

ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ
ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΣΙΑΛΜΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Γ.ΚΑΜΠΟΥΡΙΔΗΣ, ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ,
ΠΡΟΙΣΤΑΜΕΝΟΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΑΤΡΑ 2015

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα Πτυχιακή Εργασία εκπονήθηκε στο Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε. του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Δυτικής Ελλάδας και έχει ως αντικείμενο την κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια, την ενεργειακή κατάσταση των κτιρίων και την πρόταση μέτρων αναβάθμισης των κτιρίων με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας.

Στην αρχή τονίζεται η αναγκαιότητα της ενεργειακής αναβάθμισης των κτιρίων και στην συνέχεια η εργασία επικεντρώνεται στην μελέτη ενός διαμερίσματος. Συγκεκριμένα, στην ενεργειακή κατάσταση του διαμερίσματος και στην δημιουργία προτεινόμενων σεναρίων ενεργειακής αναβάθμισης.

Θέλω να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Γ. Καμπουρίδη, Προϊστάμενο του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε. για την συνεργασία που είχαμε καθ' όλη την διάρκεια της δημιουργίας της Πτυχιακής Εργασίας, την βοήθεια του και την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο θέμα.

Επίσης, θέλω να ευχαριστήσω θερμά την Κέλλυ και την Ιφιγένεια για την πολύτιμη καθοδήγηση και βοήθεια που μου προσέφεραν όποτε την χρειάστηκα.

Υπεύθυνη Δήλωση Σπουδαστή: Ο κάτωθι υπογεγραμμένος σπουδαστής έχω επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνω υπεύθυνα ότι είμαι συγγραφέας αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, έχω δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μου όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποίησα και έλαβα ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνω επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχω ενσωματώσει στην εργασία μου προερχόμενο από βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχω πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχω αναφέρει ανελλιπώς το όνομα του και την πηγή προέλευσης.

Ο σπουδαστής

Σιαλμάς Ιωάννης

.....

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στα πλαίσια της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας μελετάται η ενεργειακή συμπεριφορά μια κατοικίας. Συγκεκριμένα, μελετάται η ενεργειακή κατανάλωση ενός διαμερίσματος και στην συνέχεια προτείνονται κάποιες επεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης.

Η ανάπτυξη του θέματος γίνεται σε 4 κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο τονίζεται η αναγκαιότητα της ενεργειακής αναβάθμισης των κτιρίων μέσω της παρουσίασης των ποσών ενέργειας τα οποία καταναλώνονται στον κτιριακό τομέα. Στην συνέχεια, παρουσιάζονται οι σημαντικότερες επιπτώσεις που έχει η παραγωγή, μεταφορά και κατανάλωση ενέργειας στο περιβάλλον. Ακόμα, παρουσιάζονται οι ενέργειες που έχουν γίνει τόσο σε παγκόσμιο επίπεδο όσο και στην Ελλάδα με προσπάθεια να προωθηθεί η ενεργειακή αναβάθμιση των κατοικιών και να μειωθεί η κατανάλωση ενέργειας και η υποβάθμιση του περιβάλλοντος.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναπτύσσεται η μεθοδολογία με την οποία υπολογίζεται η ενεργειακή κατανάλωση ενός κτιρίου. Αναλύεται η έννοια του κτιρίου αναφοράς, παρουσιάζονται τα ευρωπαϊκά πρότυπα κατά τα οποία υπολογίζεται η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης και η μέθοδος κατάταξης των κτιρίων σε κατηγορίες ανάλογα με την κατανάλωση τους. Επίσης, αναλύεται η μέθοδος με την οποία πραγματοποιείται μια ενεργειακή επιθεώρηση σε ένα κτίριο και όλα τα στάδια τα οποία περιλαμβάνει αυτή, ενώ ακόμα παρουσιάζονται όλες οι επιπλέον πληροφορίες οι οποίες είναι αναγκαίες, όπως οι συνθήκες λειτουργίας του κτιρίου, η αποτύπωση της γεωμετρίας του και η κλιματική ζώνη στην οποία ανήκει.

Στο τρίτο κεφάλαιο περιλαμβάνεται η μελέτη του διαμερίσματος για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσής του με την χρήση λογισμικού της εταιρίας 4M. Αρχικά, περιγράφεται το διαμέρισμα, η τοποθεσία του, η γεωμετρία του, η συνθήκες λειτουργίας κτλ. Στην συνέχεια, γίνεται ο υπολογισμός των συντελεστών θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων, η αποτύπωση του κτιριακού κελύφους και τα σκαριφήματα του για κάθε προσανατολισμό καθώς και των σκιάσεις από προβόλους. Ακόμα, γίνεται η αποτύπωση των συστημάτων θέρμανσης και παραγωγής Ζ.Ν.Χ. και τέλος παρουσιάζεται η ενεργειακή κατανάλωση του διαμερίσματος και το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης.

Στο τέταρτο κεφάλαιο αρχικά παρουσιάζεται μια προέκταση η οποία έχει προγραμματιστεί να εφαρμοστεί στο διαμέρισμα και παρουσιάζονται τα νέα

γεωμετρικά στοιχεία του διαμερίσματος, το κτιριακό κέλυφος, τα σκαριφήματα όπως διαμορφώνονται μετά την προέκταση και οι συντελεστές θερμοπερατότητας των νέων δομικών στοιχείων που θα χρησιμοποιηθούν στην προέκταση. Στην συνέχεια, προτείνονται τρία σενάρια ενεργειακής αναβάθμισης του διαμερίσματος. Το πρώτο σενάριο περιλαμβάνει την αντικατάσταση του συστήματος θέρμανσης με αυτόνομο λέβητα συμπύκνωσης καυσαερίων, το δεύτερο την αντικατάσταση του συστήματος θέρμανσης με αντλία θερμότητας και το τρίτο την επέκταση του δεύτερου σεναρίου με επιπλέον αλλαγή των κουφωμάτων με πιο αποδοτικά ενεργειακά κουφώματα.

Συμπερασματικά, κάθε σενάριο έχει καλύτερη ενεργειακή απόδοση ανάλογα με το κόστος της επένδυσης και η πρόταση αυτών των σεναρίων δεν αποτελεί τελικό σχέδιο ενεργειακής αναβάθμισης του διαμερίσματος, αλλά έχει ως σκοπό την προϋδέαση του ιδιοκτήτη και τον καθοδήγησή του σε μια λύση η οποία στην συνέχεια εφαρμόζεται μετά από αναλυτική μελέτη.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	7
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1. Η ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ	1
1.1 ΕΝΕΡΓΕΙΑ	1
1.2 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ	1
1.2.1 Κατανάλωση στις οικίες	3
1.3 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ	6
1.3.1 Φαινόμενο του θερμοκηπίου.....	7
1.3.2 Όξινη βροχή.....	9
1.4 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ.....	10
1.4.1 Το πρωτόκολλο του Κιότο	10
1.4.2 Ενέργεια 2020	11
1.5 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	12
1.5.1 Κανονισμοί ελαχίστων απαιτήσεων στα κτίρια.....	12
1.5.2 Φοροαπαλλαγές	13
1.5.3 Εξοικονόμηση κατ' Οίκων	13
1.5.4 Φωτοβολταϊκά στις στέγες.....	14
1.5.5 Χρηματοδότηση από τρίτους	15
2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΑΙ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ	17
2.1 ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ - ΚΤΙΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ.....	17
2.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΑΙ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ..	18
2.3 ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	22

2.4 ΣΤΑΔΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ	23
2.5 ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΣΕ ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ	25
2.6 ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ	27
2.6.1 Εσωτερικά κέρδη από χρήστες και εξοπλισμό.....	27
2.7 ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΤΗΣ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	28
2.8 ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	32
3. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΜΕ ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ 4M	35
3.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΙΡΙΟΥ	35
3.1.1 Γεωμετρικά δεδομένα κτιρίου.....	35
3.2 ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ.....	37
3.3 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	37
3.4 ΘΕΡΜΙΚΗ ΖΩΝΗ	44
3.5 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....	45
3.5.1 Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων.....	45
3.5.2 Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας διαφανών δομικών στοιχείων	50
3.6 ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΚΕΛΥΦΟΣ.....	52
3.7 ΣΚΑΡΙΦΗΜΑΤΑ ΚΤΙΡΙΑΚΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ.....	53
3.8 ΣΚΙΑΣΕΙΣ	57
3.9 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	62
3.9.1 Σύστημα θέρμανσης	62
3.9.2 Σύστημα ζεστού νερού χρήσης.....	67
3.9.3 Ηλιακός συλλέκτης	69
3.10 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ	71
3.10.1 Κατανάλωση ενέργειας.....	72
3.10.2 Πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης	73
4. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΣΕΝΑΡΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ	77
4.1 ΠΡΟΕΚΤΑΣΗ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ.....	77
4.1.1 Γενικά στοιχεία κτιρίου	78
4.1.2 Θερμική ζώνη	78
4.1.3 Κτιριακό κέλυφος.....	79

4.1.4 Συντελεστές θερμοπερατότητας διάφανων δομικών στοιχείων	80
4.1.5 Σκαριφήματα κτιριακού κελύφους	81
4.2 ΣΕΝΑΡΙΟ 1	83
4.2.1 Αρχή λειτουργίας του λέβητα συμπύκνωσης καυσαερίων	83
4.2.2 Επιλογή λέβητα	84
4.2.3 Κατανάλωση ενέργειας	85
4.2.4 Πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης	85
4.3 ΣΕΝΑΡΙΟ 2	87
4.3.1 Αρχή λειτουργίας της αντλίας θερμότητας	87
4.3.2 Είδη αντλιών θερμότητας	88
4.3.3 Επιλογή αντλίας θερμότητας	90
4.3.4 Κατανάλωση ενέργειας	92
4.3.5 Πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης	93
4.4 ΣΕΝΑΡΙΟ 3	94
4.4.1 Υαλοπίνακες	95
4.4.2 Πλαίσια	97
4.4.3 Επιλογή κουφωμάτων	99
4.4.4 Κατανάλωση ενέργειας	100
4.4.5 Πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης	101
4.5 Συνοπτική παρουσίαση σεναρίων	102
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΕΙΑ	105

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων είναι ένα θέμα το οποίο απασχολεί όλο και περισσότερο τις αναπτυσσόμενες χώρες. Κάθε κτίριο καταναλώνει ενέργεια για την θέρμανση, ψύξη, φωτισμό, παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, λειτουργία συσκευών όπως οι κουζίνες μαγειρέματος, τα ψυγεία, τα πλυντήρια κτλ. Η κατανάλωση αυτή αυξάνεται συνέχεια κάθε χρόνο και γίνεται προσπάθεια με την χρήση νέων τεχνολογιών να αναβαθμίζονται τα κτίρια και να αποτελούνται από τέτοια υλικά και συσκευές που να επιτρέπουν την εξοικονόμηση ενέργειας.

Η συνεχής ζήτηση ενέργειας προβληματίζει εδώ και χρόνια την παγκόσμια κοινότητα καθώς η παραγωγή, η μεταφορά και η χρήση της ενέργειας έχει καταστροφικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και η λήψη μέτρων είναι απαραίτητη. Επιπλέον, τα αποθέματα των ορυκτών καύσιμων τα οποία χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ενέργειας, όπως το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, λιγοστεύουν όλο και περισσότερο με αποτέλεσμα να κρίνεται αναγκαία η παραγωγή ενέργειας με την χρήση ανανεώσιμων πηγών όπως τα φωτοβολταϊκά και οι ανεμογεννήτριες.

Σύμφωνα με αυτά, η παγκόσμια κοινότητα στρέφεται στην εύρεση τρόπων με τους οποίους θα μειωθεί η κατανάλωση ενέργειας. Εδώ και αρκετά χρόνια έχουν πραγματοποιηθεί κάποιες συμφωνίες για την μείωση της καταναλωμένης ενέργειας σε κάθε χώρα ενώ στις μέρες μας γίνεται συνεχής προώθηση της ενεργειακής αναβάθμισης των κτιρίων μέσω προγραμμάτων χρηματοδότησης με σκοπό την ύπαρξη όλο και περισσότερων κτιρίων τα οποία να ανταποκρίνονται στις σύγχρονες απαιτήσεις κατανάλωσης ενέργειας.

Ένας από τους σημαντικότερους κανονισμούς που εφαρμόζεται τα τελευταία χρόνια είναι η αναγκαστική έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης για κάθε κτίριο το οποίο αγοράζεται ή ενοικιάζεται. Το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης είναι ένας τρόπος πληροφόρησης του ενδιαφερόμενου αγοραστή/ενοικιαστή για την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου έτσι ώστε αυτός να επιλέξει αν θέλει ένα πιο αποδοτικό ενεργειακά κτίριο. Η παρουσίαση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου στο πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης γίνεται με την κατάταξη του κτιρίου σε μια από τις κατηγορίες από το +A μέχρι το H, με την κατηγορία +A ως την καλύτερη πιθανή απόδοση.

Η έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης γίνεται από έναν ενεργειακό επιθεωρητή ο οποίος εφόσον πραγματοποιήσει επιθεώρηση στο κτίριο υπολογίζει την ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου με την χρήση λογισμικού και στην συνέχεια εκδίδει το πιστοποιητικό καθώς επίσης προτείνει και κάποιες επεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης του κτιρίου.

1. Η ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ

1.1 ΕΝΕΡΓΕΙΑ

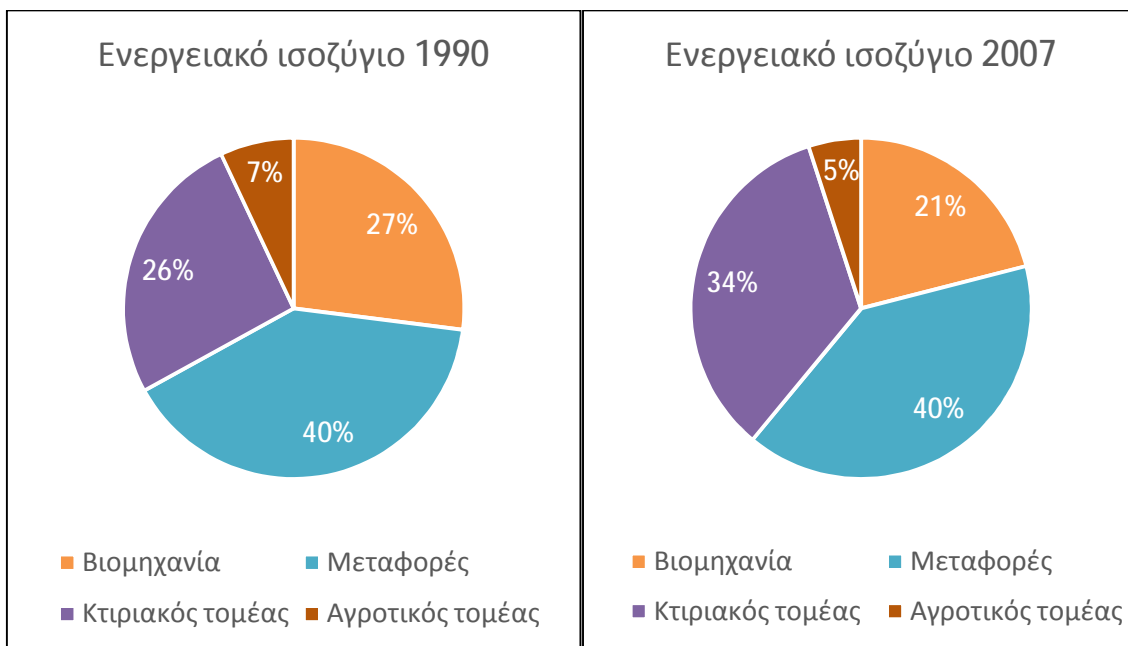
Η ενέργεια ορίζεται ως το ποσό του έργου που απαιτείται προκειμένου ένα σύστημα να μεταβεί από μια αρχική κατάσταση σε μια τελική. Η ενέργεια είναι πολύ σημαντική για τον άνθρωπο, καθώς οι περισσότερες δραστηριότητες του εξαρτώνται από αυτήν. Χρησιμοποιούμε καθημερινά ενέργεια για μετακίνηση, θέρμανση, φωτισμό, μαγείρεμα κ.α. Ακόμη και μικρές μεταβολές στην τιμή της ενέργειας μπορεί να έχουν τεράστιες επιπτώσεις στην ποιότητα ζωής.

Η εξέλιξη της τεχνολογίας βασίστηκε στην άφθονη και φθηνή ενέργεια η οποία ήταν διαθέσιμη για πολλά χρόνια. Τα τελευταία χρόνια όμως, σε παγκόσμιο επίπεδο υπάρχει ενεργειακό πρόβλημα, καθώς υπάρχει ανάγκη για φθηνότερη ενέργεια με όσο το δυνατόν μικρότερο περιβαλλοντικό κόστος. Επίσης, σημαντικός παράμετρος είναι και η εξάντληση των συμβατικών καυσίμων, όπως το πετρέλαιο, ο γαιάνθρακας και το φυσικό αέριο.

Στο παρελθόν έχουν υπάρξει ενεργειακές κρίσεις με τις σημαντικότερες στην δεκαετία του 1970 και το καλοκαίρι του 2008 όπου η τιμή του πετρελαίου αυξήθηκε υπερβολικά. Ακόμα και στην αρχαιότητα όμως έχουν υπάρξει ενεργειακές κρίσεις. Κατά τον 5^ο αιώνα π.Χ. στην Αττική παρουσιάστηκε έλλειψη σε καύσιμο ξύλο, καθώς τα περισσότερα κοντινά δάση είχαν κοπεί και οι κάτοικοι άρχισαν να κόβουν τα ελαιόδεντρα, με αποτέλεσμα να θεσπιστεί νόμος ο οποίος απαγόρευε το κόψιμο τους. Επίσης, στη Ρώμη κατά τον 1^ο αιώνα μ.Χ. οι πλούσιοι έκαιγαν τεράστιες ποσότητες ξύλων με αποτέλεσμα να μεταφέρουν ξυλεία από μεγάλες αποστάσεις ακόμη και από τις Άλπεις.

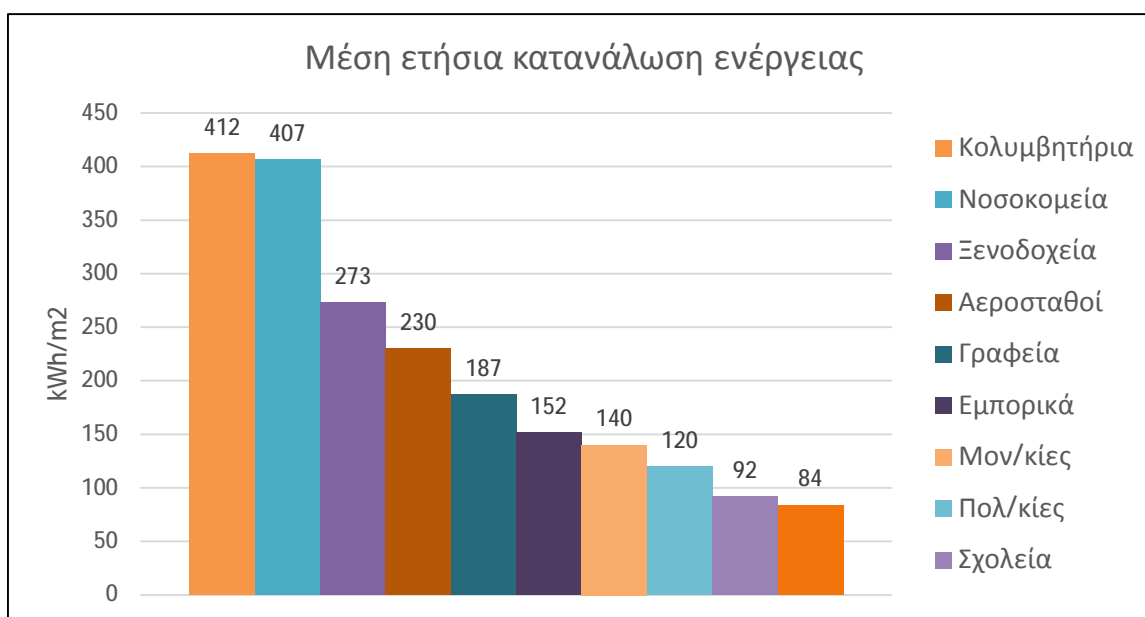
1.2 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ

Ο κτιριακός τομέας συμβάλει σημαντικά στη κατανάλωση ενέργειας και στην εκπομπή ρύπων στην ατμόσφαιρα. Στη Ευρωπαϊκή Ένωση η συμμετοχή του κτιριακού τομέα στην κατανάλωση ενέργειας ανέρχεται στο 40%, ενώ στην Ελλάδα, σύμφωνα με δημοσιευμένα στοιχεία για το 2007, όπως φαίνεται στην Εικόνα 1.1, ανέρχεται στο 34% ή ισοδύναμα 7,5 εκατομμύρια τόνοι πετρελαίου.



Εικόνα 1.1: Κατανομή της τελικής κατανάλωσης ενέργειας στην Ελλάδα, (πηγή: ΥΠΕΚΑ).

Στην Ελλάδα ο κτιριακός τομέας αποτελείται κατά 70% από κτίρια που ανήκουν στον οικιακό τομέα, δηλαδή κατοικίες, ενώ κατά 30% αποτελείται από κτίρια που ανήκουν στον τριτογενή τομέα, όπως καταστήματα, νοσοκομεία, σχολεία, αεροδρόμια. Στην Εικόνα 1.2 φαίνεται η κατανάλωση ενέργειας στα διαφορετικά κτίρια.



Εικόνα 1.2: Μέση ετήσια συνολική τελική (πραγματική) κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα επιφανείας κτιρίου (kWh/m²) για διάφορες τελικές χρήσεις Ελληνικών κτιρίων κατοικίας και του τριτογενή τομέα (πηγή: ΥΠΕΚΑ).

Στα κτίρια του τριτογενή τομέα το μεγαλύτερο ποσό ενέργειας χρησιμοποιείται για την θέρμανση χώρου. Επίσης, στον τριτογενή τομέα υπάρχει πολύ μεγαλύτερη ζήτηση ενέργειας για φωτισμό σε σχέση με την ζήτηση στον οικιακό τομέα.

Η μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας παρατηρείται στα κολυμβητήρια διότι έχουν μεγάλη ζήτηση θερμικής ενέργειας για την θέρμανση της πισίνας, των χώρων, την παροχή ζεστού νερού στα αποδυτήρια.

Η μικρότερη κατανάλωση ενέργειας παρατηρείται στα γυμναστήρια και στα σχολεία. Τα γυμναστήρια συνήθως δεν χρησιμοποιούνε κλιματισμό, εκτός αν διεξάγεται αγώνας και γενικά έχουν πολύ περιορισμένα θερμικά φορτία. Τα σχολεία λειτουργούν μόνο 9 μήνες και συνήθως μόνο τις πρωινές ώρες. Η χρήση ηλεκτρονικών συσκευών είναι πολύ μικρή. Δεν χρειάζονται ψύξη καθώς δεν λειτουργούν κατά τους καλοκαιρινούς μήνες και τα θερμικά φορτία τους είναι μικρά εξαιτίας της συγκέντρωσης πολλών ατόμων στις αίθουσες.

Τα ξενοδοχεία καταναλώνουν πολύ ενέργεια παρόλο που το μεγαλύτερο ποσοστό από αυτά είναι εποχιακά και λειτουργούν λιγότερο από έξη μήνες τον χρόνο. Αυτό οφείλεται στο ότι τα περισσότερα ξενοδοχεία είναι χώροι πολυτελείας και τα συστήματα που είναι εγκατεστημένα είναι αρκετά ενεργοβόρα.

Οι αεροσταθμοί δουλεύουν καθ' όλη την διάρκεια της ημέρας και έχουν υψηλές απαιτήσεις στις συνθήκες των εσωτερικών χώρων τους. Επίσης, καταναλώνουν πολύ ενέργεια στον φωτισμό, όχι μόνο των εσωτερικών χώρων, αλλά και στον φωτισμό του χώρου προσγείωσης/απογείωσης των αεροπλάνων.

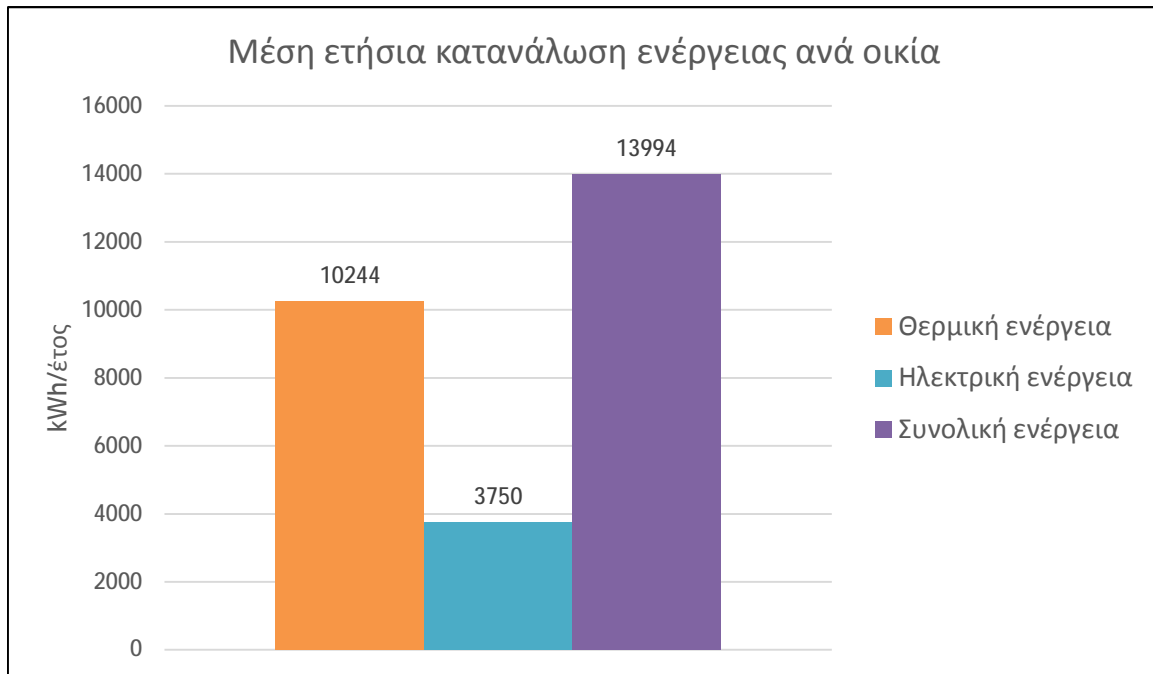
Στα κτίρια γραφείων και εμπορικών η κατανάλωση ενέργειας είναι μεγάλη καθώς περιλαμβάνουν ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό για την πραγματοποίηση των εργασιών τους. Η χρήση αυτού του εξοπλισμού συνήθως είναι συνεχούς λειτουργίας και πολλές φορές γίνεται περιττή χρήση από τους εργαζομένους.

Οι κατοικίες έχουν μικρότερη κατανάλωση ενέργειας σε σχέση με τα κτίρια του τριτογενή τομέα. Ο μεγάλος αριθμός των κατοικιών όμως τις καθιστά πολύ ψηλά στην κατανάλωση ενέργειας στον κτιριακό τομέα.

1.2.1 Κατανάλωση στις οικίες

Η Ελληνική Στατιστική Αρχή δημοσίευσε τον Οκτώβρη του 2013 την Έρευνα Κατανάλωσης Ενέργειας στα Νοικοκυριά. Πρόκειται για μια έρευνα η οποία πραγματοποιήθηκε κατά το 2011 με 2012 και ως σκοπό έχει την συλλογή πληροφοριών για την κατανάλωση ενέργειας στις Ελληνικές κατοικίες. Πιο συγκεκριμένα, εξετάστηκαν οι ποσότητες και τα είδη των καυσίμων καθώς και τα επίπεδα κατανάλωσης ενέργειας ανάλογα τις διαφορετικές χρήσεις (θέρμανση – ψύξη, ζεστό νερό χρήσης, φωτισμός κ.α.).

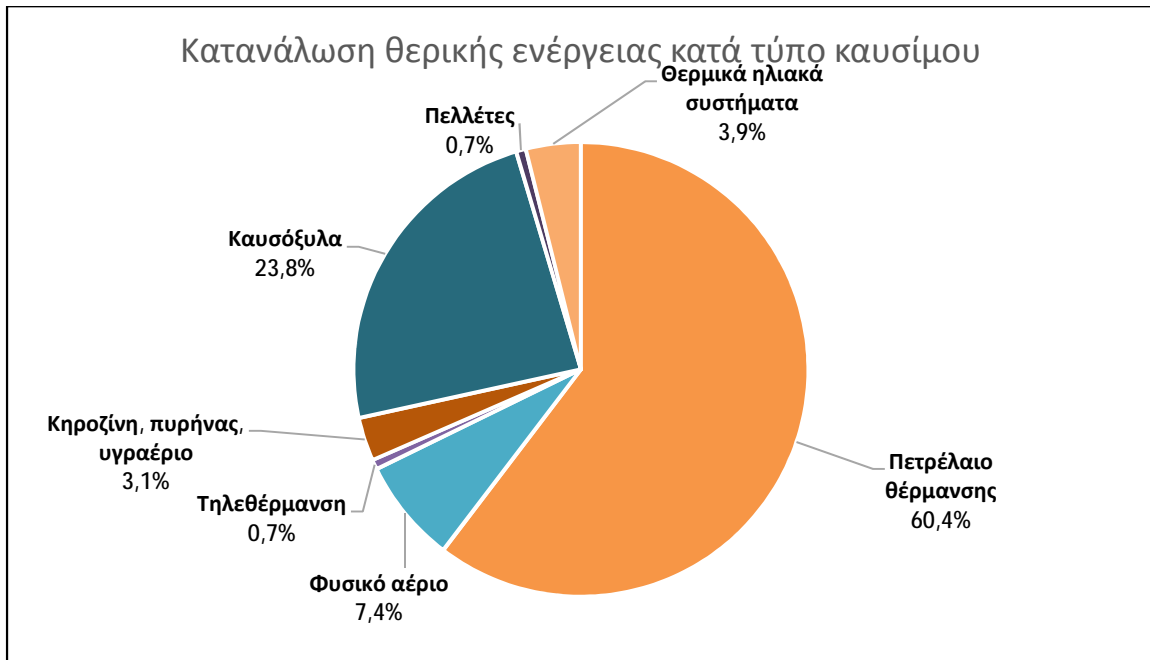
Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι κάθε κατοικία, για να καλύψει τις ενεργειακές τις απαιτήσεις, καταναλώνει κατά μέσο όρο 13.994 kWh τον χρόνο, όπως φαίνεται στην Εικόνα 1.3. Από την συνολική αυτή ενέργεια το 73% είναι θερμική ενέργεια, ενώ το 27% είναι ηλεκτρική ενέργεια.



Εικόνα 1.3: Μέση ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά οικία (πηγή: Έρευνα Ε.Σ.Α.).

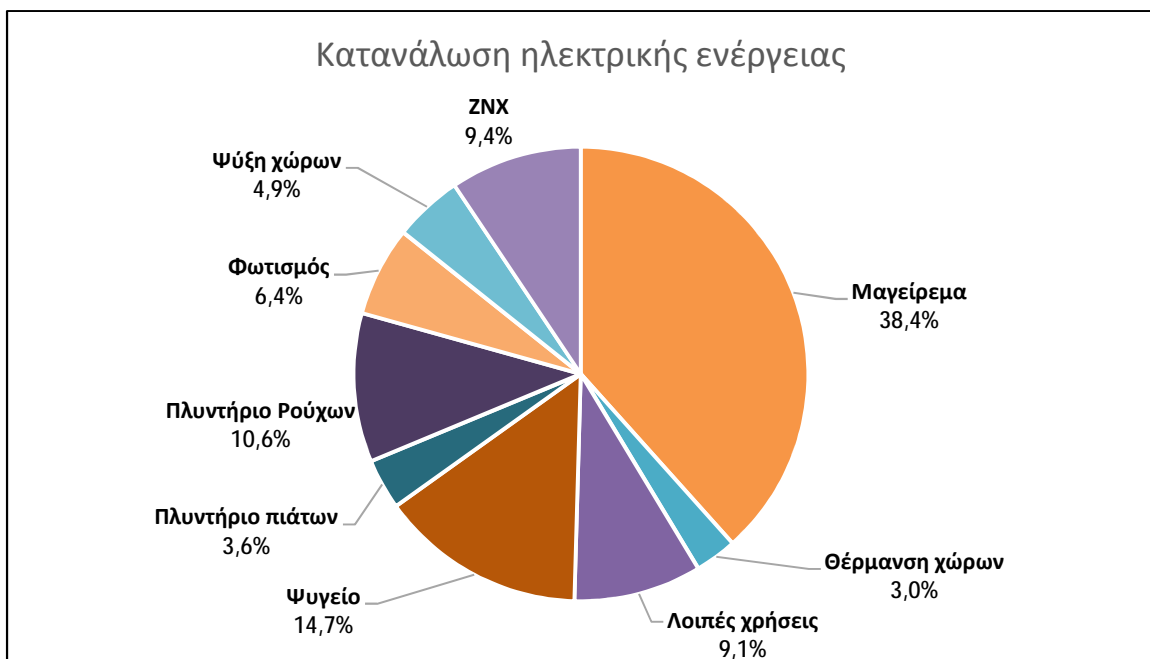
Η θερμική ενέργεια χρησιμοποιείται κυρίως για τρεις χρήσεις, την θέρμανση χώρου, την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης και το μαγείρεμα. Όπως είναι αναμενόμενο η κατανάλωση της θερμικής ενέργειας για θέρμανση χώρων είναι αυτή που κατέχει το μεγαλύτερο ποσοστό με 85,9%, ενώ η παραγωγή ζεστού νερού χρήσης κατέχει το 4,4% και το μαγείρεμα 9,7%.

Το καύσιμο που χρησιμοποιείται από τις περισσότερες κατοικίες για την παραγωγή θερμικής ενέργειας είναι το πετρέλαιο, ενώ ακολουθούν τα καυσόξυλα και το φυσικό αέριο. Πιο αναλυτικά παρουσιάζεται η κατανάλωση θερμικής ενέργεια κατά τύπο καυσίμου στην Εικόνα 1.4.



Εικόνα 1.4: Ποσοστιαία κατανομή κατανάλωσης θερμικής ενέργειας κατά τύπο καυσίμου (πηγή: Έρευνα Ε.Σ.Α.).

Η ηλεκτρική ενέργεια έχει πολλαπλές χρήσεις στις κατοικίες. Οι κυριότερες χρήσεις είναι το μαγείρεμα, η λειτουργία του ψυγείου και του πλυντηρίου, η παραγωγή ζεστού νερού χρήσης και ο φωτισμός. Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας κατά τελική χρήση παρουσιάζεται στην Εικόνα 1.5.



Εικόνα 1.5: Ποσοστιαία κατανομή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας κατά τελική χρήση (πηγή: Έρευνα Ε.Σ.Α.).

Τα κτίρια τα οποία ερευνήθηκαν ήταν μόνιμες κατοικίες. Το 43,7% από αυτές έχουν κατασκευαστεί πριν το 1980 και οι πέντε στις δέκα διαθέτουν θερμομόνωση. Ο τύπος της θερμομόνωσης παρουσιάζεται στον Πίνακα 1.1.

Πίνακας 1.1: Τύπος θερμομόνωσης στις κατοικίες (πηγή: Έρευνα Ε.Σ.Α.).

Τύπος θερμομόνωσης	Ποσοστό %
Σε στέγη/δώμα	38,5
Στο δάπεδο	2,9
Στην τοιχοποιία εξωτερικά	77,8
Στην τοιχοποιία εσωτερικά	31,3
Στον φέροντα οργανισμό	18,3
Άλλη μόνωση	0,5
Δεν γνωρίζω τον τύπο	1,4

Το 98,9% των κατοικιών χρησιμοποιεί κάποιο σύστημα θέρμανσης. Οι τρεις στις δέκα από αυτές τις κατοικίες χρησιμοποιούν κάποιο επιπλέον σύστημα θέρμανσης όπως το τζάκι κατά κύριο λόγο, καθώς επίσης και οι φορητές ηλεκτρικές μονάδες θέρμανσης όπως αερόθερμα, σόμπες, καλοριφέρ.

Το 98,6% των κατοικιών χρησιμοποιεί κάποιο σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης από τις οποίες το 74,5% διαθέτει ηλεκτρικό θερμοσίφωνα, το 37,6% ηλιακό θερμοσίφωνα και το 25,2% είναι σύστημα συμπαραγωγής συνδεδεμένο με την κεντρική θέρμανση.

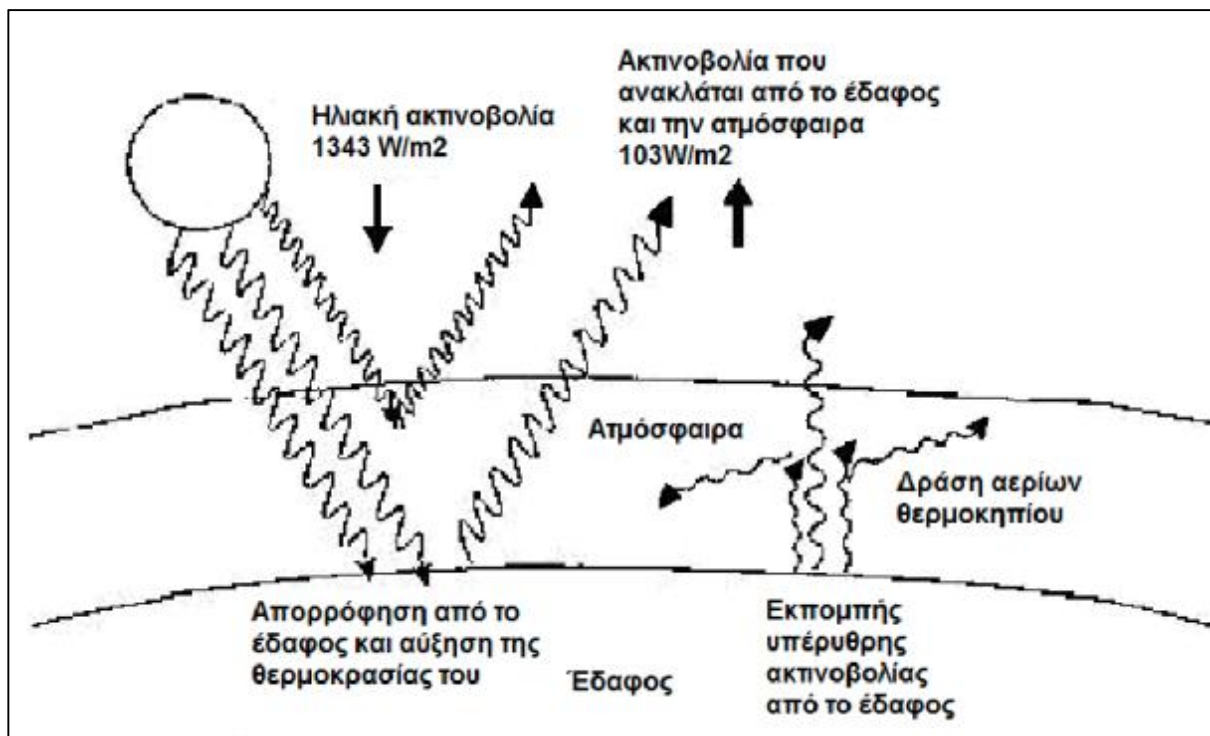
Το 59,5% των κατοικιών χρησιμοποιεί κάποιο σύστημα ψύξης από τα οποία το 99,7% είναι ανεξάρτητες μονάδες κλιματιστικών.

1.3 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

Οι επιπτώσεις της ενέργειας στο περιβάλλον είναι καταστροφικές και αυξάνονται με τον χρόνο και την συνεχή ζήτηση σε ενέργεια. Τα κύρια περιβαλλοντικά προβλήματα που δημιουργούνται από την παραγωγή και χρήση ενέργειας είναι το φαινόμενο του θερμοκηπίου και η όξινη βροχή (τα οποία αναλύονται παρακάτω), το φωτοχημικό νέφος που οφείλεται κυρίως στις εκπομπές των αυτοκινήτων, η ρύπανση των υδάτινων πόρων από ενεργειακά απόβλητα με υποβάθμιση των ποταμών, λιμνών και ωκεανών, οι πετρελαιοκηλίδες, η θερμική ρύπανση και η παραγωγή θερμικών ισοτόπων.

1.3.1 Φαινόμενο του θερμοκηπίου

Ως «Φαινόμενο του θερμοκηπίου» ορίζεται γενικά η ικανότητα της ατμόσφαιρας στο να διατηρεί την θερμοκρασία της γης σταθερή, έτσι ώστε να είναι βιώσιμη. Χωρίς αυτό το φαινόμενο η θερμοκρασία στην γη θα ήταν 30 °C ψυχρότερη. Στις μέρες μας όμως ο όρος «Φαινόμενο του θερμοκηπίου» χρησιμοποιείται για να περιγράψει την αύξηση της συγκέντρωσης των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα και ως αποτέλεσμα η ατμόσφαιρα να απορροφάει το μεγαλύτερο μέρος της υπέρυθρης ακτινοβολίας που εκπέμπεται από το έδαφος. Αυτό έχει σαν συνέπεια την συνεχή αύξηση της θερμοκρασίας της γης, γι' αυτό και ο όρος «Φαινόμενο του θερμοκηπίου» αναφέρεται και ως «Κλιματική αλλαγή» και «Παγκόσμια υπερθέρμανση». Μια απεικόνιση του φαινομένου του θερμοκηπίου παρουσιάζεται στην Εικόνα 1.6.



Εικόνα 1.6: Το φαινόμενο του θερμοκηπίου (πηγή Τ.Ε.Ε.).

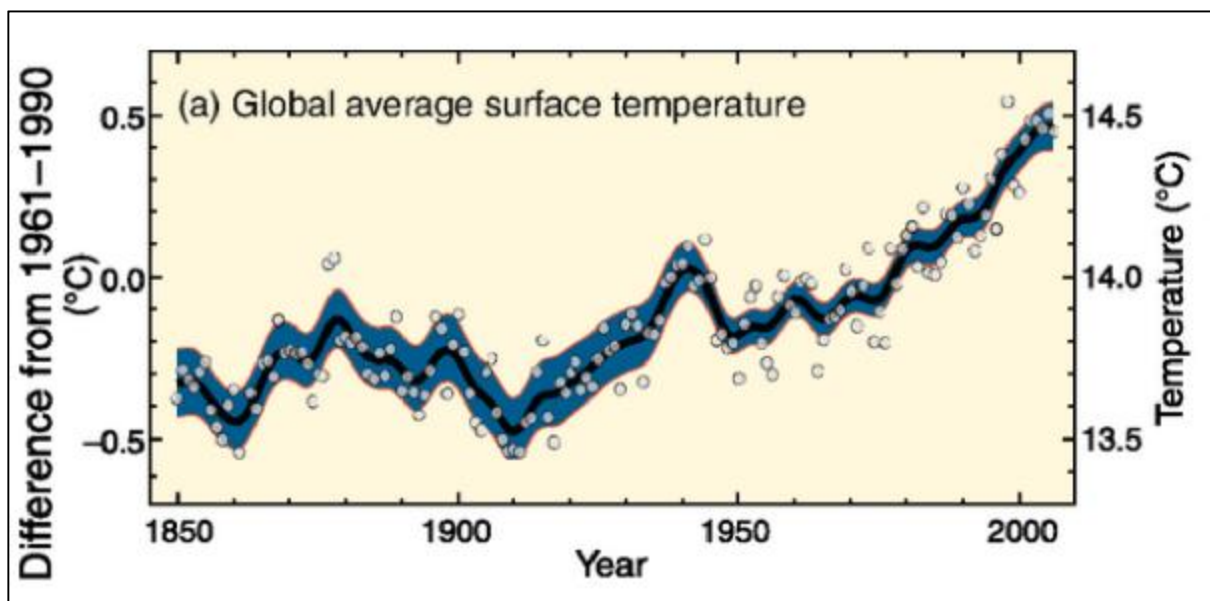
Την μεγαλύτερη συνεισφορά στο «Φαινόμενο του θερμοκηπίου» κατέχει το διοξείδιο του άνθρακα το οποίο, όπως και το υποξείδιο του αζώτου (με μικρότερη συνεισφορά), προέρχονται από την καύση ορυκτών καυσίμων. Συνεπώς ο ενεργειακός τομέας αποτελούμενος σε ένα μεγάλο βαθμό από την καύση ορυκτών καυσίμων συντελεί σε πολύ μεγάλο βαθμό στο «Φαινόμενο του θερμοκηπίου».

Οι επιπτώσεις από το «Φαινόμενο του θερμοκηπίου» μπορούν να φέρουν μεγάλες αλλαγές στο περιβάλλον καθώς και στην ζωή των ανθρώπων. Οι κυριότερες

από αυτές είναι η άνοδος της στάθμης των θαλασσών, η αλλαγή του κλίματος και η υποβάθμιση της γεωργίας.

Η κυριότερη ίσως επίπτωση της παγκόσμιας υπερθέρμανσης είναι η άνοδος της στάθμης των θαλασσών, που πραγματοποιείται από την θερμική διαστολή των υδάτων και την τήξη των πάγων. Η άνοδος της στάθμης μπορεί να απειλήσει παραθαλάσσιες περιοχές με χαμηλό υψόμετρο προκαλώντας πλημμύρες. Ήδη κάποιες περιοχές όπως η Βενετία, η Αλεξάνδρεια, η Σαγκάη κ.α. απειλούνται. Δορυφορικές μετρήσεις δείχνουν πως η άνοδος της στάθμης των θαλασσών είναι περίπου 3 χιλιοστά κάθε χρόνο.

Η αλλαγή του κλίματος προέρχεται από την μετακίνηση των ζωνών βροχοπτώσεως, οι οποίες βρίσκονται στον ισημερινό, προς τον βορά με αποτέλεσμα να γίνει ερημοποίηση του κάτω τμήματος της εύκρατης ζώνης. Αυτό έχει ως συνέπεια την συχνότερη δημιουργία ακραίων καιρικών φαινομένων, όπως μεγάλες πυρκαγιές στα δάση στα οποία πλέον υπάρχει ξηρασία, πλημμύρες, κατολισθήσεις, τροπικοί κυκλώνες και διάβρωση των παράκτιων περιοχών. Τα ακραία αυτά φαινόμενα προκαλούν τραυματισμούς, θανάτους, κοινωνική διαταραχή και μετανάστευση. Στην Εικόνα 1.7 φαίνεται η μεταβολή της θερμοκρασίας της γής.



Εικόνα 1.7: Σχετικές μεταβολές μέσης ετήσιας θερμοκρασίας της επιφάνειας της γης (πηγή Τ.Ε.Ε.).

Η γεωργία επηρεάζεται από την παγκόσμια υπερθέρμανση λόγω της αλλαγής του κλίματος και την αύξηση των ακραίων καιρικών φαινομένων. Οι κυριότερες πληγές των φαινομένων αυτών στην γεωργία είναι η αλλαγή των βροχοπτώσεων, οι πλημμύρες, οι ξηρασίες, οι κυκλώνες και οι επιδρομές εντόμων. Επίσης με αλλαγή του κλίματος θα μπορούσαν να δημιουργηθούν νέα βακτήρια, παράσιτα και μύκητες

που πλήττουν την γεωργία και της τροφές και κατά συνέπεια γίνονται επικίνδυνες για την υγεία των ανθρώπων.

1.3.2 Όξινη βροχή

Η όξινη βροχή δημιουργείται από την εκπομπή διοξειδίου του θείου, οξειδίων του αζώτου και αμμωνίας στην ατμόσφαιρα. Τα αέρια αυτά δημιουργούνται από την καύση ορυκτών καυσίμων και ο αέρας τα μεταφέρει μέχρι και 1000 χιλιόμετρα, με αποτέλεσμα να πλήγονται από την όξινη βροχή ακόμη και περιοχές που δεν παράγουν αυτά τα αέρια. Κατά τις πρώτες βροχές το νερό παρασύρει τα αέρια με αποτέλεσμα να γίνεται όξινο.

Τα οξείδια του θείου είναι στο μεγαλύτερο μέρος υπεύθυνα για την οξύτητα της ατμόσφαιρας. Προέρχονται κυρίως από την καύση πετρελαίου και άνθρακα και το 64% του οξειδίου του θείου που βρίσκεται στην ατμόσφαιρα προέρχεται από μονάδες παραγωγής ενέργειας, κατά βάση ηλεκτροπαραγωγής. Ο άνθρακας είναι το καύσιμο με την μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε θείο, συνεπώς η αντικατάστασή του με κάποιο άλλο καύσιμο, όπως το φυσικό αέριο, μειώνει αρκετά τα οξείδια του θείου στην ατμόσφαιρα. Επίσης, οι περισσότερες μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας πλέον χρησιμοποιούν συστήματα τα οποία μειώνουν την περιεκτικότητα των καυσαερίων σε οξείδια του θείου. Τα οξείδια του αζώτου προέρχονται κυρίως από τις μηχανές εσωτερικής καύσης των αυτοκινήτων.

Η όξινη βροχή έχει σοβαρές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Η μείωση του pH στα επιφανειακά νερά, στις λίμνες, στα μικρά ποτάμια και στα ρυάκια έχει καταστροφικές συνέπειες στον υδροβιότοπο, στην υδάτινη χλωρίδα, στο πλαγκτόν καθώς και στους μικρούς υδρόβιους οργανισμούς και στα αυγά, που είναι πιο ευαίσθητα. Επίσης, έχουν παρατηρηθεί και μαζικοί θάνατοι και εξαφανίσεις ψαριών για τους οποίους θεωρείτε ότι ευθύνεται η όξινη βροχή. Τα δάση και η υπόλοιπη χλωρίδα πλήττονται από την όξινη ομίχλη, η οποία είναι πιο όξινη από την όξινη βροχή και έχει ως αποτέλεσμα την μικρότερη αύξηση των δένδρων, την μείωση των φύλλων καθώς ακόμη και την ολική καταστροφή των δένδρων. Οι ανθρώπινες καλλιέργειες και τα υπόλοιπα φυτά πλήττονται σοβαρά από την όξινη βροχή, με αποτέλεσμα να γίνεται χρήση λιπασμάτων για να εξουδετερωθούν τα οξέα του εδάφους, κάτι το οποίο όμως εκτός από δαπανηρό είναι και επιβλαβές για τα φυσικά οικοσυστήματα. Στο έδαφος η ύπαρξη οξέων διαλύει και ενεργοποιεί βαρέα μέταλλα και άλλες τοξίνες. Επιπλέον, πολλές ευαίσθητες εδαφώβιες μορφές ζωής εξοντώνονται από την μείωση του pH του εδάφους.

Επιπλέον, επιπτώσεις της όξινης βροχής παρουσιάζονται και στην ανθρώπινη υγεία. Άμεσα προβλήματα μπορούν να παρουσιαστούν στο αναπνευστικό σύστημα σε άτομα που έχουν προδιάθεση άσθματος, ενώ έμμεσα, η ανθρώπινη υγεία επηρεάζεται από την τροφική αλυσίδα. Τέλος, η όξινη βροχή προκαλεί διάβρωση σε

ορισμένα υλικά, όπως μέταλλα, δομικά υλικά και πετρώματα. Αυτό έχει ως συνέπεια την διάβρωση ιστορικών πολιτιστικών μνημείων που είναι κατασκευασμένα από ασβεστόλιθο, μάρμαρο, γρανίτη, ή την καταστροφή των προστατευτικών επικαλύψεων τους.

1.4 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ

Το ενεργειακό πρόβλημα αποτελεί ένα παγκόσμιο ζήτημα καθώς η παραγωγή, μεταφορά και διανομή της ενέργειας είναι ένας από τους σημαντικότερους κλάδους της οικονομίας κάθε χώρας. Η εξάντληση των φυσικών πόρων και η συνεχής υποβάθμιση του περιβάλλοντος οδηγούν στην αναγκαιότητα εφαρμογής διεθνών πολιτικών αντιμετώπισης του ενεργειακού προβλήματος.

Έχουν πραγματοποιηθεί πολλές διεθνής συναντήσεις με θέμα την αντιμετώπιση του ενεργειακού προβλήματος. Οι σημαντικότερες συμφωνίες που έχουν πραγματοποιηθεί είναι η πρώτη διεθνής συμφωνία το έτος 1998 με την υπογραφή του πρωτοκόλλου του Κιότο και το έτος 2010 η ανακοίνωση του προγράμματος «Ενέργεια 2020» από την Ευρωπαϊκή Ένωση.

1.4.1 Το πρωτόκολλο του Κιότο

Το πρωτόκολλο του Κιότο είναι η πρώτη διεθνής σύμβαση η οποία έχει στόχο την μείωση της μόλυνσης του περιβάλλοντος και την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής του πλανήτη. Περιέχει τις απαιτούμενες ενέργειες, τις οποίες πρέπει να κάνουν τα κράτη τα οποία το έχουν συνυπογράψει, έτσι ώστε να περιοριστούν οι εκπομπές ρύπων του θερμοκηπίου.

Τα Κράτη Μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, συμπεριλαμβανομένου και της Ελλάδας υπέγραψαν το πρωτόκολλο του Κιότο τον Απρίλιο του 1998. Με την συμμετοχή τους στην συμφωνία αυτή, τα Κράτη Μέλη, υποχρεούνται να μειώσουν τις εκπομπές ρύπων το διάστημα 2008 - 2012 κατά 8% σε σχέση με τις εκπομπές ρύπων του 1990. Η δέσμευση της Ελλάδας ήταν η αύξηση των εκπομπών ρύπων για την περίοδο 2008 – 2012 να μην ξεπερνάει το 25%.

Το πρωτόκολλο είχε ως κύρια στοιχεία την μείωση των εκπομπών έξι αερίων (το διοξείδιο του άνθρακα CO₂, το μεθάνιο CH₄, το υποξείδιο του αζώτου N₂O, οι υδροφθοράνθρακες HFC, οι πλήρως φθοριωμένοι υδρογονάνθρακες ή υπερφθοράνθρακες PFC και το εξαφθοριούχο θείο SF₆), την δυνατότητα της ολοκλήρωσης των δεσμεύσεων κάθε Κράτους σε συνεργασία με άλλο Κράτος καθώς

και την θέσπιση και εφαρμογή μέτρων και νόμων από κάθε Κράτος ώστε να μπορέσουν να εκπληρώσουν τους στόχους του πρωτοκόλλου.

1.4.2 Ενέργεια 2020

Στις 10 Νοεμβρίου 2010 παρουσιάστηκε μια νέα ευρωπαϊκή στρατηγική για καθαρή, ασφαλή και ανταγωνιστική ενέργεια. Το πρόγραμμα ονομάστηκε «Ενέργεια 2020» και περιλαμβάνει τις ενεργειακές προτεραιότητες για το διάστημα 2011 – 2020, καθώς και τις απαραίτητες δράσεις στις οποίες πρέπει να προβούν τα Κράτη Μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης για να επιτευχθεί εξοικονόμηση ενέργειας, ασφάλεια στον εφοδιασμό πρώτων υλών, προώθηση της τεχνολογίας και ενοποίηση των αγορών.

Πιο αναλυτικά, το πρόγραμμα θέτει πέντε βασικές προτεραιότητες οι οποίες είναι οι εξής:

Εξοικονόμηση ενέργειας

Οι τομείς οι οποίοι έχουν το μεγαλύτερο δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας είναι οι μεταφορές και τα κτήρια. Οι τοπικοί φορείς, με την εφαρμογή επενδυτικών κινήτρων και νέων δημοσιονομικών μέσων, θα βοηθήσουν τους ιδιοκτήτες κατοικιών με την χρηματοδότηση ανακαινίσεων και ενεργειακών αναβαθμίσεων. Επίσης, η εξοικονόμηση ενέργειας θα πρέπει να ληφθεί υπόψη και στον δημόσιο τομέα στην κατασκευή έργων ή αναβάθμιση υπαρχόντων. Τέλος, στον βιομηχανικό τομέα, με κριτήριο τα πιστοποιητικά ενεργειακής απόδοσης οι εταιρείες και οι καταναλωτές θα μπορούν να επενδύσουν σε προϊόντα και τεχνολογίες που εφαρμόζουν εξοικονόμηση ενέργειας.

Ολοκληρωμένη πανευρωπαϊκή αγορά ενέργειας

Έως το 2015 η Ευρωπαϊκή Ένωση χρειάζεται να κάνει επενδύσεις ενός τρισεκατομμυρίου σε ενεργειακές υποδομές. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή προτείνει την απλούστευση και σύντομη έκδοση των οικοδομικών αδειών καθώς και την οργάνωση των αιτήσεων αδειών που είναι απαραίτητες για την κατασκευή ενός έργου σε ένα ενιαίο σημείο εξυπηρέτησης.

27 κράτη, μία ενιαία φωνή για την ενέργεια παγκοσμίως

Η ενεργειακή πολιτική που εφαρμόζεται με το πρόγραμμα θα πρέπει να επηρεάζει και τρίτες χώρες. Ο στόχος είναι να ενσωματωθούν και άλλες χώρες στην αγορά ενέργειας της Ευρωπαϊκής Ένωσης, με την επέκταση και γνωστοποίηση του προγράμματος.

Πρωτοκαθεδρία της Ευρώπης στην ενεργειακή τεχνολογία και στην καινοτομία

Η ανταγωνιστικότητα της Ευρώπης θα αναπτυχθεί με τη κατασκευή μεγάλων έργων σε κύριους τομείς που θα περιλαμβάνουν καινοτόμες τεχνολογίες στην μεταφορά και αποθήκευση της ηλεκτρικής ενέργειας, οικολογικά καύσιμα νέας γενιάς και προώθηση της εξοικονόμησης ενέργειας σε αστικές περιοχές.

Ασφαλής, προστατευμένη και προσιτή ενέργεια για ενεργούς καταναλωτές

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή προτείνει νέα μέτρα για την σαφή και διαφανή τιμολόγηση, την σύγκριση τιμών και την δυνατότητα αλλαγής προμηθευτή.

1.5 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Εκτός από τις διεθνείς οδηγίες για την αντιμετώπιση του ενεργειακού προβλήματος, καλείται κάθε χώρα να εφαρμόσει ανεξάρτητες πολιτικές εξοικονόμησης ενέργειας. Τέτοιες πολιτικές αναφέρονται σε κανονισμούς που θέτουν ελάχιστες απαιτήσεις, απαλλαγές από φόρους, επιδοτούμενα προγράμματα και διαδικασίες καθορισμού Συμβάσεων Ενεργειακής Απόδοσης.

Στην Ελλάδα οι περισσότερες τράπεζες προσφέρουν «Πράσινα δάνεια» τα οποία προβλέπονται για ενεργειακή αναβάθμιση κτηρίων και έχουν χαμηλά επιτόκια. Επίσης, ανακοινώνονται κατά περιόδους επιδοτούμενα προγράμματα οικονομικής ενίσχυσης όπως το «Εξοικονομώ» σε Δήμους για την εφαρμογή δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας σε Δήμους, το «Αλλάζω ΚΛΙΜΑτιστικό» για την αγορά 2 κλιματιστικών τεχνολογίας Inverter, το «Εξοικονόμηση κατ' Οίκων» για την ενεργειακή αναβάθμιση κατοικιών και το «Φωτοβολταϊκά στις Στέγες» για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων σε κατοικίες.

1.5.1 Κανονισμοί ελαχίστων απαιτήσεων στα κτίρια

Η Οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 16^{ης} Δεκεμβρίου 2002, η οποία αναφέρεται στην ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, ενσωματώνεται στο εθνικό δίκαιο της Ελλάδας με τον νόμο 3661/2008 «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις». Στον νόμο αυτόν βασίστηκε ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ. ΦΕΚ Β' 407/09.04.10) ο οποίος ισχύει από τον Οκτώβριο του 2010 και καθορίζει τις ελάχιστες ενεργειακές απαιτήσεις και τεχνικές προδιαγραφές για τα νέα και ριζικώς

ανακαινιζόμενα κτίρια. Επιπλέον, ο νόμος 3661/2008 περιλαμβάνει και τις απαιτήσεις του νόμου 3661/2008, οι οποίες αναφέρονται στην υποχρεωτική χρήση ηλιακών συστημάτων για την κάλυψη τουλάχιστον του 60% των αναγκών ζεστού νερού χρήσης, με εξαίρεση την κάλυψη των αναγκών με άλλα συστήματα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης τα οποία βασίζονται σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας, τηλεθέρμανσης κ.α.

1.5.2 Φοροαπαλλαγές

Ο νόμος 3842/2010 ορίζει πως προβλέπεται μείωση φόρου κατά 10%, με μέγιστο ποσό τα έξη χιλιάδες ευρώ, για έξοδα τα οποία πραγματοποιούνται για επεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης κτιρίου. Το είδος των επεμβάσεων ορίζεται μετά από την διεξαγωγή ενεργειακής επιθεώρησης και αφορά:

- Την αντικατάσταση του λέβητα πετρελαίου για την εγκατάσταση τηλεθέρμανσης ή για νέα εγκατάσταση τηλεθέρμανσης ή συστήματος που κάνει χρήση ΑΠΕ, καθώς και παρεμβάσεις σε υφιστάμενο σύστημα θέρμανσης, που αφορούν σε σύστημα αντιστάθμισης στον καυστήρα/λέβητα σε συνδυασμό με αυτονομία θέρμανσης και μόνωση σωληνώσεων.
- Την αλλαγή εγκατάστασης κεντρικού κλιματισμού χρήσης καυσίμου από πετρέλαιο σε φυσικό αέριο ή την εγκατάσταση φυσικού αερίου
- Την αγορά και εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών και την εγκατάσταση κεντρικού κλιματισμού με χρήση ηλιακής ενέργειας
- Την αγορά και εγκατάσταση αποκεντρωμένων συστημάτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και συμπαραγωγής ηλεκτρισμού-θερμότητας/ψύξης με χρήση φυσικού αερίου ή ΑΠΕ.
- Την θερμομόνωση σε υφιστάμενα κτήρια με τοποθέτηση διπλών θερμομονωτικών υαλοπινάκων και θερμομονωτικών πλαισίων/κουφωμάτων και τοποθέτηση θερμομόνωσης στο κέλυφος ή/και στην οροφή
- Τα έξοδα διενέργειας ενεργειακής επιθεώρησης από αρμόδιο επιθεωρητή.

1.5.3 Εξοικονόμηση κατ' Οίκων

Το Εξοικονόμηση κατ' Οίκων είναι ένα πρόγραμμα συγχρηματοδοτούμενο από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης ,το οποίο ξεκίνησε στις αρχές του 2011. Προσφέρει την δυνατότητα σε ιδιοκτήτες κατοικιών να προβούν σε ενεργειακή αναβάθμιση των κατοικιών τους, μέσω της χρηματοδότησης ενός μέρους του συνολικού κόστους της αναβάθμισης από το πρόγραμμα.

Στόχος του προγράμματος δεν είναι μόνο η εξοικονόμηση ενέργειας μέσω των ενεργειακών αναβαθμίσεων κατοικιών, αλλά μακροπρόθεσμα η δημιουργία συνείδησης στους πολίτες για τις επιπτώσεις της κατανάλωσης ενέργειας στο περιβάλλον. Η ευαισθητοποίηση των πολιτών θα συμβάλει σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας καθώς θα πραγματοποιούν ορθή χρήση της ενέργειας, όπως για παράδειγμα η μη άσκοπη χρήση συσκευών που καταναλώνουν ενέργεια ή η μη χρήση συστημάτων θέρμανσης – κλιματισμού σε υπερβολικές θερμοκρασίες.

Το βασικό εργαλείο του προγράμματος είναι οι ενεργειακές επιθεωρήσεις, οι οποίες γίνονται σύμφωνα με τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων, με τις οποίες προσδιορίζεται η ενεργειακή κατάσταση της κατοικίας καθώς και οι απαραίτητες ενεργειακές αναβαθμίσεις που απαιτούνται.

Στο πρόγραμμα μπορεί να ενταχθεί οποιαδήποτε κατοικία τηρεί τις παρακάτω προϋποθέσεις:

- Χρησιμοποιείται ως κύρια ή πρώτη δευτερεύουσα κατοικία
- Βρίσκεται σε περιοχή με τιμή ζώνης χαμηλότερη ή ίση των 1750 €/m²
- Έχει οικοδομική άδεια, που έχει εκδοθεί πριν την 31/12/1979 ή μεταγενέστερα, αλλά νομίμως δεν έχει μελέτη θερμομόνωσης λόγω υπαγωγής του σχετικού αιτήματος στις μεταβατικές διατάξεις του ΚΘΚ
- Έχει καταταχθεί βάσει του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης σε κατηγορία χαμηλότερη ή ίση της Δ.

Ο προϋπολογισμός για τις παρεμβάσεις που πρόκειται να πραγματοποιηθούν δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 15.000 € συμπεριλαμβανομένου του Φ.Π.Α. και το ποσοστό της επιχορήγησης του προϋπολογισμού αυτού υπολογίζεται σύμφωνα με τα εισοδηματικά κριτήρια του δικαιούχου. Οι παρεμβάσεις μπορούν να περιέχουν τις παρακάτω κατηγορίες ενεργειακών αναβαθμίσεων:

- Αντικατάσταση κουφωμάτων και συστημάτων σκίασης
- Τοποθέτηση θερμομόνωσης στο κέλυφος του κτηρίου συμπεριλαμβανομένου του δώματος/στέγης και της πιλοτής
- Αναβάθμιση συστήματος θέρμανσης και συστήματος παροχής ζεστού νερού χρήσης.

1.5.4 Φωτοβολταϊκά στις στέγες

Το «Ειδικό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτηριακές εγκαταστάσεις» ξεκίνησε τον Ιούλιο του 2009 και έχει ως στόχο να παροτρύνει τους ιδιοκτήτες κατοικιών ή μικρών επιχειρήσεων να εγκαταστήσουν φωτοβολταϊκά συστήματα στις στέγες ή στα δώματα των κτιρίων.

Το πρόγραμμα δεν παρέχει άμεση επιδότηση για την εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Αντιθέτως, απλοποιεί και επιταχύνει την διαδικασία έκδοσης αδειών για την εγκατάσταση, σύνδεση με την ΔΕΗ και έναρξη λειτουργίας φωτοβολταϊκού συστήματος μέχρι 10 kWp. Επίσης, οι συμμετέχοντες στο πρόγραμμα συνάπτουν σύμβαση συμψηφισμού για 25 έτη με την ΔΕΗ ή άλλη εταιρία παροχής ηλεκτρικής ενέργειας με αρχή την ημέρα ενεργοποίησης του φωτοβολταϊκού συστήματος. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από το φωτοβολταϊκό σύστημα παρέχεται στο κεντρικό δίκτυο ηλεκτροδότησης και η τιμή πώλησής του ορίζεται στην σύμβαση.

Επιπλέον, το πρόγραμμα έχει ως στόχο την προώθηση της αγοράς των φωτοβολταϊκών συστημάτων οικιακού τομέα καθώς και την γενικότερη ώθηση της κοινωνίας στην εκμετάλλευση του υψηλού ηλιακού δυναμικού της χώρας μας. Αν και δεν χρηματοδοτεί άμεσα τους συμμετέχοντες, το πρόγραμμα υποστηρίζεται από διάφορα δανειακά προγράμματα τα οποία χρηματοδοτούν την αγορά και την εγκατάσταση του φωτοβολταϊκού συστήματος και σε ορισμένες περιπτώσεις χορηγούνται και ως στεγαστικά δάνεια.

1.5.5 Χρηματοδότηση από τρίτους

Με την Οδηγία 2006/32/ΕΚ, η οποία ενσωματώνεται στον νόμο 3855/2010 «Μέτρα για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική χρήση, ενεργειακές υπηρεσίες και άλλες διατάξεις», εισάγεται η αγορά ενεργειακών υπηρεσιών μέσω ΧΤΑ σε ενεργειακά έργα.

Καθορίζονται Συμβάσεις Ενεργειακής Απόδοσης και οι επιχειρήσεις που αναλαμβάνουν το ενεργειακό έργο προσφέρουν εγγυημένη εξοικονόμηση ενέργειας, χρηματοδοτούν την εγκατάσταση του ενεργειακού συστήματος και τα έσοδα τους είναι άμεσα εξαρτώμενα από την εξοικονόμηση ενέργειας.

Τέτοια προγράμματα χρηματοδότησης από τρίτους έχουν πραγματοποιηθεί και στην Ελλάδα. Ένα από αυτά η συνεργασία της ΔΕΗ με το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας με την υπογραφή μνημονίου τις 20 Απριλίου 2011 με στόχο την δημιουργία κίνητρων για την ενεργειακή αναβάθμιση των κατοικιών. Με την ένταξη στο συγκεκριμένο πρόγραμμα, πραγματοποιείται ενεργειακή αναβάθμιση στην κατοικία, χωρίς να απαιτείται άμεση καταβολή του αντιτίμου. Τα έξοδα της ενεργειακής αναβάθμισης αποπληρώνονται σε βάθος χρόνου μέσω των λογαριασμών της ΔΕΗ.

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΑΙ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

2.1 ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ - ΚΤΙΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

Κάθε νέο κτίριο και κάθε υφιστάμενο κτίριο το οποίο ανακαινίζεται ριζικά θα πρέπει, σύμφωνα με τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης να ικανοποιεί τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης, όπως αυτές ορίζονται στα άρθρα 4 και 5 του ν. 3661/2008. Οι ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης ικανοποιούνται όταν το κτίριο πληροί όλες τις ελάχιστες προδιαγραφές που περιγράφονται στο άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ. και:

α) είτε η συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτιρίου είναι μικρότερη από τη συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς, όπως αυτό περιγράφεται στο άρθρο 9 του Κ.Εν.Α.Κ. ή ίση με αυτήν.

β) είτε το εξεταζόμενο κτίριο έχει τα ίδια τεχνικά χαρακτηριστικά με το κτίριο αναφοράς τόσο ως προς το κτιριακό κέλυφος, όσο και ως προς τις ηλεκτρομηχανολογικές του εγκαταστάσεις στο σύνολό τους.

Ο υπολογισμός της κατανάλωσης του κτιρίου σε πρωτογενή ενέργεια και η εκπόνηση ενεργειακής μελέτης είναι απαραίτητα σε κάθε περίπτωση και εφαρμόζονται σύμφωνα με την μεθοδολογία που περιγράφεται στα άρθρα 4 και 5 του Κ.Εν.Α.Κ. Οι ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης για τα νέα και υφιστάμενα κτίρια που ανακαινίζονται ριζικά, εφαρμόζονται αρχικά στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό του κτιρίου, έπειτα στην θερμομόνωση του κτιριακού κελύφους και τέλος στις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις που θα τοποθετηθούν στο κτίριο.

Το κτίριο αναφοράς είναι ένα θεωρητικό κτίριο το οποίο είναι ίδιο με το κτίριο το οποίο μελετάτε. Πιο αναλυτικά, το κτίριο αναφοράς έχει τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το υπό μελέτη κτίριο. Η διαφορά είναι ότι το κτίριο αναφοράς πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές ενεργειακής απόδοσης και τα εξωτερικά δομικά στοιχεία, καθώς και ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις που αφορούν την θέρμανση-ψύξη των εσωτερικών χώρων, την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης και τον φωτισμό, έχουν συγκεκριμένα τεχνικά χαρακτηριστικά με ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας.

2.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΑΙ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

Στο άρθρο 5 του Κ.Εν.Α.Κ. αναφέρεται πως η μελέτη υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων είναι ημι – σταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος και βασίζεται στα ευρωπαϊκά πρότυπα όπως αυτά ισχύουν και παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.1.

Πίνακας 2.1: Ευρωπαϊκά πρότυπα για την ενεργειακή απόδοση κτιρίων (πηγή: ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010).

Υπολογισμός ενεργειακής ζήτησης κτιρίου για θέρμανση και ψύξη (μηνιαία μέθοδος)		
ΕΛΟΤ EN ISO 13790 E2 (2009)	Ενεργειακή επίδοση κτιρίων – Υπολογισμός των απαιτήσεων ενέργειας για την θέρμανση και την ψύξη χώρων.	Υπολογισμός της ενεργειακής ζήτησης του κτιριακού κελύφους με τη μέθοδο ημισταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος.
ΕΛΟΤ EN ISO 13789 E2 (2009)	Θερμική επίδοση κτιρίων – Συντελεστές μεταφοράς θερμότητας σχετικά με μετάδοση και αερισμό – Μέθοδος υπολογισμού.	
ΕΛΟΤ EN ISO 6946 E2 (2009)	Κτιριακά μέρη και στοιχεία – Θερμική αντίσταση και θερμοπερατότητα – Μέθοδος υπολογισμού.	
ΕΛΟΤ EN ISO 13370 E2 (2009)	Θερμικές επιδόσεις κτιρίων – Μετάδοση θερμότητας μέσω του εδάφους – Μέθοδοι υπολογισμού.	
ΕΛΟΤ EN ISO 14683 (2009)	Θερμογέφυρες σε κτιριακές κατασκευές – Γραμμική θερμική μετάδοση – Απλοποιημένες μέθοδοι και τιμές προεπιλογής.	
ΕΛΟΤ EN ISO 10211 (2009)	Θερμογέφυρες στις κτιριακές κατασκευές – Ροές θερμότητας και επιφανειακές θερμοκρασίες – Λεπτομερής υπολογισμοί.	
EN ISO 10071-7 (2006)	Θερμική επίδοση παραθύρων, θυρών και εξωφύλλων – Υπολογισμός θερμικής μετάδοσης- Μέρος 1: Απλοποιημένη μέθοδος.	
ΕΛΟΤ EN 13947 (2007)	Θερμική επίδοση τοιχοπετασμάτων – Υπολογισμός της θερμικής μετάδοσης.	
ΕΛΟΤ EN 15241 (2008)	Αερισμός κτιρίων- Μέθοδοι υπολογισμού ενεργειακών απωλειών σε εμπορικής χρήσης κτίρια λόγο αερισμού και διήθησης.	
ΕΛΟΤ EN ISO 15927.01 (2004)	Υγροθερμικές επιδόσεις κτιρίων – Υπολογισμός και παρουσίαση κλιματικών δεδομένων – Μέρος 1: Μέσες μηνιαίες και ετήσιες τιμές μετεωρολογικών στοιχείων.	Παραδοχές και υπολογισμοί για κλιματικά δεδομένα.
ΕΛΟΤ EN 15193 (2008)	Ενεργειακή επίδοση κτιρίων – Ενεργειακές απαιτήσεις για φωτισμό.	Υπολογισμός εσωτερικών κερδών από φωτισμό.

Πίνακας 2.1 (συνέχεια): Ευρωπαϊκά πρότυπα για την ενεργειακή απόδοση κτιρίων
(πηγή: TOTEE 20701-1/2010).

Υπολογισμός ενεργειακής ζήτησης κτιρίου για θέρμανση και ψύξη – Μελέτη ενεργειακής απόδοσης (μηνιαία μέθοδος)		
ΕΛΟΤ EN ISO 13790 E2 (2009)	Ενεργειακή επίδοση κτιρίων – Υπολογισμός των απαιτήσεων ενέργειας για την θέρμανση και την ψύξη των χώρων.	Υπολογισμός κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση και ψύξη βάσει της ενεργειακής ζήτησης του κτιριακού κελύφους και των αποδόσεων των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης.
ΕΛΟΤ EN 15316.01 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτίρια – Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων – Μέρος 1: Γενικά.	Υπολογισμός της απόδοσης του συστήματος θέρμανσης
ΕΛΟΤ EN 15316.02.01 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτίρια – Μέθοδος υπολογισμού απαιτήσεων συστημάτων ενέργειας και απόδοσης συστημάτων – Μέρος 2-1: Συστήματα εκπομπών θέρμανσης χώρων.	
ΕΛΟΤ EN 15316.02.03 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτίρια – Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων – Μέρος 2-3: Συστήματα διανομής για την θέρμανση των χώρων.	
ΕΛΟΤ EN 15316.04.01 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτίρια – Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων – Μέρος 4-1: Συστήματα παραγωγής θέρμανσης χώρων. Συστήματα καύσης (λέβητες).	
ΕΛΟΤ EN 15316.04.02 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτίρια – Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων – Μέρος 4-2: Συστήματα παραγωγής θέρμανσης χώρων, συστήματα αντλιών θερμότητας.	
ΕΛΟΤ EN 15316.04.03 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτίρια – Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων – Μέρος 4-3: Συστήματα παραγωγής θέρμανσης χώρων, θερμικά ηλιακά.	
ΕΛΟΤ EN 15316.04.04 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτίρια – Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων – Μέρος 4-4: Συστήματα παραγωγής θέρμανσης χώρων. Συστήματα συμπαραγωγής, ενσωματωμένα στο κτίριο.	
ΕΛΟΤ EN 15316.04.05 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτίρια – Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων – Μέρος 4-5: Συστήματα παραγωγής θέρμανσης χώρων. Απόδοση ποιότητας συστημάτων τηλεθέρμανσης και συστημάτων μεγάλου όγκου.	

Πίνακας 2.1 (συνέχεια): Ευρωπαϊκά πρότυπα για την ενεργειακή απόδοση κτιρίων
(πηγή: TOTEE 20701-1/2010).

ΕΛΟΤ EN 15316.04.06 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτίρια – Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων – Μέρος 4-6: Συστήματα παραγωγής θέρμανσης χώρων. Φωτοβολταϊκά συστήματα.	
ΕΛΟΤ EN 15316.04.07 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτίρια – Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων – Μέρος 4-7: Συστήματα παραγωγής θέρμανσης χώρων, συστήματα καύσης βιομάζας.	
ΕΛΟΤ EN 15243 (2008)	Αερισμός κτιρίων – Υπολογισμός θερμοκρασίας χώρου και του φορτίου και τις ενέργειας κτιρίων εξοπλισμένων με σύστημα κλιματισμού.	Υπολογισμός απόδοσης συστήματος ψύξης.
ΕΛΟΤ EN 15232 (2007)	Ενεργειακή λειτουργία των κτιρίων – Επίδραση του αυτοματισμού κτιρίων, των συσκευών ελέγχου και της διαχείρισης κτιρίων.	Υπολογισμός εξοικονομούμενης ενέργειας από διατάξεις αυτόματου ελέγχου.
Υπολογισμός ενεργειακής κατανάλωσης κτιρίου για ζεστό νερό χρήσης (Z.N.X.) και φωτισμό.		
ΕΛΟΤ EN 15316.03.01 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτίρια – Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων – Μέρος 3-1: Συστήματα ζεστού νερού χρήσης. Χαρακτηρισμός αναγκών (απαιτήσεις άντλησης).	Υπολογισμός κατανάλωσης ενέργειας για ζεστό νερό χρήσης (Z.N.X.).
ΕΛΟΤ EN 15316.03.02 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτίρια – Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων – Μέρος 3-2: Συστήματα ζεστού νερού χρήσης, διανομή.	
ΕΛΟΤ EN 15316.03.03 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτίρια – Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων – Μέρος 3-3: Συστήματα ζεστού νερού χρήσης, παραγωγή.	
ΕΛΟΤ EN 15193 (2008)	Ενεργειακή επίδοση κτιρίων – Ενεργειακές απαιτήσεις για φωτισμό.	Υπολογισμός κατανάλωσης ενέργειας για τεχνητό φωτισμό κτιρίων.

Οι υπολογισμοί γίνονται σε ηλεκτρονικό υπολογιστή με την χρήση λογισμικών, τα οποία αξιολογούνται από την Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας, η οποία υπάγεται στην Ειδική Γραμματεία Επιθεώρησης Περιβάλλοντος και Ενέργειας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής. Οι παράμετροι υπολογισμού καθορίζονται από τα στοιχεία της αρχιτεκτονικής και ηλεκτρομηχανολογικής μελέτης του κτιρίου και σύμφωνα με την παρούσα τεχνική οδηγία, καθώς επίσης και σύμφωνα με τις Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. των κλιματικών δεδομένων.

Στους υπολογισμούς πρέπει να περιλαμβάνονται υποχρεωτικά τα παρακάτω στοιχεία:

- Η χρήση του κτιρίου, οι επιθυμητές συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος (θερμοκρασία και σχετική υγρασία αέρα, αερισμό), τα χαρακτηριστικά λειτουργίας και ο αριθμός χρηστών.
- Τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής του κτιρίου (θερμοκρασία, σχετική υγρασία, ταχύτητα ανέμου και ηλιακή ακτινοβολία).
- Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους (σχήμα και μορφή κτηρίου, διαφανείς και μη διαφανείς επιφάνειες, σκίαστρα κ.ά.) σε σχέση με τον προσανατολισμό και τα χαρακτηριστικά των εσωτερικών δομικών στοιχείων (χωρίσματα κ.ά.). Τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων και υλικών του κτιριακού κελύφους (θερμοπερατότητα, θερμική μάζα, απορροφητικότητα ηλιακής ακτινοβολίας κ.ά.).
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης θέρμανσης χώρων (τύπο συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων κ.ά.).
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης ψύξης-κλιματισμού χώρων (τύπο συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων κ.ά.).
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης μηχανικού αερισμού (τύπο συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων κ.ά.).
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης παραγωγής ζεστού νερού χρήσης (τύπο συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων κ.ά.).
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης φωτισμού για τα κτίρια του τριτογενούς τομέα.
- Τα παθητικά ηλιακά συστήματα, εάν υπάρχουν στο κτίριο.

Ακόμη, σε ειδικές περιπτώσεις περιλαμβάνεται στους υπολογισμούς η θετική επίδραση των παρακάτω στοιχείων:

- Των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων και άλλων συστημάτων παραγωγής θερμότητας, ψύξης και ηλεκτρισμού με τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.).
- Η ενέργεια παραγόμενη με τεχνολογίες συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας-ψύξης (Σ.Η.Θ.).
- Τα κεντρικά συστήματα θέρμανσης-ψύξης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου (τηλεθέρμανση).
- Η αξιοποίηση φυσικού φωτισμού.

Η μέθοδος με την οποία υπολογίζεται η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων αναθεωρείται κατά τακτά χρονικά διαστήματα, όπως ορίζεται στην παράγραφο 5 του άρθρου 3 του ν. 3661/2008. Τα διαστήματα αυτά δεν μπορεί να είναι μικρότερα από δύο έτη. Επίσης, οι ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης αναθεωρούνται τουλάχιστον κάθε πέντε χρόνια και αναπροσαρμόζονται σε σχέση με την υποτιθέμενη τεχνολογική πρόοδο στον τομέα των κτιρίων. Η αναγωγή της υπολογιζόμενης τελικής κατανάλωσης καυσίμου σε πρωτογενή γίνεται με τη χρήση των συντελεστών μετατροπής στον Πίνακα 2.2.

Πίνακας 2.2: Συντελεστής αναγωγής της κατανάλωσης ενέργειας κτιρίου σε πρωτογενή ενέργεια (πηγή: TOTEE 20701-1/2010).

Πηγή ενέργειας	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια	Ελκούμενοι ρύποι ανά μονάδα ενέργειας (kgCO ₂ /kWh)
Φυσικό αέριο	1.05	0.196
Πετρέλαιο θέρμανσης	1.10	0.264
Ηλεκτρική ενέργεια	2.90	0.989
Υγραέριο	1.05	0.238
Βιομάζα	1.00	---
Τηλεθέρμανση από Δ.Ε.Η.	0.70	0.347
Τηλεθέρμανση από Α.Π.Ε.	0.50	---

Σε συστήματα θέρμανσης, παραγωγής ζεστού νερού χρήσης, συμπαραγωγής στα οποία χρησιμοποιείται σαν καύσιμο το πετρέλαιο κίνησης ο συντελεστής μετατροπής του σε πρωτογενή ενέργεια είναι ίδιος με αυτόν του πετρελαίου θέρμανσης. Ο συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια της βιομάζας είναι ο ίδιος τόσο για την ακατέργαστη βιομάζα (καυσόξυλα, κλαδοδέματα κ.ά.) όσο και για την τυποποιημένη βιομάζα όπως τα συσσωματώματα (pellets) κ.ά.

2.3 ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

Το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης είναι ένα έγγραφο στο οποίο παρουσιάζεται η ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου. Είναι αναγνωρισμένο από το Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής και εκδίδεται από Ενεργειακό Επιθεωρητή μετά την διεξαγωγή ενεργειακής επιθεώρησης στο κτίριο. Η ενεργειακή απόδοση του κτιρίου παρουσιάζεται με την κατάταξή του σε μια από τις εννέα ενεργειακές κατηγορίες, από το +A μέχρι το H, με την κατηγορία +A ως την καλύτερη πιθανή απόδοση. Επίσης στο Πιστοποιητικό Ενεργειακής απόδοσης ο ενεργειακός επιθεωρητής παρουσιάζει και κάποιες προτάσεις για την αναβάθμιση του κτιρίου και την βελτίωση της ενεργειακής του απόδοσης.

Από της 9 Ιανουαρίου 2011, η έκδοση Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης είναι υποχρεωτική για κάθε πώληση – αγορά ή ενοικίαση ενιαίου κτιρίου, ενώ από τις 9 Ιανουαρίου 2012 και για ενοικίαση τμήματος κτιρίου για κατοικία και για επαγγελματική στέγη. Τα κτίρια τα οποία υποχρεούνται να έχουν Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης έχουν συνολική επιφάνεια άνω των 50 τμ και χρησιμοποιούνται για βασικές χρήσεις, όπως κατοικία, μόνιμη και παραθεριστική, γραφεία, εμπορικές χρήσεις, συνάθροιση κοινού, εκπαίδευση, προσωρινή διανομή, υγεία και κοινωνική πρόνοια, κλπ. Επίσης, η έκδοση Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης απαιτείται στην αναβάθμιση ενός κτιρίου και την ένταξη του στο πρόγραμμα Εξοικονόμηση κατ' Οίκων.

Η ενεργειακή κατηγορία στην οποία θα ενταχθεί το κτίριο υπολογίζεται βάσει της τελικής ανηγμένης σε πρωτογενή ενέργεια κατανάλωσής του. Οι ενεργειακές κατηγορίες παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.3.

Η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας που έχει υπολογιστεί για το κτίριο αναφοράς συμβολίζεται με τον δείκτη R_R . Η ένταξη του κτιρίου στην αντίστοιχη ενεργειακή κατηγορία γίνεται με κριτήριο τον λόγο T_a , ο οποίος ορίζεται ως το πηλίκο της υπολογιζόμενης κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτιρίου (EP) προς την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς (R_R). Το κτίριο αναφοράς ανήκει στην ενεργειακή κατηγορία B και η ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας που παρουσιάζει, αντιστοιχεί στο πάνω όριο της κατηγορίας αυτής.

Πίνακας 2.3: Κατηγορίες ενεργειακής απόδοσης κτιρίων (πηγή: TOTEE 20701-1/2010).

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

Τα κτίρια τα οποία είναι μεικτής χρήσης και διαθέτουν ένα ή περισσότερα τμήματα τα οποία ανήκουν σε διαφορετικές βασικές κατηγορίες κύριας χρήσης, εξετάζονται μεμονωμένα για κάθε τμήμα και εκδίδεται Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης ξεχωριστά για κάθε τμήμα αντίστοιχα.

2.4 ΣΤΑΔΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ

Η τυπική διαδικασία για την πραγματοποίηση ενεργειακής επιθεώρησης σε ένα κτήριο αναγράφεται στο άρθρο 15 του Κ.Εν.Α.Κ και αποτελείται από τα παρακάτω βήματα:

1. **Ανάθεση ενεργειακής επιθεώρησης από τον ιδιοκτήτη ή διαχειριστή του κτηρίου σε ενεργειακό επιθεωρητή.** Όταν πραγματοποιείται η ανάθεση, ο επιθεωρητής οφείλει να ενημερώσει τον ιδιοκτήτη ή διαχειριστή για την διαδικασία της ενεργειακής επιθεώρησης καθώς και τις πληροφορίες τις οποίες

θα χρειαστεί που αφορούν τα στοιχεία του κτηρίου, όπως τα αρχιτεκτονικά και ηλεκτρομηχανολογικά σχέδια, πιστοποιητικά κ.α. Ο ιδιοκτήτης από την μεριά του οφείλει να διαθέσει στον επιθεωρητή τις παραπάνω πληροφορίες καθώς επίσης και να εξασφαλίσει την δυνατότητα πρόσβασης στους εσωτερικούς χώρους του κτηρίου.

2. **Ηλεκτρονική έκδοση του αριθμού πρωτοκόλλου της ενεργειακής επιθεώρησης.** Ο επιθεωρητής καταχωρεί τα γενικά στοιχεία του κτηρίου το οποίο πρόκειται να επιθεωρήσει στην ιστοσελίδα της Ειδικής Υπηρεσίας Επιθεωρητών Ενέργειας του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Κλιματικής Αλλαγής www.buildingcert.gr και στην συνέχεια λαμβάνει ηλεκτρονικά έναν αριθμό πρωτοκόλλου από το πληροφοριακό σύστημα της Ε.Υ.Επ.Εν. Αυτός ο αριθμός πρωτοκόλλου συνοδεύει όλη την διαδικασία της ενεργειακής επιθεώρησης μέχρι το τέλος της, καθώς και όλα τα σχετικά έγγραφα τα οποία υποβάλλονται ηλεκτρονικά στην Ε.Υ.Επ.Εν και παραλαμβάνει ο ιδιοκτήτης. Εκτός από τον αριθμό πρωτοκόλλου ο επιθεωρητής λαμβάνει ένα αρχείο xml, το οποίο είναι απαραίτητο για την πραγματοποίηση της επιθεώρησης καθώς περιέχει τα γενικά στοιχεία του κτηρίου το οποίο μελετάται.
3. **Επιθεώρηση του κτηρίου με επί τόπου επίσκεψη.** Η επίσκεψη του χώρου είναι απαραίτητη για την συλλογή των απαιτούμενων δεδομένων και την επαλήθευση των στοιχείων που έχουν διατεθεί από τον ιδιοκτήτη ή διαχειριστή. Ο επιθεωρητής συλλέγει τα απαραίτητα στοιχεία για το κέλυφος και τις εγκαταστάσεις του κτηρίου, ενώ παράλληλα καταγράφει και όσα στοιχεία είναι απαραίτητα και δεν περιλαμβάνονται στις διαθέσιμες μελέτες και σχέδια. Η συλλογή αυτών των στοιχείων του κτηρίου στο οποίο πραγματοποιείται η ενεργειακή επιθεώρηση πραγματοποιείται σύμφωνα με τα σχετικά έντυπα ενεργειακής επιθεώρησης, τα οποία παρουσιάζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010. Σε περίπτωση που το κτήριο το οποίο επιθεωρείται έχει μεγάλη επιφάνεια και σύνθετες ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις, προτείνεται ο επιθεωρητής να κάνει χρήση κατάλληλου εξοπλισμού για την πραγματοποίηση μετρήσεων ορισμένων μεγεθών. Επιπλέον, κατά την ενεργειακή επιθεώρηση ο επιθεωρητής μπορεί να ενημερωθεί από τον ιδιοκτήτη για όποιες ιδιαιτερότητες μπορεί να υπάρχουν στις ανάγκες των χρηστών του κτηρίου ή προβλήματα που μπορεί να αντιμετωπίζουν καθώς και τυχόν ενέργειες στις οποίες θέλουν να προβούν προκυμμένου να συντηρήσουν ή να ανακαινίσουν το κτήριο. Όταν γίνεται επιθεώρηση σε νέο ή ριζικώς ανακαινισμένο κτήριο ο επιθεωρητής ελέγχει την πιστή εφαρμογή της μελέτης ενεργειακής απόδοσης που πραγματοποιήθηκε κατά την κατασκευή/ανακαίνιση του κτηρίου, διασταυρώνοντας ορισμένα στοιχεία, όπως τις ποσότητες των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν, ελέγχοντας τα δελτία αποστολής και τις ιδιότητές τους, ελέγχοντας τα πιστοποιητικά που τα συνοδεύουν, σε σχέση με αυτά που προέβλεπε η μελέτη.
4. **Υπολογισμός ενεργειακής απόδοσης κτηρίου.** Σε αυτό το σημείο γίνεται η επεξεργασία και ο ακριβής προσδιορισμός των δεδομένων που έχουν συλλεχθεί, οι υπολογισμοί και η ανάλυση των αποτελεσμάτων. Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση, ο υπολογισμός της ενεργειακής επιθεώρησης και της κατάταξης

του κτηρίου γίνεται χρησιμοποιώντας το λογισμικό TEE-KENAK ή άλλα εγκεκριμένα λογισμικά τα οποία ενσωματώνουν την μεθοδολογία που αναπτύσσεται στον Κ.Εν.Α.Κ και τις σχετικές Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. Εφόσον έχει ολοκληρωθεί η εισαγωγή των δεδομένων και οι υπολογισμοί στο λογισμικό, προσδιορίζεται η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m²/έτος) του εξεταζόμενου κτηρίου. Στην συνέχεια, η υπολογισμένη πρωτογενής ενέργεια συγκρίνεται με αυτή του κτηρίου αναφοράς και έτσι το εξεταζόμενο κτήριο κατατάσσεται σε μια ενεργειακή κατηγορία.

5. **Συστάσεις βελτίωσης ενεργειακής απόδοσης κτηρίου.** Ο επιθεωρητής, έχοντας προχωρήσει στην ανάλυση των αποτελεσμάτων των υπολογισμών και λαμβάνοντας υπόψη την κατάσταση του κτηρίου και τις ανάγκες των χρηστών, προτείνει εναλλακτικά σενάρια για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου. Τα προτεινόμενα σενάρια εξετάζονται και οικονομοτεχνικά με την χρήση του λογισμικού ενεργειακής επιθεώρησης.
6. **Έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης κτηρίου (Π.Ε.Α.).** Στο τελευταίο κομμάτι της ενεργειακής επιθεώρησης, εφόσον έχουν πραγματοποιηθεί όλοι οι υπολογισμοί, ο επιθεωρητής υποβάλλει ηλεκτρονικά στην Ε.Υ.Επ.Εν. το αρχείο δεδομένων (xml), το οποίο επίσης καταχωρείται ηλεκτρονικά στο αρχείο επιθεώρησης κτηρίων και στην συνέχεια εκδίδεται το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης. Τέλος, ο επιθεωρητής παραδίδει το πιστοποιητικό στον ιδιοκτήτη/διαχειριστή του κτηρίου.

2.5 ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΣΕ ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ

Για να γίνει η καταγραφή των δεδομένων και τεχνικών χαρακτηριστικών του υπό μελέτη κτιρίου αρχικά το κτήριο θα πρέπει να διαχωριστεί σε διαφορετικές θερμικές ζώνες. Οι θερμικές ζώνες είναι χώροι οι οποίοι έχουν παρόμοια χρήση και συνθήκες λειτουργίας και κοινά ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα.

Ο καθορισμός ανεξαρτήτων διαφορετικών θερμικών ζωνών, σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. (Φ.Ε.Κ. 407/9.4.2010), το πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO13790:2009 και την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, εφαρμόζεται στις περιπτώσεις:

- Όταν η επιθυμητή θερμοκρασία των εσωτερικών χώρων διαφέρει περισσότερο από 4 K (4°C) σε σχέση με τα άλλα τμήματα του κτιρίου κατά την χειμερινή ή/και την θερινή περίοδο
- Όταν υπάρχουν χώροι με διαφορετική χρήση και προφίλ λειτουργίας. Για παράδειγμα, σε ένα νοσοκομείο υπάρχουν αίθουσες νοσηλείας, γραφείων, χειρουργείων, ειδικών ιατρικών μηχανημάτων, εργαστηρίων κ.ά. Οι χώροι διαφορετικών χρήσεων συνήθως έχουν διαφορετικές εσωτερικές συνθήκες σχεδιασμού (θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας, νωπού αέρα κ.τ.λ.)

- Όταν υπάρχουν χώροι στο κτίριο που εξυπηρετούνται από διαφορετικά συστήματα θέρμανσης ή/και ψύξης ή/και κλιματισμού
- Όταν 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
- Όταν 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

Εφόσον ένα κτίριο διαχωριστεί σε ανεξάρτητες διαφορετικές θερμικές ζώνες, δίνεται η δυνατότητα, σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά πρότυπα, να γίνει η μελέτη ενεργειακής απόδοσης με ή χωρίς συνυπολογισμό της θερμικής σύζευξης μεταξύ των θερμικών ζωνών. Προτείνεται όμως, κατά την μελέτη να μην γίνεται σύζευξη των θερμικών ζωνών διότι πολλαπλασιάζονται σημαντικά τα δεδομένα που πρέπει να εισαχθούν στο μοντέλο κτιρίου καθώς και ο υπολογιστικός χρόνος, χωρίς όμως να επιτυγχάνεται σημαντική βελτίωση στην ακρίβεια των εξαγόμενων αποτελεσμάτων.

Ο διαχωρισμός του κτιρίου σε διαφορετικές θερμικές ζώνες αφορά κυρίως κτίρια του τριτογενή τομέα, όπως νοσοκομεία, ξενοδοχεία, κ.ά., τα οποία παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές στους χώρους τους καθώς αποτελούνται από χώρους με τελείως διαφορετικές συνθήκες λειτουργίας και ωράριο λειτουργίας. Αντιθέτως, όταν πρόκειται για κτίρια κατοικιών ή μικρά κτίρια του τριτογενή τομέα η ενεργειακή απόδοση του κτιρίου δεν επηρεάζεται σημαντικά από τον διαχωρισμό του κτιρίου σε περισσότερες θερμικές ζώνες από αυτές που προκύπτουν από την εφαρμογή των προτεινόμενων κριτηρίων. Ουσιαστικά, ο διαχωρισμός του κτιρίου σε διαφορετικές θερμικές ζώνες εναπόκειται στην ευχέρεια του επιθεωρητή και αν οι χώροι του εξεταζόμενου κτιρίου δεν παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές στις συνθήκες λειτουργίας τους, προτείνεται το κτίριο να αντιμετωπίζεται σαν μια ενιαία θερμική ζώνη. Γενικά, για τον διαχωρισμό του κτιρίου σε διαφορετικές θερμικές ζώνες υπάρχουν οι παρακάτω συστάσεις:

- ο καθορισμός του μικρότερου δυνατού αριθμού ζωνών στο κτήριο για ευκολία και συντομία στην εκπόνηση της επιθεώρησης και των υπολογισμών
- ο καθορισμός των θερμικών ζωνών από τον επιθεωρητή να γίνεται αφότου αποκτήσει μια ολοκληρωμένη εικόνα των κτιριακών εγκαταστάσεων
- κάθε επιφάνεια θερμικής ζώνης μικρότερη από 10% της συνολικής επιφάνειας των άλλων θερμικών ζωνών με παρόμοιες συνθήκες να κατανέμεται σε αυτές τις ζώνες

2.6 ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

Σε κάθε κτίριο πρέπει να πληρούνται κάποιες συνθήκες λειτουργίας. Άλλωστε, αυτό προσπαθούμε να επιτύχουμε με την χρήση συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού που έχουν ως στόχο την δημιουργία θερμικής άνεσης στους χρήστες των κτιρίων. Οι συνθήκες καθώς και το ωράριο λειτουργίας διαφέρουν σε κάθε κτίριο ανάλογα με την χρήση του. Στην τεχνική οδηγία Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 (παραγράφους 2.3 και 2.4) καθορίζονται, σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά πρότυπα και τις ισχύουσες τεχνικές οδηγίες σχεδιασμού συστημάτων θέρμανσης/ψύξης/αερισμού, συγκεκριμένες τιμές για τις συνθήκες λειτουργίας των κτιρίων ανάλογα με την χρήση τους. Οι συνήθεις συνθήκες λειτουργίας του κτιρίου οι οποίες επηρεάζουν την ενεργειακή του απόδοση είναι οι εξής:

- Η χρονική περίοδος και το ωράριο λειτουργίας του κτιρίου
- Η επιθυμητή θερμοκρασία του χώρου κατά τη θερινή και τη χειμερινή περίοδο
- Η επιθυμητή σχετική υγρασία του χώρου κατά τη θερινή και τη χειμερινή περίοδο
- Ο απαιτούμενος νωπός αέρας του χώρου
- Η στάθμη γενικού φωτισμού του χώρου
- Η δραστηριότητα και η ένδυση των χρηστών

Κατά την μελέτη της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου δεν χρειάζεται ο μελετητής να εισάγει δεδομένα για τις συνθήκες λειτουργίας καθώς η εισαγωγή των δεδομένων γίνεται αυτόματα από το λογισμικό. Ο μελετητής προσδιορίζει την χρήση του κτιρίου π.χ. κατοικία, νοσοκομείο, ξενοδοχείο κ.α. και το λογισμικό εισάγει αυτόματα τις τυποποιημένες συνθήκες λειτουργίας ανάλογα με την χρήση. Σε περίπτωση που η χρήση του εξεταζόμενου κτιρίου δεν περιλαμβάνεται στις διαθέσιμες χρήσεις του λογισμικού, ο μελετητής καλείται να επιλέξει την πλησιέστερη χρήση από τις διαθέσιμες.

2.6.1 Εσωτερικά κέρδη από χρήστες και εξοπλισμό

Κατά την μελέτη της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου πρέπει να ληφθούν υπόψη και τα εσωτερικά κέρδη (θερμικά φορτία), διότι μειώνουν τα φορτία θέρμανσης και επιβαρύνουν τα φορτία ψύξης. Τα εσωτερικά κέρδη περιλαμβάνουν τις παρακάτω βασικές κατηγορίες:

- Την εκλυόμενη θερμότητα από τα ηλεκτρικά συστήματα φωτισμού (αισθητή θερμότητα)

- Την εκλυόμενη θερμότητα από τους χρήστες (αισθητή και λανθάνουσα θερμότητα), η οποία καθορίζεται ανάλογα με τη δραστηριότητα τους, δηλαδή ανάλογα με τη χρήση των χώρων
- Τον ηλεκτρικό εξοπλισμό και τις συσκευές του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης

Ο μελετητής δεν χρειάζεται να εισάγει δεδομένα για τα εσωτερικά κέρδη του κτιρίου. Όπως και στην περίπτωση των συνθηκών λειτουργίας, η εισαγωγή των δεδομένων για τα εσωτερικά κέρδη γίνονται αυτόματα από το λογισμικό με την επιλογή της χρήσης του κτιρίου.

2.7 ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΤΗΣ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

Η γεωμετρία του κτιρίου είναι ένα από τα σημαντικότερα δεδομένα που πρέπει να εισαχθούν για την μελέτη της ενεργειακής απόδοσης. Τα γεωμετρικά στοιχεία είναι σημαντικά γιατί είναι οι επιφάνειες όλων των αδιαφανών και διάφανων δομικών στοιχείων ανά θερμική ζώνη και προσανατολισμό. Η καταγραφή των γεωμετρικών δεδομένων γίνεται με βάση τα αρχιτεκτονικά σχέδια του κτιρίου. Εάν υπάρχουν αποκλίσεις των γεωμετρικών στοιχείων από τα αρχιτεκτονικά σχέδια ή πλήρης έλλειψη αρχιτεκτονικών σχεδίων, ο επιθεωρητής έχει δύο εναλλακτικές λύσεις:

- Να αποτυπώσει τις αποκλίσεις των γεωμετρικών δεδομένων του κτιρίου στα υπάρχοντα αρχιτεκτονικά σχέδια σε περίπτωση που το υπό μελέτη κτήριο είναι μικρής επιφάνειας. Σε οποιαδήποτε περίπτωση, δεν υποχρεούται ο επιθεωρητής να συντάξει καινούρια αρχιτεκτονικά σχέδια πραγματοποιώντας την αποτύπωση.
- Να ζητήσει από τον ιδιοκτήτη/διαχειριστή του κτιρίου να αποτυπωθεί πλήρως το κτήριο και να συνταχθούν καινούρια αρχιτεκτονικά σχέδια. Αυτή η αποτύπωση και η σύνταξη των αρχιτεκτονικών σχεδίων θα πρέπει να πραγματοποιηθεί από αρμόδιο μηχανικό σύμφωνα με όσα ορίζει η ισχύουσα νομοθεσία. Επίσης, αντίγραφα των αρχιτεκτονικών σχεδίων του κτιρίου μπορεί να βρίσκονται στην αρμόδια διεύθυνση πολεοδομίας και σε αυτήν την περίπτωση ο ιδιοκτήτης/διαχειριστής μπορεί να παραλάβει αντίγραφο των σχεδίων και να τα παραδώσει στον επιθεωρητή.

Τα γεωμετρικά δεδομένα, τα οποία είναι απαραίτητα για την ενεργειακή επιθεώρηση, είναι αυτά τα οποία αφορούν τις εξωτερικές διαστάσεις των δομικών στοιχείων του κτιρίου και πιο συγκεκριμένα είναι τα εξής:

- Το συνολικό εμβαδόν δαπέδου του κτιρίου ή τμήματος του κτιρίου ή των θερμικών ζωνών, συμπεριλαμβανομένου και των κοινόχρηστων ή μη θερμαινόμενων χώρων όταν αυτοί λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς.
- Το συνολικό εμβαδόν δαπέδου των θερμαινόμενων και ψυχόμενων χώρων του κτιρίου ή τμήματος του κτηρίου ή των θερμικών ζωνών

- Το γενικό ύψος του ορόφου του κτιρίου ή τμήματος κτιρίου ή θερμικής ζώνης
- Ο μεικτός όγκος του κτιρίου ή τμήματος κτιρίου ή θερμικής ζώνης
- Ο μεικτός όγκος των θερμαινόμενων και ψυχόμενων χώρων του κτιρίου ή τμήματος κτιρίου ή θερμικής ζώνης
- Η συνολική ή επιμέρους εξωτερική επιφάνεια των κατακόρυφων δομικών στοιχείων ανά προσανατολισμό, και των οριζόντιων δομικών στοιχείων του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης, τα οποία έρχονται σε επαφή με το έδαφος ή τον εξωτερικό αέρα.
- Το πάχος των εξωτερικών κατακόρυφων δομικών στοιχείων, δηλαδή της τοιχοποιίας πλήρωσης, των δοκών, των τοιχίων και τον υποστυλωμάτων ανά προσανατολισμό, καθώς και των οριζόντιων ή κεκλιμένων εξωτερικών δομικών στοιχείων, όπως το δάπεδο, η πυλωτή, η επιστέγαση κ.α.
- Οι εξωτερικές διαστάσεις όλων των διαφανών δομικών στοιχείων του κελύφους του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης (κουφωμάτων), το ποσοστό πλαισίου επί της επιφάνειας του ανοίγματος, η περίμετρος και το εμβαδόν των κουφωμάτων ανά προσανατολισμό
- Οι διαχωριστικές μεικτές επιφάνειες των θερμαινόμενων χώρων του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης, οι οποίες είναι σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους ή/και ηλιακούς χώρους ή/και παθητικά ηλιακά συστήματα
- Οι εξωτερικές διαστάσεις όλων των κατακόρυφων αδιαφανών και διαφανών δομικών στοιχείων του κελύφους των μη θερμαινόμενων χώρων ή/και ηλιακών χώρων ή/και παθητικών ηλιακών συστημάτων του κτηρίου, ανά προσανατολισμό, τα οποία έρχονται σε επαφή με το έδαφος ή των εξωτερικό αέρα.

Η αποτύπωση των γεωμετρικών δεδομένων του κτιρίου αφορά μόνο τις εξωτερικές διαστάσεις των δομικών στοιχείων. Συγκεκριμένα, η αποτύπωση του μήκους στα κατακόρυφα δομικά στοιχεία που βρίσκονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα ή το έδαφος λαμβάνονται υπόψη οι διαστάσεις της εξωτερικής επιφάνειας που διαμορφώνεται μετά την τελική επίστρωση και στα κατακόρυφα δομικά στοιχεία τα οποία βρίσκονται σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο λαμβάνονται υπόψη οι διαστάσεις της τελικής επιφάνειας που βρίσκεται προς την πλευρά του μη θερμαινόμενου χώρου, όπως φαίνεται και στο Σχέδιο 2.1.



Σχέδιο 2.1: Ορισμός μέτρησης οριζόντιων διαστάσεων (πηγή: TOTEE 20701-1/2010)

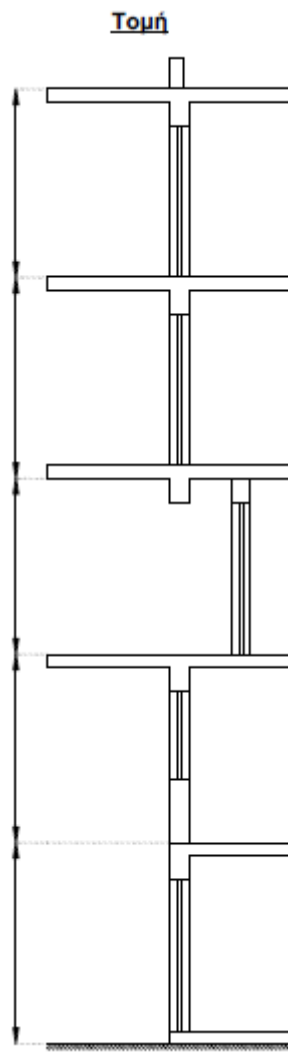
Όσο αφορά την μέτρηση του ύψους των κατακόρυφων δομικών στοιχείων ισχύουν τα εξής:

- Στους ενδιάμεσους ορόφους ορίζεται ως η διαφορά μεταξύ δύο διαδοχικών άνω σταθμών της φέρουσας πλάκας, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη τυχόν επίστρωση δαπέδου ή θερμομόνωσης.
- Στον τελευταίο όροφο το ύψος ορίζεται μεταξύ της στάθμης της άνω επιφανείας της φέρουσας πλάκας του ορόφου της άνω στάθμης του δαπέδου της φέρουσας πλάκας οροφής. Σε περίπτωση που υπάρχει οροφή κάτω από μη θερμαινόμενη στέγη, ως ανώτερο όριο για την μέτρηση του ύψους ορίζεται η άνω στάθμη της ανώτερης στρώσης επάνω στην πλάκα οροφής.
- Στον κατώτερο όροφο του κτηρίου το ύψος ορόφου μετράται από την στάθμη της κάτω επιφάνειας της φέρουσας πλάκας δαπέδου, είτε αυτό βρίσκεται σε επαφή με το έδαφος είτε σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα είτε σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο και την στάθμη της άνω στάθμης της φέρουσας πλάκας της οροφής αυτού του ορόφου. Σε περίπτωση που η πλάκα βρίσκεται σε επαφή με το έδαφος, οι στρώσεις που βρίσκονται κάτω από αυτήν και είναι ευπρόσβλητες στην υγρασία δεν λαμβάνονται υπόψη και το πάχος τους δεν συμπεριλαμβάνεται στο ύψος του ορόφου. Συνήθως ως κατώτερη στρώση λαμβάνεται η στεγανοποιητική, εφόσον όμως υπάρχει και

θερμομονωτική κάτω από αυτήν η οποία δεν προσβάλλεται από υγρασία, συμπεριλαμβάνεται και αυτή.

- Σε όροφο του κτιρίου ο οποίος βρίσκεται σε προεξοχή, το ύψος ορόφου μετράται από την κάτω στάθμη της κατώτερης στρώσης κάτω από την φέρουσα πλάκα του δαπέδου που έρχεται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα, μέχρι την στάθμη της άνω επιφάνειας της φέρουσας πλάκας του επόμενου ορόφου.
- Σε όροφο του κτιρίου ο οποίος βρίσκεται σε εσοχή, το ύψος ορόφου μετράται από την άνω στάθμη της φέρουσας πλάκας του δαπέδου μέχρι την άνω στάθμη της πλάκας ορόφου, αν ακολουθεί άλλος όροφος, ή μέχρι την άνω στάθμη της ανώτερης στρώσης της πλάκας οροφής, αν πρόκειται για τον τελευταίο όροφο.

Όλα τα παραπάνω παρουσιάζονται και στο Σχέδιο 2.2.



Σχέδιο 2.2: Ορισμός μέτρησης κατακόρυφων διαστάσεων (πηγή: TOTEE 20701-1/2010)

Οι εξώπορτες μπορούν να ληφθούν είτε ως αδιαφανή δομικά στοιχεία, είτε ως διαφανή δομικά στοιχεία με μηδενική διαπερατότητα στην ηλιακή ακτινοβολία αν αποτελούν μέρος τοιχοποιίας που βρίσκεται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα. Η διείσδυση αέρα από της χαραμάδες της εξώπορτας πρέπει να συνυπολογίζεται στον αερισμό μαζί με τα υπόλοιπα κουφώματα.

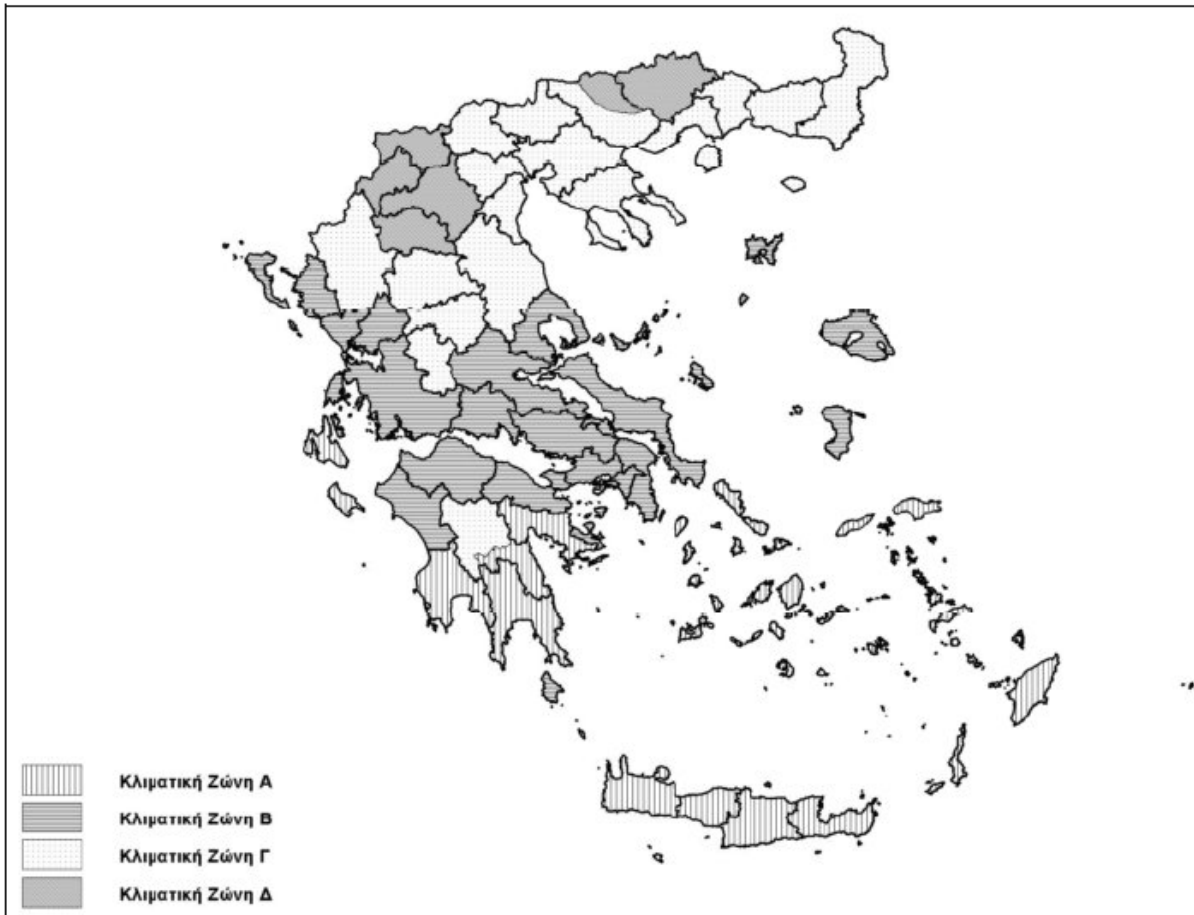
2.8 ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η Ελλάδα χωρίζεται σε τέσσερις κλιματικές ζώνες με βάση τις βαθμοημέρες θέρμανσης και η ζώνη στην οποία βρίσκεται το υπό μελέτη κτήριο, λαμβάνεται υπόψη στον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσής του. Στον Πίνακα 2.4 παρουσιάζεται η κατανομή των νομών στις τέσσερις κλιματικές ζώνες και στην Εικόνα 2.1 παρουσιάζεται σχηματικά η κατανομή των κλιματικών ζωνών.

Αν μια περιοχή βρίσκεται σε υψόμετρο μεγαλύτερο των 500 μέτρων, τότε αυτόματα υπάγεται στην αμέσως επόμενη κλιματική ζώνη από αυτήν στην οποία ανήκει. Εξαιρέση σε αυτό αποτελούν το τμήμα του νομού Αρκαδίας που εντάσσεται στην κλιματική ζώνη Γ και το τμήμα του νομού Σερρών (ΒΑ τμήμα) που εντάσσεται στην κλιματική ζώνη Δ, στα οποία τμήματα περιλαμβάνονται όλες οι περιοχές με υψόμετρο άνω των 500 μέτρων.

Πίνακας 2.4: Κατανομή των νομών σε κλιματικές ζώνες (πηγή: TOTEE 20701-1/2010).

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, Απωλοκαρνανίας, Φθιώτιδας, Φωκίδας, Βοιωτίας, Ευβοίας, Μαγνησίας, Λέσβου, Χίου, Κέρκυρας, Λευκάδας, Θεσπρωτίας, Πρέβεζας, Άρτας
ΖΩΝΗ Γ	Αρκαδίας (ορεινή), Ευρυτανίας, Ιωαννίνων, Λάρισας, Καρδίτσας, Τρικάλων, Πιερίας, Ημαθίας, Πέλλης, Θεσσαλονίκης, Κιλκίς, Χαλκιδικής, Σερρών (εκτός ΒΑ τμήματος), Καβάλας, Ξάνθης, Ροδόπης, Έβρου
ΖΩΝΗ Δ	Γρεβενά, Κοζάνη, Καστοριά, Φλώρινα, Σερρών (ΒΑ τμήμα), Δράμας



Εικόνα 2.1: Σχηματική απεικόνιση των κλιματικών ζωνών (πηγή: ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010).

3. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΜΕ ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ 4M

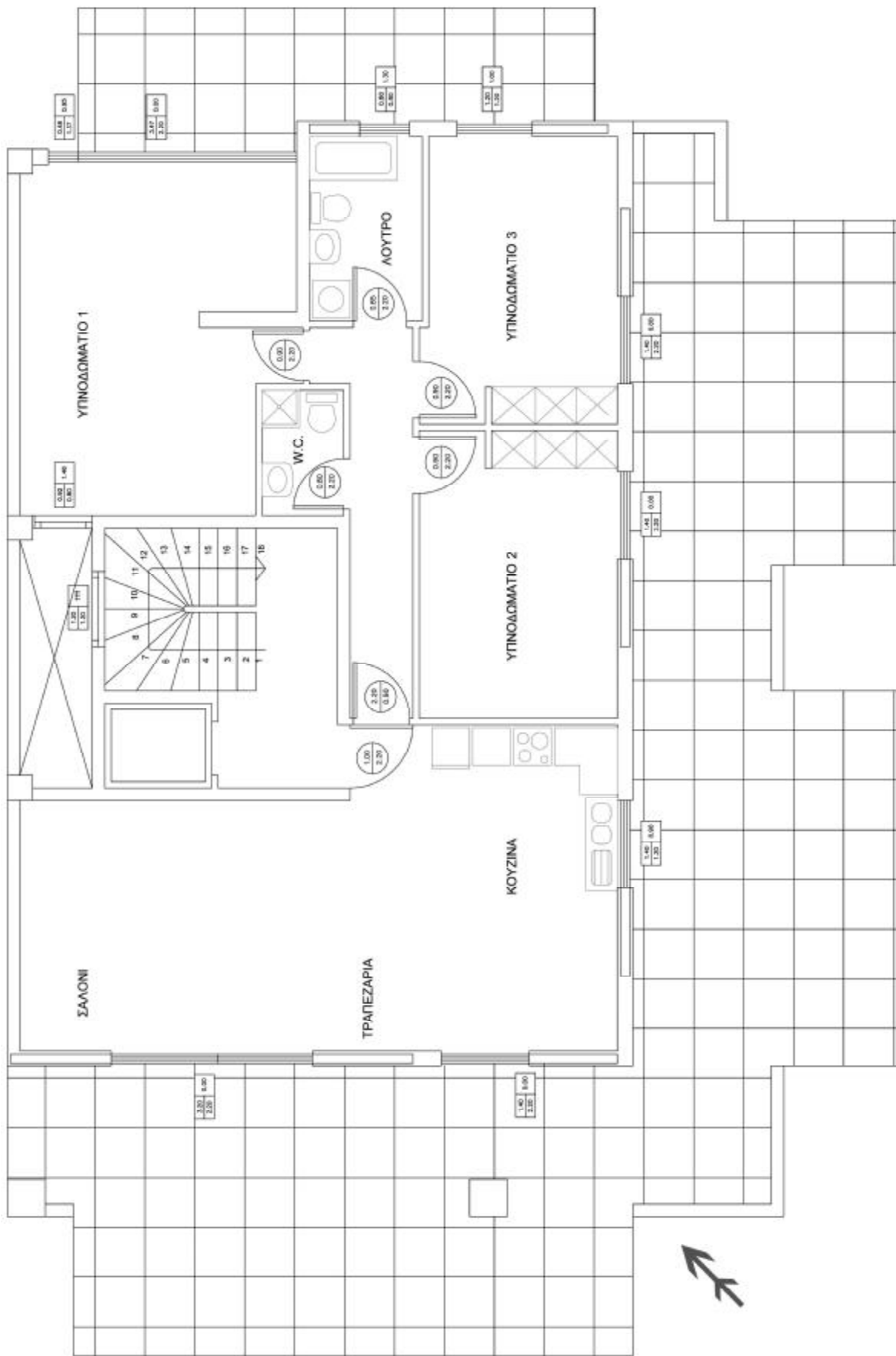
3.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΙΡΙΟΥ

Το κτίριο το οποίο μελετάτε στην παρούσα πτυχιακή είναι διαμέρισμα πολυκατοικίας. Πρόκειται για ρετιρέ στον πέμπτο όροφο με ταράτσα. Η πολυκατοικία βρίσκεται στην Πάτρα στην περιοχή Εγλυκάδας και είναι κατασκευασμένη το 1992. Το διαμέρισμα αποτελείται από τρία υπνοδωμάτια, δύο μπάνια, κουζίνα και σαλόνι.

Το διαμέρισμα είναι ελεύθερο από τα γύρω κτίρια, καθώς αυτά είναι σε μεγάλη απόσταση και είναι τουλάχιστον έναν όροφο χαμηλότερα. Διαθέτει διπλή τοιχοποιία με μόνωση καθώς και μόνωση στην ταράτσα. Τα ανοίγματα είναι συρόμενα με διπλά τζάμια και πλαίσιο αλουμινίου. Διαθέτει σύστημα θέρμανσης αποτελούμενο από λέβητα πετρελαίου και καλοριφέρ, ενώ δεν διαθέτει σύστημα ψύξης. Επίσης, διαθέτει σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης με ηλιακό 180 λίτρων με αντίσταση.

3.1.1 Γεωμετρικά δεδομένα κτιρίου

Για την αποτύπωση των γεωμετρικών δεδομένων του διαμερίσματος χρησιμοποιήθηκαν τα αρχιτεκτονικά σχέδια που ήταν διαθέσιμα, στα οποία όμως σημειώθηκαν αποκλίσεις και αλλαγές κατά την επιθεώρηση του διαμερίσματος. Η κάτοψη του κτιρίου, όπως σχεδιάστηκε στο λογισμικό AUTOCAD, φαίνεται στην Εικόνα 3.1.



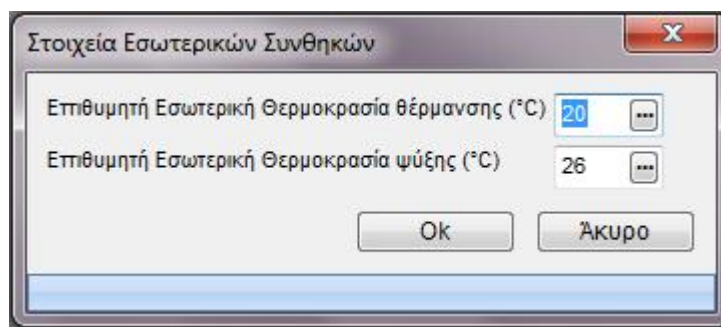
Εικόνα 3.1: Κάτοψη διαμερίσματος.

3.2 ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ

Η εσωτερική θερμοκρασία ενός χώρου είναι η βασική παράμετρος η οποία καθορίζει την θερμική άνεση σε αυτόν. Το επίπεδο θερμικής άνεσης σε ένα χώρο αποτελεί ένα υποκειμενικό στοιχείο και διαφέρει ανάλογα με τις ανάγκες και επιλογές του κάθε χρήστη, με αποτέλεσμα να υπάρχουν διάφορες τιμές για την θερμοκρασία εσωτερικών χώρων.

Όμως, για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης ενός κτηρίου θα πρέπει να οριστούν, σε εθνικό επίπεδο, θερμοκρασίες εσωτερικών χώρων ανάλογα με την χρήση του κτηρίου. Η θερμοκρασία εσωτερικών χώρων ορίζεται με βάση την επίτευξη θερμικής άνεσης με όσο το δυνατόν μικρότερη κατανάλωση ενέργειας.

Σύμφωνα με τα πρότυπα ΕΛΟΤ EN 15251:2007, η επιθυμητή θερμοκρασία εσωτερικών χώρων για κατοικία ορίζεται στους 20°C για την χειμερινή περίοδο και 26°C για την θερινή περίοδο. Στο πρόγραμμα η θερμοκρασία ορίζεται σε αυτές τις τιμές, όπως φαίνεται στη Εικόνα 3.2.



Εικόνα 3.2: Στοιχεία εσωτερικών συνθηκών (Λογισμικό 4m).

3.3 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

Τα στοιχεία του υπό μελέτη κτιρίου έχουν συμπληρωθεί στο λογισμικό όπως φαίνεται στην Εικόνα 3.3.

Στοιχεία Κτιρίου

Γενικά Παράμετροι υπολογισμών

Πόλη Πάτρα

Αριθμός Θερμικών Ζωνών 1

Αριθμός Επιπέδων Κτιρίου (1 - 15) 1

Τυπικό Ύψος Επιπέδου (m) 3

Κλιματική Ζώνη ΖΩΝΗ Β

Υψόμετρο μεγαλύτερο των 500m

Γωνία Περιστροφής 0

Χρήση κτιρίου Πολυκατοικία

Τύπος κατασκευής Φέρων οργ. από σκυρόδεμα και στοιχεία πλήρωσης

Επίπεδο στη Στάθμη του Εδάφους 1

Βάθος δαπέδου στο έδαφος (m) 0

Περίμετρος κτιρίου (m) 45.95

Νέο ή ριζικά ανακατασκευασμένο κτίριο

Περίοδος έκδοσης οικοδομικής άδειας Με κανονισμό Θερμομόνωσης

Θερμομονωτική προστασία Σύμφωνα με απαιτήσεις Κ.Θ.Κ.

Υπολογισμοί με χρήση μηχανής TEE

Αρχείο μηχανής υπολογισμών TEE C:\Program Files\TEE\TEE_KENAK_1.29\Nomis.exe

Τμήμα κτιρίου

Επιθυμητό συνολικό εμβαδό (m²) 126.38

Επιθυμητός συνολικός όγκος (m³) 379.14

Αυτόματη εκτέλεση υπολογισμών

Εμφάνιση σκαριφημάτων στην εκτύπωση θερμογεφυρών

Έκδοση κοινού πιστοποιητικού για διαφορετικές βασικές χρήσεις

Επιλογή κανονισμού TOTEE 2012

Εικόνα 3.3: Γενικά στοιχεία κτιρίου (Λογισμικό 4M).

Πόλη: Το κτίριο βρίσκεται στην Πάτρα. Η επιλογή της πόλης γίνεται από την βιβλιοθήκη του προγράμματος και ταυτόχρονα ενημερώνεται αυτόματα η κλιματική ζώνη σύμφωνα με τα δεδομένα της βιβλιοθήκης κλιματολογικών στοιχείων.

Αριθμός θερμικών ζωνών: Το διαμέρισμα δεν διαχωρίζεται σε ανεξάρτητες θερμικές ζώνες διότι χρησιμοποιείται ως κατοικία.

Αριθμός επιπέδων κτιρίου: Το διαμέρισμα καταλαμβάνει ένα επίπεδο (όροφο)

Τυπικό ύψος επιπέδου: Πρόκειται για την πιο συνηθισμένη τιμή που χαρακτηρίζει το ύψος του επιπέδου. Σε όλο το διαμέρισμα, το ύψος επιπέδου είναι 3 m. Με τον ορισμό του ύψους εδώ ενημερώνεται αυτόματα το ύψος των τοίχων που θα εισαχθούν στα φύλλα υπολογισμών.

Κλιματική ζώνη: Η κλιματική ζώνη στην οποία ανήκει το κτίριο συμπληρώνεται αυτόματα με την επιλογή της πόλης.

Υψόμετρο μεγαλύτερο των 500m: Αν το υψόμετρο της περιοχής υπερβαίνει τα 500m το κτίριο εντάσσεται αυτόματα στην αμέσως ψυχρότερη κλιματική ζώνη. Το διαμέρισμα δεν βρίσκεται σε περιοχή με υψόμετρο άνω των 500 m.

Γωνία περιστροφής: Η γωνία περιστροφής μπορεί να επιλεγεί με σκοπό να περιστραφεί το κτίριο κατά 40,90,135,180,225 ή 270 μοίρες σε σχέση με τον προσανατολισμό που έχει ήδη ορισθεί. Με αυτή την επιλογή μπορεί να μελετηθεί η ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου σε διαφορετικό προσανατολισμό.

Χρήση κτιρίου: Καθορίζεται το είδος της χρήσης κτιρίου όπως αυτές ορίζονται από την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010. Σε περίπτωση που το κτίριο έχει διαφορετικές χρήσεις, επιλέγεται εδώ μια από όλες και στο φύλλο υπολογισμού επιλέγονται εκ νέου αναλυτικά οι επιμέρους χρήσεις.

Τύπος κατασκευής: Ο τύπος κατασκευής του κτιρίου καθορίζεται με βάση τον Πίνακα 3.1. Βάσει του τύπου κτιρίου υπολογίζεται η ανηγμένη θερμοχωρητικότητα ανά τετραγωνικό μέτρο δαπέδου.

Πίνακας 3.1: Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα ανά κατασκευή (Λογισμικό 4M).

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 τσιμεντόλιθους 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

Για το διαμέρισμα επιλέγεται: Φέρων οργανισμός από σκυρόδεμα και στοιχεία πλήρωσης από διάτρητες οπτόπλινθους.

Επίπεδο στην στάθμη του εδάφους: Συμπληρώνεται ο αριθμός του επιπέδου που βρίσκεται στην στάθμη του εδάφους (π.χ. 2^ο επίπεδο αν το 1^ο είναι υπόγειο) προκειμένου να υπολογιστούν αυτόματα τα ύψη των επιπέδων και συνεπώς και οι προσαυξήσεις χαραμάδων λόγω ύψους. Η πολυκατοικία διαθέτει ένα επίπεδο κάτω από την στάθμη του εδάφους (υπόγειο).

Βάθος δαπέδου στο έδαφος: Η ροή θερμικών απωλειών διαμέσου δαπέδων ή τοίχων υπογείου, που έχουν άμεση ή έμμεση επαφή με το έδαφος, εξαρτάται από διάφορους παράγοντες. Ένας από αυτούς είναι το βάθος του δαπέδου του θερμαινόμενου χώρου σε σχέση με την επιφάνεια του εδάφους. Το διαμέρισμα βρίσκεται στον πέμπτο όροφο άρα δεν υπάρχει βάθος δαπέδου στο έδαφος.

Περίμετρος κτιρίου: Σε κτίριο το οποίο είναι πανταχόθεν ελεύθερο, η εκτεθειμένη περίμετρος ισούται με την περίμετρο της πλάκας, για κτίριο το οποίο είναι σε επαφή με άλλα θερμαινόμενα κτίρια, η εκτεθειμένη περίμετρος ισούται με το άθροισμα των μηκών των πλευρών της που δεν έρχονται σε επαφή με τα όμορα θερμαινόμενα κτίρια. Ομοίως, όταν σε κάποια πλευρά της περιμέτρου της πλάκας υπάρχει μη θερμαινόμενος χώρος, η πλευρά αυτή δεν συνυπολογίζεται στο άθροισμα των μηκών των πλευρών της περιμέτρου. Το διαμέρισμα είναι ελεύθερο, οπότε σαν περίμετρος ορίζεται το άθροισμα των μηκών όλων των πλευρών, εκτός από αυτών που είναι σε επαφή με το κλιμακοστάσιο το οποίο θεωρείται μη θερμαινόμενος χώρος. Η περίμετρος υπολογίζεται 45,95 m.

Νέο ή ριζικά ανακαινιζόμενο κτίριο: Το διαμέρισμα δεν είναι νέο, ούτε ριζικά ανακαινιζόμενο.

Περίοδος έκδοσης οικοδομικής άδειας: Η οικοδομική άδεια εκδόθηκε με κανονισμό θερμομόνωσης.

Θερμομονωτική προστασία: Το πεδίο αυτό περιέχει τις επιλογές: “Χωρίς θερμομονωτική προστασία”, “Πλημμελής εφαρμογή Κ.Θ.Κ.”, “Σύμφωνα με απαιτήσεις Κ.Θ.Κ.” ή “Σύμφωνα με απαιτήσεις Κ.Εν.Α.Κ.”. Το κτίριο της μελέτης κατασκευάστηκε σύμφωνα με της απαιτήσεις του Κ.Θ.Κ. (Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων).

Υπολογισμοί με χρήση μηχανής TEE: Για την ολοκλήρωση τόσο της ενεργειακής μελέτης όσο και της επιθεώρησης, ο χρήστης είναι υποχρεωμένος να λαμβάνει τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την μηχανή του TEE. Με αυτή την επιλογή, τα αποτελέσματα και η ενεργειακή κατάσταση που εμφανίζονται προέρχονται από την μηχανή του TEE και στα εκτυπωτικά που προκύπτουν ενσωματώνεται αυτόματα ο σειριακός αριθμός που έχει παραλάβει ο χρήστης από το TEE καθώς και ο αριθμός έγκρισης της εταιρίας.

Αρχείο μηχανής υπολογισμών TEE: Η σύνδεση μεταξύ του 4M KENAK και του προγράμματος του TEE γίνεται μέσω του αρχείου Nomis.exe. Σε αυτό το πεδίο συμπληρώνεται η θέση αυτού του αρχείου.

Τμήμα κτιρίου: Το διαμέρισμα αποτελεί τμήμα κτιρίου.

Επιθυμητό συνολικό εμβαδόν: Το συνολικό εμβαδόν του διαμερίσματος είναι 126,38 m².

Επιθυμητός συνολικός όγκος: Ο συνολικός όγκος του διαμερίσματος είναι 379,14m³.

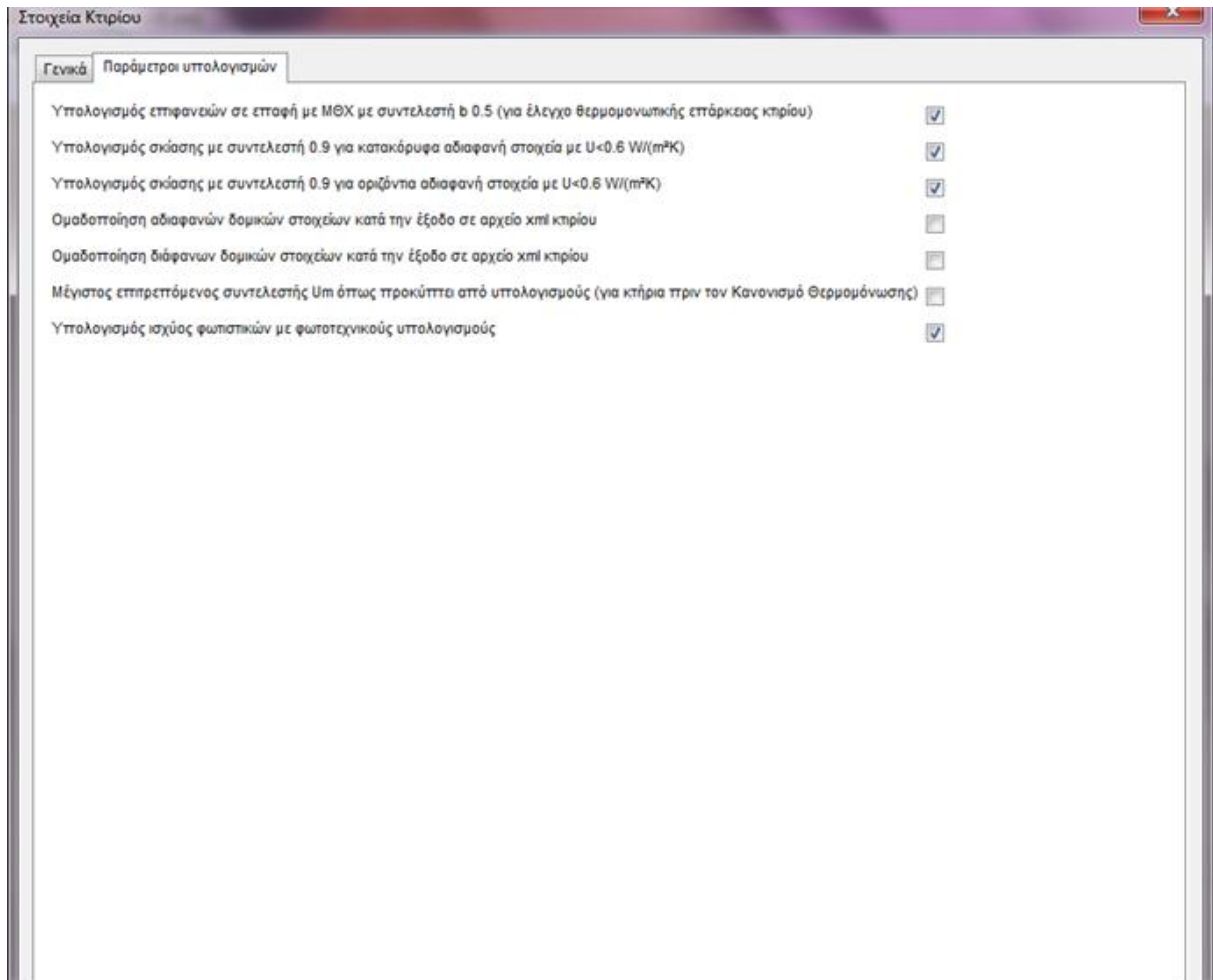
Αυτόματη εκτέλεση υπολογισμών: Με την μη αυτόματη εκτέλεση των υπολογισμών μπορούν να εισαχθούν όλα τα δεδομένα για το κέλυφος του κτιρίου και τα συστήματα του και να γίνουν οι υπολογισμοί στο τέλος της μελέτης. Η εκτέλεση των υπολογισμών στο τέλος της μελέτης είναι χρήσιμη όταν πρόκειται για μεγάλα κτίρια με πολλές θερμικές ζώνες και συστήματα.

Εμφάνιση σκαριφημάτων στην εκτύπωση θερμογεφυρών: Με αυτήν την επιλογή, στο εκτυπωτικό 'Τεύχος αναλυτικών υπολογισμών' εμφανίζονται εκτός από την ονομασία των θερμογεφυρών και τα σκαριφήματά τους.

Έκδοση κοινού πιστοποιητικού για διαφορετικές βασικές χρήσεις: Εάν στην μελέτη υπάρχουν δύο ή περισσότερες θερμικές ζώνες με διαφορετικές βασικές χρήσεις, με την επιλογή αυτή δίνεται δυνατότητα να εκδοθεί ένα κοινό πιστοποιητικό για όλες τις χρήσεις χρησιμοποιώντας τη μηνιαία περίοδο λειτουργίας της ζώνης που έχει οριστεί ως «Χρήση κτιρίου» από την παραπάνω εντολή. Το διαμέρισμα έχει μια μόνο χρήση.

Επιλογή κανονισμού: Η μελέτη γίνεται σύμφωνα με την TOTEE 2012

Επιπλέον επιλέγονται οι παράμετροι υπολογισμών όπως φαίνεται στην Εικόνα 3.4.



Εικόνα 3.4: Παράμετροι υπολογισμών (Λογισμικό 4M).

Υπολογισμός επιφανειών σε επαφή με ΜΘΧ με συντελεστή b 0,5 (για έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας κτιρίου): Ο μειωτικός συντελεστής b για επιφάνειες σε επαφή με ΜΘΧ υπολογίζεται αναλυτικά από το πρόγραμμα, σύμφωνα με την TOTEE 20701-2/2010. Ωστόσο, δίνεται η επιλογή στον χρήστη να μην λάβει υπόψη του τον αναλυτικό υπολογισμό για την θερμομονωτική επάρκεια, αλλά να δώσει στον συντελεστή την απλοποιητική τιμή 0,5 σύμφωνα με την TOTEE.

Υπολογισμός σκίασης με συντελεστή 0,9 για κατακόρυφα αδιαφανή στοιχεία με $U < 0,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$: Στην περίπτωση καλά θερμομονωμένων κτιρίων με περιορισμένη

επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας στα κατακόρυφα δομικά στοιχεία ο συντελεστής σκίασης για στοιχεία με $U < 0,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ μπορεί να λάβει την απλοποιητική μορφή 0,9.

Υπολογισμός σκίασης με συντελεστή 0,9 για οριζόντια αδιαφανή στοιχεία με $U < 0,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$: Για τις οριζόντιες επιφάνειες (π.χ. δώματα, στέγες, φεγγίτες) για λόγους απλοποίησης ο συντελεστής σκίασης μπορεί να ληφθεί ίσος με 0,9 ανεξαρτήτως του βαθμού σκιασμού των επιφανειών με $U < 0,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Ομαδοποίηση αδιαφανών δομικών στοιχείων κατά την έξοδο σε αρχείο xml κτιρίου: Με αυτή την επιλογή ομαδοποιούνται αυτόματα τα αδιαφανή στοιχεία του κτιρίου για τις περιπτώσεις που με το πρόγραμμα το TEE δεν προκύπτει ενεργειακή κατάταξη λόγω μεγάλου αριθμού στοιχείων.

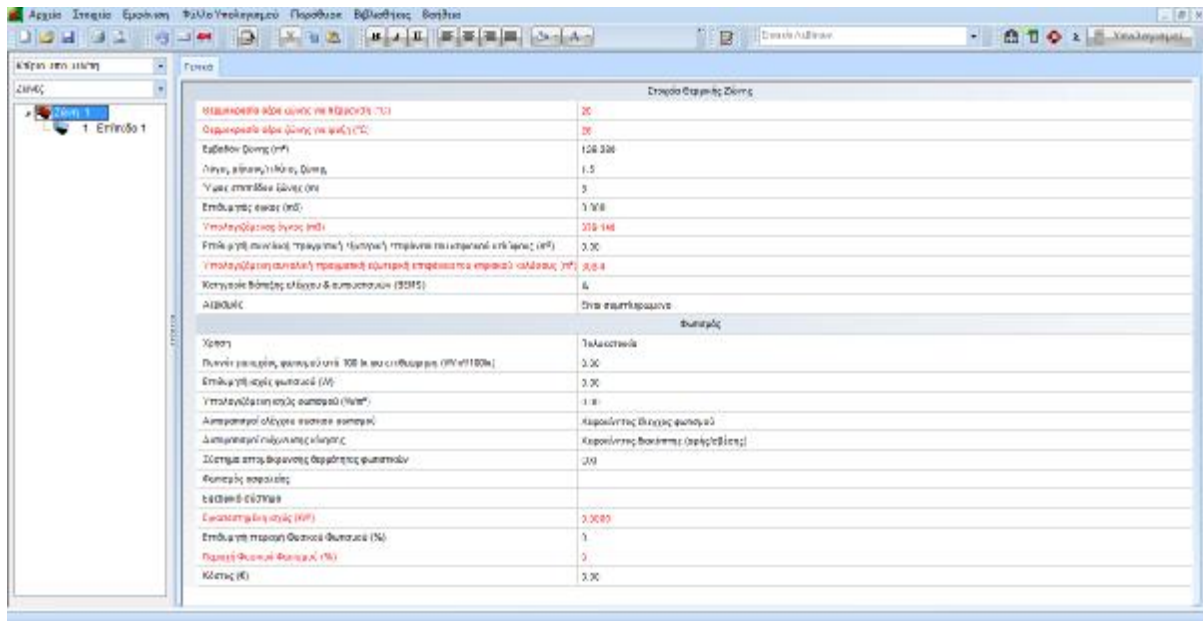
Ομαδοποίηση διαφανών δομικών στοιχείων κατά την έξοδο σε αρχείο xml κτιρίου: Με αυτή την επιλογή ομαδοποιούνται αυτόματα τα διαφανή στοιχεία του κτιρίου για τις περιπτώσεις που με το πρόγραμμα το TEE δεν προκύπτει ενεργειακή κατάταξη λόγω μεγάλου αριθμού στοιχείων.

Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής U_m όπως προκύπτει από υπολογισμούς (για κτίρια πριν τον κανονισμό θερμομόνωσης): Η επιλογή αυτή αφορά κτίρια που έχουν κατασκευαστεί πριν τον Κανονισμό Θερμομόνωσης (οικοδομική άδεια πριν το 1980). Σε αυτήν την περίπτωση ο συντελεστής U_m δεν παίρνει την τιμή 3,5 για τον υπολογισμό της μέγιστης θερμικής ισχύος P_{gen} αλλά λαμβάνει την τιμή που υπολογίζεται από το πρόγραμμα (TOTTE 20701-1/2010 παρ. 4.1.2.1).

Υπολογισμοί στοιχείων φωτιστικών με φωτοτεχνικούς υπολογισμούς: Η επιλογή αυτή αφορά τον τρόπο υπολογισμού της ισχύος φωτισμού. Η υπολογιζόμενη ισχύς προκύπτει από αναλυτικούς υπολογισμούς φωτοτεχνίας συναρτήσεως των διαστάσεων του χώρου κλπ. αλλιώς προκύπτει συναρτήσεως της χρήσης της ζώνης και των τιμών του πίνακα 2.4 TOTTE 20701-1/2010.

3.4 ΘΕΡΜΙΚΗ ΖΩΝΗ

Τα γενικά στοιχεία για την θερμική ζώνη έχουν συμπληρωθεί στο λογισμικό όπως φαίνεται στην Εικόνα 3.5.



Στοιχεία Θερμικής Ζώνης	
Θερμοκρασία αέρα ζώνης για θέρμανση (°C)	20
Θερμοκρασία αέρα ζώνης για ψύξη (°C)	20
Εμβαδόν ζώνης (m ²)	126,380
Λόγος μήκους/πλάτους ζώνης	1,5
Ύψος επιπέδου ζώνης (m)	3
Επιβάτης/εμβαδόν (m ²)	1,500
Υπολογισμός όγκου (m ³)	379,140
Επίμβαση συνολικά (πραγματική) ή (λογική) επίμβαση (επίμβαση) (m ²)	3,300
Υπολογισμός συνολικής πραγματικής εμβαδού επιφάνειας επιπέδου (m ²)	3,300
Κατηγορία ζώνης (έλεγχος & συμπεριφορά) (ZONES)	4
ΑΙΘΡΑΙΟΣ	Όχι συμπεριλαμβανόμενο
Φωτισμός	
Χρήση	Τακιστική
Πυκνότητα φωτισμού, φωτιστικό από 300 lx σε ορθογώνιο (W/m ²)	3,300
Επίμβαση φωτισμού (m ²)	3,300
Υπολογισμός επιφάνειας φωτισμού (m ²)	1,100
Απορρόφηση ολόκληρο επίπεδο φωτισμού	Καρολίνας (επίπεδο φωτισμού)
Διαφορετικό ανάλογος κλίμακας	Καρολίνας (επίπεδο φωτισμού)
Σύστημα απορρόφησης διαφόρων φωτισμών	3,300
Φωτισμός ασφαλείας	
Επίμβαση φωτισμού	
Επιβάτης/εμβαδόν (m ²)	3,300
Επίμβαση παραρτημάτων φωτισμού (%)	3
Παροχή Φωτισμού Φωτισμού (%)	3
Κλίμακας (K)	3,300

Εικόνα 3.5: Γενικά στοιχεία θερμικής ζώνης (Λογισμικό 4M).

Στοιχεία θερμικής ζώνης

Θερμοκρασία αέρα ζώνης για θέρμανση: Η θερμοκρασία αέρα εσωτερικού χώρου για την περίοδο της θέρμανσης είναι 20 °C.

Θερμοκρασία αέρα ζώνης για ψύξη: Η θερμοκρασία αέρα εσωτερικού χώρου για την περίοδο της ψύξης είναι 20 °C.

Εμβαδόν ζώνης: Το εμβαδόν του διαμερίσματος είναι 126,380 m².

Λόγος μήκους/πλάτους ζώνης: Ο λόγος μήκους/πλάτους στο διαμέρισμα είναι 1,5.

Ύψος επιπέδου ζώνης: Στο πεδίο αυτό δίνεται το μέσο ύψος της θερμικής ζώνης και σε περίπτωση που υπάρχουν διαφορετικά ύψη, μπορούν να συμπληρωθούν λεπτομερώς στο φύλλο υπολογισμών. Το διαμέρισμα έχει ενιαίο ύψος 3m.

Επιθυμητός όγκος: Το πεδίο αυτό συμπληρώνεται σε περίπτωση που θέλουμε να ορίσουμε διαφορετικό όγκο από τον υπολογιζόμενο.

Υπολογιζόμενος όγκος: Ο υπολογιζόμενος όγκος του διαμερίσματος είναι 379,140 m³.

Επιθυμητή συνολική πραγματική εξωτερική επιφάνεια του κτιριακού κελύφους: Το πεδίο αυτό συμπληρώνεται σε περίπτωση που θέλουμε να ορίσουμε διαφορετική συνολική εξωτερική επιφάνεια.

Υπολογιζόμενη συνολική πραγματική εξωτερική επιφάνεια του κτιριακού κελύφους: Η συνολική πραγματική εξωτερική επιφάνεια του κελύφους η οποία χρησιμοποιείται στην εύρεση της «Υπολογιζόμενης ισχύος» είναι 308,4 m².

Κατηγορία διάταξης ελέγχου και αυτοματισμών (BEMS): Από πίνακα επιλέγεται μια από της κατηγορίες Α,Β,Γ και Δ.

Αερισμός: Στο πεδίο αυτό συμπληρώνεται ο αριθμός των καμινάδων και θυρίδων αερισμού. Το διαμέρισμα διαθέτει μια καμινάδα.

Φωτισμός

Σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 οι καταναλώσεις λόγο φωτισμού δεν λαμβάνονται υπόψη σε κτίρια τα οποία χρησιμοποιούνται σαν κατοικία.

3.5 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

3.5.1 Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων.

Η τοιχοποιία του διαμερίσματος είναι διπλή με ενδιάμεση μόνωση εξηλασμένης πολυστερίνης 3 εκατοστών.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων υπολογίζεται από την εξίσωση 3.1

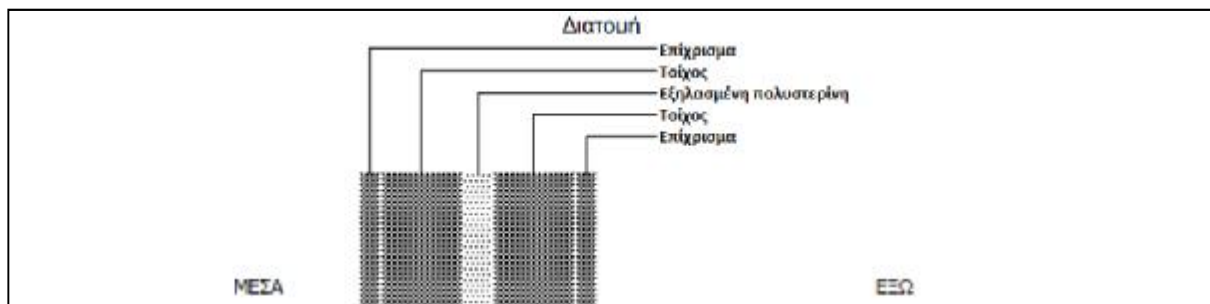
$$U = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + R_s + R_a} \quad (3.1)$$

όπου,

- d_j το πάχος της ομογενούς και ισότροπης στρώσης δομικού υλικού j
- λ_j ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του ομογενούς και ισότροπου υλικού j
- R_i και R_a οι αντιστάσεις θερμικής μετάβασης εκατέρωθεν του δομικού στοιχείου
- R_s η θερμική αντίσταση κλειστού διάκενου αέρα

Εξωτερική τοιχοποιία

Στην Εικόνα 3.5 φαίνεται η διατομή της εξωτερικής τοιχοποιίας. Στον Πίνακα 3.2 ο υπολογισμός της αντίστασης θερμοδιαφυγής, στον Πίνακα 3.3 οι αντιστάσεις θερμικής μετάβασης και στον Πίνακα 3.4 ο συντελεστής θερμοπερατότητας.



Εικόνα 3.5: Διατομή εξωτερικής τοιχοποιίας (Λογισμικό 4M).

Πίνακας 3.2: Υπολογισμός αντίστασης θερμοδιαφυγής (Λογισμικό 4M).

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα ρ (kg/m ³)	Πάχος στρ. d (m)	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ (W/(mK))	Θερμ. αντίστ. d/λ ((m ² K)/W)
1	Επίχρισμα	1900	0.020	0.872	0.023
2	Τοίχος	1200	0.090	0.523	0.172
3	Εξηλασμένη πολυστερίνη 50mm	20	0.03	0.036	0.833
4	Τοίχος	1200	0.090	0.523	0.172
5	Επίχρισμα	1900	0.020	0.872	0.023
			$\Sigma d=0.250$		$R_A=1.223$

Πίνακας 3.3: Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης (Λογισμικό 4M).

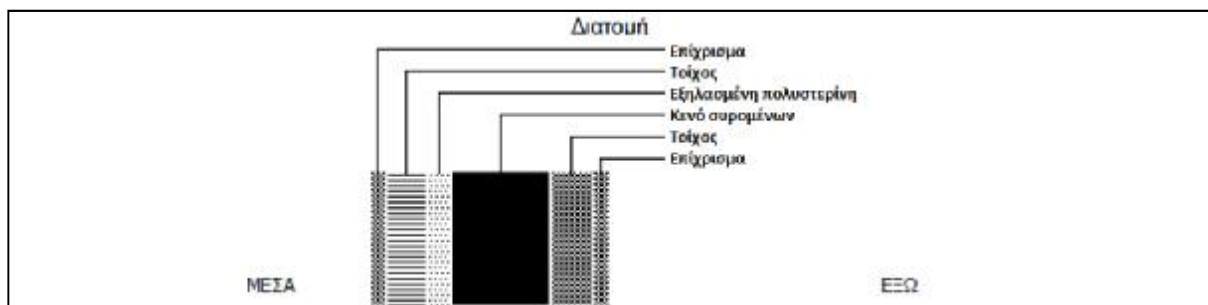
ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		Ri (εσωτερ.)	Ra (εξωτερ.)	
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. Αέρα)		0.130	0.040	
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0.130	0.130	
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος		0.130	0.000	
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)		0.100	0.040	
Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0.100	0.100	
Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση		0.170	0.040	
Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)		0.170	0.170	
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος		0.170	0.000	
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	Ri	(m ² K)/W	0.13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R	(m ² K)/W	1.223
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	Ra	(m ² K)/W	0.04
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	Roλ	(m ² K)/W	1.393

Πίνακας 3.4: Συντελεστής θερμοπερατότητας (Λογισμικό 4M).

Συντελεστής θερμοπερατότητας	U	(m ² K)/W	0.718
------------------------------	---	----------------------	-------

Τοίχοι συρόμενων

Στην Εικόνα 3.6 φαίνεται η διατομή της τοιχοποιίας των συρόμενων. Στον Πίνακα 3.5 ο υπολογισμός της αντίστασης θερμοδιαφυγής, στον Πίνακα 3.7 οι αντιστάσεις θερμικής μετάβασης και στον Πίνακα 3.7 ο συντελεστής θερμοπερατότητας.



Εικόνα 3.7: Διατομή τοίχου συρόμενων (Λογισμικό 4M).

Πίνακας 3.5: Υπολογισμός αντίστασης θερμοδιαφυγής (Λογισμικό 4M).

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα ρ (kg/m ³)	Πάχος στρ. d (m)	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ (W/(mK))	Θερμ. αντίστ. d/λ (m ² K)/W)
1	Επίχρισμα	1900	0.020	0.872	0.023
2	Τοίχος	1200	0.060	0.523	0.115
3	Εξηλασμένη πολυστερίνη 50mm	20	0.03	0.036	0.833
4	Κενό συρομένων		0.150		
			Σd=0.110		R_Λ=0.971

Πίνακας 3.6: Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης (Λογισμικό 4M).

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		Ri (εσωτερ.)	Ra (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. Αέρα)		0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος		0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)		0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0.100	0.100
Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση		0.170	0.040
Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)		0.170	0.170
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος		0.170	0.000
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	Ri	(m ² K)/W 0.13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R	(m ² K)/W 0.971
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	Ra	(m ² K)/W 0.04
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	Roλ	(m ² K)/W 1.141

Πίνακας 3.7: Συντελεστής θερμοπερατότητας (Λογισμικό 4M).

Συντελεστής θερμοπερατότητας	U	(m ² K)/W	0.876
------------------------------	----------	----------------------	-------

Στην Εικόνα 3.8 φαίνεται τα στοιχεία της τοιχοποιίας όπως συμπληρώνονται στο λογισμικό.

Τυπικά Στοιχεία

Εξωτερικοί τοίχοι		Εσωτερικοί τοίχοι	Οροφές	Δάπεδα	Ανοίγματα		
Εξ. Τοίχοι	Περιγραφή	Υπολ. Συντ. U (W/m²K)	Απορροφητικότητα as,c	Ικανότητα εκπομπής ε	Τύπος τοίχου	Κόστος (€/m²)	
1	T1	Εξωτερική τοιχοποιία 27	0.742	0.40	0.80	Απλός τοίχος	
2	T2	Τοίχοι συρομένων 37	0.876	0.40	0.80	Απλός τοίχος	
3	T3						
4	T4						
5	T5						
6	T6						
7	T7						
8	T8						
9	T9						
10	T10						
11	T11						
12	T12						
13	T13						
14	T14						
15	T15						

1: 1 Μη Προσπελάσιμο Εξωτερικοί Τοίχοι

Εικόνα 3.8: Στοιχεία τοιχοποιίας (Λογισμικό 4M).

Οροφή

Στην Εικόνα 3.9 φαίνεται τα στοιχεία της οροφής όπως συμπληρώνονται στο λογισμικό.

Τυπικά Στοιχεία

Εξωτερικοί τοίχοι		Εσωτερικοί τοίχοι	Οροφές	Δάπεδα	Ανοίγματα		
Οροφές	Περιγραφή	Υπολ. Συντ. U (W/m²K)	Απορροφητικότητα as,c	Ικανότητα εκπομπής ε	Κόστος (€/m²)		
1	O1	ΟΡΟΦΗ	0.50	0.65	0.80		
2	O2						
3	O3						
4	O4						
5	O5						
6	O6						
7	O7						
8	O8						
9	O9						
10	O10						
11	O11						
12	O12						
13	O13						
14	O14						
15	O15						

1: 1 Μη Προσπελάσιμο Εξωτερικοί Τοίχοι

Εικόνα 3.9: Στοιχεία οροφής (Λογισμικό 4M).

3.5.2 Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας διαφανών δομικών στοιχείων

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας διαφανών δομικών στοιχείων υπολογίζεται από την εξίσωση 3.2:

$$U_W = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + l_g \cdot \Psi_g}{A_f + A_g} \quad (3.2)$$

όπου,

- U_f ο συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου του κουφώματος
- U_g ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος
- A_f το εμβαδόν επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος
- A_g το εμβαδόν επιφάνειας του υαλοπίνακα του κουφώματος
- L_g το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος
- Ψ_g Ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος

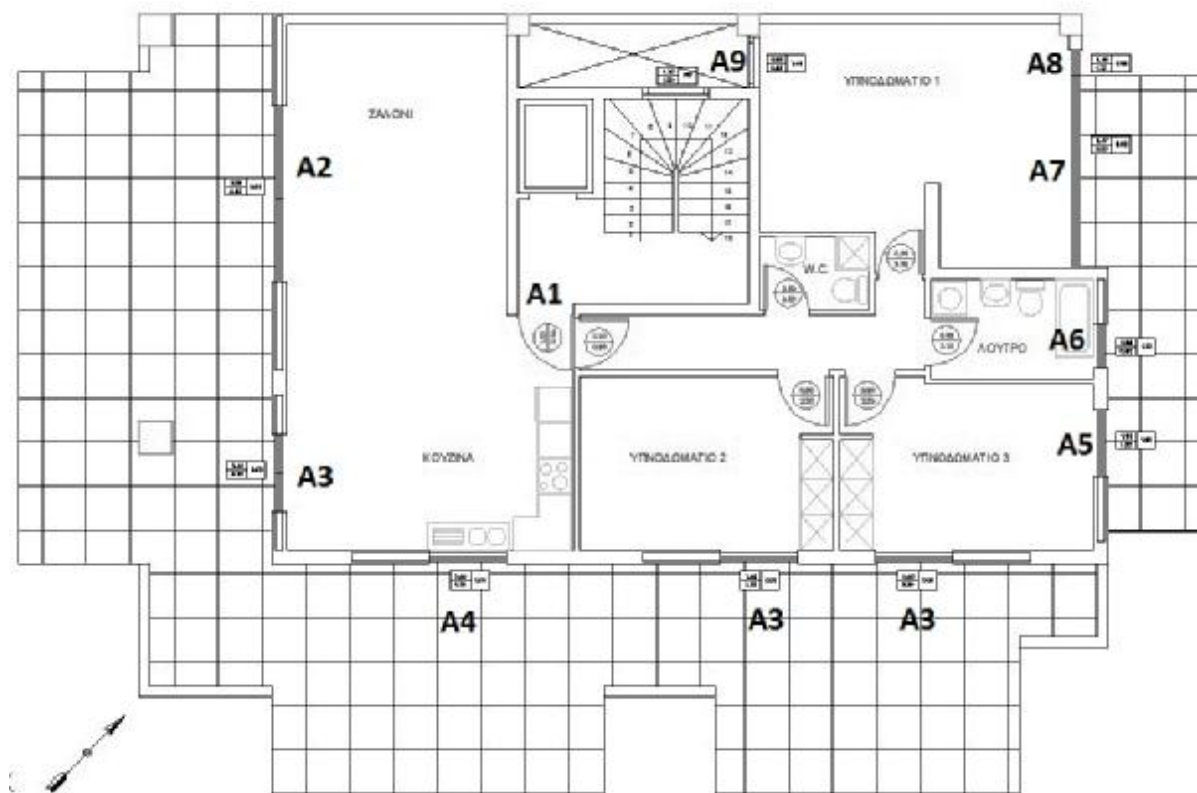
Τα χαρακτηριστικά των διαφανών δομικών στοιχείων του διαμερίσματος είναι τα εξής:

Τύπος πλαισίου: Μέταλλο χωρίς θερμοδιακοπή
U_f πλαισίου: 7 W/m²K

Τύπος υαλοπίνακα: Διπλό διακένου 6mm (μεταλλικό ισ. πλ. 10 cm)
U_g υαλοπίνακα: 3.3 W/m²K
g υαλοπίνακα σε καθ. προσπτ.: 0.75
g υαλοπίνακα: 0.68

Γραμμική θερμοπερατότητα συναρμογής υαλοπ. και πλαισίου Ψ_g: 0.02 W/mK
Μέσο πλάτος πλαισίου: 0.100 m

Στην Εικόνα 3.10 φαίνονται οι ονομασίες των ανοιγμάτων του διαμερίσματος (A1,A2,A3,A4,A5,A6,A7,A8,A9), στον Πίνακα 3.8 φαίνονται οι διαστάσεις τους, στον Πίνακα 3.9 τα χαρακτηριστικά τους και στην Εικόνα 3.11 τα στοιχεία όπως συμπληρώνονται στο λογισμικό.



Εικόνα 3.10: Ονομασία ανοιγμάτων.

Πίνακας 3.8: Διαστάσεις ανοιγμάτων

Τύπος κουφώματος	Πλάτος ανοίγματος (m)	Ύψος ανοίγματος (m)	Αριθμός φύλλων	Εμβαδό κουφώματος (m ²)
A2	3.2	2.2	1	7.04
A3	1.4	2.2	1	3.08
A4	1.4	1.2	1	1.68
A5	1.2	1.2	1	1.44
A6	0.8	0.8	1	0.64
A7	3.5	2.2	1	7.70
A8	0.5	1.3	1	0.65
A9	0.9	0.8	1	0.72

Πίνακας 3.9: Χαρακτηριστικά ανοιγμάτων (Λογισμικό 4M).

Τύπος κουφώματος	Εμβαδό πλαισίου (m ²)	Εμβαδό υαλοπίνακα (m ²)	Ποσοστό πλαισίου	Μήκος Lg (m)	U κουφώματος (W/m ² K)	g _w κουφώματος
A2	1.04	6.00	15%	10.0	3.875	0.58
A3	0.68	2.40	22%	6.4	4.158	0.53
A4	0.48	1.20	29%	4.4	4.410	0.49
A5	0.44	1.00	31%	4.0	4.486	0.47
A6	0.28	0.36	44%	2.4	4.994	0.38
A7	1.10	6.60	14%	10.6	3.856	0.58
A8	0.32	0.33	49%	2.8	5.208	0.35
A9	0.30	0.42	42%	2.6	4.914	0.40

Ανοίγμ.	Περιγραφή	Πλάτ. (m)	Ύψος (m)	Συντ. Θερμικών ηλιακών απολαβών	Πλάτος πλαισίου (m)	Συντ. Θερμοτ. πλαισίου Uf	Συντ. Θερμοτ. υαλοπίνακα Ug	Συντ. γραμμικής Θερμοτ. υαλοπίνακα	
1	A1	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ζ1)	2.2			2.2	3.48		
2	A2	Διπλό διακένου 6mm	3.2	2.2	0.68	0.100	7	3.3	0.02
3	A3	Διπλό διακένου 6mm	1.4	2.2	0.68	0.100	7	3.3	0.02
4	A4	Διπλό διακένου 6mm	1.4	1.2	0.68	0.100	7	3.3	0.02
5	A5	Διπλό διακένου 6mm	1.2	1.2	0.68	0.100	7	3.3	0.02
6	A6	Διπλό διακένου 6mm	0.8	0.8	0.68	0.100	7	3.3	0.02
7	A7	Διπλό διακένου 6mm	3.5	2.2	0.68	0.100	7	3.3	0.02
8	A8	Διπλό διακένου 6mm	0.5	1.3	0.68	0.100	7	3.3	0.02
9	A9	Διπλό διακένου 6mm	0.90	0.8	0.68	0.100	7	3.3	0.02
10	A10								
11	A11								
12	A12								
13	A13								
14	A14								

Εικόνα 3.11: Στοιχεία ανοιγμάτων (Λογισμικό 4M).

3.6 ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΚΕΛΥΦΟΣ

Στο φύλλο υπολογισμού του προγράμματος ορίζονται τα χαρακτηριστικά του κελύφους του διαμερίσματος. Τα στοιχεία έχουν συμπληρωθεί όπως φαίνεται στην Εικόνα 3.12.

Εξ. Στ.φ.	Προσανατολισμός	Προσανατολισμός	Γενικών χαρακτηρισμ.	Αποστάση	Συντελεστής U (W/m²K)	Υπολογισμένο Πλάτος (mm)	Υπολογισμένο Πλάτος (m)	Επιφ. (m²)	Αριθ. Επιφ.	Εν. Επιφ. (m²)	Αποσ. Στ.φ. (m²)	Επιφ. (m²)	
1	F1	225	NA	ΕΠ	0.742	0.842	0.95	3	29.65	1	23.85	23.24	0.61
2	A2	225	NA	Π11	Α	3.816	3.816	3.2	7.7	1.14	1	1.14	1.14
3	F2	225	NA	ΕΠ	Α	0.876	0.976	1.6	2.2	3.62	1	3.62	3.62
4	F2	225	NA	ΕΠ	Α	0.876	0.976	1.6	2.2	3.62	1	3.62	3.62
5	A3	225	NA	ΕΠ	Α	4.158	4.158	1.4	2.2	3.08	1	3.08	3.08
6	F2	225	NA	ΕΠ	Α	0.876	0.976	1.4	2.2	3.08	1	3.08	3.08
7	F1	E	E	ΕΠ	Α	0.742	0.842	14.65	3	43.95	1	43.95	41.03
8	A1	E	E	ΕΠ	Α	1.35	1.350	1	2.2	2.20	1	2.20	2.20
9	A3	E	E	ΕΠ	Α	2.46	2.460	0.90	8.3	0.72	1	0.72	0.72
10	O1	O	O	ΕΠ	0.91	0.909	9.00	12.3	126.4	1	123.4	126.4	126.4
11	F1	135	NA	ΕΠ	0.742	0.842	15.1	3	45.30	1	45.30	15.58	29.62
12	A4	135	NA	ΕΠ	Α	4.410	4.410	1.4	1.2	1.68	1	1.68	1.68
13	F2	135	NA	ΕΠ	Α	0.876	0.976	1.2	1.2	1.68	1	1.68	1.68
14	A3	135	NA	ΕΠ	Α	4.158	4.158	1.4	2.2	3.08	1	3.08	3.08
15	F2	135	NA	ΕΠ	Α	0.876	0.976	1.4	2.2	3.08	1	3.08	3.08
16	A3	135	NA	ΕΠ	Α	4.158	4.158	1.4	2.2	3.08	1	3.08	3.08
17	F2	135	NA	Π11	Α	3.816	3.816	1.4	7.7	5.18	1	5.18	5.18
18	F1	45	BA	ΕΠ	0.742	0.842	9.95	3	29.65	1	23.95	12.21	17.34
19	A5	45	BA	ΕΠ	Α	4.486	4.486	1.2	1.2	1.44	1	1.44	1.44
20	F2	45	BA	ΕΠ	Α	0.876	0.976	1.2	1.2	1.44	1	1.44	1.44
21	A3	45	BA	Π11	Α	4.914	4.914	0.8	8.1	0.64	1	0.64	0.64
22	F2	45	BA	ΕΠ	Α	0.876	0.976	0.8	8.3	0.64	1	0.64	0.64
23	A7	45	BA	ΕΠ	Α	3.856	3.856	3.5	2.2	7.70	1	7.70	7.70
24	A3	45	BA	ΕΠ	Α	5.208	5.208	0.5	1.3	0.65	1	0.65	0.65
25	F1	315	BA	ΕΠ	0.742	0.842	0.5	3	1.50	1	1.50	1.50	1.50
26	F1	315	BA	ΕΠ	0.742	0.842	6.05	3	18.15	1	18.15	18.15	18.15
27	F1	315	BA	ΕΠ	0.742	0.842	4.45	3	13.55	1	13.35	13.35	13.35

Εικόνα 3.12: Φύλλο υπολογισμού κτιριακού κελύφους (Λογισμικό 4M).

Κάθε γραμμή αναφέρεται σε ένα δομικό στοιχείο και κάθε στήλη αναφέρεται σε στοιχεία που συμπληρώνονται ή προκύπτουν αυτόματα από το πρόγραμμα. Το είδος επιφανείας συμπληρώνεται χρησιμοποιώντας τις ονομασίες που έχουν δοθεί στα τυπικά στοιχεία. Στην συνέχεια συμπληρώνεται ο προσανατολισμός και αν το δομικό στοιχείο είναι άνοιγμα, κολώνα ή δοκάρι στην αφαιρούμενη επιφάνεια συμπληρώνεται με "Α".

Ο συντελεστής U προκύπτει αυτόματα και πρόκειται για τον συντελεστή ο οποίος έχει συμπληρωθεί στα τυπικά στοιχεία. Ο υπολογιζόμενος συντελεστής U είναι ο τελικός συντελεστής ο οποίος θα ληφθεί υπόψη στους υπολογισμούς. Εξαρτάται από την θερμομονωτική προστασία του κτιρίου και την περίοδο έκδοσης της άδειας.

Στην συνέχεια, συμπληρώνονται τα γεωμετρικά στοιχεία της επιφανείας (μήκος, ύψος ή πλάτος) καθώς και ο αριθμός επιφανειών σε περίπτωση που υπάρχουν όμοιες επιφάνειες και προκύπτουν από το πρόγραμμα το εμβαδόν της επιφάνειας, της συνολικής επιφάνειας, της αφαιρούμενης επιφάνειας και της τελικής επιφάνειας για του υπολογισμού.

3.7 ΣΚΑΡΙΦΗΜΑΤΑ ΚΤΙΡΙΑΚΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ

Παρακάτω παρουσιάζονται τα σκαριφήματα των κατακόρυφων δομικών στοιχείων ανά προσανατολισμό. Οι τοίχοι είναι σχεδιασμένοι με γκρι χρώμα

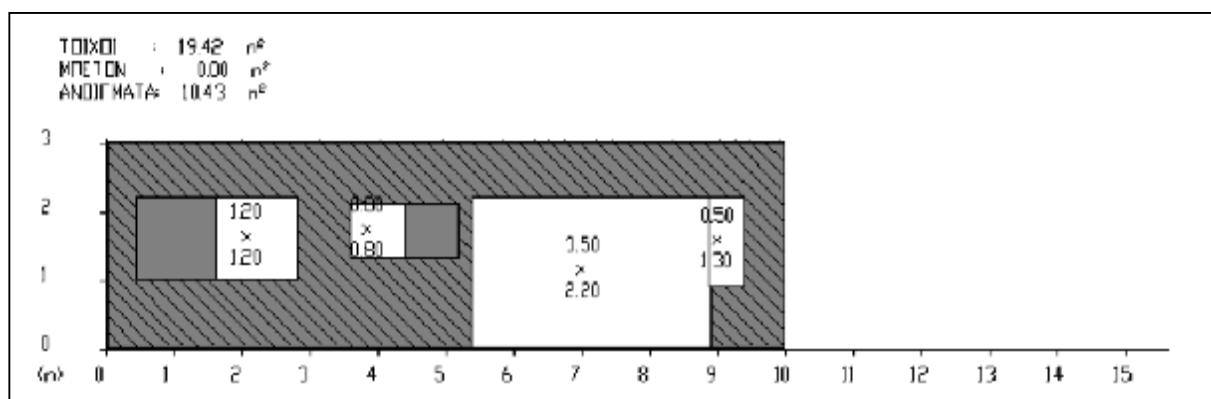
διαγραμμισμένο, οι τοίχοι των συρόμενων με γκρι χρώμα και τα ανοίγματα με άσπρο χρώμα.

Βορειοανατολικός προσανατολισμός

Στον Πίνακα 3.10 παρουσιάζονται τα γεωμετρικά στοιχεία των δομικών στοιχείων και στην Εικόνα 3.13 τα σκαριφήματά τους.

Πίνακας 3.10: Γεωμετρικά στοιχεία δομικών στοιχείων ΒΑ προσανατολισμού

Τοιχοποιία U = 0.742			
αα	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Εμβαδό (m ²)
1	9.95	3	29.85
2	-1.2	1.2	-1.44
3	-1.2	1.2	-1.44
4	-0.8	0.8	-0.64
5	-0.8	0.8	-0.64
6	-3.5	2.2	-7.70
7	-0.5	1.3	-0.65
ΣΑ =			17.34
Συρόμενο U = 0,876			
αα	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Εμβαδό (m ²)
1	1.2	1.2	1.44
2	0.8	0.8	0.64
ΣΑ =			2.08



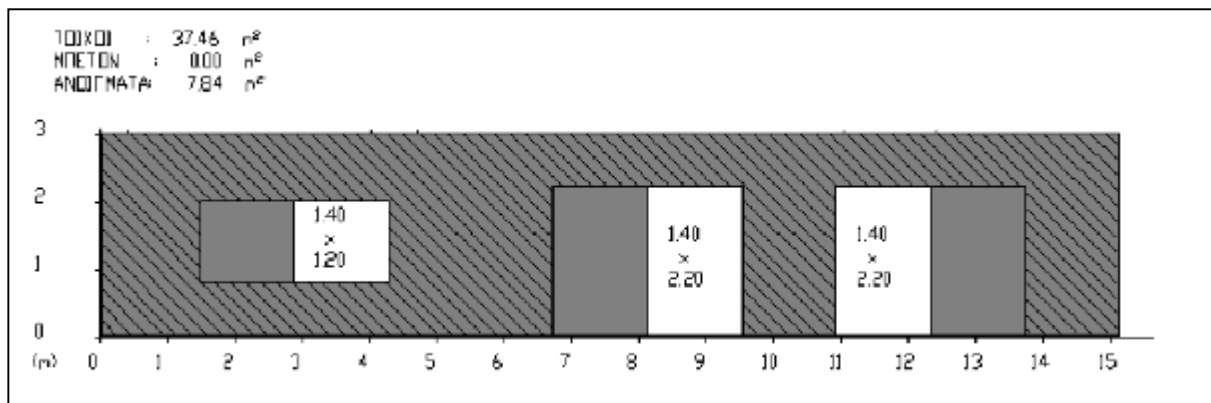
Εικόνα 3.13: Σκαρίφημα ΒΑ προσανατολισμού

Νοτιοανατολικός προσανατολισμός

Στον Πίνακα 3.11 παρουσιάζονται τα γεωμετρικά στοιχεία των δομικών στοιχείων και στην Εικόνα 3.14 τα σκαριφήματά τους.

Πίνακας 3.11: Γεωμετρικά στοιχεία δομικών στοιχείων ΝΑ προσανατολισμού

Τοιχοποιία U = 0.742			
αα	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Εμβαδό (m ²)
1	15.1	3	45.30
2	-1.4	1.2	-1.68
3	-1.4	1.2	-1.68
4	-1.4	2.2	-3.08
5	-1.4	2.2	-3.08
6	-1.4	2.2	-3.08
7	-1.4	2.2	-3.08
		ΣΑ =	29.62
Συρόμενο U = 0,876			
αα	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Εμβαδό (m ²)
1	1.4	1.2	1.68
2	1.4	2.2	3.08
3	1.4	2.2	3.08
		ΣΑ =	7.84



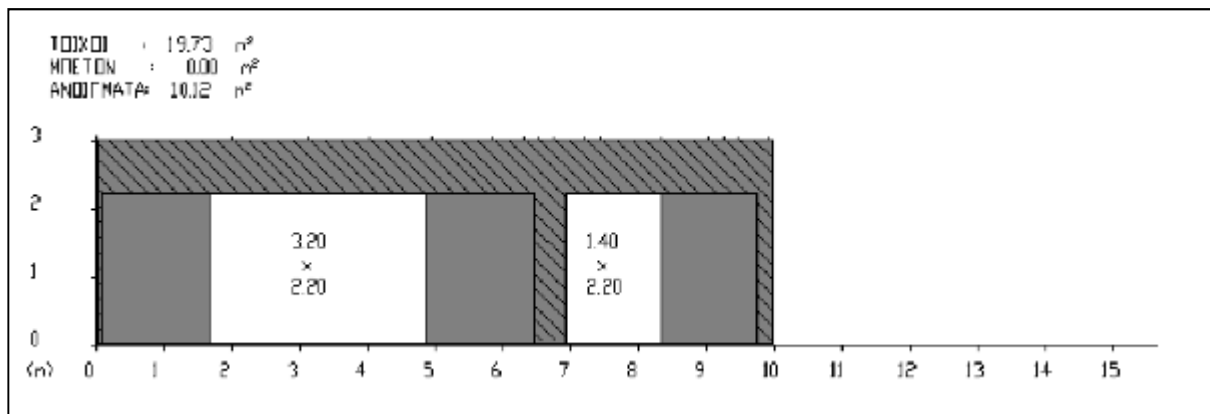
Εικόνα 3.14: Σκαρίφημα ΝΑ προσανατολισμού

Νοτιοδυτικός προσανατολισμός

Στον Πίνακα 3.12 παρουσιάζονται τα γεωμετρικά στοιχεία των δομικών στοιχείων και στην Εικόνα 3.15 τα σκαριφήματά τους.

Πίνακας 3.12: Γεωμετρικά στοιχεία δομικών στοιχείων ΝΔ προσανατολισμού

Τοιχοποιία U = 0.742			
αα	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Εμβαδό (m ²)
1	9.95	3	29.85
2	-3.2	2.2	-7.04
3	-1.6	2.2	-3.52
4	-1.6	2.2	-3.52
5	-1.4	2.2	-3.08
6	-1.4	2.2	-3.08
		ΣΑ =	9.61
Συρόμενο U = 0,876			
αα	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Εμβαδό (m ²)
1	1.6	2.2	3.52
2	1.6	2.2	3.52
3	1.4	2.2	3.08
		ΣΑ =	10.12



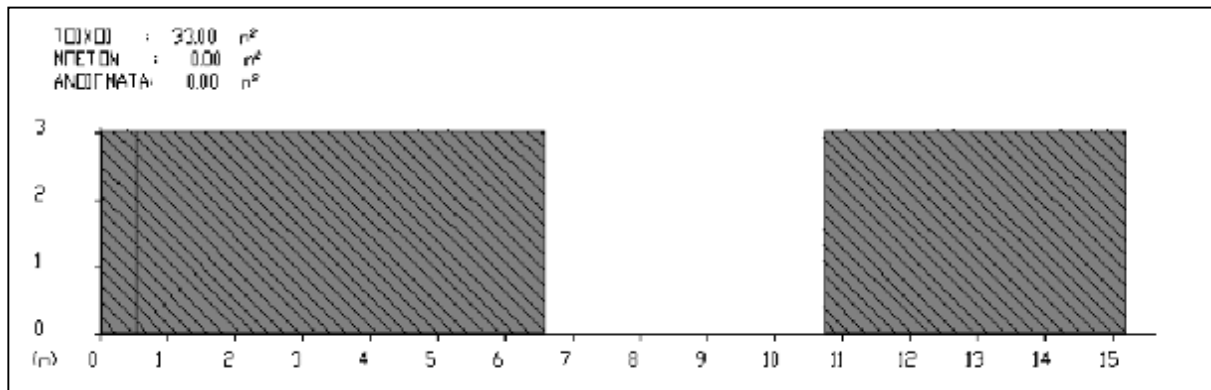
Εικόνα 3.15: Σκαρίφημα ΝΔ προσανατολισμού

Βορειοδυτικός προσανατολισμός

Στον Πίνακα 3.13 παρουσιάζονται τα γεωμετρικά στοιχεία των δομικών στοιχείων και στην Εικόνα 3.16 τα σκαριφήματά τους.

Πίνακας 3.13: Γεωμετρικά στοιχεία δομικών στοιχείων ΒΔ προσανατολισμού

Τοιχοποιία U = 0.742			
αα	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Εμβαδό (m ²)
1	0.5	3	1.50
2	6.05	3	18.15
3	4.45	3	13.35
		ΣΑ =	33.00

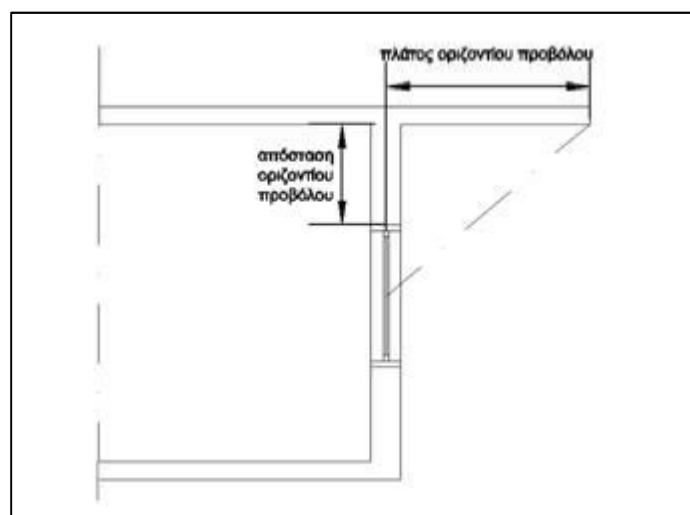


Εικόνα 3.16: Σκαρίφημα ΒΔ προσανατολισμού

3.8 ΣΚΙΑΣΕΙΣ

Όταν υπάρχει οριζόντιος πρόβολος απαιτείται η συμπλήρωση του πλάτους του και της απόστασής του από το εκάστοτε δομικό στοιχείο.

Σε περίπτωση ανοιγμάτων, η απόσταση λαμβάνεται από την άνω πλευρά του ανοίγματος μέχρι τον πρόβολο (στο πρόγραμμα λαμβάνεται αυτόματα υπόψη και το μισό ύψος του ανοίγματος) όπως φαίνεται στην Εικόνα 3.17.

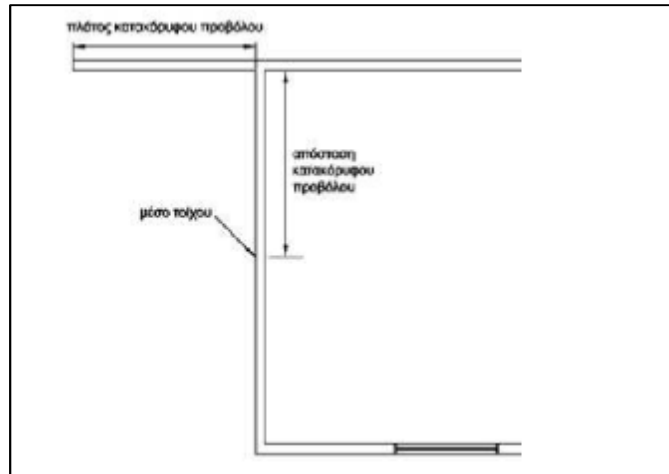


Εικόνα 3.17: Αποστάσεις οριζοντίου προβόλου (Λογισμικό 4M).

Σε περίπτωση τοίχου, κολώνας ή δοκαριού η απόσταση αυτή δίνεται μηδενική και το πρόγραμμα προσθέτει αυτόματα το μισό ύψος του δομικού στοιχείου, ώστε να γίνει σωστά ο υπολογισμός.

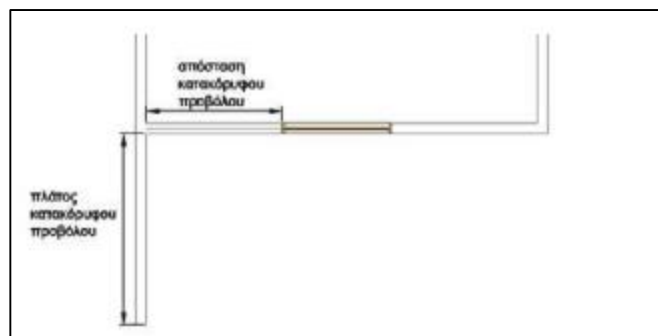
Όταν υπάρχει κατακόρυφος πρόβολος αναλόγως αν είναι από την δεξιά ή την αριστερή πλευρά του στοιχείου (όπως βλέπει το δομικό στοιχείο κάποιος εξωτερικός παρατηρητής), δίνεται το πλάτος του κάθετου προβόλου και η απόστασή του.

Σε περίπτωση τοίχου, η απόσταση λαμβάνεται από το μέσο του τοίχου όπως φαίνεται στην Εικόνα 3.18.



Εικόνα 3.18: Αποστάσεις κατακόρυφου προβόλου από τοίχο (Λογισμικό 4M).

Σε περίπτωση ανοίγματος, ως απόσταση λαμβάνεται η απόσταση από τον κάθετο πρόβολο μέχρι το άκρος του ανοίγματος (στο πρόγραμμα λαμβάνεται αυτόματα υπόψη και το μισό μήκος του ανοίγματος), όπως φαίνεται στην Εικόνα 3.19.



Εικόνα 3.19: Αποστάσεις κατακόρυφου προβόλου από άνοιγμα (Λογισμικό 4M).

Νοτιοδυτική πλευρά

Στην νοτιοδυτική πλευρά του διαμερίσματος υπάρχει οριζόντιος πρόβολος πλάτους 2.40 m, καθώς και κατακόρυφος πρόβολος στην αριστερή πλευρά πλάτους 2.40 m. Στον Πίνακα 3.14 παρουσιάζονται τα απαιτούμενα στοιχεία των προβόλων, για τον υπολογισμό των σκιάσεων.

Πίνακας 3.14: Γεωμετρικά στοιχεία προβόλων ΝΔ πλευράς.

Είδος	Προσαν.	Πλάτος οριζόντιου προβόλου (m)	Πλάτος κατακόρυφου προβόλου (δεξιά πλευρά) (m)	Πλάτος κατακόρυφου προβόλου (αριστερή πλευρά) (m)	Απόσταση οριζόντιου προβόλου (m)	Απόσταση κατακόρυφου προβόλου (δεξιά πλευρά) (m)	Απόσταση κατακόρυφου προβόλου (αριστερή πλευρά) (m)
T1	ΝΔ	2.40		2.40	0.00		4.975
A2	ΝΔ	2.40		2.40	0.80		1.650
T2	ΝΔ	2.40		2.40	0.80		0.850
T2	ΝΔ	2.40		2.40	0.80		5.650
A3	ΝΔ	2.40		2.40	0.80		6.900
T2	ΝΔ	2.40		2.40	0.80		9.000

Νοτιοανατολική πλευρά

Στην νοτιοανατολική πλευρά του διαμερίσματος υπάρχει οριζόντιος πρόβολος πλάτους 1.00 m. Στον Πίνακα 3.15 παρουσιάζονται τα απαιτούμενα στοιχεία των προβόλων, για τον υπολογισμό των σκιάσεων.

Πίνακας 3.15: Γεωμετρικά στοιχεία προβόλων ΝΑ πλευράς.

Είδος	Προσαν.	Πλάτος οριζόντιου προβόλου (m)	Πλάτος κατακόρυφου προβόλου (δεξιά πλευρά) (m)	Πλάτος κατακόρυφου προβόλου (αριστερή πλευρά) (m)	Απόσταση οριζόντιου προβόλου (m)	Απόσταση κατακόρυφου προβόλου (δεξιά πλευρά) (m)	Απόσταση κατακόρυφου προβόλου (αριστερή πλευρά) (m)
T1	ΝΑ	1.00			0.00		
A4	ΝΑ	1.00			1.00		
T2	ΝΑ	1.00			1.00		
A3	ΝΑ	1.00			0.80		
T2	ΝΑ	1.00			0.80		
A3	ΝΑ	1.00			0.80		
T2	ΝΑ	1.00			0.80		

Βορειοανατολική πλευρά

Στην βορειοανατολική πλευρά του διαμερίσματος υπάρχει οριζόντιος πρόβολος πλάτους 1.80 m. Στον Πίνακα 3.16 παρουσιάζονται τα απαιτούμενα στοιχεία των προβόλων, για τον υπολογισμό των σκιάσεων.

Πίνακας 3.16: Γεωμετρικά στοιχεία προβόλων ΒΑ πλευράς.

Είδος	Προσαν.	Πλάτος οριζόντιου προβόλου (m)	Πλάτος κατακόρυφου προβόλου (δεξιά πλευρά) (m)	Πλάτος κατακόρυφου προβόλου (αριστερή πλευρά) (m)	Απόσταση οριζόντιου προβόλου (m)	Απόσταση κατακόρυφου προβόλου (δεξιά πλευρά) (m)	Απόσταση κατακόρυφου προβόλου (αριστερή πλευρά) (m)
T1	ΒΑ	1.80			0.00		
A5	ΒΑ	1.80			0.80		
T2	ΒΑ	1.80			0.80		
A6	ΒΑ	1.80			0.90		
T2	ΒΑ	1.80			0.90		
A7	ΒΑ	1.80			0.80		
A8	ΒΑ	1.80			0.80		

Βορειοδυτική πλευρά

Στην βορειοδυτική πλευρά του διαμερίσματος δεν υπάρχει κάποιος πρόβολος. Όμως, υπάρχει ένα μικρό κομμάτι τοίχου στο βορειοανατολικό μπαλκόνι ο οποίος έχει βορειοδυτικό προσανατολισμό και σκιάζεται από τον οριζόντιο πρόβολο πλάτους 1.80 m. Στον Πίνακα 3.17 παρουσιάζονται τα απαιτούμενα στοιχεία των προβόλων, για τον υπολογισμό των σκιάσεων.

Πίνακας 3.17: Γεωμετρικά στοιχεία προβόλων ΝΔ πλευράς.

Είδος	Προσαν.	Πλάτος οριζόντιου προβόλου (m)	Πλάτος κατακόρυφου προβόλου (δεξιά πλευρά) (m)	Πλάτος κατακόρυφου προβόλου (αριστερή πλευρά) (m)	Απόσταση οριζόντιου προβόλου (m)	Απόσταση κατακόρυφου προβόλου (δεξιά πλευρά) (m)	Απόσταση κατακόρυφου προβόλου (αριστερή πλευρά) (m)
T1	ΒΔ	3.47	4.60		0.00	0.25	
T1	ΒΔ						
T1	ΒΔ						

Στην Εικόνα 3.20 παρουσιάζονται οι σκιάσεις όπως έχουν υπολογιστεί από το πρόγραμμα.

Ε.δ. Εργ.	Προσαντοίση (°)	Τακτοποίηση	Κωδικός σκίασης	Συντελεστής σκίασης οριζόντιο θεμελιώδες	Συντελεστής σκίασης οριζόντιο	Συντελεστής σκίασης κλίση	Συντελεστής σκίασης κλίση	Συντελεστής σκίασης κλίση	Συντελεστής σκίασης κλίση	Συντελεστής σκίασης κλίση	Συντελεστής σκίασης κλίση	Συντελεστής σκίασης κλίση
1	T1	225	NA	1.000	1.000	0.544	0.450	0.994	0.995	0.511	0.412	
2	A2	225	NA	1.000	1.000	0.516	0.504	0.974	0.876	0.580	0.442	
3	T2	225	NA	1.000	1.000	0.516	0.504	0.990	0.790	0.554	0.558	
4	I2	225	NA	1.000	1.000	0.516	0.504	0.985	0.958	0.588	0.488	
5	A3	225	NA	1.000	1.000	0.516	0.504	0.990	0.945	0.511	0.477	
6	T2	225	NA	1.000	1.000	0.516	0.504	0.990	0.955	0.511	0.481	
7	T1	E	E									
8	A1	F	F									
9	A9	E	E									
10	O1	O	O	0.843	0.843	0.343	0.643	0.843	0.843	0.580	0.600	
11	T1	135	NA	1.000	1.000	0.778	0.680	1.000	1.000	0.778	0.680	
12	A4	135	NA	1.000	1.000	0.794	0.700	1.000	1.000	0.794	0.700	
13	T2	135	NA	1.000	1.000	0.794	0.700	1.000	1.000	0.794	0.700	
14	A3	135	NA	1.000	1.000	0.322	0.740	1.000	1.000	0.322	0.740	
15	T2	135	NA	1.000	1.000	0.322	0.740	1.000	1.000	0.322	0.740	
16	A3	135	NA	1.000	1.000	0.322	0.740	1.000	1.000	0.322	0.740	
17	T2	135	NA	1.000	1.000	0.322	0.740	1.000	1.000	0.322	0.740	
18	T1	45	BA	1.000	1.000	0.558	0.640	1.000	1.000	0.558	0.640	
19	A6	45	BA	1.000	1.000	0.534	0.620	1.000	1.000	0.534	0.620	
20	T2	45	DA	1.000	1.000	0.534	0.620	1.000	1.000	0.534	0.620	
21	A6	45	BA	1.000	1.000	0.518	0.600	1.000	1.000	0.518	0.600	
22	T2	45	BA	1.000	1.000	0.518	0.600	1.000	1.000	0.518	0.600	
23	A7	45	NA	1.000	1.000	0.788	0.688	1.000	1.000	0.788	0.688	
24	A0	45	DA	1.000	1.000	0.542	0.630	1.000	1.000	0.542	0.630	
25	T1	315	BA	1.000	1.000	0.518	0.470	0.810	0.660	0.412	0.310	
26	T1	315	BA	1.000	1.000	1.388	1.000	1.000	1.000	1.388	1.000	
27	T1	315	BA	1.000	1.000	1.388	1.000	1.000	1.000	1.388	1.000	

Εικόνα 3.20: Φύλλο υπολογισμού σκιάσεων (Λογισμικό 4M).

3.9 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

3.9.1 Σύστημα θέρμανσης

Τα στοιχεία του συστήματος θέρμανσης έχουν συμπληρωθεί όπως φαίνεται στην Εικόνα 3.21.

Στοιχεία συστήματος θέρμανσης Όλη	
Επιθυμητή θερμοκρασία επιφάνειας (t _{sp})	
Επιθυμητός όγκος επιφάνειας (V _{sp})	126.380
Επιθυμητός όγκος όγκου (V _{sp})	379.140
Αριθμός κυκλωμάτων θέρμανσης	N=4
Στοιχεία συστήματος παραγωγής ζέστασης	Είδη και τιμές τους
Κόστος επενδύσεων ZOC στο κελί ανά μονάδα ζέστασης-καυσίτου	00€
Σύστημα θέρμανσης	
Αριθμός φάσεων κατανομής σταθμών	10
Διάταξη δικτύου θέρμανσης	2-2 ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ
Μέθοδος θέρμανσης θέρμανσης	μόνωση του κελιού και ομοιογένεια
Επιθυμητή επιφάνεια επιφάνειας θέρμανσης (V _{sp})	
Επιθυμητός όγκος θέρμανσης (V _{sp})	2.87
Στοιχεία παραγωγής	Λύση πρόγραμμα
Επιθυμητός βαθμός απόδοσης	0.908
Υπολειπόμενος βαθμός απόδοσης	0.908
Κόστος (€)	0.00
Σύστημα επένδυσης	
ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΠΡΟΘΕΣΗΝ'S ΚΟΣΤΟΣ (€)	00.00
Παράγοντας απόδοσης απόδοσης απόδοσης μονάδας U _{sp}	1.00
Παράγοντας διασποράς κατανομής U _{sp}	1.00
Παράγοντας ελαστικής συμπεριφοράς παραγωγής (U _{sp})	1.00
ΒΑΘΜΟΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΗΣ ΤΡΑΠΕΖΙΑΣ ΜΟΝΑΔΩΝ (για πακέτο κελί)	00€
Τύπος παραγωγής απόδοσης	ΑΜΕΣΗ ΟΠΤΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΟΙ ΕΠΙΘΥΜΗΤΟΙ ΤΙΜΕΣ
Επιθυμητός βαθμός απόδοσης	0.908
ΥΠΟΛΕΙΠΟΜΕΝΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	0.908

Εικόνα 3.21: Στοιχεία συστήματος θέρμανσης (Λογισμικό 4M).

Στοιχεία συστήματος θέρμανσης

Επιθυμητή θερμοκρασιόμορη επιφάνεια: Το πρόγραμμα λαμβάνει αυτόματα την θερμοκρασιόμορη επιφάνεια βάσει του εμβαδού της ζώνης. Το κελί αυτό συμπληρώνεται σε περίπτωση που θέλουμε να οριστεί διαφορετική θερμοκρασιόμορη επιφάνεια.

Θερμοκρασιόμορη επιφάνεια: Η θερμοκρασιόμορη επιφάνεια είναι 126,380m².

Επιθυμητός θερμοκρασιόμορος όγκος: Το πρόγραμμα λαμβάνει αυτόματα τον θερμοκρασιόμορο όγκο βάσει του εμβαδού της ζώνης. Το κελί αυτό συμπληρώνεται σε περίπτωση που θέλουμε να οριστεί διαφορετικός θερμοκρασιόμορος όγκος.

Θερμοκρασιόμορος όγκος: Ο θερμοκρασιόμορος όγκος είναι 379,140 m³.

Παρουσία συστήματος θέρμανσης: Επιλέγεται ΝΑΙ σε περίπτωση που υπάρχει σύστημα θέρμανσης. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει σύστημα θέρμανσης, επιλέγεται ΟΧΙ και λαμβάνονται αυτόματα από το πρόγραμμα τιμές κατανάλωσης αντίστοιχες του κτιρίου αναφοράς.

Στοιχεία συστημάτων παραγωγής θέρμανσης: Πατώντας σε αυτό το κελί εμφανίζεται ένα παράθυρο στο οποίο συμπληρώνεται ο τύπος του συστήματος θέρμανσης, ισχύς, τύπος λέβητα, καύσιμο κ.τ.λ. Τα στοιχεία έχουν συμπληρωθεί όπως φαίνεται στην Εικόνα 3.22.

	Τύπος	Ποσότητα ισχύς (kW)	Τύπος λέβητα (μόνο για λέβητα)	Κατάσταση μόνωσης λέβητα (καλή/κακή)	Καύσιμο	Ισχύς μελέτης (kW)	Υπολογιζόμενη βαθμότητα απόδοσης	Υπολογιζόμενα βαθμότητα απόδοσης	Υπολογιζόμενα βαθμότητα υπερθέρμανσης	Συντελεστής μόνωσης μόνωσης απόδοσης	Πραγματικός βαθμότητα απόδοσης	Υπολογιζόμενα βαθμότητα απόδοσης	Κόστος (€)	Μικροί μόνωτοι βαθμότητα κλιμακωτά
1	Λέβητας	25.00	Συνήθης	Καλή	Πετρέλαιο θέρμ.	20.00		0.765	0.850	1.000		0.765		
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														

Εικόνα 3.22: Στοιχεία συστήματος παραγωγής θερμότητας (Λογισμικό 4M).

Κάλυψη αναγκών για ZNX από υφιστάμενη μονάδα λέβητα - καυστήρα: Συμπληρώνεται “ΝΑΙ” σε περίπτωση που ο λέβητας συμβάλει στην παραγωγή ZNX. Στο διαμέρισμα δεν ισχύει κάτι τέτοιο.

Σύστημα διανομής

Αριθμός ζευγών κατακόρυφων στηλών: Στο σύστημα έχουμε 10 ζεύγη (παροχής/επιστροφής) κατακόρυφων στηλών.

Διέλευση δικτύου διανομής θερμού μέσου: Το δίκτυο διανομής βρίσκεται σε εσωτερικούς χώρους.

Μόνωση δικτύου διανομής θερμού μέσου: Το σύστημα διανομής έχει μόνωση ίση με την ακτίνα του σωλήνα.

Επιθυμητή ισχύς δικτύου διανομής θερμού μέσου: Το πεδίο αυτό συμπληρώνεται σε περίπτωση που θέλουμε να οριστεί διαφορετική ισχύ δικτύου διανομής από την υπολογιζόμενη και επηρεάζει τον βαθμό απόδοσης του δικτύου διανομής.

Ισχύς δικτύου διανομής θερμού μέσου: Η ισχύς του δικτύου διανομής υπολογίζεται στα 2,97 KW.

Στοιχεία αεραγωγών: Σε περίπτωση που το σύστημα θέρμανσης έχει δίκτυο αεραγωγών μπορούν να συμπληρωθούν η διέλευση, η μόνωση και η ισχύς δικτύου διανομής αεραγωγών. Στο διαμέρισμα δεν υπάρχει δίκτυο αεραγωγών.

Επιθυμητός βαθμός απόδοσης: Το πεδίο αυτό συμπληρώνεται σε περίπτωση που θέλουμε να οριστεί διαφορετικός βαθμός απόδοσης από τον υπολογιζόμενο.

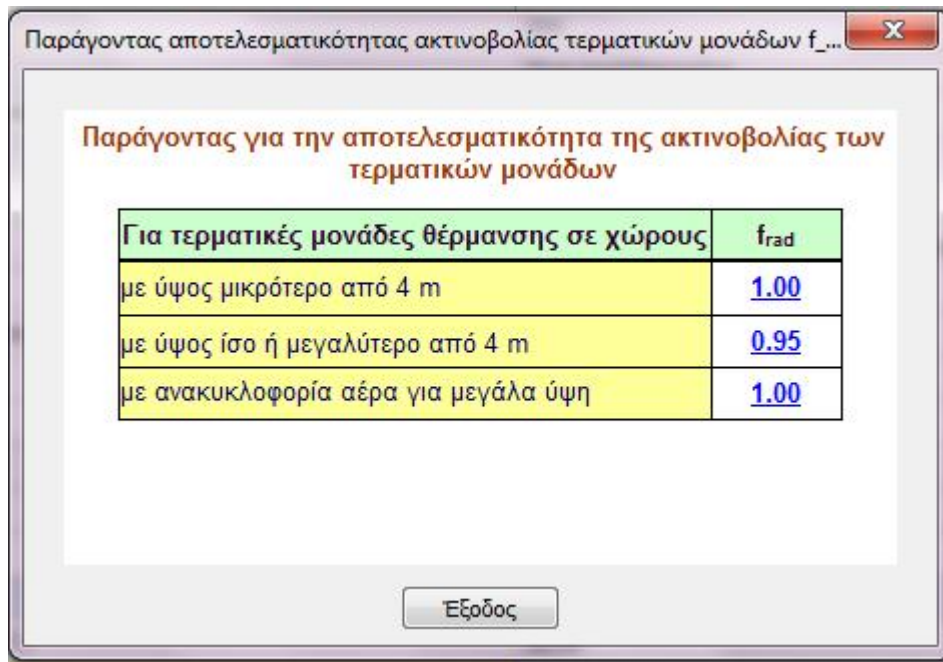
Υπολογιζόμενος βαθμός απόδοσης: Ο βαθμός απόδοσης του συστήματος διανομής υπολογίζεται 0,955.

Κόστος: Το πεδίο αυτό συμπληρώνεται σε περίπτωση που θέλουμε να συμπεριλάβουμε και οικονομική αξιολόγηση της επένδυσης.

Σύστημα εκπομπής

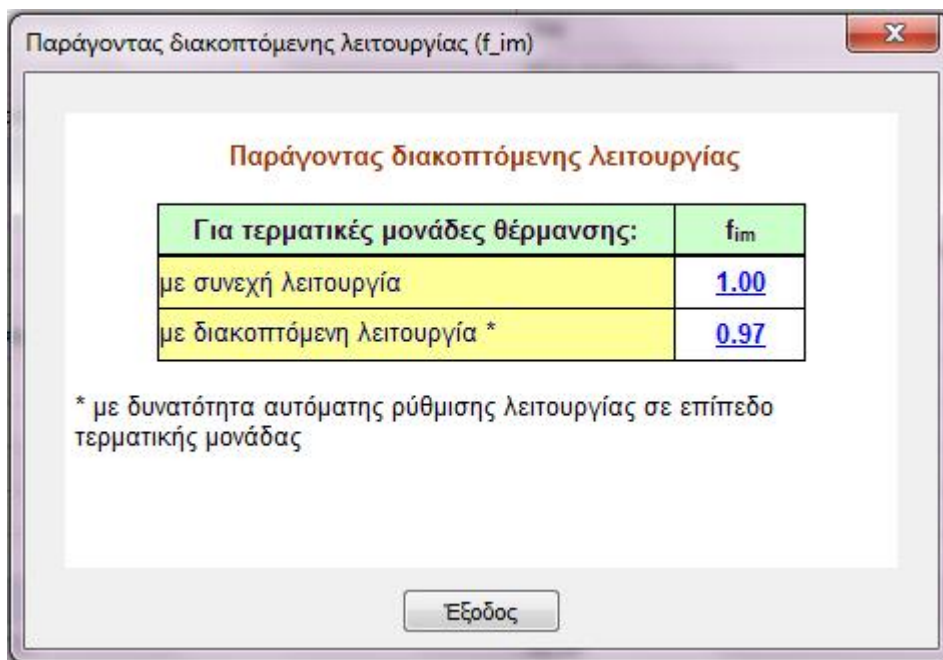
Θερμοκρασία προσαγωγής θερμικού μέσου: Η θερμοκρασία προσαγωγής του νερού είναι 80 °C.

Παράγοντας αποτελεσματικότητας ακτινοβολίας τερματικών μονάδων frad: Συντελεστής για την ακτινοβολία των τερματικών μονάδων ο οποίος εξαρτάται από το ύψος του θερμαινόμενου χώρου. Επιλέγεται από τον πίνακα στην Εικόνα 3.23 frad = 1.00 διότι το διαμέρισμα έχει ύψος μικρότερο από 4 m.



Εικόνα 3.23: Πίνακας επιλογής συντελεστή f_{rad} . (Λογισμικό 4M).

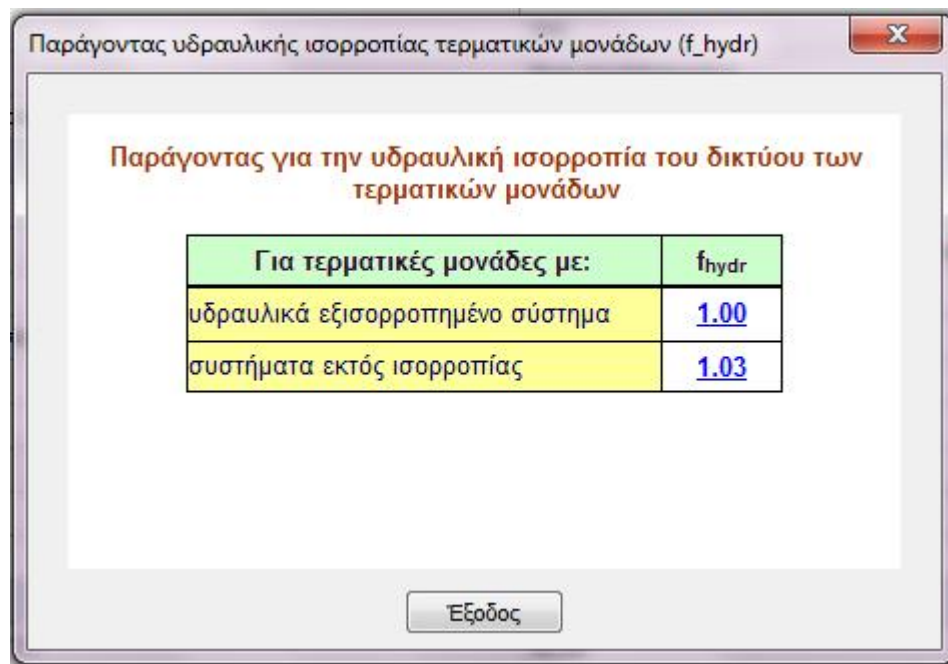
Παράγοντας διακοπτόμενης λειτουργίας f_{im} : Συντελεστής για την διακοπτόμενη λειτουργία του συστήματος. Επιλέγεται από τον πίνακα στην Εικόνα 3.24 $f_{im} = 1.00$ διότι έχουμε συνεχή λειτουργία.



Εικόνα 3.24: Πίνακας επιλογής συντελεστή f_{im} (Λογισμικό 4M).

Παράγοντας υδραυλικής ισορροπίας τερματικών μονάδων f_{hydr} : Συντελεστής για το εάν το σύστημα είναι υδραυλικά εξισορροπημένο ή όχι. Επιλέγεται από τον

πίνακα στην Εικόνα 3.25 $f_{hydr} = 1.00$ διότι το σύστημα είναι υδραυλικά εξισορροπημένο.



Εικόνα 3.25: Πίνακας επιλογής συντελεστή f_{hydr} (Λογισμικό 4M).

Βλάβες και κακοσυντήρηση τερματικών μονάδων (μόνο σε παλιά κτίρια): Οι τερματικές μονάδες του διαμερίσματος δεν έχουν βλάβες.

Τύπος τερματικής μονάδας: Από κατάλογο επιλέγεται ο τύπος των τερματικών μονάδων. Στο διαμέρισμα έχουμε τερματικές μονάδες άμεσης απόδοσης σε εσωτερικό χώρο.

Επιθυμητός βαθμός απόδοσης: Το πεδίο αυτό συμπληρώνεται σε περίπτωση που θέλουμε να οριστεί διαφορετικός βαθμός απόδοσης από τον υπολογιζόμενο.

Υπολογιζόμενος βαθμός απόδοσης: Ο βαθμός απόδοσης του συστήματος εκπομπής υπολογίζεται 0,850.

Υπολογιζόμενη ισχύς θερμαντήρων: Η υπολογιζόμενη ισχύς ορίζεται αυτόματα 4KWμε την συμπλήρωση του προηγούμενου πεδίου.

Επιθυμητή κατανάλωση ZNX: Το πεδίο αυτό συμπληρώνεται σε περίπτωση που θέλουμε να οριστεί διαφορετικής ισχύς θερμαντήρων από την υπολογιζόμενη.

Μέση κατανάλωση ZNX: Η μέση κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης στο διαμέρισμα υπολογίζεται 82,14 m³/έτος.

Ύπαρξη συστήματος ZNX: Το πεδίο αυτό μπορεί να συμπληρωθεί με "ΝΑΙ", "ΟΧΙ" και "Μερική κάλυψη φορτίου" η οποία χρησιμοποιείται που το σύστημα ZNX ικανοποιεί τις ανάγκες τμήματος της θερμικής ζώνης.

Μήκος δικτύου διανομής: Από λίστα επιλέγεται αν το μήκος του δικτύου είναι μεγαλύτερο από 6m. Σε περίπτωση που το μήκος είναι μικρότερο των 6 m οι απώλειες δικτύου θεωρούνται μηδενικές. Το υπό μελέτη δίκτυο είναι μεγαλύτερο των 6m.

Δίκτυο διανομής: Το δίκτυο διανομής είναι χωρίς ανακυκλοφορία.

Διέλευση δικτύου διανομής από εξωτερικούς τοίχους κατά ποσοστό >20%: Ένα μεγάλο μέρος του δικτύου διανομής είναι σε εξωτερικό χώρο.

Μόνωση δικτύου διανομής: Το δίκτυο διανομής έχει ανεπαρκή μόνωση.

Επιθυμητός βαθμός απόδοσης συστήματος διανομής: Το πεδίο αυτό συμπληρώνεται σε περίπτωση που θέλουμε να οριστεί διαφορετικός βαθμός απόδοσης συστήματος διανομής από τον υπολογιζόμενο.

Βαθμός απόδοσης συστήματος διανομής: Ο βαθμός απόδοσης του συστήματος διανομής υπολογίζεται 0,82.

Επιθυμητός βαθμός απόδοσης συστήματος αποθήκευσης: Το πεδίο αυτό συμπληρώνεται σε περίπτωση που θέλουμε να οριστεί διαφορετικός βαθμός απόδοσης συστήματος αποθήκευσής από τον υπολογιζόμενο.

Βαθμός απόδοσης συστήματος αποθήκευσης: Ο βαθμός απόδοσης του συστήματος αποθήκευσης υπολογίζεται 0,93.

Κόστος συστήματος διανομής/συστήματος αποθήκευσης: Το πεδίο αυτό συμπληρώνεται σε περίπτωση που θέλουμε να συμπεριλάβουμε το κόστος των συστημάτων.

Υπαρξη διατάξεων αυτόματου ελέγχου κεντρικού συστήματος ZNX: Το διαμέρισμα δεν διαθέτει αυτοματισμό ελέγχου συστήματος ZNX.

3.9.3 Ηλιακός συλλέκτης

Τα στοιχεία του ηλιακού συλλέκτη έχουν συμπληρωθεί όπως φαίνεται στην Εικόνα 3.27.

Παράμετρος	Τιμή
Επιφάνεια συλλέκτη (m ²)	4.00
Βάθος συλλέκτη (mm)	1
Τύπος ελαστικών συλλέκτη	απίσις
Συντελεστής απορρόφησης ηλιακής ακτινοβολίας για θάλασσα	0.080
Συντελεστής απορρόφησης ηλιακής ακτινοβολίας για γλάσ	0.342
Προσανατολισμός (°)	180
Προσανατολισμός	11
Θέση (°C)	45.00
Συντελεστής βλάβης σκόνης	1.08
Βασικό ηλιακό συντελεστή που προσαρμόζεται για άθροισμα (%)	0.18
Ελάχιστη απόδοση συλλέκτη (mm)	2.01
Βασικό κλίμαμα σκόνης κρύου νερού (mm)	23.15
Βάθος (mm)	0.08

Εικόνα 3.27: Στοιχεία ηλιακού συλλέκτη (Λογισμικό 4M).

Επιφάνεια συλλέκτη: Η επιφάνεια του ηλιακού συλλέκτη είναι 4 m².

Μήκος συλλέκτη: Το μήκος του συλλέκτη είναι 1m. Με την δήλωση αυτού του μήκους υπολογίζεται αυτόματα η απόσταση μεταξύ των συλλεκτών ώστε να μην σκιάζει ο ένας τον άλλον.

Τύπος ηλιακών συλλεκτών: Ο ηλιακός συλλέκτης είναι απλός.

Συντελεστής αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας για θέρμανση: Δεν υπάρχει αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας για θέρμανση.

Συντελεστής αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας για ΖΝΧ: Το πεδίο αυτό συμπληρώνεται με τιμή η οποία επιλέγεται από τον πίνακα στην Εικόνα 3.28. Επειδή το κτίριο είναι στην Πάτρα και ο ηλιακός έχει κλίση 45 μοίρες, ο συντελεστής είναι 0.342.

Συντελεστής αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας για ΖΝΧ

Συντελεστής αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας για ΖΝΧ σε κατοικίες

Πόλεις της Ελλάδας	Τύπος ηλιακού συλλέκτη								
	Απλός			Επιλεκτικός			Κενού		
	Γωνία κλίσης εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών (°)								
	15	45	65	15	45	65	15	45	65
Αλεξαν/πολη	<u>0.318</u>	<u>0.325</u>	<u>0.329</u>	0.341	0.353	0.350	0.360	0.367	0.369
Αθήνα	<u>0.338</u>	<u>0.344</u>	<u>0.351</u>	0.359	0.369	0.369	0.374	0.381	0.383
Ηράκλειο	<u>0.333</u>	<u>0.339</u>	<u>0.343</u>	0.355	0.364	0.361	0.370	0.375	0.378
Καστοριά	<u>0.307</u>	<u>0.314</u>	<u>0.316</u>	0.333	0.344	0.340	0.356	0.363	0.363
Λάρισα	<u>0.327</u>	<u>0.334</u>	<u>0.341</u>	0.350	0.360	0.360	0.369	0.376	0.378
Λήμνος	<u>0.319</u>	<u>0.327</u>	<u>0.331</u>	0.343	0.354	0.352	0.360	0.368	0.370
Νάξος	<u>0.332</u>	<u>0.340</u>	<u>0.344</u>	0.355	0.365	0.363	0.372	0.378	0.381
Πάτρα	<u>0.335</u>	<u>0.342</u>	<u>0.348</u>	0.357	0.366	0.366	0.373	0.381	0.382
Θεσσαλονίκη	<u>0.325</u>	<u>0.332</u>	<u>0.337</u>	0.348	0.358	0.358	0.368	0.375	0.376
Τρίπολη	<u>0.317</u>	<u>0.324</u>	<u>0.327</u>	0.340	0.349	0.347	0.363	0.369	0.370
Μέσος όρος	<u>0.325</u>	<u>0.332</u>	<u>0.337</u>	0.348	0.358	0.357	0.366	0.373	0.375

Σε περίπτωση σημαντικής και εμφανούς κακοσυντήρησης (π.χ ύπαρξη διαρροών κλπ) καθώς και φθορών στη συλλεκτική επιφάνεια του ηλιακού συλλέκτη, ο συντελεστής ηλιακής αξιοποίησης του ηλιακού συλλέκτη λαμβάνεται μειωμένος κατά 20%.

Εξοδος

Εικόνα 3.28: Πίνακας συντελεστή αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας (Λογισμικό 4M).

Προσανατολισμός: Ο προσανατολισμός του ηλιακού συλλέκτη είναι νότιος.

Κλίση: Ο ηλιακός έχει κλίση 45 μοίρες.

Συντελεστής διόρθωσης σκίασης: Ο συντελεστής σκίασης είναι διορθωτικός συντελεστής για την μείωση της ηλιακής ακτινοβολίας σε περίπτωση που υπάρχει σκίαση του ηλιακού από το περιβάλλοντα χώρο. Ο συντελεστής στον υπό μελέτη ηλιακό είναι 1 διότι δεν σκιάζεται.

Ποσοστό ηλιακών συλλεκτών που χρησιμοποιείται για θέρμανση: Ο ηλιακός συλλέκτης δεν χρησιμοποιείται για θέρμανση.

Ελάχιστη απόσταση συλλεκτών: Η ελάχιστη απόσταση που πρέπει να έχουν οι συλλέκτες ώστε να μην σκιάζονται υπολογίζεται 2,01 m.

Ποσοστό κάλυψης αναγκών κτιρίου για ZNX: Με την συμπλήρωση των παραπάνω στοιχείων υπολογίζεται από το πρόγραμμα το ποσοστό συνεισφοράς του ηλιακού συλλέκτη στην κάλυψη των αναγκών ZNX. Με αυτόν τον τρόπο ελέγχεται εάν ικανοποιείται το ελάχιστο ποσοστό κάλυψης του 60% που πρέπει να τηρούν για τα νέα ή ριζικός ανακαινιζόμενα κτήρια. Το ποσοστό κάλυψης των αναγκών ZNX του διαμερίσματος υπολογίζεται 53,15%.

Κόστος: Το πεδίο αυτό συμπληρώνεται σε περίπτωση που θέλουμε να συμπεριλάβουμε το κόστος των συλλεκτών δίνοντας τιμή ανά τετραγωνικό.

3.10 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ

Η ενεργειακή κατάταξη του εξεταζόμενου κτιρίου γίνεται συγκρίνοντας τις καταναλώσεις του με αυτές του κτιρίου αναφοράς. Τα δεδομένα του κτιρίου αναφοράς εισάγονται αυτόματα από το λογισμικό, ανάλογα με την χρήση και λειτουργία του κτιρίου και τα όσα ορίζονται στο άρθρο 9 του Κ.Εν.Α.Κ. και στην ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010.

3.10.1 Κατανάλωση ενέργειας

Τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη του διαμερίσματος παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.18.

Πίνακας 3.18: Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης/ψύξης (KWh/m²) (Λογισμικό 4M)

Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	14.00	10.50	6.40	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.30	10.70	46.80
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	9.50	15.20	15.40	3.20	0.00	0.00	0.00	45.00
ZNX	2.20	2.00	2.10	1.90	1.70	1.40	1.20	1.20	1.30	1.60	1.80	2.10	20.60

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις ενέργειας ανά τελική χρήση παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.19. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 3.19: Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση (KWh/m²) (Λογισμικό4M).

Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	24.80	18.60	11.40	1.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.60	18.90	83.00
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	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	0.40	1.90	3.00	3.00	0.60	0.00	0.00	0.00	8.90
ZNX	2.00	1.60	1.30	0.90	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	1.30	1.80	9.70
Ηλιακή ενέργεια για ZNX	1.00	1.00	1.60	1.60	1.90	1.90	2.00	2.00	1.80	1.50	1.10	1.00	18.00
Φωτισμός	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
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	26.80	20.20	12.60	2.60	0.70	1.90	3.00	3.00	0.60	0.60	8.90	20.70	101.60

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας) παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.20.

Πίνακας 3.20: Κατανάλωση ανά καύσιμο (Λογισμικό 4M).

Κατανάλωση καυσίμων (KWh/m ²)	
Ηλεκτρισμός	18.7
Πετρέλαιο θέρμανσης	82.9
Ηλιακή ενέργεια	18.0
Γεωθερμία	0.0
Σύνολο	101.6

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του κτηρίου αναφοράς και του εξεταζόμενου κτιρίου παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.21.

Πίνακας 3.21: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (Λογισμικό 4M).

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (KWh/m ²)	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	49.2	91.6
Ψύξη	27.1	25.7
ZNX	24.4	28.1
Φωτισμός	0.0	0.0
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ-ΣΗΘ	0.0	0.0
Σύνολο	100.7	145.4

3.10.2 Πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης

Σύμφωνα με την ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας που παρουσιάζεται στον Πίνακα 3.21 υπολογίζεται η κατηγορία στην οποία ανήκει το διαμέρισμα. Όπως φαίνεται και στο ενεργειακό πιστοποιητικό στην Εικόνα 3.29 και Εικόνα 3.30, το διαμέρισμα κατατάσσεται στην κατηγορία Δ με ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας 145.50 (KWh/m²).

Αρ. Πρωτ.:	
ΧΡΗΣΗ: Πολυκατοικία Κτίριο <input checked="" type="checkbox"/> Τμήμα κτιρίου <input type="checkbox"/> Αριθμός ιδιοκτησίας (για τμήμα κτιρίου) Κλιματική Ζώνη: Β Διεύθυνση: Τ.Κ. Πόλη: Έτος κατασκευής: Συνολική επιφάνεια (m ²): 126.38 Όνομα ιδιοκτήτη:	
ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗ ενεργειακής απόδοσης	
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ [kWh/(m ² *έτος)]
ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	
A+ EP ≤ 0.33	
A 0.33 R_{th} < EP ≤ 0.50 R_{th}	
B+ 0.50 R_{th} < EP ≤ 0.75 R_{th}	
B 0.75 R_{th} < EP ≤ 1.00 R_{th}	
Γ 1.00 R_{th} < EP ≤ 1.41 R_{th}	
Δ 1.41 R_{th} < EP ≤ 1.82 R_{th}	← 145.40
Ε 1.82 R_{th} < EP ≤ 2.27 R_{th}	
Ζ 2.27 R_{th} < EP ≤ 2.73 R_{th}	
Η 2.73 R_{th} < EP	
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ	
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου αναφοράς [kWh/m ²]: 100.70	Δ
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]: 145.40	
Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO ₂ [KgCO ₂ /m ²]: 40.00	
Πραγματική ετήσια κατανάλωση ενέργειας και Εκπομπές CO ₂	Θερμική άνεση <input type="checkbox"/>
Ηλεκτρική ενέργεια [kWh]: _____ Καύσιμα [lt ή Nm ³]: _____	Οπτική άνεση <input type="checkbox"/>
Συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]: _____	Ακουστική άνεση <input type="checkbox"/>
Συνολικές ετήσιες εκπομπές CO ₂ [kg/m ²]: _____	Ποιότητα αέρα <input type="checkbox"/>

Εικόνα 3.29: Πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης (σελίδα 1) (Λογισμικό 4M).

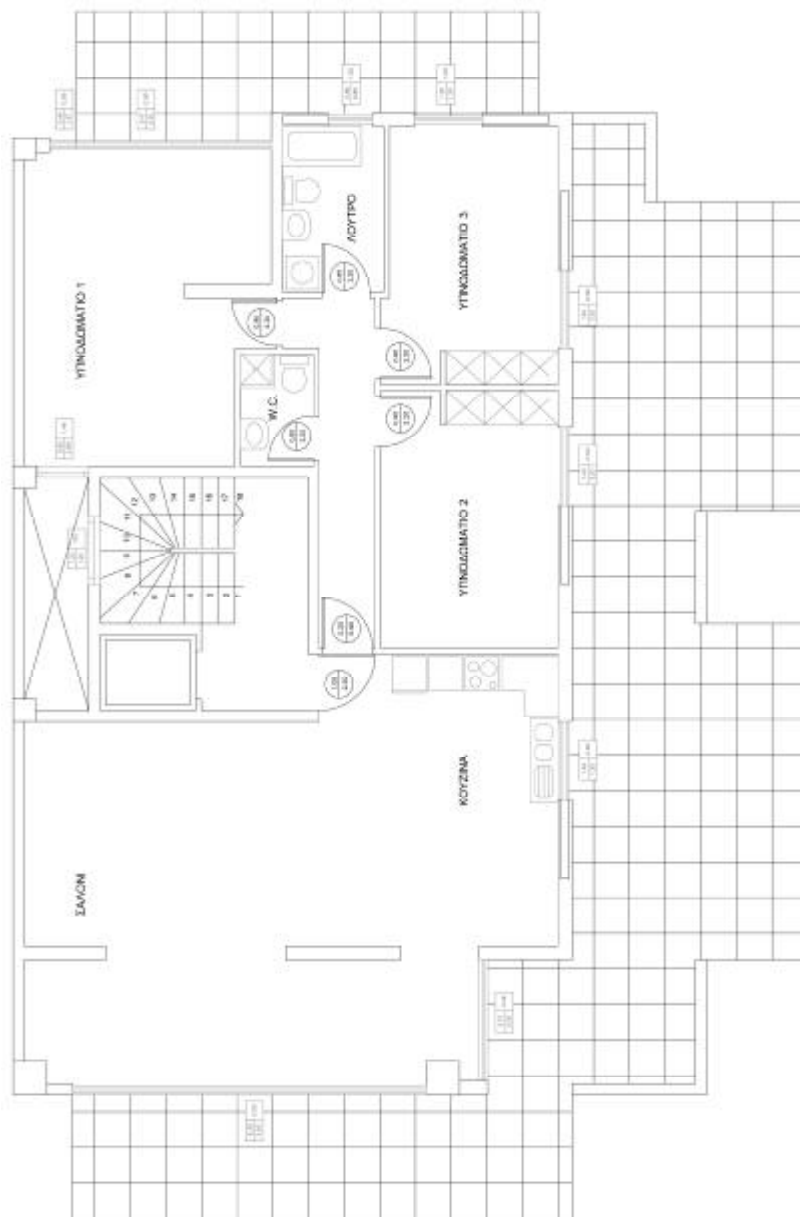
Αρ. Πρωτ.:						
ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ						
Πηγή ενέργειας		Τελική χρήση				Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου (%)
Ηλεκτρική		Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input checked="" type="checkbox"/>	Αερισμός <input type="checkbox"/>	Φωτισμός <input type="checkbox"/>	18.4
		Φωτισμός <input type="checkbox"/>	Συσκευές <input type="checkbox"/>	ZNX <input checked="" type="checkbox"/>		
Ορυκτά καύσιμα	Πετρέλαιο	Θέρμανση <input checked="" type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>		81.6
	Φυσικό αέριο	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>		0.0
	Άλλο:.....	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>		
ΑΠΕ	Ηλιακή	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	Φωτισμός <input type="checkbox"/>		18.2
		Συσκευές <input type="checkbox"/>	ZNX <input checked="" type="checkbox"/>			
	Βιομάζα	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>		
	Γεωθερμία	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>		
	Άλλο:.....	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	Φωτισμός <input type="checkbox"/>		
	Συσκευές <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>				
ΣΥΝΟΛΟ						
Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά χρήση [kWh/m²]						
Θέρμανση.....91.60.....Φωτισμός.....0.00.....						
Ψύξη25.70.....Συσκευές.....						
Αερισμός0.00.....Ζεστό Νερό Χρήσης (ZNX)...28.10.....						
ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ						
1						
2						
3						
Αριθμός σύστασης	Εκτιμώμενο αρχικό κόστος επένδυσης (€)	Ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας*		Εκτιμώμενη ετήσια μείωση εκπομπών CO ₂ (kg/m ²)	Εκτιμώμενη περίοδος αποπληρωμής (έτη)	
		(kWh/m ²)	(%)			
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
* Η εξοικονόμηση ενέργειας αφορά την κάθε επί μέρους σύσταση και τα ποσά δεν αθροίζονται. Ομοίως για την ετήσια μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και την περίοδο αποπληρωμής.						

Εικόνα 3.30: Πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης (σελίδα 2) (Λογισμικό 4M).

4. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΣΕΝΑΡΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ

4.1 ΠΡΟΕΚΤΑΣΗ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ

Στο διαμερίσματα προβλέπεται να πραγματοποιηθεί προέκταση του σαλονιού στην νοτιοδυτική πλευρά. Το σαλόνι θα προεκταθεί στο μπαλκόνι κατά 2,4 m και θα κλειστεί με τζαμαρία και μια μπαλκονόπορτα. Στην Εικόνα 4.1 φαίνεται η κάτοψη του διαμερίσματος όπως προκύπτει με την προέκταση.



Εικόνα 4.1: Κάτοψη διαμερίσματος με την προέκταση

4.1.1 Γενικά στοιχεία κτιρίου

Τα στοιχεία του υπό μελέτη κτιρίου, όπως προκύπτουν μετά από την επέκταση, έχουν συμπληρωθεί στο λογισμικό όπως φαίνεται στην Εικόνα 4.2.

Εικόνα 4.2: Γενικά στοιχεία κτιρίου (Λογισμικό 4M).

Τα στοιχεία τα οποία έχουν αλλάξει με την προέκταση είναι η Περίμετρος κτιρίου η οποία πλέον είναι 50,80 m, το Επιθυμητό συνολικό εμβαδό το οποίο πλέον είναι 142,95 m² και ο Επιθυμητός συνολικός όγκος ο οποίος πλέον προκύπτει 428,85 m³.

4.1.2 Θερμική ζώνη

Τα γενικά στοιχεία για την θερμική ζώνη, όπως προκύπτουν μετά από την επέκταση, έχουν συμπληρωθεί στο λογισμικό όπως φαίνεται στην Εικόνα 4.3.

Στοιχεία Θερμικής Ζώνης	
Θερμοκρασία κτιρίου ζώνης για θέρμανση (°C)	20
Θερμοκρασία κτιρίου ζώνης για ψύξη (°C)	26
Εμβαδόν ζώνης (m²)	142.950
Όγκος θερμοκηπίου ζώνης	428.850
Υψος οροφής ζώνης (m)	3
Επιφάνεια κτιρίου (m²)	6.000
Υπολογιζόμενος όγκος (m³)	428.850
Επιφάνεια συνολική προεξοχή οροφής στέγης του κτιρίου κελύφους (m²)	6.60
Υπολογιζόμενη συνολική πραγματική θερμότητα που καταναλώνεται κελύφους (kWh)	338,5
Κατηγορία διατάξης κτιρίων & κατασκευών (BEMS)	3
Ασφάλεια	Είκοσι συμπλέγματα
Φωτισμός:	
Χρήση	Πολυκατοικία
Προβλεπόμενος αριθμός φωτιστικών από 100 w για επιβάρυνση (kWh/100k)	6.60
Επιφάνεια κτιρίου κελύφους (m²)	6.00
Υπολογιζόμενος αριθμός φωτιστικών (kWh)	6.60
Ακτινοβολία εξωτερικού περιβάλλοντος	Χαμηλότερη /Μηνιαία φωτιστική
Ακτινοβολία από κλιματισμό, κλιματισμό	Χαμηλότερη θεατική, μαθηματική
Σύστημα απελευθέρωσης θερμότητας φωτιστικών	0%
Αποσποράς ασφάλειας	
Εφεδρικό σύστημα	
Εξοικονομούμενη ενέργεια (kWh)	6.000
Επιφάνεια παραβίασης απορροής (%)	0
Ποσοστό θερμικής διαρροής (N)	0
Κλίση (°)	6.60

Εικόνα 4.3: Γενικά στοιχεία θερμικής ζώνης (Λογισμικό 4M).

Τα στοιχεία τα οποία έχουν αλλάξει με την προέκταση είναι το Εμβαδό ζώνης το οποίο πλέον είναι 142,950 m², ο Υπολογιζόμενος όγκος ο οποίος πλέον προκύπτει 428,850 m³ και η Υπολογιζόμενη συνολική πραγματική εξωτερική επιφάνεια του κτιριακού κελύφους η οποία προκύπτει 338,5 m².

4.1.3 Κτιριακό κελύφος

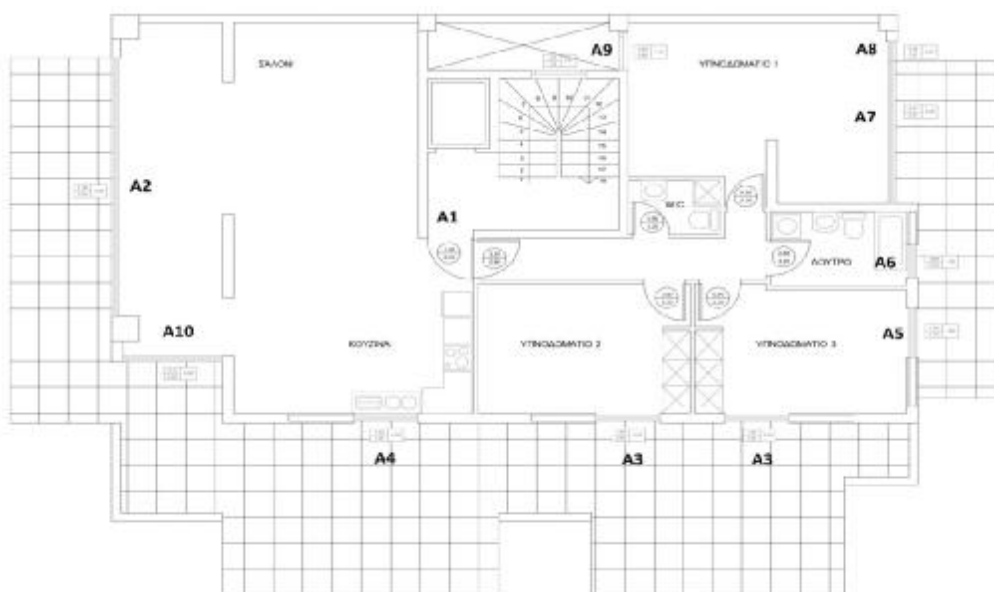
Στο φύλλο υπολογισμού του προγράμματος ορίζονται τα χαρακτηριστικά του κελύφους του διαμερίσματος. Τα νέα στοιχεία μετά την προέκταση έχουν συμπληρωθεί όπως φαίνεται στην Εικόνα 4.4.

Κτίριο υπομείλη	ΕΚ. ΕΠΙφ.	Προσομοίωση (°)	Προσομοίωση	Γενικών χώρος	Αποκρού μόν.	Επιφανειακή (kW/m²)	Υποκατηγορία (W/m²)	Μήκος (m)	Πλάτος (m)	Επιφ. (m²)	Αριθ. ΕΠΙφ.	Εν. ΕΠΙφ. (m²)	Αποσ. ΕΠΙφ. (m²)	Επιφ. ΥΠΟΔ. (m²)
1	T1	225	NA	ΕΠ		0.742	8.842	8.45	3	20.35	1	20.35	0.90	0.45
2	A2	225	NA	ΕΠ	A	2.358	2.358	6.2	3	18.90	1	18.90		18.90
3	I1	225	NA	ΕΠ		0.742	8.842	1.1	3	4.50	1	4.50		4.50
4	T1	E	E	ΕΠ		0.742		14.65	3	43.95	1	43.95	2.92	41.03
5	A'	E	E	ΕΠ	A	2.7	2.70	1	2.2	2.20	1	2.20		2.20
6	A9	E	E	ΕΠ	A	4.314	4.314	0.50	0.8	0.72	1	0.72		0.72
7	I1	CI	CI	HI		0.18	8.810	11.17	12.6	142.9	1	142.9		142.9
8	T1	-35	NA	ΕΠ		0.742	8.842	0.25	3	0.75	1	0.75	6.45	6.45
9	A'10	-35	NA	ΕΠ	A	1.348	1.348	2.15	3	6.45	1	6.45		6.45
10	T1	-35	NA	ΕΠ		0.742	8.842	15.1	3	45.30	1	45.30	15.68	29.62
11	A'	-35	NA	ΕΠ	A	1.110	1.110	1.4	1.2	1.68	1	1.68		1.68
12	T2	-35	NA	ΕΠ	A	0.376	8.976	1.4	1.2	1.68	1	1.68		1.68
13	A3	-35	NA	ΕΠ	A	1.158	1.158	1.4	2.2	3.08	1	3.08		3.08
14	T2	-35	NA	ΕΠ	A	0.375	8.975	1.4	2.2	3.08	1	3.08		3.08
15	A3	-35	NA	ΕΠ	A	4.158	4.158	1.4	2.2	3.08	1	3.08		3.08
16	T2	-35	NA	ΕΠ	A	0.376	8.976	1.4	2.2	3.08	1	3.08		3.08
17	T1	45	BA	ΕΠ		0.742	8.842	5.55	3	20.85	1	20.85	2.51	17.34
18	A5	45	DA	ΕΠ	A	4.486	4.486	1.2	1.2	1.44	1	1.44		1.44
19	T2	45	BA	ΕΠ	A	0.376	8.976	1.2	1.2	1.44	1	1.44		1.44
20	A5	45	DA	ΕΠ	A	4.394	4.394	0.0	0.0	0.64	1	0.64		0.64
21	T2	45	BA	ΕΠ	A	0.376	8.976	0.8	0.8	0.64	1	0.64		0.64
22	A7	45	DA	ΕΠ	A	3.356	3.356	2.1	2.2	7.70	1	7.70		7.70
23	A8	45	BA	ΕΠ	A	5.288	5.288	0.5	1.3	0.65	1	0.65		0.65
24	T1	315	BA	ΕΠ		0.742	8.842	0.5	3	1.50	1	1.50		1.50
25	T1	315	BA	ΕΠ		0.742	8.842	0.5	3	18.15	1	18.15		18.15
26	T1	315	BA	ΕΠ		0.742	8.842	0.5	3	20.55	1	20.55		20.55

Εικόνα 4.4: Φύλλο υπολογισμού κτιριακού κελύφους (Λογισμικό 4M).

4.1.4 Συντελεστές θερμοπερατότητας διάφανων δομικών στοιχείων

Με την προέκταση αφαιρέθηκαν οι μπαλκονόπορτες στο σαλόνι και στην κουζίνα και προστέθηκε μια τζαμαρία και μια μπαλκονόπορτα στο σημείο που έγινε η προέκταση. Στην Εικόνα 4.5 φαίνονται οι νέες ονομασίες των ανοιγμάτων του διαμερίσματος, στον Πίνακα 4.1 φαίνονται οι διαστάσεις των νέων ανοιγμάτων (A2,A10) τους και στον Πίνακα 4.2 τα χαρακτηριστικά τους.



Εικόνα 4.5: Ονομασία ανοιγμάτων.

Πίνακας 4.1: Διαστάσεις ανοιγμάτων

Τύπος κουφώματος	Πλάτος ανοίγματος (m)	Ύψος ανοίγματος (m)	Αριθμός φύλλων	Εμβαδό κουφώματος (m ²)
A2	6.3	3.0	1	18.90
A10	2.15	3.0	1	6.45

Πίνακας 4.2: Χαρακτηριστικά ανοιγμάτων (Λογισμικό 4M).

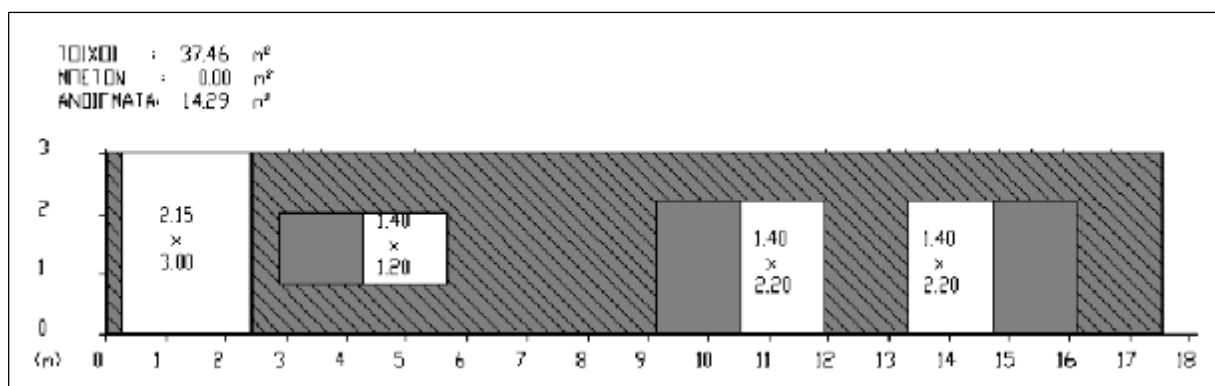
Τύπος κουφώματος	Εμβαδό πλαισίου (m ²)	Εμβαδό υαλοπίνακα (m ²)	Ποσοστό πλαισίου	Μήκος Lg (m)	U κουφώματος (W/m ² K)	g _w κουφώματος
A2	2.26	16.64	12%	17.6	2.958	0.60
A10	1.23	5.23	19%	9.3	3.048	0.55

4.1.5 Σκαριφήματα κτιριακού κελύφους

Παρακάτω παρουσιάζονται τα σκαριφήματα των κατακόρυφων δομικών στοιχείων ανά προσανατολισμό όπως αυτά προκύπτουν μετά την προέκταση. Οι τοίχοι είναι σχεδιασμένοι με γκρι χρώμα διαγραμμισμένο, οι τοίχοι των συρόμενων με γκρι χρώμα και τα ανοίγματα με άσπρο χρώμα.

Νοτιοανατολικός προσανατολισμός

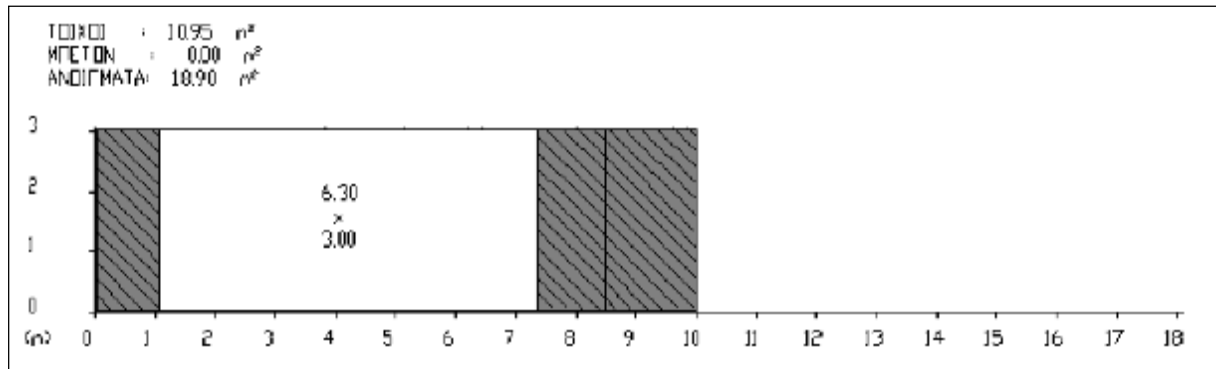
Στην Εικόνα 4.6 παρουσιάζεται το σκαρίφημα του νοτιοανατολικού προσανατολισμού.



Εικόνα 4.6: Σκαρίφημα ΝΑ προσανατολισμού

Νοτιοδυτικός προσανατολισμός

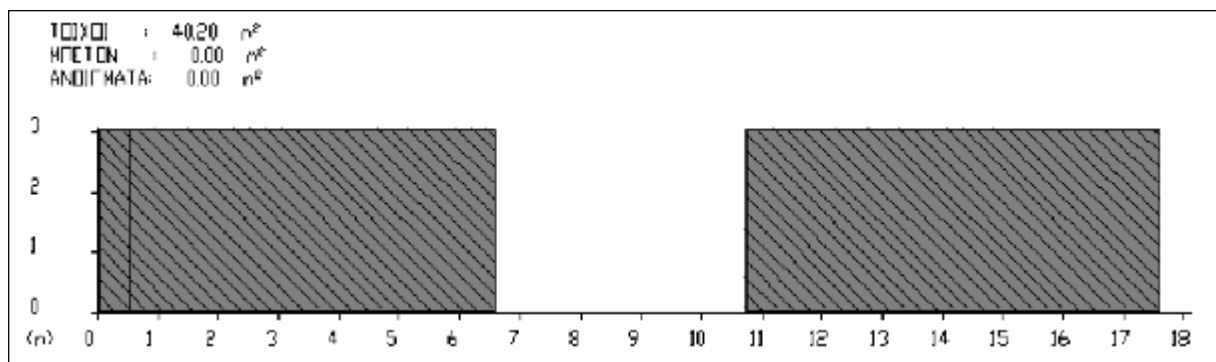
Στην Εικόνα 4.7 παρουσιάζεται το σκαρίφημα του νοτιοδυτικού προσανατολισμού.



Εικόνα 4.7: Σκαρίφημα ΝΔ προσανατολισμού

Βορειοδυτικός προσανατολισμός

Στην Εικόνα 4.8 παρουσιάζεται το σκαρίφημα του βορειοδυτικού προσανατολισμού.



Εικόνα 4.9: Σκαρίφημα ΒΔ προσανατολισμού

Βορειοανατολικός προσανατολισμός

Το σκαρίφημα του βορειοανατολικού προσανατολισμού δεν επηρεάζεται από την πρόεκταση και παραμένει όπως ήταν.

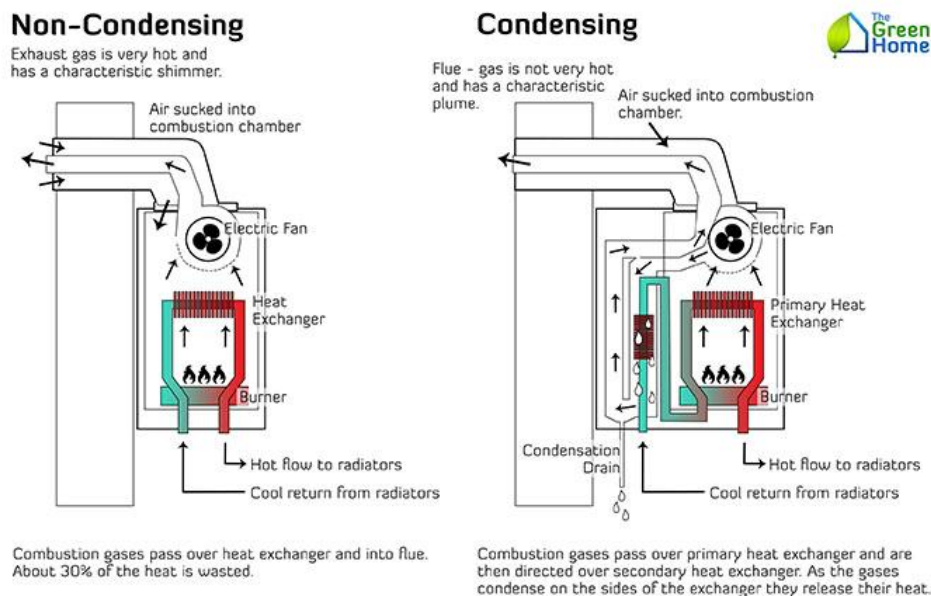
4.2 ΣΕΝΑΡΙΟ 1

Σε αυτό το σενάριο θα γίνει αντικατάσταση του συστήματος θέρμανσης. Συγκεκριμένα θα τοποθετηθεί λέβητας πετρελαίου ο οποίος θα είναι ατομικός, δηλαδή θα εξυπηρετεί μόνο το διαμέρισμα, σε σύγκριση με τον ήδη υπάρχων λέβητα ο οποίος εξυπηρετεί ολόκληρη την πολυκατοικία.

Ο λέβητας ο οποίος θα επιλεγεί θα είναι λέβητας πετρελαίου συμπύκνωσης καυσαερίων. Η συγκεκριμένη τεχνολογία λέβητα έχει μεγαλύτερη απόδοση από τους συμβατούς λέβητες πετρελαίου και σαν αποτέλεσμα μικρότερη κατανάλωση πετρελαίου.

4.2.1 Αρχή λειτουργίας του λέβητα συμπύκνωσης καυσαερίων

Η αρχή λειτουργίας του λέβητα συμπύκνωσης καυσαερίων στηρίζεται στην αξιοποίηση της θερμότητας των καυσαερίων. Στους συμβατούς λέβητας τα καυσάερα διαφεύγουν από την καπνοδόχο σε μεγάλη θερμοκρασία, οι λέβητες συμπύκνωσης καυσαερίων εκμεταλλεύονται την θερμοκρασία αυτή των καυσαερίων και την χρησιμοποιούν για να προθερμάνουν το κρύο νερό το οποίο εισέρχεται στον λέβητα. Στην Εικόνα 4.10 φαίνεται η διαφορά ενός κανονικού λέβητα (αριστερά) και ενός λέβητα συμπύκνωσης καυσίμων (δεξιά).



Εικόνα 4.10 : Συμβατός λέβητας και λέβητας συμπύκνωσης καυσαερίων (πηγή: thegreenhome.co.uk)

Η θερμότητα των καυσαερίων η οποία προσφέρεται στο κρύο νερό χωρίζεται σε αισθητή και λανθάνουσα. Αισθητή είναι η θερμότητα η οποία διατίθεται από τα καυσαέρια τα οποία στην συνέχεια διαφεύγουν από την καπνοδόχο με χαμηλή πλέον θερμοκρασία. Λανθάνουσα είναι η θερμότητα η οποία διατίθεται κατά την συμπύκνωση του υδρατμού, ο οποίος είναι ένα από τα συστατικά των καυσαερίων και παράγεται κατά την καύση του καυσίμου. Ο υδρατμός αλλάζει φάση από αέρια μορφή σε υγρή και κατά την αλλαγή φάσης ελκύεται η λανθάνουσα θερμότητα.

Η απόδοση του λέβητα συμπύκνωσης καυσαερίων ξεπερνάει το 100% κάτι το οποίο είναι σημαντική διαφορά σε σχέση με τον συνήθη βαθμό απόδοσης ενός κανονικού λέβητα ο οποίος είναι 90%. Επιπλέον, οι λέβητες συμπύκνωσης καυσαερίων έχουν κάποια πλεονεκτήματα καθώς είναι λέβητες τελευταίας γενιάς, όπως οι κυκλοφορητές τύπου inverter με μικρότερη κατανάλωση ρεύματος και πιο σωστή λειτουργία, καλύτερη διαχείριση της καύσης με ηλεκτρονικά συστήματα ελέγχου καυσίμου, κυκλοφορητές τύπου inverter για καλύτερη καύση και χαμηλότερες εκπομπές ρύπων.

4.2.2 Επιλογή λέβητα

Για την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης στο διαμέρισμα επιλέγεται ένας λέβητας πετρελαίου συμπύκνωσης καυσαερίων με ισχύ 50 kW. Τα στοιχεία του λέβητα εισάγονται στο λογισμικό όπως φαίνεται στην Εικόνα 4.11. Το κόστος του λέβητα και της εγκατάστασής του είναι 3.500 €.

	Τύπος	Παρομολογισμός (kW)	Τύπος λέβητα (μόνο για λέβητες)	Κατάσταση μόνωσης λέβητα (μόνο για)	Καύσιμο	Ισχύς (kW)	Υπολογισμός ισχύος (kW)	Πραγματική απόδοση (%)	Υπολογισμός βαθμότητας απόδοσης (μόνο)	Υπολογισμός βαθμότητας υπερθέρμανσης (μόνο)	Συντελεστής μόνωσης (kg2)
1	Λέβητας	50.00	Χαμηλής θερμοκρασίας ή συμπύκνωσης υγρών καυσίμων	Καλή	Πετρέλαιο θέρ	20.31	0.925	0.925	0.750	1.000	
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											

Εικόνα 4.11: Στοιχεία συστήματος παραγωγής θέρμανσης (Λογισμικό 4M).

4.2.3 Κατανάλωση ενέργειας

Η κατανάλωση ενέργειας ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας) παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.3.

Πίνακας 4.3: Κατανάλωση ανά καύσιμο (Λογισμικό 4M).

Κατανάλωση καυσίμων (KWh/m ²)	
Ηλεκτρισμός	24.0
Πετρέλαιο θέρμανσης	69.5
Ηλιακή ενέργεια	16.0
Γεωθερμία	0.0
Σύνολο	93.5

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του κτηρίου αναφοράς και του εξεταζόμενου κτιρίου παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.4.

Πίνακας 4.4: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (Λογισμικό 4M).

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (KWh/m ²)	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	34.6	76.7
Ψύξη	33.7	44.5
ZNX	21.6	24.9
Φωτισμός	0.0	0.0
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ-ΣΗΘ	0.0	0.0
Σύνολο	89.8	146.1

4.2.4 Πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης

Το νέο πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης του διαμερίσματος μετά την αντικατάσταση του συστήματος θέρμανσης με ατομικό λέβητα πετρελαίου συμπύκνωσης καυσαερίων παρουσιάζεται στην Εικόνα 4.12. Το διαμέρισμα κατατάσσεται ξανά στην κατηγορία Δ, με μειωμένη όμως κατά πολύ ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας.

Αρ. Πρωτ.:	
ΧΡΗΣΗ: Πολυκατοικία Κτίριο <input checked="" type="checkbox"/> Τμήμα κτιρίου <input type="checkbox"/> Αριθμός ιδιοκτησίας (για τμήμα κτιρίου) Κλιματική Ζώνη: Β Διεύθυνση: Τ.Κ..... Πόλη: Έτος κατασκευής:..... Συνολική επιφάνεια (m ²): 142.95 Ονομα ιδιοκτήτη:	
ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗ ενεργειακής απόδοσης	
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ [kWh/(m²·έτος)]
ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	
A+ EP ≤ 0.33	
A 0.33 R_{th} < EP ≤ 0.50 R_{th}	
B+ 0.50 R_{th} < EP ≤ 0.75 R_{th}	
B 0.75 R_{th} < EP ≤ 1.00 R_{th}	
Γ 1.00 R_{th} < EP ≤ 1.41 R_{th}	
Δ 1.41 R_{th} < EP ≤ 1.82 R_{th}	← 146.10
E 1.82 R_{th} < EP ≤ 2.27 R_{th}	
Z 2.27 R_{th} < EP ≤ 2.73 R_{th}	
H 2.73 R_{th} < EP	
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ	
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου αναφοράς [kWh/m ²]: 89.80	Δ
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]: 146.10	
Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO ₂ [KgCO ₂ /m ²]: 42.00	
Πραγματική ετήσια κατανάλωση ενέργειας και Εκπομπές CO ₂	Θερμική άνεση <input type="checkbox"/>
Ηλεκτρική ενέργεια [kWh]: _____ Καύσιμα [lt ή Nm ³]: _____	Οπτική άνεση <input type="checkbox"/>
Συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]: _____	Ακουστική άνεση <input type="checkbox"/>
Συνολικές ετήσιες εκπομπές CO ₂ [kg/m ²]: _____	Ποιότητα αέρα <input type="checkbox"/>

Εικόνα 4.12: Πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης (Λογισμικό 4M).

4.3 ΣΕΝΑΡΙΟ 2

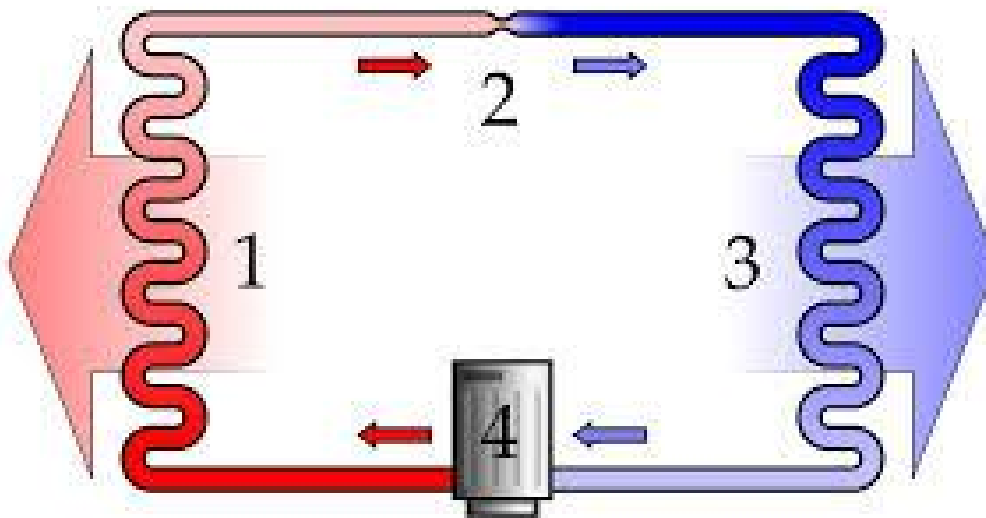
Σε αυτό το σενάριο θα γίνει αντικατάσταση του συστήματος θέρμανσης. Συγκεκριμένα ο λέβητας πετρελαίου θα αντικατασταθεί με μια αντλία θερμότητας. Αντλία θερμότητας ονομάζεται η συσκευή η οποία έχει την ικανότητα να μεταφέρει ενέργεια από ένα χώρο χαμηλής θερμοκρασίας σε ένα χώρο υψηλής θερμοκρασίας. Η μεταφορά της θερμικής ενεργείας που πραγματοποιεί η αντλία θερμότητας είναι αντίθετη με την φυσική ροή της ενέργειας και επιτυγχάνεται με την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.

Οι αντλίες θερμότητας μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης και ψύξης στα κτίρια. Την χειμερινή περίοδο η αντλία θερμότητας μεταφέρει θερμότητα από το εξωτερικό ψυχρό περιβάλλον στον εσωτερικό χώρο του κτιρίου με σκοπό την θέρμανσή του, ενώ την καλοκαιρινή περίοδο η αντλία θερμότητας μεταφέρει ενέργεια από το ψυχρό εσωτερικό χώρο του κτιρίου στο εξωτερικό περιβάλλον με σκοπό την ψύξη του κτιρίου.

Ο βαθμός απόδοσης (COP) των αντλιών θερμότητας μπορεί να έχει την τιμή 3 ακόμα και μεγαλύτερη. Αυτό σημαίνει ότι για κάθε 1kW ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνεται από την αντλία θερμότητας αυτή παράγει 3kW αντίστοιχης θερμότητας. Ο μεγάλος βαθμός απόδοσης των αντλιών θερμότητας και η συνεχής αύξηση των τιμών του πετρελαίου και του φυσικού αερίου καθιστούν τις αντλίες θερμότητας μια από τις οικονομικότερες λύσεις για την θέρμανση και ψύξη των κτιρίων. Επιπλέον, οι συνεχείς τεχνολογικές εξελίξεις στις αντλίες θερμότητας έχουν επιτρέψει την κατασκευή αντλιών με μικρό μέγεθος και κόστος παραγωγής το οποίο συνεχώς μειώνεται.

4.3.1 Αρχή λειτουργίας της αντλίας θερμότητας

Η αρχή λειτουργίας της αντλίας θερμότητας βασίζεται στις ίδιες αρχές οι οποίες εφαρμόζονται στις ψυκτικές μηχανές όπως τα ψυγεία και τα κλιματιστικά, δηλαδή την ύπαρξη ενός ψυκτικού κύκλου. Αυτός ο ψυκτικός κύκλος είναι ένας αένας κύκλος εκτόνωσης και συμπίεσης ενός ρευστού το οποίο χρησιμοποιείται σαν ψυκτικό μέσο. Η σχηματική αναπαράσταση του ψυκτικού κύκλου φαίνεται στην Εικόνα 4.13.



Εικόνα 4.13: Ψυκτικός κύκλος (πηγή: wikipedia.org)

Το ρευστό το οποίο χρησιμοποιείται σαν ψυκτικό μέσο βρίσκεται στην θέση 1 σε υγρή μορφή με μεγάλη θερμοκρασία και πίεση. Εκεί αποβάλλεται η θερμότητα του και φτάνει στη θέση 2 με χαμηλότερη θερμοκρασία και εκτονώνεται με την χρήση εκτονωτικής βαλβίδας με αποτέλεσμα να εξατμιστεί και να μετατραπεί σε ατμό με χαμηλή θερμοκρασία και πίεση. Στην θέση 3 το ρευστό προσλαμβάνει θερμότητα και φτάνει στην θέση 4 με υψηλότερη θερμοκρασία και συμπιέζεται με την χρήση συμπιεστή με αποτέλεσμα να μετατραπεί σε υγρό με υψηλή θερμοκρασία και πίεση, όπου επαναλαμβάνεται ο κύκλος.

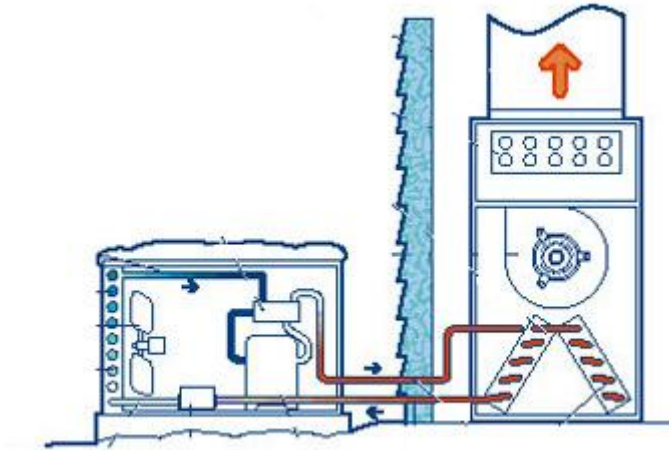
4.3.2 Είδη αντλιών θερμότητας

Οι αντλίες θερμότητας χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με το ψυκτικό μέσο το οποίο χρησιμοποιούν, για να πραγματοποιήσουν τη μεταφορά θερμότητας, ως εξής:

1. Αντλίες θερμότητας αέρος/αέρος

Οι αντλίες θερμότητας αέρος/αέρος είναι οι πιο διαδεδομένες καθώς είναι αυτές που χρησιμοποιούνται στα κλιματιστικά τα οποία τοποθετούμε στα κτίρια. Οι αντλίες αυτές διαθέτουν στις θέσεις 1 και 3 του ψυκτικού κύκλου κάποιον μηχανισμό αερισμού με τον οποίο εναλλάσσεται η θερμότητα του ψυκτικού μέσου. Για παράδειγμα, όταν πρόκειται για κλιματιστικό ψύξης εσωτερικού χώρου, στη θέση 3 που βρίσκεται στο εσωτερικό του κτιρίου ο μηχανισμός αφαιρεί θερμότητα και ψύχει τον χώρο ενώ στην θέση 1 που

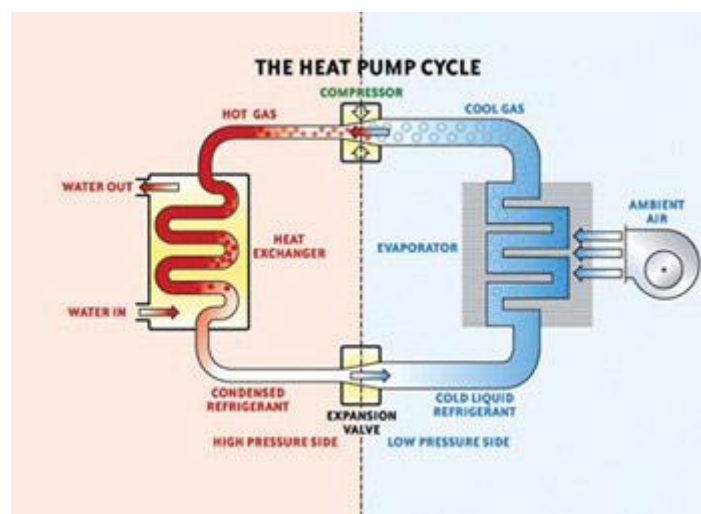
βρίσκεται στο εξωτερικό του κτιρίου αποβάλλει ενέργεια στο εξωτερικό περιβάλλον. Στην Εικόνα 4.14 φαίνεται η λειτουργία μιας αντλίας θερμότητας αέρος/αέρος.



Εικόνα 4.14: Αντλία θερμότητας αέρος/αέρος (πηγή: wikipedia.org)

2. Αντλίες θερμότητας αέρος/νερού

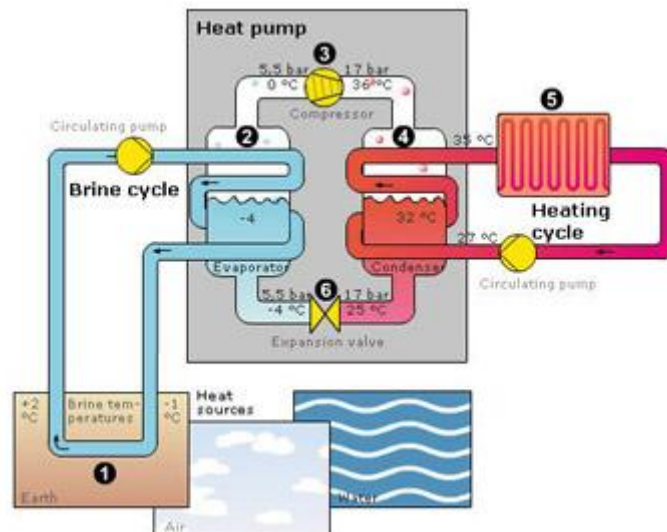
Οι αντλίες θερμότητας αέρος/νερού είναι όπως οι προηγούμενες με την διαφορά ότι στην θέση 3 του ψυκτικού κύκλου διαθέτουν εναλλάκτη θερμότητας μεταξύ νερού και του ψυκτικού μέσου αντί για αέρα και του ψυκτικού μέσου. Στην Εικόνα 4.15 φαίνεται η λειτουργία μιας αντλίας θερμότητας αέρος/νερού.



Εικόνα 4.15: Αντλία θερμότητας αέρος/νερού (πηγή: wikipedia.org)

3. Αντλίες θερμότητας νερού/νερού

Οι αντλίες θερμότητας νερού/νερού είναι όπως οι προηγούμενες με την διαφορά ότι διαθέτουν και στις δύο θέσεις του ψυκτικού κύκλου (1 και 3) εναλλάκτες θερμότητας μεταξύ νερού και του ψυκτικού μέσου. Τέτοιες αντλίες χρησιμοποιούνται σε συστήματα όπως αυτά που εκμεταλλεύονται την γεωθερμία. Στην Εικόνα 4.16 φαίνεται η λειτουργία μιας αντλίας θερμότητας νερού/νερού.



Εικόνα 4.16: Αντλία θερμότητας νερού/νερού (πηγή: wikipedia.org)

4.3.3 Επιλογή αντλίας θερμότητας

Για την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης στο διαμέρισμα επιλέγεται μια αντλία θερμότητας με ισχύ 16 kW. Πρόκειται για μια αντλία τύπου αέρος/νερού και εξασφαλίζει την δυνατότητα νερού προσαγωγής έως 80 °C. Στην Εικόνα 4.17 φαίνονται τα δύο μέρη τα οποία αποτελούν την αντλία θερμότητας, η εξωτερική μονάδα η οποία απάγει θερμότητα από τον εξωτερικό αέρα και η εσωτερική μονάδα στην οποία μεταφέρεται η θερμότητα αυτή και θερμαίνει το νερό. Στον Πίνακα 4.5 φαίνονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά της αντλίας θερμότητας. Το κόστος της αντλίας θερμότητας και της εγκατάστασης της είναι 5.000 €.



Εικόνα 4.17: Αντλία θερμότητας (πηγή: www.lg.com).

Πίνακας 4.5: Τεχνικά χαρακτηριστικά αντλίας θερμότητας (πηγή: www.lg.com).

Τεχνικά χαρακτηριστικά εξωτερικής μονάδας	
Παροχή ρεύματος:	220-230V-1N-50Hz
Απόδοση θέρμανση:	16,00 kw
Κατανάλωση θέρμανση (kw):	6,13
COP:	3,00
Διαστάσεις (mm):	950x1380x330
Βάρος:	98kg
Ψυκτικό ρευστό:	R410A
Τεχνικά χαρακτηριστικά εσωτερικής μονάδας	
Θερμοκρασία νερού προσαγωγής:	80°C
Βοήθεια ηλεκτρικής αντίστασης (Kw):	-
Ψυκτικό ρευστό:	R134a
Παροχή ρεύματος:	220-230V-1N-50Hz
Στάθμη θορύβου (dB):	28
Διαστάσεις (mm):	520x1080x330
Βάρος: 88 kg	88 kg

Τα στοιχεία της αντλίας θερμότητας εισάγονται στο λογισμικό όπως φαίνεται στην Εικόνα 4.18.

	Τύπος	Πραγματική ισχύς (KW)	Τύπος λέβητα (μόνο για λέβητες)	Κατάσταση μόνωσης λέβητα (μόνο για)	Καύσιμο	Πραγματική βαθμίδα απόδοσης η/μ	Υπολογισμός βαθμίδα απόδοσης η/μ	Υπολογισμός βαθμίδα υπερθέρμανσης η/μ	Συντελεστής μόνωσης η/μ	Πραγματική βαθμίδα απόδοσης / COP	Υπολογισμός βαθμίδα απόδοσης	Κόστος (€)
1	Τοπική αερόψυκτη Α.Θ.	16.00	Χωρίς λέβητα	Χωρίς λέβητα	Ηλεκτρισμός					3.000	3.000	
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												

Εικόνα 4.18: Στοιχεία συστήματος παραγωγής θέρμανσης (Λογισμικό 4M).

4.3.4 Κατανάλωση ενέργειας

Η κατανάλωση ενέργειας ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας) παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.6.

Πίνακας 4.6: Κατανάλωση ανά καύσιμο (Λογισμικό 4M).

Κατανάλωση καυσίμων (KWh/m ²)	
Ηλεκτρισμός	40.1
Πετρέλαιο θέρμανσης	0.0
Ηλιακή ενέργεια	16.0
Γεωθερμία	0.0
Σύνολο	40.1

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του κτηρίου αναφοράς και του εξεταζόμενου κτηρίου παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.7.

Πίνακας 4.7: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (Λογισμικό 4M).

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (KWh/m ²)	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	22.8	46.9
Ψύξη	33.7	44.5
ZNX	21.6	24.9
Φωτισμός	0.0	0.0
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ-ΣΗΘ	0.0	0.0
Σύνολο	78.0	116.3

4.3.5 Πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης

Το νέο πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης του διαμερίσματος μετά την αντικατάσταση του συστήματος θέρμανσης με αντλία θερμότητας παρουσιάζεται στην Εικόνα 4.19. Το διαμέρισμα κατατάσσεται ξανά στην κατηγορία Δ, με μειωμένη όμως κατά πολύ ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας.

Αρ. Πρωτ.:	
ΧΡΗΣΗ: Πολυκατοικία	
Κτίριο <input checked="" type="checkbox"/> Τμήμα κτιρίου <input type="checkbox"/> Αριθμός ιδιοκτησίας (για τμήμα κτιρίου) Κλιματική Ζώνη: Β Διεύθυνση: Τ.Κ. Πόλη: Έτος κατασκευής: Συνολική επιφάνεια (m ²): 142.95 Όνομα ιδιοκτήτη:	
ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗ ενεργειακής απόδοσης	
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	
ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ [kWh/(m²·έτος)]
A+ EP ≤ 0.33	
A 0.33 R_{th} < EP ≤ 0.50 R_{th}	
B+ 0.50 R_{th} < EP ≤ 0.75 R_{th}	
B 0.75 R_{th} < EP ≤ 1.00 R_{th}	
Γ 1.00 R_{th} < EP ≤ 1.41 R_{th}	
Δ 1.41 R_{th} < EP ≤ 1.82 R_{th}	← 116.30
E 1.82 R_{th} < EP ≤ 2.27 R_{th}	
Z 2.27 R_{th} < EP ≤ 2.73 R_{th}	
H 2.73 R_{th} < EP	
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΡΑΦΤΙΚΟ	Δ
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου αναφοράς [kWh/m ²]: 78.00	
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]: 116.30	
Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO ₂ [KgCO ₂ /m ²]: 39.00	
Πραγματική ετήσια κατανάλωση ενέργειας και Εκπομπές CO ₂	Θερμική άνεση <input type="checkbox"/>
Ηλεκτρική ενέργεια [kWh]: _____ Καύσιμα [lt ή Nm ³]: _____	Οπτική άνεση <input type="checkbox"/>
Συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]: _____	Ακουστική άνεση <input type="checkbox"/>
Συνολικές ετήσιες εκπομπές CO ₂ [kg/m ²]: _____	Ποιότητα αέρα <input type="checkbox"/>

Εικόνα 4.19: Πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης (Λογισμικό 4M).

4.4 ΣΕΝΑΡΙΟ 3

Σε αυτό το σενάριο θα γίνει αντικατάσταση του συστήματος θέρμανσης με αντλία θερμότητας, όπως ακριβώς έγινε στο σενάριο 2, ενώ επιπλέον θα αντικατασταθούν και τα ανοίγματα του διαμερίσματος. Η αντικατάσταση των ανοιγμάτων σε ένα κτίριο είναι ένα από τα σημαντικότερα κομμάτια μιας ενεργειακής αναβάθμισης. Αυτό συμβαίνει διότι τα ανοίγματα παρουσιάζουν μεγάλες απώλειες ενέργειας. Το καλοκαίρι ποσά θερμότητας μεταφέρονται μέσω των ανοιγμάτων στο εσωτερικό του κτιρίου και τον χειμώνα ποσά θερμότητας μεταφέρονται από το

εσωτερικό του κτιρίου στο εξωτερικό περιβάλλον. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να καταναλώνονται μεγάλα ποσά ενέργειας, σε κτίρια τα οποία έχουν ανοίγματα παλιάς τεχνολογίας, για να διατηρείται η θερμοκρασία του εσωτερικού χώρου στα επιθυμητά επίπεδα.

Οι επιφάνειες των ανοιγμάτων των οποίων θέλουμε να διαπερνούνται από το φως (π.χ. παράθυρα) καλύπτονται με διαφανή δομικά στοιχεία τα οποία ονομάζονται κουφώματα. Τα κουφώματα αποτελούνται από δύο μέρη, τους υαλοπίνακες ή τζάμια και τα πλαίσια πάνω στα οποία τοποθετούνται οι υαλοπίνακες. Η μεγάλη συνεισφορά των ανοιγμάτων στην ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων είχε ως αποτέλεσμα την συνεχή αναζήτηση νέων και καλύτερων τεχνολογιών για την μείωση των ενεργειακών απωλειών τόσο στους υαλοπίνακες όσο και στα πλαίσια.

4.4.1 Υαλοπίνακες

Ο υαλοπίνακας αποτελεί το διάφανο μέρος των κουφωμάτων και είναι αυτό με τις μεγαλύτερες απώλειες ενέργειας διότι το γυαλί σαν υλικό έχει μεγάλο συντελεστή θερμοπερατότητας. Αντιθέτως, ο υαλοπίνακας είναι αυτός που επιτρέπει την ηλιακή ακτινοβολία να εισέλθει στο κτίριο η οποία φωτίζει φυσικά το κτίριο και σε περιπτώσεις βοηθάει στην θέρμανσή του.

Οι ιδιότητες των υαλοπινάκων πρέπει να είναι τέτοιες ώστε να μεγιστοποιούνται τα ηλιακά κέρδη τον χειμώνα και αντίστοιχα να ελαχιστοποιούνται το καλοκαίρι. Προφανώς, αυτές είναι δύο αντικρουόμενες συνθήκες και για αυτόν τον λόγο σε ψυχρά κλίματα επιλέγονται υαλοπίνακες οι οποίοι μεγιστοποιούν τα ηλιακά κέρδη, ενώ σε θερμά κλίματα επιλέγονται υαλοπίνακες οι οποίοι ελαχιστοποιούν τα ηλιακά κέρδη. Επίσης, οι υαλοπίνακες θα πρέπει να παρέχουν τον αναγκαίο φωτισμό, ανάλογα με την χρήση του κτιρίου, καθώς και ηχομόνωση και μηχανική αντοχή.

Οι τεχνολογικές εξελίξεις είχαν ως αποτέλεσμα την δημιουργία διαφορετικών τύπων υαλοπινάκων. Οι πιο σημαντικοί τύποι υαλοπινάκων οι οποίοι χρησιμοποιούνται στα σημερινά κτίρια είναι οι παρακάτω:

- Απλός μονός υαλοπίνακας

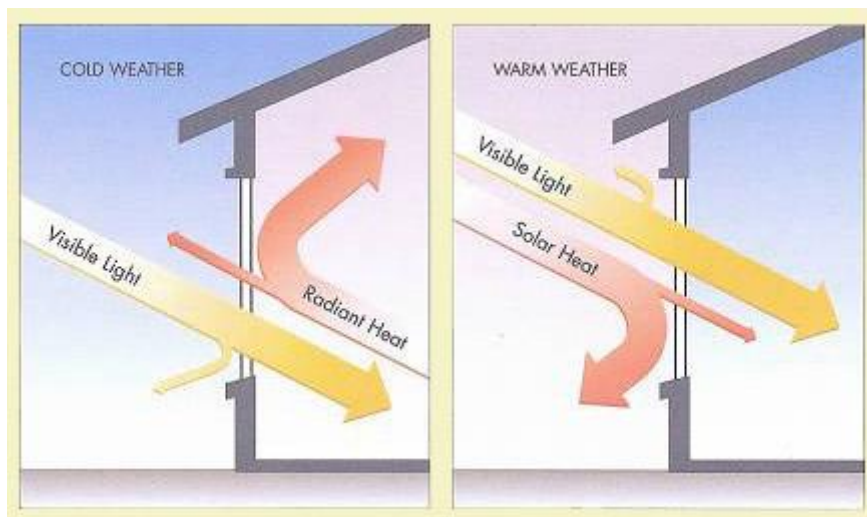
Ο απλός μονός υαλοπίνακας ήταν ο πρώτος που χρησιμοποιήθηκε στα παράθυρα και χαρακτηρίζεται από μεγάλο συντελεστή θερμοπερατότητας με αποτέλεσμα να θεωρείται πλέον ξεπερασμένος. Η μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας επιτυγχάνεται με την αύξηση του πάχους του υαλοπίνακα.

- Απλός διπλός ή τριπλός υαλοπίνακας

Στους διπλούς υαλοπίνακες υπάρχει ένα κενό μεταξύ των υαλοπινάκων στο οποίο υπάρχει ξηρός αέρας. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας μειώνεται όσο αυξάνεται αυτό το κενό το οποίο μπορεί να φτάσει μέχρι τα 16 mm σε περιπτώσεις που υπάρχουν μεγάλες απαιτήσεις σε ηχομόνωση. Επιπλέον μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας μπορεί να επιτευχθεί με την αντικατάσταση του ξηρού αέρα στο κενό με αέρια όπως το αργό και το κρυπτό, τα οποία παρουσιάζουν χαμηλότερη θερμική αγωγιμότητα. Στου τριπλούς υαλοπίνακες υπάρχει ένας επιπλέον υαλοπίνακας στην μια πλευρά κολλημένος με τον ήδη υπάρχων υαλοπίνακα. Ο επιπλέον υαλοπίνακας συμβάλει στην μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας αλλά ταυτόχρονα και την μείωση της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας και γι' αυτόν τον λόγο οι τριπλοί υαλοπίνακες επιλέγονται σε πολύ ψυχρά κλίματα ή σε περιπτώσεις που χρειάζεται επιπλέον ηχομόνωση.

- Διπλός ή τριπλός υαλοπίνακας με επίστρωση

Αυτοί οι υαλοπίνακες είναι όπως οι προηγούμενοι με την διαφορά όμως ότι έχουν επιπλέον μια επίστρωση στην μια πλευρά. Η επίστρωση διαφέρει ανάλογα με τις απαιτήσεις. Η πιο συνήθης επίστρωση είναι η επίστρωση γνωστή ως Low-e η οποία έχει χαμηλό συντελεστή εκπομπής ηλιακής ακτινοβολίας και δεν επιτρέπει την διείσδυση την υπέρυθρης ακτινοβολίας στον εσωτερικό χώρο με αποτέλεσμα να μειώνονται τα ηλιακά κέρδη το καλοκαίρι και να περιορίζεται η μετάδοση θερμότητας στο εξωτερικό περιβάλλον τον χειμώνα, όπως φαίνεται στην Εικόνα 4.20. Επίσης, υπάρχουν επιστρώσεις με φασματική επιλεκτικότητα με τις οποίες επιτυγχάνεται μεγάλη διαπερατότητα στο οπτικό φάσμα και μικρή στο θερμικό.



Εικόνα 4.20: Υαλοπίνακας με επίστρωση Low-e (πηγή: siding-windows.com)

Όπως είναι προφανές όσο καλύτεροι είναι οι υαλοπίνακες τόσο μεγαλύτερο είναι το κόστος τους. Το κόστος γίνεται πολύ μεγάλο στην περίπτωση των υαλοπινάκων με διάκενο το οποίο έχει αέριο όπως το αργό και το κρυπτό. Στον Πίνακα 4.8 παρουσιάζονται κάποιες ενδεικτικές τιμές συντελεστή θερμοπερατότητας για τους διάφορους τύπους υαλοπινάκων όπως ορίζονται στην TOTEE 20701-1/2010.

Πίνακας 4.8: Τιμές συντελεστή θερμοπερατότητας υαλοπινάκων (πηγή: TOTEE 20701-1/2010)

Τύπος υαλοπίνακα	U_g
	$[W/(m^2.K)]$
Μονός υαλοπίνακας	5,70
Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 6 mm	3,30
Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm	2,80
Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο 6mm αέρα και με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμπτικότητας ($\epsilon = 0,10$)	2,60
Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο 12mm αέρα και με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμπτικότητας ($\epsilon = 0,10$)	1,80
Υαλότουβλα	3,50

4.4.2 Πλαίσια

Το πλαίσιο είναι το αδιαφανή στοιχείο πάνω στο οποίο προσαρμόζεται ο υαλοπίνακας. Το πλαίσιο σε κάποιες περιπτώσεις μπορεί να καλύπτει ακόμη και το 30% του κουφώματος και προφανώς θεωρείται αναγκαία η προσπάθεια μείωσης του συντελεστή θερμοπερατότητας του πλαισίου καθώς και η στεγανοποίηση των χαραμάδων για την μείωση του ανεπιθύμητου αερισμού. Οι τύποι των πλαισίων όπως αυτοί δημιουργήθηκαν με χρονολογική σειρά παρουσιάζονται παρακάτω:

- Ξύλινα πλαίσια

Τα πρώτα πλαίσια που κατασκευάστηκαν ήταν από ξύλο και ήταν ανοιγόμενα ή ανακλινόμενα. Το ξύλο σαν υλικό παρουσιάζει πολύ καλή θερμομονωτική ικανότητα με αποτέλεσμα να μειώνονται οι θερμικές απώλειες. Επίσης, το ξύλο έχει πολύ μικρό κόστος σε σχέση με τα άλλα πλαίσια και είναι πιο φιλικό προς το περιβάλλον καθώς το ξύλο μπορεί να ξαναδημιουργηθεί με την φύτευση δέντρων.

Το μεγάλο μειονέκτημα των ξύλινων πλαισίων είναι η διείσδυση του αέρα από το εξωτερικό περιβάλλον στο εσωτερικό του κτιρίου μέσω των χαραμάδων. Αυτό συμβαίνει διότι τα ξύλινα πλαίσια δεν έχουν στεγανότητα. Η διείσδυση του ψυχρού αέρα από το εξωτερικό περιβάλλον κατά τον χειμώνα αυξάνει αρκετά της θερμικές απώλειες του κτιρίου, ενώ η διείσδυση του θερμού αέρα το καλοκαίρι συμβάλει στην υπερθέρμανση του κτιρίου. Συνεπώς, η χρήση ξύλινων πλαισίων δεν συνιστάται στην εξοικονόμηση ενέργειας και γι' αυτόν τον λόγο είναι πλέον ξεπερασμένα και δεν χρησιμοποιούνται στα νέα κτίρια.

- **Μεταλλικά πλαίσια**

Τα μεταλλικά πλαίσια κατασκευάζονταν αρχικά από σίδηρο και στην συνέχεια από αλουμίνιο και μπορούν να είναι ανοιγόμενα ή συρόμενα. Τα μεταλλικά πλαίσια και συγκεκριμένα τα πλαίσια αλουμινίου είναι αυτά με την πιο διαδεδομένη χρήση στα κτίρια πλέον διότι παρουσιάζουν πολύ καλή στεγανότητα και δεν επιτρέπουν την διείσδυση αέρα ή νερού στον εσωτερικό χώρο του κτιρίου.

Το βασικό μειονέκτημα των μεταλλικών πλαισίων είναι η χαμηλή θερμομονωτική ικανότητα που παρουσιάζουν με αποτέλεσμα να έχουν υψηλό συντελεστή θερμοπερατότητας. Το μειονέκτημα αυτό αντιμετωπίζεται τα τελευταία χρόνια με την τοποθέτηση θερμοδιακοπής η οποία επιτυγχάνεται με την προσθήκη ενός υλικού, που είναι κακός αγωγός της θερμότητας, μεταξύ του εσωτερικού και εξωτερικού προφίλ αλουμινίου του πλαισίου. Το υλικό αυτό είναι το πολυαμίδιο και η προσθήκη του αυξάνει σημαντικά το κόστος του πλαισίου.

- **Συνθετικά πλαίσια**

Τα συνθετικά πλαίσια είναι τα πιο σύγχρονα χρονολογικά και κατασκευάζονται από PVC (πολυβινυλοχλωρίδιο) ενώ έχουν επιπλέον ενίσχυση με μεταλλικές διατομές από αλουμίνιο ή γαλβανισμένο χάλυβα.

Τα συνθετικά πλαίσια παρουσιάζουν τα πλεονεκτήματα των ξύλινων και των μεταλλικών πλαισίων και κανένα από τα ελαττώματά τους. Πιο συγκεκριμένα, έχουν χαμηλό συντελεστή θερμοπερατότητας, σχεδόν όσο χαμηλό όσο και τα ξύλινα πλαίσια και έχουν πολύ καλή στεγανότητα όπως τα μεταλλικά πλαίσια.

Όπως είναι προφανές όσο καλύτερα είναι τα πλαίσια τόσο μεγαλύτερο είναι το κόστος τους. Στον Πίνακα 4.9 παρουσιάζονται κάποιες ενδεικτικές τιμές συντελεστή θερμοπερατότητας για τους διάφορους τύπους πλαισίων όπως ορίζονται στην ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010.

Πίνακας 4.9: Τιμές συντελεστή θερμοπερατότητας πλαισίων (πηγή: ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010)

Τύπος πλαισίου	U_f [W/(m ² .K)]
Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή	7,00
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή 12 mm	3,50
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή 24 mm	2,80
Συνθετικό πλαίσιο	2,80
Ξύλινο πλαίσιο	2,20

4.4.3 Επιλογή κουφωμάτων

Τα κουφώματα τα οποία επιλέγονται αποτελούνται από μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή και διπλούς υαλοπίνακες με επίστρωση Low-e. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας των νέων κουφωμάτων και τα λοιπά χαρακτηριστικά τους φαίνονται στον Πίνακα 4.10. Το κόστος της αντικατάστασης των κουφωμάτων ανέρχεται στα 4.000 €.

Πίνακας 4.10: Χαρακτηριστικά ανοιγμάτων (Λογισμικό 4M).

Τύπος κουφώματος	Εμβαδό πλαισίου (m ²)	Εμβαδό υαλοπίνακα (m ²)	Ποσοστό πλαισίου	Μήκος L _g (m)	U κουφώματος (W/m ² K)	g _w κουφώματος
A2	2.26	16.64	12%	17.6	2.106	0.53
A3	0.68	2.40	22%	6.4	2.873	0.47
A4	0.48	1.20	29%	4.4	2.945	0.43
A5	0.44	1.00	31%	4.0	2.967	0.42
A6	0.28	0.36	44%	2.4	3.100	0.34
A7	1.10	6.60	14%	10.6	2.780	0.51
A8	0.32	0.33	49%	2.8	3.172	0.30
A9	0.30	0.42	42%	2.6	3.081	0.35
A10	1.23	5.23	19%	9.3	2.281	0.49

Τα στοιχεία των κουφωμάτων εισάγονται στο λογισμικό όπως φαίνεται στην Εικόνα 4.21.

Τυπικά Στοιχεία

Εξωτερικοί τοίχοι Εσωτερικοί τοίχοι Οροφές Δάπεδα **Ανοίγματα**

Α/Α	Ανοή/Περιγραφή	Πλάτ. (m)	Ύψος (m)	Συντ. Θερμικών ηλιακών απολαβών	Πλάτος πλαισίου (m)	Συντ. Θερμ. πλαισίου Uf	Συντ. Θερμ. οπισθ. υαλοπίνακα Ug	Συντ. γραμμικής Θερμ. αγωγιμότητας	Υπολογιζόμενος θερμογέφυρος Ig	Υπολ. Συντ. U (W/m²K)	Τμή αεραίου λόγω χαραυγών	Είδος ανοίγματος
1	A1 Άνοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	1	2.2			2.2	3.48			2.7	0	Πόρτα
2	A2 Διπλό διακόνου 12mm (ισ. πλαίσιο 12.5cm+μεμβράνη)	6.3	3	0.60	0.125	3.5	1.8	0.11	17.60	2.106	6.2	Παράθυρο
3	A3 Διπλό διακόνου 6mm (μετ. ισ. πλ. 10cm+μεμβράνη)	1.4	2.2	0.60	0.100	2.8	2.6	0.11	6.400	2.873	6.2	Παράθυρο
4	A4 Διπλό διακόνου 6mm (μετ. ισ. πλ. 10cm+μεμβράνη)	1.4	1.2	0.60	0.100	2.8	2.6	0.11	4.400	2.945	6.2	Παράθυρο
5	A5 Διπλό διακόνου 6mm (μετ. ισ. πλ. 10cm+μεμβράνη)	1.2	1.2	0.60	0.100	2.8	2.6	0.11	4.000	2.967	6.2	Παράθυρο
6	A6 Διπλό διακόνου 6mm (μετ. ισ. πλ. 10cm+μεμβράνη)	0.8	0.8	0.60	0.100	2.8	2.6	0.11	2.400	3.100	6.2	Παράθυρο
7	A7 Διπλό διακόνου 6mm (μετ. ισ. πλ. 10cm+μεμβράνη)	3.5	2.2	0.60	0.100	2.8	2.6	0.11	10.60	2.790	6.2	Παράθυρο
8	A8 Διπλό διακόνου 6mm (μετ. ισ. πλ. 10cm+μεμβράνη)	0.5	1.3	0.60	0.100	2.8	2.6	0.11	2.600	3.172	6.2	Παράθυρο
9	A9 Διπλό διακόνου 6mm (μετ. ισ. πλ. 10cm+μεμβράνη)	0.90	0.8	0.60	0.100	2.8	2.6	0.11	2.600	3.081	6.2	Παράθυρο
10	A10 Διπλό διακόνου 12mm (ισ. πλαίσιο 12.5cm+μεμβράνη)	2.15	3	0.60	0.125	3.5	1.8	0.11	9.300	2.201	6.2	Παράθυρο
11	A11											
12	A12											
13	A13											
14	A14											

15: 2 Απεκέντρωση Περιγραφή Ctrl + Enter εκέντρωση Περιγραφή Ctrl + Enter ή F11

Εικόνα 4.21: Στοιχεία κουφωμάτων (Λογισμικό 4M).

4.4.4 Κατανάλωση ενέργειας

Η κατανάλωση ενέργειας ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας) παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.11.

Πίνακας 4.11: Κατανάλωση ανά καύσιμο (Λογισμικό 4M).

Κατανάλωση καυσίμων (KWh/m ²)	
Ηλεκτρισμός	36.9
Πετρέλαιο θέρμανσης	0.0
Ηλιακή ενέργεια	16.0
Γεωθερμία	0.0
Σύνολο	36.9

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του κτηρίου αναφοράς και του εξεταζόμενου κτηρίου παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.12.

Πίνακας 4.12: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (Λογισμικό 4M).

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (KWh/m ²)	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	22.8	41.6
Ψύξη	33.7	40.6
ZNX	21.6	24.9
Φωτισμός	0.0	0.0
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ-ΣΗΘ	0.0	0.0
Σύνολο	78.0	107.1

4.4.5 Πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης

Το νέο πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης του διαμερίσματος μετά την αντικατάσταση του συστήματος θέρμανσης με αντλία θερμότητας παρουσιάζεται στην Εικόνα 4.22. Το διαμέρισμα με την αντικατάσταση των κουφωμάτων και του συστήματος θέρμανσης με αντλία θερμότητας ανεβαίνει κατηγορία ενεργειακής κατάταξης και η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας μειώνεται κατά πολύ.

Αρ. Πρωτ.:		
ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	<p>ΧΡΗΣΗ: Πολυκατοικία</p> <p>Κτίριο <input checked="" type="checkbox"/> Τμήμα κτιρίου <input type="checkbox"/> Αριθμός ιδιοκτησίας (για τμήμα κτιρίου) Κλιματική Ζώνη: Β Διεύθυνση: Τ.Κ.: Πόλη: Έτος κατασκευής: Συνολική επιφάνεια (m²): 142.95 Όνομα ιδιοκτήτη:</p>	
	ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗ ενεργειακής απόδοσης	
	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	
	ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ [kWh/(m ² ·έτος)]
	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	← 107.10
	Δ 1.41 R_R < EP ≤ 1.82 R_R	
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]: 78.00	Γ	
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]: 107.10		
Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO ₂ [KgCO ₂ /m ²]: 36.00		
Πραγματική ετήσια κατανάλωση ενέργειας και Εκπομπές CO ₂	Θερμική άνεση <input type="checkbox"/>	
Ηλεκτρική ενέργεια [kWh]: _____ Καύσιμα [lt ή Nm ³]: _____	Οπτική άνεση <input type="checkbox"/>	
Συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]: _____	Ακουστική άνεση <input type="checkbox"/>	
Συνολικές ετήσιες εκπομπές CO ₂ [kg/m ²]: _____	Ποιότητα αέρα <input type="checkbox"/>	

Εικόνα 4.22: Πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης (Λογισμικό 4M).

4.5 Συνοπτική παρουσίαση σεναρίων

Στον Πίνακα 4.13 παρουσιάζεται το κόστος των τριών σεναρίων καθώς και η ενεργειακή κατάταξη και ετήσια κατανάλωση του διαμερίσματος για κάθε σενάριο.

Πίνακας 4.13: Συνοπτική παρουσίαση σεναρίων.

	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3
Κόστος επένδυσης	3.500 €	5.000 €	9.000 €
Ενεργειακή κατάταξη	Δ	Δ	Γ
Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (KWh/m ² *έτος)	146,10	116,30	107,10

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΕΙΑ

- 1) Ελληνική Στατιστική Αρχή, Δελτίο Τύπου, Έρευνα κατανάλωσης ενέργειας στα νοικοκυριά 2011-2012, Αθήνα 2013.
- 2) Τεχνική Οδηγία 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, Αθήνα, 2012.
- 3) Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Κατάρτιση ενεργειακών επιθεωρητών εκπαιδευτικό υλικό, Θεματική ενότητα: ΔΕ1 Εισαγωγή στον τομέα της ενέργειας, Αθήνα, 2011.

Ιστοσελίδες:

- 1) Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, <http://www.ypeka.gr>
- 2) <https://www.wikipedia.org>