/Β πλαίσια της aleo solar έχουν ιδιαίτερα υψηλή απόδοση. Με το High Efficiency, aleo S79 προσφέρεται η μέγιστη απόδοση σε σχέση πάντα με τη μικρή συνολική έκταση που απαιτείται. Αυτό επίσης σημαίνει, λιγότερη προσπάθεια και λιγότερα υλικά για την εγκατάσταση. Η συγκεκριμένη αύξηση της παραγωγικής ικανότητας και οι μακροπρόθεσμα υψηλές αποδόσεις του aleo S79 διασφαλίζουν την αποτελεσματική λειτουργία του φωτοβολταϊκού συστήματος. Η ποιότητα των πάνελ της aleo ελέγχεται και επιβεβαιώνεται συνεχώς από ανεξάρτητα ιδρύματα. Το S79 ξεχωρίζει χάρη στο μαύρο χρώμα του. Τα πάνελ της aleo ταξινομούνται θετικά με βάση την απόδοσή τους. Για την απόδοση του πάνελ η aleo solar προσφέρει εγγύηση 25 ετών. Η εγγύηση προϊόντος ανέρχεται σε 10 χρόνια.

★★★
HE

High Efficiency
Αποδοτική εκμετάλλευση ηλιακού φωτός, χάρη στον ιδανικό συνδυασμό των υλικών κατασκευής του Φ/Β πλαισίου

●●●

Κομψός σχεδιασμός
Μαύρο πλαίσιο, μαύρες κυψέλες και μαύρη μεμβράνη πίσω πλευράς

🌍

Παγκοσμίως γνωστό και πιστοποιημένο
VDE (IEC 61215 Ed. 2, IEC 61730-1 έκδ. 1 και IEC 61730-2 έκδ. 1)

Τα πάνελ μας - Εγγυημένη ποιότητα

CE

επικοινωνία: aleo solar | Marius-Eriksen-Straße 1 | 17291 Prenzlau | Γερμανία
www.aleo-solar.gr

aleo

Φωτοβολταϊκά πάνελ aleo S79

Ηλεκτρικά χαρακτηριστικά (STC)			S79L275	S79L280	S79L285
Όνομαστική ισχύς	P_{MPP}	[W]	275	280	285
Όνομαστική τάση	U_{MPP}	[V]	31,1	31,2	31,3
Όνομαστικό ρεύμα	I_{MPP}	[A]	8,83	8,97	9,10
Τάση ανοικτού κυκλώματος	U_{OC}	[V]	39,1	39,2	39,2
Ρεύμα βραχυκύκλωσης	I_{SC}	[A]	9,62	9,67	9,73
Απόδοση	η	[%]	16,7	17,0	17,3

Ηλεκτρικά χαρακτηριστικά σε τυπικές συνθήκες δοκιμών (STC): 1000 W/m²; 25°C; AM 1,5

Ηλεκτρικά χαρακτηριστικά (NOCT)			S79L275	S79L280	S79L285
Ισχύς	P_{MPP}	[W]	200	204	207
Τάση	U_{MPP}	[V]	28,2	28,2	28,3
Ρεύμα	I_{MPP}	[A]	7,10	7,21	7,33
Τάση ανοικτού κυκλώματος	U_{OC}	[V]	35,9	35,9	36,0
Ρεύμα βραχυκύκλωσης	I_{SC}	[A]	7,78	7,83	7,88
Απόδοση	η	[%]	15,2	15,5	15,8

Ηλεκτρικά χαρακτηριστικά σε ονομαστικές συνθήκες λειτουργίας κυψελών: 800 W/m²; 20°C; AM 1,5; άνεμος 1 m/s

NOCT: 49°C (ονομαστική θερμοκρασία λειτουργίας κυψελών)

Άλλα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά			Βασικά στοιχεία πάνελ	
Μείωση της απόδοσης STC από 1000 W/m ² σε 200 W/m ²	[%] σχετ.	< 2	Μήκος x πλάτος x ύψος	[mm ³] 1660 x 990 x 50
Εύρος ταξινόμησης (θετική ταξινόμηση)	[W]	0/+4,99	Βάρος	[kg] 20
			Αριθμός κυψελών	60
			Μέγεθος κυψελών	[mm ²] 156 x 156
			Υλικό κυψελών	Μονοκρυσταλλικό Si
			Μπροστινό κάλυμμα	Ηλιακό γυαλί (TSG)
			Πίσω κάλυμμα	Πολυμερής μεμβράνη
			Υλικό πλαισίου	Χρώμα αλουμινίου

Φορτία			
Μέγιστο φορτίο πίεσης πάνελ	[Pa]	5400	
Μέγιστο φορτίο ανέμου πάνελ	[Pa]	5400	
Μέγιστη τάση συστήματος	[V _{DC}]	1000	
Μέγιστο ρεύμα επιστροφή	I_r [A]	20	

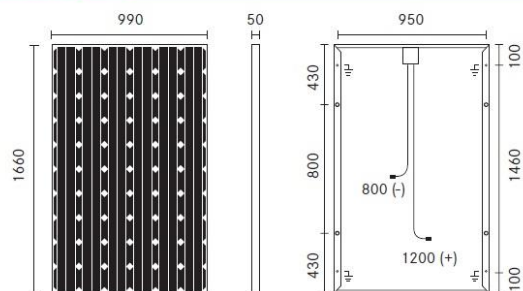
Μηχανική καταπόνηση κατά IEC/EN 61215

Συντελεστές θερμοκρασίας			
Συντελεστής θερμοκρασίας I_{SC}	$\alpha (I_{SC})$	[%/K]	+0,05
Συντελεστής θερμοκρασίας U_{OC}	$\beta (U_{OC})$	[%/K]	-0,30
Συντελεστής θερμοκρασίας P_{MPP}	$\gamma (P_{MPP})$	[%/K]	-0,43

Βασικά στοιχεία κτιίων σύνδεσης		
Μήκος x πλάτος x ύψος	[mm ³]	148 x 123 x 27 132 x 107 x 27
Κατηγορία IP		IP65
Μήκος καλωδίου	[mm]	1200 (+), 800 (-)
Φις		MC4
Δίοδοι by-pass		3

Ακρίβεια μέτρησης P_{MPP} σε STC -3/+3% | Ακρίβεια λοιπών ηλεκτρικών τιμών -10/+10% | Βαθμός απόδοσης με βάση τη συνολική επιφάνεια των πάνελ

Διαστάσεις [mm]	Ο τοπικός εξουσιοδοτημένος αντιπρόσωπος της aleo
-----------------	--



Μπορείτε να διαβάσετε τους όρους της εγγύησης online | Με την επιφύλαξη σφαλμάτων και ενημερώσεων | EL | GR | GR | 05/2014 | S79L.53 275-285 W
© aleo solar GmbH | Gewerbegebiet Nord | Marius-Eriksen-Strasse 1 | 17291 Prenzlau | Γερμανία

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

1 ΤΙΜΟΛΟΓΙΑ ΔΕΔΗΕ

Β. ΤΙΜΟΛΟΓΙΑ ΓΕΝΙΚΗΣ ΧΡΗΣΗΣ

1. Τιμολόγιο Γ21

Τετραμηνιαία χρέωση

πάγιο:	10,30 €
ενέργεια: Όλες οι kWh	0,14002 €/kWh
ελάχιστη χρέωση:	το πάγιο

Αθήνα

Μάρτιος 2017